



Green Power Denmark
Vodroffsvej 59
1900 Frederiksberg C
Att. Jens Zoëga Hansen

Aarhus, 9. juni 2022

121-31750
NEC/TJ/JOBN/ups/bbo

Denne rapport erstatter tidligere fremsendte rapport "Specifikationer for korrosionsbeskyttelse af transformere og transformerdele ved maling og/eller varmforzinkning" dateret 6. april 2022. I nærværende version er mindre tastefejl rettet, og bilag 8 er blevet tilføjet. I tilfælde af uoverensstemmelse er nærværende version gældende.

RAPPORT

Specifikationer for korrosionsbeskyttelse af transformere og transformerdele ved maling og/eller varmforzinkning

MATERIALER RÅDGIVNING

Gennemset af

Udfærdiget af

Rapporten er kun gyldig med to digitale signaturer fra FORCE Technology. Rapporten forefindes som original i FORCE Technologys database og sendes som elektronisk duplikat til kunden. Den hos FORCE Technology lagrede original har forrang som dokumentation for rapportens indhold og gyldighed.



FORCE Technology Norway AS
Nye Vakåsvei 32
1395 Hvalstad, Norge
Tel. +47 64 00 35 00
Fax +47 64 00 35 01
e-mail info@forcetechnology.no
www.forcetechnology.no

FORCE Technology, Hovedkontor
Park Allé 345
2605 Brøndby, Danmark
Tel. +45 43 25 00 00
Fax +45 43 25 00 10
e-mail force@force.dk
www.force.dk

Indholdsfortegnelse

Baggrundsinformation	2
Formål med specifikationen.....	2
Specifikation for korrosionsbeskyttende overfladebehandling.....	2
Konklusion og anbefaling	3

BILAGSOVERSIGT

Bilag 1	Malingsspecifikation
Bilag 2	Varmforzinkningsspecifikation
Bilag 3	Malingsspecifikation med forklarende noter
Bilag 4	Varmforzinkningsspecifikation med forklarende noter
Bilag 5	Korrosionskategorier
Bilag 6	Holdbarhed
Bilag 7	Eksempler på udformning af ITP'er for maling og malingsrapport
Bilag 8	Eksempel på udformning af ITP for varmforzinkning

Baggrundsinformation

På anmodning fra Green Power Denmark udarbejdes en specifikation for maling og varmforzinkning som korrosionsbeskyttelse, der kan lægges som en anbefaling på Green Power Danmarks hjemmeside.

Forud for udarbejdelsen har transformere på Aarhus havn været besøgt, og der er modtaget fotos af eksempler på korrosion andre steder fra, for at få indblik i behovene for forbehandling og korrosionsbeskyttelse. Se nedenfor:

- Transformere afgiver varme, som forplantes til olien, hvorfor radiatorerne og selve transformertanken ofte er varme under drift, hvilket betyder kort vådtid og derfor mindre tilbøjelighed til at ruste. Det område med længst vådtid er formentlig de køligere udragende dele, samt undersiden af overbeholderen, som ligger i skygge, og ofte også har begroning i et eller andet omfang.
- Transformernes dele består primært af lavtlegeret stål korrosionsbeskyttet med maling.
- Transformernes dele er for en stor dels vedkommende boltet sammen med rustfri bolte, møtrikker og skiver. Hvor sammenboltningen har beskadiget malingen, ses galvanisk korrosion mellem transformerdel og skive.
- Korrosion ses også mellem flanger med O-ringe, da selve flangefladen ikke altid er optimalt korrosionsbeskyttet.
- Radiatorerne er formentlig malet ved dykning (evt. elektrostatisk), da man ellers ikke vil kunne få maling ind imellem pladerne.
- Transformatorerne holder i mange år, og de kan godt blive flyttet og dermed skifte miljø gennem deres levetid.
- Stativer består oftest af varmforzinket stål.

Formål med specifikationen

Formålet med specifikationen er at sikre god og langtidsholdbar korrosionsbeskyttende overfladebehandling af transformatorer, slukkespoler, shuntreaktorer og nulpunktstransformere m.m. ved maling eller varmforzinkning – eller kombinationer heraf.

Specifikation for korrosionsbeskyttende overfladebehandling

Denne rapport er opbygget således, at selve specifikationerne for korrosionsbeskyttelse ved henholdsvis maling og varmforzinkning ligger i en udgave **uden** noter – lige til at vedlægge udbudsmaterialet (blot skal I vælge og indsætte Korrosionskategori og levetid) – i bilagene 1 og 2. I bilag 3 og 4 ligger en version af de samme specifikationer **med** forklarende noter til kunden (netselskab/udbyder).

Desuden ligger der yderligere bilag 5-7 med forklaringer af begreber som holdbarhed og korrosionskategori samt eksempler på, hvordan henholdsvis en Inspektion- og Test Plan (ITP) og en malingsrapport bør se ud, som kan sammenlignes med dem, der modtages fra kontraktør/subkontraktør for at sikre, at der planlægges og leveres tilbundsgående dokumentationskontrol.

Konklusion og anbefaling

FORCE Technology har opstillet en skabelon for specifikation af korrosionsbeskyttende overfladebehandling ved henholdsvis maling og varmforzinkning.

Der kan forekomme tilfælde, hvor der pga. omstændighederne skal anvendes særlige malinger eller andre metalbelægninger. Disse kan medføre både fordele og ulemper, som kan gøre påføringen mere udfordrende. I disse tilfælde anbefales det at søge rådgivning hos FORCE Technology eller malingsleverandøren om, hvilke særlige forholdsregler der skal tages.

BILAG 1 **Malingsspecifikation**
(9 bilagssider inklusive denne side)

Specifikation af korrosionsbeskyttelse af transformere og transformerdele ved maling

Energiselskab:		Dokument nr.:
Emne/udstyr:	Projekt nr.:	Dokument version/dato:

INDHOLDSFORTEGNELSE

STANDARDE	2
FORKORTELSER	2
1. KORROSIONSKATEGORI OG KRAV TIL HOLDBARHED	2
2. KRAV TIL STÅLET	3
3. KRAV TIL DESIGN	3
4. KRAV TIL FORBEHANDLING AF STÅL	3
4.1 Præparationsgrad	3
4.2 Ruhed	3
4.3 Renhed	4
5. KRAV TIL FORBEHANDLING AF FORZINKEDE DELE	4
5.1 Varmforzinkede dele	4
5.2 Elforzinkede dele	5
5.3 Sprøjtmetalliserede dele.....	5
6. KRAV TIL KLIMA FRA SANDBLÆSNING PÅBEGYNDES, TIL MALINGEN ER STØVTØR	5
7. KRAV TIL MALING	5
8. KRAV TIL DOKUMENTERET KVALITETSKONTROL	6
9. KRAV TIL EFTERBEHANDLING	6

I det følgende er kravene til den korrosionsbeskyttende overfladebehandling specificeret. Afvigelser herfra skal godkendes på forhånd.

STANDARDER

Nedenstående liste af standarder er anvendt i specifikationen

DS/EN ISO 12944-1
DS/EN ISO 12944-2
DS/EN ISO 12944-3
DS/EN ISO 12944-5
DS/EN ISO 12944-6
ISO 8501-1
DS/EN ISO 8501-3
ISO 8502-3
DS/EN ISO 8503-1
DS/EN ISO 8503-2
DS/EN ISO 8503-5
DS/EN ISO 8502-6
DS/EN ISO 8502-9
DS/ISO 19840
ASTM D4285

FORKORTELSER

DFT Dry film thickness – her tørfilmtykkelse af maling
NDFT Nominal dry film thickness – specificeret tørfilmstykkelser
ITP Inspektion og Test Plan
SDS Safety data sheet – Sikkerhedsdatablad fra leverandøren
TDS Technical data sheet – Teknisk datablad fra leverandøren

1. KORROSIONSKATEGORI OG KRAV TIL HOLDBARHED

Transformatorens dele skal have den afkrydsede holdbarhed i henhold til DS/EN ISO 12944-1

L (low):	M (medium):	H (high):	VH (very high):
----------	-------------	-----------	-----------------

I den afkrydsede korrosionskategori i henhold til DS/EN ISO 12944-2

C1:	C2:	C3:	C4:	C5:	CX:
-----	-----	-----	-----	-----	-----

2. KRAV TIL STÅLET

Det anvendte stål skal være kvalitet A, B eller C i henhold til ISO 8501-1. Kvalitet D må ikke anvendes.

3. KRAV TIL DESIGN

Udformningen skal tage højde for designdetaljerne i DS/EN ISO 12944-3:2018, hvilket bl.a. betyder

- at der ikke må forekomme ikke-kontinuerte svejsninger.
- at der ikke må forekomme åbninger ind til hulrum, som ikke kan korrosionsbeskyttes indvendigt med overfladebehandling.
- at der ikke må være opadvendte hulrum/hulninger, som kan opsamle vand og skidt, eller større plane flader, hvor søer af regn kan stå.
- Spalter skal undgås, hvor dette er muligt, idet de samler snavs og vand.
- At kontaktflader mellem metaller af forskellige ædelhed skal isoleres for at undgå galvanisk korrosion. Eksempelvis kan der ved sammenboltning vælges kunststof- eller forzinkede skiver, som er minimum 3 mm større end bolthovedet. Store skiver sænker desuden risikoen for at beskadige malingen.
- I kystnære område skal der anvendes A4 bolte til boltsamlinger.
- Svejste samlinger mellem ædle (eks. rustfrit stål) og uædle metaller (eks. sort stål) skal males mindst 50 mm ud på det mest ædle metal.
- At delene skal være udformet med indbyrdes afstande, så man kan komme til at vedligeholde og reparere malingen, se Annex A og C i DS/EN ISO 12944-3.
- Dele/områder, hvor vedligehold ikke er muligt, skal fremstilles af ikke korroderende materiale eller korrosionsbeskyttes fra starten til hele den projekterede levetid.

Desuden:

- Flangeflader skal korrosionsbeskyttes inden samling – gerne med AluZink sprøjtemetallisering eller en zinkrig grunder under toplakken.

4. KRAV TIL FORBEHANDLING AF STÅL

4.1 Præparationsgrad

Stålet skal præpareres minimum til præparationsrad P2 i henhold til ISO DS/EN 8501-3. Kanter skal præpareres til præparationsgrad P3 i henhold til DS/EN ISO 8501-3 – rundet til radius 2 mm.

4.2 Ruhed

Ståloverfladen skal efter sandblæsning have en ruhed, der svarer til de krav, som den valgte grunder stiller i henhold til det tekniske datablad. Ruhed vurderes efter metoderne i DS/EN ISO 8503-1, DS/EN ISO 8503-2 eller DS/EN ISO 8503-5.

4.3 Renhed

4.3.1 Olie og fedt på overfladen

Olie og eller fedtpletter vaskes af med hedvandsvask evt. tilsat en mild industrisæbe – inden blæsning.

4.3.2 Saltforurening af overfladen

Mængden af ledende salte på overfladen må ikke overstige 50 mg/m². Kontrolleres med Bressle metoden efter DS/EN ISO 8502-6 og DS/EN ISO 8502-9.

4.3.3 Stålet

Stålets overflade skal rengøres ved sandblæsning eller en anden af malingsleverandøren godkendt metode til den overfladerenhed, som den valgte grunder kræver i henhold til det tekniske datablad.

Ved anvendelse af trykluft til sandblæsning skal kompressorluften være fri for olie og vanddråber – kontrolleres efter ASTM D4285-83R18.

4.3.4 Støv

Støv skal fjernes fra overfladen ved støvsugning, inden malingen påføres, således at støvniveauet maksimalt er grad 2 i partikelstørrelse og grad 2 i mængde i henhold til ISO 8502-3.

5. KRAV TIL FORBEHANDLING AF FORZINKEDE DELE

5.1 Varmforzinkede dele

Emner, der skal varmforsinkes og males, skal før varmforsinkningen klargøres til malebehandling på samme måde som stål, der kun skal males, ved afrunding af skarpe kanter, glatslibning af svejsninger og fjernelse af svejsesprøjt m.m.

Efter varmforsinkningen skal overfladerne gennemgås, og ansamlinger af zink, zinkaske, zinkgrater og zinktapper fjernes.

Zinkoverfladerne skal afrenses for oxider og gøres ru ved sandsvirpning som følger:

- Blæsemiddel: Korund eller aluminiumsilikat
- Kornstørrelse: 0,2 - 0,5 mm
- Dysediameter: 5 - 6,5 mm
- Dysetryk: 2 - 3 bar
- Blæsevinkel: ca. 45°
- Blæseafstand: 30 - 50 cm
- Primer: Påføres senest 20-45 min. efter sandsvirpning

Efter sandsvirpningen skal zinkoverfladen være fuldt matteret, og overfladen må ikke have ubearbejdede partier, når den undersøges med lup med 8-10 gange forstørrelse.

Ved anvendelse af trykluft til sandsvirpning skal kompressorluften være fri for olie og vanddråber – kontrolleres efter ASTM D4285.

Fravigelser fra ovenstående kan kun accepteres efter særskilt godkendelse på baggrund af holdbarheds dokumentation.

5.2 Elforzinkede dele

Elforzinkningen og den efterfølgende behandling af zinkoverfladen skal være udført specifikt med henblik på, at der efterfølgende skal foretages maling. Følgende behandlinger af zinkoverfladen kan anvendes:

- Kemisk passivering egnet for efterfølgende maling
- Kemisk forbehandling ved zinkfosfatering, zink-calciumfosfatering

God holdbarhed af det færdigmalede emne skal kunne dokumenteres ved accelereret test som fx ved fugtkammertest og/eller salttågetest efter DS/EN ISO 12944-6 eller ved referencer med erfaringer fra praktisk anvendelse.

5.3 Sprøjtemetalliserede dele

Sprøjtemetalliserede dele skal påføres et flashcoat straks efter metallisering og først derefter primer og fuldt malingsystem.

6. KRAV TIL KLIMA FRA SANDBLÆSNING PÅBEGYNDES, TIL MALINGEN ER STØVTØR

Der **må ikke** sandblæses eller males, hvis den relative luftfugtighed er over 85 %, eller metaloverfladens temperatur mindre en 3 °C højere end dugpunktet. Disse klimatiske forhold skal opretholdes fra sandblæsning påbegyndes, til malingen er støvtør. Maling skal påføres straks efter sandblæsning, medmindre en luftfugtighed konstant <50 % kan dokumenteres – i så fald skal maling påføres senest dagen efter.

7. KRAV TIL MALING

Det anvendte malingsystem skal svare til et af de systemer, som foreskrives til den valgte holdbarhed og korrosionskategori i DS/EN ISO 12944-5 i sammensætning og tør lagtykkelse (NDFT).

Fravigelser herfra kan kun accepteres efter særskilt godkendelse på baggrund af holdbarheds dokumentation i henhold til DS/EN 12944-6 fra malingsleverandøren. TDS og SDS vedlægges tilbud.

Batchnumre for de anvendte materialer skal dokumenteres.

Malingerne skal opbevares efter malingsleverandørens forskrifter.

Lagtykkelser måles som tørfilmtykkelse (DFT) efter DS/ISO 19840, dog med kalibrering på glat plade uden korrektion for ruhed, medmindre NDFT er mindre end 100 µm. Minimumacceptkriteriet er 80/20 reglen i henhold til DS/ISO 19840. Maksimumacceptkriteriet er 3 x NDFT, medmindre malingsleverandøren foreskriver en lavere maksimal DFT i TDS.

Svejsninger, kanter og svært tilgængelige områder skal udstikkes med pensel i hvert lag undtagen primeren for at sikre tilstrækkelig lagtykkelse, og resten påføres med sprøjtepistol, medmindre malingen påføres elektrostatisk eller ved dypning. Fraviges dette, skal det i hvert enkelt tilfælde godkendes af kunden. Overmalingsintervaller specificeret af malingsleverandøren skal overholdes. Overskrides de, skal overfladeslibes let med sandpapir inden påføring af næste lag.

Malingen skal efter påføring fremstå uden påføringsfejl som eksempelvis; porer, appelsinhud, tørspray (manglende sammenflydning), helligdage, løbere, fremmedlegemer osv.

8. KRAV TIL DOKUMENTERET KVALITETSKONTROL

Med tilbuddet skal for serieproducerede emner leveres en ITP (inspektion og test plan), som demonstrerer, hvordan ovenstående krav dokumenteres. ITP'en skal for hvert kontrolpunkt indeholde:

- Kontrol
- Måle-/inspektionsmetode (standard)
- Acceptkriterier
- Hyppighed af test
- Beskrivelse af, hvor resultaterne dokumenteres (typisk en malerapport)
- Hvilke af parterne, som har hvilke rettigheder i forhold til inspektion

Ligeledes skal en tom skabelon for malingsrapporten afleveres med tilbuddet. Denne skal afspejle alle de i denne specifikation krævede kontroller.

For enkelt emner kan en tom skabelon for malingsrapporten gøre det ud for ITP.

Ved aflevering skal udfyldt malingsrapport/dokumentation for gennemført kvalitetskontrol vedlægges.

9. KRAV TIL EFTERBEHANDLING

Undgå at samle eller flytte for meget på de malede dele, før de skal i anvendelse eller har haft tid til gennemhærdning – typisk 7-14 dage.

Transportskader skal udbedres af leverandøren. Ovenstående specifikation skal følges under reparation – blot kan afrensning af mindre områder (under 100 mm²) foregå med bristle blaster eller vinkelsliber til renhed St3

i henhold til ISO 8501-1 i stedet for sandblæsning, og der kan anvendes pensel og rulle frem for sprøjtning, blot der opnås fuld lagtykkelse. Overgange til intakt maling affases ved slibning med sandpapir, inden coatingen genopbygges med oprindeligt malingsystem.

BILAG 2 **Varmforzinkningsspecifikation**
(7 bilagssider inklusive denne side)

GREEN POWER DENMARK

Specifikation af korrosionsbeskyttelse ved varmforzinkning

Energiselskab:		Dokument nr.:
Emne/udstyr:	Projekt nr.:	Dokument version/dato:

INDHOLDSFORTEGNELSE

STANDARDE	2
SPECIFIKATION	2
1. VARMFORZINKNING	2
2. ZINKLAGTYKKELSER	2
3. STÅL TIL VARMFORZINKNING	3
4. KRAV TIL KONSTRUKTIONSUDFORMNING, DESIGN	3
5. KVALITETSKONTROL	4
5.1 Visuel inspektion:	4
5.2 Kontrol af zinklagtykkelser:	4
6. INSPEKTION OG TESTPLAN	5
7. EFTERBEHANDLING	5

STANDARDER

Nedenstående liste af standarder er anvendt i specifikationen.

DS/EN ISO 12944-1
DS/EN ISO 12944-2
DS/EN ISO 1461
DS/EN ISO 10684
DS/EN ISO 2178
DS/EN ISO 2064
DS/EN ISO 14713-2

Medmindre andet specificeres, er det gældende version af standarderne, som skal anvendes.

SPECIFIKATION

Krav til varmforzinkning af stål er specificeret i det følgende, og afvigelser skal godkendes på forhånd efter kundens skriftlige accept.

1. VARMFORZINKNING

Varmforzinkningen udføres i henhold til DS/EN ISO 1461 med undtagelse af bolte og emner med gevind. Bolte og emner med gevind fra dimension M8 eller større varmforzinkes ved højtemperaturforzinkning i henhold til DS/EN ISO 10684.

Det skal ved bestilling til varmforzinkeren angives, hvis stålkonstruktionerne efter varmforzinkningen skal males.

2. ZINKLAGTYKKELSER

Transformatorens dele skal have den afkrydsede holdbarhed i henhold til DS/EN ISO 12944-1

L (low):	M (medium):	H (high):	VH (very high):
----------	-------------	-----------	-----------------

I den afkrydsede korrosionskategori i henhold til DS/EN ISO 12944-2

C1:	C2:	C3:	C4:	C5:	CX:
-----	-----	-----	-----	-----	-----

Zinklagtykkelse af konstruktionens dele vælges derefter. Kan holdbarheden ikke opnås med de aktuelle godstykkelser, drøftes valg af siliciumindhold på stålet og/eller supplerende overfladebehandling med kunden inden igangsætning.

Minimumkrav til zinklagtykkelse på bolte og gevindemner til 40 µm lokal zinklagtykkelse og minimum 50 µm middel zinklagtykkelse i henhold til DS/EN ISO 10684.

3. STÅL TIL VARMFORZINKNING

Stålet skal være varmvalset eller normaliseret, og overfladerne skal være velegnede til varmforzinkning og fri for overfladefejl, der er skadelige for zinkbelægningen og dens korrosionsbeskyttende egenskaber.

Stålet skal have en sammensætning, der er egnet til varmforzinkning, og skal overholde følgende krav til indhold af silicium (Si) og fosfor (P):

- 1) $Si + P < 0,03$ vægt %
- 2) $0,15 \leq Si \leq 0,25$ vægt %

Koldformet eller koldvalset stål, der ikke er normaliseret, kan kun anvendes til varmforzinkning efter kundens skriftlige tilladelse og kun efter, at testemner fra den aktuelle stålcharge er varmforzinkede og testet for LME-skader (Liquid Metal Embrittlement, zinkpenetrering).

Stål til varmforzinkning skal have en trækstyrke under 1.000 MPa af hensyn til sikkerheden for at undgå brintskørhed.

4. KRAV TIL KONSTRUKTIONSUDFORMNING, DESIGN

Varmforzinkning udføres i en række dybpe-processer, der stiller krav til stålemnernes størrelse og udformning:

- Emnestørrelsen begrænses af de kar, som varmforzinkereren har til rådighed til behandlingen.
- Alle svejsninger skal udføres som fuldsvejsninger.
- Åbne spalter mellem stålelementer må ikke forekomme.
- Lukkede hulrum må ikke forekomme.
- Helt eller delvist afspærrede hulrum skal være forsynede med udluftnings- og udløbshuller i passende størrelse, så pletter uden zinkbelægning eller zinkansamlinger ikke forekommer indvendigt i hulrummene.
- Stålkonstruktioner, der efter varmforzinkningen også skal males, skal have en udformning, der er i overensstemmelse med kravene til maling, som fx krav til overfladernes tilgængelighed samt afrunding af skarpe kanter til min. 2 mm rundingsradius.

Standarden DS/EN ISO 14713-2 giver yderligere vejledning i konstruktionsudformning/design af stålkonstruktioner til varmforzinkning.

5. KVALITETSKONTROL

Kvalitetskontrollen af varmforzinkningen omfatter visuel kontrol og kontrol af zinklagtykkelser i henhold til DS/EN ISO 1461. Lagtykkelsesmålingerne udføres ved hjælp af en elektromagnetisk lagtykkelsesmåler i henhold til DS/EN ISO 2178 og DS/EN ISO 2064.

5.1 Visuel inspektion

Alle overflader skal være fri for bare pletter (områder uden zinkbelægning), skarpe tappe og grater af zink, ansamlinger af zink, af flusmiddel og zinkaske, som kan være skadelige for emnernes samling og brug.

5.2 Kontrol af zinklagtykkelser

Lagtykkelseskravene omfatter kun minimumskrav til lokal zinklagstykkelse og til middel zinklagstykkelse ifølge DS/EN ISO 1461 jf. ovenstående tabel 1.

Måling udføres i en afstand på minimum 100 mm fra emne-ender og minimum 10 mm fra emne-kanter.

Måling på konstruktionsdele:

- Lokal zinklagtykkelse: Udgør den lokale zinklagtykkelse for et afgrænset udsnit af emnet og bestemt som middelværdien af minimum 5 aflæsninger på de forskellige flader på emneudsnittet.
- Middel zinklagtykkelse: Udgør middelværdien af flere lokale zinklagtykkelser bestemt på et enkelt stort emne (over 2 m² overfladeareal) eller af flere lokale zinklagtykkelser bestemt på flere mindre emner (emner med op til 2 m² overfladeareal).

Måling på bolte og møtrikker:

- Lokal zinklagtykkelse: Bestemmes som middelværdien af 5 aflæsninger på boltehovedets plane overflader eller på de plane overflader på møtrik.
- Middel zinklagtykkelse: Bestemmes som middelværdien af de lokale lagtykkelser bestemt for en batch.

Der henvises til DS/EN ISO 1461 for en nærmere angivelse af, hvordan middel zinklagtykkelser skal bestemmes.

6. INSPEKTION OG TESTPLAN

Entreprenøren skal udarbejde en kvalitetskontrolplan for kontrakten, der skal angive, hvordan ovenstående krav dokumenteres ved hver kontrol:

- Inspektionsmetode, beskrivelse
- Acceptkriterier
- Hyppighed af inspektion
- Beskrivelse af, hvor resultaterne dokumenteres (testrapport)
- Hvilke af parterne, som har hvilke rettigheder i forhold til inspektion

Entreprenøren skal aflevere en tom skabelon for inspektionsrapport, der skal omfatte den visuelle kontrol af overflader og lagtykkelseskontrol samt kontrolresultater.

Ved aflevering skal udfyldte inspektionsrapporter for gennemført kvalitetskontrol vedlægges.

7. EFTERBEHANDLING

Dråber og skarpe kanter slibes væk inden levering.

BILAG 3 **Malingsspecifikation med forklarende noter**
(11 bilagssider inklusive denne side)

GREEN POWER DENMARK

Specifikation af korrosionsbeskyttelse af transformere og transformerdele ved maling

Energiselskab:		Dokument nr.:
Emne/udstyr:	Projekt nr.:	Dokument version/dato:

INDHOLDSFORTEGNELSE

STANDARDER	2
FORKORTELSER	2
1. KORROSIONSKATEGORI OG KRAV TIL HOLDBARHED	2
2. KRAV TIL STÅLET	3
3. KRAV TIL DESIGN	3
4. KRAV TIL FORBEHANDLING AF STÅL	4
4.1 Præparationsgrad	4
4.2 Ruhed	4
4.3 Renhed	4
4.3.1 Olie og fedt på overfladen	4
5. KRAV TIL FORBEHANDLING AF FORZINKEDE DELE	5
5.1 Varmforzinkede dele	5
5.2 Elforzinkede dele	6
5.3 Sprøjtemetalliserede dele	7
6. KRAV TIL KLIMA FRA SANDBLÆSNING PÅBEGYNDES, TIL MALINGEN ER STØVTØR	7
7. KRAV TIL MALING	7
8. KRAV TIL DOKUMENTERET KVALITETSKONTROL	8
9. KRAV TIL EFTERBEHANDLING	9

I det følgende er kravene til den korrosionsbeskyttende overfladebehandling specificeret. Afvigelser herfra skal godkendes på forhånd.

STANDARDER

Nedenstående liste af standarder er anvendt i specifikationen

DS/EN ISO 12944-1
DS/EN ISO 12944-2
DS/EN ISO 12944-3
DS/EN ISO 12944-5
DS/EN ISO 12944-6
ISO 8501-1
DS/EN ISO 8501-3
ISO 8502-3
DS/EN ISO 8503-1
DS/EN ISO 8503-2
DS/EN ISO 8503-5
DS/EN ISO 8502-6
DS/EN ISO 8502-9
DS/ISO 19840
ASTM D4285

FORKORTELSER

DFT Dry film thickness – her tørfilmtykkelse af maling
NDFT Nominal dry film thickness – specificeret tørfilmstykkelser
ITP Inspektion og Test Plan
SDS Safety data sheet – Sikkerhedsdatablad fra leverandøren
TDS Technical data sheet – Teknisk datablad fra leverandøren

1. KORROSIONSKATEGORI OG KRAV TIL HOLDBARHED

Transformatorens dele skal have den afkrydsede holdbarhed i henhold til DS/EN ISO 12944-1

L (low):	M (medium):	H (high):	VH (very high):
----------	-------------	-----------	-----------------

I den afkrydsede korrosionskategori i henhold til DS/EN ISO 12944-2

C1:	C2:	C3:	C4:	C5:	CX:
-----	-----	-----	-----	-----	-----

Note:

- *Se forklaringer til holdbarhed i hovedrapportens Bilag 6.*

- *Se forklaringer til korrosionskategorier i hovedrapportens Bilag 5.*

2. KRAV TIL STÅLET

Det anvendte stål skal være kvalitet A, B eller C i henhold til ISO 8501-1. Kvalitet D må ikke anvendes.

Note:

- *Kvalitet C vil være den, der oftest leveres til transformerdele, da emnerne er formgivne og derfor ikke længere har glødeskal på. De øvrige stålkvaliteter findes primært på rå stålplader.*

3. KRAV TIL DESIGN

Udformningen skal tage højde for designdetaljerne i DS/EN ISO 12944-3:2018, hvilket bl.a. betyder

- at der ikke må forekomme ikke-kontinuerede svejsninger.
- at der ikke må forekomme åbninger ind til hulrum, som ikke kan korrosionsbeskyttes indvendigt med overfladebehandling.
- at der ikke må være opadvendte hulrum/hulninger, som kan opsamle vand og skidt, eller større plane flader, hvor søer af regn kan stå.
- Spalter skal undgås, hvor dette er muligt, idet de samler snavs og vand.
- At kontaktflader mellem metaller af forskellige ædelhed skal isoleres for at undgå galvanisk korrosion. Eksempelvis kan der ved sammenboltning vælges kunststof- eller forzinkede skiver, som er minimum 3 mm større end bolthovedet. Store skiver sænker desuden risikoen for at beskadige malingen.
- I kystnære område skal der anvendes A4 bolte til boltsamlinger.
- Svejste samlinger mellem ædle (eks. rustfrit stål) og uædle metaller (eks. sort stål) skal males mindst 50 mm ud på det mest ædle metal.
- At delene skal være udformet med indbyrdes afstande, så man kan komme til at vedligeholde og reparere malingen, se Annex A of C i DS/EN ISO 12944-3.
- Dele/områder, hvor vedligehold ikke er muligt, skal fremstilles af ikke korroderende materiale eller korrosionsbeskyttes fra starten til hele den projekterede levetid.

Desuden:

- Flangeflader skal korrosionsbeskyttes inden samling – gerne med AluZink sprøjtemetallisering eller en zinkrig grunder under toplakken.

Note:

- *Krav til andre bolte og skiver end dem, som producenter anvender som standard, kan medføre en merudgift. Årsagen til at fravælge rustfri skiver, som nok er standard de fleste steder, er, at når bolten tilspændes, beskadiges malingen under og langs skiven ofte, så der opstår direkte kontakt mellem rustfrit stål og det lavtlegerede sorte stål, emnet er fremstillet af. Dette medfører galvanisk korrosion*

af det sorte stål, som går væsentligt hurtigere en almindelig korrosion. Ved at isolere bolt/skive og emne elektrisk fra hinanden (kunststofskiver), forebygges dette. Ved brug af forzinkede skiver, beskytter zinken det sorte stål og udskyder derved det tidspunkt, hvor det er selve emnet, som rustet. Skiver kan lettere udskiftes.

4. KRAV TIL FORBEHANDLING AF STÅL

4.1 Præparationsgrad

Stålet skal præpareres minimum til præparationsrad P2 i henhold til ISO DS/EN 8501-3. Kanter skal præpareres til præparationsgrad P3 i henhold til DS/EN ISO 8501-3 – rundet til radius 2 mm.

Note:

- *I henhold til DS/EN ISO 12944-5 skal præparationsgraden være P3 overalt, hvis der ønskes holdbarheden H eller VH i korrosionskategorier C4, C5 eller CX. Dette betyder bl.a. helt glatslebne svejsninger – det vurderes imidlertid at være en unødvendig fordyrelse af anlæg på land.*
- *P2 vil bl.a. sige:*
 - *Flammeskårne kanter skal slibes ned, så det hærdede og hårde lag fjernes inden sandblæsning.*
 - *Slibning af svejsninger til en blød rounding uden skarpe kanter.*
 - *Delamineringer i ståloverfladen skal slibes bort.*

4.2 Ruhed

Ståloverfladen skal efter sandblæsning have en ruhed, der svarer til de krav, som den valgte grunder stiller i henhold til det tekniske datablad. Ruhed vurderes efter metoderne i DS/EN ISO 8503-1, DS/EN ISO 8503-2 eller DS/EN ISO 8503-5.

4.3 Renhed

4.3.1 Olie og fedt på overfladen

Olie og eller fedtpletter vaskes af med hedvandsvask evt. tilsat en mild industrisæbe – inden blæsning.

4.3.2 Saltforurening af overfladen

Mængden af ledende salte på overfladen må ikke overstige 50 mg/m². Kontrolleres med Bressle metoden efter DS/EN ISO 8502-6 og DS/EN ISO 8502-9.

4.3.3 Stålet

Stålets overflade skal rengøres ved sandblæsning eller en anden af malingsleverandøren godkendt metode til den overfladerenhed, som den valgte grunder kræver i henhold til det tekniske datablad.

Ved anvendelse af trykluft til sandblæsning skal kompressorluften være fri for olie og vanddråber – kontrolleres efter ASTM D4285-83R18.

Note:

- *Ved sandblæsning vil kravet til metallisk renhed typisk være Sa2½ i henhold til ISO 8501-1, om end nogle grundere er mere overfladetolerante.*
- *Hvis der skal sprøjtemetalliseres inden maling, vil kravet typisk være Sa3 i henhold til ISO 8501-1. Fraviges dette, bør det afklares med leverandøren af sprøjtemetalliseringsmaterialet af hensyn til garantien.*

4.3.4 Støv

Støv skal fjernes fra overfladen ved støvsugning, inden malingen påføres, således at støvniveauet maksimalt er grad 2 i partikelstørrelse og grad 2 i mængde i henhold til ISO 8502-3.

5. KRAV TIL FORBEHANDLING AF FORZINKEDE DELE

5.1 Varmforzinkede dele

Emner, der skal varmforszinkes og males, skal før varmforszinkningen klargøres til malebehandling på samme måde som stål, der kun skal males, ved afrunding af skarpe kanter, glatslibning af svejsninger og fjernelse af svejsesprøjt m.m.

Efter varmforszinkningen skal overfladerne gennemgås, og ansamlinger af zink, zinkaske, zinkgrater og zinktapper fjernes.

Zinkoverfladerne skal afrenses for oxider og gøres ru ved sandsvirpning som følger:

- Blæsemiddel: Korund eller aluminiumsilikat
- Kornstørrelse: 0,2 - 0,5 mm
- Dysediameter: 5 - 6,5 mm
- Dysetryk: 2 - 3 bar
- Blæsevinkel: ca. 45°
- Blæseafstand: 30 - 50 cm
- Primer: Påføres senest 20-45 min. efter sandsvirpning

Efter sandsvirpningen skal zinkoverfladen være fuldt matteret, og overfladen må ikke have ubearbejdede partier, når den undersøges med lup med 8-10 gange forstørrelse.

Ved anvendelse af trykluft til sandsvirpning skal kompressorluften være fri for olie og vanddråber – kontrolleres efter ASTM D4285.

Fravigelser fra ovenstående kan kun accepteres efter særskilt godkendelse på baggrund af holdbarheds dokumentation.

Note:

- *Sandsvirpning af overfladen efter varmforzinkning er en konventionel og velafprøvet metode til forbehandling af zinkoverfladen før maling og har desuden fordelen ved, at den er let at kontrollere. Andre forbehandlingsmetoder kan også føre til en blivende god malingsvedhæftning og god holdbarhed, men behandlingerne bør generelt vurderes af specialist inden anvendelse, og god holdbarhed bør kunne dokumenteres ved test eller ved referencer fra praktisk anvendelse. Eksempler på sådanne, alternative forbehandlinger af zinkoverfladen før maling er:*
 - *Afslibning af zinkoverfladen og påføring af specialprimer, der ikke kræver stor overfladeruhed (som ved sandsvirpning)*
 - *Kemisk forbehandling ved zinkfosfatering eller ved zink-calciumfosfatering*
 - *Kemisk passivering egnet for efterfølgende maling*
- *Dysetrykket er vigtigt, da for højt tryk kan medføre belægningsafskalning.*

5.2 Elforzinkede dele

Elforzinkningen og den efterfølgende behandling af zinkoverfladen skal være udført specifikt med henblik på, at der efterfølgende skal foretages maling. Følgende behandlinger af zinkoverfladen kan anvendes:

- Kemisk passivering egnet for efterfølgende maling
- Kemisk forbehandling ved zinkfosfatering, zink-calciumfosfatering

God holdbarhed af det færdigmaledede emne skal kunne dokumenteres ved accelereret test som fx ved fugtkammertest og/eller salttågetest efter DS/EN ISO 12944-6 eller ved referencer med erfaringer fra praktisk anvendelse.

Note:

- *Zinklagtykkelsen på elforzinkede dele kan variere, men vil ofte ligge i intervallet 5-25 µm. Elforzinkning afsluttes standard med en kemisk passivering af zinkbelægningen, hvis der ikke er givet anden specifikation ved behandlingen, og den kemiske passivering kan ikke påregnes at være egnet til efterfølgende maling, medmindre den er fremstillet til dette formål og efterfølgende testet enten ved accelereret korrosionstest, eller der kan dokumenteres gode erfaringer fra praktisk brug.*

5.3 Sprøjtemetalliserede dele

Sprøjtemetalliserede dele skal påføres et flashcoat straks efter metallisering og først derefter primer og fuldt malingsystem.

Note:

- *Flashcoat er en meget tyndt lagt af stærkt fortyndet primer, som skal drive luften ud af de porer, som findes i overfladen, således at der ikke opstår bobler/porer i de efterfølgende malingslag.*

6. KRAV TIL KLIMA FRA SANDBLÆSNING PÅBEGYNDES, TIL MALINGEN ER STØVTØR

Der **må ikke** sandblæses eller males, hvis den relative luftfugtighed er over 85 %, eller metaloverfladens temperatur mindre en 3 °C højere end dugpunktet. Disse klimatiske forhold skal opretholdes fra sandblæsning påbegyndes, til malingen er støvtør. Maling skal påføres straks efter sandblæsning, medmindre en luftfugtighed konstant <50 % kan dokumenteres – i så fald skal maling påføres senest dagen efter.

Note:

- *Vær opmærksom på, at enkelte malinger kan stille yderligere temperaturkrav – dette vil fremgå af det tekniske datablad*

7. KRAV TIL MALING

Det anvendte malingsystem, skal svare til et af de systemer, som foreskrives til den valgte holdbarhed og korrosionskategori i DS/EN ISO 12944-5 i sammensætning og tør lagtykkelse (NDFT).

Fravigelser herfra kan kun accepteres efter særskilt godkendelse på baggrund af holdbarheds dokumentation i henhold til DS/EN 12944-6 fra malingsleverandøren. TDS og SDS vedlægges tilbud.

Batchnumre for de anvendte materialer skal dokumenteres.

Malingerne skal opbevares efter malingsleverandørens forskrifter.

Lagtykkelser måles som tørfilmtykkelse (DFT) efter DS/ISO 19840, dog med kalibrering på glat plade uden korrektion for ruhed, medmindre NDFT er mindre end 100 µm. Minimumacceptkriteriet er 80/20 reglen i henhold til DS/ISO 19840. Maksimumacceptkriteriet er 3 x NDFT, medmindre malingsleverandøren foreskriver en lavere maksimal DFT.

Svejsninger, kanter og svært tilgængelige områder skal udstikkes med pensel i hvert lag undtagen primeren for at sikre tilstrækkelig lagtykkelse, og resten påføres med sprøjtepestol, medmindre malingen påføres elektrostatisk eller ved dypning. Fraviges dette, skal det i hvert enkelt tilfælde godkendes af kunden. Overmalingsintervaller specificeret af malingsleverandøren skal overholdes. Overskrides de, skal overfladeslibes let med sandpapir inden påføring af næste lag.

Malingen skal efter påføring fremstå uden påføringsfejl som eksempelvis; porer, appelsinhud, tørspray (manglende sammenflydning), helligdage, løbere, fremmedlegemer osv.

Note:

- *DS/EN ISO 12944 gælder i princippet kun for vådmaling, men delstandarder som eksempelvis DS/EN ISO 12944-1 om holdbarhed, DS/EN ISO 12944-2 om korrosionskategorier anvendes ofte i forbindelse med andre typer af korrosionsbeskyttende overfladebehandling i mangel på standarder specifikke for den type.*
- *Malingssystemerne i DS/EN ISO 12944-5 er velafprøvede standardsystemer for vådmaling. Malingsleverandøren kan have andre systemer, som er fuldt ud lige så gode. De skal blot kunne dokumentere, at de er testet til den pågældende holdbarhed i den pågældende korrosionskategori. Pulverlakker og dyppe-/elektroforesemalinger, som ikke er en del af standarden, skal på samme vis kunne dokumentere deres holdbarhed. Der findes desværre ikke en lignende standard for disse typer af maling.*
- *I nogle malinger opstår der store indre spændinger ved tørring, som ved for store lagtykkelser påført i ét lag kan få malingen til at revne. Er malingerne ekstra følsomme for overlagtykkelser, kan en maksimal DFT oftest findes i leverandørens tekniske datablad. Dette er specielt vigtigt på svejsesømme, kanter og hjørner.*

8. KRAV TIL DOKUMENTERET KVALITETSKONTROL

Med tilbuddet skal for serieproducerede emner leveres en ITP (inspektion og test plan), som demonstrerer hvordan ovenstående krav dokumenteres. ITP'en skal for hvert kontrolpunkt indeholde:

- Kontrol
- Måle-/inspektionsmetode (standard)
- Acceptkriterier
- Hyppighed af test
- Beskrivelse af, hvor resultaterne dokumenteres (typisk en maler rapport)
- Hvilke af parterne, som har hvilke rettigheder i forhold til inspektion

Ligeledes skal en tom skabelon for malingsrapporten afleveres med tilbuddet. Denne skal afspejle alle de i denne specifikation krævede kontroller.

For enkelt emner kan en tom skabelon for malingsrapporten gøre det ud for ITP.

Ved aflevering skal udfyldt malingsrapport/dokumentation for gennemført kvalitetskontrol vedlægges.

Note:

- *I bilag 7 findes eksempler på, hvordan en ITP og en malingsrapport kan se ud for vådmaling, når den skal opfylde ovenstående.*

9. KRAV TIL EFTERBEHANDLING

Undgå at samle eller flytte for meget på de malede dele, før de skal i anvendelse eller har haft tid til gennemhærdning – typisk 7-14 dage.

Transportskader skal udbedres af leverandøren. Ovenstående specifikation skal følges under reparation – blot kan afrensning af mindre områder (under 100 mm²) foregå med bristle blaster eller vinkelsliber til renhed St3 i henhold til ISO 8501-1 i stedet for sandblæsning, og der kan anvendes pensel og rulle frem for sprøjtning, blot der opnås fuld lagtykkelse. Overgange til intakt maling affases ved slibning med sandpapir, inden coatingen genopbygges med oprindeligt malingsystem.

Note:

Der kan forekomme tilfælde, hvor der pga. omstændighederne skal anvendes særlige malinger, som fx kan være hurtigtørrende, vinterhærdende eller måske brandhæmmende. Disse kan medføre både fordele og ulemper, som kan gøre påføringen mere udfordrende. I disse tilfælde anbefales det at søge rådgivning hos FORCE Technology eller malingsleverandøren om, hvilke særlige forholdsregler der skal tages.

BILAG 4 **Varmforzinkningsspecifikation med forklarende
noter
(16 bilagssider inklusive denne side)**

GREEN POWER DENMARK

**Specifikation af korrosionsbeskyttelse ved
varmforzinkning**

Energiselskab:		Dokument nr.:
Emne/udstyr:	Projekt nr.:	Dokument version/dato:

INDHOLDSFORTEGNELSE

STANDARDE	2
SPECIFIKATION	2
1. VARMFORZINKNING	2
2. ZINKLAGTYKKELSER	3
3. STÅL TIL VARMFORZINKNING	4
4. KRAV TIL KONSTRUKTIONSUDFORMNING, DESIGN	4
5. KVALITETSKONTROL	5
5.1. Visuel inspektion	5
5.2. Kontrol af zinklagtykkelser	5
6. INSPEKTION OG TESTPLAN	6
7. EFTERBEHANDLING	7

STANDARDER

Nedenstående liste af standarder er anvendt i specifikationen.

DS/EN ISO 12944-1
DS/EN ISO 12944-2
DS/EN ISO 1461
DS/EN ISO 10684
DS/EN ISO 2178
DS/EN ISO 2064
DS/EN ISO 14713-2

Medmindre andet specificeres, er det gældende version af standarderne, som skal anvendes.

Note:

Standarder kun nævnt i noterne er

DS/EN ISO12944-3

SPECIFIKATION

Krav til varmforzinkning af stål er specificeret i det følgende, og afvigelser skal godkendes på forhånd efter Kundens skriftlige accept.

1. VARMFORZINKNING

Varmforzinkningen udføres i henhold til DS/EN ISO 1461 med undtagelse af bolte og emner med gevind. Bolte og emner med gevind fra dimension M8 eller større varmforzinkes ved højtemperaturforzinkning i henhold til DS/EN ISO 10684.

Det skal ved bestilling til varmforzinkereren angives, hvis stålkonstruktionerne efter varmforzinkningen skal males.

Note:

- *Det skal oplyses til varmforzinkningsvirksomheden, hvis stålkonstruktionerne også skal påføres et malingssystem efter varmforzinkning, da dette stiller ekstra krav til afrensning og klargøring af zinkbelægningens overflade efter varmforzinkning.*
- *Det bemærkes, at konstruktioner, der skal males efter varmforzinkning, både skal opfylde krav til konstruktionsudformning for varmforzinkning (DS/EN ISO 14713-2) og for maling (DS/EN ISO 12944-3).*

2. ZINKLAGTYKKELSER

Transformatorens dele skal have den afkrydsede holdbarhed i henhold til DS/EN ISO 12944-1

L (low):	M (medium):	H (high):	VH (very high):
----------	-------------	-----------	-----------------

I den afkrydsede korrosionskategori i henhold til DS/EN ISO 12944-2

C1:	C2:	C3:	C4:	C5:	CX:
-----	-----	-----	-----	-----	-----

Zinklagtykkelse af konstruktionens dele vælges derefter. Kan holdbarheden ikke opnås med de aktuelle godstykkelser drøftes valg af siliciumindhold på stålet og/eller supplerende overfladebehandling med kunden inden igangsætning.

Minimumkrav til zinklagtykkelse på bolte og gevindemner til 40 µm lokal zinklagtykkelse og minimum 50 µm middel zinklagtykkelse i henhold til DS/EN ISO 10684.

Note:

Den zinklagtykkelse, det er muligt at påføre et stålemne afhænger primært af godstykkelsen, hvilket også afspejles i lagtykkelseskravene ifølge DS/EN ISO 1461, der omfatter minimumskrav til lokal zinklagtykkelse samt minimumskrav til middel zinklagtykkelse jf. tabel 1.

Stålemne med godstykkelse t mm	Lokal zinklagtykkelse Min. (µm)	Middel zinklagtykkelse Min. (µm)
Stål, 6 mm < t	70	85
Stål, 3 mm < t ≤ 6 mm	55	70
Stål, 1.5 mm ≤ t ≤ 3 mm	45	55
Stål, t < 1.5 mm	35	45
Støbegods, 6 mm ≤ t	70	80
Støbegods, t < 6 mm	60	70

Tabel 1. Krav til zinklagtykkelse for ophængningsemner ifølge DS/EN ISO 1461.

De i tabel 1 angivne zinklagtykkelser kan generelt forventes opnået ved varmforzinkning af stålkonstruktioner. Hvis der ønskes en korrosionsbeskyttelse med særlig lang holdbarhed, kan der i tillæg til standarden stilles særkrav om ekstra stor zinklagtykkelse ved anvendelse af siliciumholdigt stål med nærmere specificeret siliciumindhold.

Det i bilag 4.1 vedlagte informationsblad "Varmforzinket stål og korrosionskategorier" vejleder om korrosionsbeskyttelsens holdbarhed ved forskellige zinklagtykkelser opnået ved varmforzinkning. Generelt kan holdbarheder på "High" og "Very high" (se bilag 6 for forklaring af holdbarhed) ikke forventes opnået med varmforzinkning for alle godstykkelser uden supplerende malingsbeskyttelse i korrosionskategorier som C4 og C5 (se bilag 5 for forklaring af korrosionskategorier).

3. STÅL TIL VARMFORZINKNING

Stålet skal være varmvalset eller normaliseret, og overfladerne skal være velegnede til varmforzinkning og fri for overfladefejl, der er skadelige for zinkbelægningen og dens korrosionsbeskyttende egenskaber.

Stålet skal have en sammensætning, der er egnet til varmforzinkning, og skal overholde følgende krav til indhold af silicium (Si) og fosfor (P):

- 1) $Si + P < 0,03$ vægt %
- 2) $0,15 \leq Si \leq 0,25$ vægt %

Koldformet eller koldvalset stål, der ikke er normaliseret, kan kun anvendes til varmforzinkning efter kundens skriftlige tilladelse og kun efter, at testemner fra den aktuelle stålcharge er varmforzinkede og testet for LME-skader (Liquid Metal Embrittlement, zinkpenetrering).

Stål til varmforzinkning skal have en trækstyrke under 1.000 MPa af hensyn til sikkerheden for at undgå brintskørhed.

Note:

- *Overfladefejl kan være svejseporer, overvalsninger/lamineringer eller dybe bindingsfejl i svejsninger. Med andre ord steder, som kan danne spaltelignende hulrum og kan opsamle syre gennem forbehandlingsbadene.*
- *Bemærk, at stål med følgende indhold af silicium og fosfor ($0,03 < Si+P \leq 0,014$ vægt %) er uegnet til almindelig varmforzinkning ved 450-455 °C, da der herved oftest dannes tykke og afskalningstilbøjelige zinkbelægninger.*
- *Stål med højere silicium indhold fx 0,18-0,25 vægt % kan specificeres særskilt for at opnå højere zinklagtykkelser end de i tabel 1 nævnte.*
- *Normalisering er en varmebehandling, som giver et mere ensartet og finkornet stål og fjerner spændinger frembragt ved formning og sammenføjning af stålet. Herved undgås, at spændinger udløses i varmforzinkningsbadet, så emnerne slår sig og bliver skæve, og normaliseringen medfører også, at man undgår LME-skader.*

4. KRAV TIL KONSTRUKTIONSUDFORMNING, DESIGN

Varmforzinkning udføres i en række dyppe-processer, der stiller krav til stålemnernes størrelse og udformning:

- Emnestørrelsen begrænses af de kar, som varmforzinkereren har til rådighed til behandlingen.
- Alle svejsninger skal udføres som fuldsvejsninger.

- Åbne spalter mellem stålelementer må ikke forekomme. *Åbne spalter er fx mellem forskellige sammenføjede dele, som ikke er fuldsvejste. Spalterne vil ved den forudgående afsyring opsamle syre i spalten (deraf kaldenavnet syrespalter). Det betyder dels, at når emnet efterfølgende dyppes i zinksmelten, vil der ingen zink komme ind i spalten (fordi den i forvejen er fyldt) og dels, vil der løbe syre ud af spalten bagefter og beskadige det omkringliggende zink og medføre korrosionsskader.*
- Lukkede hulrum må ikke forekomme, *da de medfører risiko for, at væske ansamles i konstruktionen og lukker luft inde i hulrummene. Når emnet (og dermed luftlommen) opvarmes i zinkbadet, vil luften udvide sig kraftigt, og dette medfører risiko for eksplosion og personskaade.*
- Helt eller delvist afspærrede hulrum skal være forsynede med udluftnings- og udløbshuller i passende størrelse, så pletter uden zinkbelægning eller zinkansamlinger ikke forekommer indvendigt i hulrummene.
- Stålkonstruktioner, der efter varmforsinkningen også skal males, skal have en udformning, der er i overensstemmelse med kravene til maling, som fx krav til overfladernes tilgængelighed samt afrunding af skarpe kanter til min. 2 mm rundingsradius.

Standarden DS/EN ISO 14713-2 giver yderligere vejledning i konstruktionsudformning/design af stålkonstruktioner til varmforsinkning.

5. KVALITETSKONTROL

Kvalitetskontrollen af varmforsinkningen omfatter visuel kontrol og kontrol af zinklagtykkelser i henhold til DS/EN ISO 1461. Lagtykkelsesmålingerne udføres ved hjælp af en elektromagnetisk lagtykkelsesmåler i henhold til DS/EN ISO 2178 og DS/EN ISO 2064.

5.1 Visuel inspektion

Alle overflader skal være fri for bare pletter (områder uden zinkbelægning), skarpe tappe og grater af zink, ansamlinger af zink, af flusmiddel og zinkaske, som kan være skadelige for emnernes samling og brug.

5.2 Kontrol af zinklagtykkelser

Lagtykkelseskravene omfatter kun minimumskrav til lokal zinklagstykkelse og til middel zinklagtykkelse ifølge DS/EN ISO 1461 jf. ovenstående tabel 1.

Måling udføres i en afstand på minimum 100 mm fra emne-ender og minimum 10 mm fra emne-kanter.

Måling på konstruktionsdele:

- Lokal zinklagtykkelse: Udgør den lokale zinklagtykkelse for et afgrænset udsnit af emnet og bestemt som middelværdien af minimum 5 aflæsninger på de forskellige flader på emneudsnittet.
- Middel zinklagtykkelse: Udgør middelværdien af flere lokale zinklagtykkelser bestemt på et enkelt stort emne (over 2 m² overfladeareal) eller af flere lokale zinklagtykkelser bestemt på flere mindre emner (emner med op til 2 m² overfladeareal).

Måling på bolte og møtrikker:

- Lokal zinklagtykkelse: Bestemmes som middelværdien af 5 aflæsninger på boltehovedets plane overflader eller på de plane overflader på møtrik.
- Middel zinklagtykkelse: Bestemmes som middelværdien af de lokale lagtykkelser bestemt for en batch.

Der henvises til DS/EN ISO 1461 for en nærmere angivelse af, hvordan middel zinklagtykkelser skal bestemmes.

Note:

Det i bilag 4.2 medfølgende informationsblad "Måling af zinklagtykkelser. Råd og vejledning om varmforzinkning" beskriver, hvordan lagtykkelsesmåling skal udføres i henhold til DS/EN ISO 1461. Informationsbladet indeholder også en simplificeret målemetode, som kun omfatter kontrol af overholdelse af kravet til minimum lokal zinklagtykkelse, der er vigtig for korrosionsbeskyttelsens holdbarhed, mens middel zinklagtykkelsen er mindre vigtig.

6. INSPEKTION OG TESTPLAN

Entreprenøren skal udarbejde en kvalitetskontrolplan for kontrakten, der skal angive, hvordan ovenstående krav dokumenteres ved hver kontrol:

- Inspektionsmetode, beskrivelse
- Acceptkriterier
- Hyppighed af inspektion
- Beskrivelse af, hvor resultaterne dokumenteres (testrapport)
- Hvilke af parterne, som har hvilke rettigheder i forhold til inspektion

Entreprenøren skal aflevere en tom skabelon for inspektionsrapport, der skal omfatte den visuelle kontrol af overflader og lagtykkelseskontrol samt kontrolresultater.

Ved aflevering skal udfyldte inspektionsrapporter for gennemført kvalitetskontrol vedlægges.

7. EFTERBEHANDLING

Dråber og skarpe kanter slibes væk inden levering.

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 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 gennemtæring 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 $R_a 12_{1/2} \mu\text{m}$.

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"¹⁾, 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 ₂ -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 meget høj	$80 < K_{Fe} \leq 200$	$4,2 < K_{Zn} \leq 8,4$	Industriområder med høj fugtighed og aggressiv atmosfære og kystområder med en stor mængde salt i luften. Bygninger med næsten permanente fugt kondensation og stor mængdeluftforurening.
CX ekstrem	$80 < K_{Fe} \leq 200$	$4,2 < K_{Zn} \leq 8,4$	Industriområder med ekstreme fugtighed og aggressiv tropisk eller sub-tropisk atmosfære. Offshoreområder med en stor mængde salt i luften.

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 ¹⁾		Zinkbelægningens levetid (år) i de forskellige korrosionskategorier				
Godstykke t	Zinklagtykkelse ³⁾ , µm	C1	C2	C3	C4	C5 ⁴⁾
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 ²⁾ , 6 mm < t	100	100+	100+	48-100+	24-48	12-24
Stål, særkrav ²⁾ , 6 mm < t	150	100+	100+	71-100+	36-71	18-36
Stål, særkrav ²⁾ , 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)
Stål i murverk	Fe/Zn 250 µm

Yderligere information ved henvendelse til:



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

Råd og vejledning om varmforzinkning:

Måling af zinklagtykkelser



Det er i dag meget almindeligt, at der stilles krav til zinklagtykkelsen, når en stålkonstruktion skal korrosionsbeskyttes ved varmforzinkning. Det er derfor vigtigt, at lagtykkelsesmålingerne udføres, så de er reproducerbare og angiver den opnåede zinklagtykkelse med god nøjagtighed. I det følgende er det kort beskrevet, hvordan målingerne bør udføres ved den magnetiske målemetode, der er ikke-destruktiv og langt den mest anvendte. Målingerne udføres i henhold til DS/EN ISO 1461:2009, DS/EN ISO 2178, EN DS/EN ISO 2064 og de tilsvarende nationale standarder med enkelte praktiske tilpasninger.

1. Måleapparat

Måling udføres i dag hovedsageligt med elektroniske måleapparater, der kan kalibreres i det ønskede måleinterval. Måleprincippet er baseret på, at modstanden mod den magnetiske flux mellem målesonde og stålunderlag øges med stigende zinklagtykkelse.

1.1. Kalibrering af måleapparat

Måleapparatet kalibreres, eller kalibreringen kontrolleres, før måling påbegyndes.

Materiale

Kalibreringen skal udføres på en stålprøve med samme magnetiske egenskaber som måleobjektet. Da forskellen i magnetiske egenskaber for almindeligt anvendt varmvalset eller koldvalset konstruktionsstål er ubetydeligt, kan en stålprøve heraf generelt anvendes ved måling på disse stål. Før måling på støbegods eller hærkede stål skal kalibrering udføres på en prøve af tilsvarende materiale.

Overfladeruhed

Stålprøven, der anvendes til kalibrering, bør have en glatsleb og poleret overflade med mindst mulig overfladeruhed. Herved opnås den mest veldefinerede kalibrering og den bedst mulige reproducerbarhed i måleresultaterne.

DS/EN ISO 2178 anfører imidlertid, at kalibreringsstandard skal have samme overfladeruhed som måleobjektet, hvilket anses for at være uhensigtsmæssigt. Dels kan overfladeruheden på en stålkonstruktion variere meget, dels vil kalibrering på en ru overflade - som f.eks. en sandblæst overflade - hurtigt ødelægge kalibreringsfolierne. Endelig vil det oftest være umuligt at fremskaffe ikke-forzinkede prøver af stålet, der indgår i den varmforzinkede konstruktion, der skal kontrolleres.

Overfladegeometri

Ved måling på en krum overflade skal kalibrering foretages på en stålprøve med tilsvarende krumning for at undgå systematiske målefejl.

En alternativ mulighed er at udarbejde og anvende en korrektionstabel, der angiver den kalibreret på en plan ståloverflade. Målefejlen er apparatafhængig, men aftager med stigende krumningsradius. Med de fleste nyere måleapparater vil den systematiske målefejl være systematiske målefejl på overflader med forskellige krumningsradier, når måleapparatet er mindre end 5%, når der måles på rør eller rundjern med diameter over 100 mm. Dette bør kontrolleres for det enkelte apparat.

Måling tæt på en kant eller på et stålemne, der er meget tyndt, kan give anledning til målefejl. DS/EN ISO 1461:2009 angiver, at måling ikke skal foretages på emnekanter og på de yderste 10 mm af de tilgrænsende flader. Målefejlen vil da være ubetydelig for de fleste elektroniske apparater, hvis stålets godstykkelse samtidigt er 1 mm eller derover, men fabrikanten af måleapparatet giver normalt oplysninger herom i måleapparatets manual.

Kalibreringens udførelse og kontrol

Kalibreringen foretages med folier, der normalt er af plast og med kendte tykkelser, der dækker det ønskede måleområde. Ved større måleserier kontrolleres kalibreringen regelmæssigt ved måling på de samme folier, der anvendes til kalibrering. Måleværdierne kan registreres og anvendes som led i dokumentationen. Behovet for kontrol er apparatafhængigt.

2. Målenøjagtighed

Ifølge EN ISO 2178 skal kalibrering og måling udføres, så måleværdierne maksimalt afviger $\pm 10\%$ eller $\pm 1,5 \mu\text{m}$ fra den sande lagtykkelse, idet den største værdi er gældende. Metoden er i stand til at give større målenøjagtigheder.

Måleområdet overflade skal være fuldstændig ren før måling, da eventuelle belægninger af snavs eller korrosionsprodukter vil resultere i målefejl.

3. Lagtykkelseskrav ifølge DS/EN ISO 1461:2009

Kontrollens udførelse og omfang er refereret i nedenstående punkter:

1. Antal emner til stikprøvekontrol udtages i henhold til tabel 1.
2. Lagtykkelseskravet afhænger af emnernes godstykkelse,

hvor der er 6 forskellige klasser for ophængningsgods og 5 forskellige klasser for centrifugegods, som angivet i tabel 2 og 3.

3. Den lokale zinklagtykkelse bestemmes som gennemsnittet af minimum 5 aflæsninger på et afgrænset måleområde (referenceområde) på emnet.

4. Beregning af middeltinklagtykkelsen afhænger af emnernes overfladeareal, som angivet under pkt. 10.

5. Måleområdenes størrelse bør være minimum 1000 mm^2 ($= 10 \text{ cm}^2$).

6. Måling foretages mindst 100 mm fra emneender og mindst 10 mm fra kanter.

7. Måling foretages ikke på flammeskårne kanter.

8. Måleområderne (referenceområderne) skal udvælges, så de omfatter hele emnets tværsnit og så de er repræsentative for emnernes zinklagtykkelse.

9. Emnerne, der indeholder dele med flere forskellige godstykkelser, opdeles i de forskellige godstykkelseskategorier, der er angivet i tabel 2 eller 3. Hver godstykkelseskategori skal betragtes som et selvstændigt "emne".

10. "Emnerne" opdeles i 4 forskellige størrelsesklasser:

a) Areal $> 2 \text{ m}^2$ (Areal $> 20.000 \text{ cm}^2$)

Den lokale zinklagtykkelse bestemmes på mindst 3 måleområder pr. "emne", og alle værdier skal opfylde minimumskravet i DS/EN ISO 1461:2009. Middeltlagtykkelsen bestemmes for hvert enkelt "emne" i stikprøven som gennemsnittet af alle måleværdier, og skal opfylde minimumskravet i DS/EN ISO 1461:2009.

b) $10.000 \text{ mm}^2 < \text{Areal} < 2 \text{ m}^2$ ($100 \text{ cm}^2 < \text{Areal} < 20.000 \text{ cm}^2$)

Den lokale zinklagtykkelse bestemmes på mindst 1 måleområde pr. "emne", og alle værdier skal opfylde minimumskravet i DS/EN ISO 1461:2009. Middeltlagtykkelsen bestemmes som gennemsnittet af måleværdierne for alle "emnerne" i stikprøven, og skal opfylde minimumskravet i DS/EN ISO 1461:2009.

c) $1.000 \text{ mm}^2 < \text{Areal} < 10.000 \text{ mm}^2$ ($10 \text{ cm}^2 < \text{Areal} < 100 \text{ cm}^2$)

Den lokale zinklagtykkelse bestemmes på 1 måleområde pr. "emne" og skal opfylde minimumskrav til lokal lagtykkelse i DS/EN ISO 1461:2009. Middeltlagtykkelsen bestemmes som gennemsnittet af alle måleværdier for alle "emner" i stikprøven, og skal opfylde minimumskravet i DS/EN ISO 1461:2009.

d) Areal $< 1.000 \text{ mm}^2$ (Areal $< 10 \text{ cm}^2$)

Flere emner samles, indtil der opnås et samlet overfladeareal på 1.000 mm^2 , der anvendes til bestemmelse af én måleværdi. Antallet af sådanne emnesamlinger, hvor lagtykkelsen skal bestemmes, er angivet i højre kolonne i tabel 1. Den enkelte måleværdi skal overholde krav til lokal lagtykkelse, og gennemsnittet af alle måleværdier skal overholde kravet til middeltinklagtykkelse ifølge DS/EN ISO 1461:2009.

Kravene til zinklagtykkelse ifølge DS/EN ISO 1461:2009 afhænger af stålets godstykkelse, som det fremgår af tabel 2 og 3, der er gældende for henholdsvis ophængningsgods og slynggods. De målte zinklagtykkelser skal således både opfyl-

de minimumskravet til den lokale lagtykkelse og til middellagtykkelse, der beregnes for det enkelte emne eller for samtlige emner i stikprøven, afhængig af emnestørrelsen, som angivet i ovenstående pkt. 10. For yderligere oplysninger om lagtykkelseskontrollen henvises til DS/EN ISO 1461:2009.

Tabel 1. Stikprøvens størrelse i forhold til antal emner i partiet.

Antal emner i partiet	Minsta antal emner i stickproven
1-3	Alle
4-500	3
501-1200	5
1201-3200	8
3201-10000	13
Over 10 000	20

4. Lagtykkelseskontrol i praksis

Proceduren, der er angivet i DS/EN ISO 1461:2009, giver anledning til et omfattende arbejde med opdeling af de varmforzinkede emner i forskellige godstykkelses kategorier og med bestemmelse af overfladeareal for hver godstykkelses kategori. Dette er nødvendigt for at fastlægge antallet af måleområder og metoden for bestemmelse af middellagtykkelse i henhold til standarden.

Kontrolarbejdet kan lattes betydeligt, samtidigt med at der opnås en større sikkerhed i lagtykkelseskontrollen, med en mere praktisk anvendelig metode, som beskrevet nedenfor. Metoden indebærer, at der anvendes et større antal måleværdier end foreskrevet i DS/EN ISO 1461:2009, men til gengæld begrænses arbejdet med bestemmelse af overfladearealer til et minimum.

Proceduren omfatter kun stålemner, der har et samlet overfladeareal over 10.000 mm² (10x10 cm):

1. De varmforzinkede emner til stikprøvekontrol udtages ifølge tabel 1.

2. Delene af det varmforzinkede emne, der har haft længst dyppetid i zinksmelten og kortest dyppetid i zinksmelten lokaliseres, idet man her vil måle emnets højeste og laveste zinklagtykkelse henholdsvis. På et langt emne vil det være overfladerne ved emnets to ender, der har korteste og længste dyppetid. Lokalisering af det varmforzinkede emnes ophængningspunkter kan eventuelt være en hjælp hertil, men i tvivlstilfælde kan enkelte orienterende lagtykkelsesmålinger på emnets hovedelement vise, hvor de laveste og højeste zinklagtykkelse forekommer. De orienterende lagtykkelsesmålinger registreres ikke.

3. Der bestemmes en måleværdi på alle indgående profiltyper og dimensioner, dels mod den ende af emnet, der har laveste zinklagtykkelse og dels mod den ende af emnet, der har højeste zinklagtykkelse, - altså 2 måleværdier pr. profiltipe og pr. dimension (se note 1).

4. En måleværdi (= lokal zinklagtykkelse) bestemmes som gennemsnittet af minimum 5 aflæsninger inden for et måleområde. Måleområdet skal - i det omfang det er muligt - omfatte hele profilet tværsnit, og aflæsningerne foretages ifølge DS/EN ISO 1461 mindst 10 cm fra emnets ender og ikke på kanter eller inden for en afstand af 10 mm fra kanter. Det bemærkes, at de enkelte aflæsninger inden for et måleområde ikke anvendes.

Note 1:

På meget lange emner, kan der også bestemmes en måleværdi omkring midten af emnet. Meget lange emner kan være varmforzinkede ved dobbeltdypning, så det er overfladerne omkring midten af emnet, der har haft korteste dyppetid og har laveste zinklagtykkelse.

5. Måling foretages ikke på flamme-, laser- eller plasmaskårne flader, med mindre andet er aftalt.

6. De lokale zinklagtykkelse registreres for det enkelte element/profil sammen med godstykkelsen, og målepositionerne angives eventuelt på en tegning eller en skitse af emnet.

7. Middellagtykkelse bestemmes for hvert emne som gennemsnittet af alle måleværdier inden for hver godstykkelses kategori.

8. Opfyldelse af lagtykkelseskrav:

a) Lagtykkelseskrav ifølge DS/EN ISO 1461:2009 er opfyldt, hvis hvert emnes middellagtykkelse og lokale zinklagtykkelse i hver godstykkelses kategori alle opfylder minimumskravene i tabel 2 eller 3.

b) Lagtykkelseskravene i DS/EN ISO 1461:2009 er ikke opfyldt, hvis en eller flere lokale zinklagtykkelse i et eller flere emner er under minimumskravet for lokal zinklagtykkelse i tabel 2 eller 3.

c) Hvis alle lokale zinklagtykkelse opfylder minimumskravet i tabel 2 eller 3, men en eller flere middellagtykkelse i et eller flere emner er under minimumskravet for middellagtykkelse i tabel 2 eller 3, er det nødvendigt at bestemme middellagtykkelsen nøjagtigt, som angivet i DS/EN ISO 1461:2009 for de godstykkelses kategorier, hvor kravet til middellagtykkelse ikke er opfyldt.

Der foretages bestemmelse af overfladearealet for den (eller de) godstykkelses kategorier, hvor kravet til middellagtykkelse ikke er opfyldt:

1) Hvis godstykkelses kategoriens areal er over 2 m², er middellagtykkelsen allerede bestemt som angivet i DS/EN ISO 1461:2009, og kravet til middellagtykkelse er således ikke opfyldt.

2) Hvis godstykkelses kategoriens areal er mindre end 2 m², bestemmes middellagtykkelsen som gennemsnittet af alle måleværdier for den aktuelle godstykkelses kategori fra hele stikprøven. Det afgøres herefter, om denne korrekt bestemte middellagtykkelse opfylder kravet til middellagtykkelse efter DS/EN ISO 1461:2009, som angivet i tabel 2 eller 3.

Det skal dog bemærkes, at det er overholdelsen af minimumskravet til lokal zinklagtykkelse, der er langt væsentligst for korrosionsbeskyttelsens levetid.

5. Godkendelseskriterier

Hvis stikprøven overholder alle minimumskrav til lokal lagtykkelse og minimumskrav til gennemsnitslagtykkelse i tabel 2 og 3 er lagtykkelseskravene ifølge DS/EN ISO 1461:2009 opfyldt, og zinklagtykkelse i emnepartiet, hvorfra stikprøven er udtaget, godkendes.

Hvis stikprøven ikke opfylder lagtykkelseskravene udtages en ny stikprøve med det dobbelte antal emner (eller alle emner, hvis dette antal er mindst) i forhold til første stikprøve. Hvis denne udvidede stikprøve opfylder kravene, godkendes emnepartiet. Emner i den først udtagne stikprøve, der ikke opfyldte lagtykkelseskravene, omforzinkes eller forbedres på anden måde efter aftale med kunden. Hvis den udvidede stikprøve ikke opfylder kravet, kasseres varmforzinkningen af

emnepartiet.

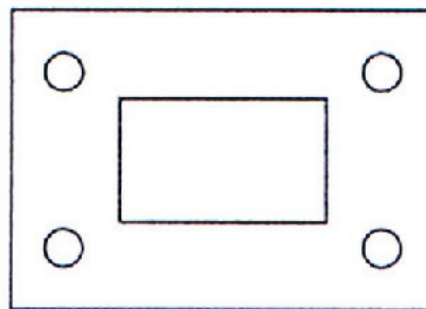
Tabel 2: Minimumslagtykkelse på emner, der ikke er centrifugeret.

Emner med godstykkelse t	Lokal lagtykkelse min. (µm)	Middel lagtykkelse min. (µm)
Stål, 6 mm > t ¹	70	85
Stål, 3 mm > t ≤ 6 mm	55	70
Stål, 1,5 mm ≥ t ≤ 3 mm	45	55
Stål, t < 1,5 mm	35	45
Støbegods, 6 mm ≥ t	70	80
Støbegods, t < 6 mm	60	70

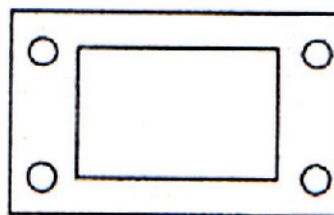
1) Stål med godstykkelse på 6 mm eller derover.

Tabel 3: Minimumslagtykkelse på emner, der er centrifugeret.

Emner med godstykkelse t eller diameter d	Lokal lagtykkelse min. (µm)	Middel lagtykkelse min. (µm)
Emne med gevind:		
diam. d > 6 mm	40	50
diam. d ≤ 6 mm	20	25
Andre emner (også støbegods):		
3 mm ≤ t	45	55
t < 3 mm	35	45



Fodplade 200 x 300 x 20 mm (Måling nr. 1, 2). Pladen har udskæring 100 x 120 mm og ø 25 mm huller og opdeles i 2 måleområder (f.eks højre halvdel og venstre halvdel). Målingerne udføres min. 10 mm fra kanterne med 3 aflæsninger på overside og 3 aflæsninger på underside.



Topplade 180 x 240 x 5 mm (Måling nr. 3, 4). Pladen har udskæring 100 x 120 mm og ø 15 mm huller og opdeles i 2 måleområder ligesom fodpladen. De 2 måleværdier bestemmes som gennemsnittet af 6 aflæsninger, 3 på oversiden og 3 på undersiden.

6. Eksempel på praktisk lagtykkelseskontrol

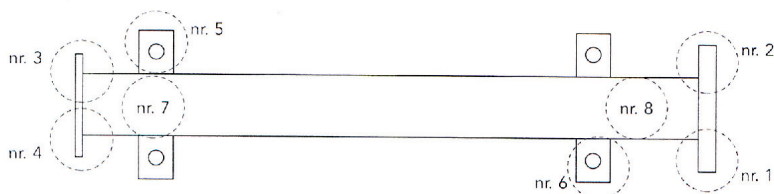
Kontrollen udføres, som angivet i afsnit 4, på 3 søjler, udtaget som stikprøve, fra en leverance på i alt 10 søjler. Søjlerne omfatter 2 forskellige godstykkelses kategorier, som vist på figur 1. Måleresultatet for en af søjlerne er vist i tabel 4. Det ses, at måleværdierne (= lokal zinklagtykkelse) og middellagtykkelserne opfylder minimumskravene i tabel 2 for begge godstykkelseskategorier. På figur 1 er det vist, hvor hver enkelt måleværdi er bestemt.

Tabel 4: Måleresultat for RHS-søjle.

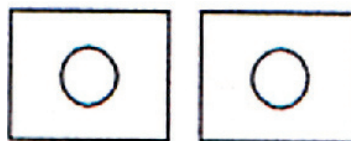
Godstykkelseskategori	Element/profil (måling nr)	Måleværdier ⁽¹⁾ (µm)	Middellagtykkelse
6 mm < t	Fodplade (nr 1, 2)	128, 132	130
3 mm ≤ t ≤ 6 mm	Topplade (nr 3,4)	108, 102	76
	Plade (nr 5, 6)	61, 58	
	RHS-profil (nr 7, 8)	58, 71	

(1) Måleværdier = lokal lagtykkelse. Hver måling er bestemt som

RHS-søjle



Figur 1. Skitse af RHS-søjle med angivelse af måleområdernes placering.



Pladestykker 80 x 80 x 4 mm (Måling nr. 5, 6). Pladestykkerne har ø 15 mm huller. Der bestemmes én måleværdi pr. pladestykke, som gennemsnittet af 6 aflæsninger, dvs. 3 aflæsninger på hver side af pladestykket. Aflæsningerne foretages mindst 10 mm fra kanterne.



RHS-rør 100 x 120 x 4 mm, længde 2100 mm (Måling nr. 7, 8) Der foretages bestemmelse af 2 måleværdier, og måleområderne vælges som 2 rundgående, 4 cm høje bånd, der starter 100 mm fra firkantrørets ender. Hver måleværdi bestemmes som gennemsnittet af 8 aflæsninger, 2 på hver flade. Aflæsningerne placeres mindst 10 mm fra kanterne.

7. Kontrol af lokale zinklagtykkelser

Hvis varmforzinker og køber er enige herom, kan kontrolarbejdet reduceres, ved kun at foretage kontrol af, om minimumkravene til lokal zinklagtykkelse er overholdt. Proceduren ændrer ikke lagtykkelseskravene, men giver, med en mindre arbejdsindsats, en større sikkerhed for, at krav til minimum lokal zinklagtykkelse er overholdt. Det er den lokale zinklagtykkelse, der har langt den største betydning for korrosionsbeskyttelsens holdbarhed.

Proceduren er beskrevet nedenstående:

1. De varmforzinkede emner til stikprøvekontrol udtages ifølge tabel 1.

2. Den del af det varmforzinkede emne, der har haft kortest dyppetid i zinksmelten, og som har laveste zinklagtykkelse, identificeres enten visuelt eller ved udførelse af enkelte orienterende lagtykkelsesmålinger i begge ender af emnet. De orienterende målinger udføres ved enderne på emnets hovedelement, dvs. det profil eller den plade i emnet, der er længst. De orienterende målinger registreres ikke. Bemærk, at meget lange emner kan være varmforzinkede ved dobbeltdypning, så overfladerne, der har haft kortest dyppetid og har laveste zinklagtykkelse, findes omkring dobbeltdypzonen.

3. Måling af den **lokale zinklagtykkelse** foretages på alle indgående profiltyper og dimensioner mod den ende af emnet, der har laveste lagtykkelse. Målingerne udføres, så de i størst muligt omfang omfatter hele elementets tværsnit.

4. De herved bestemte **lokale zinklagtykkelser** registreres for det enkelte element/profil sammen med godstykkelsen, og målepositionerne angives eventuelt på en tegning eller en skitse af emnet.

5. Måleområderne placeres, så de opfylder de i DS/EN ISO 1461:2009 angivne krav:

- Måling foretages min. 100 mm fra emneender og min. 10 mm fra kanter.

- Måling foretages ikke på flamme-, laser- eller plasmaskårne kanter.

6. Det kontrolleres, om alle måleværdier overholder minimumskravet til lokal zinklagtykkelse i tabel 2. Godkendelse og kassation af varmforzinkningen i øvrigt, foretages som angivet i afsnit 5.

Yderligere information ved henvendelse til:

nordic
GALVANIZERS 

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

BILAG 5 **Korrosionskategorier**
(3 bilagssider inklusive denne side)

Korrosionskategorier

Hvor hurtigt metaller korroderer, afhænger meget af det miljø, de befinder sig i. De faktorer, som øger korrosionshastigheden, er:

- Lang vådtid – enten pga. regn, sprøjt eller kondens
- Aggressive salte (havnært miljø eller forurening)
- Høje temperaturer (alle kemiske processer går hurtigere med højere temperatur) kombineret med fugtighed

Korrosionskategorierne bestemmes netop ud fra disse faktorer, så de beskriver miljøet. I DS/EN ISO 12944-2 tabel 1 er dette defineret som korrosionskategorier – se herunder (frit oversat)

Korrosionskategori	Korrosionstab		Miljøeksempler	
	Stål ($\mu\text{m}/\text{år}$)	Zink ($\mu\text{m}/\text{år}$)	indendørs	udendørs
C1	$\leq 1,3$	$\leq 0,1$	Opvarmede bygninger med ren atmosfære. Eksempelvis, kontorer, skoler, butikker og hoteller	
C2	$> 1,3$ til 25	$> 0,1$ til 0,7	Uopvarmede bygninger, hvor kondensation kan forekomme. Eksempelvis depoter og sportshaller	Områder med meget lave luftforureningsniveauer – primært landområder
C3	> 25 til 50	$> 0,7$ til 2,1	Produktionsvirksomheder med høj luftfugtighed og nogen luftforurening, eksempelvis fødevarevirksomhed, vaskerier, bryggerier og mejerier	By- og industriområder med moderat SO_2 -forurening og kystområder med lav saltpåvirkning
C4	> 50 til 80	$> 2,1$ til 4,2	Kemiske virksomheder, svømmehaller og kystnære områder, skibs- og bådværfter	Industriområder og kystområder med moderat saltpåvirkning
C5	> 80 til 300	$> 4,2$ til 8,4	Bygninger eller områder med næsten konstant kondens og med høj luftforurening	Industriområder med høj luftfugtighed og aggressiv atmosfære, kystområder med høj saltpåvirkning
CX	> 200 til 700	$> 8,4$ til 25	Industriområder med ekstrem forurening og aggressiv atmosfære	Offshore områder med høj saltpåvirkning og industriområder med ekstrem luftfugtighed og aggressiv luftforurening og subtropisk eller tropisk atmosfære

Forskellige dele i en struktur kan godt have forskellige korrosionskategorier. I et kystområde kan dele, som sidder i læ for regnen, men ikke i læ for havgus eller vind, eksempelvis godt være en højere korrosionskategori end dem, hvor regnen jævnlige skyller indtørret salt af og derved holder saltniveauet på malingens overflade nede. Der kan ligeledes argumenteres for lavere korrosionskategori, når materiellet står helt inddækket af en kiosk, da mindre salt vil lande på den inddækkede overflade.

Bevæger vi os væk fra kystområder, kan dele, som afgiver varme, være en lavere korrosionskategori end dem, der ikke gør, fordi de hurtigt tørrer efter regn og derfor har kortere vådtid, mens dele som sidder i konstant skygge og erfaringsmæssigt får algebegrøning har en højere korrosionskategori pga., lang vådtid (som i øvrigt forstærkes af begrøningen).

I praksis vælges dog én korrosionskategori pr. del, for ikke at komplicere og fordyre maleprocessen – vælg da den højeste af de relevante.

Østvendte kyster i Danmark regnes oftest for C4, medmindre vi er ved Østersøen, hvor det nærmere er C3. Vestvendte kyster i Danmark regnes typisk for C5, om end der i de indre farvande også kan argumenteres for C4.

Da højere korrosionskategori betyder flere og/eller tykkere lag maling, koster det mere i både materialer og arbejdstimer. Derfor er en for højt sat korrosionskategori at betragte som en unødigt fordyring. Omvendt giver en høj korrosionskategori mere frihed til at flytte transformeren til en anden lokation. Det er en afvejning, der må foretages fra gang til gang.

BILAG 6 **Holdbarhed**
(2 bilagssider inklusive denne side)

Holdbarhed

Når der tales om maling af stålkonstruktioner, er begrebet "holdbarhed" ikke det samme som levetid og heller ikke en garantiperiode. Levetiden for komponenten er typisk længere end "holdbarheden" af den korrosionsbeskyttende coating.

Holdbarhed for malingsbaserede coatings er i DS/EN ISO 12944-1:2018 defineret som den tid, man kan forvente, det holder, før den første store renovering skal gennemføres. Graden af nedbrydning, før en større renovering skal gennemføres, aftales mellem parterne ud fra, at risiko for nedbrud og tilgængelighed – områder, som er svært tilgængelige for renovering, skal have en længere holdbarhed end resten. I henhold til DS/EN ISO12944-1 vil en hovedrenovering typisk ske, når 10 % af strukturen har nået en korrosionsgrad, hvor 1 % af overfladen har rustgennemslag (Ri3 i henhold til DS/EN ISO 4628-3).

Holdbarheden opdeles i 12944-1 i L, M, H og VH

Lav holdbarhed (**L**): Op til 7 år

Medium holdbarhed (**M**): Mellem 7 og 15 år

Høj holdbarhed (**H**): Mellem 15 og 25 år

Meget høj holdbarhed (**VH**): Over 25 år

De lave holdbarheder kan give mening at vælge på midlertidige konstruktioner eller konstruktioner, som alligevel skifter farve og udtryk af kosmetiske årsager med relativt få års mellemrum.

For transformatorer vil Høj (**H**) eller Meget høj (**VH**) holdbarhed formentlig give bedst mening.

Der findes ikke tilsvarende definitioner for aluminiumsdele, men begreberne fra DS/EN ISO12044 standarderne lånes flittigt.

BILAG 7 **Eksempler på udformning af ITP for maling og malingsrapport
(7 bilagssider inklusive denne side)**

Inspektion og testplan (ITP) for maling

Projekt nr. (kunden):	Projekt nr. (udførende):	Dokument nr.:
Emnet:	Serienr./Ordrenr.:	Dokument version/dato:
Kunde:	Udførende:	

Dokumentreferencer:

Inspektions- og testplanen er opstillet i henhold til.....

Note:

- *Produktstandarder*
- *Specifikationen*
- *Egne kvalitetsstandarder*

Revisionsstatus		
Revision nummer		
Revisions dato		
Godkendelsesstatus		
Udarbejdet af		Rolle:
Korrekturlæst af		Rolle:
Godkendt af		Rolle:

Revisions log		
Revision	Sektion	Ændring
A	<i>fx 3.0</i>	<i>Indført kontrol af..... ændret acceptkriterie til...</i>
B		
C		

Note:

- *Især hvis der er mange involverede parter, som skal blive enige om forløbet, kan ITP'en blive sendt frem og tilbage og få en del ændringer, inden der opnås enighed om den endelige version.*

Definitioner

Hold point (H)	Et Hold point (holdepunkt) betyder, at arbejdet ikke kan fortsætte, før en inspektion er gennemført af den part, som er tildelt det i ITP'en. Kunden kan forlange at blive varskoet før et holding point.
Witness point (W)	Witness point betyder, at den part, som er tildelt et sådan i ITP'en, skal inviteres til at inspicere, men at processen og arbejdet fortsætter, uanset om de benytter sig af muligheden eller ej.
Review Point (R)	Review point betyder adgang til gennemsyn af dokumenter.
Monitor (M)	Monitor betyder, at den part, som er tildelt dette i ITP'en, kan være til stede og foretage inspektioner, som ikke griber ind i processen.

Nr.	Beskrivelse	Reference/metode	Accept kriterier	Frekvens	Dokumentation	Inspektionsaktivitet		
						Udførende underleverandør	Kontraktør	Kunde
1.0 Malingsprocedure								
1.1	Levering af malingsprocedure	I henhold til Specifikation	Godkendelse af <i>Bestiller</i>	Inden produktionsstart		R	R	H
2.0 Kontrol af udstyr og certifikater								
2.1	Kalibrering af test instrumenter		Seneste kalibrering skal være under 1 mdr. siden	Inden produktionsstart	Certifikater	H	R	R
3.0 Kontrol af materialer og udstyr								
3.1.	Modtagekontrol af stålblæsemiddel og malinger	Visuel	Det leverede skal leve op til det specificerede i bestillingen. Ingen beskadigelser af indpakningen, og blæsemidlet skal være tørt	Ved alle modtagelser	Batch-numre noteres i malingsrapport. Stålkarakteren (A, B, C eller D) noteres i malingsrapport	M	M	M
3.2	Opbevaring og håndtering af materialer	Iht. leverandørens anvisninger	Iht. leverandørens anvisninger	Inden produktionsstart		M	M	M
3.3	Kontrol af trykluftens renhed	ASTM D4285	Ingen pletter eller dråber	En gang pr. skift	Malingsrapport	M	M	M
4.0 Inspektioner af forbehandling og maling								
4.1	Inspektørens/Formandens kvalifikationer		FROSIO level III, NACE level III Eller anden dokumentation af kvalifikationer	Inden produktionsstart	Certifikater eller anden dokumentation	R	R	R

4.2	Kontrol af design	Visuel i henhold til specifikationen samt DS/EN ISO 12944-3	Ingen åbninger, som ikke kan overfladebehandles indvendigt	Inden sandblæsning	Malingsrapport	H	H	W
4.3	Kontrol af olie- eller fedtforurening	Visuel	Ingen fedtpletter	Inden sandblæsning	Malingsrapport	W	W	M
4.4	Kontrol af salteforurening på overfladen	DS/EN ISO 8502-6	< 50 mg/2.	Lige efter sandblæsning	Malingsrapport	W	W	M
4.5	Klima kontrol	Specifikation og teknisk datablad	Ståltemperatur minimum 3 °C over dugpunktet. Relativ luftfugtighed under 85 %	Indendørs minimum 4 gange i døgnet. Udendørs kontinuert logning	Malingsrapport	W	W	M
4.6	Kontrol af stålet for overfladefejl efter blæsning	DS/EN ISO 8501-3	Præparations grad P2 – undtagen kanter, som skal rundes til radius 2 mm.	Alle dele	Malingsrapport	W	W	M
4.7	Kontrol af renhed efter blæsning	DS/EN ISO 8501-1	<i>Sa2½, Sa3 eller St3 – i overensstemmelse med krav i teknisk datablad for primer</i>	Alle overflader	Malingsrapport	W	W	M
4.8	Kontrol af ruhed efter blæsning	DS/EN ISO 8503-1, DS/EN ISO 8503-2 eller DS/EN ISO 8503-5.	<i>Indsæt ruhedsværdi fra leverandørens tekniske datablad</i>	Stikprøver 3 gange dagligt Visuelt på alle emner	Malingsrapport	W	W	M
4.9	Kontrol af støv, inden grunder påføres	ISO 8502-3	Grad 2 i både partikelstørrelse og mængde.	Stikprøver 3 gange dagligt	Malingsrapport	W	W	M
4.10	Kontrol af primer	DS/ISO 19840 Og Visuel inspektion	Min. 80 % af NDFT og maksimalt 20 % af målingerne mellem 80 og 100 % af NDFT. Maksimalt 3xNDFT. Dækkende og uden fejl.	Alle overflader	Malingsrapport	W	W	M
4.11	Visuel kontrol af udstikning i mellemstrygning		Dækker alle kanter og udfylder alle kærve og hulrum langs kanterne uden at danne bobler/pinholes	Alle kanter og svejsninger	Malingsrapport	W	W	M

4.12	Kontrol af mellemstrygning	DS/ISO 19840 Og visuel inspektion	Min. 80 % af NDFT og maksimalt 20 % af målingerne mellem 80 og 100 % af NDFT. Maksimalt 3xNDFT. Dækkende og uden fejl.	Alle overflader	Malingsrapport	W	w	M
4.13	Visuel kontrol af udstikning - toplak		Dækker alle kanter og udfylder alle kærve og hulrum langs kanterne uden at danne bobler/pinholes	Alle kanter og svejsninger	Malingsrapport	W	W	M
4.14	Kontrol af Toplak	DS/ISO 19840 Og visuel inspektion	Min. 80 % af NDFT og maksimalt 20 % af målingerne mellem 80 og 100 % af NDFT. Maksimalt 3xNDFT. Dækkende og uden fejl.	Alle overflader	Malingsrapport	W	W	W
5.0	Dokumentation							
5.1	Malingsrapport	I henhold til ITP og specifikation	Indeholder alle de punkter, som skal dokumenteres i henhold til denne ITP	Dækkende alle emner	Malingsrapport	R	H	H

Note:

- Ovenstående tildeling af inspektionspunkter afspejler en typisk ITP, men man kan få tilføjet flere holdepunkter (H), hvis man ønsker det – blot skal man vide, at det kan påvirke prisen, idet det giver den udførende dårligere muligheder for at tilrettelægge arbejdet.
- Både kunde og kontraktør kan vælge at anvende en tredjeparts inspektør til at udføre deres inspektioner.
- Kunden er netselskabet, mens kontraktør er direkte leverandør.
- Hvis det er emner, som kræver, at en certificerende part har adgang til at inspicere, så tilføjes en kolonne til dem.
- Ved stærkt kritiske emner, som skal produceres i større mængder, kan de første 3 emner være en præ-produktions-test (PPT), hvor den udførende skal demonstrere, at de kan udføre opgaven og alle de tilhørende tests. Denne vil i så fald også være et holding point.
- ITP'en kan ofte indeholde en skabelon til malingsrapporten, så man er enige om udseendet af denne før start på opgaven.
- ITP'en udarbejdes af entreprenøren, og anvendes kun ved større opgaver med mange emner udført efter samme procedure.
- Malingsproceduren skal indeholde tekniske datablade samt sikkerhedsdatablade for alle de anvendte produkter.

Malingsrapport

Dokumentationsrapport for malingspåføring			
Kunde:		Projekt:	
	Udførende	Ansvarlig	
Forbehandling			
Maling			
Malingsleverandør			
Forbehandling			
Oprindelig tilstand på overfladen hvis stål (ISO 8501-1):			
Rustgrad A:	Rustgrad B:	Rustgrad C:	Rustgrad D:
Forzinket overflade, hvis relevant:		Hvidrust:	
		Ja:	Nej:
Varmforzinket:	Sprøjtemetalliseret:	El-pletteret:	
Malet overflade hvis relevant – Type, tykkelse og alder, hvis kendt:			
Blæregrad (ISO 4628-2):	Rustgrad (ISO 4628-3):	Revnegrad (ISO 4628-4):	Afskalningsgrad (ISO 4628-4):
Udformning – Findes steder, som ikke kan males optimalt?		Saltforurening (DS/EN ISO 8502-6):	
JA:		mg/m ²	
NEJ:			
Kontrol af trykluft (ASTM D4285):		Oliefedtforurening af stålet:	
Pletter:		JA:	
Ingen pletter:		NEJ:	
Præparationsgrad (DS/EN ISO 8501-3):		Kanter afrundet til radius 2 mm:	
P1:	P2:	JA:	
P3:		NEJ:	
Renhed efter rensning/blæsning (ISO 8501-1 / ISO 8501-2 / ISO 8501-4):			
Sa2:	Sa2½:	Sa3:	St2:
P-Sa2½:	P-Ma:		St3:
Wa1:	Wa2:	Wa2½:	Andre forbehandling:
Ruhed (DS/EN ISO 8503-1 / DS/EN ISO 8503-2 / DS/EN ISO 8503-5):			
Støv (ISO8502-3):			
Mængde grad:		Partikelstørrelse grad:	
Bemærkninger:			

Malingspåføring								
	Primer		Mellemstrygning		Mellemstrygning		Toplak	
Maling - leverandør - mærke - batchnummer								
Farve kode								
Påføringsmetode								
Fortynder, hvis anvendt - navn - mængde								
Dato for påføring								
Klokkeslæt for påføring	start	slut	start	slut	start	slut	start	slut
Lufttemperatur °C								
Overfladetemperatur °C								
Dugpunkt °C								
Relativ luftfugtighed %								
Specificeret lagtykkelse (NDFT)								
Antal målinger (iht. DS/ISO 19840)								
Gennemsnitlig lagtykkelse								
Minimumslagtykkelse								
Maksimumslagtykkelse								
%-del \geqNDFT								
%-del mellem 80 og 100 % af NDFT								
%-del < 80 % af NDFT								
Lokation for udførelse:								
Firmanavn for inspektør:								
Navn og underskrift Inspektør:						Dato:		

BILAG 8 **Eksempel på udformning af ITP for varmforzinkning
(5 bilagssider inklusive denne side)**

Inspektion og testplan (ITP) for Varmforzinkning

Projekt nr. (kunden):	Projekt nr. (udførende):	Dokument nr.:
Emnet:	Serienr./Ordrenr.:	Dokument version/dato:
Kunde:	Udførende:	

Dokumentreferencer:

Inspektions- og testplanen er opstillet i henhold til.....

Note:

- *Produktstandarder*
- *Specifikationen*
- *Egne kvalitetsstandarder*

Revisionsstatus		
Revision nummer		
Revisionsdato		
Godkendelsesstatus		
Udarbejdet af		Rolle:
Korrekturlæst af		Rolle:
Godkendt af		Rolle:

Revisions log		
Revision	Sektion	Ændring
A	<i>fx 3.0</i>	<i>Indført kontrol af..... ændret acceptkriterie til...</i>
B		
C		

Note:

- *Især hvis der er mange involverede parter, som skal blive enige om forløbet, kan ITP'en blive sendt frem og tilbage og få en del ændringer, inden der opnås enighed om den endelige version.*

Definitioner

Hold point (H)	Et Hold point (holdepunkt) betyder, at arbejdet ikke kan fortsætte, før en inspektion er gennemført af den part, som er tildelt det i ITP'en. Kunden kan forlange at blive varskoet før et holding point.
Witness point (W)	Witness point betyder, at den part, som er tildelt et sådan i ITP'en, skal inviteres til at inspicere, men at processen og arbejdet fortsætter, uanset om de benytter sig af muligheden eller ej.
Review Point (R)	Review point betyder adgang til gennemsyn af dokumenter.
Monitor (M)	Monitor betyder, at den part, som er tildelt dette i ITP'en, kan være til stede og foretage inspektioner, som ikke griber ind i processen.

Nr.	Beskrivelse	Reference/metode	Accept kriterier	Frekvens	Dokumentation	Inspektionsaktivitet		
						Udførende underleverandør	Kontraktør	Kunde
1.0 Varmforzinknings procedure								
1.1	Levering af varmforzinknings procedure	I henhold til Specifikation	Godkendelse af <i>Bestiller</i>	Inden produktionsstart		R	H	W
2.0 Kontrol af udstyr og certifikater og materialer								
2.1	Kalibrering af test instrumenter	DS/EN ISO 2178	Seneste kalibrering skal være under 6 mdr. siden	Inden produktionsstart	Certifikater	H	R	R
2.2	Kontrol af badkemi i affedtning, bejdsning og flus	I henhold til systemforskrifter	<i>Dem skal udførende kunne lægge ind</i>	Inden produktionsstart og med frekvens efter systemforskrift (afhænger af badtyper)	Analyserapporter	H	H	R
2.3	Kontrol af varmforzinkningsbad?	DS/EN ISO 752 DS/EN 1179	≤ 1,5% fremmedelementer i smelten	Inden opstart af større serie, ellers årligt	Analyserapport	H	R	R
3.0 Kontrol af emne til varmforzinkning								
3.1	Kontrol af stål	Iht. specifikation	Varmvalset eller normaliseret. Krav til komposition:	Inden produktionsstart	Materiale certifikat af alle stål emner der skal varmforzinkes	H	H	W

			Si + P < 0,03 vægt% 0,15 ≤ Si ≤ 0,25 vægt%					
3.2	Kontrol af design konstruktion	Visuel i henhold til tegning og specifikationen. Udluftnings- og gennemstrømningshuller i henhold til DS/EN ISO 14713-2	Ingen åbninger, som ikke kan overfladebehandles indvendigt. Alle svejsninger udført som tætte fuldsvejsninger Placering og dimensionering af udluftnings- og gennemstrømningshuller for eventuelle hulrum skal være afstemt med varmforzinker på forhånd og i henhold til standard. Løftepunkter forefindes. Størrelse og vægt af emner skal være afstemt på forhånd med varmforzinker.	Inden produktionsstart		H	H	W
4.0 Inspektioner af forbehandling og varmforzinkning								
4.1	Kontrol af overfladebeskaffenhed	Visuel	Emner skal være fri for overfladefejl der er skadelige for zink belægning, eg: gravrust, glødeskal, gammel zinkbelægning, maling, lak, olie, fedt. Fri for grater, overvalsninger, svejseslagge og svejsesprøjt	Inden varmforzinkning	Inspektionsrapport	H	W	W
4.2	Kontrol af bejdsning	Visuel	Overflade skal være metallisk ren	Første emne i en serie	Inspektionsrapport	H	M	M
4.3	Visuel kontrol efter varmforzinkning	DS/EN ISO 1461	Ved normalt syn og afstand > 1 m skal overfladen være fri for knaster, blærer, skarpe kanter og bare pletter. Forekomst af flusrester og zinkaske er ikke tilladt.	Efter varmforzinkning (kan være en stikprøve i henhold til DS/EN ISO 1461 afsnit 5)	Inspektionsrapport	H	W	M
4.4	Kontrol af zinklagtykkelse	DS/EN ISO 1461	Måling af lokal zinklagtykkelse og middel	Efter varmforzinkning	Inspektionsrapport	H	W	W

			zinklagtykkelse i henhold til standard. Zinklagtykkelsen skal være i overensstemmelse med angivne korrosionskategori.	(kan være en stikprøve i henhold til DS/EN ISO 1461 afsnit 5)				
5.0	Dokumentation							
5.1	Overensstemmelsesrapport	I henhold til ITP og specifikation samt DS/EN ISO 1461 afsnit 7	Indeholder alle de punkter, som skal dokumenteres i henhold til denne ITP	Dækkende alle emner		H	H	W

Note:

- *Ovenstående tildeling af inspektionspunkter afspejler en typisk ITP, men man kan få tilføjet flere holdepunkter (H), hvis man ønsker det – blot skal man vide, at det kan påvirke prisen, idet det giver den udførende dårligere muligheder for at tilrettelægge arbejdet.*
- *Både kunde og kontraktør kan vælge at anvende en tredjeparts inspektør til at udføre deres inspektioner.*
- *Kunden er netselskabet, mens kontraktør er direkte leverandør.*
- *Hvis det er emner, som kræver, at en certificerende part har adgang til at inspicere, så tilføjes en kolonne til dem.*
- *Ved stærkt kritiske emner, som skal produceres i større mængder, kan de første 3 emner være en præ-produktions-test (PPT), hvor den udførende skal demonstrere, at de kan udføre opgaven og alle de tilhørende tests. Denne vil i så fald også være et holding point.*
- *ITP'en udarbejdes af entreprenøren, og anvendes kun ved større opgaver med mange emner.*

1. AFTALE OM LØSNING AF OPGAVER

- 1.1 Før arbejdet påbegyndes, skal der være truffet skriftlig aftale vedrørende opgavens art og omfang, tidsplan og økonomi.

2. MANGLENDE OPFYLDELSE AF AFTALEN

- 2.1 FORCE Technology kan ikke gøres ansvarlig for ikke at opfylde aftaler, helt eller delvist, såfremt dette skyldes begivenheder uden for FORCE Technologys indflydelse.

3. ARBEJDSMILJØ OG SIKKERHED

- 3.1 Kunden skal sikre forholdene for FORCE Technologys udsendte, som udfører opgaver på en plads anvist af kunden. FORCE Technologys medarbejdere kan til enhver tid stoppe arbejdet for kunden, såfremt medarbejderen vurderer, at forholdene udgør en risiko for FORCE Technologys udsendtes sikkerhed og helbred, uden at dette påfører ansvar for FORCE Technology eller medarbejderen.

4. REKLAMATION

- 4.1 FORCE Technology påtager sig at udbedre fejl, der skyldes mangel i leverancen ved design, materiale eller udført arbejde og serviceydelser.
- 4.2 Kunden har almindelig undersøgelsespligt. Reklamationsretten begrænses til fejl, som var til stede ved levering og bliver kendt inden 24 måneder fra leveringstidspunktet.
- 4.3 I tilfælde af brug af specielle komponenter vil reklamationsfristen for disse komponenter være den samme, som FORCE Technology opnår hos sine leverandører.
- 4.4 I tilfælde af reklamation skal kunden uden ophold tilskrive FORCE Technology om fejl. Ved modtagelsen af en reklamation kan FORCE Technology, hvis fejlen er omfattet af disse bestemmelser, vælge
- at reparere den fejlbehæftede del eller udstyr på stedet, eller
 - at få den fejlbehæftede del eller udstyr returneret til FORCE Technology for reparation, eller
 - at omlevere den fejlbehæftede del eller udstyr, således at kunden selv kan udføre den nødvendige reparation for FORCE Technologys regning.
- 4.5 I det tilfælde, hvor FORCE Technology har modtaget en fejlbehæftet del eller udstyr til omlevering eller reparation, skal kunden afholde transportomkostninger samt bære risikoen ved transport, dog vil FORCE Technology bære omkostninger og risiko, hvis transporten sker fra leveringsstedet for FORCE Technologys oprindelige leverance til kunden og FORCE Technology har adgang til at forestå pakning og transport.
- 4.6 Fejlbehæftede dele eller udstyr, som er omleveret ifølge disse bestemmelser, skal stilles til FORCE

Technologys disposition.

- 4.7 FORCE Technologys ansvar er begrænset til fejl, som viser sig under forsvarlig benyttelse. FORCE Technology hæfter ikke for fejl som følge af forkert installation og vedligeholdelse samt reparation udført af andre end FORCE Technologys medarbejdere eller agent, eller ændringer udført uden FORCE Technologys skriftlige godkendelse. FORCE Technology hæfter ikke for fejl, der skyldes normalt slid.
- 4.8 Reklamationsfristen for omleverede eller reparerede dele er den samme som for den udskiftede del, jf. punkt 4.2, dog minimum 12 måneder.

5. ANSVAR

- 5.1 FORCE Technology er ikke erstatningsansvarlig for tab eller skade, medmindre det kan dokumenteres, at tabet eller skaden er påregnelig og er opstået på grund af fejl eller forsømmelse begået af FORCE Technology i forbindelse med produktion eller udførelsen af en rekvireret opgave.
- 5.2 FORCE Technology hæfter ikke for driftstab, tidstab, avancetab eller lignende indirekte tab, herunder indirekte tab som måtte være erstattet over for tredjemand.
- 5.3 FORCE Technology løser rekvirerede opgaver og fremkommer med udtalelser og vejledninger på grundlag af den viden og teknik, FORCE Technology råder over. FORCE Technology har ikke et erstatningsansvar, medmindre det kan bevises, at denne viden eller teknik var mangelfuld på tidspunktet for opgavens løsning.
- 5.4 FORCE Technology fralægger sig erstatningsansvar for skader, som måtte indtræffe i forbindelse med en anvendelse af afgivne data og prøvningsresultater, som ligger uden for den opgave og uden for det formål, i forbindelse med hvilke FORCE Technologys udtalelse er afgivet.
- 5.5 FORCE Technology angiver et forbehold for afvigelser i forbindelse med udtalelser, for hvilket det fremgår, at disse hviler på en skønsmæssig vurdering.
- 5.6 Ved udøvelse af kontrol og prøvning hæfter FORCE Technology kun for tab og skader, som er en direkte følge af, at FORCE Technology ikke rettidigt har gjort kunden opmærksom på tilstedeværende mangler, der burde være opdaget ved den valgte kontrol- eller prøvningsmetode.
- 5.7 FORCE Technology har intet erstatningsansvar for indtrufne skader, såfremt en skade skyldes en egenskab ved et produkt eller en anvendelse af et produkt, som enten ikke er afprøvet eller undersøgt og beskrevet i prøvnings- eller undersøgelsesrapporten, eller som afviger fra FORCE Technologys beskrivelse i prøvnings- eller undersøgelsesrapporten af produktens egenskab eller af en mulig produktanvendelse.
- 5.8 FORCE Technology har intet erstatningsansvar for

indtrufne skader, såfremt et skadevoldende produkt ikke konkret har været afprøvet af FORCE Technology, medmindre kunden godtgør et ansvarsgrundlag og at det skadevoldende produkt er identisk med et af FORCE Technology konkret afprøvet og kontrolleret produkt.

- 5.9 FORCE Technology har intet produktansvar for indtrufne skader, medmindre skaden er forårsaget af en defekt i det skadevoldende produkt, som var til stede på leveringstidspunktet, og som skyldes fejl eller forsømmelser begået af FORCE Technology i forbindelse med produktion af produktet. Ansvarsbegrænsningen i punkt 5.2, punkt 5.10 og punkt 5.11 finder tilsvarende anvendelse ved produktansvar.
- 5.10 Uanset anden bestemmelse i Aftalen og/eller relaterede dokumenter er FORCE Technology's samlede erstatningsansvar - både i og udenfor kontrakt - maksimeret til det mindste af enten den samlede betaling fra Kunden til FORCE i henhold til den respektive ordre under Aftalen eller DKK 5.000.000 (fem millioner kroner). Denne ansvarsbegrænsning inkluderer også beløb som måtte være erstattet over for tredjeparter.
- 5.11 Hvis andre end kunden rejser krav om erstatning mod FORCE Technology begrundet i forhold, der ligger ud over det erstatningsansvar, som FORCE Technology i henhold til punkterne 5.1. til 5.11. har påtaget sig, er kunden pligtig, på FORCE Technologys anmodning, at overtage sagens førelse og kunden skal skadesløsholde FORCE Technology for alle omkostninger, herunder sagsomkostninger og erstatningsbeløb.

6. EJENDOMSRET OG OPHAVSRET

- 6.1 FORCE Technologys rapporter må kun offentliggøres i deres helhed og med kildeangivelse. Anvendelse af uddrag og i citatform må kun ske efter skriftlig aftale herom.
- 6.2 FORCE Technology bevarer alle rettigheder til vores knowhow, teknologi, metoder, design, kode, software, interfaces, billeder, grafik, dokumentation, værktøjer, produkter, processer, patenter og andre intellektuelle rettigheder, og får ret til alle videreudviklinger, forbedringer eller modifikationer heraf, herunder sådanne som er opstået i forbindelse med adgangen til eller brugen heraf (under ét "FT Rettigheder").
- 6.3 FORCE Technology opnår alle rettigheder til data genereret af FORCE Technology på baggrund af FT Rettighederne uanset hvordan de er opstået, og heraf udledt statistik, information og anden

analyse. FORCE Technology får ret til vederlagsfri tidsubegrænset brug til videreudvikling af egne tjenester og produkter, (herunder til machine learning) af enhver form for data, som måtte tilhøre kunden (og heraf udledt statistik, information og anden analyse), som er opstået fra adgang til eller brug af FT Rettighederne af - eller på vegne af - kunden, uanset hvordan de er opstået, med respekt af fortrolighed, jf. punkt 7.

- 6.4 Kunden må respektere FORCE Technologys forpligtelser i henhold til lov om arbejdstagers opfindelser.

7. OPLYSNINGER OG FORTROLIGHED

- 7.1 FORCE Technology behandler kundeoplysninger og opgaver fortroligt. FORCE Technology kan dog oplyse kundens navn som reference, med- mindre selve kundeforholdet er underlagt særskilt fortrolighedsaftale. FORCE Technology er som GTS-institut underlagt ministerielt tilsyn, der omfatter brugerundersøgelser af danske kunder, og FORCE Technology oplyser til denne brug kunders virksomhedsnavn, CVR-nummer og adresser, medmindre selve kundeforholdet er underlagt særskilt fortrolighedsaftale.

8. LOVVALG OG TVISTER

- 8.1 Aftalen er reguleret af dansk ret, dog undtaget dansk international privatret, der måtte henvise til fremmed ret. Såfremt der opstår tvist mellem kunden og FORCE Technology i forbindelse med udførelsen af en opgave eller fortolkning af aftalen, skal tvisten, såfremt den ikke kan løses ved forhandling mellem parterne, afgøres af Voldgiftsinstitut i København, Danmark under fortrolighed.

9. AKKREDITEREDE YDELSER

- 9.1 Akkrediterede ydelser leveres i henhold til den til enhver tid gældende regulering om akkreditering samt i overensstemmelse med og begrænset i omfang til de relevante standarder.
- 9.2 FORCE Technology er underlagt tilsyn fra akkrediteringsmyndigheden, som har pligt til fortrolighed. Kunden accepterer, at FORCE Technology for akkrediterede ydelser giver akkrediteringsmyndigheden adgang til kundens oplysninger for udøvelse af tilsyn.