

AAB Stål
Udg. 03.00

Kørestråmsanlæg

AAB Stål

Dokument:
Udgave:
Udgavedato:
Ref.:

AAB Stål
Udgave: 03.00

Udarbejdet af:
Kontrolleret af:
Godkendt af:

Rambøll
PHC
EEHV

AAB Stål
Udg. 03.00

Indholdsfortegnelse

| | |
|---|-----------|
| 1. Indledning | 3 |
| 2. Ikrafttræden | 3 |
| 3. Overgangsbestemmelser | 3 |
| 4. Referencer | 3 |
| 5. Definitioner | 4 |
| 6. Deskriptorer | 5 |
| 7. Anvendelsesområde | 5 |
| 8. Dispensation | 5 |
| 9. Historik | 6 |
| 10. Alment 6 | |
| 10.1 Generelt | 6 |
| 10.2 Organisation og dokumentation | 6 |
| 10.3 Udførelsesklasse | 6 |
| 10.4 Bearbejdningskvaliteter | 6 |
| 11. Materialer | 6 |
| 11.1 Generelt | 6 |
| 11.2 Konstruktionsstål | 6 |
| 11.3 Stålstøbegods | 8 |
| 11.4 Mekaniske samlingselementer (boltevarer) | 9 |
| 12. Udførelse | 10 |
| 12.1 Fremstilling og samling | 10 |
| 12.2 Svejsning | 10 |
| 12.3 Mekaniske samlingsmetoder (bolte samlinger) | 13 |
| 12.4 Montage | 13 |
| 12.5 Overfladebehandling | 13 |
| 12.6 Geometriske tolerancer | 17 |
| 13. Kontrol | 17 |
| 13.1 Generelt | 17 |
| 13.2 Materialer og komponenter | 17 |
| 13.3 Dimensions- og geometrikontrol | 17 |
| 13.4 Svejsning | 17 |
| 13.5 Mekaniske samlingselementer (boltesamlinger) | 18 |
| 13.6 Stålstøbegods | 18 |
| 13.7 Overfladebehandling og korrosionsbeskyttelse | 19 |

AAB Stål
Udg. 03.00

1. Indledning

Denne arbejdsbeskrivelse omfatter fremstilling i værksted, overfladebehandling og i begrænset omfang montage af stålkonstruktioner til kørestrømsanlæg, i henhold til tilbudslistes, bestillingslister, tegninger, specifikationer mv.

2. Ikrafttræden

AAB Stål udgave 03 træder i kraft 20-01-2021.

AAB Stål udgave 03 afløser AAB Stål udgave 02.01 af 09.06.2010.

3. Overgangsbestemmelser

Der er ingen overgangsbestemmelser.

4. Referencer

Følgende standarder (inkl. nationale annekser, tillæg og rettelsesblade) samt de i standarderne nævnte referencedokumenter i nyeste udgave er gældende i det omfang, at nærværende beskrivelse ikke erstatter tilsvarende bestemmelser i standarderne, og såfremt de er relevante for den aktuelle specifikation:

DS/EN 1090-1 Udførelse af stål- og aluminiumkonstruktioner – Del 1: Krav til overensstemmelsesvurdering af konstruktionskomponenter

DS/EN 1090-2 Udførelse af stål- og aluminiumkonstruktioner – Del 2: Tekniske krav til stålkonstruktioner

DS/EN 1090-4 Udførelse af stål- og aluminiumkonstruktioner – Del 4: Tekniske krav til koldformede tyndpladeelementer.

Alle vejledninger, råd og anvisninger mv. i relevante standarder inkl. nationale annekser skal betragtes som krav, såfremt de ikke er i modstrid med nærværende beskrivelse.

AAB Stål
Udg. 03.00

5. Definitioner

Korrosionstrægt stål betegnes ofte som *CorTen stål* (handelsnavn), *weathering steel* eller *vejrbestandigt stål*.

Da ikke alle tegninger og beskrivelser er revideret efter gældende normer, skal følgende tabel bruges som oversættelse. Hvis der på tegninger f.eks. er angivet en materialekvalitet i tabellens venstre kolonne, skal der i stedet anvendes materialekvaliteten fra tabellens midterste kolonne.

| Parameter beskrevet på tegninger eller SAB | Parameter der i stedet skal anvendes | Bemærkninger |
|--|--------------------------------------|--|
| Cor-Ten A | S355J2WP | T ≤ 12mm for flade profiler og d ≤ 40mm for lange profiler |
| Cor-Ten B | S355J2W | Andre størrelser |
| Fe355 W | S355J2WP / S355J2W | |
| St 37-2 | S235J0 | |
| St 42 | S275J0 | |
| St 52-3 | S355J2 | |
| QA eller Sømklasse II | EXC3 | Sømklasse anvendes ikke længere i danske normer |
| QB eller Sømklasse III | EXC3 | Sømklasse anvendes ikke længere i danske normer |
| SEL 072 KL. 2 | Z-stål Z25 | |

Forkortelser anvendt:

| | |
|-----|---|
| EP | Elektrificeringsprogrammet |
| FPC | Fabrikens produktionskontrol (Factory Production Control) |
| NDT | Ikke destruktiv prøvning (Non-Destructive Testing) |
| WPS | Svejsespecifikation (Welding Procedure Specification) |

AAB Stål
Udg. 03.00

6. Deskriptorer

7. Anvendelsesområde

AAB Stål er gældende for kørestrømsanlæg, hvor det er Banedanmarks driftsansvarlige person (jf. BEK 1608), der har ansvaret, eller hvor Banedanmark er infrastrukturforvalter. Nærværende arbejdsbeskrivelse gælder ikke for Sicat kørestrømsanlæg.

AAB Stål dækker nye stålkonstruktioner til kørestrømsanlæg.

AAB Stål er gældende som arbejdsbeskrivelse, medmindre der er projektspecifikke tegninger eller beskrivelser der er gældende med højere prioritet.

Levetiden af konstruktioner skal som hovedregel henregnes til minimum følgende levetider:

- 100 år på master
- 120 år på fundamenter
- 50 år på komponenter (inkl. aptering)

Aluminiumskonstruktioner er ikke omfattet.

8. Dispensation

Dispensation fra krav i denne arbejdsbeskrivelse skal som minimum godkendes af Banedanmarks normansvarlige leder eller en hertil bemyndiget person.

Proces for dispensation fra tekniske regler fremgår af Banedanmarks ledelsessystem, hvor til der henvises.

AAB Stål
Udg. 03.00

9. Historik

10. Alment

10.1 Generelt

Stålkonstruktioner skal udføres efter DS/EN 1090-2. Nærværende arbejdsbeskrivelse skal derfor betragtes som afvigelser fra og tilføjelser til denne. For emner hvor der ikke er stillet krav i nærværende arbejdsbeskrivelse, skal krav i henhold til DS/EN 1090-2 samt underliggende normer følges.

Inden arbejdet igangsættes, skal gældende certifikat på fabrikkens produktionskontrol (FPC), certifikat på den ansvarlige svejsekoordinator, samt svejsecertifikat i henhold til DS/EN 1090-1 tabel B.1, fremsendes til bygherren.

10.2 Organisation og dokumentation

Inden arbejdets start, skal entreprenøren udarbejde en kvalitetsplan. Planen skal udarbejdes i overensstemmelse med DS/EN 1090-2 pkt. 4.2.2 og denne AAB samt øvrige projektspecifikke beskrivelser.

Kvalitetsdokumentation skal indeholde dokumentation i henhold til kvalitetsplanen. Herunder certifikater for materialer, svejsepersonale, kvalificeringsrapporter, udførelsesprotokoller, WPS'er, NDT-kontrol, resultat af prøvesamling, inspektion og prøvninger samt eventuelle afvigerapporter.

Kvalitetsdokumentation skal overdrages til bygherren.

10.3 Udførelsesklasse

Stålkonstruktioner til kørestrømsanlæg skal leveres i udførelsesklasse EXC3 efter DS/EN 1090-2.

10.4 Bearbejdningskvaliteter

Generelt skal bearbejdning af flader og kanter svare til kvalitet P2 efter DS/EN ISO 8501-3. For dele der skal varmforzinkes eller males er der dog skærpede krav i afsnit 12.5 i nærværende AAB.

11. Materialer

11.1 Generelt

Alle stålleverancer (inkl. boltevarer) skal leveres med certifikat type 3.1 efter DS/EN 10204.

11.2 Konstruktionsstål

Stål skal leveres i varmvalset tilstand. Korrosionstrægt stål endvidere normaliseret eller lignende tilstand opnået ved kontrolleret valsning.

Alle rør skal leveres varmvalsede efter DS/EN 10210.

AAB Stål
Udg. 03.00

Andre stål kvaliteter end nedenstående må kun anvendes, efter forudgående accept fra køreledningsanlæggets tekniske systemansvarlig hos Banedanmark.

Korrosionstrægt stål:

- Godstykkelse $t \leq 12$ mm: S355J2WP efter DS/EN 10025-5
- Godstykkelse $t > 12$ mm: S355J2W efter DS/EN 10025-5

Stål til varmforzinkning eller maling:

- Stålblader og -profiler leveres efter DS/EN 10025-2.
- Rørprofiler leveres efter DS/EN 10210.
- Godstykkelse $t < 25$ mm: Kvalitet/slagsejhed J0 eller bedre
- Godstykkelse $t \geq 25$ mm: Kvalitet/slagsejhed J2 eller bedre

Stål som skal koldbukkes leveres med option 11 efter DS/EN 10025-2 eller DS/EN 10025-5 og med bukkeretninger som angivet i hhv. tabel 12 i DS/EN 10025-2 eller tabel 6 i DS/EN 10025-5.

Aluminiumsberoliget stål tillades kun anvendt til varmforzinkede dele, såfremt det dokumenteres at det er egnede for varmforzinkning og at krav til varmforzinkning i nærværende AAB kan overholdes.

Fodplader og flangeplader:

- Leveres som Z-stål Z25 efter DS/EN 10164

Overflader:

Reparation af overfladekvalitet ved svejsning accepteres ikke (underklasse 3 i DS/EN 10163). Mindre betydelige fejl (mindre gruber, pladelus mm.) tillades fjernet ved slibning efter DS/EN 10025-1 pkt. 7.5.

Ved levering skal stålet overholde rustgrad B, og må kun undtagelsesvis udvise rustgrad C efter DS/EN ISO 8501-1.

Kontrol for lagdeling:

Hvor der på tegninger er angivet plader og profiler, eller særlige områder af plader og profiler, der skal undersøges for eventuelle lagdelinger, skal kontrollen udføres med ultralyd i henhold til DS/EN 10160 for plader og DS/EN 10306 for profiler.

Plader skal opfylde følgende krav i DS/EN 10160:

- Fladekontrol: tabel 3 eller 4, klasse S₂
- Randzonekontrol: tabel 5, klasse E₂.

AAB Stål
Udg. 03.00

Profiler skal opfylde følgende krav i DS/EN 10306:

- Fladekontrol: tabel 2, klasse 2.4
- Endekontrol: tabel 1, klasse 1.2

11.3 Stålstøbegods

11.3.1 Generelt

Arbejdet skal udføres på et støberi, der er fuldt fortroligt med problematikken angående støbning af SG-jern.

Til brug ved udførelsen af støbearbejdet skal foreligge beskrivelse af støbprocedure.

11.3.2 Materiale

Emner støbt i SG-jern (støbejern, sfæriske skiver, samlemuffer til K-ophæng mv.) skal udføres i EN-GJS-400-15 efter DS/EN 1563.

For alle tværsnit skal følgende krav være opfyldt

- Cementit: Max 2%
- Perlit: Max 50%
- Si: Max 2,8%
- P: Max 0,07%
- Hårdhed: Max 180 HB

På overfladen må der ikke forekomme ridser, revner eller lignende, som kan give anledning til mistanke om, hvorvidt emnet er revnet længere inde. Det vil sige, ved sådanne overfladeujævnheder skal "bunden" af ujævnheden tydeligt kunne ses.

SG-jern skal leveres med 3.1 certifikat der dokumenterer den kemiske sammensætning og hårdhed.

11.3.3 Prøvestøbning

Til fastlæggelse af den rette smeltesammensætning og udstøbningsprocedure skal der foretages en prøvestøbning.

Prøvestøbningen skal dække samtlige emnetyper. Derudover skal der ved prøvestøbningen udstøbes standardprøveemner i henhold til DS/EN 1563, udstøbt som de sidste emner i chargen. Ved charge skal her forstås hver portion Mg-behandlet smelte.

Af de udstøbte standardprøveemner foretages:

- Trækprøvning af et emne i henhold til DS/EN ISO 6892-1, til kontrol af kravene som anført for klasse EN-GJS-400-15.
- Slagsejhedsprøvning ved stuetemperatur i henhold til DS/EN ISO 148-1 af et sæt prøvestænger (v-kærv).

Af de udstøbte køreledningsbeslag foretages 100 % visuel kontrol og dimensionskontrol.

AAB Stål
Udg. 03.00

Det sidst udstøbte emne udtages til mikroskopisk undersøgelse af struktur, kemisk analyse og hårdhedsmåling.

I tilfælde af ikke opfyldte krav udvides kontrollen efter nærmere aftale i hvert enkelt tilfælde, eller der foretages ny prøvestøbning efter ændring af processen eller reparation af formerne.

Beskrivelse af prøvestøbning samt kontrol af denne skal fremgå af entreprenørens kvalitetsplan.

11.3.4 Efterbearbejdning

Støbejern skal være fri for indre spændinger hidrørende fra for eksempel forkert afkølingsprocedure.

Efter endt afkøling skal der foretages en grundig rensning af emnerne. Alle rester af formmateriale fjernes, og indløb, finner og lignende bortslibes.

11.4 Mekaniske samlingselementer (boltevarer)

11.4.1 Ikke-forspændte bolte

Alle bolte, møtrikker og skiver leveres som ikke-forspændte boltevarer.

- Syrefaste boltevarer skal leveres i kvalitet A4 efter DS/EN ISO 3506.
- Indstøbningsdele skal leveres i kvalitet 1.4462 efter DS/EN 10088-3.
- Øvrige dele leveres varmforzinkede bolte skal leveres i klasse 8.8 efter DS/EN ISO 898.

Alle gevinddele på bolte, gevindstænger og indstøbningsdele skal udformes med rullet gevind i tolerance klasse 6g efter DS/ISO 965-1. Møtrikker skal være i toleranceklasse 6H efter DS/ISO 965-1.

Dog kan M36 bolte A4-70 med skåret gevind anvendes i samlinger for overliggere og løse fodplader for almindeligt nye forekommende rammekonstruktioner.

Møtrikker skal leveres af samme leverandør som leverer de tilhørende bolte eller gevindstænger.

Bolte skal leveres efter DS/EN ISO 4014. Sætskruer skal leveres efter DS/EN ISO 4017. Møtrikker skal leveres efter DS/EN ISO 4032 og DS/EN ISO 8673.

For syrefaste boltevarer leveres efter DS/EN ISO 3506:

- Boltevarer $D \leq M24$ i kvalitet A4-80
- Boltevarer: $M24 < D \leq M36$ i kvalitet A4-70
- Boltevarer: $D > M36$ i kvalitet A4-50

AAB Stål
Udg. 03.00

11.4.2 Fundamentbolte

Indstøbningsdele skal leveres i kvalitet A4-70 efter DS/EN ISO 3506 og i øvrigt efter de respektive tegninger. Møtrikker skal leveres efter DS/EN ISO 4032.

Gevinddele skal være beskyttet mod skader indtil montage af stålet.

11.4.3 Skiver

Skiver (ekskl. Sfæriske skiver) leveres efter DS/EN ISO 7089 i kvalitet A4 efter DS/EN ISO 3506.

12. Udførelse

12.1 Fremstilling og samling

12.1.1 Identifikation

12.1.2 Skæring

Plader i tykkelse $t < 10$ mm tillades klippet, forudsat den klippede kant indesluttet helt i en svejsning, eller at alle synlige spor fjernes ved slibning.

Plader i tykkelse $t \geq 10$ mm skal maskinelt flammeskæres, såfremt der svejses i en afstand ≤ 20 mm fra kanten.

Alle kanter skal afgrates.

12.1.3 Formgivning

Alle klembeslag skal varmbukkes og udføres i henhold til tegninger.

Ved koldbukning af plader skal anvendes:

- Godstykkelse $t < 8$ mm: Indvendig bukeradius $r = 15$ mm eller $r = 2,5 \times t$
- Godstykkelse $t \geq 8$ mm: Indvendig bukeradius $r = 2,5 \times t$

12.1.4 Huller

Lokning uden rømning tillades ikke i plademateriale $t > 10$ mm. Dog kan huller i plademateriale, som ikke direkte skal overføre forskydning ved hulrandstryk (f.eks. klembeslag) tillades udført ved lokning, hvis tolerancer fra DS/EN 1090-2 overholdes.

Alle grater skal fjernes og huller skal affases 1 mm.

Alle gevindhuller i enkeltmaster, galger og rammer skal indfedtes og afproppes før levering. Såfremt der er gevindhuller som er ubenyttede efter montage, skal afproppningen udføres med sætskruer M12 eller M20x20 i klasse A4.

12.2 Svejsning

12.2.1 Generelt

WPS'er skal være gældende til korrosionstrægt stål.

For at sikre et ensartet korrosionsforløb, farvebedømmelse og svejsning skal tilsatsmaterialerne være Ni-Cu-legeret og godkendte til svejsning i korrosionstrægt stål.

AAB Stål
Udg. 03.00

Al produktionssvejsning skal foregå i værksted med en rumtemperatur på over 10 °C og i forbindelse med svejsning af forvarmede materialer i korrosionstrægt stål, skal rumtemperaturen være over 15 °C

Ved tilpasningen skal de enkelte konstruktionsdele bringes i indbyrdes korrekt stilling ved fastspænding og/eller ved hæftesvejsning på en sådan måde, at svejse-spændinger, svejse deformationer og eventuelt rettetarbejde indskrænkes til et minimum.

Ved gennemsvajsninger, for eksempel ved fodplader, må der benyttes bagskinne (backing), såfremt emnet ikke skal overfladebehandles. Materiale til bagskinne behøver ikke være korrosionstrægt stål, men skal være et svejsbart stål af tilsvarende styrke.

Svejsesømmen skal udfylde fugen helt og skal gå jævnt over i grundmaterialet og i øvrigt være fri for væsentlige overfladefejl i form af sidekærv, kratere, knaster etc.

Samtlige svejsesømme skal lukkes. Aflastningshuller udføres i det omfang, det er nødvendigt for lukning af svejsesømme uden ophobning.

Svejsesømme skal udføres flade eller konkave. Eventuel overhælvning må ikke være på mere end 10% af svejsesømmens virkelige a-mål for kantsømme.

Afbrudte svejsesømme må ikke anvendes.

Spor efter svejsekontrol skal fjernes.

12.2.2 Krav til svejsesømmes tæthed

Alle lukkede hulrum indvendigt i rørprofilerne skal være lufttætte. Dette vil automatisk være tilfældet, såfremt de angivne sømme udføres i den krævede kvalitet, men kravet betyder også, at der ikke må ske brud, gennemboringer eller andet i svejse- eller plademateriale, således at disse hulrum er punkterede.

Det skal af entreprenørens kvalitetsplan fremgå, at konstateres sådanne fejl, er det kassationsgrund. Under produktionen er det tilladt at reparere disse svejsesømme, men efter levering må der ikke findes huller, revner eller anden form for lækage.

12.2.3 Svejsesarbejde på eksisterende konstruktion

Ved svejsesarbejde udenfor værksted skal alle forhold i 12.2.1 og 12.2.2 iagttages, herunder krav til forvarmning.

Svejsestedet skal tørres og beskyttes imod fugtindtrængen under hele processen.

Overfladebehandlede konstruktioner (maling eller varmforzinkning) må ikke svejses uden forudgående fjernelse af overfladebehandling i og omkring svejsestedet. Herunder områder hvor varmepåvirkning fra svejsning vil skade overfladebehandlingen (f.eks. på bagsiden). Svejsestedet skal efterfølgende korrosionsbeskyttes.

AAB Stål
Udg. 03.00

12.2.4 Svejsesamling af indstøbningsdele til pælearmering

Samlingen udføres ved friktionssvejsning efter DS/EN ISO 15620 eller eventuelt ved brændstuksvejsning, såfremt nedennævnte krav er opfyldt.

Gevindets længdeakse skal være sammenfaldende med selve pælearmeringens længdeakse.

- Max. Afvigelse på retning: $\pm 0,3^\circ$
- Centrering af længdeakse: $\pm 0,5$ mm

Dette svarer blandt andet til, at hvis toppen af pælearmeringen opspændes i en drejebænk således, at overgangen mellem indstøbningsdel og pælearmering ved rotation om pælearmeringens længdeakse ingen "kast" har, da må "kastet" 100 mm ude af indstøbningsdelen højst være $\pm 1,0$ mm ved rotation.

Produktionen skal tilrettelægges således, at den opdeles i serier. Ved en serie forstås emner af samme geometri og fremstillet af ensartet materiale, det vil sige det skal være med samme charge for både kamstål og rustfast stål. Hele serien skal friktionssvejses efter samme WPS og med samme svejseparametre. En serie skal mærkes med eget serienummer (udformning og placering af serienummer aftales med Banedanmark). Det skal for hvert serienummer fremgå af producentens kontroljournaler, hvilke svejseparametre der er benyttet, hvornår serien er produceret, hvilke charge (og hvilket certifikat) henholdsvis kamstålet og det rustfaste stål er udtaget fra.

Procedureprøver for at udarbejde WPQR skal inkludere destruktiv trækprøvning efter DS/EN 10080. Denne test skal resultere i, at samlingens 0,2-spænding kan sættes lig med armeringsstålets karakteristiske 0,2-spænding.

Når den egentlige produktion er i gang, udtages det først og det sidst producerede emne af hver serie til kontrol. Disse emner skal være mærket således, at det fremgår, at de er henholdsvis først og sidst producerede emne af en serie. Endvidere udtages tre vilkårligt udvalgte emner fra serien (dog minimum 2 %) til kontrol.

Samtlige udtagne emner testes i henhold til DS/EN 10080. Alle emner skal klare prøven på en sådan måde, at samlingens 0,2-spænding kan sættes lig med armeringsstålets karakteristiske 0,2-spænding.

Såfremt blot ét emne ikke klarer prøven, skal hele serien kasseres.

Resultater fra prøvningen indføres i kontroljournalen.

Alle emner skal underkastes en visuel inspektion efter svejsningen for at sikre, at den ydre kontur efter svejsningen ser ensartet ud og ligner konturen på de emner, der er blevet prøvetrukket.

Serienummeret på indstøbningsdelene skal videreføres i pæleproducentens kontroljournaler, således at indstøbningsdelene altid kan spores.

AAB Stål
Udg. 03.00

12.3 Mekaniske samlingsmetoder (bolte samlinger)

Gevind samt anlægsflade af møtrik skal smøres før samling. Smøremiddel skal være med anti-seize egenskaber for rustfrie gevind, og forelægges til accept.

Tilspænding af en samling skal udføres med momentnøglemetode i to trin analogt til DS/EN 1090-2 afsnit 8.5.3. Det første trin antages at være 75% af tilspændingsmomenter angivet i AAB Montage, og det andet (og endelige) trin 100% af disse værdier. Niveau for første trin skal verificeres ved prøvesamling. Efter endelig tilspænding skal bolteende og møtrik markeres med tusch eller lignende.

12.4 Montage

Der henvises til AAB Montage, SAB Master, SAB Rammer, SAB Galger samt projektspecifikke beskrivelser.

12.5 Overfladebehandling

For dele der skal overfladebehandles med maling eller varmforzinkning gælder følgende bearbejdningskvaliteter efter DS/EN ISO 8501-3

- Svejsninger: P2, dog P3 for fejltype 1.1
- Plade- og profilkanter: P3, dog kan der for emner til varmforzinkning udføres 2mm rejfning i stedet for rounding.
- Ståloverflader: P2

12.5.1 Korrosionstrægt stål

Alle former for belægninger på overfladen skal fjernes før levering. Dette inkluderer markeringer fra produktionen som f.eks. fedtsten, tusch, kontrastfarve fra MT/PT og lignende.

Korrosionstrægt stål der skal males (f.eks. ved perron arealer), udføres som beskrevet nedenfor i pkt. 12.5.3.

12.5.2 Varmforzinkning

Hvis konstruktionen skal varmforzinkes, skal der foretages konstruktionsændringer, blandt andet af hensyn til lukkede tværsnit.

Den mindst gennemsnitlig lagtykkelse af varmforzinkningen skal være på 150 µm, dog ingen lokal lagtykkelse under 125 µm, kontrolmålinger udføres iht. afsnit 6.2 i DS/EN ISO 1461.

Der skal i tillæg udføres lagtykkelsesmålinger på skårne kanter. Acceptkriterie på kanter er halvdelen af ovenstående zinktykkelser.

Støbte emner skal varmforzinkes til en mindst gennemsnitlig lagtykkelse på 150 µm. Før varmforzinkningen skal emnerne sandblæses til Sa 3, og hvis emnerne har været underkastet varmebehandling, skal siliciumoxider på overfladen fjernes ved speciel bejdsning.

Det skal sikres at varmforzinkede dele kan samles efter varmforzinkning. Herunder særligt støbte emner, der skal passe i rør.

AAB Stål
Udg. 03.00

Varmforzinkede boltevarer varmforzinkes efter DS/EN 10684.

Det varmforzinkede emnes overflade skal være fri for synlige fejl, såsom bare pletter, zinkaske og flusmiddel. Dråber, tapper og grater skal fjernes.

Ved afleveringen må der ikke forekomme hvidrust.

Efter forzinkningen må ingen yderligere bearbejdning eller tildannelse finde sted, dog foretages pressesamlinger samt gevindboring efter forzinkningen.

Såfremt der opstår afskalning af varmforzinkningen under presningen, skal denne repareres som anført nedenfor. Er der ingen rust og udføres reparationerne indendørs, må forbehandlingen på nær opvarmning udelades.

Opstår der kastninger eller deformationer af sammensvejste elementer under forzinkning eller transport, skal entreprenøren foretage udbedring af skaden.

Det skal fremgå af entreprenørens kvalitetsplan, hvordan udbedring af skader skal finde sted.

Afhjælpning af skader på varmforzinkning:

Enhver skade – uanset dens størrelse – der er opstået hos varmforzinkerens, skal udbedres ved omforzinkning.

Øvrige transport- og montageskader udbedres ved omforzinkning hvis

- A. Den enkelte skades areal er større end 10 cm², eller
- B. Summen af samtlige skaders areal er større end 25 cm².

Hvis skader er mindre end dette, tillades det at udbedre ved sprøjtemetallisering ZnAl15 efter DS/EN ISO 2063-2 til lagtykkelse der er 125% af den specificerede tykkelse for varmforzinkning. Såfremt skadesomfang er større end ovenstående, skal bygherren acceptere at der repareres, før dette udføres med sprøjtemetallisering. Alternativt kasseres emnet eller sendes til omforzinkning.

Såfremt der kun er enkelte skader, som er mindre end 5 cm², tillades udbedring med zinkrig maling, der har min. 95% zink i den tørre film. Der skal påføres med pensel gentagne gange, indtil min 200 µm tørfilmstykkelser er opnået.

Hvis skaden er så gammel, at der er opstået rustdannelser, skal disse fjernes. Dette kan ske ved slibning med sten eller smergel (maskine), punkt sandblæsning eller ved skrabning med for eksempel kanten af en smal fil eller tilsvarende, men ikke ved stålborstning.

Umiddelbart før malingspåføring skal reparationsområdet forvarmes stedt til håndvarme, 30° til 40°, med bunsenbrænder eller tilsvarende for at sikre, at al fugt er fjernet. Hvis der ikke er rust i skaden, er opvarmning den eneste forbehandling.

AAB Stål
Udg. 03.00

Pletning skal dække skaden helt til konturerne af den intakte varmforzinkning, men behøver ikke at overlape denne.

12.5.3 Maling

Hvor der er krav om malingsbehandling, skal konstruktionen henregnes til korrosionsklasse C4 med meget høj holdbarhed (VH) efter DS/EN ISO 12944.

Hvis der er stillet krav om, at en varmforzinket konstruktion skal males, skal nedenstående forskrifter følges.

Konstruktionerne skal opbevares således, at der ikke dannes hvidrust.

Efter påbegyndt malerbehandling, må konstruktionen ikke udsættes for udendørs klimapåvirkning, før denne er helt afsluttet. Forurening med fedt, olie eller lignende skal fjernes omhyggeligt med egnet opløsningsmiddel.

Konstruktionen forbehandles med ætsning af hele zinkoverfladen efterfulgt af grundig spuling med rent vandværksvand under samtidig brug af børste – eller sandsvirpning af overfladen til den for malingen nødvendige ruhed. Der skal fjernes så lidt zink som muligt. Ved svirpning skal anvendes mineralske blæsemidler.

Konstruktionen males med et system egnet for påføring på varmforzinkede flader efter DS/EN ISO 12944-5 annek D. Systemet skal bestå af minimum 3 lag med en samlet NDFT på 200 µm (lagtykkelse af maling uden at medregne tykkelse af zink).

Der skal anvendes tydelig kulørskifte imellem hver påføring.

Entreprenørens kontroljournal skal indeholde dokumentation for, at de anvendte malinger opfylder de stillede krav.

Under malingsarbejde skal ståltemperaturen minimum være 3°C over dugpunktet. Øvrige krav til temperatur, fugt, påføringsintervaller mv. fra malingsleverandøren skal nøje følges.

Tørfilmtykkelse:

Det skal af entreprenørens kontroljournal fremgå, at den krævede totale lagtykkelse er påført overalt, herunder også de enkelte systemers totale lagtykkelse. Manglende zink kan altså ikke kompenseres med maling eller omvendt uden forudgående aftale.

Slutkulør:

Slutkulør af topcoat skal aftales med Banedanmark i hvert enkelt tilfælde, men som udgangspunkt anvendes gråbrun svarende til RAL 8019. På Lillebæltsbroen anvendes RAL 7040 og på Storebælt RAL 7032. Hvis kun nedre del af masten males, bør det ikke være med en lysere kulør end RAL 8019.

Vedhæftning:

AAB Stål
Udg. 03.00

Før opstart af arbejdet, skal der udføres prøveplader, hvor det ønskede malingsystem påføres varmforzinkede plader. På prøveplader aftrappes hvert lag af malingsystemet med min. 30mm afstand.

Vedhæftningen skal herefter kontrolleres ved destruktiv prøvning i form af gittersnit med 2 mm snitafstand. Der skal i alt leveres mindst 3 prøveplader, og på hver af disse skal der udføres 10 gittersnit. Prøvepladerne skal overfladebehandles, præcis som den egentlige konstruktion vil blive det, startende med en varmforzinkning. Resultatet af disse i alt 30 gittersnit anvendes til at fastlægge den dårligste gittersnitklasse, som i den færdigmalede konstruktion accepteres i maksimal 20% af prøverne. De resterende 80 % skal vise gittersnitklasser bedre end den, der gælder for de 20 %. Den dårligste klasse fastlægges som følger:

- Hvis dårligste gittersnitklasse findes i et antal af 2 eller derunder ud af de i alt 30 snit, er det klassen én karakter bedre, som accepteres i 20 % af tilfældene.
- Findes den dårligste i et antal snit af 3 til 5 inklusive accepteres denne i 20 % af tilfældene.
- Findes den dårligste i et antal snit af over 5 (altså minimum 6), accepteres klassen én karakter dårligere i 20 % af tilfældene.

Det valgte systemfabrikat opfylder de stillede krav, når fordelingen af snitklasser på de 3 prøveplader er nogenlunde ens. For eksempel skal de 3 eller flere snit af dårligste klasse være fordelt på minimum 2 prøveplader. Prøverne fortsættes, indtil fordelingskravene opfyldes på i alt 3 prøveplader.

Pladernes alder og lagringsforhold, inden gittersnit udføres, aftales med fabrikanten.

Transport- og montageskader:

Entreprenørens overfladebehandlingsspecifikation skal indeholde detaljerede procedurer for udbedring af skader opstået under transport eller montage. Heri skal der tages hensyn til restriktioner af hensyn til arbejdsmiljø ved malingsarbejde på byggeplads uden for etableret malerhal.

Garanti

I en periode på 5 år fra arbejdets aflevering skal nedenstående garantikrav til konstruktionens overfladebehandling være opfyldt.

- Indenfor afhjælpningsperioden må der ikke forekomme afskalning fra stål, varmforzinkning eller interne vedhæftningssvigt i malingsystemet.
- Indenfor afhjælpningsperioden må der ikke forekomme blæredannelser forårsaget af rød- eller hvidrust i større omfang end svarende til rustgrad Ri2 efter DS/EN ISO 4628.

AAB Stål
Udg. 03.00

Hvis der i henhold til disse krav viser sig mangler, skal de udbedres efter en procedure, som er afhængig af skadeomfanget og som er beskrevet i entreprenørens kvalitetsplan. Udbedringen sker uden udgift for bygherren.

12.6 Geometriske tolerancer

Tolerance klasse 2 efter DS/EN 1090-2 er gældende.

13. Kontrol

13.1 Generelt

Det påhviler entreprenører ved overvågning og verifikation at tilvejebringe dokumentation for, at konstruktionen opfylder de stillede krav.

Entreprenøren og kontrolvirksomheden skal løbende samle alle planer, certifikater, kontrolrapporter mv. i en kontroljournal.

Entreprenøren skal ved påtegning dokumentere granskning af ekstern kvalitetsdokumentation, herunder inspektionsdokumenter, kontrolrapporter mm. for at opfylde beskrivelsens krav.

13.2 Materialer og komponenter

Ved enhver modtagelse af råmaterialer, halv og helfabrikata, skal der udfærdiges en kontrolrapport, som entydigt identificerer det kontrollerede parti, kontrolomfang og kontrolstatus (godkendt/kasseret). Modtagekontrol skal ske før materialerne indgår i produktionen.

13.3 Dimensions- og geometrikontrol

En ensartet produktion sikres med anvendelse af svejse lære for alle emner. Efter færdigsvejsning foretages en 100% geometrikontrol af alle emner og af beklædning. Derved undgås vanskeligheder ved montagen.

I forbindelse med geometrikontrollen foretages også dimensionskontrol for hver enkelt komponent, der indgår i konstruktionerne.

For galger og rammer skal der foretages en prøvesamling af en komplet konstruktion for hver delleverance ved tilfældig udvælgelse af dele til galger og rammer. Prøvesamlingen foretages før en eventuel varmforzinkning.

Før varmforzinkning skal der ligeledes foretages en prøvesamling af et tilfældigt udvalgt K-ophæng og troljewireophæng.

Den samlede konstruktion skal opfylde tolerancekravene i SAB. Resultatet af entreprenørens geometrikontrol skal fremgå af kontroljournalerne.

13.4 Svejsning

Kopi af gyldige WPSer og svejsecertifikater for alle svejsere, som udfører svejsarbejde på konstruktionerne, skal indgå i kontroljournalen, før produktionen påbegyndes.

AAB Stål
Udg. 03.00

Spor efter svejsekontrol skal fjernes. Ved kontrol med påføring af maling for magnetofluxundersøgelse skal denne maling fjernes straks efter, at kontrollen er udført.

Omfang af NDT efter DS/EN 1090-2 tabel 24 skal gælde for projektet. Det accepteres ikke at nedsætte procentsatsen eller henregne procentsatsen til rullende årlig produktion.

Konstateres der ikke-konditionsmæssige resultater, skal der foretages en undersøgelse for at finde fejlen i henhold til DS/EN 1090-2, og herefter øges omfang af NDT til det dobbelte af angivet i DS/EN 1090-2 tabel 24. Findes der fortsat ikke-konditions-mæssige resultater, øges omfanget til 100% eller alle svejsninger repræsenteret ved fejlen repareres eller erstattes.

13.5 Mekaniske samlingselementer (boltesamlinger)

Tilspænding af bolte skal kontrolleres efter nærmere aftale. Aftalt metode og omfang skal detaljeres i kontroljournaler og dokumenteres. Relevante dele af DS/EN 1090-2 afsnit 12.5.2.4 og 12.5.2.5 kan anvendes som udgangspunkt for udarbejdelse af kontrolplaner og - procedurer.

13.6 Stålstøbegods

13.6.1 Generelt

Den løbende produktion skal foregå med samme procedure, som er anvendt ved den godkendte prøvestøbning.

Alle resultater af strukturundersøgelser, hårdhedsmålinger og kemiske analyse skal løbende registreres og skal til enhver tid fremgå af entreprenørens kontroljournal.

For hver portion Mg-behandlet smelte foretages følgende:

Mikroskopering af det tyndeste tværsnit i sidst udstøbte emne til generel strukturkontrol og til kontrol af, at Mg-behandlingen ikke er klinget af.

Hvis slibet viser forekomster af flagegrafit, kasseres hele chargen.

Ved den videre kontrol skelnes der mellem beslagtyper, idet beslag, hvor der skal monteres gevindskruer, er mere kritiske end de øvrige.

13.6.2 Beslag med gevind-skruer

Viser der sig i slibet nævnt ovenfor for store forekomster af cementit og/eller perlit, udvides kontrollen til at omfatte slib af 5 % af emnerne i chargen.

Konstateres der herved igen for store forekomster af cementit/perlit, kasseres hele chargen, eller der foretages en varmebehandling for at bringe strukturen i overensstemmelse med kravene.

Hvis chargen har vist tilfredsstillende struktur, eller hvis en fornyet strukturkontrol efter en eventuel varmebehandling har vist tilfredsstillende resultat, foretages følgende:

AAB Stål
Udg. 03.00

- Hårdhedsmålinger (5 stk. pr. emne på nærmere aftalte punkter) af 5 % af emnerne, udtaget stikprøvevis til kontrol af, at hårdhedskravet er opfyldt.
- 100 % visuel kontrol til frasortering af emner med revner, revnelignende fejl, koldløbninger og andre støbefejl.

Et eventuelt varmebehandlet parti skal tydeligt mærkes af hensyn til de specielle nødvendige forholdsregler, der skal tages før varmforzinkningen.

For hver dagsproduktion udtages et emne til kemisk analyse.

13.6.3 Øvrige beslag og sfæriske skiver

Emner, som er godkendt ved mikroskopiundersøgelsen, underkastes 100% visuel kontrol til frasortering af emner med revner, revnelignende fejl, koldløbninger og andre støbefejl.

Overfladefejl, som vurderes at være uvæsentlige for beslagets funktion, vil ikke være kassationsgrund.

13.7 Overfladebehandling og korrosionsbeskyttelse

Varmforzinkning

Det skal kontrolleres, at zinklaget overalt er jævnt og fastsiddende. Zinklagets beskaffenhed og udseende skal være førsteklasses og fuldstændig fri for revner og sprækker. Kontrolmåling af zinkbelægningens tykkelse og kvalitet skal indgå i entreprenørens kvalitetsplan, og måleresultaterne skal indføres i kontroljournalen. Der må ikke forefindes hvidrust ved afleveringen.

Efter forzinkningen skal foretages en geometrikontrol af eventuelle flangehullers placering og emnernes rethed, og der foretages en prøvesamling af et tilfældigt udvalgt eksemplar af hver type bærende konstruktion.

Malerbehandling

Når de varmforzinkede emner ankommer til maleren, skal det kontrolleres, at der ikke er sket skader under transporten, og at emnerne er fri for hvidrust.

Kulør og malingtype skal kunne kontrolleres.

De enkelte emners zinktykkelse skal kontrolleres før malingen påføres, således at selve malingens tørfilmstykkelser kan kontrolleres.

Det skal kontrolleres, at ståltemperaturen mindst er 3 °C højere end dugpunktstemperaturen, og at malingleverandørens retningslinjer i øvrigt overholdes.

Der skal løbende foretages en stikprøvekontrol af lagtykkelserne ifølge nedenstående retningslinjer.

Tørfilmstykkelserne skal bestemmes som angivet i DS/ISO 19840 med det i standarden beskrevne 80/20-kriterie,

AAB Stål
Udg. 03.00

Begrænsningerne i DS/EN ISO 2808 for emnets form er ikke gældende, men måleinstrumenterne eller målingerne korrigeres for eventuelle fejlvisninger ved hjælp af individuelle justeringer på de forskellige ståldimensioner.

Målinger efter metode i DS/EN ISO 2808 eller egentlige snitmålinger er udslagsgivende i tvivlstilfælde.

De mindste enheder, der må behandles ved kontrol og eventuel udbedring, er én enkelt stang med ca. 0,5 m's udstrækning eller et tilsvarende emne i konstruktionen.

Hvis den gittersnitklasse, som er resultatet af vedhæftningsforsøgene, er dårligere end forventet, skal entreprenøren udføre nye prøveplader udført med 100 % kontrol.

Der aftales foretaget et antal gittersnit på den færdige konstruktion for at kontrollere, at denne opfylder de krav, der er stillet ud fra prøvepladerne.

De færdigmonterede emner skal gennemgås for transport- og montageskader.

Umiddelbart inden garantiperiodens udløb skal entreprenøren gennemgå konstruktionerne med henblik på at konstatere, om garantikravene til overfladebehandlingen er opfyldt. Måleresultaterne skal indføres i kontroljournalen.