

# KRAVSPECIFIKATION

---

## VANDVÆRKER

## BILAG 4

## TEKNISK PROCEDURE FOR RUSTFRIT STÅLARBEJDE

Rev.	Revisionsdato	Emne (ændring)
0	07.11.2019	Første udgivelse
1	02.05.2023	Hele bilaget omstruktureret

# **KRAVSPECIFIKATION**

---

## **Indholdsfortegnelse**

1	Krav til rustfri materialer .....	3
2	Håndtering og opbevaring .....	3
3	Dokumentation og svejselog .....	4
4	Tildannelse og ophæftning .....	4
5	Svejsning .....	5
6	Svejskontrol og reparation.....	6
7	Bejdsning/passivering, rengøring og emballering .....	7

# KRAVSPECIFIKATION

---

## 1 Krav til rustfri materialer

Rustfri materialer skal leveres med materialecertifikat type 3.1 iht. DS/EN 10204.

Padematerialer skal leveres med overfladekvalitet 2B op til og med 8 mm tykkelse. For pladematerialer over 8 mm og generelt for plader i Duplex (EN 1.4462) accepteres overfladekvalitet 1D.

Rør skal leveres fuldt bejdsede og iht. EN 10217-7.

Fittings (bøjninger, T-stykker osv.) leveres fuldt bejdsede og iht. DS/EN 10253-3/4.

Firkantrør og profiler skal leveres fuldt bejdsede.

Tykkelses-, form- og breddetolerancer i henhold til DS/EN ISO 9445 for plade og stangstål og DS/EN ISO 1127 for rør. For rør gælder toleranceklasse D2/T3.

Flanger og flangekraver leveres generelt iht. DS/EN 1092. Flanger og flangekraver, der ikke er iht. DS/EN 1092, skal afdrejes på pakflader og termisk skårne flader. Dette gælder ikke for huller til bolte og dyser, som skal afgrates og rejfes på begge sider.

Alle overflader skal ved levering fremstå ensartede uden ridser, buler, rustmærker og lignende. Plader, rør og halvfabrikata skal kontrolleres for defekter som en del af modtagekontrollen før fremstilling. Afvigelser skal rapporteres til bygherren/tilsynet med en plan for udbedring (slibning, bejdsning, glasblæsning eller andet). Hvis udbedring ikke kan accepteres, skal materialerne afvises.

## 2 Håndtering og opbevaring

Alle rustfri materialer skal håndteres og opbevares, så deres korrosionsmæssige egenskaber ikke forringes. Kravene til DDS beskrevet i VAV 101 skal overholdes. Følgende forholdsregler skal betragtes som minimumsforanstaltninger. Dette skal indskærpes over for eventuelle underentreprenører.

Alle materialer skal under produktion og indtil endelig aflevering håndteres og opbevares med omtanke, så overflader ikke beskadiges.. Eksempelvis skal endebunde til beholdere stables med passende mellemlæg, så metallisk kontakt undgås. Plader, der skal valeses, kan evt. beskyttes med folie.

Rør skal leveres og opbevares tilproppede og passende emballeret, således at forurening, deformation og ridsedannelse undgås.

Rustfrit stål må ikke komme i berøring med ulegeret stål under transport, håndtering, bearbejdning og opbevaring. Det betyder, at alt håndteringsværktøj, alle lagerreoler mm., som bruges til rustfrit stål, skal være fremstillet af rustfrit stål, plast eller træ, eller være beklædt med tekstil, nylon, træ eller lignende. Der må aldrig bruges sorte båndstål til emballering, som kommer i kontakt med rustfri materialer.

Rustfrit stål skal opbevares på et tørt og rent sted, hvor det ikke udsættes for jernpartikler, slibestøv eller svejseprøjt. Det skal ligeledes beskyttes mod materialeagnister fra såvel ulegeret som rustfrit stål. Hvis materialerne ikke kan anbringes under tag, skal de placeres på strøer og overdækkes med presenning. Dette gælder gennem hele fremstillingsprocessen.

## KRAVSPECIFIKATION

---

### 3 Dokumentation og svejselog

Under hele fremstillingsprocessen skal svejsninger dokumenteres i en svejselog med tilhørende tegningsdokumentation, der viser svejsningernes placering.

Alle medieberørte materialer skal have 3.1 certifikat iht. DS/EN 10204, og der skal være fuldt dokumenteret sporbarhed i forhold til hvor materialerne er brugt i systemet.

I svejselogen skal der som minimum for hver svejsning angives:

- Tidspunkt og dato.
- Svejser ID, der kan genfindes på svejsecertifikat.
- Anvendt svejseprocedurespecifikation (WPS).
- Charge/heat nr. på sammensvejste materialer inkl. tilsatsmateriale.
- Resultat af kontrol og kommentar om evt. reparation og gentest.

3. parts kontrol dokumenteres i en separat rapport.

Der skal foreligge svejseprocedurespecifikationer (WPS) baseret på godkendt WPQR i overensstemmelse med DS/EN ISO 15614, DS/EN ISO 15609 eller tilsvarende dækkende de til arbejdet hørende sømtyper, godstykkelser, materialer mv.

Alle svejsere skal have erfaring med svejsning i rustfrit stål og have gyldigt certifikat i overensstemmelse med DS322.

WPS/WPQR og svejsecertifikater skal fremsendes til bygherren/tilsynet senest 4 uger før arbejdets opstart, og afleveres som en del af KS-materialet.

### 4 Tildannelse og ophæftning

Materialerne skal tildannes, så konstruktionen efter svejsning og montering opnår form og dimensioner, som er i overensstemmelse med tegningerne. Det betyder, at der skal tages hensyn til de deformationer, som opstår under svejsningen.

Snitflader skal være plane og fri for grater. Der må ikke forekomme olie, fedt eller anden belægning i svejsezoner, dvs. affedtning skal ske på begge sider af materialet og række mindst 50 mm fra fugekanten.

Skæring med "kold" metode med maskinsav foretrækkes frem for "varm" metode såsom plasmaskæring, skæring med skæreskive eller andet, som giver sprøjt, der kan brænde sig fast i overfladen. Laserskæring kan også accepteres, da varmepåvirkningen på materialet er meget lav. Hvis der anvendes "varm" metode, skal grundmaterialet beskyttes effektivt ved afdækning.

Afkortning af rør skal ske ved koldskærende bearbejdning med elektrisk koldsav eller tilsvarende uden brug af skærefedt eller skærevæsker.

Der må ikke udføres slibning indvendigt i rør og fittings, idet de forudsættes leveret rene og fedtfri. Svejsezonen indtil 50-100 mm ind i rørene (afhængig af rørdimensionen) aftørres med en ren fnugfri klud vædet med passende opløsningsmiddel, f.eks. sprit, metanol eller acetone.

## KRAVSPECIFIKATION

---

Ved omforandring eller udskæring på grund af reparation skal den misfarvede/oxiderede varmpåvirkede zone bortskæres, dog altid minimum 50 mm fra svejsningen.

De tildannede og rensede dele skal fikseres ved så små ophæftninger som muligt. Fikseringsværktøjerne må ikke fjernes, før alle hæftesvejsninger er fuldført. Der skal være tilstrækkelig mange hæftesvejsninger, så de kan "bære" emnet, når fikseringsværktøjet fjernes. Hæftningerne skal udføres lige så omhyggeligt som al anden svejsning, dvs. indvendigt skal fugespalten beskyttes ved hjælp af baggasværktøj med baggas og udvendigt med beskyttelsesgas.

## 5 Svejsning

For medieberørte svejsninger i godstykkelse  $\leq 3$  mm skal svejseprocessen være TIG.

For svejsninger i godstykkelse  $>3$  mm skal bundstrengen foretages med TIG, hvis rodsiden er medieberørt. Opfyldning kan ligeledes ske med TIG eller alternativt med MIG, MAG eller rørtråd.

Ved svejsning med MIG, MAG eller rørtråd skal slaggen fjernes helt ved overfladebehandling efter svejsning, således at svejsningen fremstår metallisk ren.

Lang- og rundsømme kan svejdes på en kvalificeret svejsemaskine.

Alle svejsesømme skal være lukkede, og alle V-sømme skal være fuldt gennemsvøjste.

Der må aldrig foretages svejsning på boltstål, og svejsning på indstøbte beslag må kun foretages efter bygherrens/tilsynets godkendelse.

Sammensvejsning af emner med forskellige tykkelser kan accepteres såfremt de er fuldsvejst på begge sider. Dette gælder fx rør i svejseflanger, som skal svejdes på begge sider.

Forstærkerplader (dabling) skal udføres som anvist i DS/EN 13445-3 eller DS/EN 13480-3 og være fuldsvejste. Sladre-huller skal vende nedad, og skal kunne afropes før bejdsning.

Svejsarbejdet skal udføres i overensstemmelse med DS/EN 1011-1 for rustfrit stål, Svejsesømmene skal udføres i sømklasse I. Svejsning skal udføres på en sådan måde, at svejsesømmene så vidt muligt har med samme styrke og kvalitet som grundmaterialet.

Tilsatsmaterialer til svejsning skal vælges, således at svejsesømmene er mindst lige så korrosionsbestandige som grundmaterialet, dvs. at tilsatsmaterialerne skal have mindst lige så højt et indhold af legeringsstoffer som grundmaterialet jf. DS/EN ISO14343 og gerne lidt overlegeret.

Svejsninger på beholdere og rørsystemer skal opfylde niveau B iht. DS/EN ISO 5817, og konstruktioner til trapper, gallerier, platforme og lignende skal opfylde niveau C iht. DS/EN ISO 5817.

For rørsystemer gælder, at hvis rodsiden har mediekontakt eller er placeret i "rød zone", skal der etableres baggasbeskyttelse, således at misfarvning af svejsningen kan overholde anløbningsniveau C, jf. FORCE Technology's rapport 1337-4-Da-EN 2016. Svejsningen skal dog overholde anløbningsniveau B, hvis rodsiden ikke kan bejdses. Det skal bemærkes, at selvom man vil efterbearbejde svejsningerne, kan man ikke undlade at bruge baggas.

## KRAVSPECIFIKATION

---

For beholdere og lignende, der efterfølgende fuldbejdses, er baggasbeskyttelse ikke et krav. Der må dog ikke forekomme kraftig forbrænding eller koksning på rodsiden, så en glat og korrosionsbestandig overflade (rodgeometri) ikke kan opnås.

Efter svejsning skal svejsningen og den omkringliggende ståloverflade fremstå uden svejsesprøjt, grater, hæftninger eller andre overfladedefekter så som slagger, oxider, silicium udtræk osv., der kan vanskeliggøre en efterfølgende svejsekontrol, kan have skadelig indflydelse på konstruktionens mekaniske/metallurgiske egenskaber, eller som ikke kan fjernes helt ved en efterfølgende bejdsning.

Overfladefejl, som ses visuelt ved brug af lup (forstørrelse maks. ca. 5x), og som danner skarpkantede gruber eller spalter, accepteres ikke, og vil derfor medføre krav om udbedring.

Udstyr skal så vidt muligt være præfremstillet, så opsvejsning på pladsen undgås. Evt. pladssvejsning skal godkendes af bygherren/tilsynet forud for arbejdets igangsættelse.

Hvis der foretages on-site svejsninger udvendig på tanke eller rør, skal evt. misfarvning på indersiden fjernes ved bejdsning med efterfølgende passivering og afvaskning. Sådanne svejsninger skal overholde samme krav mht. misfarvning, som beskrevet ovenfor.

## 6 Svejsekontrol og reparation

Entreprenøren skal påregne udførelse af svejsekontrol med et omfang i henhold til udbudmaterialet, og denne kontrol skal være indeholdt i tilbuddet.

Der skal være 3. parts kontrol af produktionen og af den endelige dokumentation. Der skal som minimum gennemføres tre fremstillingsinspektioner for pre-fab og tre for pladssvejsning. Entreprenøren afholder alle udgifterne til 3. parts kontrollen.

Entreprenøren og dennes underentreprenører skal gennem egenkontrol løbende kontrollere, at arbejdet udføres af personer med dokumenterede kvalifikationer og iht. de specificerede krav.

Der skal udføres følgende kontrol efter færdigsvejsning:

- Tanke, beholdere og siloer: 100% VT (visuel test), 20% RT (radiografisk test) og 100%PT (penetrant test) indvendig på tanken, dog indvendig og udvendig på studse.
- Rør: 100% VT udvendigt og 20% VT af rodsiden. Herudover 5% PT for rør  $\geq$  DN800.
- Grenrør: 100% VT udvendigt og 20% VT af rodsiden. For grenrør hvor afgreningen er  $\geq$  DN350 herudover 100% RT og 100% PT (grenrør er T-stykker, som fremstilles ved at der skæres hul i et rør og der påsvejses rør med samme eller mindre dimension).
- Konstruktioner til trapper, gallerier, platforme og lignende: 100% VT ifølge EN 970 samt ikke-destruktiv kontrol (NDT) med et omfang ifølge DS/EN 1090-2, afsnit 12.4.2.3, tabel 24 – EXC2. Konstruktionerne skal udføres iht. DS/EN 1993.
- Medieberørte svejsninger, der ikke er umiddelbart tilgængelige efterfølgende, skal filmes med endoskop.

Alle svejseømme skal kunne opnå følgende acceptniveauer:

## KRAVSPECIFIKATION

---

Visuel kontrol (VT):	Niveau B iht. DS/EN ISO 5817 for beholdere og rørsystemer. Niveau C iht. DS/EN ISO 5817 for konstruktioner til trapper, gallerier, platforme og lignende.
Penetrantprøvning (PT):	Niveau 2X iht. DS/EN ISO 23277.
Radiografi (RT):	Niveau 1 iht. DS/EN ISO 10675.
Misfarvning:	Alle svejsninger skal bejdses, og der må ikke forekomme koksning. Hvis der svejses med baggas, skal rodsiden overholde anløbningsniveau C jf. FORCE Technology's rapport 1337-4-Da-EN 2016. Dog skal anløbningsniveau B overholdes, hvis rodsiden ikke kan bejdses.

Ved fund af fejl, hvor testomfanget ikke er 100%, øges kontrolomfanget til yderligere 2 kontroller. Fejler disse også udvides til yderligere 4 kontroller, fejler disse også udvides til yderligere 8 kontroller og så fremdeles.

Svejsninger, som ikke opfylder ovenstående krav, skal repareres og gentestes, hvis dette kan accepteres af bygherren/tilsynet, og er i overensstemmelse med standarderne. En svejsesøm må kun repareres ved gensvejsning én gang.

Hvis reparationen ikke kan accenteres af bygherren/tilsynet eller 3. parts kontrollant, skal svejsesømmen bortskæres, hvorefter der svejses på ny.

Alle udgifter i forbindelse med svejsekontrol og eventuelle reparationer afholdes af entreprenøren.

## 7 Bejdsning/passivering, rengøring og emballering

Kravene til DDS beskrevet i VAV 101 skal overholdes. Følgende forholdsregler skal betragtes som minimumsforanstaltninger. Dette skal indskærpes over for eventuelle underentreprenører.

Det skal sikres, at alt udstyr i rustfrit stål afrenses for mærker, snavs, fremmedlegemer, slagger, svejseprøjt, oxider, silicium, udtræk osv., således at overfladen fremstår metallisk ren. Alle overflader skal rengøres omhyggeligt før bejdsning, så alt løst materiale, tuschmærker, taperester, snavs og lignende er fjernet. Der skal anvendes Pripan P3 sæbe ved afvaskningen.

Efterfølgende skal udstyret fuldbejdses, hvilket kan ske ved enten dyppe- eller sprøjtebejdsning. Bejdsningen skal ske ved en temperatur over 15°C. Hvis det efterfølgende er nødvendigt at efterbejde lokalt, kan det gøres med bejdsepasta, bejdsetape eller elektrobejdsning.

Ved brug af de i handelen forekommende bejdsevæsker og -pastaer skal leverandørens forskrifter nøje overholdes. Dette gælder såvel sikkerhedsforskrifter som anvisninger for brugen. Når der for et givet produkt er angivet et tidsinterval for behandlingen, f.eks. 8-24 timer, skyldes det, at reaktionshastigheden er meget afhængig af temperaturen; jo højere temperatur, des hurtigere sker bejdsreaktionen, hvilket betyder kortere behandlingstid.

Efter bejdsning fjernes alle rester af bejdsemiddel, og udstyret passiveres med en egnet passiveringsvæske. Herefter fjernes alle rester af passiveringsmiddel, hvorefter der afvaskes med Pripan P3 sæbe. Efter slutafvaskningen skal udstyret udtørres og klargøres til emballering og transport.

Procedure for ovenstående med beskrivelse af fremgangsmåde og kemikalier for de enkelte trin skal fremlægges til byggeledelsens/tilsynets gennemsyn og accept senest 4 uger før opstart af arbejdet.

## KRAVSPECIFIKATION

---

Byggeledelsen/tilsynet skal have mulighed for at udføre inspektion før og/eller efter bejdsning/passivering og før emballering.

Når beholdere, rørsystemer og konstruktioner er rengjort, skal alle rørender og åbninger i udstyret afproppes/afdækkes. Færdige beholdere skal efterfølgende emballeres i tætsluttende plast, der kan holde til transport og indhejsning på værket.

Udstyret skal så vidt muligt opbevares under tag. Hvis dette ikke er muligt, skal det placeres på strøer og overdækkes med tæt presenning. Dette gælder gennem hele fremstillingsprocessen.

Hvis udstyr opbevares eller transporteres udendørs uden indpakning/afdækning, skal alle udvendige overflader grundigt rengøres med Pripan P3-sæbe og efterfølgende spules med hedtvands højtryksrensere før indbaksning på værket.