



Opbygning af rørsystemer i levnedsmiddelindustrien

- med fokus på hygiejne

Forfattere:

*Andersen, Jens Folkmar; Alfa Laval Kolding A/S
Boye Busk Jensen, Bo; BioCentrum – DTU
Boye-Møller, Anne R.; Teknologisk Institut
Dahl, Michael; Teknologisk Institut
Jepsen, Elisabeth; APV Nordic A/S
Jensen, Erik-Ole; Arla Foods amba
Nilsson, Bo; Senmatic A/S
Olsen, Bjarne; Tuchenhagen GmbH
Thomsen, Willy; Royal Unibrew A/S*

Udarbejdet af arbejdsgruppe 'Flowkomponenter' i regi af Den Rustfri Stålindustris Kom-
petencecenter.



**RUSTFRI STÅLINDUSTRIS
KOMPETENCECENTER**

Den Rustfri Stålindustris Kompetencecenter
c/o Teknologisk Institut
Holbergsvej 10
DK-6000 Kolding

Tlf.: 72 20 19 00
Fax: 72 20 19 19

info@staalcentrum.dk
www.staalcentrum.dk

Denne guideline er udviklet med støtte fra Ministeriet for Videnskab, Teknologi og Udvikling.

Publiceret for Centret af:



**TEKNOLOGISK
INSTITUT**

Holbergsvej 10
DK-6000 Kolding

www.teknologisk.dk

© Teknologisk Institut
ISBN: 87-7756-750-1



Indledning

Nærværende vejledning giver nogle overordnede retningslinjer for opbygning af rørsystemer i levnedsmiddelindustrien.

Der er fokuseret på rustfri rørs udførelse og installationsmåde i hygiejniske (CIP-bare) lukkede systemer.

Vejledningen er opdelt i en række delelementer, der kan læses separat. Læses vejledningen i sin helhed, vil der forekomme enkelte steder med gentagelser, hvilket er et bevidst valg.

Vejledningen er udarbejdet af arbejdsgruppe Flowkomponenter i regi af Den Rustfri Stålindustris Kompetencecenter og er en del af en samling guidelines:

Guideline nr. 1: Kabelføringer og elskabe - med fokus på hygiejne

Guideline nr. 2: Huskeliste ved køb/salg af produktionsudstyr - med fokus på hygiejne

Guideline nr. 3: Transportører - med fokus på hygiejne

Guideline nr. 4: Rustfrit stål i levnedsmiddelindustrien - en introduktion

Guideline nr. 5: Opbygning af rørsystemer i levnedsmiddelindustrien - med fokus på hygiejne

Guideline nr. 6: Indbygning af komponenter i lukkede procesanlæg til levnedsmiddelindustrien - med fokus på hygiejne

God fornøjelse!

Nøgleord

Rørsystemer, rørtræk, levnedsmiddelindustri, stålkvalitet, hygiejnisk design, krav, svejsning, fittings, modtagelseskontrol, montage, kontrol, flow, installation, konstruktion, checkliste, anlægsopbygning



Indholdsfortegnelse

1. Fagområde	5
1.1. Afgrænsning.....	5
1.2. Definition og brug af guidelines	5
2. Valg af stål kvalitet	5
2.1. Anbefalet materialevalg for fødevarerindustrien.....	5
3. Design af rørsystemer.....	8
3.1. Drænbarhed eller ej?	9
4. Krav til rør og fittings	9
5. Modtagelseskontrol.....	10
5.1. Analyser til kontrol af leverancer	10
6. Opbevaring.....	11
7. Svejsning af rustfri stål rør og fittings.....	13
7.1. Valg af materiale som skal svejdes	13
7.2. Tilsatsmateriale.....	13
7.3. Svejsning ud fra et produkt-hygienisk synspunkt.....	13
7.4. Generelle krav til svejsning	14
7.5. Beskyttelsesgas.....	15
8. Krav til svejsningernes udførelse	18
8.1. Udstyr.....	19
8.2. Forberedelse til svejsning.....	19
8.3. Svejsning af rør	20
8.4. Efter færdigsvejsning	23
9. Montage.....	24
9.1. Drænbarhed.....	24
9.2. Rørdimensioner	24
9.3. Linjeføring	24
9.4. Pakninger ved rørsamlinger	25
9.5. Rørbæringer	25
9.6. Forholdsregler ved produktionsstop	25
10. Kontrol af udført arbejde.....	26
10.1. Svejskontrol for leverance	26
10.2. Anlægskontrol.....	27
11. Overblik over andre guidelines om rørføring mv.....	27
12. Anvendte metoder	29
13. Yderligere informationer og referencer	29
14. Ændringsprotokol.....	29



1. **Fagområde**

Nærværende vejledning giver en samling overordnede retningslinjer for opbygning af rør-systemer i levnedsmiddelindustrien.

Særlige opmærksomhedspunkter vises bl.a. i form af skitser/billeder.

1.1. Afgrænsning

Gruppen har fokuseret på rustfri rørs udførelse og installationsmåde i hygiejniske (CIP/SIP bare) lukkede systemer til fødevareindustrien.

1.2. Definition og brug af guidelines

Vejledningen kan bruges af konstruktører i forbindelse med opbygning af nye anlæg og ved renovering af gamle anlæg. Vejledningen kan også bruges af montageledere som checkliste, således at uhensigtsmæssigheder under montage undgås. Værkførere får og så viden om korrekt opbevaring og håndtering af det leverede materiale.

Vejledningen kan endvidere bruges af indkøbere som beslutningsgrundlag i forbindelse med specifikation af anlægsopbygning og delelementer.

Endelig kan vejledningen bruges som kommunikationsredskab mellem hhv. indkøbere og leverandører for at afstemme forventninger til leverancen.

Vejledningen har ikke til hensigt at anbefale bestemte typer løsninger eller leverandører.

2. **Valg af stål kvalitet**

Rustfrit stål af forskellig kvalitet er det mest anvendte materiale i fødevareindustrien til opbygning af maskiner og procesudstyr. Dette skyldes stålets evne til at danne en kromoxidhinde på overfalden, som fremstår glat og hel med gode mekaniske egenskaber, uden at stålet korroderer. Hvis kromoxidhinden nedbrydes, korroderer stålet. Rustfrit stål er grundlæggende ikke et ædelt metal, men er et materiale, som er mere eller mindre inaktivt over for de fleste miljøer.

På trods af at rustfrit stål har mange gode egenskaber, er det et komplekst materiale, hvor der kan forekomme korrosionsproblemer pga. forkert anvendelse og behandling. Dette kan medføre, at dele af procesudstyr eller maskiner skal udskiftes alt for tidligt.

Få en introduktion til rustfrit stål i *Guideline nr. 4: "Rustfrit stål i levnedsmiddelindustrien – en introduktion"*.

2.1. Anbefalet materialevalg for fødevareindustrien



Generelt skal stålqualiteten altid vælges, så den er afstemt efter det miljø, stålet udsættes for. En ændring til et mere korrosivt miljø (f.eks. ved ændringer i produktet eller rengøringsmidlet/proceduren) kan betyde alvorlige korrosionsangreb på anlægget.

I fødevarerindustrien bør der som minimum altid anvendes rustfri stålqualiteter med følgende krav (se begrundelse herfor nedenfor samt under pkt. 7.1):

Kulstofindhold (C)	max. 0,05 %
Molybdænindhold (Mo)	min. 2,0 %

Ved brug af stålqualiteter såsom AISI 304 og AISI 316 skal opmærksomheden rettes mod kulstofindholdet. Dette kan være op til 0,08 %, hvilket er for højt, såfremt stålet skal svejses. Tabel 1 viser de mest anvendte stålqualiteter i fødevarerindustrien med angivelse af indholdet af de væsentligste legeringselementer. Ved valg af rustfrit stål, som skal svejses, er et lavt kulstofindholdet afgørende for at undgå kromcarbiddannelse: Jo større godstykkelsen er, jo længere tid er emnet opvarmet under svejsning og jo lavere skal kulstofindholdet være.



Tabel 1. Rustfri stål i forskellige normangivelser opdelt i kvalitetsgrupper med prisindex anno 2004. Da priser på rustfrit stål er meget afhængig af priser på legeringselementerne, vil der over tid ske forskydning i prisindekstallene.

	Ståltipe		C %	Cr %	NI %	Mo %	P %	S %	N %	Pris-Index (relativ skala)
Alm. rustfri stål (austenitisk)	AISI 304	min. max	0,08	18,0 20,0	8,0 10,5	- -	0,045	0,030		100
	AISI 304 L EN 1.4306	min. max	0,03	18,0 20,0	8,0 10,5	- -	0,045	0,030		
	SS 2333	min. max	0,05	17,0 19,0	8,0 11,0	- -	0,045	0,030		
	EN1.4301	min. max	0,07	17,0 19,0	8,5 10,5	- -	0,045	0,030		
Syrefast rustfrit stål (austenitisk stål med molybdæn)	AISI 316	min. max	0,08	16,0 18,0	10,0 14,0	2,0 3,0	0,045	0,030		130
	AISI 316 L EN 1.4404	min. max	0,03	16,0 18,0	10,0 14,0	2,0 3,0	0,045	0,030		
	SS 2347	min. max	0,05	16,5 18,5	10,5 14,0	2,0 2,5	0,045	0,030		
	SS2343	min. max	0,05	16,5 18,5	10,5 14,0	2,5 3,0	0,045	0,030		
	EN 1.4401	min. max	0,07	16,5 18,5	10,5 13,5	2,0 2,5	0,045	0,030		
	EN1.4436	min. max	0,07	16,5 18,5	11,0 14,0	2,5 3,0	0,045	0,030		
	AISI 904 L		0,01	20,0	25,0	4,5	-	-		300
AV 254 SMO		0,01	20,0	18,0	6,1				400	
Duplex stål (austenitisk-ferritisk stål)	SAF 2304	min. max	0,03	22,0 23,5	4,0 5,5				0,10	170
	SAF 2205 (EN1.4462)	min. max	0,03	21,0 23,0	4,5 6,5	2,5 3,5			0,14	190
	SAF 2507	min. max	0,03	24,0 26,0	6,0 8,0	3,0 5,0			0,30	400

Bemærk, at selvom AISI 304 og EN 1.4301 ofte anses for ens, kan der være små nuanceforskelle i kulstofindholdet.



3. Design af rørsystemer

Design af rørsystemer skal sikre en god fremtidssikret rørføring ved anvendelse af færrest mulige komponenter og samtidig sikre optimal funktion af anlægget. Der er mange mulige løsninger til at udføre et rørtræk på. Ofte anvendes langt flere bøjninger end nødvendigt, fordi designeren ikke har tænkt sig tilstrækkeligt om.

En bøjning for meget betyder:

- omkostninger til køb af bøjning
- omkostninger til installation
- forøgede energiomkostninger i hele anlæggets levetid pga. tryktab

Det er derfor vigtigt, at man tænker sig godt om i designfasen!



Figur 1. Eksempel, hvor der anvendes flere bøjninger end nødvendigt, hvilket fører til øgede omkostninger

Under udskiftning af eksisterende rørsystemer ses det ofte, at de eksisterende rørsystemer ikke nedtages, mens det nye bygges. Det eksisterende rørsystem vil ofte være i vejen for det nye rørsystem - der tages derfor hensyn til det eksisterende rørsystem, og den nye installation bliver derved ikke optimal. Man bør fokusere på at optimere den nye rørinstallation. Det er bedre at lave den gamle rørinstallation midlertidigt om, end at montere nye rør omkring den gamle rørinstallation, med et dårligt resultat til følge.

Ved projektering af rørføringer vil man med fordel kunne anvende 3 D tegninger (tegninger i 3 dimensioner, perspektivtegninger), som illustrerer rørføringerne. Kunden og leverandøren kan sammen lettere fejlsøge, undgå misforståelser og finde optimal rørføring inden den endelige montage påbegyndes. Herved lettes montageopgaven væsentligt.



3.1. Drænbarhed eller ej?

Der er to forskellige driftssituationer, der er fremherskende i procesindustrien:

1. Den ene er, at anlægget skal tømmes hver gang, der har været produktion, dvs. at det er meget vigtigt, at der kan drænes for alt, inden anlægget forlades.
2. Den anden og mest udbredte i nyere tid er, at anlægget skal være væskefyldt til evig tid, dvs. at der efter endt proces skal skubbes efter med en steril væske, der står i systemet, indtil der skal startes ny proces op igen, hvorved der sker en fortrængning af den sterile væske med procesvæskerne.

Uanset hvilken filosofi der vælges, skal anlægget bygges op således, at det kan drænes. Det gøres ved at opbygge anlægget med et toppunkt med fald til begge sider i procesrør-systemet og ved at indbygge dræn, der kan sikre, at anlægget kan tømmes for både luft, produkt og CIP-væsker. Det er utopi at tro, at anlægget aldrig skal tømmes.

4. Krav til rør og fittings

- Der skal vælges en rustfri stål kvalitet, som er afstemt til den belastning og det miljø, som anlægget udsættes for. Et fornuftigt valg kan være EN 1.4401 dog med et maksimalt kulstofindhold på 0,05 % (se Tabel 1).
- Rør skal være runde, og fittings skal have runde tilslutningsrør. Ovale tværsnit må ikke forekomme i rørenderne på hverken rør eller fittings, speciel opmærksomhed skal rettes mod bøjninger og opkravninger.
- Overfladeruheden indvendigt afhænger af branchen. Typisk for fødevarerindustrien er der ønsket om $Ra < 0,8 \mu\text{m}$. Bemærk, at der i henhold til internationale normer er forskel på at specificere en "max. værdi" og en "øvre værdi" (og tilsvarende for en "min. værdi" og en "nedre værdi"). Specificeres f.eks. en "øvre Ra -værdi" på 0,8 betyder det, at 16 % af målingerne må være uanet højere end denne værdi. Specificeres derimod en "max. Ra -værdi" på 0,8 må ingen af målingerne ligge over denne værdi. Målingerne skal 1) være baseret på et statistisk grundlag (et tilstrækkeligt antal målinger), 2) være foretaget på homogene flader uden fejl, der er indenfor bedømmelsesgrundlaget
- Indvendig bør overfladen være passiveret, bejdset eller elektrolyseret. Ved elektrolyserede overflader skal der udvises særlig opmærksomhed ved svejsning, idet der kræves en væsentligt bedre baggasbeskyttelse, når der svejdes på overflader, som er gjort "blanke" – f. eks ved slibning, elektro-polering, m.v.
- Der må ikke forekomme ridser, huller, porøsitet eller anden overfladebeskadigelse på produktsiden af stålet
- Rørene skal leveres fejlfri og rene, såvel indvendig som udvendig. De skal leveres proppede i enderne samt indpakkede.
- Fittings skal leveres fejlfri og rene, såvel udvendig som indvendig, og skal leveres indpakkede, se figur 4.
- Alle rør og fittings tilhørende en montageopgave bør have samme rørdiameter og godstykkelser, dvs. leveret i samme Standardklasse (DS, DIN, SS og lignende).

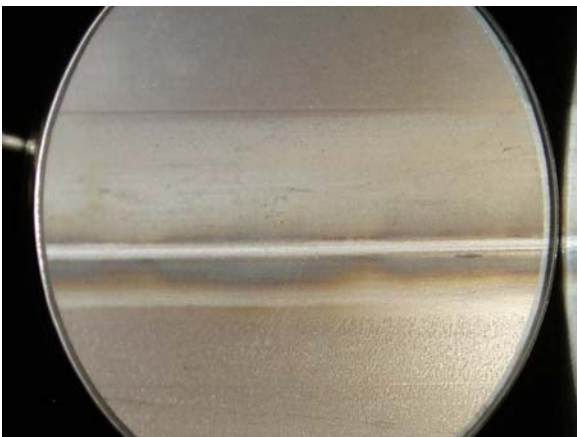


(Senere kan man dog godt svejse et DIN-rør sammen med et DS-rør. Det kræver blot, at røret med mindste diameter vales op i samme diameter som det andet rør).

5. Modtagelseskontrol

Modtagelseskontrollen skal sikre:

- At der ikke er synlige defekter og urenheder på det leverede materiale. Dette kan senere give problemer i procesudstyret, hvor disse urenheder kan samle sig
- At materialet er leveret i den aftalte kvalitet, og at der medfølger materialecertifikater, der dokumenterer dette
- At de leverede rør er proppede i enderne og tørre indvendig
- At tværsnittet ikke er ovalt i materialet, da dette kan give rodfejl ved sammensvejsning. Ses ofte ved fittings.
- At fittings er leveret i de rigtige grader/vinkler i forhold til det bestilte.
- At indvendig ruhed på rør og fittings opfylder de aftalte krav (ofte $Ra < 0,8 \mu\text{m}$).
- At såvel rør som fittings er bejdset eller passiveret indvendigt. Særlig opmærksomhed rettes mod sammensvejsninger.
- At længdesvejsningen i rør og fittings ikke har givet misfarvninger indvendig, se figur 2.
- At fittings og rør er indpakkede.
- At overflader, der skal i kontakt med produktet er fri for ridser, huller, porøsitet og andre fejl der viser sig som fordybninger i overfalden.



Figur 2. Ny-leverede rør med misfarvning i længdesvejsningen. Røret er kassabelt. (Et spejl er sat ind i røret – det er spejlbilledet, man ser).

5.1. Analyser til kontrol af leverancer

Følgende teknikker kan benyttes til kontrol af modtaget materiale samt dokumentation af overfladebehandling og –finish.

- Optiske emissionsspektral-analyser (OES-analyser) til kontrol af kemisk sammensætning oplyst i med-
- følgende leveringscertifikater iht. EN 10204/3.1B (identisk med prEN 10204/3.1a),
- Lysoptisk mikroskopi (LOM) til kontrol af mikrostruktur,



- Skanning elektronmikroskopi (SEM) til kontrol og fotografisk dokumentation af overfladefinish (topografi),
- Ruhedsmålinger til dokumentation af Ra- og Rz-værdier samt optegnelse af overfladeprofiler, jf. DS/ISO 4288, DS/ISO 4287 og DS/ISO 3274.

6. Opbevaring

- Når der er lavet en modtagelseskontrol, skal rørenderne aflukkes. Dette skal sikre, at der ikke trænger urenheder og smådyr ind i rør og fittings.
- Alle materialer (rør, fittings, ventiler m.v.) skal lagres under tørre og støvfrie forhold (og ikke som vist i figur 3).
- Alle materialer (rør, fittings, ventiler m.v.) skal lagres ved samme temperatur, som der er ved montagedstedet. Hvis dette ikke er muligt, skal materialet bringes ind til montagedstedet minimum 24 timer før montagen, således at det kan opnå samme temperatur som montagelokalet. Dette skal sikre, at der ikke dannes kondens indvendigt i rørene, hvilket kan forårsage svejsefejl, der medfører, at svejsningerne kasseres.
- Det skal sikres, at der ikke kan ske deformation af det lagrede ved påkørsel eller utilstrækkelig understøtning.
- Arbejde i sort stål og rustfrit stål skal altid holdes adskilt. Det gælder også opbevaringen.



Figur 3. Ny-leverede rør, som opbevares ukorrekt på site.



Figur 4. Eksempler på korrekt indpakkede fittings.



Figur 5. Eksempel på korrekt opbevaring af fittings.



7. Svejsning af rustfri stålør og fittings

7.1. Valg af materiale som skal svejdes

Generelt besidder austenitiske stål en meget god svejsbarhed, men der bør kun vælges materialer, som indeholder **0,05% C (kulstofindhold) eller mindre** afhængig af godstykkelsen. Dette skyldes, at der let dannes kromcarbide i korngrænserne. Jo højere C-indhold i stålet, jo lettere dannes der kromcarbide. Når der dannes kromcarbide, opstår der kromfattige områder. Dette medfører, at der er mindre krom til rådighed til dannelse af passivhinden og derfor opstår der let interkrystallinsk korrosion.

7.2. Tilsatsmateriale

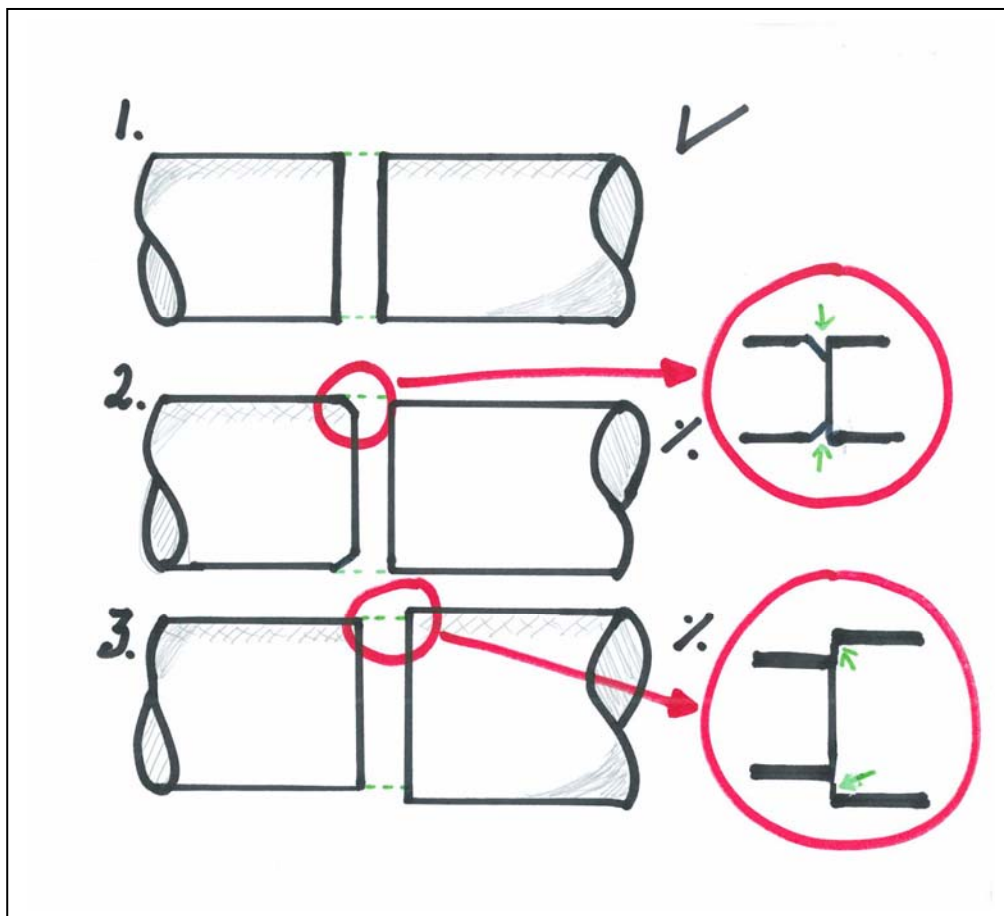
Ved svejsning af rustfri stål, hvor der anvendes tilsatsmaterialer, må der ikke bruges tilsatsmaterialer af en lavere legering end grundmaterialet. En god regel er altid at opgradere tilsatsmaterialet, f.eks. ved svejsning af AISI 316 at vælge et tilsatsmateriale med højere indhold af krom og molybdæn. Årsagen er, at der under svejsning afbrændes en del af legeringselementerne i svejsebadet. Ved at opgradere tilsatsmaterialet tager man højde for den afbrænding af legeringselementer, som foregår, og i bedste fald får man et overskud af legeringselementerne i svejsningen, og dette vil forbedre korrosionsstabiliteten i svejsningen.

7.3. Svejsning ud fra et produkt-hygienisk synspunkt

Konstruktionsfilosofien for udstyr er, at produktet skal kunne strømme frit og uhindret gennem rørsystemet. Systemet skal kunne rengøres effektivt. Det er derfor vigtigt, at forberedelsen til svejsning er grundig. De dele som sammensvejses, skal være grundigt rengjorte og afgratede, men fremstå fuldkantet (se Figur 6, 1+2). Ligeledes vil variationer i godstykkelse, fejl i opretning, ovale rør eller fittings, forkert konstruktion eller lignende kunne medføre lommer og zoner, hvor CIP bliver utilstrækkelig (se Figur 6, 3).

Ukorrekt svejsning kan medføre dårlige hygiejneforhold i et ellers hygiejnisk velkonstrueret anlæg. F.eks. vil et rest-iltindhold i baggassen på over 1 % medføre begyndende ujævnheder og gradtannelser i selve svejseoverfladen. Ligeledes vil begyndende korrosion medføre mulige bakterielommer længe før, den egentlige korrosion opdages. Rodfejl i svejsningen må ikke forekomme, da det kan medføre bakterielommer.

Normalt vil ruheden på en god svejsning ligge på ca. 1,6 - 4 µm. Den højst acceptable ruhed i en svejsning er 6 µm på produktsiden. Dette vil accepteres, da svejsearealet er en meget ringe del af installationens areal, og samtidig er overfladetopografien "blød" p.g.a. smeltebadet.



Figur 6. 1) Røret er korrekt afgratet og fuldkantet, klar til svejsning, 2) viser det modsatte af 1). 3) viser to rør med ens diameter, der sidder forskudt i forhold til hinanden. Ved sammensvejsning af forskudte rør, vil der opstå skyggezone for rengøringsvæsken, hvor CIP bliver utilstrækkelig. Såfremt det er nødvendigt at sammensvejsning af rør med mindre afvigelser i diameter, skal det mindste rør vales op i diameter, således at diameterforskellen mellem rørene er $< 20\%$ af godstykkelsen. Ligeledes må ingen af rørene være ovale eller ude af flugt med hinanden (excentriske), og afvigelsen skal være $< 20\%$ af godstykkelsen. Afstanden mellem emner, som skal sammensvejses, skal være $< 0,25$ mm. (Se også figur 8).

7.4. Generelle krav til svejsning

Alle overflader, såvel indvendig som udvendig, skal ved svejsning være grundigt rengjorte, og al olie og fedtholdigt materiale **skal** være fjernet fra svejsezone, da det i modsat fald vil medføre urenheder i svejsningen med nedsat korrosionsstabilitet til følge.

Kun personer der er indehaver af gyldigt certifikat til svejsning af rustfri stål og som følge deraf har den fornødne erfaring, må foretage svejsning af emner, som anvendes i fødevarereindustrien. Bemærk, at der findes flere normer/standarder for dels certificering af svejsere, certificering af svejseoperatører, udformning og godkendelse af svejseprocedurer samt for svejsekrav (acceptniveauer for svejsefejl). Der henvises til Dansk Standard for at se de aktuelle certificerede svejsenormer, se www.ds.dk.



En veludført svejsning vil ikke kræve nogen form for afslibning, men en svejsning bør så vidt muligt bejdses både udvendigt og indvendigt i rør. Det vil øge korrosionsstabiliteten. Det er besværligt at bejdse rørstrengene indvendigt, og det bliver normalt ikke gjort. Derfor er det ekstra vigtigt at være omhyggelig med baggasdækningen i de rørsvejsninger, som ikke kan bejdses.

Undgå så vidt muligt at blande rør fra forskellige standarder (DIN/DS/EN...), da der kan forekomme afvigelser i såvel diametre som godstykkelser. Såfremt det er nødvendigt at sammensvejses rør med mindre afvigelser i diameter, skal det mindste rør vals op i diameter, således at diameterforskellen mellem rørene er $< 20\%$ af godstykkelsen. Ligeledes må ingen af rørene være ovale eller ude af flugt med hinanden (excentriske), afvigelsen skal være $< 20\%$ af godstykkelsen (se Figur 6, 3).

Alle rør og flader, som skal sammensvejses, skal være rette, og der skal bruges mekaniske skæreapparater til skæring af rør for at sikre vinkelrette snitflader. Afstanden mellem emner, som skal sammensvejses, skal være $< 0,25$ mm.

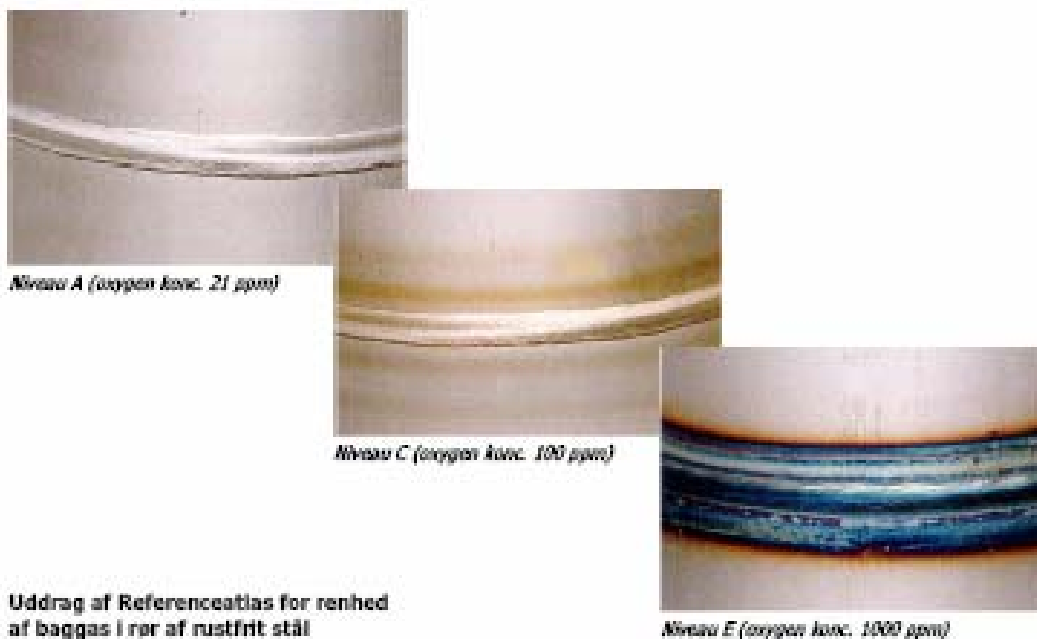
7.5. Beskyttelsesgas

Ved svejsning skal der anvendes beskyttelsesgas på både forside og bagside af svejsezonen. Beskyttelsesgassens formål er at hindre adgang af ilt til svejsebadets forside og bagside.

Såfremt der ikke anvendes tilstrækkeligt baggas, vil det medføre en oxidation af den varmepåvirkede svejsezone. Dette resulterer i en svækkelse af såvel de mekaniske som korrosionsmæssige egenskaber.

Baggassen skal være effektiv indtil overfladetemperaturen af stålet er under $250\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Ved effektiv baggas forstås, at restiltindholdet i baggassen er så lavt, at den dannede farve i svejsezonen er mindre end eller lig med **niveau C** i Force Instituttets rapport nr. 94.30 "REFERENCEATLAS - for renhed af baggas i rør af rustfrit stål". Se illustration heraf i figur 7.



Figur 7. Uddrag af Force Instituttets rapport nr. 94.30 "Referenceatlas for renhed af baggas i rør af rustrit stål" der viser den dannede farve i svejsezonen ved hhv. niveau A, niveau C og niveau E (fra venstre mod højre).

I bejdsede mejerirør vil det svare til:

Ved anvendelse af argon-gas:	max. 30 ppm rest-ilt
Ved anvendelse af formier-gas:	max. 100 ppm rest-ilt

NB: Vær opmærksom på at blanke overflader giver væsentligt mere farve end bejdsede overflader, og derfor kræver en væsentlig bedre baggasdækning (restiltindholdet i baggasen skal være lavere).

OBS! Der skal være fuld baggasdækning såvel ved ophæftning som ved svejsning!

De mest anvendte beskyttelsesgasser er argon og formiergas. I de senere år har også noxal vundet indpas hos de "dygtige" svejsere. Ofte anvendes argon i svejsepistolen og formier anvendes som baggasbeskyttelse indvendig i rør. Tabel 2 angiver egenskaber og anvendelsesmuligheder for de 3 gastyper (argon, formier og noxal)

Generelt anbefales det at bruge argon beskyttelsesgas i svejsepistolen og formier beskyttelsesgas som baggas ved svejsning af rør.



Tabel 2. Oversigt over egenskaber og anvendelsesområder ved forskellige baggastyper.

Beskyttelsesgas	Egenskaber	Anvendelse
Argon	Argon er en farveløs og lugtfri ædelgas, hvis indhold i atmosfærisk luft er 0,93 vol.%. Argon er ubrændbart og ugiftigt. Argon er tungere end atmosfærisk luft.	Anvendelse af Argon beror på dets inaktive natur. Beskyttelsesgas til MIG-svejsning af aluminium og kobber samt til TIG-svejsning. Spulegas til rensning af metalsmelter. Beskyttelsesgas ved varmebehandling af metaller. Beskyttelsesgas i elektronikindustrien.
Formier	Formiergas er en reducerende gasblanding, bestående af nitrogen tilsat en mindre mængde hydrogen. Formiergas (90% N ₂ /10% H ₂) er ugiftig og brændbar i visse blandingsforhold med luft. Formiergas er lettere end atmosfærisk luft.	Beskyttelsesgas med reducerende virkning til dækning af emner mod atmosfærisk luft ved svejsning, lodning, glødning og hærkning. Formiergas anbefales anvendt til rodbeskyttelse (baggas) i forbindelse med svejsning af rustfrit stål - herunder duplex stål.
Noxal	Noxal er en blandingsgas af argon og brint, blandingerne er farveløse, lugtfrie og ugiftige. Indholdet af hydrogen giver blandingerne reducerende egenskaber. Da kun blandinger med under 5% hydrogen er ubrændbare i alle blandingsforhold med luft, karakteriseres Noxal 4 og 6 som brand- og eksplosionsfarlige. Noxal 2 = 97% Ar og 3% H ₂ Noxal 4 = 93% Ar og 7% H ₂ Noxal 6 = 80% Ar og 20% H ₂ Noxal er tungere end atmosfærisk luft.	Noxal 2 og 4: Beskyttelsesgasser til TIG, MIG- og Plasma-svejsning af rustfrit stål. Noxal 6: Plasmaskæring.

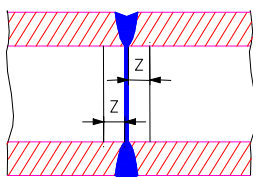


8. Krav til svejsningernes udførelse

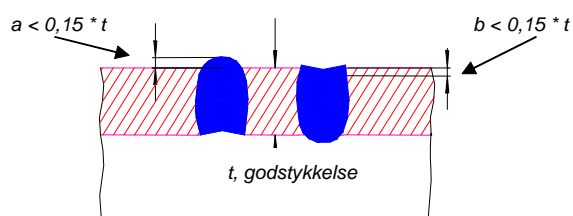
Både længere drifttider og anvendelse af stærkere rengørings- og desinfektionsmidler er medvirkende årsager til en forøget belastning på anlægsinstallationerne. Det stiller større krav til såvel materialevalg som anlægsopbygning. Her spiller svejsningens kvalitet en væsentlig rolle.

Ved nyanlæg eller ændring af bestående anlæg vælger bygherren (fødevarevirksomheden) stålqualiteten ud fra de forventede belastninger, stålet udsættes for. Når stålqualiteten er valgt, skal der stilles krav til svejsning af anlægget, således at installationens kvalitet ikke forringes.

Ud fra et korrosionsmæssigt synspunkt skal svejsningen i princippet kunne holde til de samme belastninger som grundmaterialet i hele installationens levetid. Det betyder, at såfremt der sker korrosion i svejsningen, men ikke i grundmaterialet over tid, har anlægsleverandøren svigtet i leverancen. Derfor må anlægsleverandøren også give garanti for holdbarheden af svejsningerne. Denne **garanti** bør ikke være under **5 år**. Hvis der sker korrosion i svejsningerne (svejsezone) men ikke i rørene, så er anlægsleverandøren, der foretog svejsningen, erstatningsansvarlig. Sker der korrosion i både svejsninger og rør, er virksomheden/kunden ansvarlig. (Svejsezone er området indenfor 30 mm afstand på begge sider af selve svejsningen, som vist i figur 8).



Svejsezone = $2 \times Z$, $Z \sim 30 \text{ mm}$



a og b målene skal overholdes såvel udvendigt som indvendigt i rørene



Figur 8. Rørenderne skal være rengjorte for snavs og fedt i minimum 30 mm afstand fra svejsestedet. Svejsesømmenes konkavitet/konveksitet skal være $< 0,15 \times$ godstykkelsen.

Ud fra et hygiejnisk synspunkt skal svejsningen på produktsiden være så glat som muligt, uden grater, sprækker og lignende. En veludført, indvendig svejsning bør have en ruhed i svejsesømmen på $Ra < 3 \mu\text{m}$, og den absolut højst acceptable ruhed er $Ra < 6 \mu\text{m}$.

I det følgende er opstillet anbefalede retningslinier for procestrinene: Forberedelse, udførelse samt kontrol af svejsning i rustfrit stål.

8.1. Udstyr

Følgende udstyr forventes at skulle anvendes:

- TIG-svejseværk med pulsbox.
- Itmåler for kontrol af restiltindholdet i baggas.
- Håndflowmåler for kontrol af gasmængde.
- Beskyttelsesgas (argon eller formiergas). (Det anbefales, at der anvendes argon udvendig og formiergas indvendig i rørene.)
- Rørskærer.

8.2. Forberedelse til svejsning

Ved rørinstallationer skal følgende retningslinier følges:

- Rørenderne skal være rengjorte for både snavs og fedt i minimum 30 mm afstand fra svejsestedet.
- Rørene skal være afkortet i rørskærer, således at rørene har et vinkelret lige snit. Manuel afkortning med nedstryger er kun acceptabelt, såfremt brug af rørskærer ikke er mulig, og at det på forhånd er aftalt med køber.
- De afkortede rørender skal være fri for grater.
- Rørender, som sammensvejses, skal have samme diameter både indvendig og udvendig. Ved eventuel forskel skal mindste rør vales op til samme indvendige diameter som det største rør.
- Ved anvendelse af lynspændere til fastholdelse af rørender, skal anlægsfladen være rustfri.

Angivelserne i Figur 8 skal overholdes.



8.3. Svejsning af rør

- Kun certifikatsvejsere må svejse produkrør
- Under svejsning skal der bruges beskyttelsesgas både udvendig og indvendig. Indvendig skal der være fuld baggasdækning¹ (se afsnit 7.5)
- Hæftning skal foretages med fuld baggasdækning - hver gang!
- Efter endt svejsning skal der være fuld baggasdækning til temperaturen er under 250 °C.
- Så vidt muligt skal svejsearbejde udføres i arbejdsbænk.
- Ved anvendelse af tilsatsmateriale må dette ikke have en lavere legering end grundmaterialet, et opgraderet tilsatsmateriale er at foretrække.
- Svejsningen skal udføres således, at der ikke er porefejl, rodfejl, indtrængningsfejl eller lignende.
- I den udstrækning det er muligt **skal** svejseren selv kontrollere alle svejsninger for korrekt baggas og korrekt svejserod (se figur 9-13).
- Ved svejsning i materialer, hvor godstykkelsen ligger i området 3-40 mm, skal DS/EN 288, nr. 1 til 8 respekteres.

I bejdsede mejerirør vil det typisk svare til:

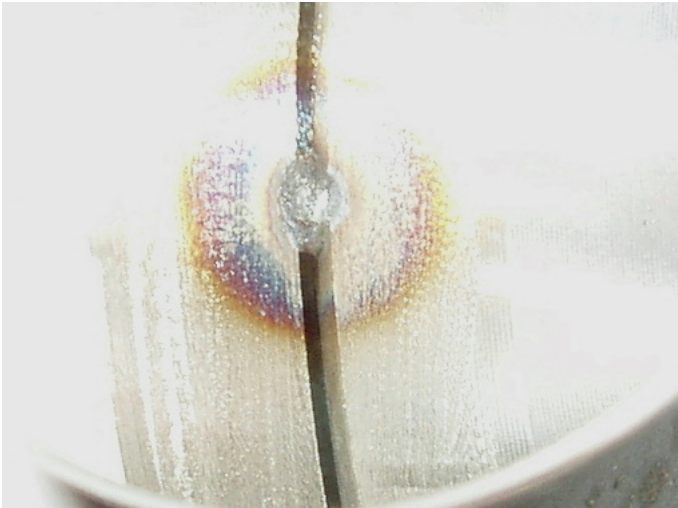
Ved anvendelse af Argon:	max. 30 ppm rest-ilt
Ved anvendelse af Formier:	max. 100 ppm rest-ilt

(Vær opmærksom på, at blanke overflader giver væsentlig mere farve end bejdsede overflader, og derfor kræver at restiltindholdet i baggassen er meget lavere)

Såfremt der er anvendt tilstrækkeligt med baggas som angivet ovenfor, vil der ikke opstå nævneværdige farvetoner. Derfor vil fremkomne farvetoner, som er på niveau med Level C eller højere - i "Referenceatlas - for renhed af baggas i rør af rustfrit stål" **ikke** blive accepteret (se figur 7).

I figur 9-13 vises eksempler på god og dårlig baggasdækning med farveaftegninger og svejserod.

¹ Ved fuld baggasdækning forstås, at restiltindholdet i baggassen er så lavt at den dannede farve i svejsezonen er mindre end eller lig med **niveau C** i Force Institutets rapport nr. 94.30 "REFERENCEATLAS - for renhed af baggas i rør af rustfrit stål"



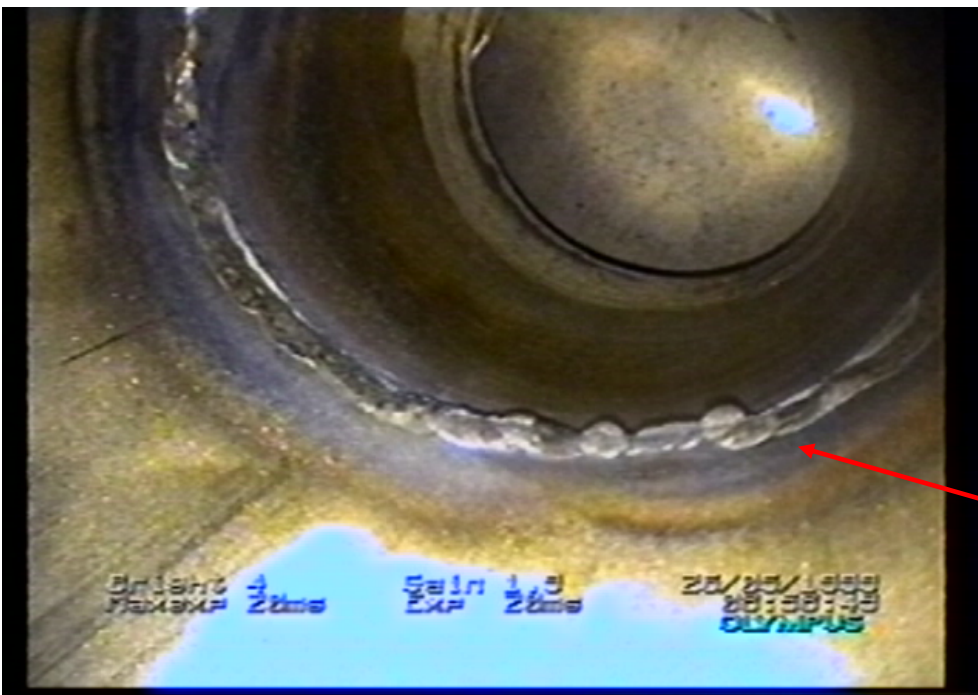
Figur 9. Ophæftning uden baggas. Man ser tydeligt den blå farve og koksdannelsen / slaggedannelse i ophæftningsroden.



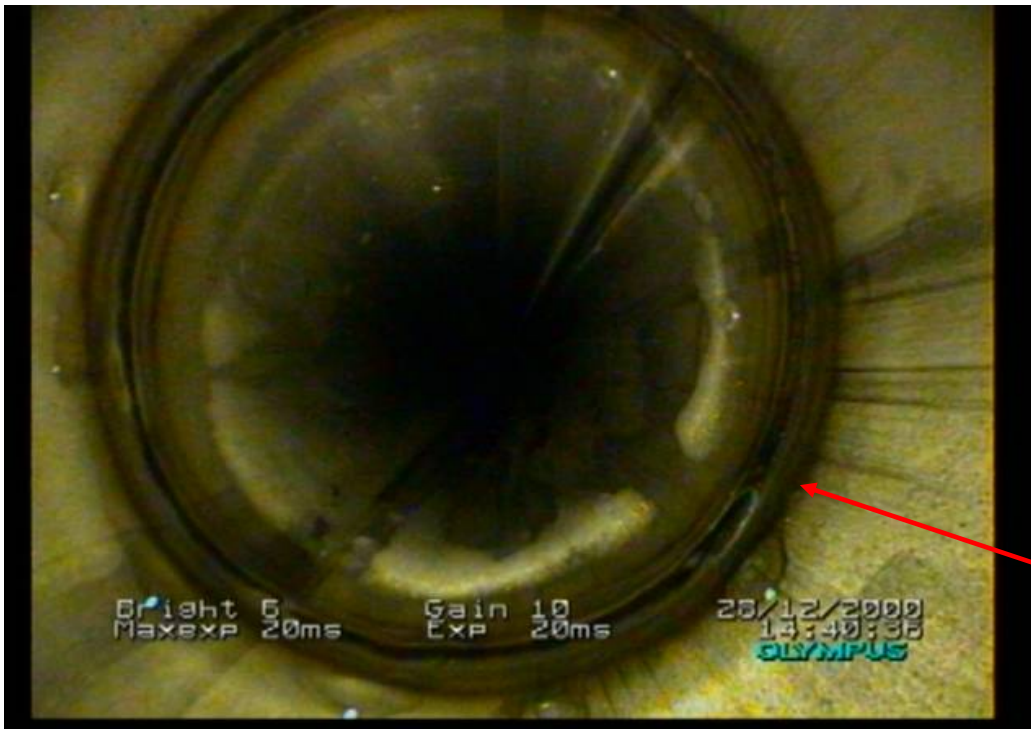
Figur 10. Efter fuldsvejsning ses ophæftningspunktet med koksdannelse i svejseroden og farveaftegninger. (Et spejl er sat ind i røret – det er spejlbilledet, man ser).



Figur 11. Gode svejsninger med god baggasdækning uden farver og med en pæn ensartet svejserod.



Figur 12. Dårlig svejsning med dårlig baggasdækning (blåfarvet) og med en meget dårlig rod.



Figur 13. Dårlig svejsning med uacceptabel baggasdækning (bemærk den mørke farve) men med en god, ensartet rod.

8.4. Efter færdigsvejsning

- Efter færdigsvejsning **skal** svejseren selv foretage visuel kontrol af svejsningerne både udvendigt og indvendigt.
- Ved indvendig inspektion af røranlæg foretages kontrollen ved endoskopering.
- Ved kontrol af svejsninger må der ikke være tegn på anløbninger og svejsesprøjt omkring svejsesømmenes konkavitet/konveksitet, som vist i figur 12.
- Svejsningen afsyres udvendig med bejdsepasta. Hvis muligt bejdses også indvendigt.
- Ved senere indvendig inspektion af røranlæg foretages kontrollen ved endoskopering.

Anlægsleverandøren skal udfærdige en svejsespecifikation, som angiver, hvorledes kravene til svejseprocedure overholdes, og hvorledes der løbende føres kontrol med overholdelsen under hele opbygningsfasen.

Bygherren fastsætter procedure for kontrol og inspektion af det færdige anlæg/delanlæg. Såfremt leverancen "falder" for den fastsatte inspektionen, dvs. ikke overholder de specificerede kvalitetskrav, intensiveres inspektionen udover det fastlagte. Alle fundne fejl skal udbedres.

Omkostningerne, som medgår til den af bygherren fastsatte procedure for kontrol og inspektion, afholdes af bygherren, forudsat at der ikke findes fejl. Såfremt der findes fejl, be-



taler anlægsleverandøren normalt for udbedring af fundne fejl samt for omkostningerne til såvel den indledende kontrol som den intensiverede kontrol.

Se vedlagte eksempel på "Svejskontrol for leverancer" i kapitel 10.

9. **Montage**

9.1. Drænbarhed

- Rør skal monteres, således at de er fuldt drænbare (mindst 3 graders fald).
- Der skal, hvis der pga. bygningsmæssige årsager alligevel ikke er drænbarhed til begge ender indbygges drænventiler på alle lave punkter.

9.2. Rørdimensioner

- Ved ændring af rørdimensionerne på vandrette rør, skal det ske ved brug af excentrisk konus, således at der ikke opstår lommer, der ikke kan drænes. Ved lodrette rør skal der bruges koncentrisk konus.
- Der må ikke ændres rørdimension uden brug af konus.
- Ved lange rørtræk skal det sikres, at der er mulighed for rørudvidelse i forbindelse med temperaturændringer, uden at dette giver unødige spændinger i rørene. Dette kan ske ved at indbygge "lyre" eller kompensator. Rustfrit Stål udvider sig over 1mm. pr. meter for hver 100 graders opvarmning.
- Hvis der indbygges "lyre" skal disse være så store, at de kan optage udvidelsen og sammentrækningerne uden at deformere røret.
- Hvis der indbygges kompensator skal disse være af en beskaffenhed, så de kan rengøres og steriliseres.
- Rørene skal være dimensioneret således, at produktet ikke beskadiges under flow, det vil sige at det skal sikres at linieføringen sker med mindst muligt tryktab, dvs. færrest mulige bøjninger m.v., (modstand betyder også spild af unødig energi).

9.3. Linjeføring

- Ved pumper skal det sikres, at der er et lige rørstykke før pumpen på 5 x rørdiameteren, således at væskeflowet er tilpas udviklet, inden det rammer skovlhjulet, ellers kan det give vibrationer i pumpen.
- Når der ændres rørretning skal dette ske således, at der ikke spærres for fremtidig udvidelse af rørbroen o.l., som herved vil medføre dårlig rørføring for udvidelsen, med risiko for lunger til følge.
- Der må ikke forekomme døde lommer/blindender i installationen, da disse vil være svære at rengøre. I forgrening, hvor ventiler benyttes til åbning og lukning af hver gren, kan der i stedet benyttes en ventil i selve forgreningen (3-vejs ventiler - dog ikke kugleventiler), der kan lede væsken til den ene eller den anden gren uden at danne døde lommer.



- Ved optimal rørføring forstås, at anlægget er designet, så produktet behandles så skånsomt som muligt med lettest muligt rengøring og med mindst mulig energianvendelse.
- Det skal sikres, at der er mindst mulig risici for at anlægget kan tage luft ind, som blandes i produkt, og eventuelt skaber luftlommer i rørsystemet.

9.4. Pakninger ved rørsamlinger

- Ingen metal-mod-metal ud mod produktstrømmen
- Metal-mod-metal stop på bagsiden af pakning for at undgå overkompression
- Ingen skarpe kanter der hvor pakningen har mulighed for ekspansion – dette kan forårsage "afklipning" af pakning ved f.eks. termiskeudvidelse af denne.

9.5. Rørbæringer

- Rørbærere skal være af en beskaffenhed, der sikrer, at der ikke kan lægge sig urenheder, der senere kan falde ned i produktet, dvs. at der ikke må være vandrette flader på konstruktionen men gerne bærere med 45 graders hældning.
- Rørbæringer der er oppresset med en profil for at gøre bæreren stærkere kan give lommer, hvor der kan samle sig urenheder og væske. Dette kan give grobund for bakterier og korrosion. Rørbæringer med glatte flanger er at foretrække.
- Rørbæringer skal monteres med en afstand, der sikrer, at der ikke forekommer lunger i rørene, og de skal monteres med en asynkron afstand, der sikrer, at væskevibrationer ikke forstærkes med rørenes egensvingningstal. Rørbærefastholdelse vælges efter behov, typisk i 1,5-2 meters afstand.
- Ved lodrette rør skal det sikres at rørene ophænges i rørbæringer, som kan fastholde rørene, så de ikke synker ned og skaber bagfald i den vandrette del af røret, så det ikke længere er drænbart.
- Rustfrit stål udvider sig over 1mm. pr. meter for hver 100 graders opvarmning. Da der sker rørudvidelse ved temperaturændringer, skal det sikres at rørene har fri bevægelighed for udvidelse, således at rørbæringerne ikke knækker af i fastgørelsespunktet. Rørbærere kan være fuldt omsluttelige rørbærere eller rørskåle.
- Hvis der bruges rørskåle, skal der i fast interval bruges fiksering for at sikre, at rør bliver liggende hvis der ved uheld i processen skulle komme et væskeslag som får røret til at hoppe.

9.6. Forholdsregler ved produktionsstop

Rørsystemer bør ikke tømmes inden CIP-rengøring, men produktet bør skubbes ud med vand. Ved produktionsstop af kortere varighed (nogle få dage) bør rørene være væskefyldte (med vand eller lignende). Årsagen er, at det ofte er svært at få luft ud af rørsystemer. Såfremt et rørsystem tømmes før CIP, vil der være stor risiko for, at luften ikke kommer ud af rørene, og luftlommer under CIP betyder, at der er zoner som ikke rengøres tilstrækkeligt.



10. Kontrol af udført arbejde

10.1. Svejskontrol for leverance

Der kan spares mange ærgrelser og penge ved, at montagelederen dagligt kontrollerer det udførte arbejde. I eksemplet nedenfor gives forslag til en svejskontrol.

Eksempel på "Svejskontrol for leverance"

- A. Angivne krav til svejsning af rørinstallationer i rustfrit stål skal overholdes, specielt henledes opmærksomheden på, at kun certifikatsvejsere må udføre svejsninger i rustfri installationer. Svejsere som udfører svejsninger under montage på en "site" skal foretage en svejseprøve som godkendes af maskinmester NN eller dennes stedfortræder, før egentligt arbejde påbegyndes. Svejseprøven foretages som en sammensvejsning af 2" rør i 45° hældning.
- B. Minimum 5% af alle rørsvejsninger skal endoskoperes. De endoskoperede svejsninger skal efterfølgende kunne identificeres hver for sig, ligesom endoskoperingen skal optages på video, hvoraf en kopi tilstilles maskinmester NN eller dennes stedfortræder. De udvalgte svejsninger som endoskoperes skal vise et repræsentativt udvalg af de involverede svejsere. Maskinmester NN eller dennes stedfortræder skal have ret til at udpege op til 40 % af de svejsninger, som skal endoskoperes.
- C. Ved konstatering af fejl skal der foretages en udvidet endoskoperingskontrol på 10 af de af den pågældende svejser senest udførte svejsninger. Såfremt der findes yderligere fejl på pågældende svejser skal denne have fornyet sit certifikat. Før svejseren igen må udføre svejsninger på installationer, skal denne under opsyn udføre 3 fejlfrie svejsninger på opstillinger udpeget af maskinmester NN eller dennes stedfortræder.
- D. Ved konstatering af fejl under B skal der tillige foretages yderligere endoskoperingskontrol på 5 % af de øvrige svejsninger, som ikke er omhandlet under pkt. C.
- E. Endoskopering foretages løbende - f. eks. ugevis - og videokopi udleveres til maskinmester NN eller dennes stedfortræder, i den takt som prøverne foretages.
- F. "Kunden" forbeholder sig ret til selv at foretage endoskoperingskontrol i den udstrækning man vil, og påviste fejl skal underkastes procedurene i pkt. B, C og D.
- G. Leverandøren inspicerer og godkender selv de endoskoperede svejsninger angivet i pkt. B, C og D, maskinmester NN eller dennes stedfortræder har indsigelsesret indenfor 14 dage fra modtagelse af videoen. I tvivlstilfælde vil en uvildig instans blive valgt som "dommer". Den ikke rethavende part skal dække omkostningerne til den "uvildige instans".
- H. Omkostningerne til de ovennævnte endoskoperinger, videooptagelser m.v. foretaget af "leverandøren", dækkes af "leverandøren" selv. Omkostninger til ovennævnte endoskoperinger, videooptagelser m.v. foretaget som kontrolprøvninger af "kunden", dækkes af "kunden" selv.

Krav til svejsningers kvalitet og kontrolmetoderne hertil bør allerede være specificeret i tilbudsfasen.



10.2. Anlægskontrol

Det kontrolleres, at de udførte rørtræk er udført fornuftigt og i henhold til det aftalte. Der kontrolleres bla. for, at der ikke er flere rørbøjninger end nødvendigt, da de giver tryktab, d.v.s. energitab i hele anlæggets levetid!

Det kontrolleres, at valg af rørdimensioner, ventiler og andet udstyr er fornuftige og monteringskrav og retningslinier er fulgte.

Hvis der ved anlægskontrol findes indvendige misfarvninger fra svejsning, og der ikke er rodfejl i svejsningerne, kan disse misfarvninger fjernes ved bejdsning. Såfremt der iværksættes bejdsning af rørene indvendigt, skal der iværksættes en "bejdseprocedure"!

"Bejdseproceduren" skal sikre:

- at gummipakninger, akseltætninger for pumper og lignende materialer ikke tager skade
- at bejdsningen ikke udbyder nogen som helst fare og risici for personer og miljø
- at intet udstyr tager skade
- at der køres udenom væsentligt udstyr så som pladeapparater og lignende

"Bejdseproceduren" skal godkendes af "kunden" og dennes sikkerhedsrepræsentant, forinden bejdseprocessen sættes i gang!

11. Overblik over andre guidelines om rørføring mv.

EHEDG Doc. 2, 2004: A method for assessing the in-place cleanability of food processing equipment

Testen bruges til at finde områder af procesudstyr med dårligt hygiejnisk design, hvor snavs og mikroorganismer kan være beskyttet mod rengøring. Metoden baseres på en sammenligning mellem rengøringseffekten i et stykke testudstyr og et lige rørstykke. Der er givet en detaljeret beskrivelse af hvordan testen udføres.

Testen kan købes hos EHEDG, <http://www.ehedg.org>

EHEDG Dov. 8, 2004: Hygienic equipment design criteria, second edition

Vejledningen giver de basale design principper som skal følges for at opnå et tilfredstillende hygiejnisk design. Dokumentet indeholder overordnede retningslinier for hygiejnisk design, krav til materialer, funktionen mhp. rengøring, dekontaminering, undgå indtrængning og vækst af mikroorganismer, kompatibilitet med andre krav (f.eks. proceskrav) og validering af det hygiejniske design af udstyr.

Vejledningen kan købes hos EHEDG, <http://www.ehedg.org>

EHEDG Doc. 10, 1992: Hygienic design of closed equipment for the processing of liquid food



Vejledningen omhandler specifikke eksempler på godt og dårlig design af forskellige delkomponenter og rørsystemer i lukket procesudstyr. Nogle af disse er: pakninger og koblinger, akselindføringer og dødlommer.

Vejledningen kan købes hos EHEDG, <http://www.ehedg.org>

EHEDG Doc. 16, 1997: Hygienic pipe couplings

Vejledningen beskriver design af pakninger og tætninger, der sikrer, at rørkoblinger er hygiejniske. Pakningerne skal være rengørlige, steriliserbare, tætte over for mikroorganismer og holdbare. Der er givet kritiske designparametre for pakninger lavet af elastomerer, og beskrivelse af korrekt opførsel af pakninger under varmepåvirkning.

Vejledningen kan købes hos EHEDG, <http://www.ehedg.org>

EHEDG Doc. 25, 2002: Design of Mechanical Seals for hygienic and aseptic applications

Vejledningen omhandler mekaniske tætninger, der bruges i fødevarerproduktion. Den giver generelle kriterier for hygiejnisk design og basale krav til tætningsmaterialer. Vejledningen sammenligner forskellige tætninger i forhold til rengøring, mikrobiel impermeabilitet, steriliserbarhed og pasteuriserbarhed. Vejledningen indeholder en del illustrationer.

Vejledningen kan købes hos EHEDG, <http://www.ehedg.org>

Champden & Chorleywood Technical Manual no. 17 (ISBN nr. 0905942078) 2. udgave, 1997: Hygienic Design of Liquid Handling Equipment for the Food Industry

Vejledningen er ret omfattende og indeholder hygiejnisk design for udstyr til produktion af flydende produkter som mælk og andre mejeriprodukter. Den samler råd fra EU direktiv nr. 89/392/EEC og maskindirektivet samt guidelines publiceret fra EHEDG vedrørende udstyr til væsker. Den kommer omkring emner som materialevalg herunder rustfrit stål, konstruktion, instrumentering af udstyr, omrører, rørsystemer, herunder haner og pumper samt CIP systemer.

Vejledningen kan købes hos <http://www.campden.co.uk/>

3-A Accepted Practices for Permanently Installed Product and Solution Pipelines and Cleaning Systems Used in Milk and Milk Product Processing Plants, Number 605-04, 1994

Vejledningen omhandler installation og rengøring af faste rørledninger, der bruges i procesudstyr til produktion af mælk eller mælkeprodukter. Vejledningen definerer hygiejniske design-, konstruktions-, materiale-, fabrikations- og installationskriterier for de faste rørledninger til rengøringsvæsker, og til den centrale CIP enhed. Vejledningen gælder ikke for rengøringsystemer hos mælkeproducenten eller i rørsystemer med tørstof.

<http://www.techstreet.com/3Agate.html>

ASME BPE-2002 Bioprocessing Equipment

This standard deals with the requirements of the bioprocessing industry, covering directly or indirectly the subjects of materials, design, fabrications, pressure systems (vessels and piping), examinations, inspections, testing, and certifications. Items or requirements that are not specifically addressed in this standard cannot be considered prohibited. Engineering judgements must be consistent with the fundamental principles of this standard. Such judgements shall not be used to override mandatory regulations or specific prohibitions of this standard. <http://www.techstreet.com/>



12. Anvendte metoder

Gruppemedlemmernes erfaringer og viden er samlet og struktureret i perioden 2004-2005. Der har været afholdt gruppemøder og virksomhedsbesøg i forfatterens virksomheder.

13. Yderligere informationer og referencer

På videnportalen www.staalcentrum.dk er der en lang række relevante links til myndigheder og organisationer mv. Endvidere er det muligt at danne sig et overblik over, hvilke guidelines, standarder, love mv. der er tilgængelige inden for specifikke områder/udstyr og lokationer. Det er nemt at søge i materialet og læse en kort beskrivelse af det konkrete indhold. De tilknyttede links giver mulighed for at rekvirere materialet fra kilden.

Force Instituttets rapport nr. 94.30 "REFERENCEATLAS - for renhed af baggas i rør af rustfrit stål".

14. Ændringsprotokol

Dette er 1. udgave. Fremtidige ændringer vil blive anført her.