



# Lodning af kobberør

Revideret 15/12 - 2015

**TEKNIQ**  
INSTALLATØRERNES ORGANISATION

 **BLIK&RØR**  
ARBEJDERFORBUNDET

## Blød- og hårdlodning

### Loddesamling

Den mest almindelige samlingsmetode for kobberør til lave driftstryk er loddesamling med loddeetråd og flus. Hertil anvendes en acetylen- eller F-gasbrænder, der i størrelse mindst skal passe til diameteren på loddesamlingen.

Disse brændertyper har en blød flamme, der har den rette temperatur og omslutter hele loddesamlingen, hvilket giver en ensartet opvarmning.

Det almindeligt kendte autogensvejseværk er ikke særligt anvendeligt på grund af den noget koncentrerede flamme med ilttilsætning, der kan virke nedbrydende på lodningen.

Der er to former for lodning:

- Blødlodning (soldering)
- Hårdlodning/slaglodning (brazing)

Disse to typer adskiller sig både ved:

- Hvilke temperaturer, der arbejdes ved
- Hvilken styrke den færdige lodning har

Blødlodning anvendes fortrinsvis til elektronikindustrien - men er også velkendt i VVS-faget, som sammenføjning af tagrender, zinkinddækninger osv.

Hårdlodning er velegnet til stort set alle sammenføjninger - kun begrænset af om processen er hensigtsmæssig og stærk nok. Der kan være andre faktorer, som kan være afgørende - men processen er noget overset, da den ikke regnes for en særlig professionel proces.

Skillelinien mellem hård- og blødlodning er pr. definition 450 °C.

Dog arbejdes der typisk indenfor følgende temperaturer:

- Blødlodning, mellem 180 og 300°C.
- Hårdlodning, mellem 600 og 900 °C.

Blødlodning anbefales til emner, der ved driftstemperatur ikke overskrider 120 °C.

Hårdlodning kan - alt efter valg af loddet - operere under langt højere driftstemperaturer.

På markedet findes mange forskelligt sammensatte loddelegeringer. For blødlodnings vedkommende skal her nævnes:

#### **Loddetin i rulle:**

50 % tin, 50 % bly (SN 50 PB) anvendes til koldvandsinstallation og almindeligt loddearbejde.

#### **Sølvtilodning:**

95 % tin, 5 % Sølv (SN AG 5) anvendes til koldt/varmtvandsinstallation, fyringsolie, køleteknik mm.

#### **Specialtinlodning:**

97 % tin, 3 % kobber (TK-3 SNCU) anvendes som sølvtilod.

Fælles for disse lod er en lav arbejdstemperatur, ca. 220 - 260 °C - og en relativt lav trækstyrke, 2 - 6 kp/mm<sup>2</sup>.

Fordelen ved blødlodning er at grundmaterialet ikke tager særlig skade ved den lave temperatur. Desuden er det ret billigt.

I rørinstallationer med større driftstryk, temperaturer over 100 °C eller gasanlæg og køleanlæg anvendes hårdlodning.

Her skal nævnes følgende - ofte benævnt fosforkobberlodning:

#### **Kobber/fosfor:**

Ca. 92 % kobber, 8 % fosfor.

#### **Fosfor/sølv:**

Ca. 92 % kobber, 6 % fosfor, 2 % sølv.

Disse lod er relativt billige med 2 - 15 % sølvindhold og hvis loddesamlingen er kobber til kobber, er det unødvendigt at bruge flusmiddel, da fosforindholdet virker som sådant.

#### **Sølvlodning:**

Sølv/cadmium: Ca. 60 % cadmium, 40 % sølv.

Dette lod kan, på grund af sit cadmiumindhold, være farligt at bruge. I adskillige lande er det forbudt. Overophedes en sådan samling til 770 °C, fordampes cadmiumet - og er arbejdslokaler dårligt ventileret, kan der på længere sigt blive tale om forgiftning.



## Lodning af kobberør

### **Sølv/kobber/zink:**

44 % sølv, 30 % kobber, 26 % zink,

20 % sølv, 45 % kobber, 35 % zink.

Loddelegeringer med højt sølvindhold er selvsagt dyre. Fælles for disse hårdlodning er en høj arbejdstemperatur - ca. 610 - 810 °C, hvilket kan virke skadeligt på grundmaterialet.

Trækstyrken er højere end for blødlodning, ca. 35 - 50 kp/mm<sup>2</sup> - afhængig af legeringssammensætningen.

Ved bestilling af loddematerialer er det vigtigt at få et flusmiddel, der svarer til loddematerialet.



## Lodning af kobberør

### Flusmidler

Flusmidlets opgave er dels at virke rensende, at beskytte mod oxydering og opløse metalilte, der dannes linder opvarmning og dels at virke som temperaturindikator og mindske overfladespændingen.

Valget af flusmiddel beror på grundmaterialet og det valgte lod. Flusmiddel må være aktivt, inden man når op på arbejdstemperaturen.

Det skal flyde og på den måde være signal til, at loddet snart skal tilsættes.

For at beskytte det smeltede lod mod luftens ilt må flusmidlet ligeledes fortsætte med at være aktivt noget over højeste loddetemperatur.

Flusmiddel er kun aktivt i få minutter efter, at det er smeltet og efter 5 - 6 minutter ophører dets virkning.

En loddessamling bliver ikke stærkere ved at bruge meget flus. Rester af flus skal fjernes, da de kan skabe korrosion på grundmaterialet ved loddestedet.

Flusmiddel kan leveres som væske eller pasta i specielle beholdere - hvorfra det blæses ud gennem brænderen - eller i pulverform.

Sidstnævnte er det mest almindelige. Fluspulver udrøres i vand eller alkohol.



## Lodning af kobberrør

### Hvilket lod skal jeg vælge?

Eksempler på forskellige loddematerialer fra LMG Lemvigh Müller

Materiale	Til	Materiale	Optimalt lod	Fluss	Alternativt lod	Fluss
Stål	til	Stål	Alle søvlod	AG1/AG4	Cu59ZnSn	BR1
Stål galv	til	Stål galv	Alle søvlod	AG1/AG4	Cu59ZnAg	BR1
Stål	til	Rustfri stål	Ag55Sn	AG4		
Stål	til	Kobber	Alle søvlod	AG1/AG4		
Stål	til	Messing	Alle søvlod	AG1/AG4		
Rustfri stål	til	Rustfri stål	Ag55Sn	AG7		
Rustfri stål	til	Messing	Ag55Sn	AG7		
Rustfri stål	til	Kobber	Ag55Sn	AG7		
Kobber	til	Kobber	Kobber/fosfor lod	Intet	Alle søvlod	AG1/AG4
Kobber	til	Messing	Ag15CuP	AG4	Alle søvlod	AG1/AG4
Kobber	til	Aluminium	AlSi 12	AL1		
Messing	til	Messing	Alle søvlod	AG1/AG4	Cu59ZnSn	BR1
Aluminium	til	Aluminium	AlSi 12	AL1		

<b>SØLVLOD</b>		Ag	Cu	Zn	Sn	Si	Smelteområde	Anvendelse
<b>A 20</b>		20	46	34		X	690°-810°	Kobber, messing, rustfaste stål.
4.356.910.240 *	Ø1,5 X 500MM 100 GR							
4.356.910.241 *	Ø2,0 X 500MM 100 GR							
4.356.910.242 *	Ø3,0 X 500MM 100 GR							
<b>A 34Sn</b>		34	36	27	3		630°-730°	
4.356.910.198 *	Ø1,5 X 500MM 100 GR							
4.356.910.200 *	Ø2,0 X 500MM 100 GR							
<b>A 45Sn</b>		45	27	25	3		640°-660°	
4.356.910.175 *	Ø1,5 X 500MM 100 GR							
4.356.910.204 *	Ø2,0 X 500MM 100 GR							
<b>A 45SnF (MED FLUSS)</b>		45	27	25	3		640°-660°	
4.356.910.206 *	Ø1,5 X 500MM 100 GR							
4.356.910.207 *	Ø2,0 X 500MM 100 GR							
<b>A 55Sn</b>		55	21	22	2		630°-660°	
4.356.910.208 *	Ø1,5 X 500MM 100 GR							
4.356.910.210 *	Ø2,0 X 500MM 100 GR							
4.356.910.212	Ø3,0 X 500MM 100 GR							
<b>A 72Zn</b>		72		28			710°-730°	
4.356.910.212 *	Ø2,0 X 500MM 100 GR							Ammoniak bestandig



## Lodning af kobberør

<b>MESSINGSLAGLOD</b>		Cu	Zn	Ag	Mn	Sn	Si	Smelteområde	Anvendelse
<b>C 59Z A</b>		59	Bal	1	x	x	x	870°-890°	Stål, galvaniserede stål
4.356.910.221	Ø1,5 X 500MM 100 GR								
4.356.910.222 *	Ø2,0 X 500MM 100 GR								
4.356.910.223	Ø3,0 X 500MM 100 GR								
<b>C 59Z A F (MED FLUSS)</b>		59	Bal	1	x	x	x	870°-890°	Stål, galvaniserede stål
4.356.910.225	Ø1,5 X 500MM 100 GR								
4.356.910.226 *	Ø2,0 X 500MM 100 GR								
4.356.910.227 *	Ø3,0 X 500MM 100 GR								
<b>C 59Z S</b>		59	Bal		x	1	x	870°-890°	Stål og stållegeringer. af kobber, messing messinglegeringer
4.356.910.231	Ø1,5 X 500MM 1 KG								
4.356.910.232 *	Ø2,0 X 500MM 1 KG								
4.356.910.233	Ø3,0 X 500MM 1 KG								
<b>C 59Z S F (MED FLUSS)</b>		59	Bal		x	1	x	870°-890°	Stål og stållegeringer. af kobber-/ messing- legeringer
4.356.910.235	Ø1,5 X 500MM 1 KG								
4.356.910.236 *	Ø2,0 X 500MM 1 KG								
4.356.910.237	Ø3,0 X 500MM 1 KG								

<b>KOBBER- / FOSFORLOD</b>		Ag	Cu	P	Smelteområde	Anvendelse
<b>A 2C P</b>		2	92	6	650°-810°	Hårdlodning af kobber/ kobber. Der skal ikke anvendes flus. Kan og- så anvendes til kobber/ messing og messing- legeringer. Her skal anvendes AG4 flus.
4.356.914.415 *	Ø1,5 X 500MM 1 KG					
4.356.914.420 *	Ø2,0 X 500MM 1 KG					
<b>A 5CuP</b>		5	89	6	650°-810°	
4.356.910.179 *	Ø1,5 X 500MM 1 KG					
4.356.910.190 *	Ø2,0 X 500MM 1 KG					
4.356.910.191 *	Ø3,0 X 500MM 1 KG					
<b>A 15CuP</b>		15	80	5	650°-800°	
4.356.910.192 *	Ø1,5 X 500MM 100 GR					
4.356.910.193 *	Ø1,5 X 500MM 1 KG					
4.356.910.1 0 *	Ø2,0 X 500MM 100 GR					
4.356.910.1 1 *	Ø2,0 X 500MM 1 KG					
4.356.910.194 *	Ø3,0 X 500MM 100 GR					
<b>C P7</b>			93	7	710°-800°	
4.356.910.201 *	Ø2,0 X 500MM 1 KG					
4.356.910.202 *	Ø3,0 X 500MM 1 KG					
<b>C P8</b>			92	8	710°-750°	
4.356.910.196 *	Ø2,0 X 500MM 1 KG					
4.356.910.197	Ø3,0 X 500MM 1 KG					

<b>BLØDLOD</b>		Sn	Pb	Ag	Smelteområde	Anvendelse
<b>S 60P 40</b>		60	40		183-190°	Elektronik etc.
4.356.910.216 *	Ø1,0 X 500MM 2,5 KG R LL					

<b>FLUSS</b>		Anvendelsestemp	Anvendelse
<b>AG1</b>		550°-800°	Til alle sølvlod. Standard flus
4.356.910.168 *	PULVER 0,5 KG		
4.356.910.169	PULVER 1 KG		
4.356.910.170 *	PASTA 0,5 KG		
4.356.910.171	PASTA 1 KG		
<b>AG4</b>		550°-850°	Til alle sølvlod. Stort temperaturarbejds- område
4.356.910.166 *	PASTA 0,5 KG		
4.356.910.167 *	PASTA 1 KG		
<b>AG7</b>		500°-800°	Til rustfri materialer
4.356.910.172 *	PASTA 0,5 KG		
4.356.910.173	PASTA 1 KG		
<b>BR1</b>		850°-1100°	For messinglod
4.356.914.010 *	1 KG		
<b>BR2</b>		850°-1100°	For messinglod
4.356.914.012 *	1 KG		



### Loddemetoder ved hårdlodning

#### Afskæring af rør

Afskæring af rør udføres altid vinkelret på røret med normalt skæreværktøj, f.eks. kobberørsskærer, til rør arbejde.

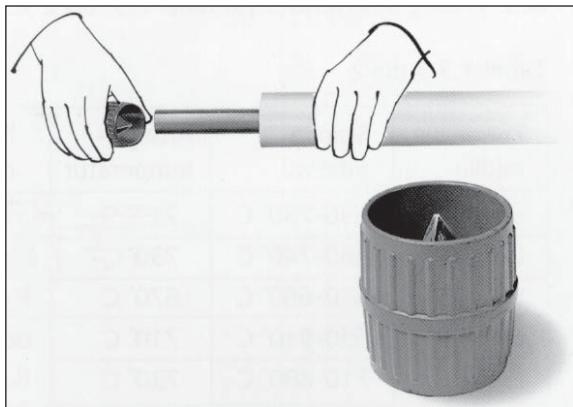
#### Isolerende og plastbelagte rør

Her må belægningen (isolering eller plastkappe) fjernes med specialværktøj eller kniv på et ca. 15 cm langt stykke. Om muligt krænges belægningen tilbage.

En rørskærer må ikke bruges, idet skæring med dette værktøj vil mærke kobberøret, hvilket kan føre til for tidligt brud.

#### Afgratning

Rørenden afgrates med et egnet værktøj.



*Rørendens indvendige og udvendige side afgrates.*

#### Udvendig grat

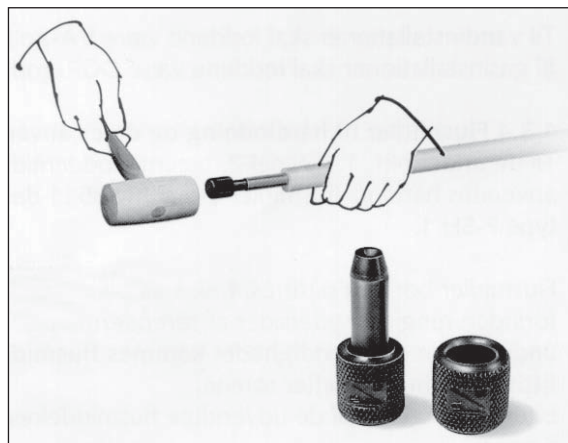
Fjernelse af den udvendige grat er en forudsætning for at opnå en rigtig kalibreret rørende og dermed den korrekte loddespalte.

#### Indvendig grat

Den indvendige grat forstyrrer stramningen i røret. Den kan i vandsystemer forårsage turbulenskorrosion, som fører til gennemtæring af røret på kort tid.

#### Kalibrering og kontrol

Kalibrering og kontrol er en nødvendig forudsætning for at opnå kapillareffekten. Denne kapillareffekt skal suge loddemetallet ind i loddespalten.



*Bløde rørs rørender kalibreres med dorn og ring.*

Kapillareffekten er effektiv, hvis spalteåbningen ligger i området 0,02 - 0,3 mm hele vejen rundt om røret.

Overholder spalten ikke målet, risikerer man dårlig udfyldning og hermed utæt samling.

Disse kalibreres med kalibreringsdorn og -ring, der passer til kobberørets indre og ydre dimension.

Først slås dornen i rørenden med en træ- eller kunststofhammer, dornen fjernes og derefter slås ringen ind over rørenden.

#### Hårde rør

Hårde rør skal kontrolleres med kalibreringsringen.

Hvis en kalibrering er nødvendig, kan dette først udføres efter en udglødning af rørenden.

Er en udglødning ikke acceptabel, kan en kontrol af en ny rørende efter fraskæring være en løsning. Glødeskal skal altid fjernes helt før samling.



## Lodning af kobberør

### Fittings

Fittings kontrolleres med de kalibrerede eller kontrollerede rørender. Fittings som ikke passer i mål skal kasseres.

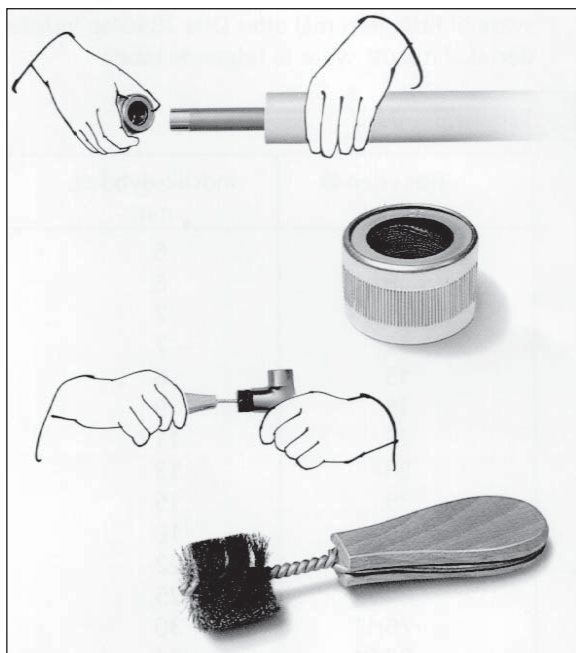
### Rensning af rørende og fittings

Metallisk rene overflader er en nødvendig betingelse for god vredhæftning og hermed binding i loddespalten.

På fedtede eller oxydbelagte overflader fordeles loddet sig som vand på en fedtet vinduesrude.

Rensningen for snavs, fedt, olie og oxyd skal give helt blanke overflader - både inde i fittings og på rørende.

Denne mekaniske rensning er nødvendig for fjernelse af oxydhinden. Den udføres med børste eller ståluld.



Loddeflader i fittings renses bedst med børste.

Efterladte børstehår eller tråde fra ståluld på overfladerne skal fjernes før samling.

Disse fremmedelementer kan forårsage korrosion.

Efter rensning må der ikke sættes fingre på overfladerne og der skal loddet umiddelbart efter.

### Anvendelse af flus

Flusmidlet stryges på rørende med pensel, kun denne del af samlingen påføres flus. Det anvendte flusmiddel skal passe til loddemetallet, grundmaterialerne og installationstypen.

Det aktive temperaturområde for flusmidlet skal være i overensstemmelse med loddemetallets loddeområde.

Flusmidlet skal være i stand til at forhindre oxyddannelse på loddeoverfladerne under opvarmningen.

Flusmidler til loddesamlinger på vandinstallationer skal være VA-godkendte.

#### Advarsel:

Flusmidler er ofte aggressive allerede ved stuetemperatur. Derfor bør der loddet umiddelbart efter påførsel af flus.

For lang ventetid kan bevirke uønsket angreb på grundmaterialet.

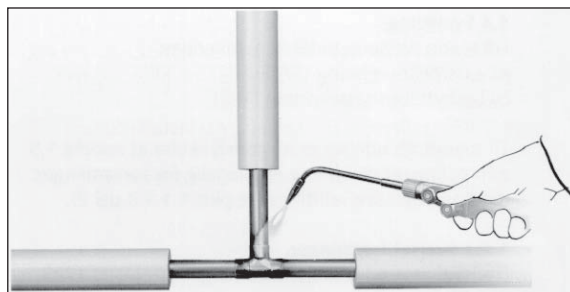
### Flus-fri lodning

Fosforlodning anvendes uden flus ved samling af kobberør med kobberfittings - men ved lodning af kobberør til messing eller rødgods fittings kræver fosforloddet flus F-SH 1 påført rørende.

### Lodning

Rørende og muffe sættes sammen. Rørende skal helt i bund.

Samlingen opvarmes jævnt med egnet brænder. Denne er afhængig af loddeprincip og dimensioner.



Fitting og rør opvarmes jævnt med blød flamme.

Det anvendte loddemetal skal være tilpasset flusmidlet, grundmaterialet og installationstype.

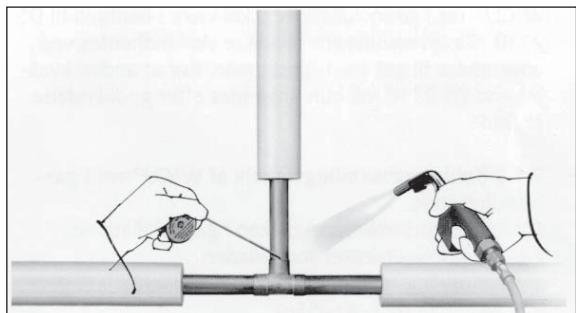


## Lodning af kobberrør

Loddemetal til samlinger af:

- brugsvandsinstallationer skal være VA-godkendt.
- gasinstallationer skal være DGP-godkendt.

En passende mængde loddemetal skal afmåles svarende til fyldning af loddespalten.



Ved blødlodning afsmeltes lod uden brænderflamme på det opvarmede loddested.

Ved blødlodning af husinstallationer af kobberrør med VA-godkendte loddemidler, når temperaturen sjældent over 350 °C.

### Kontrol af temperatur

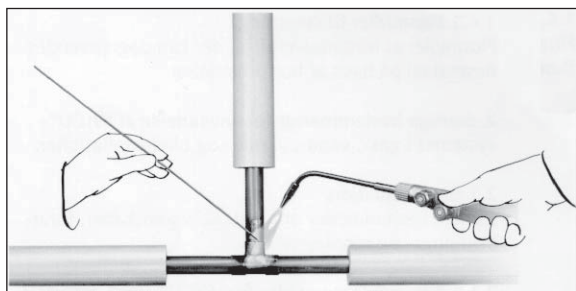
Røg fra flusmidlet anvendes som tegn på at den rette loddetemperatur er opnået. Loddemetallet tilsættes med bortvendt flamme.

## Hårdlodning

Ved hårdlodning af husinstallationer af kobberrør kræves loddetemperaturer i området 650 - 750 °C. I dette temperaturområde får kobberet en kirsebærrød farve og flusmidlet begynder at koge.

### Kontrol af temperatur

Hvis loddemetallet flyder ved berøring af den opvarmede overflade er loddetemperaturen opnået. Lodde-tråden tilsættes derefter i spalten under stadig varmetilførsel.



Ved hårdlodning afsmeltes loddet i brænderflammen.

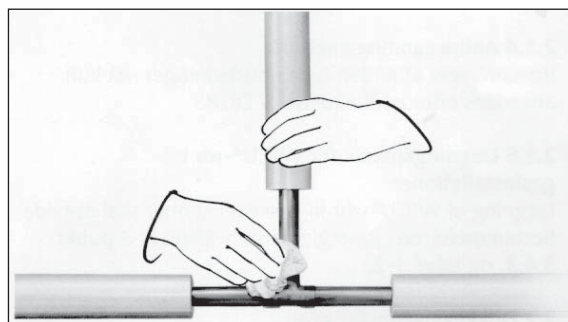
Ved hårdlodning kan det, på grund af den høje temperatur, være et problem at få varmen jævnt fordelt. Derfor er det meget vigtigt, at bruge den rigtige brændertype.

Flusmidlet er kun rigtigt aktivt i et bestemt temperaturområde, i et begrænset tidsrum.

Over denne temperatur og efter en vis tid er flusmidlet mættet med oxyd - og derfor ineffektivt.

## Rensning efter lodning

Flusmiddelrester kan forårsage korrosion, derfor skal disse rester fjernes fuldstændig med klud, børste og vand mens røret endnu er varmt.



Efter endt lodning fjernes flusmiddelrester.

En brugsvandsinstallation skal altid gennemskylles med rent vand inden ibrugtagning.

### Visuel kontrol

- Er flusmiddelrester fjernet?
- Er hele den synlige del af loddespalten fyldt med loddemetal?
- Er der meget loddemetal på rørets yderside?



## Lodning af kobberrør

### Lodning af kobberrør

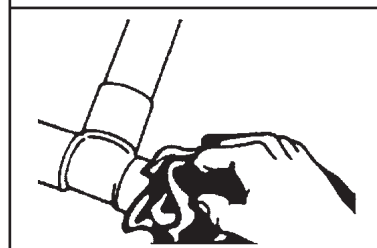
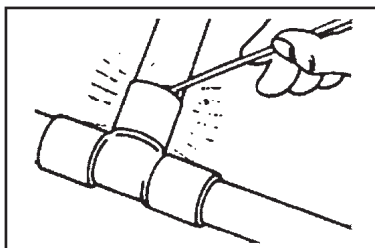
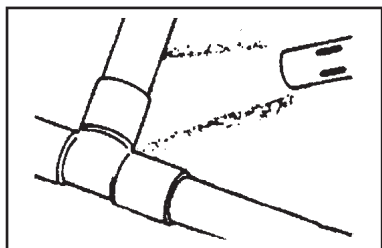
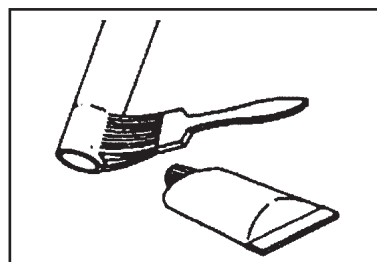
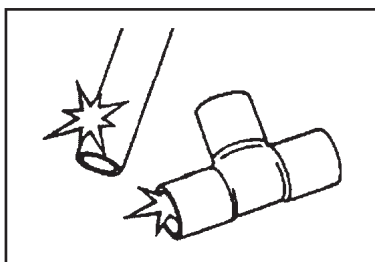
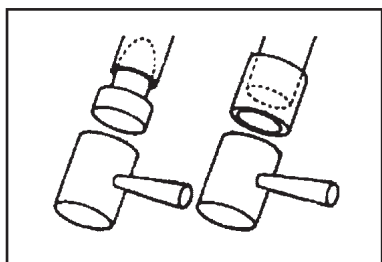
Samling af kobberrør kan udføres ved:

- Hårdlodning
- Blødlodning
- Mekaniske samlinger

Lodning af kobberrør bør, hvad enten det drejer sig om hårdlodning eller blødlodning, altid udføres efter nedenstående checkliste:

1. Kobberrør bør overskæres med en rørskærer, da der derved fremkommer en overskæring, der er vinkelret.
2. De indvendige grater skal fjernes.
3. Rørenden skal altid efterprøves for eventuel unøjagtighed i diameter eller for kvalitet med kalibreringsring og derefter om nødvendigt kalibreres med en kalibreringsdorn.
4. Rørende og muffe på fittings afrenses omhyggeligt.
5. Flusmiddel påsmøres rørenden i et tyndt lag med en pensel.
6. Opvarmningen skal foregå med en egnet brændertype. Til blødlodning af mindre rør anvendes en flaskegasbrænder, acetylengasbrænder eller en el-modstandstang.
7. Der skal altid anvendes den rigtige mængde af loddemetal (ca. 1 x udvendig diameter).
8. Aftørring af flusmiddelrester udvendig på røret.
9. Eventuel efterisolering af loddestedet, enten med specielle isoleringsskåle eller isoleringstape.

Når der anvendes mekaniske samlinger (kompressionssamlinger), er det vigtigt at huske, at disse ikke bør anvendes skjulte og utilgængelige og at der anvendes støttebøsninger, når der bruges bløde rør.



# Svejse- og loddebog

Lodning af kobberrør

