

Svejsning og rørbuk

Revideret 11/01 2016

Stål

Stålets historie

Hvornår menneskene lærte jernet at kende, ved man ikke helt nøjagtigt. Nogle mener, at kobberet har været kendt tidligere end jernet, fordi man har kendskab til redskaber og lignende af bronze, der er ældre end kendte redskaber af jern.

Jernet historie - uden for Europa - fører os helt tilbage til år 6000 f.Kr. hvilket er en hypotetisk tidsangivelse for mennesket første kendskab til jern. Man har i Egypten fundet rester af de ældste jernindustrier - ca. 4000 f.Kr. - på Sinai Halvøen og i Sudan som oftest betegnes som jernkulturens vugge. Herfra hentede mange Egyptere deres jern. Englænderen Hill fandt dele af jernværktøjer midt inde i Cheoppyramidens stenlag, som stammer fra ca. 3000 f.Kr.

I historiebøger findes der ligeledes afbildninger, der viser hvorledes Egypterne udvandt jern af malm. Ca. 2500 f.Kr. Arierne, som kan spores i og omkring Turkestan allerede ca. 3000 f.Kr. bredte sig over Mesopotamien, Persien og Indien og synes at være de første i disse lande, som har udvundet jern af malm og leveret dette til omliggende lande.

Englænderen Brohvil fandt, tæt på Tut-Ank-Amons grav i Egypten (ca. 1600 f.Kr.), en dolk med jernklinge og guldskefte. Jernklingen var endnu blank som rustfast stål og sandsynligvis fremstillet af meteorjern. I samme grav fandtes 6 små værktøjer af tyndt jern.

I hele centralasien udvikledes der herefter en jernkultur, som i den forhistoriske tid eksportererede bl.a. til Arabien og Egypten som »Indisk stål«. De persiske stålvåben, som fremstilledes heraf, var meget berømte men utroligt kostbare.

Opdagelsen af jernet skal, ifølge historiebøgerne tilskrives, et folkefærd fra Lilleasien, kaldet Hetitterne, der var et barsk og krigersk folk, som sad på denne nye opfindelse. Hetitterne der ikke bare var eksperter i krigsstrategi, men også dygtige landmænd og hesteopdrættere, har på den tid betydet meget for jernets hurtige udbredelse som brugsmetal.

Jernudvindingen i Danmark fandt sted fra oldtiden, ca. 400 f.Kr. og indtil ca. 1600 - mest i Midtjylland og på Fyn, baseret på sø- og myremalm (ca. 800 - 900 fremstilles jern i Island og ca. 1000 i Grønland).

Jernudvindingen foregik, som andre steder på jorden i oldtiden, ved grubeteknikken. Få steder i Jylland og på Fyn brugte man dog senere grydeteknikken. Hertil anvendtes en lergryde ca. 500 mm høj og ca. 500 mm i diameter. Indvendigt var den forsynet med en slags glasur. Blæst og opvarmning skete indefra. Slagger (Fe_3O_4), der indeholdt det meste af malmens jern fortæller, at man ikke har brugt tilslag.

Omkring 1600-tallet havde Danmark altså i 2000 år været delvis selvforsynende med jern. Derefter kom prisfald på jern fra Mitteleuropa og Sveriges storproduktion, som kvalte den større hjemmeindustri. Der blev gjort mange forgæves forsøg på at sætte en jernudvinding i gang i 16- og 1700-tallet og ligeledes i årene 1825 og 1850.

Samtidig med at Danmarks jernudvinding så godt som standsede i 1500-tallet, begyndte Norge, ligesom Skåne, i storproduktion på basis af de nye metoder fra Mitteleuropa. De to første jernværker i Norge blev anlagt i 1540 og året efter ved Skien og ved Oslo.

Christian den IV interesserede sig meget for Norges jern og man anlagde flere jernværker i 1600-tallet. Produktionen fra disse blev ca. 3000 tons årlig i 1600-tallet og 5 - 7000 tons årlig i 1700-tallet. I ca. 200 år forsynede Norges delvis Danmark med jern - men disse leveringer standsede efter 1814.

I 1938 udvandt Norge 1.474.478 tons malm. Til sammenligning kan det oplyses, at Sverige samme år udvandt 13.928.000 tons malm.

I 1918 undersøgte man mulighederne for at oprette et jernværk baseret på myremalm i Danmark. Resultatet af undersøgelsen blev, at man på basis af myremalmforekomsterne ved Løvkal ved Randers og Langstrup mose ved Niverød på Sjælland, ville kunne anlægges et jernværk her med en produktion af ca. 2500 tons om året for henholdsvis 30 og 25 år.

Stålværket i Frederiksværk er baseret på udansk malm og gammelt jern (Scrot). Værket begyndte tilvirkningen i 1942. I 1955 var den første million tons stålblokke produceret og man forventer at runde den 2. million i 1961. Frederiksværk Stålvalseværk A/S fremstiller i dag årligt 700.000 tons valsede stålprodukter. Råmaterialet er skrot. Der anvendes Ca. 800.000 tons skrot pr. år. Ca. 60 % heraf kommer fra Danmark.



Produktprogrammet indeholder stålplader og stangstål, der leveres efter kundespecifikationer, efter forskellige landes standarder eller efter skibsklassifikationsselskabernes normer. 70 - 75 % af produktionen eksporteres. De vigtigste aftagerlande er Norge, Sverige, Tyskland og England.

Kvalitetsprogrammet for plader omfatter skibsbygningsstål, kedelstål og konstruktionsstål. Kvaliteterne kan tilbydes med en række særlige egenskaber, f.eks. lav kulstofækvivalent af hensyn til svejseegenskaberne, styrke i pladens tykkelsesretning, styrke ved høje eller lave varmegrader mv.

Stangstålsprogrammet omfatter rundstål, firkantstål, fladstål og armeringsstål. Kvalitetsprogrammet for stangstål tilbyder produkter til en række forskellige formål, som f.eks. smedning, varmebehandling og overfladebehandling.

Det Danske Stålvalseværk er begunstiget af en geografisk placering, der på basis af egne havnefaciliteter gør det muligt at tilbyde specielle fordele, når søtransport skal anvendes.

Virksomheder i Danmark, såvel som virksomheder i Sverige, Norge, Nordtyskland og England, gør flittigt brug af et fleksibelt, hurtigt og konkurrencedygtigt søtransportsystem. Hvor søtransport er uhensigtsmæssig, tilbydes leverancen med bil eller jernbane.

Fremstilling af råjern

Det med almindelige brændsel til bål var i oldtiden som nu træ. Når træ brænder frigøres der kulstof, der er en bestanddel af vedstoffet og cellulosen.

Hvis vi nu forestiller os, at stenaldermanden tilfældigvis har anbragt sit træbål op ad en klippe, der indeholdt jernmalm, eller har bygget sit ildsted op af jernmalmsten, finder han en dag en dejagtig jernklump i asken - og grunden er lagt til jernudvindingen.

En skønne dag er han kommet så langt, at han graver et hul (en grube) i en jordskrænt,

hvor vinden kan benyttes som blæst og fylder denne grube med myremalm og træ, som han lader brænde så længe, at der kommer en jernklump i bunden af gruben (myremalm ($\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$) indeholder ca. 72 % jern). Efterhånden fører han gruben med ler og sten og finder på at lave en blæsebælg af huden - måske den første mekaniske opfindelse.

Efter historiebøgerne regnes der med, at mennesket har fundet frem til denne primitive jernudvindingsmetode omkring år 3000 f.Kr., at den har været anvendt overalt på jordkloden - og at den endnu anvendes af mange naturfolk (dette kan opleves i Lejre ved Roskilde på Sjælland).

Man har sikkert lokalt ret hurtigt fundet frem til de sten (jernmalme), der ved udsmeltning gav rimelige jernmængder og man lærte også snart at trækul var et bedre brændselmateriale end træ ved jernfremstillingen.

På det udsmeltningstekniske område skete der ikke rigtigt noget nyt før midten af 1500-tallet, hvor Tyskerne fandt på at blæse luft gennem den glødende blanding af malm og trækul. Det var i princippet højovnen, man begyndte at udvikle.

Denne ovntype og den dermed forbundne udsmeltningsmetode, er forudsætningen for fremstilling af store mængder jern. Jernklumpen, som efter »smeltningen« bliver taget ud af ovnen til bearbejdning, kaldes: luppen, ulven, stykket, bloomies - alt efter produktionslandet.

I en højovn, hvor langt den største del jern fremstilles, bliver temperaturen så høj, at jernet smelter og kan tappes af ovnen, mens denne er i drift. Imidlertid vil det flydende jern optage så meget kulstof, at det ved den efterfølgende størkning har et kulstofindhold på mellem 2 og 6 % (det såkaldte støbejern).

Dette råjern (pigiron) smelter let, men er hårdt og skørt og kan ikke hamres i facon (smedes) - råjernet skal således gennem nye forarbejdningsprocesser inden det bliver anvendeligt til andet end støbte jernvarer.

Betegnelse	C %	Si %	Mn %	P %	S %
Hæmatit råjern	3,6 - 3,8	1 - 2,3	0,5 - 1	- 0,04	- 0,04
Støberiråjern	3,7 - 4	2 - 3	0,6 - 0,9	0,5 - 1,5	< 0,04
Stålværksråjern	3,5 - 4,5	< 1	0,4 - 1	0,08 - 0,25	< 0,04
Thomasråjern	3,2 - 3,8	< 1	0,4 - 0,8	1,5 - 2,2	< 2,2

Råjernstyper.

Svejsning og rørbuk

Stålfremstilling

Råjernet, der tappes af højovn omtrent hver fjerde time, danner som tidligere berørt grundlaget for fremstilling af de forskellige jern, som anvendes i industrien. Det indeholder forskellige fremmede stoffer, f. eks. kulstof, silicium, mangan, fosfor og svovl, hvoraf kulstoffet er det vigtigste.

Råjernet kan hverken smedes eller svejses og man må derfor underkaste jernet forskellige processer for at få det omdannet til stål. Der skal fjernes en mængde uvedkommende stoffer og dette gøres ved iltning, eller »friskning« som det kaldes, men det der i første omgang er vigtigt, er sammen med fjernelsen af disse urenheder, at bringe jernets kulstofindhold ned, således at der fås gode egenskaber for den videre bearbejdning.

De almindelige konstruktionsstål har en analyse, der adskiller sig meget fra råjernets analyse, hvilket kan illustreres med denne skitse.

Betegnelse	C %	Si %	Mn %	P %	S %	Fe %
Råjernets analyse f. eks.	3,6	2	0,8	0,3	0,04	93,2
Stålanalyse f. eks.	0,2	0,1	0,3	0,03	0,03	93,3

Stålets legeringsstoffer

De grundstoffer, der foruden jern (Fe) findes i stål, kan alle betegnes som legeringsstoffer. Ved legeringsstoffer forstås stoffer, der tilsættes i stålet for at opnå de ønskede egenskaber.

Der er nogle stoffer, der altid findes i små mængder i stålet, som f.eks. mangan og silicium. Disse betegnes oftest som stålets følgestoffer og de regnes først for legeringsstoffer, når de tilsættes i mængder, der overskrider det normale for stål.

Nogle stoffer bliver betragtet som urenheder. Disse stoffer er og skal være, til stede i mange ståltyper, men kan i ukontrollable situationer give stålet uheldige egenskaber.

Dette gælder f.eks. fosfor (P), svovl (S), nitrogen (N), oxygen (O) og hydrogen (H), som kun behøver at være til stede i små mængder for at ændre stålets egenskaber i små mængder.

Legeringsmængden

De ulegerede stål er ikke - som mange tror - uden legeringselementer. Kulstofindholdet kan variere fra 0,2 til ca. 1,5 %.

Siliciumprocenten kan være op mod 0,2 % og manganindholdet op mod 0,5 %. Desuden kan der være S, P og N i stålet. Disse stål benævnes oftest som Kulstofstål.

Lavtlegeret ståls legeringsandel udgør over 5 %, men med større legeringsmængde end ulegeret stål.

Tager man f.eks. et stål, med betegnelsen: 13 Cr Mo 4 4 er der sikkert mange, der ikke kan finde en mening med disse tal og bogstaver.

Der er selvfølgelig en mening med denne betegnelse og det er også meningen at man ud fra betegnelsen, kan læse legeringstypen og vægtprocenter.



Er der tale om stål, hvor legeringselementerne udgør over 5 %, angives de enkelte legeringstypers vægtandel, divideret med følgende forholdstal:

- Legeringselement - Cr, Co, Mn, Ni, Si og W der divideres med 4
- Legeringselement - Al, B, Be, Mo, Nb, Ta, Ti, V og Zr der divideres med 10
- Legeringselement - P, S, N, C og Ce der divideres med 100

Eks.: 13 Cr Mo 4 4 betyder:

Kulstof	"13" / 100	=	0,13 %	C
Krom	"4" / 4	=	1 %	Cr
Molybdæn	"4" / 10	=	0,4 %	Mo

De højtlegerede stål er også opdelt efter deres legeringsindhold. Ved disse stål er det blot noget nemmere at finde frem til stålets legeringsprocenter.

Legeringselementerne i de højtlegeret stål, er opgivet direkte i vægtprocent. Undtagen C hvor der skal bruges forholdstallet fra de lavtlegerede stål.

Efter de tyske normer (DIN) begynder betegnelsen for et højtlegeret stål med et X.

Eks.: X 10 Cr Ni Ti 18 10 betyder:

Kulstof	"10" / 100	=	0,1 %	C
Krom	"18"	=	18 %	Cr
Nikkel	"10"	=	10 %	Ni
Ti ingen angivelse		=	< 1 %	Ti

De ønskede legeringsstoffer tilsættes stålet, for at dette kan opnå nogle forudbestemte egenskaber, der ønskes til et bestemt formål.

I det følgende omtales nogle af de vigtigste legeringsstoffer til stålfremstilling.

Jern (Fe)

Smeltepunkt 1530 °C

Jern anvendes ikke i ren form, men er hovedbestandelen i alt stål. I stål er der altid en varierende mængde af kulstof, og der kan desuden tilsættes en eller flere af nedenstående grundstoffer for at opnå særlige egenskaber.

Kulstof (C)

Kulstof anses ikke for at være et egentligt legeringsstof - men et følgestof, idet det følger med når stålet fremstilles. Kulstof er det vigtigste og mest indflydelsesrige legeringselement i stål.

Ved tiltagende C-indhold øges brudstyrken og hærdebarhed i stålet, mens brudforlængelsen og svejsebarheden reduceres.

Kulstofindhold over 0,8 % øger ikke styrken yderligere, men gør stålet mere slidfast.

Bor (B)

Smeltepunkt 2040 °C

Bor virker gunstig for gennemhærdning af konstruktionsstål som sejhærdningsstål ved at øge kærnehårdheder. Selv små mængder - ca. 0,002 % - har virkning, men virkningen er vanskelig at styre, idet andre legeringselementers indflydelse påvirker nyttevirkningen fra Bor.

Titan (Ti)

Smeltepunkt 1812 °C

Titanen tilsættes de fleste rustfaste stål i små mængder - over 1 % - for at binde kulstof-fet til karbid, hvorved stålet bliver svejsbart, samt for at stabilisere stålet mod interkristallisk korrosion.

Silicium (Si)

Smeltepunkt 141 °C

Silicium er en af de såkaldte jernledsagere, dvs. kulstoflignende, som kan erstatte kulstof og virker som kulstof. Som legeringsstof anvendes det i lavtlegeret stål og i fjederstål i mængder på 1 - 2 %, hvor det hæver trækstyrken med ca. 100 N/mm² pr. %.

Under stålfremstillingen bruges Si til beroligelse og findes derfor i alt beroliget stål. Også stålets styrke og sejhed øges af Si på grund af den kornforfinede virkning når det bruges i små mængder typisk fra 0,01 til 0,6 %.

Svejsning og rørbuk

Mangan (Mn)

Smeltepunkt 244 °C

Mangan, der også er en jernledsager, findes i små mængder i almindeligt »ulegeret« konstruktionsstål. Dets egenskab er bl.a. at give stålet større styrke uden at påvirke sejheden negativt.

Manganet hæver brudstyrken (R_{mT}) med ca. 90 N/mm² pr. %, hvilket forbedrer svejsbarheden i konstruktionsstål, da kulstofindholdet så kan holdes lavere. Slagsejheden forbedres lidt.

Krom (Cr)

Smeltepunkt 1920 °C

Krom anvendes i microlegerede og lavtlegerede stål, hvor det øger styrken og hårdheden. Kromen er en stærk karbiddanner, idet Cr binder sig til kulstof. Med et kromindhold på mere end 12 % bliver stålet rustfast.

Nikkel (Ni)

Smeltepunkt 1453 °C

Nikkel er væsentlig dyrere end Cr. Ni øger ligesom Cr stålets styrke ved passende varmebehandling, men også under alle forhold stålets slagsejhed, selv i hærdede områder gør Ni stålet sejere.

Ni som legeringselement benyttes først og fremmest i austenitiske rustfaste stål og i syrefaste stål samt i krybefaste stål.

Molybdæn (Mo)

Smeltepunkt 2610 °C

Molybdæn anvendes kun i små mængder oftest under 1 %. Det bruges til sejhærdningsstål, hvor det hindrer skørhed efter hærdeningen.

Molybdænen anvendes også til de rustfaste materialer når der ønskes en forbedret bestandighed over for salte og syre. Tilsætning ca. 2,5 til 3,4 % Mo.

Vanadium (V)

Smeltepunkt 1730 °C

Vanadium benyttes oftest sammen med krom. Små mængder hindre kornvækst.

Fosfor (P)

Smeltepunkt 44 °C

Fosfor er et uønsket element i de konstruktionsstål, der normalt svejses. Forfor forringer stålets sejhed - stålet bliver koldskørt.

Man kan godt svejse stål med højt forforindhold, men sådant stål er uegnet til at indgå i svejste konstruktioner på grund af faren for sprødt brud. Man sætter derfor maksimumgrænser for fosforindholdet i stål.

Svovl (S)

Smeltepunkt 118 °C

Svovl er også et skadeligt element i konstruktionsstål. Svovl forringer stålets styrke og svejselighed, da det øger tilbøjeligheden til porredannelse. Svovl gør også stålet varmeskørt, hvilket betyder at stålet lettere revner under smedning og valsning samt giver varmerevner i sømmen under svejsning.

Man sætter derfor også her maksimumgrænser for indholdet af svovli stål.

Nitrogen (N)

Smeltepunkt -210 °C

Nitrogen (kvælstof) i almindeligt kulstofstål antages for at være et skadeligt stof, idet nitrogenen giver skadelige udfældninger, som fører til ældning og blåskørhed samt - i højtlegeret stål - til interkrystalinsk korrosion.

I stærkere microlegerede stål, der ofte også indeholder små mængder aluminium, vil nitrogenen optræde positivt i meget små tilpassede mængder.

Hydrogen (H)

Smeltepunkt -253 °C

Hydrogen vil kunne omtales som en uønsket urenhed i stål, selv om det er vanskeligt at bestemme i stål også selv om det er normalt ikke nævnes i specifikationer.

Hydrogen spiller imidlertid en stor rolle under svejsningen og man må undgå at tilføre hydrogen ved at sørge for rene svejsefuget samt at bruge tilsatsmaterialer, der ikke indeholder hydrogen f.eks. tørrede basiske beklædte elektroder.



Forøgende eller reducerende egenskaber for legeringselementer

Legeringselement	Mekaniske egenskaber							Kritisk afkølingshastighed ved hærkning	Karbiddannelse	Slidfasthed	Smedelighed	Bearbejdighed ved spåntagning	Glødeskalsdannelse	Nitrerbarhed	Generel korrosionsbestandighed
	Hårdhed	Styrke - Rmt	Flydegrænse - R0,2	Brudforlængelse: A5	Indsnøring - Z	Slagsejhedsstyrke	Varmefasthed								
Silicium	↑	↑	↑↑	↓	~	↓	↑	↓	↓	↓↓↓	↓	↓	↓	↓	-
Mangan i perlittiske stål	↑	↑↑	↑	~	~	~	~	↓	~	↓↓	↑	↓	~	~	-
Mangan i austenittiske stål	↓↓↓	↑	↓	↑↑↑	~	-	-	↓↓	-	-	↓↓↓	↓↓↓	↓↓	-	-
Krom	↑↑	↑↑	↑↑	↓	↓	↓	↑	↓↓↓	↑↑	↑	↓	-	↓↓↓	↑↑	↑↑↑
Nikkel i perlittiske stål	↑	↑	↑	~	~	~	↑	↓↓	-	↓↓	↓	↓	↓	-	-
Nikkel i austenittiske stål	↓↓	↑	↓	↑↑↑	↑↑	↑↑↑	↑↑↑	↓↓	-	-	↓↓↓	↓↓↓	↓↓	-	↑↑
Aluminium	-	-	-	-	↓	↓	-	-	-	-	↓↓	-	↓↓	↑↑↑	-
Wolfram	↑	↑	↑	↓	↓	~	↑↑↑	↓↓	↑↑	↑↑↑	↓↓	↓↓	↓↓	↑	-
Vanadium	↑	↑	↑	~	~	↑	↑↑	↓↓	↑↑↑↑	↑↑	↑	-	↓	↑	↑
Kobolt	↑	↑	↑	↓	↓	↓	↑↑	~	-	↑↑↑	↓	↓	↓	-	-
Molydæn	↑	↑	↑	↓	↓	↑	↑↑	↓↓	↑↑↑	↑↑	↓	↓	↑↑	↑↑	-
Kobber	↑	↑	↑↑	~	~	~	↑	-	-	-	↓↓↓	~	~	-	↑
Svovl	-	-	-	↓	↓	↓	-	-	-	-	↓↓↓	↑↑↑	-	-	↓
Fosfor	↑	↑	↑	↓	↓	↓↓↓	-	-	-	-	↓	↑↑	-	-	-

Svejsning og rørbuk

Stålbetegnelser og stålqualiteter

Kulstofstål

Denne betegnelse dækker stål, hvis egenskaber i overvejende grad er bestemt af kulstofindholdet. For så vidt kan alt ulegeret stål henregnes under kulstofstål, men sædvanligvis benyttes betegnelsen kun om stål med relativt højt kulstofindhold, som f.eks. 0,30 % kulstof.

Ulegeret stål

Hvis egenskaber hovedsagelig er bestemt af kulstofindholdet og som maksimalt må indeholde 0,5 % silicium, 0,8 % mangan, 0,1 % aluminium eller titan, 0,1 % fosfor, 0,06 % svovl og 25 % kobber. Ved konstruktionsstål ligger kulstofindholdet fra 0,02 til 0,6 %, ved værktøjsstål 0,35 - 1,5 % C.

Mikrolegeret stål

Er en rimelig ny opfindelse, hvor man tilsætter små mængder af forskellige tilsætningsstoffer. Sammen med en temperaturkontrolleret valsen opnår man nogle egenskaber vedrørende styrke og svejseegenskaber, som de gamle kendte stålqualiteter ikke har.

Legeret stål

Hvor legeringselementerne findes i større mængder, end det er tilladt i ulegeret stål og som tilsættes for at give stålet visse ønskede egenskaber. Lavtlegeret stål betegner legeret stål med mindre end 5 % samlet legeringsmængde.

Konstruktionsstål

Hvis fælles betegnelse for stål i form af profiler, stænger og plader, der benyttes til bærende konstruktioner. Stålets svejsbarhed og bukbarhed har stor betydning. For stål med samme brudstyrke findes flere kvaliteter men hensyn til svejsbarhed og brudstyrke.

Den Tyske klassifikation udstedt i 1980 som DIN 17100 opdeler konstruktionsstålene i tre grupper:

- Gruppe 1 - er stål til almindelige, ikke krævende konstruktioner.
- Gruppe 2 - er stål for mere krævende konstruktioner,
- Gruppe 3 - er stål for særligt krævende konstruktioner.

Maskinstål

Der benyttes til maskinopbygning og maskinel bearbejdning, ved hvilke der lægges vægt på blank overflade, bearbejdelighed, egnethed for varmebehandling mm.

Sejhærdningstål

Der leveres som ulegerede og legerede stål og som er egnet for sejhærdning, hvorved opnåes en forbedring af stålets styrkeegenskaber.

Værktøjsstål

Der også leveres som ulegerede og legerede stål med højt kulstofindhold (0,5 - 1,5 %), der har stor slidstyrke og modstandsevne over for temperaturstigninger, som opstår under værktøjets arbejde.

Højstyrkestål

Selve stålfremstillingen af højstyrkestål er ikke anderledes end ved de almindelige stålqualiteter. Forskellen ligger i den kemiske sammensætning samt valseprocessen.

Informationssøgning på materialer

Internet er et ideelt medium for et opslagsværk og produkt søgning - og det er det af tre grunde:

1. Der er nemt og hurtigt at søge på internettet.
2. Oplysningerne kan opdateres løbende og ikke kun en gang om året.
3. Det giver muligheder for direkte og hurtige henvisninger (links) til andre informationskilder og til virksomheders hjemmesider.

Men det kan stadigvæk være nødvendigt med traditionelle opslagsværker (publikationer vedr. lovgivning).

- Og der skal stadig anvendes en fagmand med papir, blyant og omtanke, hvis der ønskes en optimeret løsning.

Produktsøgning på internettet:

www.vvs-el.com



Gassvejsning

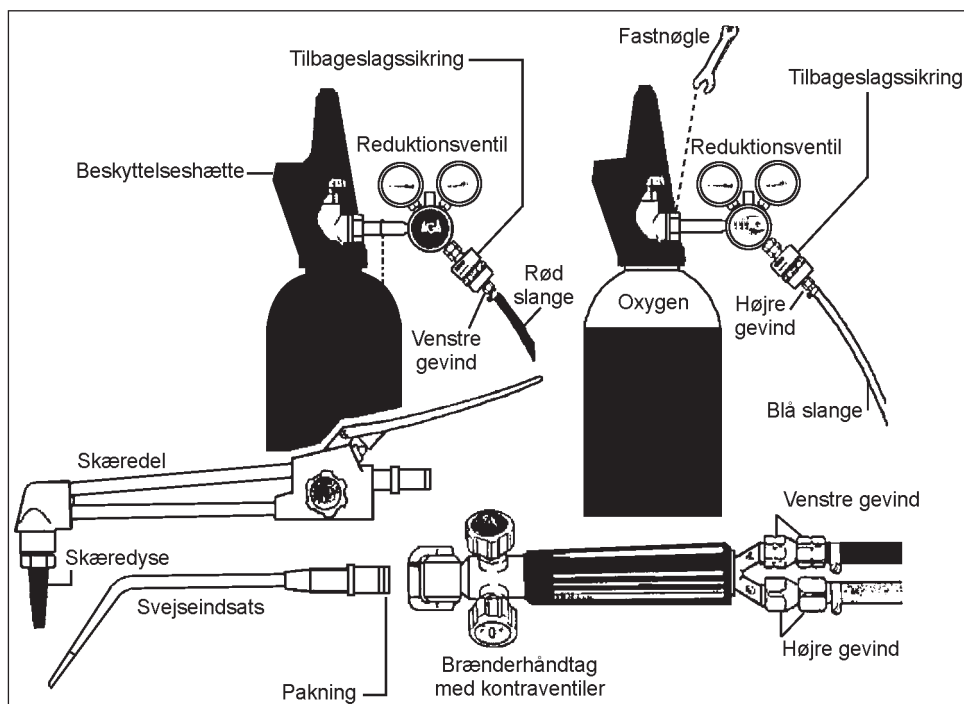
Fælles for gassvejsning, flammeskæring og flammeretning er det grundlæggende udstyr, der består af:

- Gasflaske med enten acetylen (mest almindeligt), propan, eller hydrogen.
- Oxygenflaske.
- Reduktionsventiler.
- Slang.
- Brænderhåndtag (brænderhåndtaget monteres til svejsning med en svejseindsats i en størrelse, der svarer til svejseopgavens godstykkelse). Til flammeskæring monteres en skæreindsats (skærebrænder) og til flammeretning en varmebrænder.

Er dette udstyr i orden må det anses for at være sikkert i brug.

Ulykker skyldes næsten altid misbrug og mis-handling af udstyret.

Det er derfor bydende nødvendigt, at alle i svejseværkstedet behandler trykflasker, svejse- og skæreudstyr med omtanke.



Svejsning og rørbuk

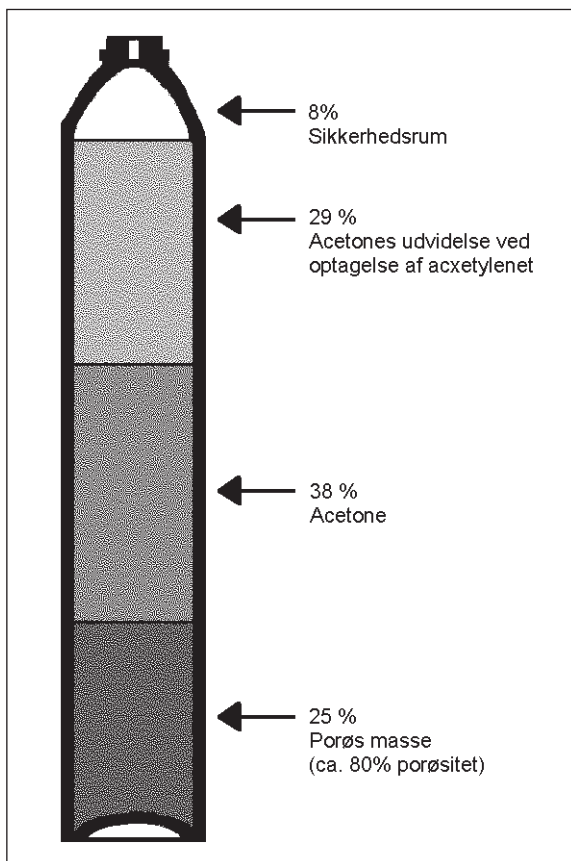
Acetylen C_2H_2

Kalciumkarbid + vand = acetylen + kalk.

Ved komprimering over 1,5 ato bliver acetyl under nogle forhold eksplosiv. Man opbygger derfor acetylenflasken som en akkumulator for at imødegå dette.

Stålflasken eller beholderen er fyldt med en porøs masse. Denne masse er påfyldt acetone, der har den evne at den kan opløse acetylen - en evne der stiger proportionalt med trykket.

På denne måde er det muligt at opbevare acetylenet i opløst tilstand, se figuren herunder.



Fremstilling af acetylen

Acetylen er en teknisk gasart, der fremstilles ved at kalciumkarbid tilsættes vand.

Acetylenflaskens farve er rødbrun og leveres i følgende størrelser: 5, 20, 40 og 50 liter.

Tilslutningsgevind 3/4 RF indvendig højre. Fyldningstrykket er ca. 20 bar på de nye flasker.

Acetylenflaskens indhold af acetone reguleres af acetylenfabrikkerne, således at flasken optager 10 gange sit eget rumfang acetylen pr. ato overtryk.

Er fyldningstrykket f.eks. 20 ato indeholder en fyldt 40 liters flaske (A40).

$10 \times 40 \times 20 = 8000$ liter acetylen.

Acetylen betegnes også som dissous gas, hvilket betyder opløst gas.

Da acetylen som nævnt er en opløst gas (dissous gas), er det begrænset hvor hurtigt opløsningsmidlet (acetonen) atter kan afgive acetylenet. Man kan derfor ikke tappe ubegrænsede mængder i timen fra en flaske.

En flaske må ikke tappes hurtigere end at den ville blive tømt på 6 timer.

Spaltning i en acetylenflaske er en kemisk proces, der udvikler varme med en deraf følgende trykstigning, som kan få flasken til at sprænge, hvis den ikke standses i tide.

Spaltning opstår som regel i forbindelse med tilbageslag:

- Brug af defekt værktøj.
- Stærk opvarmning.
- Hårdt slag.

Acetylenflasken bliver varm, begyndende foroven. Åbner man flaskeventilen vil den udstrømmende acetylen være blandet med sod samt røg - eller have en unormal lugt.

Er spaltning konstateret lukkes flaskeventilen straks - og flasken holdes nedkølet ved oversprøjtning med vand eller nedsenkning i kar.

Hvis flasken kun er håndvarm er der ikke fare for sprængninger- og man bør derfor sørge for af flasken transporteres til et sikkert sted, hvor nedkølingen fortsætter.

Tilkald omgående brandvæsenet og røm flaskens omgivelser.

Brug aldrig kobber eller kobberlegeringer med mere end 70 % kobber sammen med acetylen, da disse stoffer danner kobberacetylid, som er eksplosiv og selvantændende.



Oxygen O₂

Oxygen er en smagsfri, giftfri, lugtfri og farveløs luftart, der let forbinder sig med mange andre stoffer.

Iltten findes i den atmosfæriske luft, der består af ca. 21% ilt og 78 % nitrogen- resten er forskellige andre gasser bl.a. argon og helium.

Oxygenfremstilling

Atmosfærisk luft

Den atmosfæriske luft er en blanding af forskellige luftarter og er det mest brugte til fremstilling af oxygen.

Sammensætningen og bestanddelene fremgår af nedenstående skema.

Luftart	Volumen %	Vægt %	Kogepunkt °C
Nitrogen	78,03	75,6	- 196
Oxygen	20,93	23,1	- 183
Kultveilte	0,003	0,046	- 79
Hydrogen	0,00005	0,000036	- 253
Argon	0,632	1,285	- 186
Neon	0,0015	0,001	- 246
Helium	0,0005	0,00007	- 269
Krypton	0,0001	0,0003	- 153
Xenon	0,00001	0,00004	- 108

Bestanddele i atmosfærisk luft

Forskellen på kogepunkterne udnyttes til - ved destillation - at udskille luftarterne.

Oxygenflaskens farve er lyseblå med hvid skulder (top). Tilslutninger 21,8 WG udvendig højre 14² gevind. Leveres i følgende størrelser 5, 20 og 50 liter, med et tryk på 200 ato.

Husk at blæse flaskeventilen ren før monteringen af reduktionsventilen.

Transporter altid oxygenflasker med påskruet sikkerhedshætte.

Oxygenflasker, slanger, ventiler mm., der benyttes til ilt, må under ingen omstændigheder komme i berøring med olie eller andre fedtstoffer. Det gælder også oliefedtede klude eller tvist. Ligesom man ikke må betjene oxygenflaskeventiler, eller apparater for oxygen, med fedtede hænder eller handsker.

En oxygenstråle må aldrig ramme en beholder med benzin, brændselsolie eller lignende.

Opbevar ikke oxygenflasker i direkte sollys eller for nær en varmekilde. En forøgelse af dens temperatur sætter flasketrykket op. For hver grad temperaturen stiger øges flasketrykket med 0,5 Ato.

- Anvend aldrig oxygen til ventilation, og blæs aldrig snavs af arbejdstøjet med oxygen.
- Arbejd aldrig med utæt svejseværktøj.
- Svejs aldrig hvis arbejdstøjet er forurenet med olie eller fedt.
- Berør aldrig svejseværktøjet med olie eller fedt på hænderne.
- Ryg ikke eller tænd ikke brænderen på steder, hvor det kan tænkes at luften indeholder unormalt meget oxygen.

Sikkerhedsregler ved transport af trykflasker

- Ved transport skal beskyttelseshætten altid være skruet på.
- Flaskerne skal beskyttes mod slag og stød.
- Flaskerne skal sikres mod at vælte (fastspænd altid flaskerne under brug).
- Flaskeventilen skal altid åbnes langsomt (brug begge hænder).
- Blæs flaskeventilen ud inden ibrugtagning - **pas på med åben ild.**
- Reparer aldrig selv flaskeventiler.
- Beskyt flaskerne mod opvarmning af enhver art - selv stærk sol kan få trykket i en flaske til at stige betydeligt.
- Rum, hvor der bruges eller opbevares trykflasker, skal altid være mærket med et skilt, der advarer mod trykflasker i tilfælde af brand.

Reduktionsventilen

En reduktionsventil er meget fintfølede stilbar ventil, der bruges til at reducere det høje tryk i acetylen- og oxygenflasker til det meget lavere arbejdsstryk, der anvendes ved skæring og svejsning.

Samtidig sikrer reduktionsventilen en jævn og konstant udstrømning af acetylen og oxygen.

Specielgevind sikrer, at ventilen ikke fejlagtigt monteres på en flaske med en anden gasart end den er beregnet til.

Svejsning og rørbuk

En reduktionsventil, som den herunder, monteres på en oxygenflaske, hvorefter flaskeventilen åbnes.

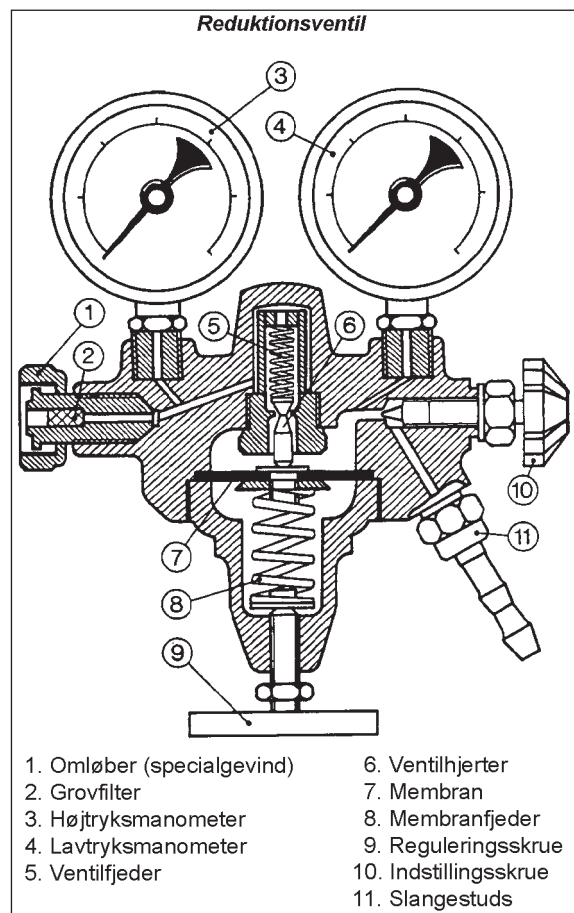
Oxyget strømmer ind i reduktionsventilens højtryksside, hvor den standses af ventilhjertet (6), der af ventilfjederen (5) presses med et ventilsæde.

Højtryksmanometret (3) viser nu flaskens tryk. Drejes reguleringsskruen (9) højre om spændes membranfjederen (8).

Når membranfjederens kraft bliver større end ventilhjederens, vil membranen (7) presse ventilhjertet tilbage og oxygenet strømmer ind på lavtryksiden.

Ventilfjederen vil i forening med den indstrømmende oxygens tryk på membranen ophæve membranfjederens kraft og presse membranen tilbage, så ventilhjertet standser indstrømningen.

Ved at dreje reguleringsskruen (9) mere eller mindre ind, kan man således indstille til alle ønskelige arbejdstryk, der så kan aflæses på lavtryksmanometret (4).



Sikkerhedsregler

Udblæs flaskeventilen før montering af reduktionsventilen.

Kontroller at reguleringsskruen er skruet helt fri af membranfjederen før der åbnes for flasken. I modsat fald kan lavtryksmanometret ødelægges.

Reduktionsventilens sikkerhedsventil er kun for lavtryk. Flaskeventilen skal åbnes langsomt ved brug af begge hænder.

Åbnes for hurtigt kan lavtryksmanometeret ødelægges. Stå aldrig ud for en reduktionsventil når der åbnes.

Luk altid trykket af reduktionsventiler og slanger og skru reguleringsskruen fri af membranfjederen efter brug.

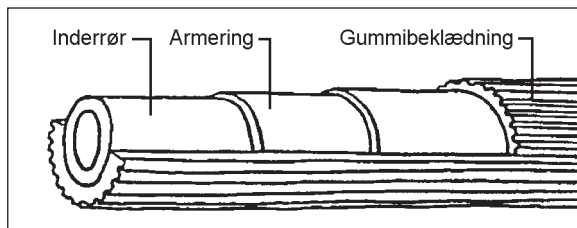
Reparer **aldrig** selv defekte reduktionsventiler.



Acetylen- og oxygenslanger

Acetylen- og oxygenslanger fremstilles af kvalitetsgummi forstærket med lærred og et indre rør af gummi.

Slangerne føres i handlen i forskellige dimensioner, som enkelt slanger eller tvillingslanger og leveres i rød farve for acetylen og blå for oxygen.

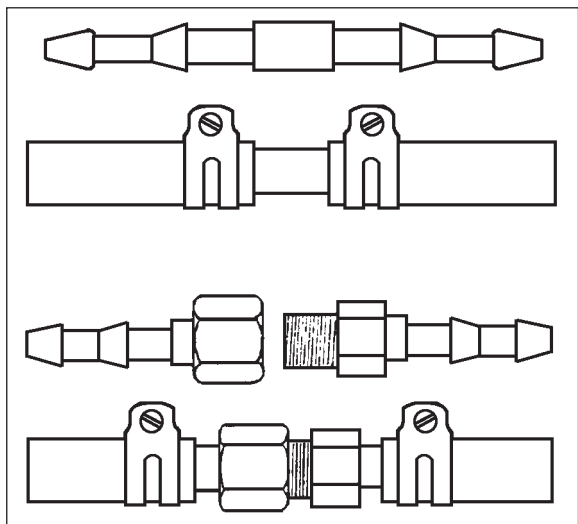


Slangesamlere

Slangesamlere bruges til reparation eller forlængelse af oxygen- og acetylenlanger.

Slangesamlere, der anvendes til samling eller forlængelse af acetylenlanger, må ikke have et kobberindhold på mere end 70 %, idet kobber og acetylen danner en eksplosiv forbindelse.

Slangerne skal sikres med spændebånd - aldrig ståltråd.



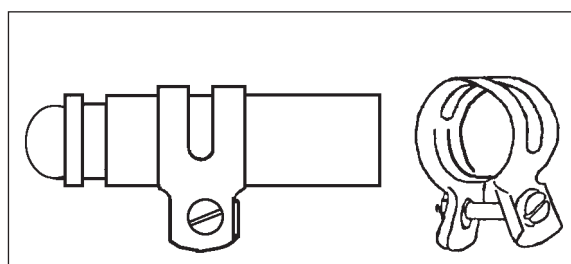
Slangestuds

Acetylen- og oxygenslangerne monteres med specielle slangestudse.

Slangestudse og slanger sikres altid med spændebånd - **aldrig med ståltråd**.

Oxygenslangen monteres enten direkte på reduktionsventilen eller med en lynkobling monteret på reduktionsventilen.

Acetylenslangen monteres dog aldrig på tilbageslagssikringen.

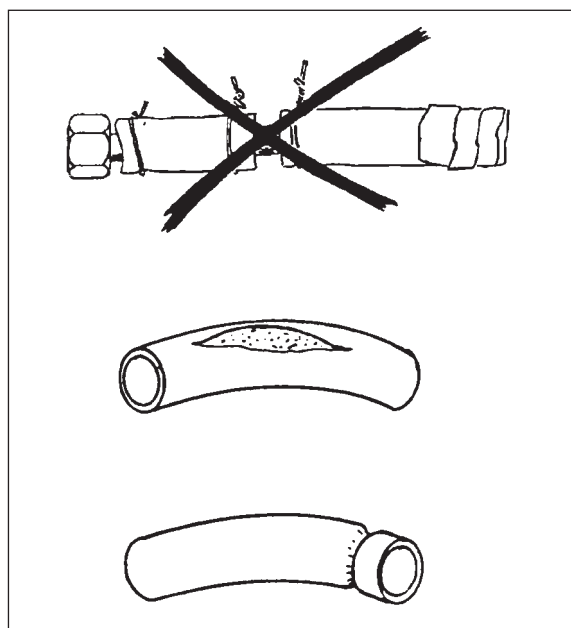


Defekte slanger

Overse aldrig en fejl på slangerne. Pas på skæreaffald - det kan brænde huller.

Slanger må aldrig repareres med isolerbånd, tape, snor eller ståltråd.

Defekte slanger må kun repareres ved at bortskære det defekte stykke af slangen og derefter samle enderne med en fabriksfremstillet slangesamler, der sikres med spændebånd.



Svejsning og rørbuk

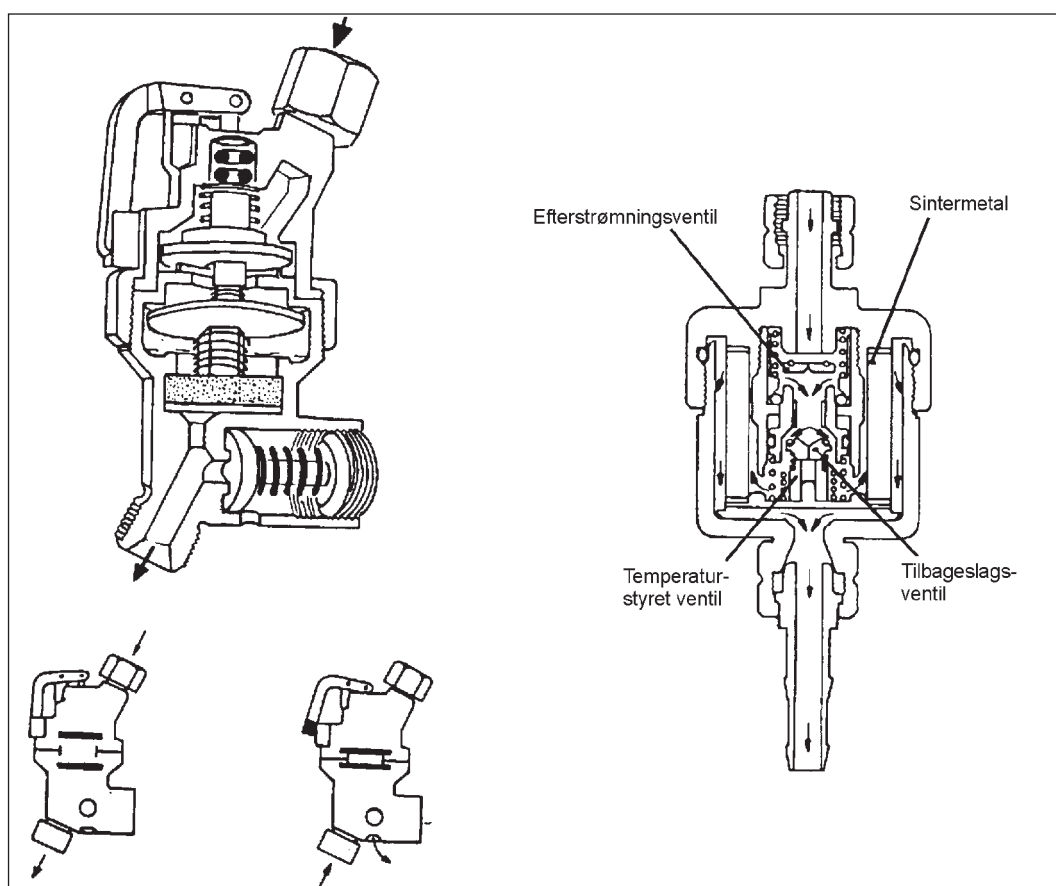
Tilbageslagssikringer

For at sikre at et tilbageslag ikke når reduktionsventil og flasker anvendes en tilbageslagssikring, der monteres på reduktionsventilen (11 på figur af reduktionsventil).

Der findes flere forskellige fabrikater af tilbageslagssikringer på markedet, men i princippet er det en sintermetalspatron som acetylenet under brugen må igennem.

Ved et tilbageslag bliver sintermetallet på grund af temperaturstigningen til et fast stof, som acetylenet ikke kan trænge igennem.

Nogle fabrikater kan efter et tilbageslag genindkobles, når temperaturen igen er faldet til det normale - andre må man sende til reparation.



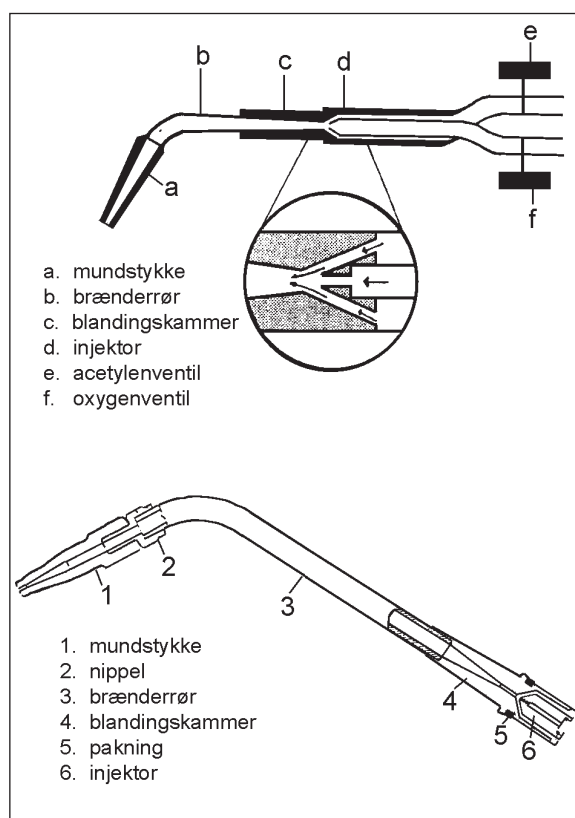


Svejsebrænderen

Der findes to hovedtyper af svejsebrændere:

- Injektorbrænderen
- Højtryksbrænderen.

Injektorbrænderen bliver også kaldt lavtryksbrænderen, fordi man udnytter sugevirkningen fra oxygenet til at trække acetylenet med frem i blandingskammeret.



Svejseindsatse findes i mange forskellige størrelser og vælges efter svejseopgaven.

Brænderen anvendes til både svejsning og flammeskæring.

Højtryksbrænder eller ligetryksbrænderen, som den også kaldes fordi acetylen og oxygen bliver tilført med næsten ens arbejdstryk.

Svejseindsatse findes i mange størrelser. Skift af svejseindsats sker i mange tilfælde ved kun at skifte mundstykke. Valg af svejseindsatsernes størrelse sker ud fra svejseopgaven.

Svejseindsatsen er forsynet med en pakning, enten en O-ring eller en nylonpakning, hvis formål er at tætnes mellem brænder, håndtag og svejseindsats.

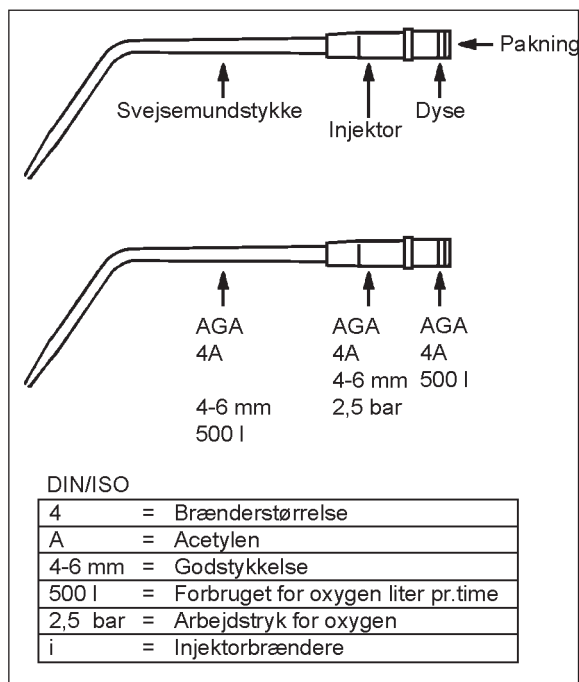
Kontroller derfor altid pakningen ved brænderskift.

Svejseindsatse, der er mærket efter DIN/ISO giver en rund kærneflamme, som øger svejsehastigheden.

Svejsetabel

mm	Mærkning	Oxygen l/h		Oxygen		Acetylen	
				bar	bar	bar	bar
		DIN/ISO					
0,2-0,5	0A	40	0,5				
0,5-1,0	1A	80	0,7				
1,0-2,0	2A	160	1,0				
1,5-3,0	E2A	230	1,0				
2,0-4,0	3A	315	1,4	2,5		0,1-0,8	
3,5-5,0	E3A	400	1,5				
4,0-6,0	4A	500	1,7				
5,0-7,0	E4A	650	2,0				
6,0-9,0	5A	800	2,0				
8,0-10,0	E5A	1000	2,4				
9,0-14,0	6A	1250	2,7				
Varmerbrænder	8A	2500				0,8	
Brusebrænder	4A	500	0,6				
	5A	800	0,8	2,5		0,4-0,8	
	E5A	1000	1,0				

Svejsning og rørbuk



Eksempel på mærkning af svejseindsatse

Tænding af svejsebrænder

Først åbnes for acetylenet, derefter for oxygenet og brænderen tændes. Tænd ikke flammen i ren acetylen, da dette vil medføre en stærkt sodende flamme.

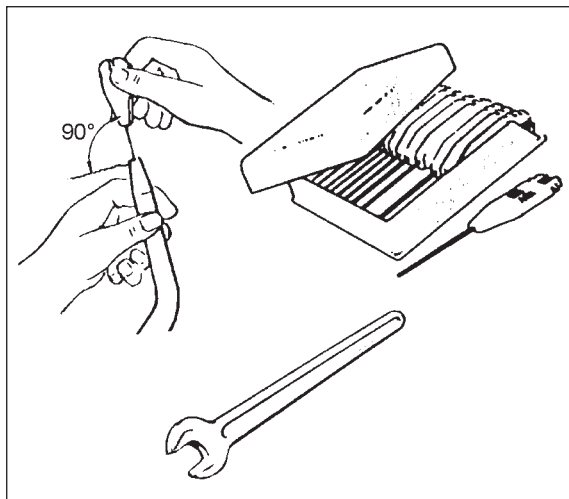
I lavtrykbrænderen skal oxygenet endvidere medvirke til acetylenets udstrømning.

Først lukkes for acetylen - og derefter for oxygenet.

Rensning af svejsebrænder

Før rensenålen forsigtigt frem og tilbage, uden at vride den.

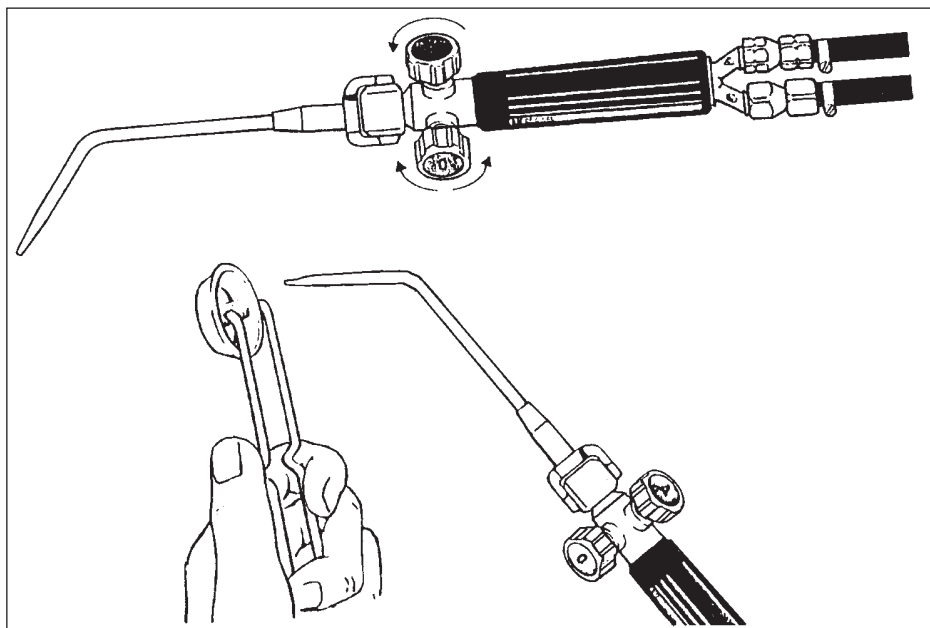
Anvend den rigtige rensenål. Andet end rensenålen ridser og ødelægger mundstykket.

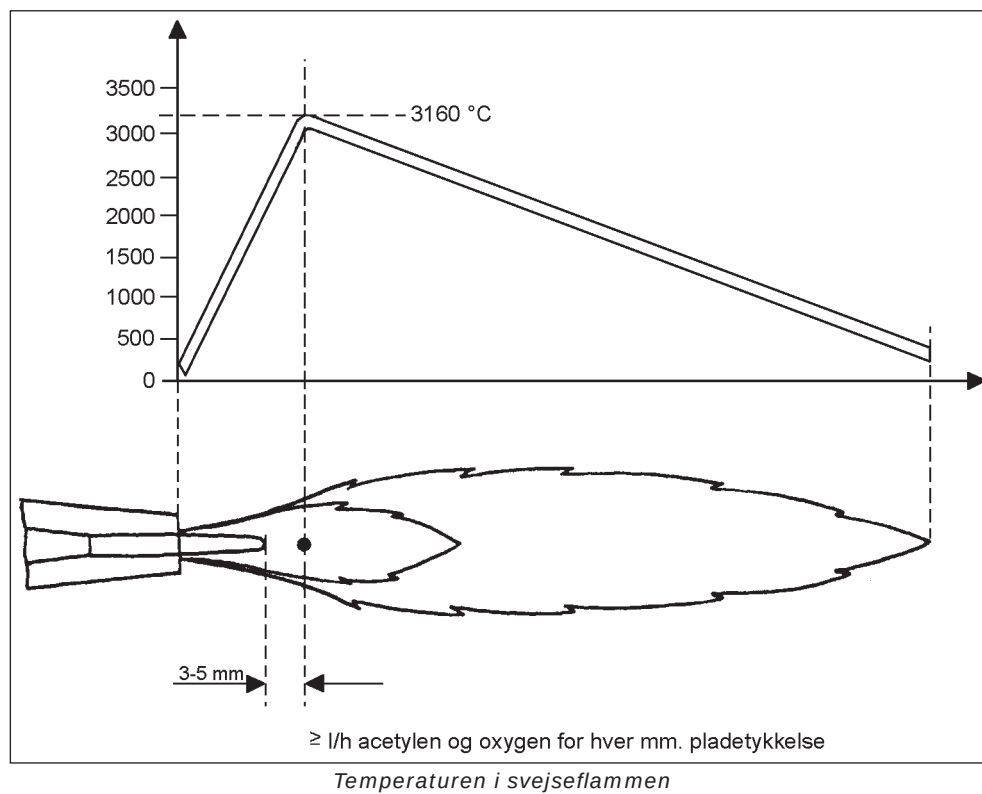
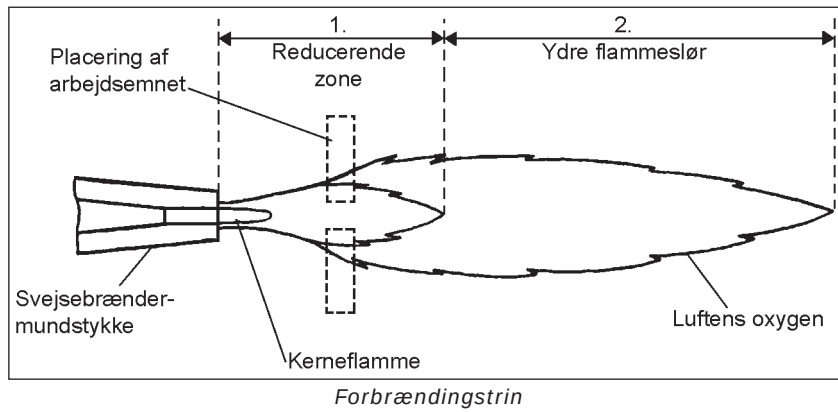


Svejseflammen

Ved forbrænding af acetylen i ren oxygen opnås en temperatur, der er højere end ved forbrænding af nogen anden gasart i en normalt flamme - ca. 3100 °C.

Figuren på næste side viser temperaturen i svejseflammen.





Svejsning og rørbuk

Gassvejseprocessen

Gassvejsning, eller som det benævnes i dag nøglehulssvejsning, er nok den mest benyttede svejsemetode indenfor VVS-branchen.

Metoden udføres normalt som enten fra- eller modsvejsning.

Modsvejsning

Modsvejsning er den svejseform, man anvender ved godstykker fra 3 mm op til 6 - 8 mm.

Modsvejsning udføres ved, at man har svejseflammen pegende mod smeltebadet. Tråden føres med rundtgående bevægelser og holdes med et let tryk mod smeltebadets bund.

Med svejseflammen holdes et nøglehul (pæreformet hul) i smeltebadets forkant. Dette opnås ved at holde brænderen 1/3 nede i svejsefugen. Svejseflammen kan derfor med lethed smelte fugekanterne.

Dette sikrer en perfekt gennemsvajsning og den mod smeltebadet rettede flamme giver en god beskyttelse af det smeltede stål i badet, hvad der sammen med trådføringen muliggør en problemfri svejsning.

Start af svejsning

Et passende område på 40 - 50 mm forvarmes til svag rødvarme og fugekanten til smeltning, hvorefter man begynder svejsningen.

De eneste bevægelser man behøver at foretage med brænderen for at styre smeltebadet er - at hæve den lidt, hvis smeltebadet bliver for lille eller sænke den, hvis det bliver for stort.

Ved stop fjernes tråden og derefter brænderen langsomt i hældningsretningen, da smeltebadet skal være beskyttet af flammeslør indtil det er størknet.

Når man når op og skal lukke svejsningen stopper man 20 - 25 mm fra sømenden.

Sådan stoppes svejsningen korrekt og man udfører en forvarmning og opsmeltning af sømenden med normalt krater og pæreformet hul.

Til modsvejsning vælges en brænder, der forbrænder 125 liter acetylen pr. time pr. millimeter godstykkelse.

Flammeindstilling skal være normalflamme (blød).

Ved modsvejsning opstår ikke så kraftige svejseuspændinger som f.eks. ved frasvejsning - dette på grund af den neddykkede flamme og den smallere svejsefuge.

Fugeformer

Den mest anvendte fuge (spalte) ved gas-svejsning er en I-fuge, da man ved gassvejsning hovedsageligt arbejder med godstykker omkring de 2,5 - 4,0 mm.

Kommer godstykkelsen over de 3,5 mm skærpes materialet til en V-fuge.

Til skærpning anvendes skærebrænder eller spåntagende udstyr.

Fugeformer findes i DS/ISO 2553. Tolerancer ved fugetildannelser er angivet i DS (dansk standard) 326 serie B. Disse standarder findes sikkert som klassesæt på din skole.

Svejsetråd

Til gassvejsning anvendes en svejsetråd benævnt H44.

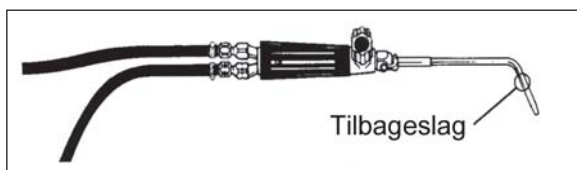
H44 er et såkaldt letsvejsende stål og anvendes på grund af dets fine mekaniske egenskaber til svejsning af f.eks. af konstruktionsstål trykbeholdere og rørsystemer.



Tilbageslag

Ved tilbageslag brænder flammen tilbage kortvarigt i brændermundstykket med en smældende lyd. Flammen kan gå ud eller genantænde.

Årsagen er at forbrændingshastigheden bliver hurtigere end udstrømningshastigheden. Flammen vil derfor brænde tilbage i brænderen.



Årsagen til tilbageslag er

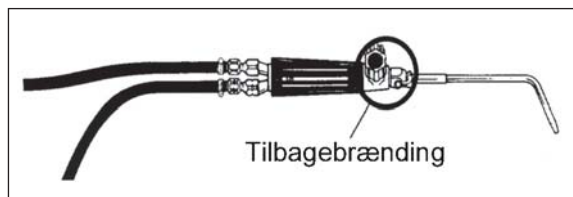
1. Arbejdstrykket ikke indstillet rigtigt.
2. slangerne er i klemme.
3. Flasken er ved at være tom.
4. Brændermundstykket er blevet for stort, derfor nedsættes udstrømningshastigheden.
5. Brændermundstykket er delvis tilstoppet.
6. Utæt eller defekt brænder.
7. Forbrændingshastigheden kan øges med overskud af oxygen.
8. Hvis gassen bliver opvarmet af for varmt mundstykke vil forbrændingshastigheden stige.
9. Tilbageslag kan afhjælpes med kontraventiler.

Tilbagebrænding

Tilbagebrænding er et tilbageslag, der brænder længere tilbage i brænderen - typisk til det sted, hvor gasserne blandes.

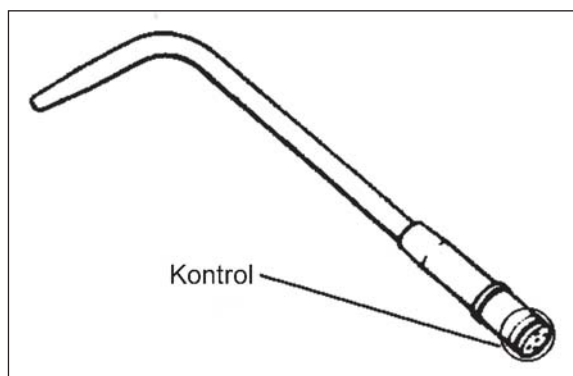
Tilbagebrænding starter med et smæld som tilbageslag, men fortsætter med at brænde inde i brænderen med en hylelyd.

Tilbageslaget opvarmer stedet, hvor gasserne blandes og presser gasserne tilbage i slangerne. Når gasserne bliver presset tilbage til blandingsstedet og kamret er blevet opvarmet til antændelsestemperatur, er forholdene for en tilbagebrænding til stede.



Hvis tilbagebrændingen ikke slukkes, vil temperaturen stige og brænderen vil smelte. For at forhindre at en tilbagebrænding udvikler sig, skal man øjeblikkeligt slukke for brænderen. Først slukker man for oxygenet og dernæst for acetylenet.

Man slukker først for oxygenet, da dette er meget brandnærende - når først branden er opstået kan oxygenet brænde alene. Derefter lukker man for flaskeventilerne og køler brænderen med vand. Husk altid at kontrollere brænderen og brændermundstykkepakningen



Gennemgående tilbageslag

Gennemgående tilbageslag opstår når en eksplosionsblanding i en af slangerne bliver antændt af et tilbageslag.

Eksplodingsblandingen vil oftest opstå når brændermundstykket bliver stoppet, idet oxygenet med det største tryk presses ind i acetylenlangsen.

Hvis man er så uheldig at eksplosionsblandingen bliver antændt vil slangen eksplodere.

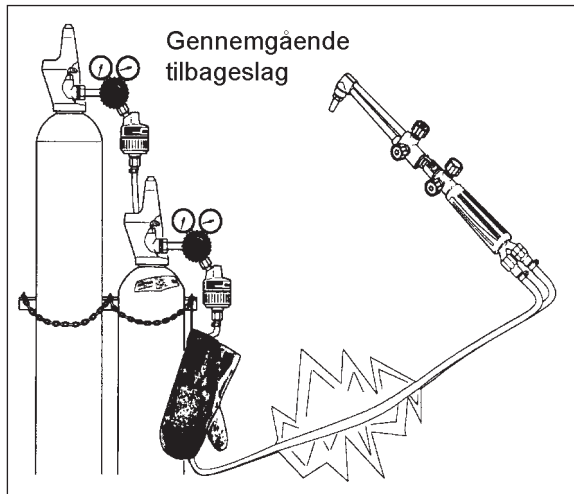
Det gennemgående tilbageslag kan, hvis man ikke har monteret tilbageslagssikring, fortsætte ind regulatoren og videre ind i gasflasken. Dette kan resultere i en spaltning i gasflasken.

Se andet sted vedrørende forholdsregler ved en spaltning.

Svejsning og rørbuk

Hvis en gennemgående tilbagebrænding opstår, skal man gøre følgende

1. Luk for flaskeventilerne med det samme
- først for acetylenet og dernæst for oxygenet. Husk at bruge brandsikker handske. Når flaskeventilerne lukkes slukker man flammen.
2. Kontroller om flasken bliver varm. En varm flaske er tegn på, at en spaltning er i gang.



En god sikring mod gennemgående tilbagebrænding er at montere kontraventiler eller flammespær på brænderen.

Håndtering af udstyret

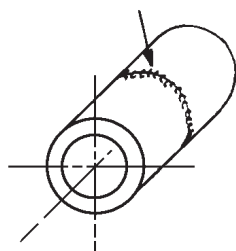
For at få et godt resultat er det nødvendigt at man anvender den rigtige dyse, mundstykke og indstiller arbejdsstrykket rigtigt.

Den korrekte dyse, mundstykke vælges ud fra producentens anvisninger. Arbejdsstrykket indstilles efter størrelse af dyse eller mundstykke, ved hjælp af tabel fra producenten.



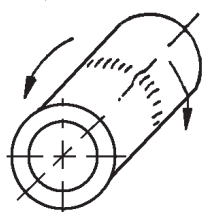
Svejestillinger for rør

Stumpsømme



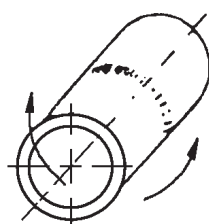
PA

Rør: Roterende
Akse: Horizontal
Svejsning: Oven-ned



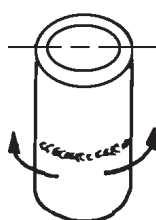
PG

Rør: Fast
Akse: Horizontal
Svejsning: Lodret-faldende



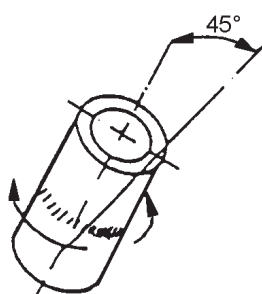
PF

Rør: Fast
Akse: Horizontal
Svejsning: Lodret-stigende



PC

Rør: Fast
Akse: Vertikal
Svejsning: Side-ind



H-L045

Rør: Fast
Akse: Skrå
Svejsning: Opad

Svejsning og rørbuk

DS/EN ISO 5817:2014

Gyldighedsområde

Materialer

Ulegerede og legerede stål 3 - 63 mm.

Kan bruges til tykkere eller tyndere svejsninger - under hensyntagen til de tekniske forhold, der kan gøre sig gældende.

Positioner

Alle svejsepositioner.

Sømtyper

Stumpsømme, kantsømme og rørforgreninger.

Kvalitetsniveauer og bedømmelse

Symbol	Kvalitetsniveau
B	Skærpet
C	Mellem
D	Moderat

Kvalitetsniveauer

Bedømmelse

Hver fejltipe i en svejsning skal bedømmes for sig.

Laveste enkelte karakter, er hovedkarakter for svejsningen.

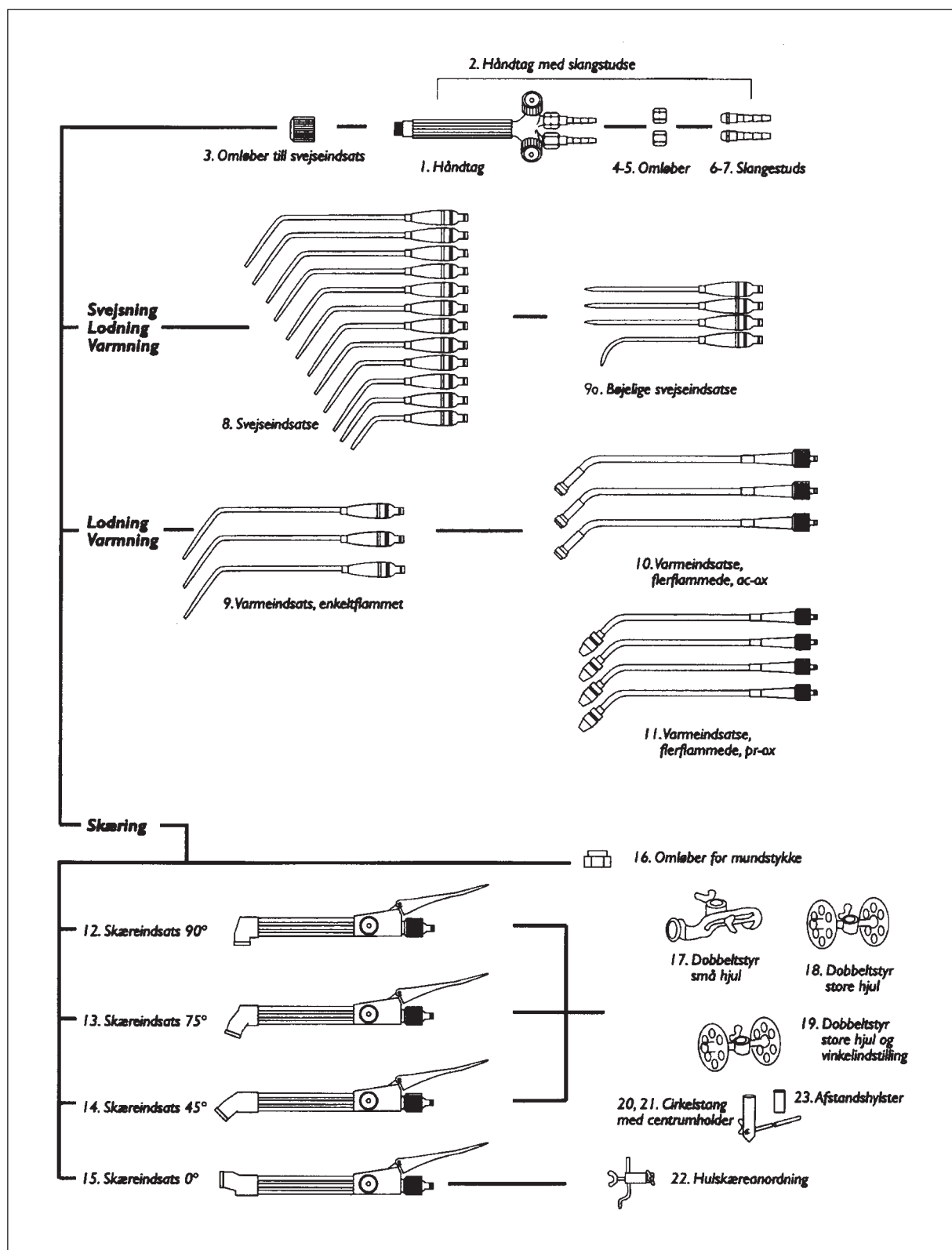
Definitioner

Korte fejl

En eller flere fejl, der tilsammen ikke er længere end 25 mm inden for nogen sammenhængende 100 mm af svejsningen eller 25 % af svejsninger kortere end 100 mm.

Lange fejl

En eller flere fejl, der tilsammen overskrider 25 mm inden for nogen sammenhængende 100 mm af svejsningen eller 25 % af svejsninger kortere end 100 mm.



Ligetryksbrænder

Svejsning og rørbuk

Skæreudrustning

Der findes en del forskellige håndskærebrændere til forskellige formål.

Primært anvender man skærebrænderen til skrotskæring eller kvalitetsskæring. Sekundært anvender man håndskærebrænderen til specielle opgaver så som gasmejsling, gas-høvling og nagleskæring.

Til de specielle opgaver anvender man dyser, der er fremstillet til opgaven.

Håndskærebrænder fås med forskellige længder 370 mm til 1155 mm og vinkler 90°, 75°, 45° og 0° på hoved.

Skæredyser har to hovedfunktioner, at styre forvarmeflammen og skæreoxygenstrålen.

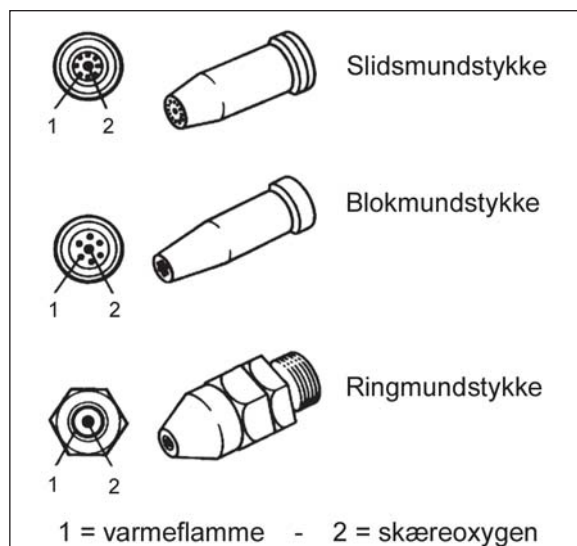
Forvarmeflammens opgaver:

1. Opvarme et punkt på arbejdsstykket til dets forbrændingstemperatur.
2. Bevare forbrændingstemperaturen under skæreprocessen.
3. Rense overfladen for urenheder så det letter skæreoxygenets snit.
4. Beskytte og støtte skæreoxygenet.

Skæreoxygenstrålens opgaver:

1. At styre oxygenstrålen så den rammer snittet.
2. Forbrænde jern til jernoxider.
3. Blæse jernoxider og andre slaggeprodukter ud af snittet.

Skæremundstykker kan kategoriseres i tre hovedgrupper; slidstyken, blokstyken og ringstyken.



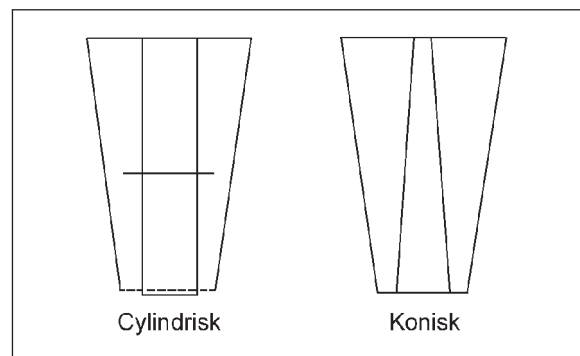
Slidstyken og blokstyken er de mest moderne dyser, som efterhånden erstatter ringstyken. De har ikke det samme centreringsproblem som ringstyken.

For at få et godt skæresultat:

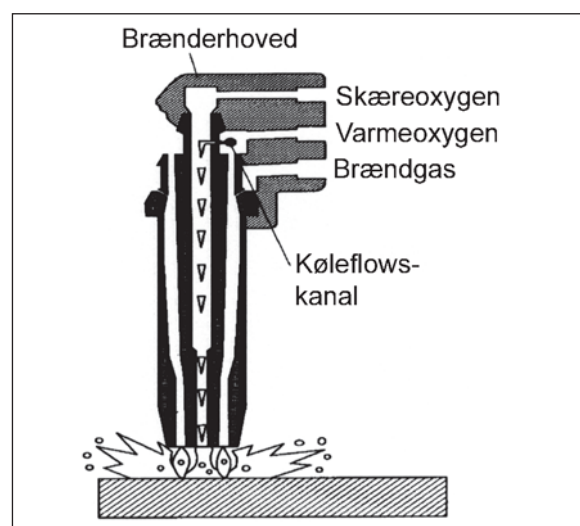
1. Skal grundmaterialet renses mekanisk på skæreflader.
2. Vælg de rigtig dyse til opgaven (producentens anvisninger).
3. Læs skæretabellen.
4. Anvend en ren skæredyse.

Fremgangsmåden for rensning af skæredyser kommer an på typen.

Mekanisk rensning med rensenål til skærekanalet og forvarmekanal anvendes kun til dyser med cylindriske skærekanalet. Dyser med koniske kanalet renses kemisk (rensevæske) eller med ultralyd. Dyser der kan skilles ad renses med en messingbørste.



Der findes nye typer skæredyser med kølekanaler, som skulle give bedre snit kvalitet og større produktivitet gennem færre driftstop.





Flammeskæring

Flammeskårne snit

Flammeskæring anvendes både i svejseværkstedet, på montage og byggepladser, ved udskæring og afkortning af materialer samt ved tildannelse af fugekanter til svejsning.

Med normale skærebrændere kan man skære i godstykkelser fra ca. 2,5 til 100 mm. Tynnere materiale er vanskeligt at skære og bør derfor tildannes ved mekanisk kantbearbejdning.

Tykkere materialer kan godt skæres, men der kræves specielle skærebrændere.

En forudsætning for flammeskæring kan udføres er, at materialet kan brænde i en stråle af ren oxygen.

Denne forudsætning er til stede ved skæring af normale ståltyper, hvorimod rustfaste stål, støbejern og andre metaller ikke kan skæres med oxygen/acetylen.

Flammeskårne snit kan være glatte og jævne, men de kan også - hvis der skæres forkert - være både ujævne, have skæresår og andre skærefejl. Skærefejl nedsætter både styrken og anvendelsen af de stående kanter.

Da der er en meget direkte sammenhæng mellem kvaliteten af skærearbejdet og kvaliteten ved svejsearbejdet, er der god grund til at interessere sig for kvaliteten af flammeskæringen.

Desværre findes der ikke en DS/ISO for skærefejl, som f.eks. DS/ISO 6520 for svejsefejl. Der findes dog en udmærket tysk standard DIN 8518 (Fehler an Brennschnitten und Plasmaschnitten), der illustrerer de forskellige fejl.

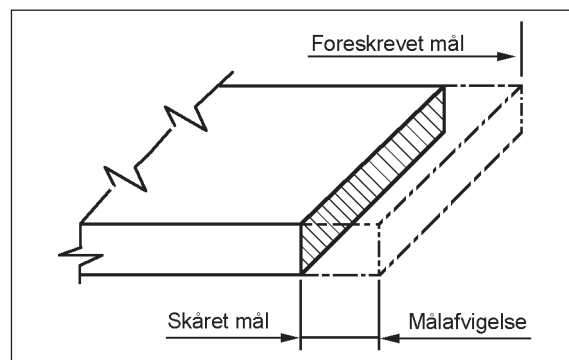
Der findes ligeledes en tysk standard DIN 2310 (Thermisches Schneiden) for tilladte fejlstørrelser (kan sammenlignes med f.eks. karakterer for svejsning som DS/EN 25817).

I praksis deler man dog fejlene op i nogle få grupper som f.eks.:

- Målafvigelse
- Faconafvigelse
- Tværsnitsprofilafvigelse
- Snittrilledybder

Målafvigelser

Her er det umuligt at sige noget generelt om, hvor store de tilladelige målafvigelser må være, idet afvigelserne helt og holdent afhænger af fremgangsmåden og det produkt man skal udføre, f.eks. kravene til svejsfugerne.

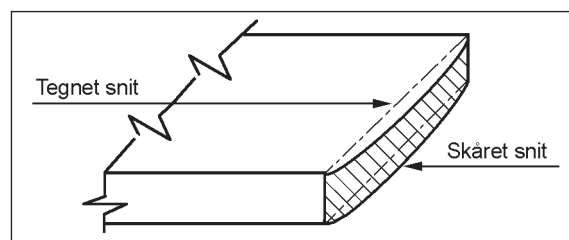


Din 2310 angiver dog hvad der kan lade sig gøre for almindelige skæremaskiner - opdelt på præcist og almindeligt skærearbejde.

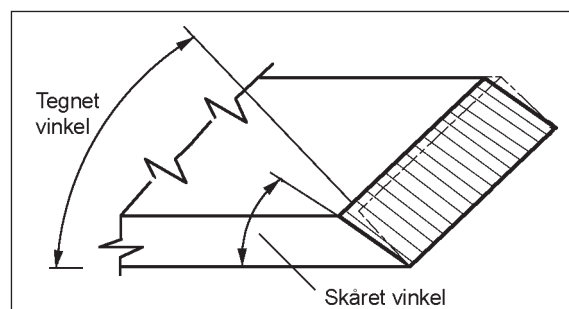
Faconafvigelser

Flammeskæremaskiner er normalt meget præcise, men faktorer som f.eks. varmen fra skærebrænderen, varmeudvidelser samt egenspændinger i pladen kan bevirke at en kant, der skulle være lige - er svagt krum.

Ligeledes forholder det sig for det skrå snit eller vinkelsnittet - her skal snittet normalt være vinkelret på pladeoverfladen til frie kanter (I-sømme). Til V- og X-fuger skal snitvinklen svare til den ønskede fugevinkel.



Faconafvigelser.



Forkert snitvinkel.

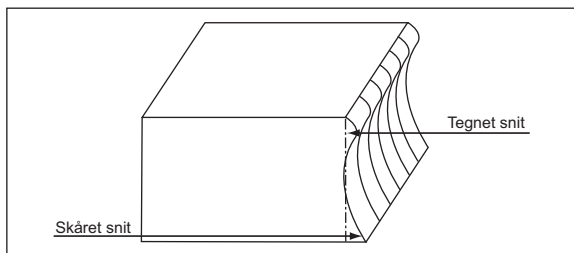
Svejsning og rørbuk

Tværnitsprofilafvigelser

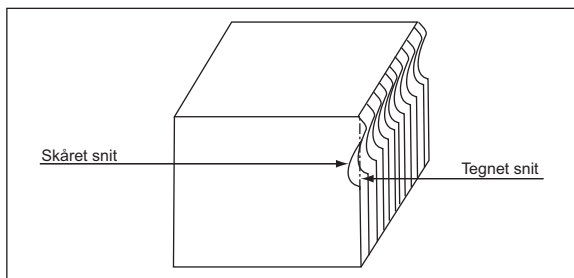
Den kant der skæres ønskes normalt skåret som en lige kant (set i tværnsnit).

Virkelige snit er oftest lidt hule eller bølgeformede (set i tværnsnit), men også her angiver DIN 2310 tilladelige afvigelser.

Afvigelser fra det foreskrevne måles ved hjælp af en stållineal.



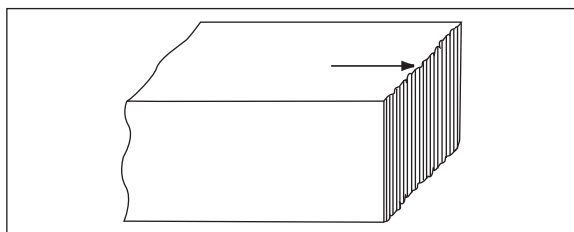
Tværnsnit indadhulet.



Tværnsnit bølget.

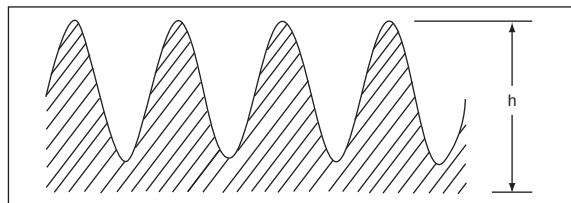
Skæreriller

Snitfladen på et flammeskåret snit har altid nogle regelmæssige riller. Rillerne kan være fine, som på en gramofonplade eller - som det også af og til ses - meget grove. Rillerne går i skærestrålens retning



Skæreriller.

DIN 2310 angiver også her tolerancer for tilladelige rilledybder, men da skæreriller kan være svære at kontrollere, har den tyske svejseforening DVS (Deutscher Verband für Schweißtechnik) fremstillet nogle plaststave, der er plastkopier af flammeskårne snit med forskellige snittykkelser samt forskellige grader af forkert overfladeprofil og skærerilledybde.

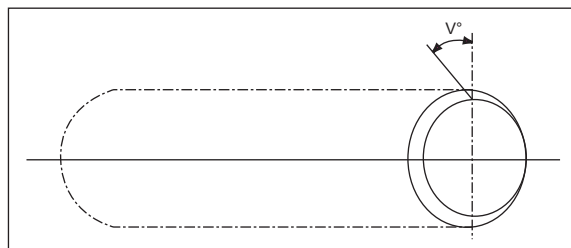


Skærerilledybde h.

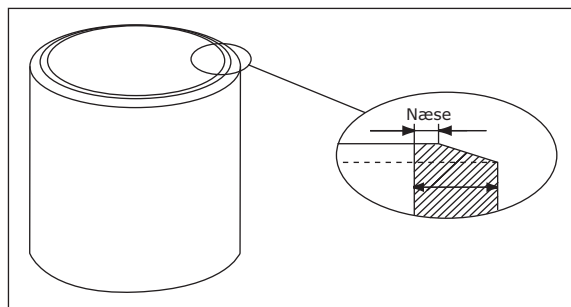
Tildannelse af rør med flammeskæring

Tildannelse af rør foregår med flammeskæremaskine.

Røret tildannes med en V-fuge på 30 grader med rørene vinkelret på rørets længdeakse.



Rens skærpning samt rør ud og indvendigt for glødeskaller, rust, maling eller lignende.



Slagge og skæresår

Slagge- og skæresår er en fejlttype, der ofte fremkommer når der håndskæres.

Disse fejl bør normalt ikke forekomme på ordentligt skærearbejde og emner med disse fejl bør ikke godkendes.

Skæresår kan dog repareres, hvis man benytter en forsvarlig slibe- og svejseprocedure.



Valg af skæredyser

Vælg altid skæredyse efter den godstykkelse, der skal skæres i (brug leverandørens tabelværdier).

Forkert skæredyse giver et dårligt snit. Der findes utallige fabrikater og typer. Her er derfor en kort beskrivelse af de tre mest anvendte typer.

Ringdysen

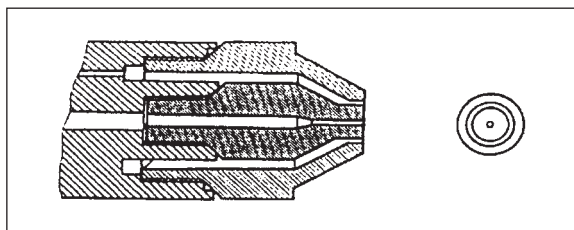
Ringdysen er den ældste dyse. Den består af to dele: Den indre oxygendyse og den ydre kappe. Mellem disse dannes den ringformede åbning til forvarmegassen.

Ringdysen har dog den fejl, at den er tilbøjelig til at komme ud af centrering, hvilket har en uheldig indvirkning på skærestrålen.

Rensning af ringdysen foregår ved at brænderhovedet spændes fast i en skruestik. Enden af dysen renses med fint smergellærred. Dyserne files (hvis nødvendigt) plane. Forvarmedysen skrues af, dysens hul renses med en rensenål, eller med fint smergellærred.

Ved montering: Pas på at dysen centrerer med oxygendysen.

Oxygendysen renses ved at der åbnes for skæreoxygenen og dysens hul renses med en rensenål.



Slids- og stjernedyser

Disse dyser er en videreudvikling af ringdysen og kan hvad udformning angår sammenlignes med ringdysen, men her har elimineret centreringsproblemet idet varmekappen, eller dysen, har fræsedede riller til udstrømning af forvarmegassen. Det vil sige, at man har samme diameter udvendig på varmekappen.

Effektiviteten på disse dysetyper er også noget højere end for ringdysen.

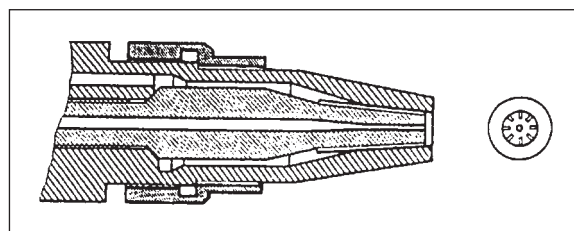
Rensning af slids- og stjernedyser foregår ved, at brænderhovedet spændes fast i en skruestik. Forvarmedysen skrues af og enden af dysen renses med fint smergellærred.

Er dysen ikke plan files den plan.

Dysens hul skal være skarpkantet.

Der åbnes for skæreoxygenet, dysens hul renses med en rensenål og dysen med en fin børste.

Enden af forvarmedysen renses med fint smergellærred. Er enden ikke plan files også den plan. Forvarmedysens hul renses med rensenål eller smergellærred.



Blokdysen

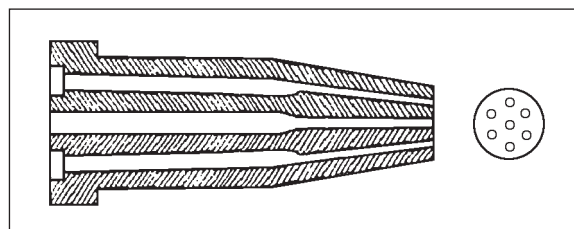
Blokdysen er i dag den mest anvendte, når vi taler om skærebrending i mindre godstykkelser.

Blokdysen er en kompakt enhed med en central oxygenboring og udenom en række huller til forvarmegassen. Den er god og billig - og har ingen centreringsproblemer.

Rensning af blokdysen foregår ved at rense enden af dysen med fint smergellærred. Alle huller skal være skarpkantede.

Forvarmekanalerne renses med en rensenål (brug den af fabrikanten foreskrevne størrelse), der åbnes herefter for skæreoxygenen og oxygenkanalen renses med en rensenål.

Oftentimes er det kun nødvendigt at rense oxygenkanalen.



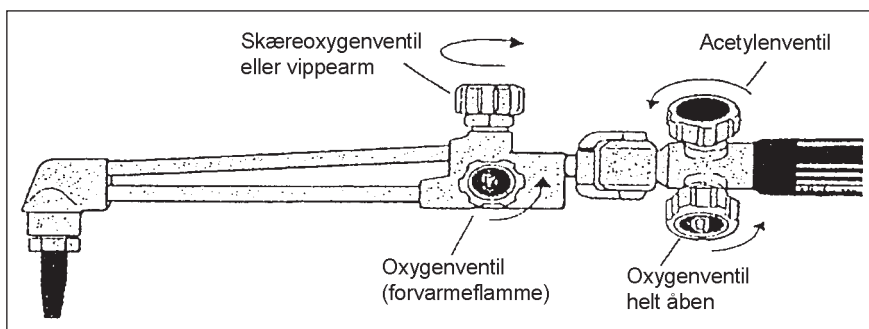
Svejsning og rørbuk

Tænding af skærebrænder

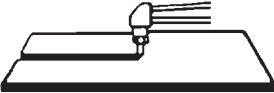
Ved tænding af skærebrænderen åbnes først helt for oxygenventilen på svejsehåndtaget. Kontroller at skæreventilen er lukket.

Derefter åbnes lidt for acetylenventilen på svejsehåndtaget og lidt for oxygenventilen på skærebrænderen, hvorefter varmeflammen tændes og indreguleres til den ønskede størrelse.

Derefter åbnes for skæreventilen og varmeflammen finindstilles. Gasoverskud trækkes ind til spidsen af kerneflammen.



Vælg altid skæredysen efter den godstykelse, der skal skæres i (brug leverandørens tabeloversigt).

Skæretabel 									
 mm	 HA 211			 Oxygen		 Acetylen			
				bar		bar		mm/ min.	inch/ min.
1	1	0,6	0,5	1,5				1200	48
3				1,5				600	24
3				1,5				600	24
8	2	0,6	0,7	2,0				500	20
8				3,0		0,2 - 0,8		500	20
20	3	0,7	1,0	4,0				320	12
20				3,0				320	12
50	4	0,7	1,5	4,0				200	8
50				3,0				200	8
100	5	0,7	2,0	6,5				150	6

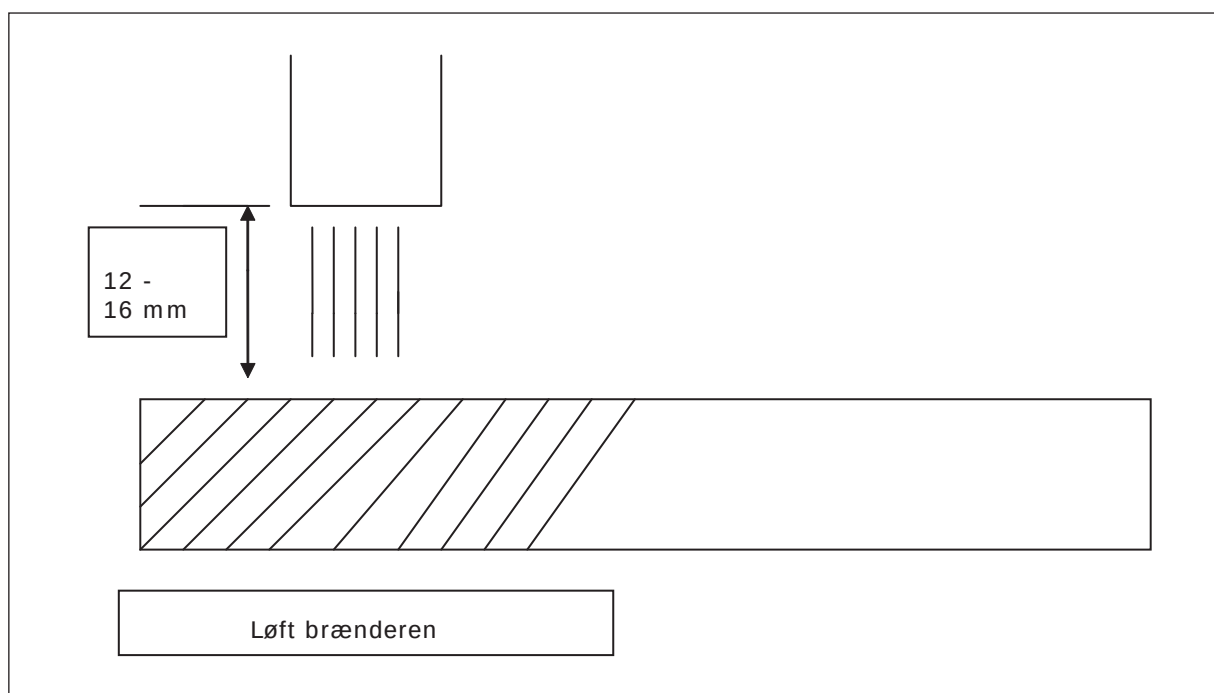
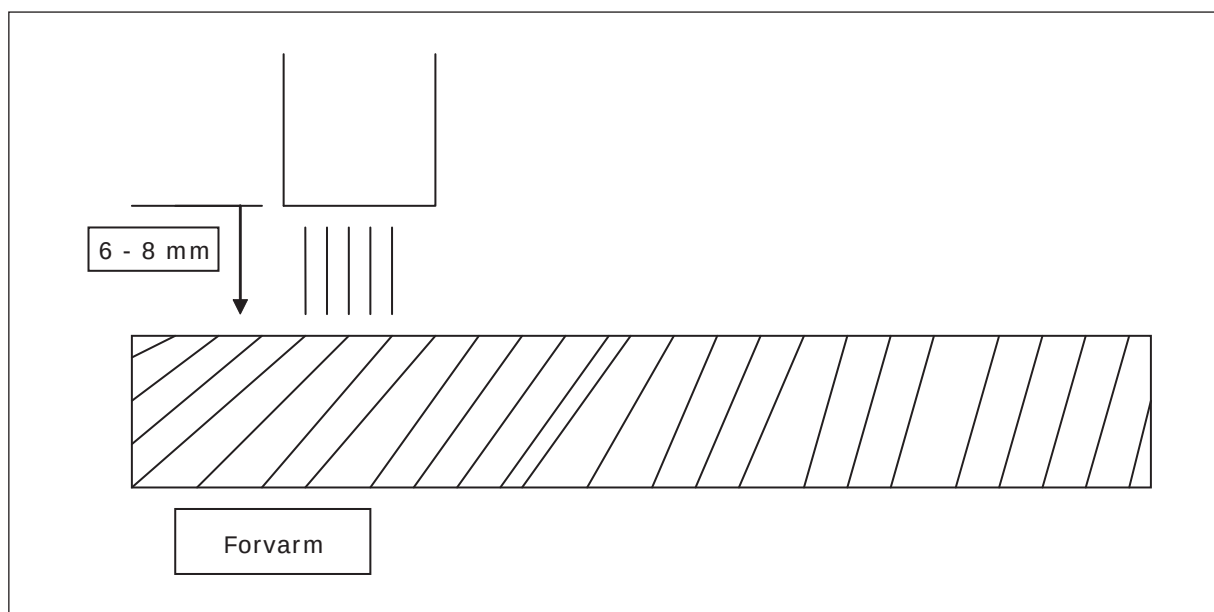
Forkert skæredyse giver et dårligt snit.



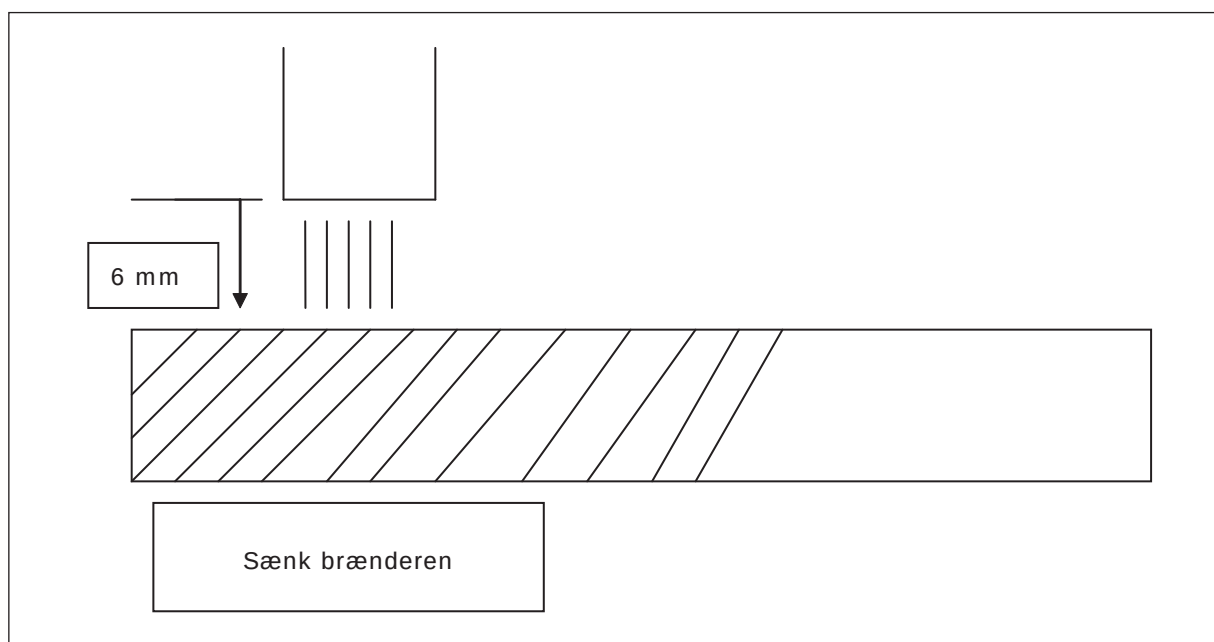
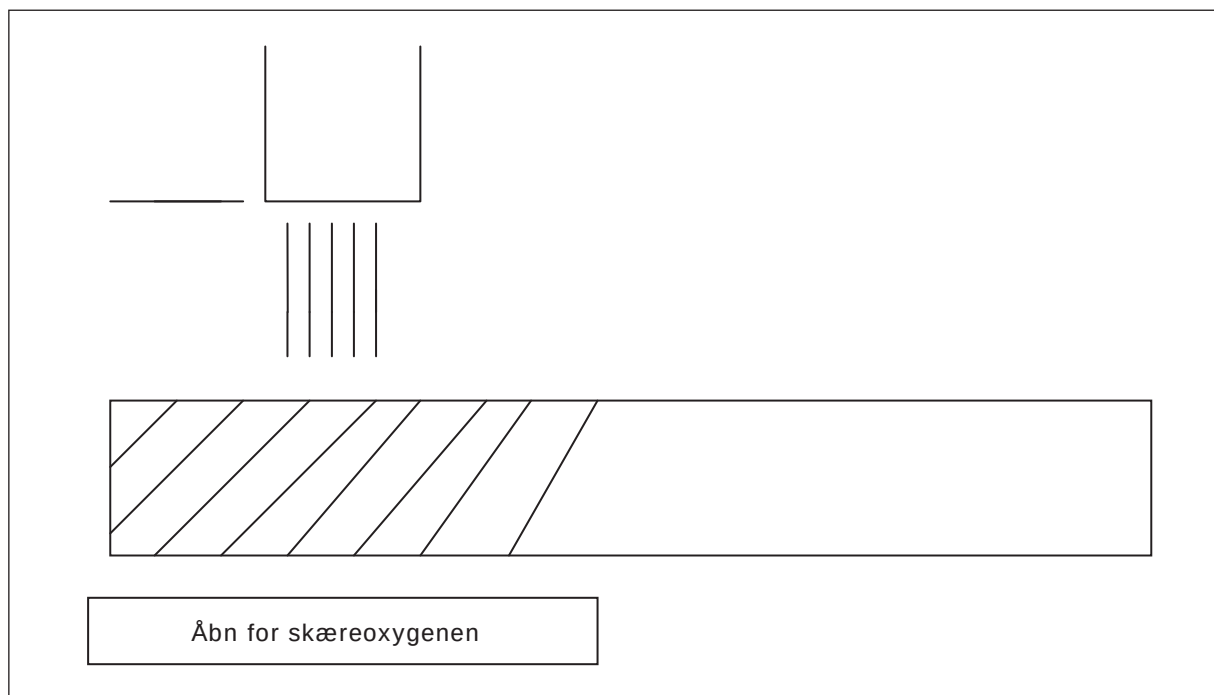
Frihåndskæring af rørafgreningsstykker

Formskæring af lige afgrening

Brænderen føres vinkelret på afgreningsrøret, med skærestrålen mod afgreningens centerlinje.



Svejsning og rørbuk





Miljø- og sundhedsfare ved gas-svejsning

Under arbejdet med svejse-, skære- og varmebrændere opstår der giftige gasarter.

Mængden af de dannede, giftige gasarter er afhængig af flammens størrelse og temperatur - og koncentrationen i luften vil, udover tiden, være afhængig af rummets størrelse og ventilation.

Ved svejsning i større rum vil der normalt ikke være nogen fare for forgiftning.

Derimod stiger risikoen ganske betydeligt i mindre eller dårligt ventilerede rum - og særligt i forbindelse med anvendelsen af større brændere til for eksempel opvarmning, pladeretning eller fugebrænding.

Forgiftningen er tilsyneladende harmløs og ytrer sig som ofte ved en irritation af slimhinderne i næse og svælg, eventuelt i forbindelse med svimmelhed og hovedpine.

Det er karakteristisk for en forgiftning, at man kort efter uheldet føler sig næsten rask, men virkningen af de giftige gasarter i lungerne kan være farlig.

Den forgiftede skal behandles på sygehus - og det er af største vigtighed, at behandlingen påbegyndes straks samt at den ledsagende person giver sygehuset nøje besked om ulykens art.

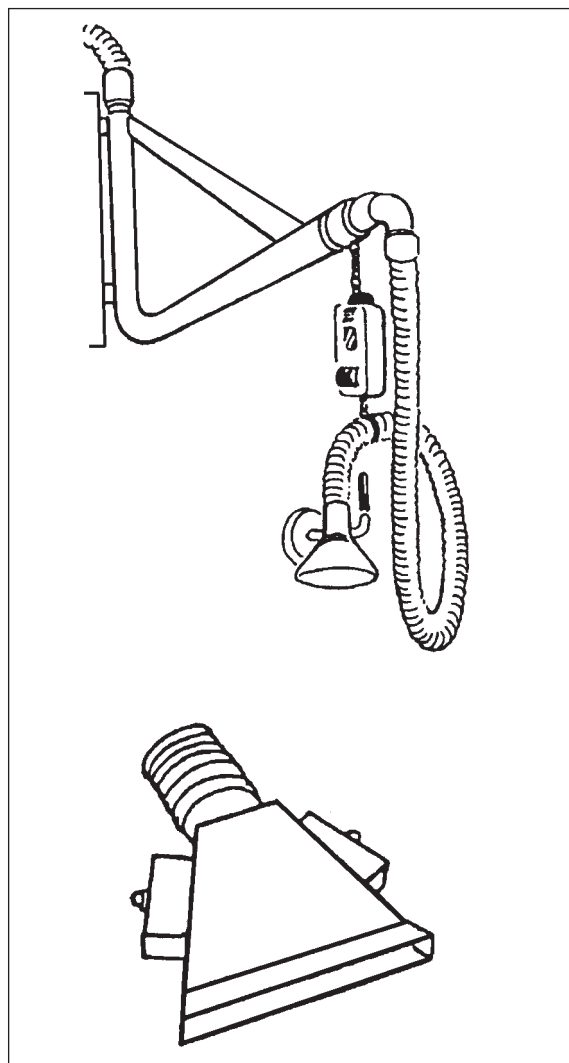
De giftige gasser kan være nitrøse. Det vil sige opstået ved en reaktion mellem luftens nitrogen (kvælstof) og oxygen (ilt) i de høje temperaturer i forbindelse med svejse- og skæreprocesserne, men også svejsning, skæring eller anden opvarmning af materialer med maling eller olie kan udvikle irriterende røg.

Overfladebehandlede, galvaniserede og kadmierede materialer kan ved svejsning give anledning til feber eller lungebetændelse.

Mønje giver risiko for en blyforgiftning.

Udsugning på faste arbejdssteder

På faste arbejdssteder foretrækker man ofte en type af punktudsugning med svingbar snabel og vægophæng.



Svejsning og rørbuk

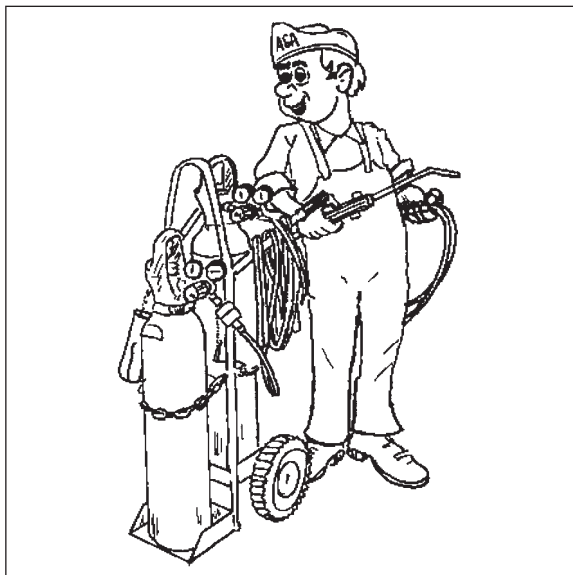
Svejsning og lodning med brændbare gasser

Ved svejsning og lodning med brændbare gasser vil der i lighed med el-svejsning være mange ting som man skal tage vare på - både inden man går i gang og under selve arbejdsprocessen.

Udover den egentlige svejseproces kan nævnes flammeskæring, opvarmning, hærdning, flammeretning og flammerensning.

Hertil kommer at man anvender gas til både blød- og hårdlodning samt til svejselodning.

Vi vil dog i det følgende fortrinsvis se på faremomenterne ved de mere almindelige ting såsom svejsning, skæring og lodning.



Man kan som ved el-svejsning opdele gas-svejseprocessen i faregrupper, nemlig:

1. Røg- og gasudviklingen
2. Varme og stråling
3. Støj
4. Brand- og eksplosionsfaren
5. Behandling af trykflasker

Røg og gasudviklingen

Arbejdet med brændbare gasser udvikler, ligesom el-svejsning, røg og gasser i større og mindre udstrækning.

Røgen, som udvikles ved gassvejsning og lodning, består primært af metalilte. Disse opstår ved at det smeltede metal udsender

dampe som fortættes og iltes i den atmosfæriske luft.

Hvad metaldampene består af afhænger af flere ting, nemlig grundmaterialet, svejse- eller loddetrådstypen, hertil kommer grundmaterialets overfladebelægning samt eventuelle forureninger på dette.

Eksempler på sundhedsskadelige forekomster i røgen er Cadmium (fra cadmieret materiale), Zink (fra galvaniseret materiale) samt Bly (fra visse typer af maling).

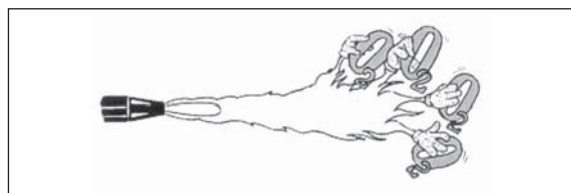
Som eksempler på farlige gasser, der kan udvikles kan nævnes nitrøse gasser, kulilte, fosfin og fosgen.

Nitrogenmonoxid og Nitrogendioxid udvikles når ilt og nitrogen kommer i kontakt med den brændende flamme og det varme metal.

Nitrøse gasser er fortrinsvis sundhedsfarlige ved arbejde i lukkede rum. Man skal derfor ikke lade brænderen være tændt længere end højst nødvendigt, og man skal sørge for at ventilationen er i orden.

En anden fare ved arbejde i lukkede rum, kan være en udvikling af kulilte (Carbonmonoxid, CO). Dette sker når den brændende flamme forbruger af ilten i rummet.

Hvis der som følge af dette opstår iltunder-skud, vil forbrændingen være ufuldstændig og der vil udvikles kulilte i stedet for kultveilte (Carbondioxid, CO₂).



Da kulilte kun skal være til stede i små mængder for at forårsage i første omgang bevidstløshed og senere hen døden, skal dette helt klart undgås.

Fosfin (PH₃) er en meget farlig luftart, som opstår ved svejsning og skæring i fosforteret materiale (fosfortering er en metode til at beskytte imod korrosion).

Hvis overfladen på et emne er rengjort med en eller anden form for klorbrinte, og der sker

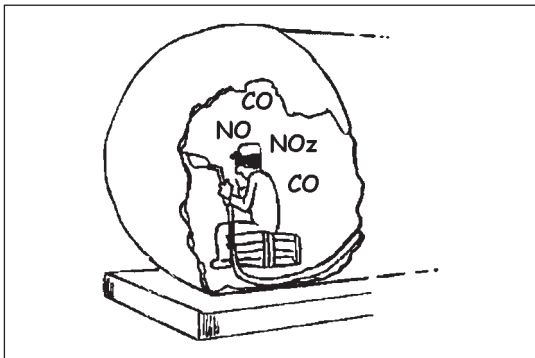


en opvarmning, kan der udvikles en yderst farlig gas, nemlig fosgen (COCl_2) (denne er også kendt som en krigsgas, der blev anvendt under 1. Verdenskrig).

Materiale med sådanne overflader skal derfor tørres grundigt før de svejses, loddet eller opskæres.

For at undgå den risiko, der er forbundet med røg og gas skal følgende regler overholdes:

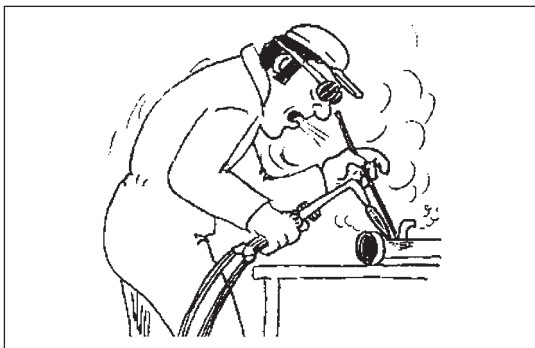
- Lad aldrig flammen brænde mere end højst nødvendigt, specielt ikke hvis der arbejdes i trange rum.



- Sørg for at der er god ventilation med frisk luft, specielt for små lukkede rum. Den almindelige ventilation skal f.eks. suppleres med lokal udsugning. Under alle omstændigheder bør der anvendes åndedrætsbeskyttelse.

Som eksempel på dette kan nævnes svejsehjelm eller åndedrætsværn med indbygget frisklufttilførsel.

- Anvend aldrig en støvmaske alene, den beskytter f.eks. ikke i en situation med iltunderskud.



- Overfladebehandlingen skal, hvis det er muligt, fjernes før svejsningen eller skæringen udføres (afslibning af galvanisering etc.). Bedst er dog helt at undgå at skulle arbejde i denne type materiale.

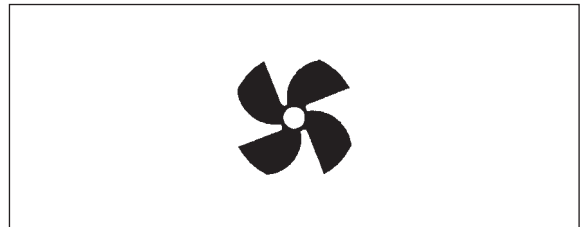
- Undgå at have hovedet direkte over arbejdsstedet hvor røgen eller gasserne udvikles.

Ved lodning skal man være specielt forsigtig idet de såkaldte fluorider, fra belægninger og flus på svejse- og loddematerialer, kan skade tænder, knogler, luftveje og forårsage lammelser og skader på arveanlæg.

Varme og stråling

Varme og stråling kan være et stort problem når der svejses og skæres i store emner.

Lokalerne bør derfor være godt ventileret. Lokal udsugning vil være udmærket, da den varme luft vil blive suget væk sammen med svejserøgen og gasserne.



Man skal ligeledes vælge arbejdstøj til den enkelte situation. Ved en meget kraftig varmemstråling er det f.eks. ikke nok at anvende almindelige svejsehandsker og svejsebukser - det vil være nødvendigt med varmeisoleret beklædning.

Ved gassvejsning og flammeskæring m.m. skal man desuden beskytte sine øjne mod svejseflammen og tilsatsmaterialets stærke lys, hvilket kan gøres ved at anvende beskyttelsesbriller beregnet til gassvejsning.

Som tommelfingerregel kan siges - at jo tykkere materiale der arbejdes med desto kraftigere glas kræves der. Hertil kommer at brillerne jo samtidigt beskytter imod sprøjt af glødende metalpartikler og flyvende gnister.

Svejsning og rørbuk

Støj

Der kan i en del brændgasprocesser være tale om, at der udvikles en temmelig kraftig støj.

Eksempelvis kan nævnes arbejde med mekanisk flammeskæring og opvarmning med meget store dyser.

Hertil kommer at der på et værksted, ofte i forbindelse med svejsning, skæring og opvarmning, kan forekomme andre funktioner, som bidrager til et højt støjniveau.



Der tænkes i den forbindelse på ting som gasmejsling og mekanisk metalretning.

Da den bedste metode til reducere af støjniveauet oftest er at angribe kilden til problemet, vil det være rigtigst at søge at ændre arbejdsgangen ved ibrugtagning af alternative arbejdsmetoder f.eks. ved overgang fra kulbuemejsling til ren flammemejsling vil det være muligt at reducere støjniveauet fra ca. 115 dB(A) til 90 dB(A).

Et andet eksempel er retning af metal, som ofte foregår med store forhamre, hvor man i stedet for dette kunne anvende en stor gasflamme.

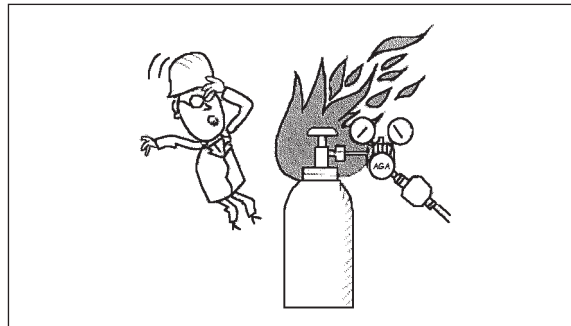
Samtidigt kan behovet for retning formindskes ved at anvende den korrekte svejsesekvens.

Herudover kan nævnes støjdæmpende materiale på vægge og lofter samt en god afskærmning af arbejdsstedet.

I øvrigt vil det altid være en god ide at anvende høreværn.

Brand- og eksplosionsfaren

Hvert år kan man læse om brande der er opstået som følge af svejsning, skæring eller lignende processer.



Disse kan ofte være årsag til personskader samt ødelæggelser for millioner af kroner.

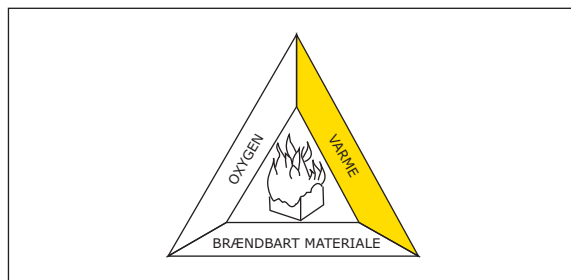
Ved efterforskning viser det sig desværre ofte at disse brande er et resultat af en blanding af dumdristige handlinger og uvidenhed.

Derfor er det meget vigtigt netop på dette område at erhverve sig en viden om hvad man har med at gøre.

Hvordan opstår en brand egentligt?

Hvis en brand skal opstå kræves der tre ting:

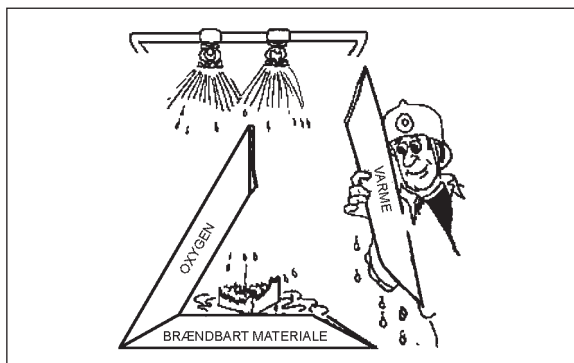
- Varme
- Ilt
- Brændbart materiale



Ved svejsning, skæring og lodning er to af de ovennævnte altid til stede, nemlig varme og ilt.

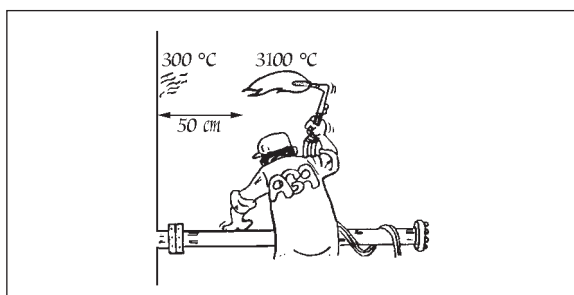
Iltten er til stede i den atmosfæriske luft (ca. 21%) og er jo en livsbetingelse for alt levende på jorden, og altså også for en brand.

Varmen er til stede i form af den brændende flamme, opvarmet metal, gnister, flydende metal og slagge.



Man må huske på at metaldryp og slagge kan flyve langt fra arbejdsstedet og at dette i sig selv er nok til at antænde brændbart materiale, og selv om det omkringflyvende tilsyneladende ikke er glødende kan det ofte være varmt nok til at tænde.

Temperaturen i en tændt svejseflamme kan nemt komme op på 3100 °C - og da flammen er omgivet af usynlige gasser, som også er meget varme, må man være opmærksom på, at temperaturen 500 mm foran flammespidsen kan være op til 300 °C.



Men for at en brand kan opstå er det nødvendigt, at der er brændbart materiale til stede.

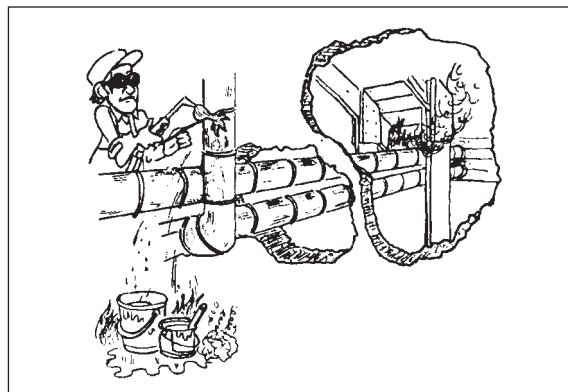
Det er derfor utroligt vigtigt at man undersøger arbejdsstedet nøje før man går i gang med arbejdsoperationen.

Man skal f.eks. se efter om der er meget støv, da dette under de rigtige forhold kan udvikle en eksplosionsagtig brand.

Ligeledes må man se efter om der ligger andre former for brændbart materiale f.eks. i form af affald, papir, malerbøtter, olie eller lignende.

Hvis man skal se på hvordan en brand kan opstå i forbindelse med svejsning eller skæring, er der følgende muligheder:

- Antændelse med gnister.
- Antændelse med flammen.
- Antændelse ved varmeledning.
- Antændelse som følge af tilbageslag eller slangeeksplosion.



For at kunne undgå, og dermed forebygge, en brand bør følgende henvisninger følges:

Før start af svejsearbejdet:

- Få en skriftlig tilladelse til at starte arbejdet (der kan jo være specielle forholdsregler, som gør sig gældende på det pågældende sted, tal evt. med sikkerhedsrepræsentanten hvis der er en sådan).
- Gør rent omkring arbejdsområdet (støv, skidt og affald).
- Fjern eller beskyt de brændbare materialer i umiddelbar nærhed af arbejdsstedet.
- Kontroller skjulte steder, der kan f.eks. være rør eller kabler, som kan påvirkes af varmen.
- Check at der er brandslukningsudstyr indenfor acceptabel rækkevidde.
- Er der brandsikre handsker og er værktøj til evt. lukning af flaske til stede?
- Sørg for at der er opsyn, når der svejses i risikoområder.
- Husk at trykflasker skal placeres opretstående og fastspændte.
- Kontroller at dit svejseudstyr er i god driftstilstand.
- Brug kontraventiler og tilbageslagssikringer.

Svejsning og rørbuk

Under svejsearbejdet:

- Sørg for, at smeltet metal og slagge ikke falder på steder, hvor der er antændelsesrisiko.
- Sørg for at de varme emner, der arbejdes med og flammen er tilstrækkeligt langt væk fra brændbart og let antændeligt materiale.
- Tænk på, at hvis du arbejder med svejsning på f.eks. et fastmonteret rørsystem kan varmen forplante sig via rørene til rummet ved siden af, hvor der kan opstå brand i letantændelige materialer.

Efter svejsearbejdet:

- Luk for flaskeventilerne, afmonter reduktionsventilerne og sæt flaskehætterne på.
- Placer flaskerne på et sikkert sted.
- Hav opsyn med arbejdsstedet i mindst en times tid efter endt svejsning.
- Informer nattevagten og sørg for at der foretages check med jævne mellemrum.
- Rapportér om færdiggjort arbejde.

Eksplodingsfaren

Man bør tænke sig godt om, før der skal foretages reparationssvejsning eller opskæring af tønder, tanke og andre beholdere.

Undersøg først om der er mulighed for at finde frem til hvad beholderen har indeholdt, det er nemlig ikke nok bare at konstatere at den er tom.

En tilsyneladende tom beholder kan være farligere end en fuld beholder, idet der kan være væske nok tilbage til at den, sammen med den atmosfæriske luft, danner en eksplosiv gasblanding når den opvarmes og fordamper.

Eksempelvis er der mange væsker, som bliver eksplosive når de fordamper, her kan blot nævnes benzin, adskillige typer af olier samt mere flygtige som acetone etc.

For at undgå eksplosionsfaren må man derfor iagttage visse forholdsregler, før man går i gang med arbejdet.

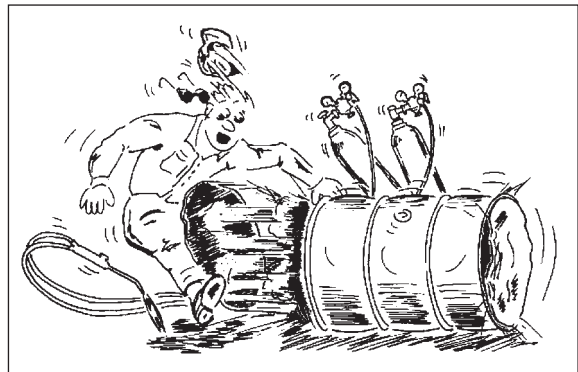
Hvis man derfor følger de følgende råd, vil man til en vis grad være på den sikre side:

Gør:

- Beholderen ren indvendig med vand, damp eller fyld den med en inaktiv luftart (en luftart som ikke er brændbar f.eks. kvælstof (nitrogen, N₂).

Gør ikke:

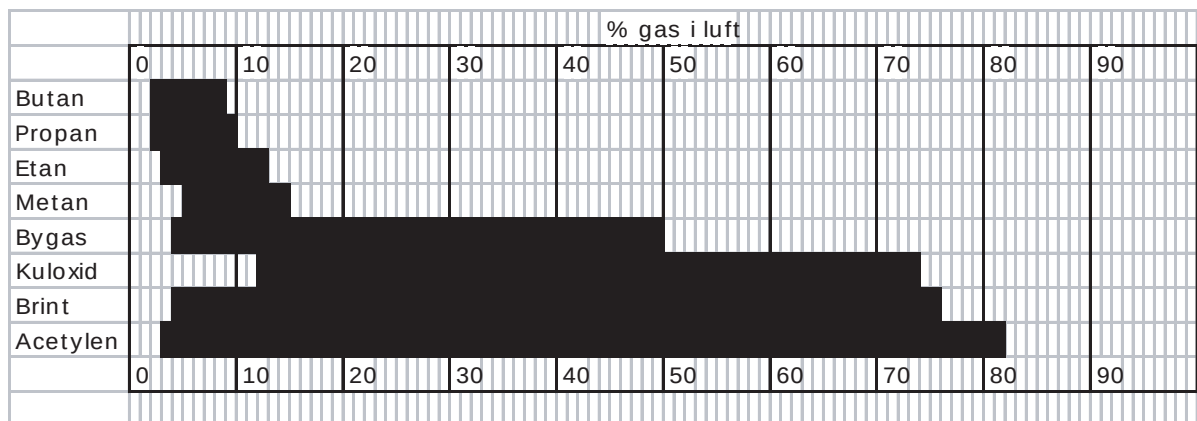
- Brug aldrig tanke og tønder som støtte eller underlag ved svejsning, skæring eller lodning.
- En tændt brænder må under ingen omstændigheder fralægges eller anbringes på en tønde eller tank.
- Under svejsning må ingen opholde sig foran beholderens ender (se nedenstående figur).





Eksplodingsgrænser i luft

Diagrammet giver nogle eksempler på eksplosionsgrænser, der gælder for blandinger med atmosfærisk luft ved stuetemperatur og ved normalt tryk.



Eksempel på beregning af grænseværdier

En kasse som er forbundet med en tændanordning og en strømforsyning.

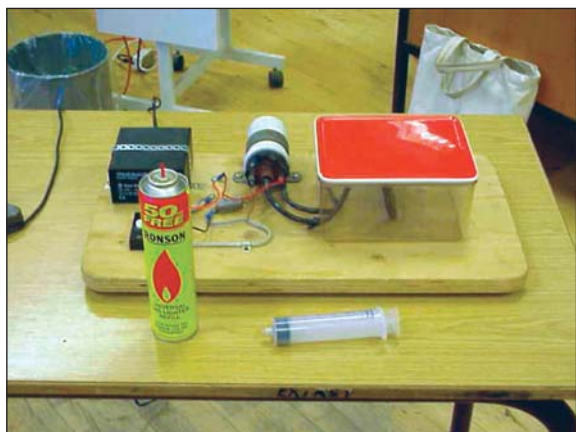
Mål:

- Højde = 8,6 cm
- Længde = 18,2 cm
- Bredde = 14,6 cm
- Rumfang = 2285,19 cm³

Butan har en nedre eksplosionsgrænse på 2 % og en øvre på 9 % gas i luft.

Nedre: $2285,19 \text{ cm}^3 / 100 \% \times 2 \% = 45,70 \text{ cm}^3 \sim 45,70 \text{ ml}$.

Øvre: $2285,19 \text{ cm}^3 / 100 \% \times 9 \% = 205,67 \text{ cm}^3 \sim 205,67 \text{ ml}$.



Svejsning og rørbuk

Behandling af trykflasker

Trykflasker skal altid behandles med stor varsomhed.

Til gassvejsning, skæring og lodning anvendes normalt et flaskesæt bestående af en oxygenflaske og en flaske med acetylgas.

Illt - Oxygen, O₂

Oxygenflasken indeholder oxygen af et begyndelsestryk på ca. 200 bar.

Oxygen er en farveløs, lugtfri og ugiftig gas.

Den atmosfæriske luft, som vi indånder, består rumfangsmæssigt hovedsageligt af:

- 20,94 % oxygen
- 78,09 % nitrogen
- 0,934 % argon
- 0,03 % kuldioxid
- samt 0,006 % af en lang række af andre luftarter, som er til stede i så ringe mængder at de praktisk talt intet betyder.

Oxygen produceres ved nedkøling af den atmosfæriske luft, der bliver flydende ved en temperatur på -183 °C, og kan dekanteres fra i flydende form.

Hvis man nu igen lader temperaturen stige til over - 183 °C (det såkaldte kogepunkt), vil der ske en fordamning og oxygenet vil nu igen blive luftformigt. I denne tilstand kan det komprimeres og fyldes på de flasker, som vi anvender.

Det siger sig selv at når vi står med en oxygenflaske med et tryk på 200 bar så skal denne behandles meget varsomt - der er jo i praksis tale om en lille bombe som kan forrette store skader hvis den eksploderer.

Sørg derfor for at den er placeret på en sådan måde, at den ikke kan vælte.

Oxygen har den egenskab, at det øger forbrændingshastigheden. Eksempelvis kan nævnes at hvis der er 40 % oxygen i luften vil forbrændingshastigheden være 10 gange højere end normalt.

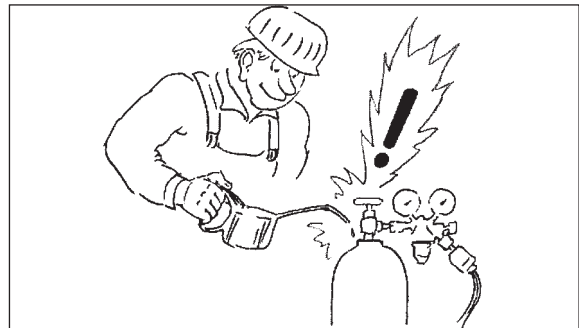
Hvis der opstår en brand under sådanne omstændigheder, vil ilden spredes så hurtigt at den praktisk talt er umulig at slukke, så længe der er brændbart materiale til stede.

Eksplodingsfare

Hvis olie eller fedt kommer i forbindelse af oxygen, kan dette udløse en eksplosion af en ikke ringe dimension.

Man skal derfor sikre sig at flaskeventiler og reduktionsventiler og oxygenets berøringsflader er fuldstændig fri for olie og fedt.

- Smør derfor aldrig en flaskeventil!
- Hold fedt- og olieholdige klude væk fra udstyret.
- Der må heller aldrig anvendes oxygen til andet end det påtænkte formål.



Undgå derfor brug af oxygen til:

- Renblæsning af arbejdstøjet.
- Trykluftværktøj eller spraymalingsudstyr.
- Rengøring af rørsystemer.
- Ventilation eller køling.



En oxygenflaske vil her i landet altid være malet blå med hvid farve på flaskens »skuldre«.



Brændgas - Acetylen, C₂H₂

Acetylen er den brændgas, som oftest anvendes til svejsning, skæring og lodning

Denne gas er fremstillet i en såkaldt generator og udvikles ved en kemisk reaktion mellem calciumkarbid og vand.

Efter en rense- og tørreproces bliver den fyldt på flaske.

Da acetylenen let bliver sønderdelt ved tryk, tåler den ikke at blive komprimeret ligesom oxygen. Den bliver derfor fyldt på en flaske, der er fyldt med en porøs masse hvor der i hulrummene er flydende acetone.

Acetone kan opløse store mængder acetylen-gas, hvorved opbevaringen under tryk bliver ufarlig.

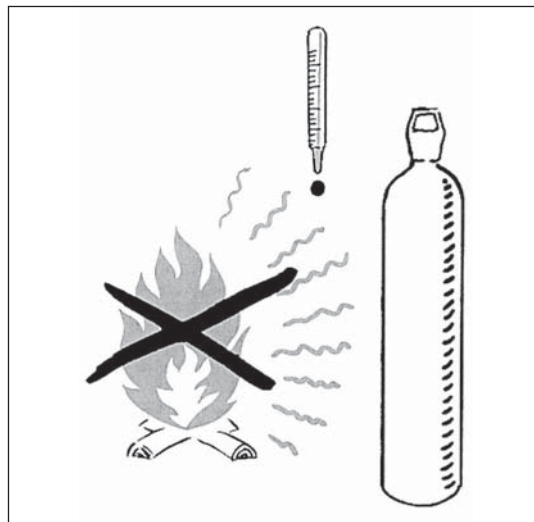
Acetoneindholdet er afpasset således at en acetylenflaske kan optage en gasmængde svarende til ca. 10 gange sit eget rumfang pr. atmosfæres overtryk.

Da fyldningstrykket normalt er 15 bar ved stuetemperatur kan en acetylenflaske altså indeholde acetylen-gas svarende til ca. 150 gange sit eget rumfang.

En anden årsag til at gassen er opløst i acetone, er at visse kulbrinter frigør en enorm mængde energi ved spaltning. Hvis der tilføres en vis mængde varme, kan man risikere en ukontrolleret spaltning, som kan accelerere og udløse en eksplosiv spaltning.

Gasflasker skal derfor altid behandles yderst forsigtigt og man skal være opmærksom på følgende:

- Undgå at gasflasken bliver udsat for varme udover normal stuetemperatur.



- Sørg for at flaskeventilen er forsvarligt lukket således at der undgås udsivning af gas.
- Check altid flasken hvis der har været et tilbageslag.

Luk evt. for både ilt- og gasflaske, hvis flasken bliver varm som tegn på at en spaltning er under udvikling - sørg da for at området bliver evakueret, sørg for afkøling af flasken ved vandpåsprøjtning, hvis dette ikke hjælper - ring efter brandvæsenet.

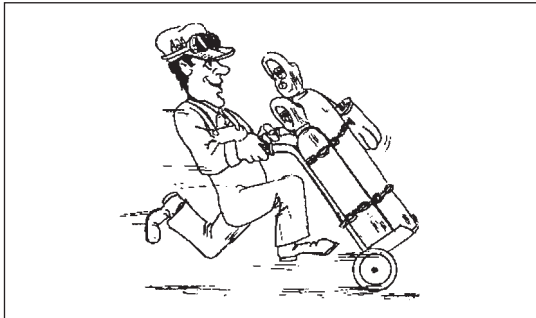
- En spaltning under udvikling med eksplosion til følge kan forekomme efter nogle få minutter og helt op til 24 timer efter at processen er startet.

Acetylenflasker skal her i landet være malet med rødbrun farve.

Svejsning og rørbuk

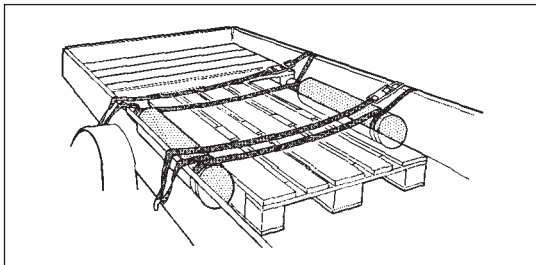
Generelle sikkerhedsregler

- Transport skal foregå med forsigtighed.



Hvis du lærer dig ovenstående sikkerhedsbestemmelser og overholder disse, vil du være godt rustet til at kunne påtage dig svejse-, skære- og loddeopgaver i fremtiden.

- Hvis der er tale om transport i køretøjer skal flaskerne altid være godt fastspændte og disse bør helst transporteres i fri luft på en anhænger eller lignende.



Hvis transporten foregår i et lukket køretøj skal tobaksrygning undgås. Hvis gasflasken evt. er en lille smule utæt, kan man risikere en eksplosion, når gasmætningen inden i køretøjet når den rette blanding.



- Beskyt altid flasken imod høje temperaturer.
- Brug kun flasker til deres tilsigtede formål og aldrig som støtte eller »rulleelementer« ved flytning af tunge genstande.
- Udsæt aldrig flasker for stød eller andre mekaniske påvirkninger.
- Under opbevaring skal flaskerne sikres, så de ikke kan vælte eller forårsage ulykker og skader. Flaskerne kan f.eks. fastgøres med kæde eller remme op imod en mur eller opbevares på specielle flaskevogne.
- Åben altid flaskeventilerne jævnt og forsigtigt.



Regler for trykflasker i Danmark

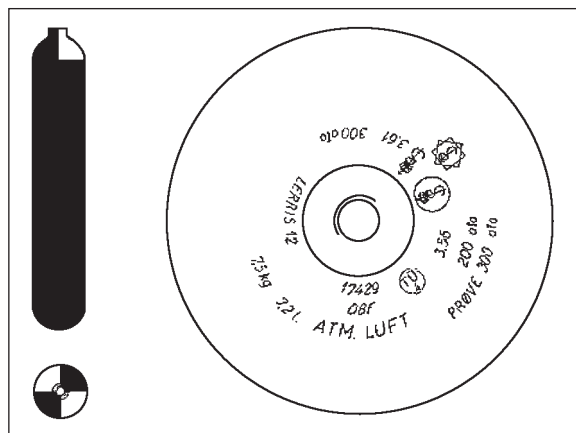
Normalt vil de flasker du anvender altid blive leveret som fyldte fra en af de store gasleverandører og blive tilbageleveret eller ombyttet når de er tomme.

Men ønsker man at anskaffe sig et såkaldt sæt ejendomsflasker, er der visse regler man skal se efter og som skal overholdes.

Sikkerhedsbestemmelserne i Danmark er givet ved bekendtgørelser fra Arbejdstilsynet, og ingen trykflaske må forhandles uden at den følger disse forskrifter.

Det vil i praksis sige at hvis en trykflaske er godkendt her i landet, så skal der på den øverste del være indstempet:

- Beholderens fabrikationsnummer.
- Fabrikantens navn eller mærke.
- Beholderens tomvægt.
- Rumindholdet i liter.
- Luftartens betegnelse.
- Højeste tilladte fyldetryk i ato.



Efter denne stempeling har Dantest foretaget en kontrol af flaskens tomvægt og en trykprøvning på $1\frac{1}{2}$ gange fyldetrykket (ved 200 bar, prøvetryk til 300 bar).

Efter dette stemples den med godkendelsesmærke (et S og et P sammenslynget under en krone) samt prøvemåned og -år samt prøvetrykket.

For flasker indført fra udlandet erstattes ovennævnte prøver af en attest fra en udenlandsk statsanerkendt myndighed.

Disse flasker forsynes med et godkendelsesmærke som ovenfor nævnt, men indrammet af en cirkel.

En trykflaske skal være farvemærket med den til luftarten standardiserede kendingsfarve.

F.eks. for oxygen blå med hvide »skuldre«, for nitrogen grøn, argon grå og for atmosfærisk luft sort med to modstående hvide kvadrater på »skuldrene«.

Trykflasken på forrige side har fabrikationsnummer 17429 er fremstillet af en tysk fabrik DBF. Den vejer 7,5 kg og den kan rumme 7,2 liter luft. Den må fyldes til 200 ato (bar) og skal ved trykprøvning udsættes for 300 bar.

Flasken er fremstillet til eksport til Danmark - da teksten er på dansk - og blevet godkendt af de tyske myndigheder (Technische Überwachung) hvis mærke ses i cirklen efter fabrikationsnummeret.

På dette grundlag er flasken godkendt af Dantest (mærket i cirklen) uden yderligere afmærkning.

5 år efter den første godkendelse er flasken trykprøvet med 300 bar og godkendt.

Senere er flasken af Dantest, af en eller anden årsag, blevet kasseret, dette er vist ved dantests mærke uden krone i de to kvadrater.

Derfor skal man se sig godt for når man vil købe trykflasker så at man ikke bliver snydt.

Hvis man opbevarer et sæt flasker på værkstedet, i servicebilen eller har man et sæt i sit hjem skal der synligt udefra anbringes en gul advarselstrekant med teksten »Trykflasker fjernes ved brand.«

Svejsning og rørbuk

Ozondannelse ved svejsning

Man har med tiden fået en stigende erkendelse af at visse typer arbejdsmiljø kan være årsag til sygdomme. Man møder ofte modstridende vurderinger og antagelser om hvad der giver - og hvad der ikke giver en risiko.

Svejsning og skærebrændings sammenhæng med lungesygdomme er et af de områder, hvor der indtil nu har været en vis usikkerhed.

Ved svejsning f.eks. i rustfrit stål, vil disse stoffer blive frigivet fra stålet af den varme som lysbuen udvikler. Disse stoffer er sundhedsfarlige, på samme måde som røgen fra svejsning i almindeligt sort stål.

Udover dette dannes der ozon, kulilte og nitrøse gasser.

Man kan benytte flere forskellige svejsemetoder, når man svejser i rustfrit stål, de mest almindelige er elektrode-, MIG- og TIG-svejsning. Hertil kan også komme plasmavejsning og -skæring.

Ozon

Den ved denne type svejsning udviklede Ozon (O_3) er en af de store farer.

Ozonen udvikles som følge af en fotokemisk reaktion mellem den ultraviolette stråling og luftens ilt.

Den ved svejsningen fremkomne lysbue udsender ultraviolette stråler (bølgelængden er på 130 - 175 nanometer) - det er disse som danner Ozonen (O_3).

Den ultraviolette stråling fra lysbuen spaltes oxygenmolekylerne (O_2) til to frie oxygentomer (O), men da et sådant atom ikke kan forekomme naturligt alene, reagerer de derfor meget hurtigt med et oxygenmolekyle og danner derved en ny luftart, nemlig ozon (O_3).

Denne udvikling sker i en sådan afstand fra svejsestedet, at det ikke vil være muligt at fjerne O_3 -molekylerne helt effektivt ved hjælp af normal lavtryksudsugning, afstanden er nemlig afhængig af den ved svejsningen anvendte strømstyrke.

Derfor - jo højere strøm - desto længere afstand fra lysbuen udvikles ozonmolekylerne.

Ozondannelsen opstår derfor kun i det område som de ultraviolette stråler påvirker og har kun et relativt kort levetid i luft.

Ozonmolekylerne transporteres op fra lysbue-zonen med søjlen af varm gas fra svejsestedet og udgør derfor en reel fare for svejseren idet den kommer ind i dennes åndedrætszone.



Koldbukning af gevindskårne stålrør

Hydrauliske rørbukkemaskiner anvendes i stor udstrækning til bukning af gevindskårne stålrør.

På denne måde kan rørene, uden at fyldes eller opvarmes bukes i dimensioner fra 3/5" til ca. 3".

Opmærkning af røret

Skal en rørbøjning efter bukningen overholde et givet mål fra f. eks. enden af røret til midten eller et Midte-Midte-Mål mellem to bøjninger, må man kende en regel efter hvilken opmærkningen kan udføres.

Desværre har mange fabrikanter af rørbukkemaskiner glemt at forsyne bukkemaskinen med et lille metalskilt, der burde indeholde oplysninger om de forskellige dimensioners bukkeradier og deres tilsvarende buelængder L = den rørlængde, der medgår til selve bøjningen.

Endvidere er bukkeradierne for de forskellige fabrikater rørbukkemaskiner ikke altid den samme.

Ovenstående ulemper medfører, at man må lære en »ukendt« rørbukkemaskine at kende ved en række forsøgsbukninger af hver enkelt rørdimension.

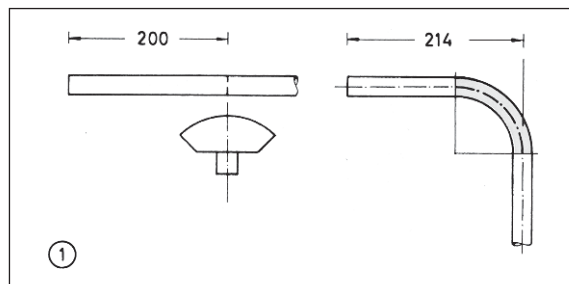
For 90°'s bøjninger kan man finde frem til en regel, der er uafhængig af bøjningens bukkeradius som nærmere angivet nedenfor. Til opmærkning af 45°'s bøjninger (forkrøbnin-ger) bør man kende bukkeradius og bøjningens rørlængde.

90°'s bøjningers opmærkning, hvor bukkeradius er ukendt

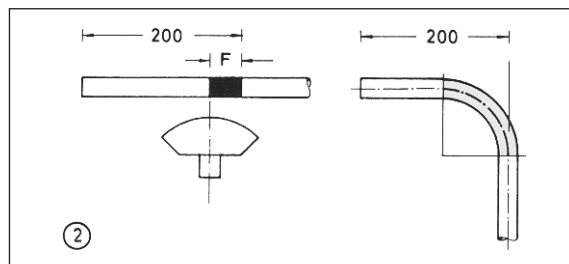
Kun en forsøgsbukning af hver enkelt rørdimension kan vise, hvordan man fremtidig kan udføre opmærkningen.

Eksempel, forsøgsbukning med 1/2" stålrør. Når en 90°'s bøjning efter bukningen, skal overholde et mål på 200 mm fra enden af røret til midten af bøjningen, hvordan kan røret da opmærkes?

Begynd med at afsætte et mærke 200 mm inde på røret. Mærket anbringes midt i bukkeklodsen, hvorefter røret bukes. Se fig. 1. Efter bukningen måles røret fra enden til midten af bøjningen. I dette eksempel er målet 214 mm - altså 14 mm mere end det ønskede.



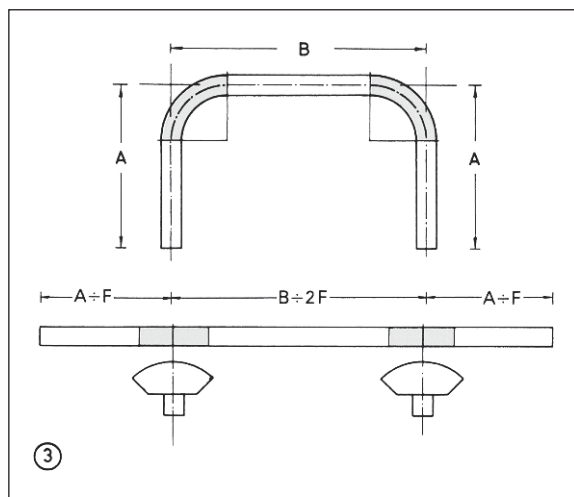
Forsøget har vist, at det mærke, der skal anbringes midt i bukkeklodsen er for 1/2" rør 200 - 14, for at den færdige bøjning kan blive 200 mm fra enden af røret til midten af bøjningen. Se fig. 2.



På tilsvarende måde kan de værdier, der skal trækkes fra hovedmålene findes for andre rørdimensioner.

Svejsning og rørbuk

Betegnes værdien F (fig. 2) og indføres i en tabel, har man dem let tilgængelige, næste gang den pågældende rørbukkemaskine skal anvendes.



Tabel på rørbukkemaskinen

Hvis maskinen ikke i forvejen er forsynet med en tabel, bør man stemple værdierne for en F-tabel.

Rørbukke- maskine	?	?	?
Dimension	F	F	F
$\frac{3}{8}$ "			
$\frac{1}{2}$ "			
$\frac{3}{4}$ "			
1"			
1 $\frac{1}{4}$ "			
1 $\frac{1}{2}$ "			
2"			
2 $\frac{1}{2}$ "			
3"			



Generelle betegnelser og formler

Bukkeradius

Bukkeradius betegnes R og regnes til bøjningens centerlinie. For gevindskårne stålrør er bukkeradius i almindelighed ca. 3D (minimum 2,5 D), hvor D er rørets udvendige diameter.

Mindste bukkeradius afhænger generelt af rørdimension og rørets godstykkelse.

Bøjningens rørlængde

Buelængden af bøjningens centerlinie betegnes L, se fig. 1.

Til alle bøjningsvinkler er buelængden

$$L = R \times 1,57 \times \frac{V^\circ}{90^\circ}$$

90°s bøjninger

Buelængden $L = R \times 1,57$

180°s bøjninger

Buelængden $L = R \times 3,14$

45°s bøjninger

Buelængden $L = R \times 0,785$

b-kateten til $22\frac{1}{2}^\circ = R \times 0,414$

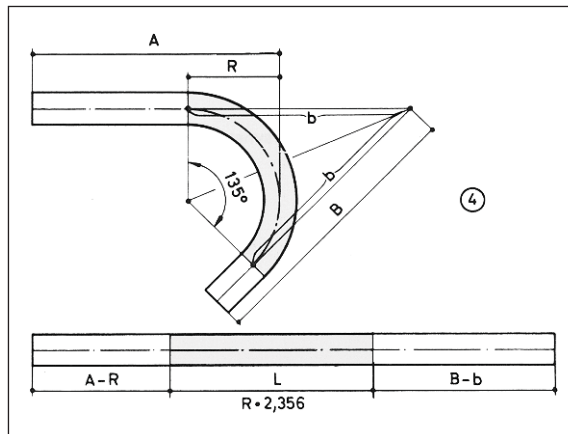
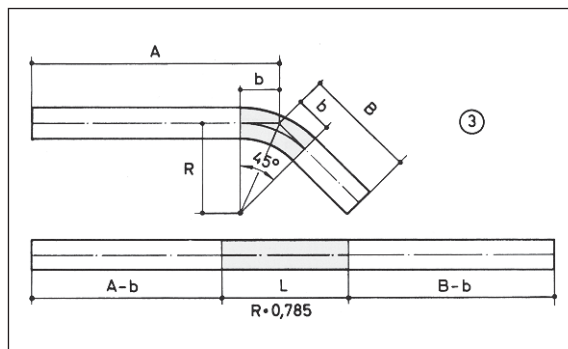
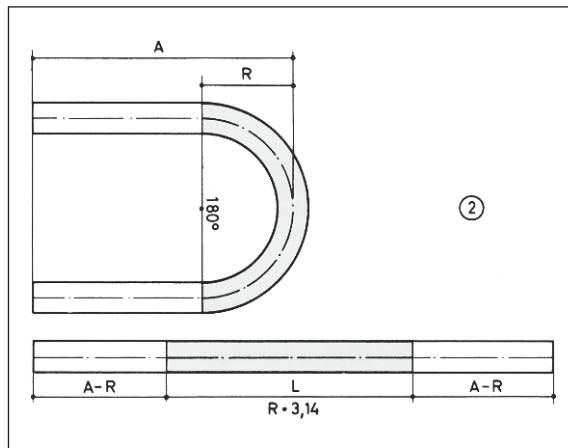
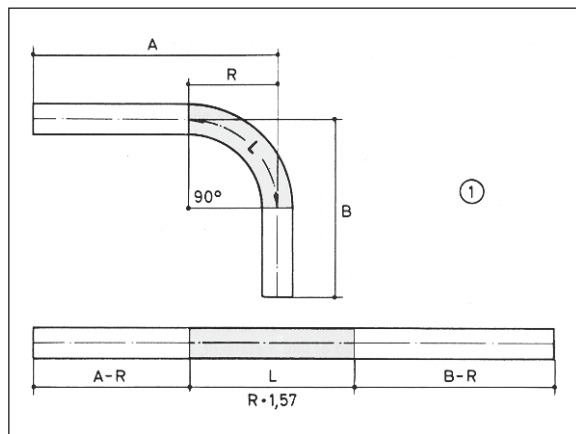
135°s bøjninger - fig. 4

Buelængden $L = R \times 2,356$

b-kateten til $67\frac{1}{2}^\circ = R \times 2,414$

b-kateten

b-målet til alle vinkler kan findes ved hjælp af tabellerne under Alment side 16i HVORDAN NU.



Svejsning og rørbuk

Varmebukning af gevindskårne stålrør

Nedenstående tabel angiver vejledende bukeradier R for rørdimensioner fra 3/8" til 3".

Bukkeradier efter tabel

Bukkeradius i tabellen er for dimensioner op til 1 1/4" lig med 3 D, hvor D er rørets udvendige diameter, og noget mere for dimensioner op til 3".

Tabellens bukeradier svarer nogenlunde til de radier, der opnås ved koldbukning, når der anvendes en almindelig rørbukkemaskine beregnet for gevindskårne stålrør.

Buelængder for 90° efter tabel

Endvidere kan de til radierne svarende buelængder for 90°s bøjninger aflæses i tabellen.

Dimensioner		Bukkeradius	Buelængde
Eng. "	udv. mm.	R	L = 90°
3/8	17	Ca. 3 x D = 50	79
1/2	21	Ca. 3 x D = 64	101
3/4	27	Ca. 3 x D = 80	126
1	34	Ca. 3 x D = 100	157
1 1/4	42	Ca. 3 x D = 126	198
1 1/2	48	Ca. 3,2 x D = 154	242
2	60	Ca. 3,4 x D = 204	320
2 1/2	76	Ca. 4 x D = 300	471
3	89	Ca. 4,5 x D = 400	628

Buelængden L er længden af bøjningens centerlinie. Se fig. 1. Bøjningens centerlinie forbliver normalt neutral under bukningen, det vil sige, at dens længde ikke påvirkes hverken af strækning eller stukning.

Buelængder ved andre radier

Udføres en 90°s bøjning med en anden bukeradius end tabellens, er den tilsvarende buelængde $L = R \times 1,57$.

Mindste bukeradius for gevindskårne stålrør

En bukeradius mindre end ca. 2,5 gange rørets udvendige diameter bør i almindelighed ikke anvendes, selv om røret er fyldt med faststampet sand, idet mindre radier bevirker en forholdsvis stor strækning af materialet i bøjningens yderbue, hvilket medfører en formindskelse af godstykkelsen og en svækkelse af røret.

Regel for opvarmning af røret

Den opmærkede rørlængde, buelængde L, se

fig. 2, opvarmes lidt ud over opmærkningslinierne - ca. 1/3 af rørets udv. diameter i hver side.

Ved bukning af svejste stålrør, bør rørets svejsning anbringes således, at den undgår strækning eller stukning, altså på en af bøjningens sider.

Opmærkningseksempler

Fig. 1 viser en 90°s bøjning, hvor følgende er givet: 1" rør, A = 500 og B = 650 mm.

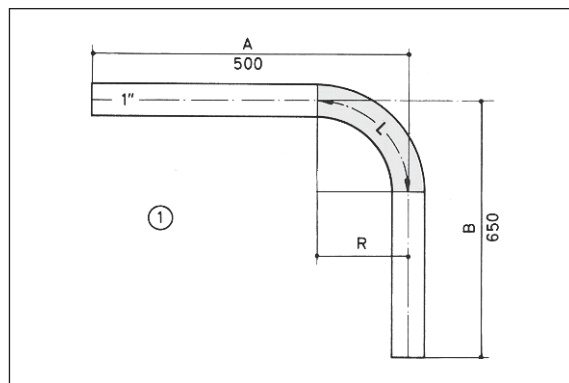


Fig. 2 viser opmærkningen af røret, hvor værdierne for R og L er aflæst i tabellen ud for 1" rør.

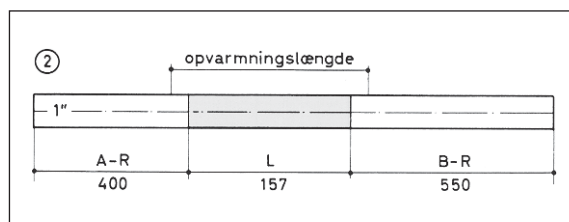




Fig. 3 viser et eksempel med to 90°s bøjninger, hvor følgende er givet: $\frac{3}{4}$ " rør, $A = 600$ og $B = 400$ mm.

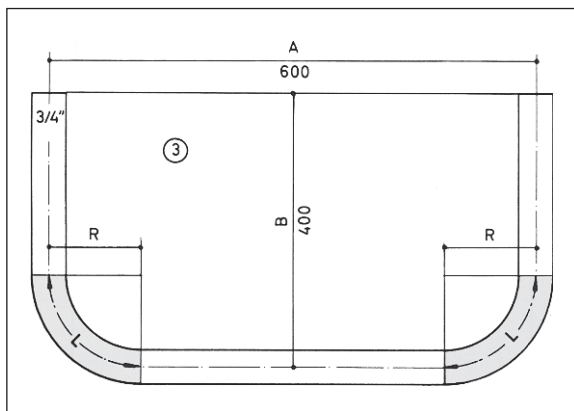
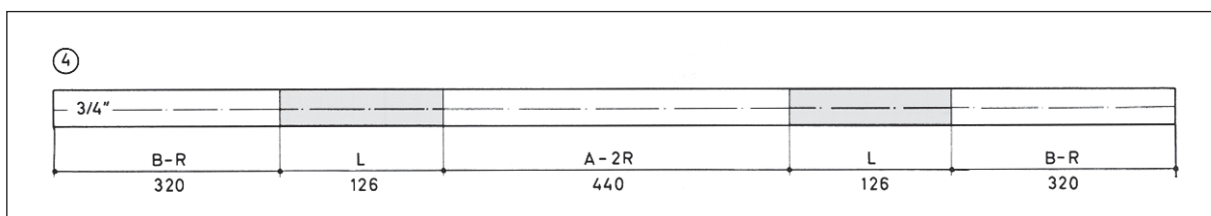
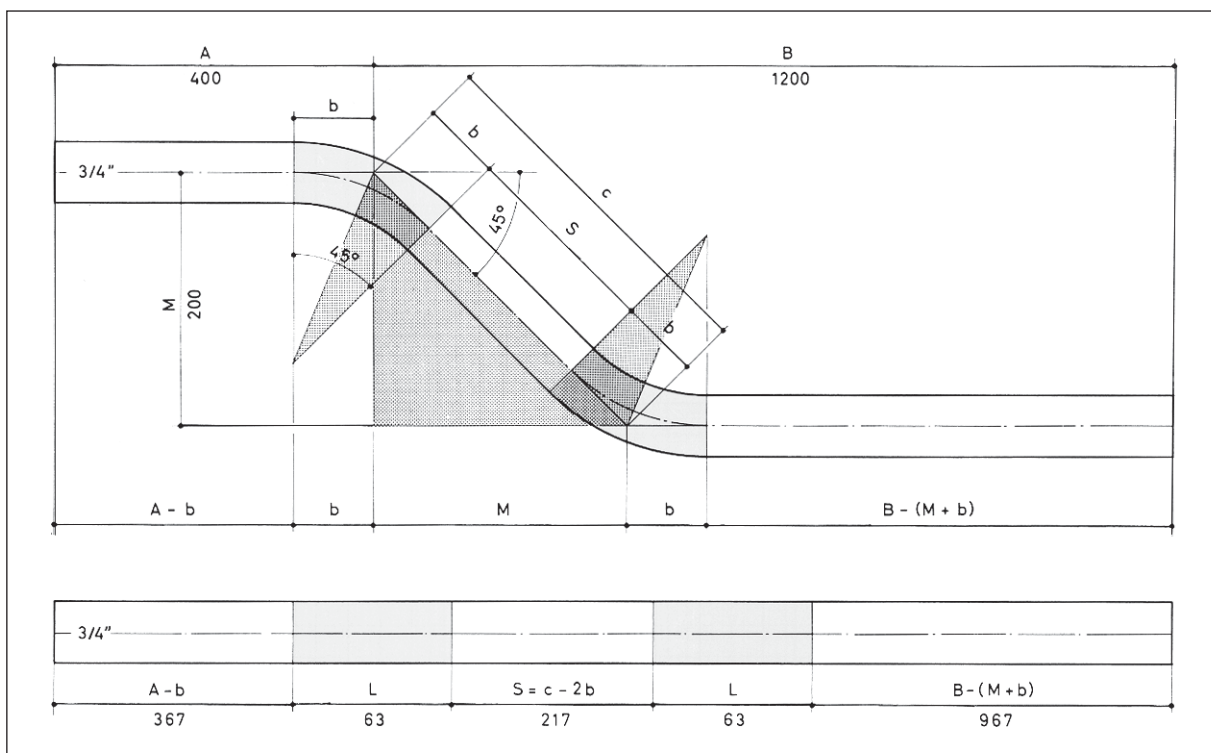


Fig. 4 viser rørets opmærkning.

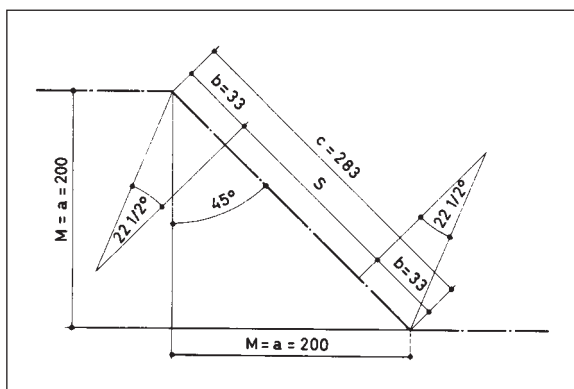


45°s forkrøbninger

Figuren herunder viser en forkrøbning med to 45°s bøjninger, hvor følgende er givet: $\frac{3}{4}$ " rør, $M = 200$, $A = 400$ og $B = 1200$ mm.



Svejsning og rørbuk



Opmærkning efter tabellen

Ud for 3/4" rør læses i tabellen, at bukeradius bliver 80 mm - og tilsvarende er $b = 33$ mm og $L = 63$ mm.

Dimensi oner		Bukke- radius	Katete	Buelængde
Eng. "	udv. mm.	R	$b=22\ 1/2^\circ$	$L = 45^\circ$
3/8	17	50	21	40
1/2	21	64	26	50
3/4	27	80	33	63
1	34	100	41	79
1 1/4	42	126	52	99
1 1/2	48	154	64	121
2	60	204	84	160
2 1/2	76	300	124	235
3	89	400	165	314

Eksempel på 3/4" rør

Den lige rørlængde betegnet S er lig med $c - 2b$, hvor c er hypotenusen i den viste 45°s retvinklede trekant.

c -målet findes i nedenstående 45°s tabel.
Under $M = a = 200$ mm læses $c = 283$ mm - og herefter bliver:

$$S = 283 - (33 + 33) = 217 \text{ mm}$$

45°	M=a	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	20	30	40	50
	c	1	3	4	6	7	9	10	11	13	14	28	42	57	71
45°	M=a	60	70	80	90	100	200	300	400	500	600	700	800	900	
	c	85	99	113	127	141	283	424	566	707	848	990	1131	1273	

Dobbelt 45°s forkrøbninger

I nedenstående tegning ses en dobbelt forkrøbningens centerlinier, der passerer en murpille.

Længden af det rørs centerlinie, der er parallel murpillen er lig med: murpillens bredde $P + 2b$, hvor b tages efter tabellen.

Midte-Midte-Målet $M = G$, når $e_1 = e_2$ eller $M = G + e_2 - e_1$, når $e_1 > / < e_2$.

