

Dokument: SASAK-RAP-SV-AKS-MIG-0028-01

# **Trådtransporten Ved MIG-svejsning af aluminium**

SASAK  
Projekt 3 - Svejsning

Bent Jensen  
Migatronic, November 2000

## **Indhold:**

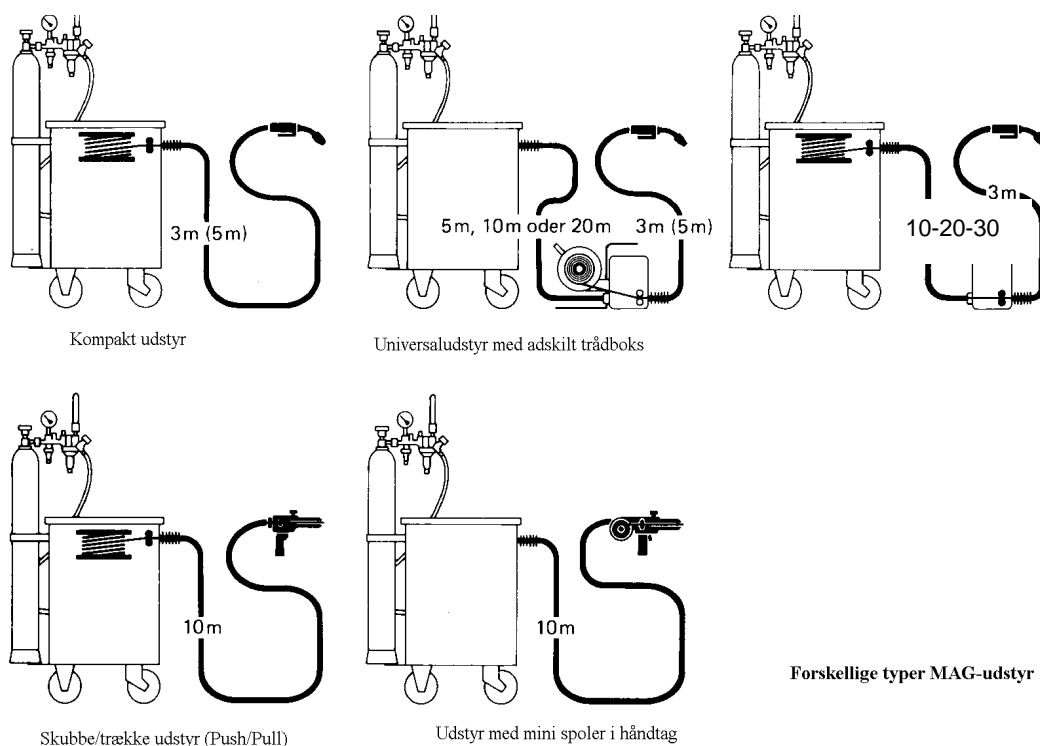
1. Sammenfatning .....	2
2. Trådfremføringsenheder .....	5
2.1 Fordele og ulemper ved de enkelte trådfremføringsenheder.....	7
3. Litteraturhenviisning.....	11

## Sammenfatning

Et udstyr til MIG/MAG-svejsning består af en strømkilde, et trådfremføringsystem og et svejsehåndtag med de nødvendige styreorganer.

For at få et gnidningsløst svejseforløb kræver det ikke mindst, at trådfremførings systemet fungerer perfekt.

For at få trådelektroden frem til lysbuen skubbes eller trækkes den gennem et slangebundt. Det er i praksis ikke muligt at skubbe trådelektroden mere en ca. 3 – 5 m, så ved at trække tråden frem er man friere stillet med afstanden.



Ved kompaktudstyrene er trådspole og trådfremføringsenheden bygget sammen med strømkilden til en enhed. Svejserens aktionsradius bliver derved begrænset til de ca. 3 – 5 m afhængig af trådtykkelse og slangebundtets længde.

Standardudstyrene, også nogen gange kaldet kuffertudstyr, har trådfremføringsenheden adskilt fra strømkilden som en separat trådfremføringsenhed (STB). Mellemkabel mellem strømkilde og trådenhed kan teoretisk være af ubegrænset længde, men på grund af spændingstab i kablerne og problemer med vedligeholdelse begrænser mellemkablernes længde normalt til 5, 10 eller 20 m. Flere producenter sikrer dog gennem en ekstra stærk styretrafo at spændingstabet kompenseres således at det i praksis er muligt at applikere med mellemkabler op til 60 m længde.

Svejserens aktionsradius, når blot han har fremføringsenheden med, er derved betydelig.

Fleksibiliteten bliver endnu større, såfremt udstyret er forsynet med en fjernbetjeningsenhed, som gør det muligt for operatøren at kommunikere direkte med maskinen fra sin arbejdsposition.

Der findes mange forskellige enheder, men primært bør der foretrækkes et integreret dialogsystem, som opererer direkte fra brænderhåndtaget, idet dette giver den bedste kontrol over processen. Med moderne udstyr er det nu også muligt at aflæse og regulere parametre, af værdi for processen, direkte på et digitaldisplay, placeret på selve svejsebrænderen.

Ved Push-pull (skubbe-trække) udstyrene befinder trådspolen med skubbe motoren sig i svejseudstyret, mens der er indbygget en trække motor i svejsehåndtaget. Trække motoren kan være en elmotor eller trykluftmotor. Begge motorer skal arbejde synkront. Det opnår man enten rent elektrisk eller ved hjælp af en friktionsmekanisme på skubbe motoren, så den ikke kan føre trådelektroden hurtigere frem, end trække motoren tillader. Push-pull systemet sikrer den mest ensartede trådfremføring, og ved de tynde ( 0,6 mm ) eller bløde ( AL ) trådelektroder kan det være den eneste mulige løsning på problemet med at få en ensartet konstant trådfremføring.

Udstyr til småspoler (Sigmette) eliminerer problemet med trådfremføringen, idet trådspolen sidder direkte på svejsehåndtaget, som også rummer trådmotor. Denne form egner sig til svejsning med helt tynde og bløde tråde, der ikke vejer for meget. Systemet har en vis udbredelse ve svejsning af aluminium, men da trådelektroder på små spoler bliver dyrere, og da trådspoler og –motor trods alt gør svejsehåndtaget mere uhandterlig og tungere, har systemet kun en begrænset udbredelse. Push-pull systemet giver stort set brugeren de samme fordele som sigmette systemet.

Som trådmotor anvendes næsten altid en elektromotor, der kan indstilles trinløst til den ønskede hastighed. På moderne anlæg reguleres motorens hastighed ved hjælp af tyristorer, således at hastigheden bliver uafhængig af belastningen.

Moderne trådfremføringsenheder opererer ved 4-hjuls træk, som giver en stabil fremdrift, uden at der sker en deformation af tråden. Dette er af afgørende betydning, idet en deformation vil øge modtrykket igennem liner og strømmyse, og derved øge risikoen for at tilsatstråden sætter sig fast, med svejsefejl til følge.



En måde at minimere forureningen på, under trådtransporten gennem maskinen, er at bruge en svejsemaskinen med dobbelt trådboks.

Fordelen ved dette er, at der kan benyttes to forskellige trådtyper på den samme opstilling, hvilket kan betyde problemfrit skift mellem materialetyper som f.eks. sort stål og aluminium.

Disse to materialetyper reagerer meget forskelligt, med hensyn til evt. forurening af tilsatstråden igennem en fælles transmissionsledning.

Aluminium er ekstrem følsom overfor forurening med metalstøv

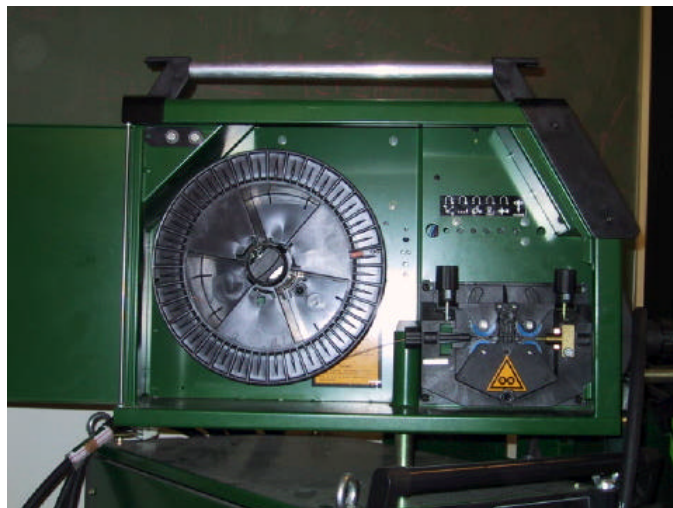
Dette undgås ved at føde de to trådbokse separat med beskyttelsesgas beregnet for den enkelte proces, og derved eliminere en væsentligt forureningskilde.

### **Trådfremføringsenhed**

Trådfremføringshastigheden hænger sammen med kontrollen for trådfremføring, altså med styresystemet. Når det gælder selve den mekaniske fremføring, findes der tre principielt forskellige systemer.

### **Separat trådfremføringsenhed**

Metode 1



Trådelektroden skubbes af trådværket gennem trådlederen frem til pistolen.

Når trådelektroden glider ud gennem kontaktmundstykket, ser det jo enkelt ud, men i virkeligheden passerer elektroden gennem mange enkeltdele, som skal være i orden for at opnå et godt svejseresultat.

Trådrullerne skal være indstillet, så rillerne passer til den aktuelle trådelektrode, og rullernes tryk på elektroden skal være korrekt. Er der for lidt tryk på trådelektroden, glider rullerne på elektroden, og fremføringshastigheden bliver ukonstant.



Svejseren registrerer denne fejl under svejseforløbet, idet der kommer for lidt tilsatstråd frem, og det kommer ukonstant. Svejsningen får et dårligt udseende, og der kan opstå bindingsfejl og porer i svejsemetallet.

Fejlen forebygges ved, at svejseren kontrollerer trådrollerens tryk på elektroden, inden svejsearbejdet begynder. Når tilsatsmaterialet kan holdes tilbage mellem to fingre, så rullerne skrider på elektroden, er trykket korrekt.

Er trykket på tilsatsmaterialet for stort, vil tilsatsmaterialet nærmest blive valset og derved deformeret og ødelagt. Ved at lade tilsatsmaterialet løbe ud af kontaktmundstykket uden at kortslutte elektroden, kan svejseren se, om elektroden er deformeret. Hvis elektroden er deformeret, vil den komme frem af kontaktmundstykket i en spiral.

Når trådrollerens rilledybde og diameter passer til den aktuelle tilsatstråd, og rullernes tryk på tråden er korrekt, skulle elektroden gerne blive fremført jævnt med den hastighed, svejseren har valgt på svejseanlægget. Er det imidlertid ikke tilfældet, kan det være, fordi trådrollerne er slidte og skal udskiftes.



Endvidere er trådværkets kvalitet af afgørende betydning for, at svejsearbejdet forløber problemfrit. Trådrollerne skal være kraftige, og transmissionen mellem motor og ruller skal være ordentligt udført, f.eks. ved brug af et tandhjul. Et trådværk med firhjulstræk fungerer bedre end et enkelt trådværk, der trækker på to hjul. Desuden har firhjulstrækket flere anvendelsesmuligheder.

### **Trådindføring**

En anden fejlkilde ved trådfremføringen er indløbsmundstykket. Dette skal for det første sidde rigtig fast og tilstrækkeligt tæt på trådrollerne. Er der for stor afstand mellem trådroller og indløbsmundstykke, kan elektroden slå knuder i mellemrummet mellem de to komponenter.

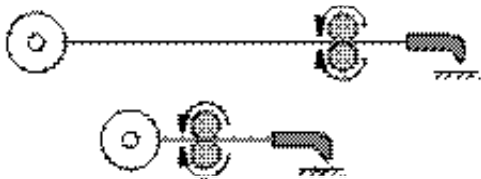
Kontroller desuden, at indløbsmundstykket flugter med rillen i trådrollen, og diameteren på hullet i indløbsmundstykket passer til den valgte tilsatsdiameter.



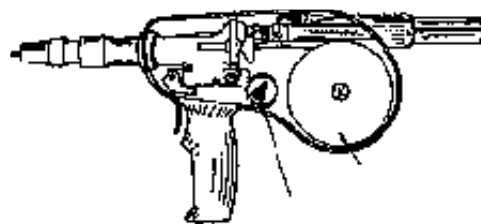
## Trådfremføringsenhed i svejepistolen

### Metode 2

Trådelektroden trækkes frem til svejepistolen af et trådværk anbragt i denne, figur A, såvel trådværk som trådrulle er anbragt i svejepistolen (sigmette) figur B.



Figur A



Figur B

### Metode 3

Trådelektroden skubbes frem af et trådværk i svejsemaskinen og trækkes samtidigt gennem trådlederen af et trådværk i svejepistolen, det såkaldte push-pull-system, figur C.



Figur C

## Fordele og ulemper ved de enkelte trådfremføringsenheder.

### Metode 1

Metode 1 er det mest brugte af de tre systemer. Det er et enkelt system og giver vægtmæssigt den letteste svejepistol. Systemet er ikke velegnet til svejsning med meget tynde tråde af bløde materialer.

## Metode 2

Med dette system bliver svejsepistolen tung, men til gengæld kan der tillades meget bøjning på svejseslangerne, selv ved brug af tynde tråde, og det er muligt at anvende længere svejseslanger, så arbejdsradius bliver større.

Sigmettesystemet med en lille spole placeret i svejsepistolen er særlig godt egnet til svejsning med blød tråd i tyndere materialer, f.eks. 0,8 og 1,2 mm Al-tråd. Systemet giver gode muligheder for at svejse på steder, som ellers er vanskeligt tilgængelige.

## Metode 3

Hvis det er nødvendigt at arbejde på vanskeligt tilgængelige steder langt fra trådboksen, f.eks. ved montagesvejsninger på skibsværfter, er push-pull-systemet at foretrække, men det er dyrere i anskaffelse end de to andre systemer.

## Tilsatsmateriale.

Tilsatsmaterialet leveres på trådspoler eller til større industrianlæg i coils. Tilsatsmaterialet skal altid være nøje tilpasset grundmaterialet og svejseproces, og man bør følge leverandørens anvisninger. Tilsatsmaterialets overfladebeskaffenhed er af afgørende betydning for et stabilt forløb igennem slangepakken.



Oxidhinden på tilsatstråden er meget tynd og hygroskopisk. Det betyder, at et unødvendigt stort tryk på trådrullerne, i trådfremføringsenheden, vil knuse noget af oxidhinden, som trækkes med ind i trådlinieren. Derved skabes der en ophobning af oxider, der virker som et meget fint slibemiddel, og derved kan skade tilsatstråden. Trådtransporten bliver ustabil og stødende og resulterer oftest i tilbagebrænding i strømdysen, og efterfølgende ”fuglerede” inde i trådboksen.

Ved MIG-svejsning sker der ingen reaktion mellem tilsatsmaterialet og beskyttelsesgassen, hvilket betyder, at svejseresultatet, hvad kemisk sammensætning angår, kun er afhængigt af tilsatsmaterialets kvalitet og opblandingen med grundmaterialet.

Ved MIG-svejsning sker der en reaktion mellem tilsatsmaterialet, beskyttelsesgassen og grundmaterialet. Som regel består denne reaktion i en afbrænding af legeringselementer i lysbuen. Tråd til svejsning af f.eks. stål er derfor overlegeret med Si og Mn, som delvis brænder bort, dvs.

oxiderer i lysbuen, og udfældes som en meget hård nærmest harpikslignende slagge punktvis langs svejseømmen.

Uanset hvilke materialetyper, der skal svejses, er forudsætningen for et godt svejseresultat, at tilsatsmaterialet er ren og fri for fedt og andre forureninger.

Skiftes der mellem svejsning af f.eks. A1-legeringer og svejsning i almindeligt stål, skal trådlineren også skiftes for at undgå overføring af stålsåner til A1-legeringerne og omvendt.

## **Slangepakken**

Slangepakken er en sammenpakket enhed, bestående af trådliner, beskyttelsesgasslange, ledninger til styrestrøm samt evt. slanger til kølevand til svejsepistol. Heri kan der opstå mange forstyrrelser, der resulterer i svejsefejl.

Undgå altid skarpe buk på slangepakken. Disse kan forårsage, at trådfremføringen bliver ujævn, og at trådlineren knækker.

Undgå for lang slangepakke. Jo tyndere trådelektrode, der anvendes, jo kortere slangepakke. Hvis det er nødvendigt med længere slanger, kan der købes en boks med ekstra trådfremføringsenhed, der skydes ind på slangepakken og på den måde hjælper med at holde trådelektroden stram på hele det lange fremføringsforløb.

Blæs jævnlige trådlineren igennem med trykluft, så der ikke samler sig en masse skidt, som forhindrer trådelektroden i at køre jævnt. Hvis der bruges et kvarter en gang om ugen på rengøring og kontrol af svejseanlægget, kan der spares mange penge og ærgrelser over driftsstop.

Eftersom aluminium er et særdeles blødt materiale, er det vigtigt at der anvendes korrekt type inderliner til trådtransporten. Der findes mange forskellige slags, men erfaringsmæssigt er en såkaldt "Kulteflon" liner at foretrække, idet gnidningsmodstanden er mindst i denne type.

Som tommelfingerregel skal man altid følge maskinleverandørens anvisninger, idet der ligger mange års forskning bagved disse råd.

De fleste driftsforstyrrelser på et MIG-anlæg kan svejseren forebygge ved at behandle udstyret med omtanke.

Hvis svejseanlægget er vandkølet, bør slangeforbindelser, koblinger og pakninger kontrolleres for tæthed med jævne mellemrum. Hvis et vandkølet svejseanlæg har stået stille i længere tid, så pakningerne er blevet tørre, skal man påregne at skifte disse ud, før svejsearbejdet kan begynde.

## **Svejsepistolen**

Oftest kommer svejsefejl, der er opstået på grund af fejl i svejseudrustningen, fra fejl ved svejsepistolen og specielt kontaktmundstykket.

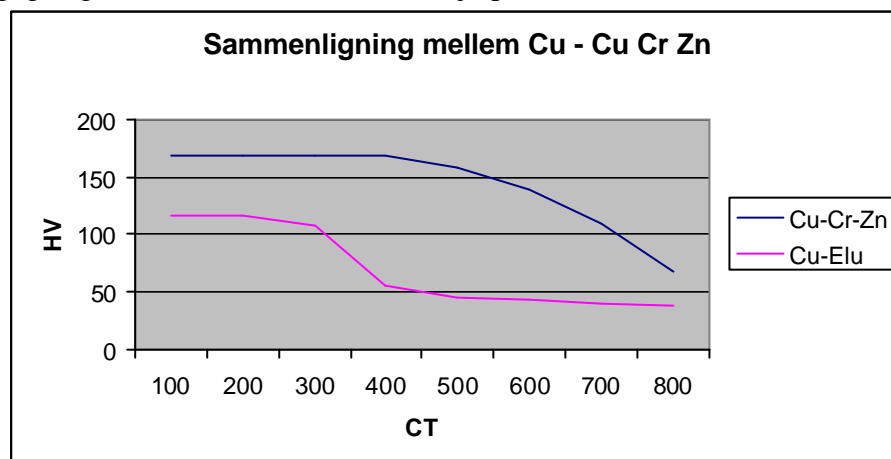
Ved stillingsvejsning kan der komme meget svejseprøjt op i kontaktmundstykket, hvilket forårsager ujævn trådfremføring med porer og i værste fald bindingsfejl til følge.

Kontaktmundstykket slides også, så hullet heri bliver så stort, at strømovergangen bliver for dårlig. Dette bevirker også ujævn trådfremføring og kan give porer og bindingsfejl.

Tilsvarende problemer kan i øvrigt også forventes ved anvendelse af forkert størrelse kontaktmundstykke (eksempelvis  $\varnothing 1,6$  dyse til  $\varnothing 1,2$  mm tråd).

Afhængig af svejsepistoltype er der monteret en isolator i gaskoppen eller en gasfordeler på pistolen lige under svanehalsen. Disse ting sørger for, at beskyttelsesgassen bliver jævnt fordelt hele vejen rundt om kontaktmundstykket, så gassen dækker smeltebadet effektivt. Hvis isolator eller gasfordeler er defekt, medfører det omgående svejsefejl som porer og lange porer og i værste fald bindingsfejl. Derfor bør svejseren dagligt kontrollere, om gasfordeler og isolator er i orden.

En anden vigtig ting, som skal kontrolleres ved svejsepistolen, er trådlineren.



Foruden den liner, der løber fra svejsemaskinens trådværk gennem slangepakken til svejsepistolens håndtag, er der et lille stykke trådliner i svejsepistolens svanehals. Dette stykke skal gøres rent lige så ofte som den lange trådliner og udskiftes med mellemrum.

Ovenstående skema viser en sammenligning imellem de to mest anvendte typer strømdyser til MIG-svejsning.

Strømdysens beskaffenhed er, især ved svejsning af aluminium, af meget stor betydning, idet den mindste uregelmæssighed medfører forstyrrelser i trådtransporten, og ustabilitet i svejseforløbet vil observeres.

Uanset at strømdysen som oftest håndteres med en vis ligegyldighed, er dette punkt dog et af de vigtigste i hele processen, idet det er her strømovergangen til tilsatstråden foregår.

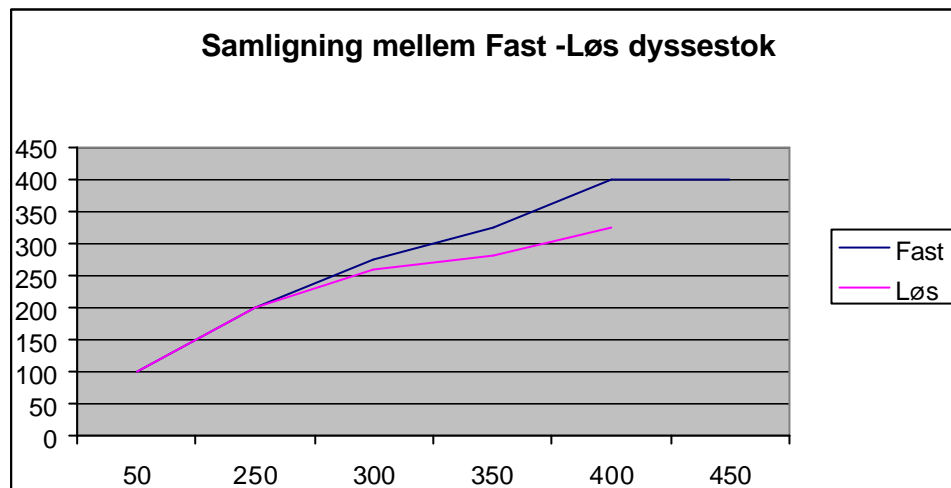
Den mindste afvigelse her, i forhold til de optimale parametre, betyder dårlig overgang til tilsatstråden, hvormed dårlig kontakt opnås.

Det kan betyde brandsår inde i kontakt dysen, som river i overfladen på tilsatstråden.

Der mærkes derfor ofte en stødende fremføring, med et meget dårligt svejseresultat til følge, evt. havari i trådtransporten.

De fleste leverandører anbefaler da også derfor, at man anvender strømdyser af legeringen CU-CR-ZN, frem for den rene CU-legeringen.

Forskellen i hårdhed og varmebestandighed fremgår da også tydeligt af skemaet, og retfærdiggør den merpris, disse strømdyser koster.



Begreber som fast og løs dyssestok er også væsentlige parametre, selv om de kun har indirekteindflydelse på trådtransporten. Begrebene dækker over den sokkel, som strømdyserne monteres i, og har meget afgørende betydning for varmetransporten væk fra strømdysen.

Dårlig varmeafledning af strømdysen resulterer i stor modstand gennem strømdysen, og dermed efterfølgende klemning af tilsatstråden.

Derfor anbefaler alle leverandører fast dyssestok, når der er tale om pulssvejsning, og i særdeleshed pulssvejsning af aluminium.

Af ovenstående skema fremgår, at allerede ved 200 Amp. Og 250°C, skiller fast dyssestok sig ud, og kombineres denne iagttagelse med brug af CU-CR-ZN strømdyse, får man en konstellation, der nærmer sig det optimale til brug ved svejsning af aluminium.

## Litteraturliste

- [1]    *"Goda råd vid Aluminiumsvetsning"*  
Svetskommionen
  
- [2]    Schoer, Heinz  
*Schweißen und Hartlöten von Aluminiumwerkstoffen"*  
DVS, 1998
  
- [3]    *"Successful Welding of Aluminium"*  
WTIA Technical note No.2  
Welding Technology Institute og Australia, 1997
  
- [4]    *"Migatronic svejsebibel"*  
Migatronic