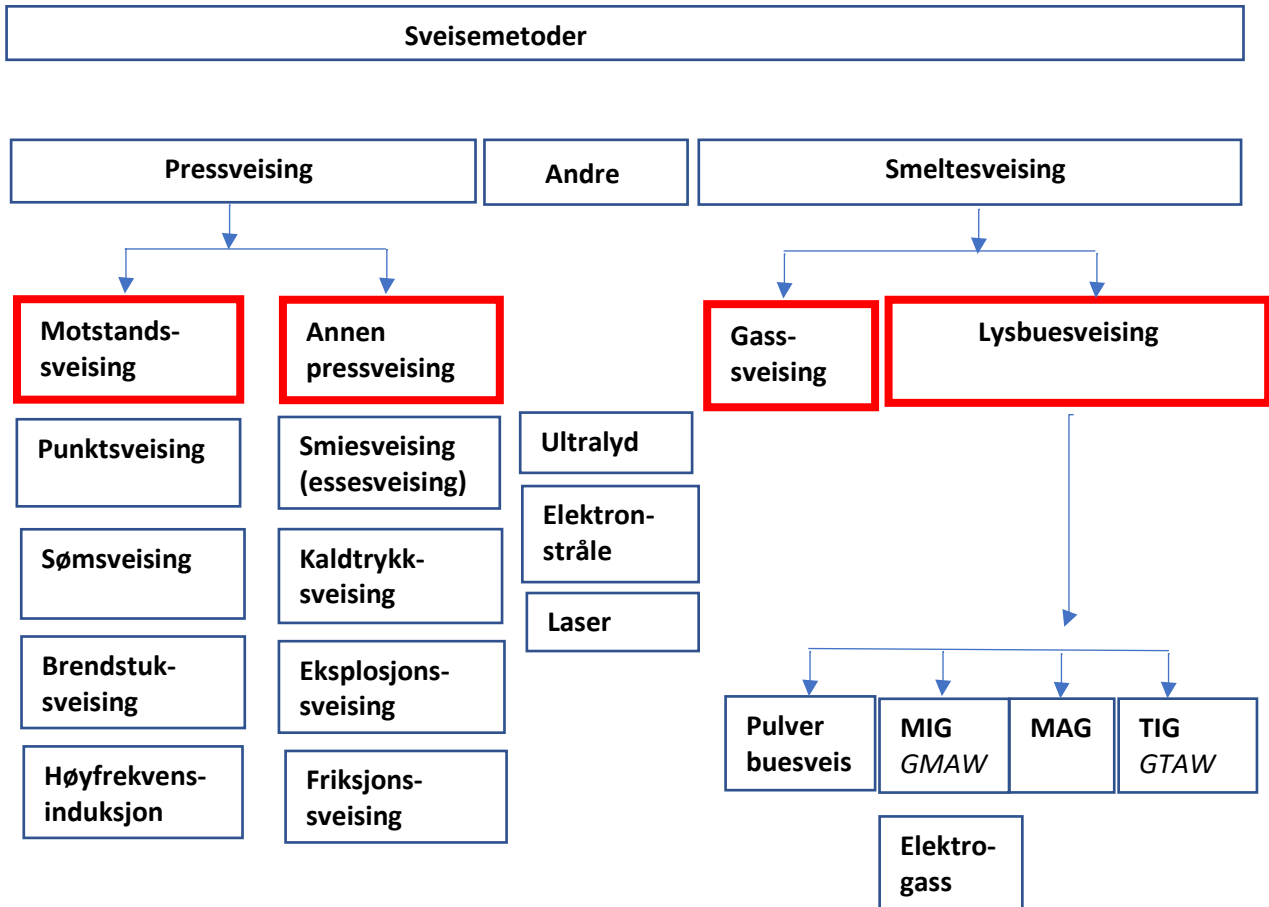


## SVEISEMETODER

Deles inn i to hovedgrupper: *pressveising* og *smeltesveising*.



### - *Pressveising*

Delene presses sammen og gjennomgår en plastisk deformasjon i fast tilstand med eller uten forutgående oppvarming. Pressveising utføres normalt uten gassbeskyttelse og tilsettmateriale. Trykk, temperatur og sveisetid i forskjellige kombinasjoner karakteriserer de ulike metodene. Pressveising utføres nesten bare maskinelt og krever ofte en del utstyr, som tilpasses en bestemt konstruksjonsdetalj. En viktig fordel med pressveising er at de metallurgiske reaksjoner i sveisesonen er begrenset, siden materialet forblir i fast tilstand. Som regel unngår man dannelse av sprø, intermetalliske forbindelser, og atmosfærisk oksidasjon og gassopptak reduseres. Materialmenyen er større for mange pressveisemetoder enn for smeltesveising.

Pressveising har flere undergrupper:

- *Motstandssveising* baseres på elektrisk motstandsoppvarming, ved direkte strømgjennomgang av kontaktområdet og kjennetegnes av høy temperatur og trykk og kort sveisetid.
  - o *Punktsveising* skjøter plater i overlapp. Delene presses sammen av to vannkjølte kobber Elektroder, en på hver side av skjøten. Et kort strømstøt

- sendes gjennom platene, fra elektrode til elektrode, som gjør at kontaktområdet blir varmt, plastifisert og sammenpresset (Bilindustrien, ofte roboter).
- *Sømsveising* er når elektrodene fra punktsveisingen utformes som roterende ruller som trekker platene frem, samtidig som korte strømstøt passerer mellom dem.
  - *Stukesveising* brukes til skjøting av stenger og rør, som anbringes med endeflatene mot hverandre. Elektrisk strøm passerer kontaktflaten og delene presses sammen.
- *Smisveising (essesveising)*, den eldste metoden for å forbinde deler av smijern og stål (våpen og redskap). Delene oppvarmes i esse (smedens ildsted), pensles med sand eller boraks for å gjøre slaggen lettflytende, legges i en overlappende fuge og hamres sammen.
  - *Kaldsveising (kaldtrykksveising)* er en pressveisemetode som ikke bruker motstandsoppvarming. Noen materialer, blant dem aluminium, lar seg sveise under høyt trykk og høy plastisk deformasjon uten ytre oppvarming (Elementer i kjøleskap).
  - *Ekspljosjonssveising* Grunnplaten og beleggplaten presses sammen under meget høyt trykk fremkalt ved detonasjon av sprengstoff. Varme tilføres ikke direkte, men smeltepunkt nås pga mekanisk friksjon i skilleflaten.
  - *Friksjonssveising* roterer delene som skal sveises i forhold til hverandre, og sveisesonen oppvarmes til nær smeltepunktet når delene presses sammen.
    - En form for friksjonssveising benytter en probe som roterer med høy hastighet.
  - *Diffusjonssveising* skjer under høy temperatur, lang tid og lavt trykk, ofte også med gassbeskyttelse (i avansert industri til sammenføyning av spesielle legeringer).
- ***Smeltesveising***  
Delene oppvarmes lokalt til smeltetemperaturen og flyter sammen, assistert av overflatespenningene uten at ytre press er nødvendig. Siden smeltesveising ikke krever ytre press for at forbindelsen skal komme i stand, er utstyret, med noen unntak, enklere enn for pressveising, og manuell føring har vært og er fortsatt i bruk i de fleste prosesser. For smeltesveising kalles overgangsområdet den varmepåvirkede sonen. Den inndeles gjerne i flere mindre soner avhengig av hvor stor varmepåvirkningen har vært. Hver av disse mindre sonene har forskjellige mekaniske og kjemiske egenskaper i forhold til grunnmaterialet.
  - *Gass-sveising* foregår ved oppvarming og smelting med en flamme av acetylen og ren oksygen. Delene som skal forbindes, skrånkjæres, slik at det dannes en åpen fuge mellom dem, og tilsett i form av tråd med sammensetning som grunnmaterialet, smeltes inn i fugen. For tynnere arbeidsstykker kan skrånkjæring utelates. De ytre deler av gassflammen er reduserende og beskytter smeltebadet mot atmosfæren.
  - De vanligste sveisemetodene for metall benytter en eller annen form for elektrisk lysbue-teknologi, og kalles derfor buesveising. Ved påleggssveising tilføres overflaten av et materiale eller en gjenstand en bestemt egenskap ved at det dekkes av parallelle rekker av overlappende sveisestrenger av et egnet tilsett, f.eks. for å oppnå økt hardhet og korrosjonsmotstand eller for å erstatte nedslitt materiale og gjenopprette ønsket geometri. En enkel mekanisering av buesveising kan utføres ved at sveisepistolen festes på og føres i rett linje av en motordrevet vogn, sveisetraktor, eller står fast ved f.eks. et rør som roteres.

- Lysbuesveising (Elektrisk buesveising med dekket elektrode / Manuell lysbuesveising (MMA - Manual metal arc) / Dekket elektrode-sveising (SMAW – Shielded Metal Arc Welding)

Foregår med faste utskiftbare elektrodestaver dekket av fluss, eller elektrode på rull med flusskjerne. Fluss er en blanding av karbonater og oksider som fordampes når lysbuen smelter elektroden. (FCW - flux cored wire) Den dekker derfor delvis sveisemelten mot forbrenning i oksygen fra luften og legger seg som slag på toppen av sveisefugen. Dette må hamres eller slipes bort når sveisen har kjølnet og krever mye etterarbeid. Metoden bruker relativt enkelt utstyr i form av et elektrisk sveiseaggregat som gir en høy kontrollert elektrisk strøm til sveiseelektroden. Ved spissen av elektroden vil strømmen møte en elektrisk motstand mot arbeidsstykket, og det utvikles varme som smelter arbeidsstykkene og elektroden mot sveisefugen. Lysbuen brenner mellom arbeidsstykket og elektroden, som smelter og fyller fugen. Elektroden kan være faste staver, sveiseelektroder som brukes opp og skiftes, eller sveisetråd som mates fra en oppkveilet rull. Sveiseelektroden er samme metall som skal sveises og er tilsatt silisium og mangan som hindrer oksidasjon og poredannelse. Elektrodedekket smelter sammen med elektrodekjernen, legger seg over smeltebadet, og beskytter mot gassopptak fra atmosfæren. Imidlertid hindrer dekket strømtilførselen når det brukes kontinuerlig elektrode, slik at prosessen ikke lar seg automatisere. Den lar seg heller ikke tilpasse høy strømstyrke og produktivitet. MMA gir røyk som inneholder mye metallforbindelser som jern og mangan.

- *Pulverbuesveising* er en videreføring, som bruker en udekket, kontinuerlig elektrode, hvor dekket tilføres som pulver over buen og smeltebadet. I halv- eller helautomatisk utførelse kan metoden tilpasses store strømstyrker og avsettytelser, og er brukt i endel verksteder og verft (f.eks. sveising av kolonner til vindmøller).
- *MIG-sveising («Metal Inert Gas»)* / *GMAW (Gas Metal Arc Welding)* / *Gassmetallbuesveising* er nå den mest vanlige industrielle og kommersielle sveisemetoden. Lysbuen brenner mellom arbeidsstykket og en udekket, kontinuerlig matet, smeltende elektrode. Buen og smeltebadet er beskyttet av en dekk-gass som kan være argon eller helium (MIG-sveising) eller blanding med karbondioksid.
- *MAG-sveising («Metal Active Gas»)* bruker dekk-gassen karbondioksid. Det brukes ofte elektrode på rull med automatisk matning gjennom en sveisepistol. Elektroden har et tynt kobberbelegg for å redusere kontaktrørmotstanden, hindre korrosjon og unngå oppvarming og fastbrenning i sveisepistolen. For å hindre at gasser i luften reagerer med sveisemelten, brukes dekk-gass fra gassflaske som tilføres sveisepistolen og fordeles over sveisemelten. Oftest brukes argon med tilsetning av noe karbondioksid (CO<sub>2</sub>) og oksygen for å få stabil smelting. For vanlig stål kan karbondioksid (CO<sub>2</sub>) brukes, dette er rimeligere og gir dypere smeltefuge, men også noe mere sprut. Metoden er egnet for både jern og andre metaller og er relativt rask.
  - *Rørtrådsveising*, en variant av disse, der elektroden ikke er massiv, men fylt med et pulver som skal beskytte sveisebadet eller som inneholder metallpartikler for å øke avsettmengden.
- MIG og MAG gir mye sveiserøyk, nitrose gasser, karbonmonoksid og noe ozon.
- *TIG-sveising (Tungsten Inert Gas)* / *GTAW (Gas Tungsten Arc Welding / Gasswolframsveising)*, brukes for høy kvalitet og presisjon. Det brukes en

wolfram-elektrode som ikke smelter, som gir en stabil lysbue med ren sveis uten tilsatzmidler. Oftes brukes ikke-reaktive dekkgasser som argon, helium eller en blanding. Elektroden har svært høy smeltetemperatur og fungerer derfor ikke som fyllmiddel. Dette må tilsettes manuelt gjennom å dyppe/mate inn en tynn metalltråd (av riktig legering) i smeltebadet. Ettersom elektroden ikke smelter, blir sveisepistolen mye varmere enn en MIG-pistol der sveisetråden hele tiden erstattes av ny tråd. Ved høye strømstyrker er derfor vannkjøling av sveisepistolen nødvendig. Metoden krever erfarne sveisere, er relativt langsom og regnes som en metode med lite sveisefeil når den anvendes riktig. Kan brukes til alle metaller men er mest vanlig til rustfritt stål og lettmetaller som aluminium og titan (fly, lette sykler, militært utstyr).

TIG gir mye ozon og noe nitrøse gasser.

- *Nøkkelhulls-TIG*, nyere variant der elektroden varmes opp til nær smeltetemperatur før den tilsettes lysbuen.
- *Plasmasveising* er en videreutvikling av TIG, og gassen er i plasmatilstand. Det gir svært stabil lysbue, best egnet for automatisk mekanisk presisjonssveising. Den tillater høyere hastighet, dypere fuge og større frihet i materialer.
- SAW (Submerged Arc Welding) brukes for høye sveisehastigheter der lysbuen brenner under et lag fluksmateriale. Fluksmaterialet er ofte slik sammensatt at det sprekker og skaller av ved størkning og krever lite etterarbeid. Dette gir høy produktivitet og brukes spesielt ved automatisk sveising på grove arbeidsstykker som kjeler og tanker og rør.

### Andre sveisemetoder

- *Elektronstrålesveising*, her tilføres smeltevarmen ved nedbremsing av en strøm av høyenergielektroner mot arbeidsstykket. Sveisingen skjer i et vakuumkammer. De fleste metaller og legeringer, også keramer kan sveises, og den meget konsentrerte varmetilførsel (energitetthet) på sveistedet muliggjør både sveising av tykke seksjoner, seksjoner med varierende tykkelse og svært små arbeidsstykker, alle med meget smale varmepåvirkede soner og derfor minimal termisk deformasjon av arbeidsstykket.
- *Lasersveising* er når smeltevarmen tilføres i form av en laserstråle. Lasersveising (bl.a. gullsmeder, og i Japan på enkelte skipsverft). Lasersveising kan kombineres med andre metoder, f. eks. MIG og kalles da *laser-hybrid sveising*.

### Dekkgasser

Ved sveising brukes ulike dekkgasser, som bl.a. argon, helium og andre. Dekkgassene er inaktive og ikke helsefarlige, men ved lekkasjer eller åpne kraner vil de i trange rom kunne fortrenge luften og forårsake kvelning. Dekkgassene bevirker en intens ultrafiolett stråling fra lysbuen, som medfører økt dannelse av ozon i luften nær sveistedet.

MIG-sveising med argon fører til de største konsentrasjonene av ozon.

## **Termisk skjæring**

Ved hjelp av en konsentrert varmekilde skjæres, oppdeles og tildannes metalleder.

Varmekilden enten smelter vekk materialet i smale snitt eller brenner det vekk under tilførsel av rent oksygen. Danner grunnlaget for utviklingen av moderne sveiseteknikk.

Det finnes flere hovedtyper termisk skjæring:

- Oksygenskjæring
- Bueskjæring
- Plasmaskjæring

På samme måte som ved sveising, avhenger mulig helsefare ved termisk skjæring av grunnmaterialet som skal skjæres, overflatebehandlingen og skjæremetoden. Risikoen for helseskader er den samme som for sveising.

Røyk fra gasskjæring av metaller kan inneholde store mengder jernoksid og oksider av ulike legeringsmetaller. Også ved skjæring av overflatebehandlet materiale inneholder røyken forurensninger, alt avhengig av hvilke stoffer som er benyttet.

Plasmaskjæring - Hvilke forurensninger som oppstår her, er avhengig av gasstypen som brukes, materialet som skjæres og materialtykkelsen. Under plasmaskjæring dannes det røyk, som i tillegg til metallpartikler også har høy konsentrasjon av bl.a. nitrøse gasser og ozon. Ved metoden dannes det ultrafiolette (UV) og infrarøde (IR) stråler. Støynivået kan være svært høyt, opptil 115 dB (A).

Skjæring i vannbad: Dersom materialet det skjæres i er aluminium, må man vurdere faren for dannelse av hydrogengasslommer. Aluminiumstøv som frigjøres under vann, kan trekke til seg oksygenatomet fra vannmolekylet ( $H_2O$ ) og det kan dannes bobler med meget brann- og eksplosjonsfarlig hydrogengass.