

## 10. SVEIS

I dette kapittel defineres karakteristiske mål ved ulike typer sveis. Beregningsunderlaget for dimensjonering av sveis og valg av grunnmateriale blir presentert. Flere eksempler på konstruktiv utforming og beregningseksempler er også vist.

### 10.1. INTRODUKSJON

I prinsippet kan sveisemetodene inndeles i følgende:

- \* **Smeltesveising;** delene varmes opp lokalt til over smeltepunktet, tilsettingsmateriale tilføres og delene blir hengende sammen etter at smeltebadet har størknet. Metoden benyttes i skipsbygging og oljeindustrien.
- \* **Pressveising;** delene presses sammen med stor kraft etter at fugeflatene er oppvarmet ved friksjon, elektrisk motstand eller bueutladning. Metoden benyttes innen bilindustrien til punktsveising av plater og buttskjøting av aksler.

Ved smeltesveising er de viktigste metodene:

- \* **TIG - sveising;** der TIG er forkortelsen for Tungsten Inert Gas. Buen brenner mellom en tilspisset wolframelektrode og arbeidsstykket. Gassmunnstykket plassert utenpå elektroden tilfører en egnet dekkgass (vanligvis argon). Gassen beskytter smeltebad og elektrode.
- \* **MIG - sveising;** der MIG er forkortelsen for Metal Inert Gas. Buen brenner fra en tynn kontinuerlig fremmatet metalltråd. Tråden smelter. Dekkgass (argon, CO<sub>2</sub> eller blanding av disse) tilføres buen gjennom et gassmunnstykke.
- \* **Sveising med dekkede elektroder;** elektroden er en metallstav med et dekke som avgir både dekkgass (CO<sub>2</sub>) og slagg for beskyttelse av smeltebadet. Elektroden mates frem for hånd og byttes når den er oppbrukt.
- \* **Pulversveising;** elektroden er en kontinuerlig fremmatet tråd, og det benyttes ikke egen tilført dekkgass. Buen brenner inne i en pulverhaug, og det dannes et CO<sub>2</sub> - fylt hulrom.

Det skiller også mellom type sveis som utføres:

- \* **Bindesveis;** benyttes for å binde sammen deler. Dette kalles buttsveis når delene ligger i samme plan og det er full gjennomsmelting i hele godstykken. Danner delene er vinkel og det ikke er full gjennomsmelting kalles dette kilsveis.
- \* **Påleggsveis;** benyttes til å legge på et lag med spesielle materialegenskaper (korrosjons- eller slitasjebestandighet) på en konstruksjon eller for å erstatte materiale som er slitt eller korrodert.

Sveisning utføres normalt av serfifiserte sveisere. Da unngås i de fleste tilfeller feil ved sveisen som dårlig innbrenning i grunnmaterialet, kantsår i overgangen mellom sveis og grunnmateriale og sprekkdannelser som overflatesprekker og innvendige sprekker i sveisen.

I det etterfølgende er det kun bindesveis som blir behandlet.

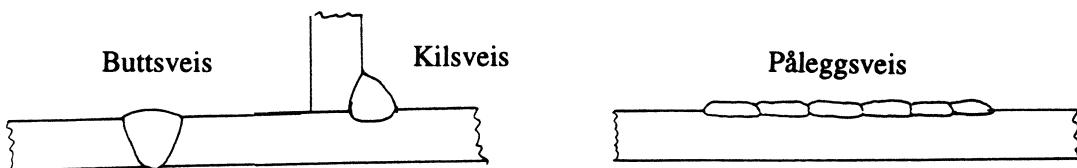


Fig. 10.1. Typer sveis. a) Bindesveis. b) Påleggssveis.

For konstruktøren gjelder det å være klar over hvordan det skal konstrueres når det må sveises og hvordan sveisene innbyrdes skal legges. Det er viktig å være klar over følgende hovedregler ved utforming av sveiste stålkonstruksjoner:

- 1) Velg sveisbare materialer (karbonekvivalent:  $C_{ekv} \leq 0.45\%$ ).
- 2) Sørg for tilstrekkelig plass til utførelse av fugepreparering, god sveis og evt. etterkontroll.
- 3) Unngå konstruktive detaljer som medfører kjervdannelser.
- 4) Unngå sveiser mellom tykke og tynne plater.
- 5) Unngå sveiser som møtes i skarpe vinkler.
- 6) Unngå kryssing av sveiser.
- 7) Unngå sveising i fast innspent plate pga. særlig høye krympespenninger.
- 8) Unngå sveising i tykke plater pga. arbeidsomfang og økonomi.
- 9) Sveis minst mulig!
- 10) Valg av egnet fikstur kan medføre enklere arbeidsoperasjoner.

Ved kryssing av sveisesøm kreves omkonstruksjon. Dette kan eventuelt gjøres som vist i fig. 10.1. og i fig. 10.2.

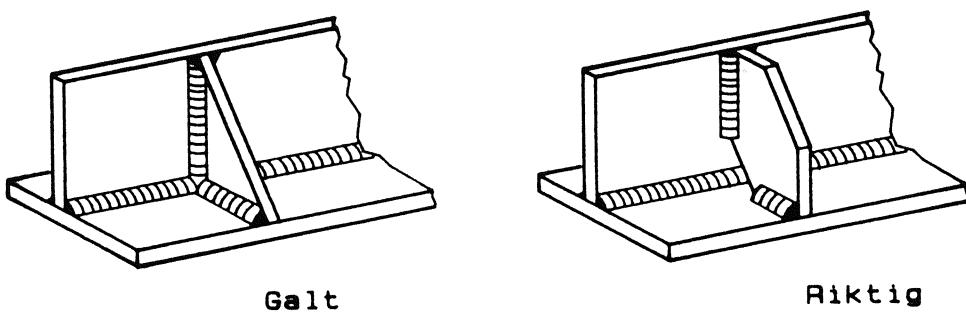


Fig. 10.2. Eksempel på omkonstruksjon ved kryssing av sveis.

I fig. 10.3 er vist eksempler på at det sveises så lite som mulig.

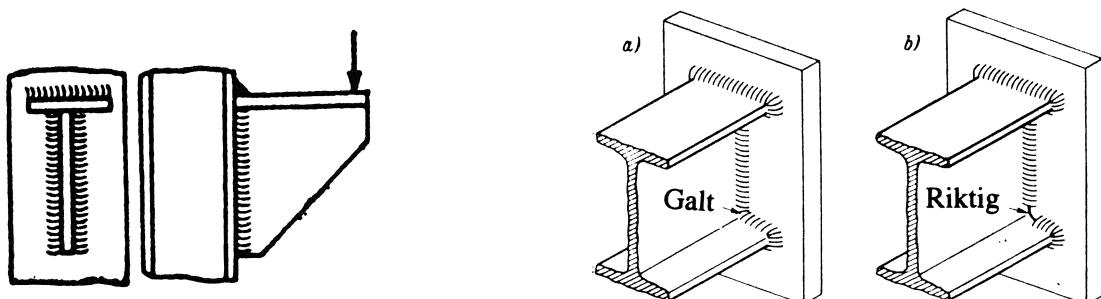


Fig. 10.3. Sveis så lite som mulig. a) I-bjelke til stålplate. b) Brakett.

Ved all sveising må det i tillegg til styrkemessige hensyn også vurderes korrosjonstekniske hensyn. Når det ikke er sveist "helt rundt" kan det oppstå et korrosivt miljø i sjiktflatene mellom de sveiste delene, og forbindelsen kan svekkes over tid pga. korrosjon i sveis og/eller materiale.

## 10.2. DEFINISJONER

En sveis er definert ved de karakteristiske målene:

- \* a - målet
- \* effektiv sveiselengde

a - målet defineres forskjellig for buttsveis og kilsveis:

\* Buttsveis: a = minste platetykkelse  
For store platetykkelser utføres buttsveisen som X - sveis, men a - målet er fortsatt lik minste platetykkelse som vist i fig. 10.4 a).

\* Kilsveis: a - målet definert som høyden i den største innskrevne trekanten i sveisetverrsnittet (på tvers av sveisens lengderetning). Sveisens a - mål kan imidlertid bli maksimalt lik:

$$a_{\text{maks}} = 0.7 \text{ minste platetykkelse} \quad (10.1)$$

Avhengig av sveisens utførelse kan a - målet bli mindre som vist i fig. 10.4 b).

For sveiser utsatt for påkjenning settes minste a - mål lik:  $a_{\text{min}} = 3.0 \text{ mm}$ .

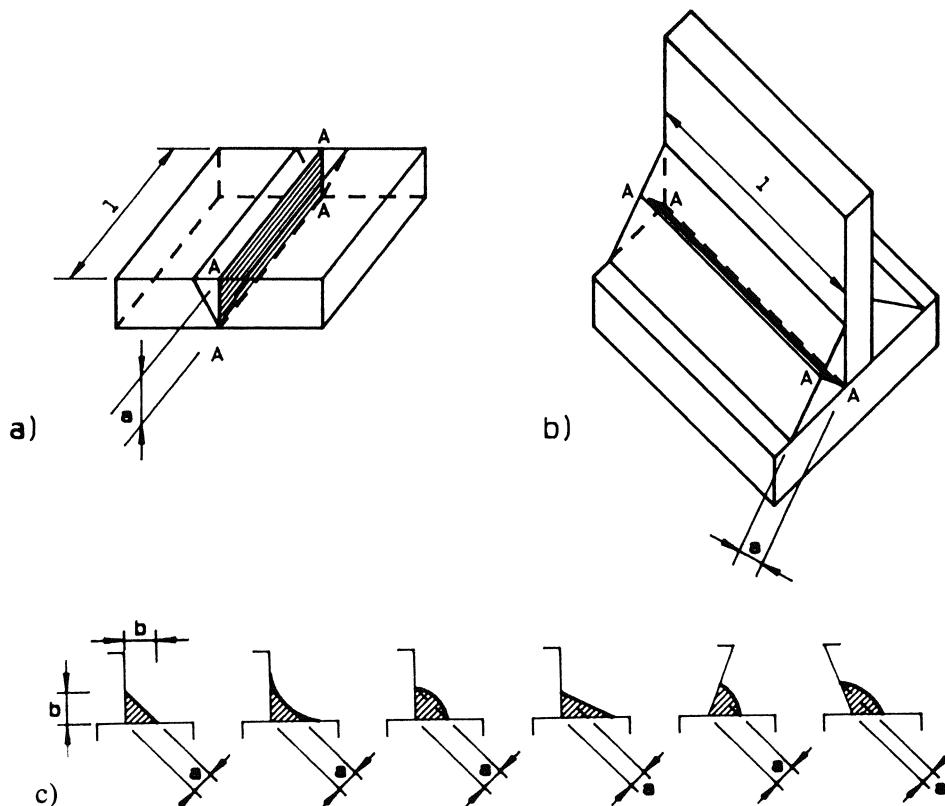


Fig. 10.4. a - mål for a) buttsveis og b) kilsveis. c) a-mål ved ulik råkhøyde.

Effektiv sveiselengde vist i fig. 10.5. beregnes ved å trekke fra en lengde lik  $a$  - målet i hver ende av sveisen for å ta hensyn til endefeil:

$$l_e = l - 2a \quad (10.2)$$

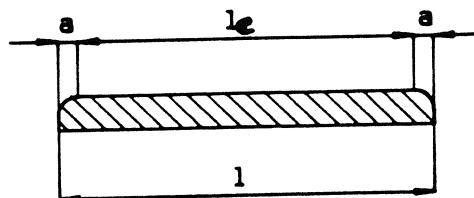


Fig. 10.5. Effektiv sveiselengde.

Sveisetverrsnittet langs sveisens lengderetning er definert som:

$$A_s = a l_e \quad (10.3)$$

hvor

$a$  : a - målet

$l_e$  : effektiv sveiselengde

### 10.3. DIMENSJONERING AV SVEIS

Dimensjonering av sveis utføres etter NS3472. Avhengig av belastningens angreppspunkt og retning på en sveist konstruksjon kan følgende spenningskomponenter opptre i en sveis:

$\sigma_{\perp}$  : normalspenning i rett vinkel på sveisetverrsnittet og på sveisens lengderetning.

$\sigma_{\parallel}$  : normalspenning parallelt med sveisetverrsnittet og med sveisens lengderetning (denne spenningen er normalt uavhengig av a-målet).

$\tau_{\perp}$  : skjærspenning i rett vinkel på sveisens lengderetning og parallelt med sveisetverrsnittet.

$\tau_{\parallel}$  : skjærspenning parallelt med sveisens lengderetning og med sveisetverrsnittet.

Sveisekomponentenes retninger er vist i fig. 10.6.

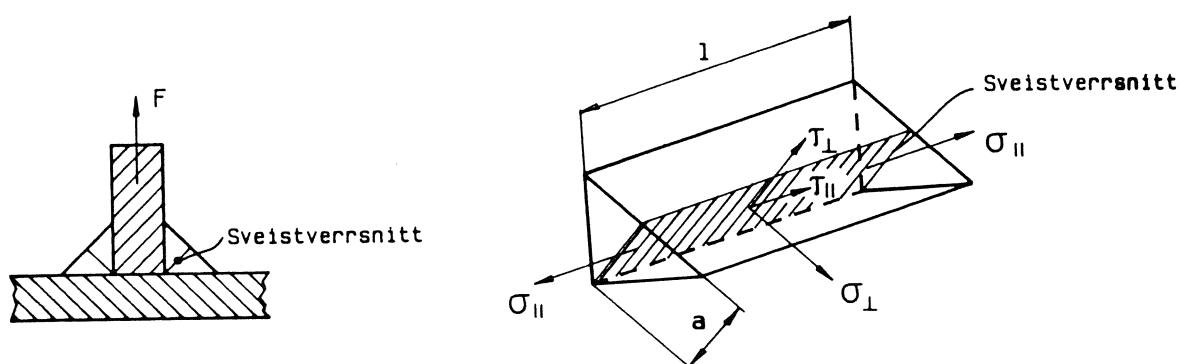


Fig. 10.6. Sveisetverrsnittet og spenningskomponentenes retninger.

Generelt settes spenningskomponentene sammen i en jevnføringsspenning/ekvivalensspenning:  
*statisk belastning (samme ekv. sp. i sveis som i grunnmaterialet):*

$$\sigma_{\text{C}} = \sqrt{\sigma_{\perp}^2 + \sigma_{\parallel}^2 - \sigma_{\perp}\sigma_{\parallel} + 3\tau_{\perp}^2 + 3\tau_{\parallel}^2} \leq \frac{\sqrt{F}}{n_F} \left( \frac{R_{\text{eff}}}{n_F} \right) \quad (10.4)$$

Inspeksjon av buttsveis og kilsveis med henblikk på spenningskomponenter pga ulike belastningstyper (gitt ved kreftene:  $F_1$ ,  $F_2$ ,  $F_3$  og  $F_4$ ) er vist i fig. 10.7.

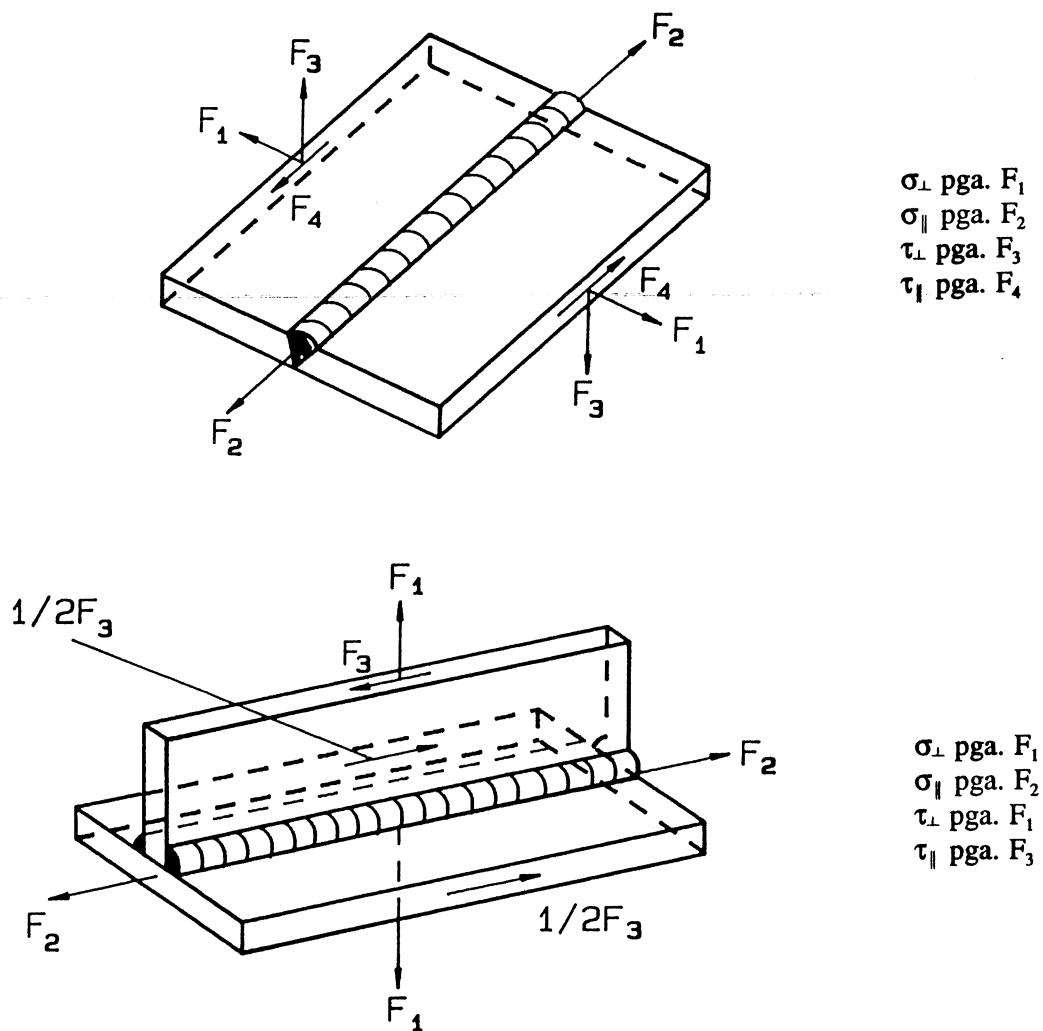


Fig. 10.7. Spenningskomponenter i buttsveis og kilsveis pga. kreftene  $F_1$ ,  $F_2$ ,  $F_3$  og  $F_4$ .

Kraften  $F_2$  gir spenningskomponenten  $\sigma_{\parallel}$  ved både buttsveis og kilsveis. Legg imidlertid merke til hvordan kraften angriper konstruksjonen. Dette vil svært sjeldent skje i praksis, og denne spenningskomponenten settes derfor lik 0. For buttsveis settes kravet til jevnførings-spenningen  $\sigma_j$  at denne er lik flytespenningen i grunnmaterialet. For kilsveis derimot benyttes flytespenningen til sveisematerialet.

#### 10.4. PRAKTISKE EKSEMPLER

I de etterfølgende figurer er vist eksempler på sveiste konstruksjoner. Legg merke til hvordan de ulike deler er sveist sammen og hvordan de ulike deler er utformet. Det må legges til at eksemplene er mulige løsninger, men ikke de eneste for disse konstruksjonsproblemene.

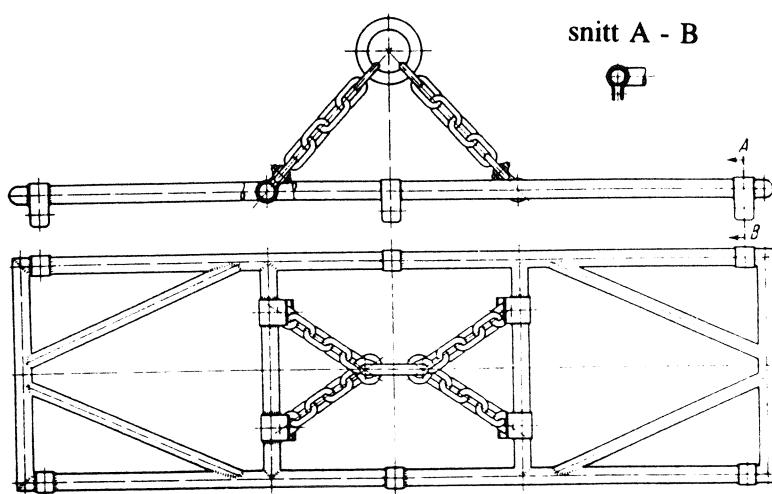


Fig. 10.8. Sveist løfteramme.

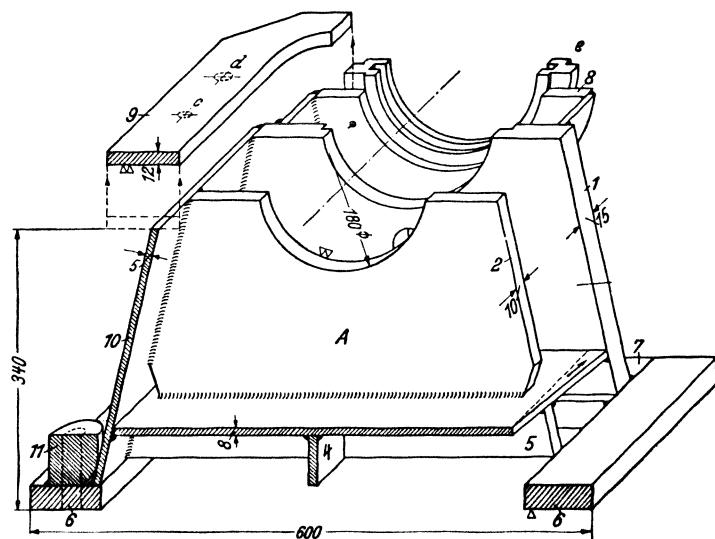


Fig. 10.9. Lagerbukk.

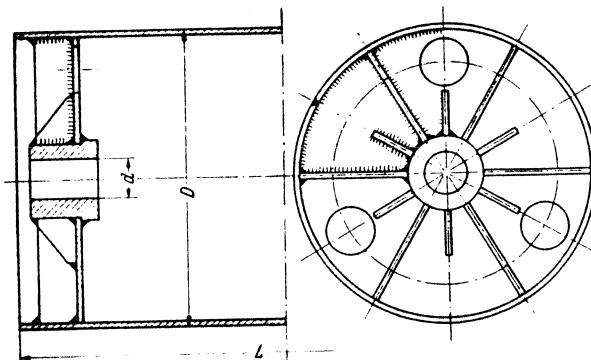


Fig. 10.10. Oppbygning av trommel for transportbånd. Avstivning av både trommel og lager.

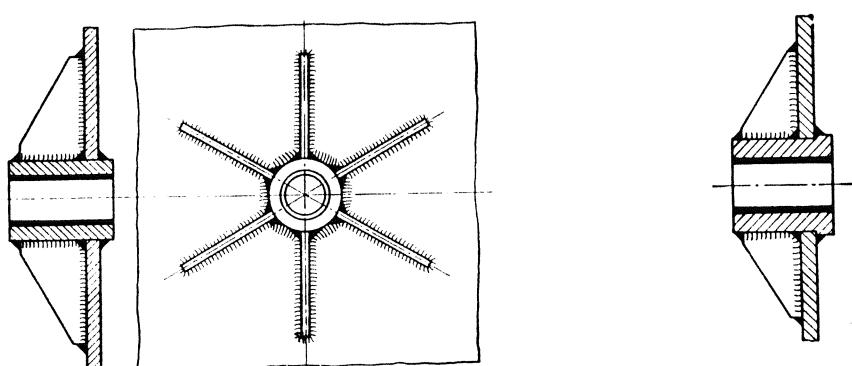


Fig. 10.11. Avstivningsribber ved montasje av glidelager på større plateparti. a) uten ansats, b) med ansats.

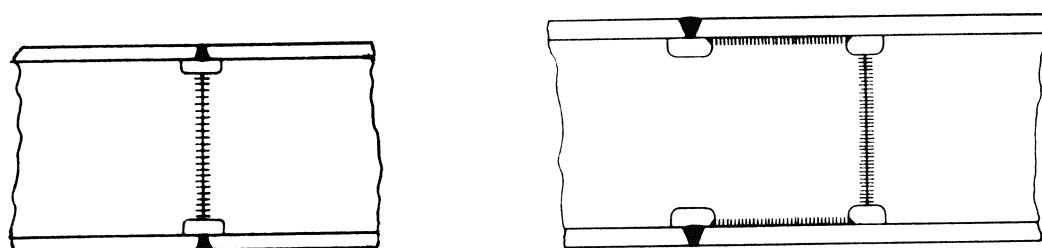


Fig. 10.12. Avlastningshull for å unngå kryssing av sveis.

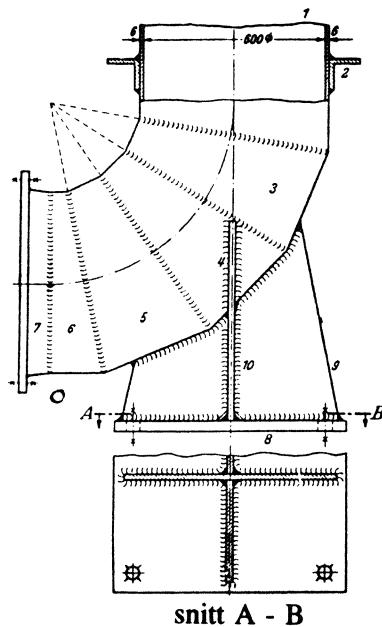


Fig. 10.13. Mulig oppbygning av 90° bend (såkalt miterbend) for transport av gass. Bendet er fastmontert ved bruk av en sveist understøttelse.

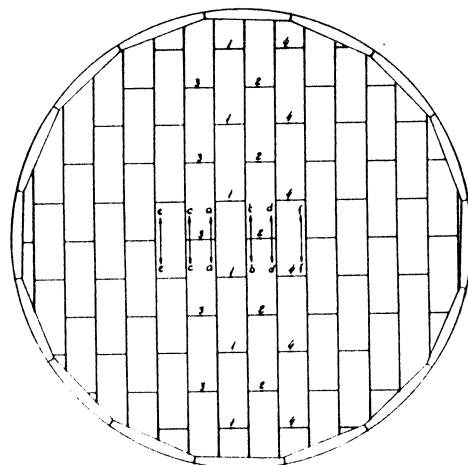


Fig. 10.14. Oppbygning av bunnen på større lagertank. Platene sveises først sammen langs de korte sidene, og deretter svaises de lange sidene fra midten og utover.

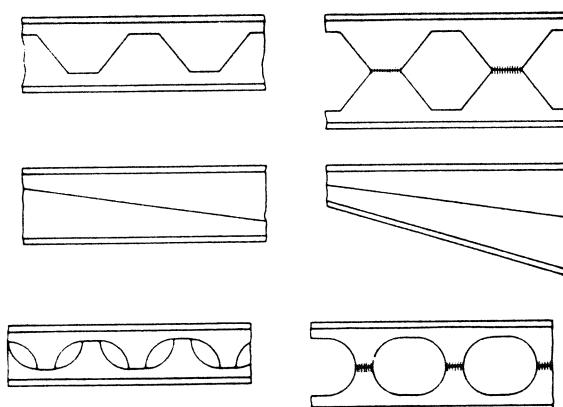


Fig. 10.15. Eksempel på hvordan et profil kan modifiseres for å øke treghetsmoment og motstandsmoment.

## Utmattингebelastning.

Ved utmattингebelastning beregnes som tidligere variasjonen for hver spenningskomponent med middelverdi og amplitude:

$$\sigma_{\perp} = \sigma_{\perp m} + \sigma_{\perp a}$$

osv.

Den ekvivalente middelspanning blir som tidligere:

$$\sigma_{em} = \sigma_{\perp m} + \sigma_{\parallel m}$$

Og den ekvivalente amplituden finnes av følgende formel:

$$\sigma_{ea} = \sqrt{(\beta_{\sigma\perp}\sigma_{\perp a})^2 + (\beta_{\sigma\parallel}\sigma_{\parallel a})^2 - (\beta_{\sigma\perp}\sigma_{\perp a})(\beta_{\sigma\parallel}\sigma_{\parallel a}) + 3(\beta_{\tau\perp}\tau_{\perp a})^2 + 3(\beta_{\tau\parallel}\tau_{\parallel a})^2}$$

Kjervfaktorene for de ulike spenningskomponentene finnes i tabell 1.

Konstruktøren må bestemme sveisekvalitetsklasse som angir hvilke krav som stilles til sveisenes utførelse, form, overflate og kontroll. Det skiller mellom sveisekvalitetsklasse A, B og C:

- Klasse A: sveisen skal være slipte og ha jevne overganger til grunnmaterialet. Ved buttsveis skal summen av råkhøyde og fluktavvik være mindre enn
  - $1/5\sqrt{\text{min. platetykkelse [mm]}}$ .Kilsveis en skal ha konkav overflate. Sveisens kvalitet skal tilsvare karakter 5 (svart, feilfri) etter IIW's røntgenatlas.
- Klasse B: sveisen skal ha jevn overflate (god automatsveis), og ha jevne overganger til grunnmaterialet. Ved buttsveis skal summen av råkhøyde og fluktavvik være mindre enn
  - $1/3\sqrt{\text{min. platetykkelse [mm]}}$ .Sveisens kvalitet skal tilsvare karakter 4 (blå) etter IIW's røntgenatlas.
- Klasse C: sveisen skal være fagmessig godt utført.  
Sveisens kvalitet skal tilsvare karakter 3 (grønn) etter IIW's røntgenatlas

Den ekvivalente spenningsvariasjonen blir

$$\sigma_e = \sigma_{em} + \sigma_{ea}$$

og denne sammenlignes med grunnmaterialets utmattingsfasthet på normal måte (SMITH-diagram) for å fastlegge sikkerhetsfaktoren.

Grunnmaterialets utmattingsamplitude må reduseres med dimensjonsfaktoren  $b_1$  på vanlig måte. Overflatefaktoren  $b_2$  er inkludert i kjervfaktorene for de ulike sveistypene.

Anbefalte sikkerhetsfaktorer  $n_U$  finnes i tabellen under.

Tabell ???. Sikkerhetsfaktorer.

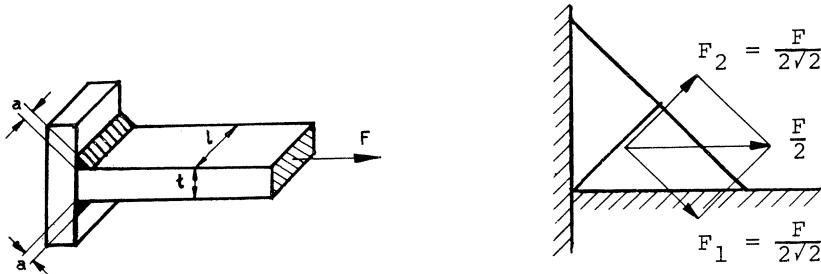
Materiale	Utsvingende belastning	Vekslende belastning
St 37	1,3	1,2
St 42	1,5	1,35
St 52	2,0	1,8

## EKSEMPEL

Strekkbelastet kilsveis

Sveiseforbindelsen i figur 2 er utmatningsbelastet med kraften  $F$  som varierer mellom 0 og 40 000 N. Lengden  $l = 100$  mm og tykkelsen  $t = 10$  mm. Velger  $a = 6$  mm.

Forutsetter handbuesveising og sveisekvalitetsklasse C.



Figur 2. a) Sveiseforbindelse. b) Kraftkomponentene.

Finn sikkerheten mot utmatting.

## Løsning

Forutsetter handbuesveising og dermed  $a_e = a = 6$  mm.

Kraften  $F$  deles likt på de to sveisenes beregningstverrsnitt og gir kraftkomponentene  $F_1$  og  $F_2$ . Dermed kan spenningskomponentene beregnes:

$$\sigma_{\perp} = \frac{F_1}{a_e l} = \frac{F}{2\sqrt{2} \cdot a_e \cdot l} = \frac{40\ 000}{2\sqrt{2} \cdot 6 \cdot 100} = 24 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{\perp} = \frac{F_2}{a_e l} = \frac{F}{2\sqrt{2} \cdot a_e \cdot l} = 24 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{\perp} = \sigma_{\perp m} \pm \sigma_{\perp a} = 12 \pm 12 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{\perp} = \tau_{\perp m} \pm \tau_{\perp a} = 12 \pm 12 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Ekvivalent middelspenning: } \sigma_{em} = \sigma_{\perp m} = 12 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Fra tabell 1, nr. 6: } \beta_{\sigma\perp} = 4,0 \text{ og } \beta_{\tau\perp} = 4,0$$

$$\begin{aligned} \text{Ekvivalent amplitudespenning: } \sigma_{ea} &= \sqrt{(\beta_{\sigma\perp} \cdot \sigma_{\perp a})^2 + 3(\beta_{\tau\perp} \cdot \tau_{\perp a})^2} \\ &= \sqrt{(4,0 \cdot 12)^2 + 3(4,0 \cdot 12)^2} = 96 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

Grunnmaterialet St 37 har utmattingsfastheten :  $0 \pm 160 \text{ MPa}$  og :  $130 \pm 130 \text{ MPa}$ . Ved middelverdien 12 MPa :

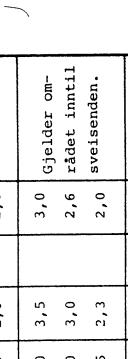
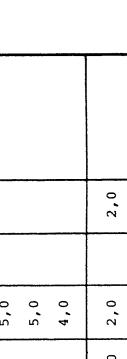
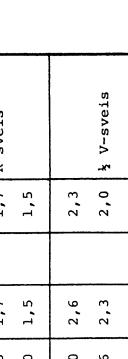
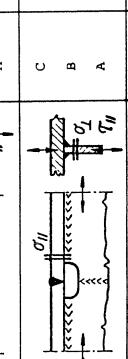
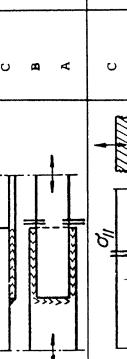
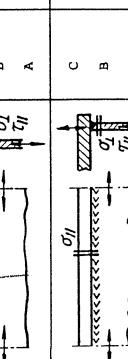
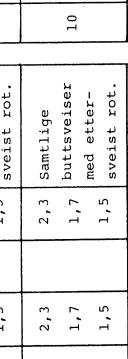
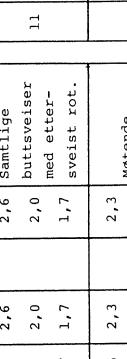
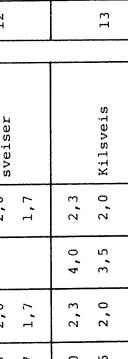
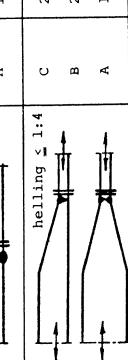
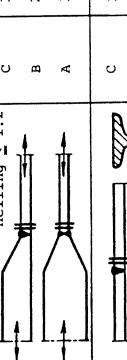
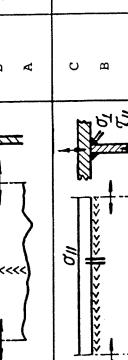
$$\sigma_{Ua} = 160 + 12/130 (260 - 160) - 12 = 157 \text{ MPa}$$

Dimensjonsfaktoren  $b_1 = 1$  og sikkerhetsfaktoren mot utmatting :

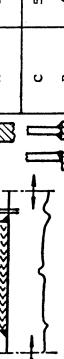
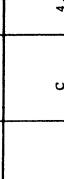
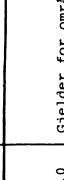
$$N_U = 157 / 98 = 1,63$$

	$a \leq 6 \text{ mm}$	$a > 6 \text{ mm}$
Handbuesveising	$a_e = a$	$a_e = 0,75 (a + 2 \text{ mm})$
Automatsveising	$a_e = 1,2 a$	$a_e = 0,8 (a + 3 \text{ mm})$

Tabell X. Effektivt a-mål ( $a_e$ ) ved kil-sveiser.

Nr.	Type	Sveis-kval-klasse	$\beta_{\sigma_L}$	$\beta_{\sigma_U}$	$\beta_{\tau_{L}}$	$\beta_{\tau_{U}}$	Anmerking	Nr.	Type	Sveis-kval-klasse	$\beta_{\sigma_L}$	$\beta_{\sigma_U}$	$\beta_{\tau_{L}}$	$\beta_{\tau_{U}}$	Anmerking
1	C	3,0	2,3	2,3	2,0	2,0	Buttsveiser uten etter-sveis rot.	8		C	4,0	2,3	2,3	2,3	
	B	2,6	2,0	2,0	1,7	1,5				B	3,5	2,0	2,0	2,0	Kilsveis
	A	1,5	1,5							A	3,0	2,0	2,0	1,7	
2	C	2,3	2,0	2,0	1,7	1,5	Santlige buttveiser med etter-sveis rot.	9		C	5,0	3,0	2,6	2,6	
	B	2,0	1,7	1,7	1,5	1,5				B	4,0	2,6	2,6	2,3	Ensidig kilsveis
	A	1,5	1,5							A	3,5	2,6	2,6	2,0	
3	C	2,6	2,3	2,3	1,7	1,5	Santlige buttveiser med etter-sveis rot.	10		C	5,0	3,5	3,0	3,0	Gjelder området intill sveisenden.
	B	2,0	1,7	1,7	1,5	1,5				B	4,0	3,0	3,0	2,6	
	A	1,5	1,5							A	3,5	2,3	2,3	2,0	
4	C	3,0	2,6	2,6	2,0	1,7	Santlige buttveiser med etter-sveis rot.	11		C	5,0	3,5	3,0	3,0	
	B	2,3	2,0	2,0	1,7	1,7				B	4,0	3,0	3,0	2,6	
	A	1,7	1,7							A	3,5	2,3	2,3	2,0	
5	C	2,6	2,3	2,3	2,0	1,7	Møtende sveiser	12		C	3,0	2,0	2,0	2,0	
	B	2,3	2,0	2,0	1,7	1,7				B	2,3	1,7	1,7	1,7	K-sveis
	A	1,7	1,7							A	2,0	1,5	1,5	1,5	
6	C	4,0	2,3	4,0	2,3	2,3	Kilsveis	13		C	3,0	2,6	2,6	2,3	
	B	3,5	2,0	3,5	2,0	2,0				B	2,6	2,3	2,3	2,0	V-sveis
	A	3,5	2,0	3,5	2,0	2,0				A	2,3	2,3	2,3	1,7	
7	C	5,0	3,0	5,0	3,0	3,0	Gjelder for området inn-til sveisen- enden.	14		C	3,0	3,0	2,6	2,6	
	B	4,0	2,6	4,0	2,6	2,6				B	2,6	2,6	2,6	2,3	K-sveis
	A	3,5	2,0	3,5	2,0	2,0				A	2,0	2,0	2,0	1,7	

Tabell 1 Kjervfaktorer for sveiser og tilstøttende grunnmateriale.  
|| angir hvilket snitt kjervfaktorene gjelder for.

Nr.	Type	Sveis-kval.-klasse	B	Anmerking	Nr.	Type	Sveis-kval.-klasse	B	Anmerking
1		C B A	5,0 4,0 4,0		6		C B A	4,0 3,5 3,0	Gjelder for området inn til sveis-enden. Gyldig også for K-sveis.
2		C B A	5,0 4,0 3,0		7		C B A	5,0 4,0 3,5	Møtende sveiser. Gjelder også ved K-sveis.
3		C B A	4,0 3,5 2,6		8		C B A	2,0 1,7 1,5	Gjelder for området inn til kontinuerlig sveis. Gyldig også for K-sveis.
4		C B A	3,5 3,0 2,3		9		C B A	5,0 5,0 4,0	Gjelder også ved K-sveis.
5		C B A	3,0 2,6 2,3		10		C B A	2,3 2,0 1,7	Gjelder også ved K-sveis.

2 Tabel 2 Kjervfaktorer for grunnmateriale, påvirket av tillstøende sveiseforbindelser.

Betegnelse	Fugeform	Dimensjoner	Kommentarer	Betegnelse	Fugeform	Dimensjoner	Kommentarer
I-sveis		$s \leq 2 \text{ mm}$ $d = 0$ $s = 2 - 3 \text{ mm}$ $d = 1 - 2 \text{ mm}$ $s = 2 - 3 \text{ mm}$ $d = 0$ $s = 3 - 5 \text{ mm}$ $d = 1,5 - 2,5 \text{ mm}$ $s = 5 - 10 \text{ mm}$ $d = 0 - 3 \text{ mm}$	For tympiplater. Ved godstykke under 1 mm er det vanskelig å hindre at smalt materiale renner igjennom.	U-sveis		$s = 20 - 50 \text{ mm}$ $d = 0 - 3 \text{ mm}$ $k = 2 - 3 \text{ mm}$ $\beta_i = 30 - 45^\circ$ $\beta_y = 10 - 15^\circ$ $b = 6 - 8 \text{ mm}$	Den viste fugetyper er gunstigere enn den vanlige avrundede U-fugen.
V-sveis		$s = 4 - 20 \text{ mm}$ $\alpha = 60^\circ$ $d = 0 - 3 \text{ mm}$ $k = 0 - 2 \text{ mm}$ $s = 8 - 25 \text{ mm}$ $\beta_1 = 55^\circ$ $\beta_2 = 10^\circ$ $d = 1 - 3 \text{ mm}$ $k = 1 - 2 \text{ mm}$ $s = 10 - 20 \text{ mm}$ $\alpha = 50^\circ - 60^\circ$ $d = 0 - 3 \text{ mm}$ $k \leq 6 \text{ mm}$	Fugevinkelene $\alpha$ kan minskes til $50^\circ$ ved største spoleåpning eller om sveisen rotmesles og ettersveis.	Dobbel U-sveis		$s > 40 \text{ mm}$ $d = 0 - 3 \text{ mm}$ $k = 6 - 8 \text{ mm}$ $\beta_i = 30 - 45^\circ$ $\beta_y = 10 - 15^\circ$	
X-sveis		$s = 10 - 20 \text{ mm}$ $\alpha = 60^\circ$ $d = 0 - 3 \text{ mm}$ $k = 0 - 2 \text{ mm}$	Sveises fra rotsiden med inntrykningselektrode. Kantheyden $k$ kan gjøres større enn 6 mm, men man kan da ikke vente gjennomsveising.	Dobbel U-sveis		$s = 20 - 50 \text{ mm}$ $\beta_i = 60^\circ$ $\beta_y = 20^\circ$ $d = 2 - 4 \text{ mm}$ $k = 2 - 3 \text{ mm}$ $b = 8 \text{ mm}$	Brukes istedenfor K-sveis om den ene siden er vanskelig tilgjengelig.
Y-sveis		$s = 20 - 50 \text{ mm}$ $\alpha = 60^\circ$ $d = 0 - 3 \text{ mm}$ $k = 0 - 2 \text{ mm}$		Kilsveis		All dimensjoner	Ingen fugebereking. Mest brukte sveis-type der fasthetene er tilstrekkelig.

Tabel 3 Sveis-typer.

# MD

En opphangsinretning som vist i fig. 2 er sveist sammen av et Ø100 rør og ei 10mm. plate. Plata er formet som et øre. I øret henger ei statisk last på 40 kN.

Alle sveiser har et effektivt a-mål lik 6 mm.

- Beregn største sammensatt (jevnførende) spenning i sveis A.
- Hvor stor må lengden  $l$  av sveisene B gjøres for at sveis B skal få samme største spenning som sveis A?

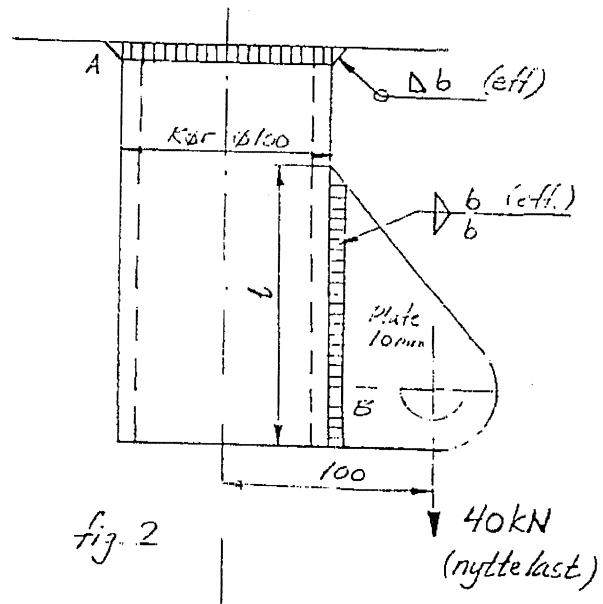
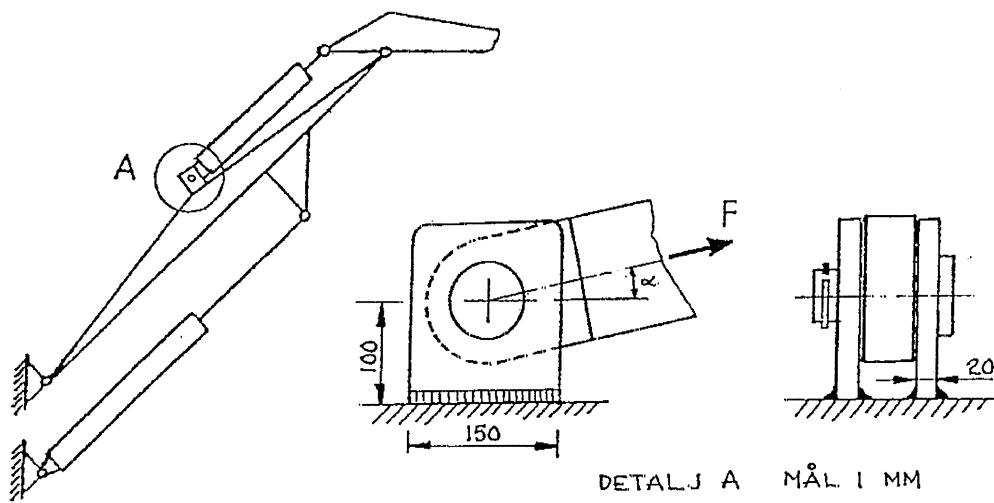


Fig. 2. Opphangsinretning.



## Sveiseforbindelse



Et cylinderfeste i en gravemaskin består av to "ører" som er sveist til en bom med fire langsgående kilsveiser. Se figur.

Kraften,  $F$ , fra den hydrauliskeylinder varierer mellom strekkraft på 35 000 N og trykkraft på 10 000 N og angriper cylinderfestet ved en konstant vinkel

$$\alpha = 10^\circ$$

Anta jevnt fordelt skjærspenning p.g.a. skjærkraft i sveisen.

Dimensjonér sveiseforbindelsen slik at sikkerheten mot utmatting ikke blir mindre enn  $n_u = 1,7$ .

Gitt: Materiale RSt 37-2  
Sveisen skal være håndbuesveist og av sveiseklasse C.

Hint: Man velger et a-mål og regner sikkerheten mot utmatting,  $n_u$ . Hvis  $n_u$  er uakseptabel, justerer man a-målet og foretar en ny beregning.