

# Sveising av armeringsstål



# Innhold

1.0	Materiale .....	3	4.1.1	Buttsveis .....	6
1.1	Sveisbarhet .....	3	4.1.2	Overlappsveis .....	6
1.2	Betegnelse .....	3	4.1.3	Laskesveis .....	6
			4.1.4	Kryss-sveis .....	7
2.0	Sveisemetoder .....	4	4.1.5	Sveis mot forankringsplate .....	7
2.1	Buesveising med dekkede elektroder .....	4	4.1.6	Heftsveis .....	8
2.2	Buesveising med dekkgass .....	4			
2.3	Motstandsveising .....	4	5.0	Prøveomfang .....	8
3.0	Utførelse av sveisearbeidet .....	4	6.0	Sveising og bøyning .....	8
3.1	Krav til sveisere .....	4	6.1	Kaldbøyning av sveiset område .....	8
3.2	Krav til sveistedet .....	4	6.2	Sveising i kaldbøyd område .....	9
3.3	Krav til tilsettsmateriale .....	5			
3.4	Sveiseprosedyre .....	5	7.0	Sveising og utmatning .....	9
4.0	Konstruksjonsmessige krav til sveiseforbindelser .....	5	Referanser .....		9

# 1.0 Materiale

## 1.1 Sveisbarhet

Praktisk talt alt stål kan sveises bare man bruker riktig utstyr og har den tilstrekkelige kunnskap om materialet man skal sveise på samt hvilke forhold som påvirker kvaliteten på en sveis. Dette krever utstyr og kompetanse som i enkelte tilfeller bare finnes få steder. Til mer generell praktisk bruk må det derfor brukes materialkvaliteter som er relativt enkle å sveise og metoder som ikke krever kompliserte sveiseprosedyrer og avansert utstyr. Da blir sannsynligheten for å oppnå gode resultater også større.

Ved sveising skjer en rask oppvarming av sveiseforbindelsen til temperaturer som ligger over smeltepunktet. Etter sveising vil stålets gode varmeledningsevne medføre at varmen som er tilført under sveisingen raskt vil ledes ut i godset på hver av delene som er sveist sammen. Dette gir en rask temperatursenkning i sveise-området. En rask fallende temperatur vil i de områdene av sveisen som har vært over herdetemperaturen for stålet, føre til dannelse av harde/sprø soner i sveisen. Desto mer herdbart stålet er, desto større er faren for at dannelse av harde/sprø soner i stålet kan skje. Nettopp derfor er stål med større herdbarhet mindre sveisbare enn stål med lavere herdbarhet.

Herdbarheten øker med stigende karboninnhold, men også de fleste andre legeringselementer gir sitt bidrag til økning av herdbarheten. For å få et samlet bilde av stålets sveisbarhet, regnes det ut en såkalt karbonekvivalent (CEV) gitt av formel 1.1:

$$CEV = C + \frac{Mn}{6} + \frac{(Cr + V + Mo)}{5} + \frac{(Cu + Ni)}{15}$$

Formel 1.1

C, Mn, Cr, V, Mo, Cu og Ni er masse-prosent av h.h.v. karbon, mangan, krom, vanadium, molybden, kobber og nikkel i stålet. Karbonekvivalenter (CEV) gir et godt bilde på stålets sveisbarhet. Jo mindre

legeringsinnhold, jo lavere karbonekvivalent og desto mer sveisbart er stålet. I flere nasjonale og internasjonale standarder er kriteriene for et sveisbart armeringsstål gitt ved å sette begrensinger på karbonekvivalenten.

## 1.2 Betegnelse

NS 3576 beskriver en duktilitetsklasse av sveisbart armeringsstål valset som stenger eller stenger rettet fra kveil i Norge:

### NS3576-3: «Armeringsstål – Mål og egenskaper – Del 3: Kamstenger B500NC»

NS3576-3 er 2. utgave oktober 2005. Den er sveisbar.

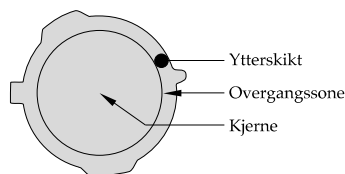
Karakteristisk verdi for flytegrense er 500 MPa.

Krav til egenskaper er gitt av tabell 1.2:

Dimensjon	A <sub>gt</sub>		R <sub>m</sub> /R <sub>eH</sub>	
	karakteristisk verdi	enkelt-verdi	karakteristisk verdi	enkelt-verdi
6-14 mm	7,0%	6,5%	1,12	1,10
16-40 m	8,0%	7,5%	1,15	1,12

Tabell 1.2: Krav til duktilitet

**Norskprodusert varmvalset kamstål i rette stenger og i kveil er produsert med kontrollert kjøling og anløping (se figur 1) og leveres i den høyeste duktilitetsklassen med betegnelsen B500NC.**



Figur 1: Stangtverrsnitt

## 2.0 Sveisemetoder

Blant alle de sveisemetoder som finnes, er det vesentlig tre som brukes ved sveising av armering /1/: Buesveising med dekkede elektroder, buesveising med dekk-gass og motstandssveising. Sveisemetoden som benyttes skal være godkjent av oppdragsgiver/entreprenør og sveiseren skal være sertifisert for den aktuelle metode. Det skal tas hensyn til de klimatiske forhold, eks. innendørs og utendørs sveising når sveisemetoden for arbeidet bestemmes.

### 2.1 Buesveising med dekkede elektroder

En lysbue tennes mellom elektroden og sveiestedet. Elektroden avgir tilsett materiale til sveisen samtidig som belegget danner beskyttelsesgass og er slaggdannende. Beskyttelsesgassen må ikke blåses bort. Derfor advares det mot buesveising i trekkfulle lokaler eller utendørs. Etter de seneste års utvikling på elektrodeområdet, anbefales det å bruke basiske elektroder. Unntatt er sveising av horisontale kilsveiser, hvor undersøkelser gjort av Kontrollrådet for betongprodukter og Teknologisk Institutt i samarbeide med betongelement-

industrien, viser at rutilbasiske høyutbytte-elektroder gir de beste resultater /2/.

### 2.2 Buesveising med dekk-gass

CO<sub>2</sub> eller blandgass Ar/CO<sub>2</sub>-sveising (MAG) benytter en kontinuerlig fremmatet elektrode-tråd omgitt av gass. I lysbuen spaltes gassen i karbon og oksygen, så elektrode-tråden må inneholde mye mangan og silisium for å gi en god sveis. Gassen må ikke blåses bort. Derfor egner metoden seg bare på trekkfrie steder.

### 2.3 Motstandssveising

Motstandssveising utnytter motstandsvarmen ved direkte strømgjennomgang i sveisedelene. Det blir en konsentrert oppvarming av sveiestedet på grunn av stor elektrisk motstand. Etter oppvarming blir sveisedelene presset sammen mekanisk. Som regel er utstyret laget slik at sveiestedet kan forvarmes og/eller etterglødes. Motstandssveising benyttes ved produksjon av armeringsnett og prefabrikkert armering.

## 3.0 Utførelse av sveisearbeidet

### 3.1 Krav til sveisere

Sveisere som sveiser kamstenger skal ha bestått sertifiseringsprøve etter å ha gjennomgått sveisekurs der de har fått opplæring i å sveise sammen typiske forbindelser som buttskjøter, overlappskjøter, laskeskjøter, kryss-skjøter, kamstenger mot forankringsplate samt heftsveising. Opplæringen skal avsluttes med at sveiseren går opp til sertifiseringsprøve i følge EN-ISO 9606-1, stilling PF ensidig sveising på plate, vertikal stigende, platetykkelse 12 mm.

### 3.2 Krav til sveiestedet

Sveisefugene skal være tørre før sveising. Ved snøfall, regn eller vind skal sveiestedet skjermes på tilfredsstillende måte. Sveisefuger og grunnmateriale skal være fri for forurensninger som f.eks. olje, fett, smøremidler og maling i en avstand på minst 25 mm fra kanten av sveisefugene. Videre skal oksyder/rust fjernes fra fugeflatene. Dersom det skal sveises mot tidligere utført sveis, skal all slaggg fjernes ved stålborsting, banking med slagghammer eller tilsvarende egnet metode

for å hindre slagginneslutninger i sveisen. Sveise-  
stedet skal ikke ha lavere temperatur enn 0°C. For  
temperaturer lavere enn 0°C, skal grunnmaterialet  
innenfor en avstand på minst 75 mm fra sveise-  
stedet forvarmes til 20°C før sveisingen begynner,  
hvis ikke annet er angitt i sveiseprosedyre-  
spesifikasjonen.

Etablering av lysbuen skal alltid foregå i sveise-  
fugen. Eventuelle tennermerker på grunnmaterialet  
skal fjernes ved sliping med påfølgende MPI  
(Magnaflux testing).

### 3.3 Krav til tilsettmateriale

Ved buesveising skal det benyttes basiske eller  
rutilbasiske høyutbytteelektroder. (Se pkt. 2.1)  
Sveiseavsettets mekaniske egenskaper må være

minst like gode som grunnmaterialet. Hvis så ikke  
er tilfelle må sveisen dimensjoneres med et noe  
større tverrsnitt. Behandling og oppbevaring av  
sveiseelektroder skal følge prosedyrer i henhold til  
leverandørens anbefalinger.

### 3.4 Sveiseprosedyre

Før sveisingen begynner skal det utarbeides en  
sveiseprosedyre som representerer den aktuelle  
sveiseforbindelse. Prosedyren skal kvalifiseres ved  
at det sveises en forbindelse som prøves i henhold  
til de krav som stilles i punkt 4.0 i denne veiledning.  
Prosedyrespesifikasjonen skal inneholde opp-  
lysninger om tilsettmateriale, strømstyrke, AC eller  
DC, polaritet, fugetype, forvarming/ettergløding  
og sveisens dimensjoner som a-mål og lengde.

## 4.0 Konstruksjonsmessige krav til sveiseforbindelser

Materialkoeffisienten tar hensyn til usikkerheter i  
materialfasthet, utførelse og statiske beregninger.

Forutsatt at kravene i NS3572 og NS3420 følges,  
anbefales det å bruke følgende material-  
koeffisienter for sveising av kamstål:

- utført i fabrikk: = 1,25
- utført på byggeplass: = 1,40

Det forutsettes da at kravene til kompetanse,  
prosedyre og kontroll er oppfylt. (Se pkt. 3.0)

Før sveisearbeidet begynner skal det foreligge  
tegninger som angir hvilke sveisbare ståltyper  
som skal brukes, hvilken fugeutforming sveisen  
skal ha og hvilke lengde- og tverrsnittsmål den  
enkelte sveis skal gis.

### 4.1 Sveiseforbindelser

Ulike sveiseforbindelser og kontroll av disse er gitt  
i tabell 1:

Sveiseforbindelse	Kontroll
Buttsveis	Strekk- og bøyeprøving
Overlappsveis	Strekkprøving
Laskesveis	Strekkprøving
Kryssveis (kilsveis)	Strekk- og bøyeprøving, sveisepunktets styrke
Sveis mot forankringsplate	Strekkprøving
Heftsveis	Som kryssveis

Tabell 2: Sveiseforbindelser og kontroll

Selv med tørre elektroder kan noe hydrogen  
komme inn i sveisen. Små mengder diffunderer  
raskt. Kan prøvingen utsettes ett døgn etter at  
sveisen er foretatt, viser erfaringene at forlengelses-  
verdiene vil øke betydelig.

## 4.1.1 Buttsveis

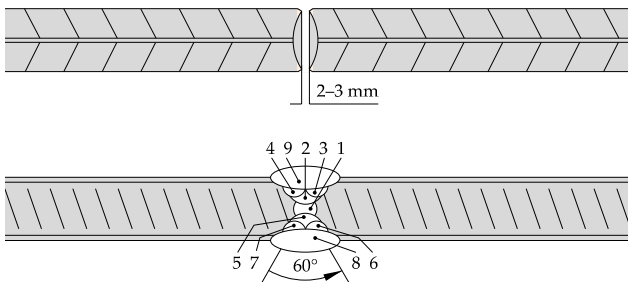
### Sveising

NS3420 gir noen regler for buesveising av varmvalset (mikrolegert) armeringsstål. Det kreves at 25 og 32 mm stenger skal forvarmes til 200°C.

**For kamstenger med kontrollert kjøling og anløpning er slik forvarming ikke nødvendig.**

Det skal benyttes elektroder som gir et avsett med minst like gode fasthetsegenskaper som de stål som skal sveises.

For stenger med større diameter enn 12 mm skal det benyttes 60 grader X-fuge. /4/ For tynnere stenger kan det benyttes V-fuge. Sveisingen skal skje lagvis med pauser mellom hvert lag, slik at sveisestedet får anledning til å kjøles ned. Mikrolegerte kamstenger kjøles ned til håndvarme. Kamstenger produsert med kontrollert kjøling og anløpning ned til ca. 200°C.



Figur 3: Buttsveis med 60 grader X-fuge

### Krav og kontroll

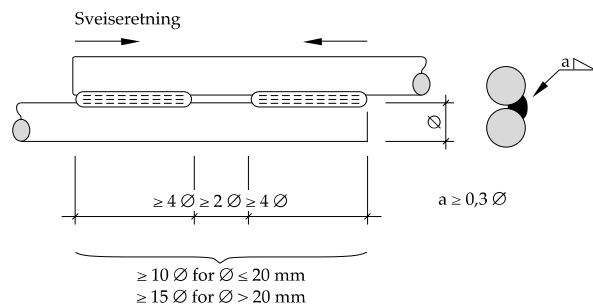
Sveisen skal kontrolleres ved strekk- og bøyep prøving. Ved strekkprøving er kravet til flytegrense ( $R_{eH}$ ), strekkfasthet ( $R_m$ ) grensetøyning ( $A_{gt}$ ) og fasthetsforholdet ( $R_m/R_{eH}$ ) det samme som for uskjøtt stang når bruddet skjer utenfor sveiseområdet. Ved brudd i sveisen eller i varmepåvirket område skal fasthetsforholdet være minst 1,03 og grensetøyningen  $A_{gt}$  minst 2,5%. Strekkfasthet ( $R_m$ ) skal være minst  $1,03 \times 500$ .

Ved bøyep prøving skal det benyttes dordiameter i.h.t NS 3576, del 3, pkt. 7.3, tabell 8. Sveisen bøyes 90 grader målt før avlastning. Det skal ikke være tegn til riss ved visuell bedømming uten hjelpemidler.

## 4.1.2 Overlappsveis

### Sveising

Stengene som skal skjøtes legges med omfar som vist i figur 4. Sveisen utføres som ensidig kilsveis med lengde  $8 \varnothing$ . Kilsveisens rotmål skal være ca.  $0,3 \varnothing$ . /3/ Sveiseelektroden skal tennes i sveisefugen eller på ubelastet ende.



Figur 4: Lastbærende overlappsveis

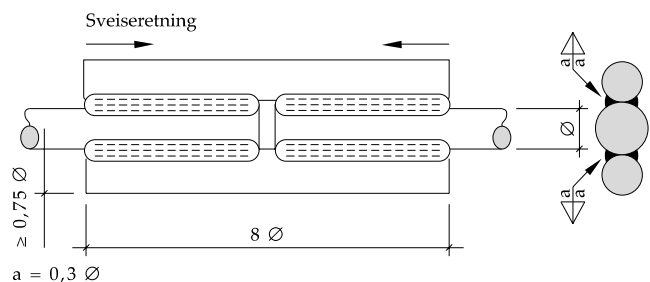
### Krav og kontroll

Sveisen skal kontrolleres ved strekkprøving. Ved brudd utenfor sveisene er kravet til flytegrense, strekkfasthet, fasthetsforhold og grensetøyning som for uskjøtt stang. Ved brudd i en av sveisene eller i varmepåvirket sone er kravet som for buttsveis.

## 4.1.3 Laskesveis

### Sveising

Det skal anvendes minst to diametralt motstående lasker (se fig. 5). Hvis det brukes to lasker, skal diameteren for hver av laskene være minst 75% av den skjøtte stangs diameter. Hvis det brukes flere enn to lasker, skal deres samlede tverrsnitt minst tilsvare det som er beskrevet for bruk av to lasker. Laskenes lengde skal være minst 8 ganger den skjøtte stangs diameter. /4/ Sveisen utføres som tosidig kilsveis med rotmål ca.  $0,3 \varnothing$ . /3/



Figur 5: Lastbærende laskesveis

## Krav og kontroll

Sveisen skal kontrolleres ved strekkprøving. Kravene er som for overlappsveis.

### 4.1.4 Kryss-sveis

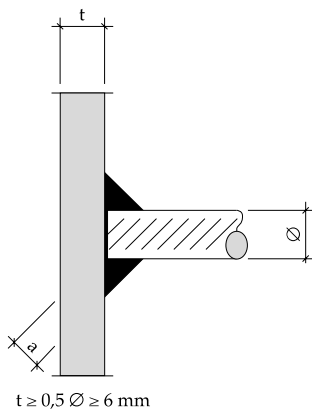
#### Sveising

Det er kun tillatt å sveise nærmeste større eller mindre diameter i kryss. F.eks.  $\varnothing$  16 mm med  $\varnothing$  12 eller  $\varnothing$  20 mm. Sveisen utføres som en kilsveis. For mikrolegert stål skal sveisestedet forvarmes til  $200^{\circ}\text{C}$  eller det skal etterglødes til  $600^{\circ}\text{C}$ .

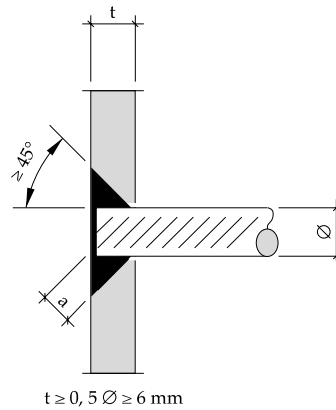
**For armeringsstenger produsert med kontrollert kjøling og anløpning skal forvarming/ettergløding ikke foretas.**

#### Krav og kontroll

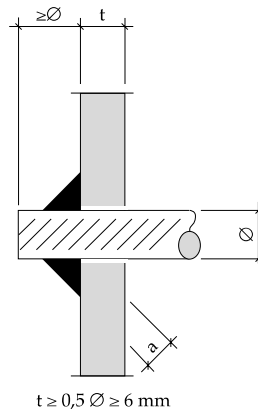
Sveisen skal kontrolleres ved strekkprøving, bøyep prøving og sveisepunktets styrke. Ved brudd utenfor sveis er kravene til flytegrense, strekkfasthet, fasthetsforhold og grensetøyning som for usveiset materiale. Ved brudd i sveis eller varmepåvirket sone skal fasthetsforholdet være minst 1,03 og grensetøyning minst 2,5%. Ved bøyep prøving skal det benyttes dordiameter iht. NS 3576, del 3, pkt. 7.3, tabell 8. Det skal bøyes 90 grader målt før avlasting med kryssende stang på strekksiden. Det skal etter bøyning ikke være brudd eller tegn til riss ved visuell bedømming uten bruk av hjelpemidler. Sveisepunktets styrke skal være minst  $0,2 \times$  største stangs flytelast.



Figur 6 a) «Piggsveis»



Figur 6 b) Innfrest kilsveis på bakside



Figur 6 c) Sveis på bakside

### 4.1.5 Sveis mot forankringsplate

#### Sveising

Utføres som kilsveis rundt stangende direkte på forankringsplaten («piggsveis» figur 6a) eller på baksiden gjennom hull i platen (figur 6b og 6c). Hvis flere stenger sveises til samme plate, må den fri avstand av sveisetekniske grunner være minst  $3 \varnothing$ . /1/ De angitte begrensninger av plate-tykkelse i figur 6 må overholdes.

Med norskprodusert kamstål vil hulldiametre iht. tabell 3 være tilstrekkelig.

Stangdiameter	10	12	16	20	25	32
Hulldiameter	12	15	19	24	30	38

Tabell 3: Hulldiameter i plate

Ved utførelse etter figur 6 skal kamstengene kappes loddrett på stangaksen. Under sveising

skal det sørges for at det ikke dannes noe mellomrom mellom plate og stangende. For sveisene vist i figur 6a) og 6b) må rotmålet være minst  $0,47 \varnothing$  for at stangens fulle kapasitet ved stålklasse 500 kan utvikles./1/Platen må være av kvalitet S235 eller bedre.

#### **Krav og kontroll**

Sveisen skal kontrolleres ved strekkprøving. Ved brudd utenfor sveis er kravene som til uskjøtt stang. Ved brudd i sveis eller varmepåvirket sone er kravene som ved buttsveising. Brudd i forankringsplate aksepteres ikke.

### **4.1.6 Heftsveis**

Heftsveis er en ikke lastbærende sveis hvis funksjon er å holde armeringsstengene i riktig posisjon til disse er innstøpt i betong.

#### **Sveising**

Det skal benyttes en rutil elektrode som tenner lett, og tenningen skal foretas i sveisefugen.

Ved heftsveising av mikrolegert stål med stangdiameter over 12 mm, skal sveistedet forvarmes til  $200^{\circ}\text{C}$  eller etterglødes til  $600^{\circ}\text{C}$ . Buetiden skal være minst 5 sek.

Ved heftsveising av stål produsert med kontrollert kjøling og anløping, skal buetiden være så kort som mulig, 2–3 sek. særlig på tynne stenger.

**Forvarming og/eller ettergløding skal ikke foretas.**

## **5.0 Prøveomfang**

Det skal tas tre prøver pr. sveiser, sveiseforbindelse og skift. Prøvene sendes et materialteknisk laboratorium for strekkprøving, evt. bøyep prøving og prøving av sveisens styrke.

All sveising skal ha en fagmessig utførelse og tilfredsstillende kravene til visuell kontroll i henhold til NS 10250 med akseptkriterier ifølge ISO 5817, nivå D.

## **6.0 Sveising og bøyning**

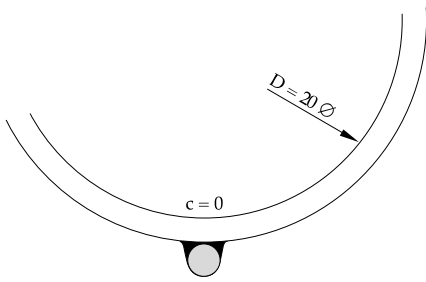
### **6.1 Kaldbøyning av sveiset område**

Sveiste armeringsstenger med påsveiste forbindelser kan bøyes om dordiameter som gitt i NS 3473 pkt. 17.3.1 til 17.3.5 dersom avstanden mellom begynnende krumning og sveistedet ikke

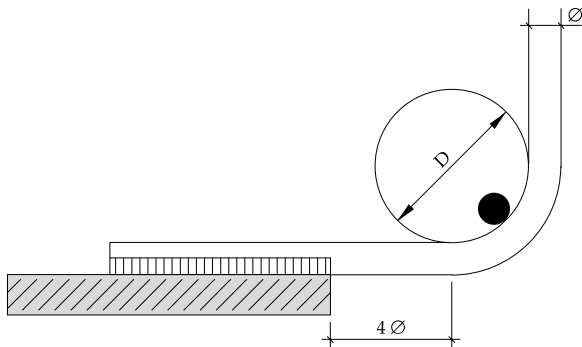
er mindre enn fire ganger stangens diameter.

For konstruksjoner med overveiende statiske laster kan stangen bøyes over sveistedet med dordiameter  $20 \varnothing$  (NS 3473, pkt. 17.3.2, tabell 14.)





Figur 7: Bøying av sveiset område når  $D > 20 \text{ Ø}$



Figur 8: Generelt krav til bøying og sveising

## 6.2 Sveising i kaldbøyd område

NS 3420 krever at det ikke skal sveises på kaldbøyd område. Dette henger sammen med risiko for utvikling av sprøhet ved oppvarming av det området som har vært utsatt for strekk over flytegrensen i kald tilstand. Minsteavstand fra sveiseavsett til begynnende krumning bør derfor være min.  $4 \text{ Ø}$ . Sveising på kalddeformert område nærmere enn  $4 \text{ Ø}$  bør dokumenteres og godkjennes av oppdragsgiver i hvert enkelt tilfelle. (Se figur 8.)

Stål produsert med kontrollert kjøling og anløping er ikke så eldingsømfintlig. For heftsveising kan derfor bestemmelsene i tysk standard DIN 4099 /3/ benyttes. DIN 4099 tillater å sveise fast kryssende stenger på allerede bøyde stenger når disse er bøyd over deres standardiserte dordiameter. Ved andre typer sveiseforbindelser hvor stangen er bøyd på forhånd må avstanden mellom sveiseavsett og krumningens begynnelse være minst  $2 \text{ Ø}$ .

# 7.0 Sveising og utmatting

All sveising på armeringsstål har en ugunstig effekt på stålets utmattingsfasthet. En skal derfor være meget tilbakeholden med å sveise på armering i utmattingspåkjennte konstruksjoner før effekten av sveisemetode og -parametre er fastlagt.

Ved f.eks. heftsveising bør sveisens effekt på grunnmaterialet dokumenteres gjennom utmattingsforsøk. Om nødvendig endres sveisemetode og -parametre.

## Referanser

1. BLFs konstruksjons håndbok for betongelementer. Bind B.
2. Kontrollrådet for betongprodukter. Sveiseinstruks jan. 1988.
3. DIN 4099. Schweissen von Betonstahl 1985.
4. NS 3420. Beskrivelsestekster for bygg og anlegg. Tekniske bestemmelser.

Mai 2006

**Celsa Steel Service AS**

**Vitaminveien 5b**  
Postboks 9 Grefsen  
0409 OSLO

Telefon:  
23 39 38 00

Telefax:  
23 39 38 03 Marked - Salg  
23 39 38 02 Økonomi  
23 39 38 01 Videreforedling - Kapp og bøy

Org. nr.:  
No 980 345 106 MVA

Bank:  
SE-Banken  
9750.10.01108

