

Göran Lager

FORCE Technology Sweden AB

Ansvarig Division svets

Boverkets handbok om stålkonstruktioner, BSK 07



1:42 Svetsplan

BKR, avsnitt 8:532

Svetsplan skall upprättas för svetsarbete. Undantag får göras för enklare arbete av rutinkaraktär.

Råd: Den som leder och övervakar svetsarbetet bör i samråd med konstruktören upprätta svetsplanen.
Vid sådant svetsarbete av komplicerad art där praktiska erfarenheter saknas bör provsvetsning utföras innan svetsplan upprättas.
Exempel på vad svetsplanen bör innehålla framgår av *BSK* avsnitt 1:42.

Svetsarbete av rutinkaraktär kan vara sådant arbete där tillverkaren har omfattande praktiska erfarenheter av bl.a. svetsmetod, konstruktions- och fogutformning, tillsatsmaterial och svetsparametrar.

Svetsplanen bör innehålla tillämpliga uppgifter om

- a) Svetsmetod
- b) fogtyp och fogberedning
- c) svetsläge och svetsföljd
- d) tillsatsmaterialets typ och dimension
- e) svetsparametrar vid mekaniserad svetsning
- f) erforderliga åtgärder före, under och efter svetsning, t.ex. förhöjd arbetstemperatur
- g) tillfälliga svetsar som inte anges på ritning eller monteringsplan och som erfordras med hänsyn till tillverkning, hantering, transport eller montering (t.ex. s.k. clips, stödplåtar och lyftöron) samt om och hur dessa bör avlägsnas.

Vissa av uppgifterna i svetsplanen kan t.ex. ges med hänvisning till svetsdatablad (WPS) som biläggs planen.

Ett exempel på svetsplan finns i bilaga 1, sidan 175.

BILAGA 1

Exempel på svetsplan

Följande exempel på en svetsplan avser tillverkning av råbalkar till traversbanor i driftklass B3. Tvärsnittet är en enkelsymmetrisk svetsad traversbana EST av stål S355J2 med genomsvetsad svets i dubbel halv V-fog vid överflänsen och dubbla kälsvetsar vid underflänsen. Svetsklass WB enligt tabell 8:14.

Ytterligare uppgifter om objektet i exemplet framgår av bilaga 2, sidan 178. Svetsplan kan erfordras i objektet även för andra svetsarbeten än tillverkning av råbalkar till traversbanorna, beroende på vad som kan betecknas enklare arbeten av rutinkaraktär. Detta får avgöras från fall till fall utgående från stålbyggnadsföretagets förutsättningar.

Svetsplanen följer reglerna i avsnitt 1:42. Exemplet avser i första hand att åskådliggöra uppställningen av en svetsplan. Exemplet ska inte tolkas som en generell rekommendation om lämpligaste utförande av aktuellt svetsarbete.

I svetsplanen har endast sådana uppgifter tagits med som är specifika i det aktuella fallet. Det förutsätts att allmänna regler för svetsarbete följs, t. ex. regler i avsnitt 8:14 och 8:4 med däri åberopade standarder och andra dokument.

Om tillämpliga svetsdatablad (WPS) enligt SS-EN ISO 15607:2004 föreligger för de aktuella svetsarna kan lämpligen uppgifter om tillsatsmaterial, svetsparametrar o.d. i stället ges genom hänvisning till svetsdatabladen, som biläggs svetsplanen.

Syftet med en svetsplan är att arbetet ska planeras i förväg avseende tillsatsmaterial, svetsparametrar, svetsföljd m.m., för att i möjlig mån eliminera bl.a. risker för hårdning eller annan olämplig materialpåverkan, svåra tvångsspänningar och otillåtna deformationer. Tvångsspänningar kan minimeras genom att se till att rörligheten för de enskilda komponenterna bibehålls så länge som möjligt. För sammansatta konstruktioner, som består av flera svetsade konstruktionsdelar, bör normalt delarna först svetsas var för sig. Härigenom har man möjlighet att vid behov rikta och justera delarna före den slutliga sammansvetsningen.

8:4 Utförande av svetsförband

8:41 Allmänt

BKR, avsnitt 8:531, första stycket

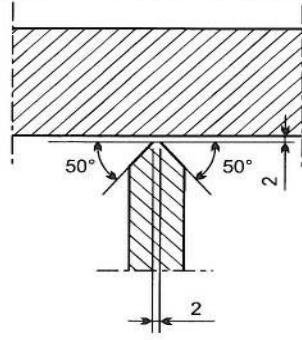
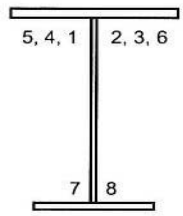
Svetsning i en stålkonstruktion får förekomma endast där svets angetts i bygghandling.

Med bygghandling avses här ritning, svetsplan eller monteringsplan för stålkonstruktionen. Beträffande svetsplan och monteringsplan, se avsnitt 1:42 respektive 1:43.

Reglerna i *BSK* är i första hand anpassade till följande svetsmetoder. Angiven siffra för svetsmetoderna avser beteckning enligt SS-EN ISO 4063:2000.

- metallbågsvetsning med belagd elektrod, 111
- metallbågsvetsning med rörelektrod utan gasskydd, 114
- pulverbågsvetsning, 12
- MIG-svetsning, 131.
- MAG-svetsning, 135.
- MAG-svetsning med rörelektrod, 136
- TIG-svetsning, 141.

Svetsplan för svetsning av råbalk till traversbana typ EST

Svetsmetod:	Manuell metallbågsvetsning.	
Fogtyp:	Se ritning (dubbel halv V-fog vid överfläns, dubbla kälsvetsar vid underfläns).	
Fogberedning:	Se skiss.	
Häftning:	Häftsvetsar läggs med $\varnothing$ 2,5 mm elektrod, minimilängd 50 mm. Häftsvetsarna slipas bort allteftersom svetsen dras fram.	
Tillfälliga anordningar:	Inga tillfälliga svetsade anordningar i form av clips e.d. anordnas.	
Svetsläge:	Horisontalläge.	
Svetsföljd:	Se skiss.	
Elektrodtypep:	SS-EN 2560-E 42 4 B H5, t.ex. xxx	
Elektroddimension:	$\varnothing$ 3,2 mm för rotsträngar, $\varnothing$ 4 mm för övriga strängar.	
Erforderliga åtgärder före svetsning:	Förböckning av överfläns ca 3 mm med hänsyn till planhetskrav för överflänsens ovansida. Förhöjd arbetstemperatur 100°C vid svetsning mot överfläns.	
Erforderliga åtgärder under svetsning:	Mellansträngstemperatur max 250°C.	
Erforderliga åtgärder efter svetsning:	Vid behov riktning av överfläns till anliggning under räl. Vid behov slipning av svetsens yta till krav enligt svetsklass WB.	
Svetsplanen upprättad 1999-xx-xx av		Samråd med konstruktör:
Ansvarig för svetsplanen		Konstruktionsansvarig
Arbetet utfört enligt svetsplanen		
Svetsare		Svetsare

9:432 Tillsatsmaterial för svetsning

För tillsatsmaterial kontrolleras att produkter/förpackning är märkta och identifierbara samt att förpackning är oskadad.

För tillsatsmaterial som inte är CE-märkt produkt bör materialprovning utföras som mottagningskontroll och omfatta hållfasthetsegenskaper, brottförlängning och slagseghet. Provning bör utföras enligt SS-EN 14532-1:2005.

Uppgifter om vilka produkter som är CE-märkta framgår t.ex. av www.svets.se/elektrodportalen.

8:45 Svetsansvarigs kompetens

Svetsansvarig bör ha kompetens enligt SS–EN 14731:2006. Exempel på lämplig kompetens för svetsansvarig vid svetsning av konstruktion i stål med nominell sträckgräns högst 500 MPa och utförandeklass GC är IWS (international welding specialist) enligt regler utfärdade av International Institute of Welding, IIW. Exempel på lämplig kompetens för övriga stålmateriäl och övriga utförandeklasser är IWT (international welding technologist) eller IWE (international welding engineer) enligt samma regler.

8:46 Svetsares kompetens

BKR, avsnitt 8:533, andra stycket

Råd: Exempel på lämplig kompetens för svetsarbete är godkänd svetsarprövning enligt SS-EN 287-1:2004.

Vid tillämpningen av SS-EN 287-1:2004 kan granskaren (det granskande organet) vara den svetsansvarige enligt avsnitt 8:45 (det tillverkande företaget). Svetsarprövningen kan baseras på ett preliminärt svetsdatablad, som kan vara upprättat av den svetsansvarige.

SS-EN 1090-2:2008

Utförande klasser

- EXC 1
- EXC 2
- EXC 3
- EXC 4

Det kan finnas olika klasser i samma konstruktion.

Om ingen klass anges gäller EXC 2

SS-EN 1090-2:2008

För utförande klasser gäller
kvalitetssystem för svetsning enl nedan

EXC 1: SS-EN ISO 3834-4

EXC 2: SS-EN ISO 3834-3

EXC 3: SS-EN ISO 3834-2

EXC 4: SS-EN ISO 3834-2

med hänvisning till SS-EN 1011-1,2 och 3

Svetsning

- Allmänt
Svetsning skall utföras efter WPS i överensstämmelse med SS-EN 15609

Table 12 — Methods of qualification of welding procedures
for the processes 111, 114, 12, 13 and 14

Method of qualification		EXC 2	EXC 3	EXC 4
Welding procedure test	EN ISO 15614-1	X	X	X
Pre-production welding test	EN ISO 15613	X	X	X
Standard welding procedure	EN ISO 15612	X ^a	-	-
Previous welding experience	EN ISO 15611	X ^b	-	-
Tested welding consumables	EN ISO 15610			
X	Permitted			
-	Not permitted			
^a Only for materials ≤ S 355 and only for manual or partly mechanized welding.				
^b Only for materials ≤ S 275 and only for manual or partly mechanized welding.				

Procedurer

- Procedurer efter SS-EN ISO 15614-1 och SS-EN ISO 15613 finns tilläggskrav:
 - Slagseghet skall utföras vid den lägsta temperatur som stålklassen anger
 - För stål i EN 10025-6 skall mikroprovning göras
 - Svetsar man med shopprimers skall det även göras på procedurprovet forts sid 12

Procedurer tilläggskrav

- Häftsvetsning i utförandeklass EXC 2, EXC 3 ochh EXC 4 skall kvalificeras med svetsprocedur, minimilängden för häftor är 4 ggr det tjockaste materialet eller 50 mm, kortare häftor skall säkerställas genom test.

Giltighet svetsprocedur

Giltighet på en svetsprocedur efter SS-EN15614-1 om proceduren inte används:
Mellan 1 och 3 år, då skall en lämplig produktionstest göras för stålsort > S355.
Provet skall examineras med visuell-, radiografisk- eller ultraljudprovning, magnetpulver- eller pentrantprovning, makro och hårdhetsprovning

Giltighet svetsprocedur

Procedur som inte används för en period på mer än 3 år:

Makroprov ur produktionen för stålsort $\leq$ S 355.

Ny procedur för stålsort $>$ S 355.

Svetsare

SS-EN 287-1 och SS-EN 1418.

För hålsektion med branch connection där vinkeln är mindre än 60 grader skall speciellt prov göras

Svetsansvarig

För utförandeklass EXC 2, EXC 3 och EXC 4 gäller SS-EN ISO 14731 (EN 719)

där 3 st nivåer finns B = IWS

S = IWT

C = IWE

Svetsansvarig

**Table 14 — Technical knowledge of the coordination personnel
Structural carbon steels**

EXC	Steels (steel group)	Reference standards	Thickness (mm)		
			$t \leq 25^a$	$25 < t \leq 50^b$	$t > 50$
EXC2	S235 to S355 (1.1, 1.2, 1.4)	EN 10025-2, EN 10025-3, EN 10025-4 EN 10025-5, EN 10149-2, EN 10149-3 EN 10210-1, EN 10219-1	B	S	C ^c
	S420 to S700 (1.3, 2, 3)	EN 10025-3, EN 10025-4, EN 10025-6 EN 10149-2, EN 10149-3 EN 10210-1, EN 10219-1	S	C ^d	C
EXC3	S235 to S355 (1.1, 1.2, 1.4)	EN 10025-2, EN 10025-3, EN 10025-4 EN 10025-5, EN 10149-2, EN 10149-3 EN 10210-1, EN 10219-1	S	C	C
	S420 to S700 (1.3, 2, 3)	EN 10025-3, EN 10025-4, EN 10025-6 EN 10149-2, EN 10149-3 EN 10210-1, EN 10219-1	C	C	C
EXC4	All	All	C	C	C
^a Column base plates and endplates ≤ 50 mm. ^b Column base plates and endplates ≤ 75 mm. ^c For steels up to and including S275, level S is sufficient. ^d For steels N, NL, M and ML, level S is sufficient.					

Svetsansvarig

**Table 15 — Technical knowledge of the coordination personnel
Stainless steels**

EXC	Steels (steel group)	Reference standards	Thickness (mm)		
			$t \leq 25$	$25 < t \leq 50$	$t > 50$
EXC2	Austenitic (8)	EN 10088-2:2005, Table 3 EN 10088-3:2005, Table 4 EN 10296-2:2005, Table 1 EN 10297-2:2005, Table 2	B	S	C
	Austenitic-ferritic (10)	EN 10088-2:2005, Table 4 EN 10088-3:2005, Table 5 EN 10296-2:2005, Table 1 EN 10297-2:2005, Table 3	S	C	C
EXC3	Austenitic (8)	EN 10088-2:2005, Table 3 EN 10088-3:2005, Table 4 EN 10296-2:2005, Table 1 EN 10297-2:2005, Table 2	S	C	C
	Austenitic-ferritic (10)	EN 10088-2:2005, Table 4 EN 10088-3:2005, Table 5 EN 10296-2:2005, Table 1 EN 10297-2:2005, Table 3	C	C	C
EXC4	All	All	C	C	C

Inspektion efter svetsning

Table 23 — Minimum hold times

Weld size (mm) ^a	Heat input Q (kJ/mm) ^b	Hold time (hours) ^c	
		S235 to S420	S460 and above
a or $s \leq 6$	All	Cooling period only	24
$6 < a$ or $s \leq 12$	≤ 3	8	24
	> 3	16	40
a or $s > 12$	≤ 3	16	40
	> 3	40	48

^a Size applies to the nominal throat thickness a of a fillet weld or the nominal material thickness s of a full penetration weld. For individual partial penetration butt welds the governing criterion is the nominal weld depth a , but for pairs of partial penetration butt welds welded simultaneously it is the sum of the weld throats a .

^b Heat input Q to be calculated in accordance with Clause 19 of EN 1011-1:1998.

^c The time between weld completion and commencement of NDT shall be stated in the NDT report. In the case of "cooling period only" this will last until the weld is cool enough for NDT to commence.

Inspektion efter svetsning

Svetsklasser B, C och D

- EXC 1 nivå D
- EXC 2 generellt nivå C, förutom smältdike, överrunnen svets, tändmärke och ändkraterpipe där nivå D gäller
- EXC 3 nivå B
- EXC 4 nivå B +

Inspektion efter svetsning

Nivå B +

Man har ytterligare skärpt kraven för smältdiken, porsamlingar, porer, slagg- och oxidinneslutningar, kantförskjutningar och valv i rot.

Utförande svetsföljd

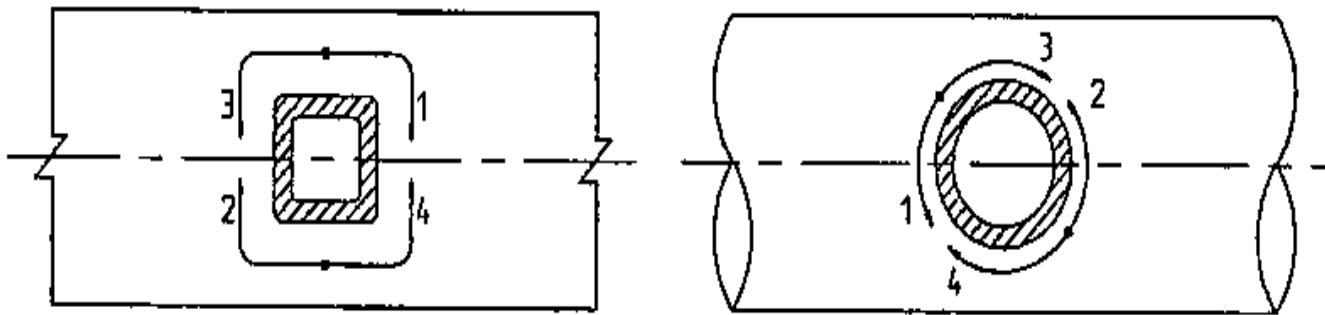
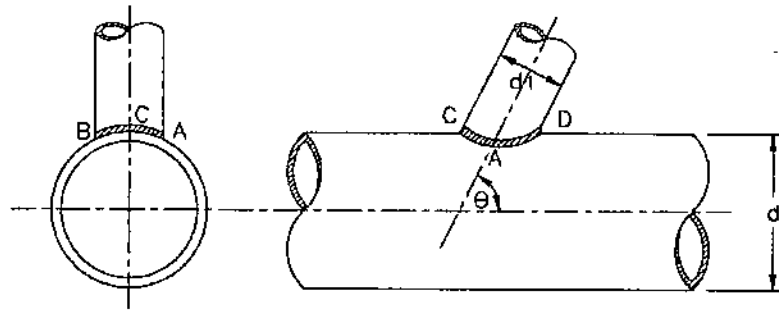
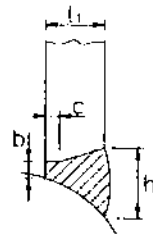


Figure E.1 — Start and stop positions and welding sequence



Detail at A, B:

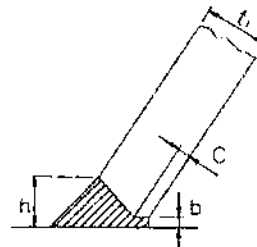


where $d_1 < d_0$

$b = 2 \text{ mm to } 4 \text{ mm}$

$c = 1 \text{ mm to } 2 \text{ mm}$

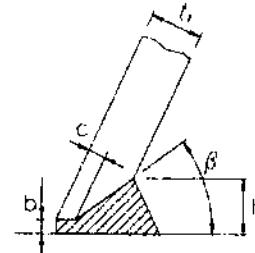
Detail at C:



$b = 2 \text{ mm to } 4 \text{ mm}$

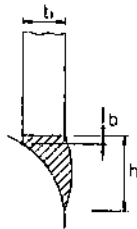
$c = 1 \text{ mm to } 2 \text{ mm}$

Detail at D:



$b = 2 \text{ mm to } 4 \text{ mm}$

$c = 1 \text{ mm to } 2 \text{ mm}$



where $d_1 = d_0$

$b = \text{max. } 2 \text{ mm}$

NOTE

Application of EN ISO 9692-1 case 1.4 to circular hollow sections.

For $\theta < 60^\circ$, a fillet weld detail (as Figure E.3)) should be used at D in the heel area.

Figure E.2 — Weld preparation and fit-up
Butt welds in circular hollow sections brace to chord joints

Guide to flow diagram for development and use of a WPS

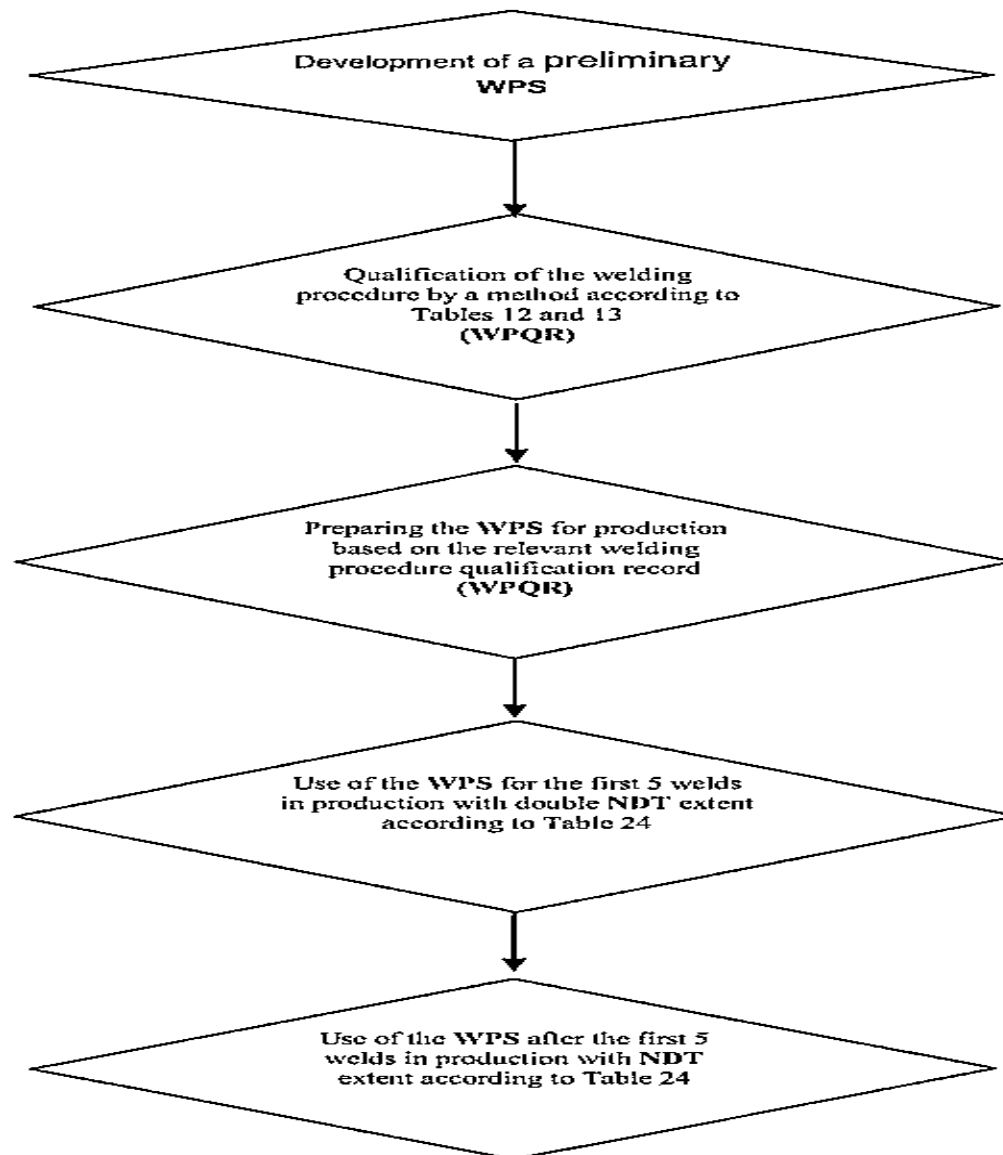


Table 24 — Extent of supplementary NDT

Type of weld	Shop and site welds		
	EXC2	EXC3	EXC4
Transverse butt welds and partial penetration welds in butt joints subjected to tensile stress:			
$U \geq 0,5$	10 %	20 %	100 %
$U < 0,5$	0 %	10 %	50 %
Transverse butt welds and partial penetration welds:			
in cruciform joints	10 %	20 %	100 %
in T joints	5 %	10 %	50 %
Transverse fillet welds in tension or shear:			
With $a > 12$ mm or $t > 20$ mm	5 %	10 %	20 %
With $a \leq 12$ mm and $t \leq 20$ mm	0 %	5 %	10 %
Longitudinal welds and welds to stiffeners	0 %	5 %	10 %
NOTE 1 Longitudinal welds are those made parallel to the component axis. All the others are considered as transverse welds.			
NOTE 2 U = Utilization grade for welds for quasi-static actions. $U = E_d/R_d$, where E_d is the largest action effect of the weld and R_d is the resistance of the weld in the ultimate limit state.			
NOTE 3 Terms a and t refer respectively to the throat thickness and the thickest material being joined.			