



**PÅLKOMMISSIONEN**  
**Teknisk PM 2:2018**

# **Rekommendationer för svetsning**

**Utförd av**

Björn Lindhe

Peter Alheid

Håkan Karlsson

# PÅLKOMMISSIONEN

Commission on Pile Research

## Förord

Denna Tekniska PM har utarbetats och sammanställts av:

Björn Lindhe

Peter Alheid

Håkan Karlsson

Svetsansvarig i Sverige AB

Hercules Grundläggning AB

Skanska Sverige AB

Stockholm den 15 maj 2018

## 1 Inledning

### 1.1 Bakgrund och syfte

Vid ett flertal tillfällen har Pålkommisionen uppmärksammat på missförhållanden på olika arbetsplatser, där regler gällande svetsning och svetskontroll av stålplåtar och rörspontar har frångåtts. I avsikt att klarlägga Pålkommisionens syn och hjälpa branschen att korrekt välja utförandeklass, kontrollinsatser, svetskompetens och svetsprocedurer har denna Tekniska PM framtagits.

För alla byggnadsverk i Sverige gäller Plan och Bygglagen, PBL. Föreskrivande myndigheter är Boverket och Transportstyrelsen (Trafikverket). Detta innebär att vid uppförande av ett byggnadsverk i Sverige så gäller Eurokodernas regelverk fullt ut, tillsammans med de nationella anpassningar enligt föreskrivande myndighet.

För alla bärverk i stål förutsätter EKS (Boverket) krav på tillförlitlig dimensionering enligt SS-EN 1993 och att utförande och kontroll utförs enligt SS-EN 1090-2. Dessa krav styrs av den valda utförandeklassen EXC, vilken också baseras på säkerhetsklass och konsekvensklass. Ett SBUF-projekt; 13259, Vägledning för val av utförandeklass, EXC, för bärverk i stål, har lett till en vägledningstext på PBL Kunskapsbanken där Boverket ger förtydligande råd om val av EXC.

För varje stålkonstruktion som ska svetsas gäller att de ska hänföras till en utförandeklass. Valet av utförandeklass enligt SS-EN 1090-2 styr ett flertal delar av konstruktionen. Det åligger varje geokonstruktör, som dimensionerar och designar en grundkonstruktion av stål att korrekt välja utförandeklass och övriga relevanta svetsrelaterade krav. Detta gäller såväl spontkonstruktioner av stål, (tätsponter eller berlinersponter), som olika typer av stålplåtar.

Trafikverkets konstruktioner, järnvägs- och vägtrafikbroar är oftast utsatta för utmattning, vilket är en mycket viktig parameter vid val av utförandeklass och kontrollinsatser. Övriga utmattningsutsatta konstruktioner kan vara silor, skorstenar, vindkraftverk, master, cisterner osv. Plåtar till sådana konstruktioner måste utmattningskontrolleras och givetvis ska eventuella svetsar i sådana ingå i den kontrollen. I princip alla sådana typer av konstruktioner skall hänföras till utförandeklass EXC3 eller högre. Man bör också betänka att installationen av slagna plåtar eller rörspontar kan leda till utmattning. För statistiskt eller kvasistatiskt belastade konstruktioner ger, enligt PBL Kunskapsbanken, en högre utförandeklass än EXC2 av en svets ingen högre tillförlitlighet och i sådana fall är det därför inte nödvändigt att utföra och kontrollera svetsar i högre klass än EXC2, även om konstruktionen hänförs till säkerhetsklass 3 enligt EKS eller konsekvensklass 3 enligt tabell A.1 i SS-EN 1991-1-7.

På samma sätt kan i princip inga grundkonstruktioner över huvud taget hänföras till EXC1.

Gällande övriga konstruktioner enligt EKS, exempelvis temporära spontkonstruktioner och plåtar som ej utsätts för utmattning i någon större utsträckning, tex borrade stålplåtar till modesta djup, så är utmattning inte någon avgörande faktor. Däremot utsätts varje sådan konstruktion potentiellt för dragbelastningar, beroende av att plåtar och spontar samtliga utsätts för böjande moment. Samtidigt utnyttjas i princip samtliga aktuella konstruktioner till mer än 50 %.

Föreliggande skrift är främst avsedd för denna resterande del av grundläggningsmarknaden, även om reglerna är desamma.

## 2 Rekommendationer

### 2.1 Val av utförandeklass

Val av utförandeklass enligt EN 1090-2 styr bl.a. följande delar:

- Val av svetsprocedur
- Spårbarheten i objektet
- Mängden oförstörande provning

I första hand bör utförandeklass EXC 2 väljas. Detta ger ett lägre krav på spårbarhet i konstruktionen, lägre krav på oförstörande provning samt val av svetsprocedurer.

Ett objekt kan delas in i olika utförandeklasser beroende på hur kritiskt detta är. Exempel på saker som skall beaktas är:

Pålning – Tryckta respektive dragna pålar t.ex. böjning vid last p.g.a. olika markförhållanden  
Rörspond – Böjmoment / Dragning t.ex. pålväggar

Exempel på lämpliga utförandeklasser att välja

| Typ av konstruktion     | Utförandeklass* | Tilläggs information                                                                                     |
|-------------------------|-----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Tillfällig konstruktion | EXC 2           | Se dokumentationskrav nedan                                                                              |
| Permanent konstruktion  | EXC 2           | Provning med OFP, krav på visuell kontroll eller spårbarhet kan föreskrivas enligt högre utförandeklass. |

\*Tilläggskrav enligt AMA-anläggning, Trafikverket eller Boverket gäller i första hand

### 2.2 Kompetens hos svetsare

Svetsarens kompetens skall uppfylla kraven för EN 287-1 eller ISO 9606-1. Används mekaniserad svetsning skall kraven uppfyllas för operatörsprovning enligt EN 1418 eller ISO 14732.

Särskilt skall beaktas följande:

| Typ av krav         | EN 287-1 | ISO 9606-1 |
|---------------------|----------|------------|
| Diameter på rör     | X        | X          |
| Svetsslågen         | X        | X          |
| Grundmaterialtyp    | X        |            |
| Tillsatsmaterialtyp |          | X          |
| Svetsmetod          | X        | X          |

Kvalificering av stumsvetsar täcker ej kälsvets och vice versa.

Särskild kompletterande provning krävs för svetsning av armeringsjärn/kamstål enligt ISO 17660-1 eller ISO 17660-2. Rekommendation på särskilt avlagt prov var 3:e månad bör föreskrivas.

För maskinell svetsning krävs att operatörsprovningen är kvalificerad för den typ av programvara eller mekanisering, som svetsningen motsvarar.

# PÅLKOMMISSIONEN

Commission on Pile Research

## 2.3 Krav på svetsprocedurer och WPS:er

Vid svetsning skall svetsprocedurer användas. Rekommendationen bör vara att elektroder med högre vätehalt än 10 ml/100g svetsgods ej bör användas p.g.a. att risken för vätesprickor ökar.

### Svetsprocedurer / WPQR

Svetsprocedurer skall vara uppsvetsade enligt något av följande alternativ:

| Standard                                                          | Materialkvalitet |        |                         |
|-------------------------------------------------------------------|------------------|--------|-------------------------|
|                                                                   | ≤S 355           | >S 420 | Kamstål / Armeringsjärn |
| ISO 15614-1 – Svetsprocedurkontroll                               | X                | X      |                         |
| ISO 15613 - Utfallsprovning                                       | X                | X      |                         |
| ISO 15612 – Standardsvetsprocedur                                 | X                |        |                         |
| ISO 17660-1–Svetsning av armeringsstål-lastbärande svetsar        |                  |        | X                       |
| ISO 17660-2 – Svetsning av armeringsstål-lcke lastbärande svetsar |                  |        | X                       |

### Svetsdatablad / WPS

WPS:er skall upprättas enligt ISO 15609-1 och kunna uppvisas. Följande parametrar ska beaktas: tjockleksområden, diametrar, materialkvalitet, svetslägen.

Särskilt skall trånga fogar beaktas. Exempel på detta är:

- Halv V-fog vid skarvning av rör där tillräcklig spalt skall lämnas för att få full inträngning.
- Stöttor vid hammarband i spontgröpar med snävare vinkel än 60 grader.

För att undvika problem med svetsningen av dessa typer av fogar kan krav ställas att ett arbetsprov utförs före produktionsstart.

## 2.4 Krav på svetsplan

Svetsplan skall kunna uppvisas före svetsarbetet påbörjas enligt EN 1090-2 kapitel 7.2.

Svetsplan kan ersättas av ett kombinerat dokument eller förklaringar på ritningar, som beskriver arbetsmetodiken för hela uppdraget. Upprättas av utförare och i särskilda fall i samråd med konstruktör.

## 2.5 Svetsansvarigs kompetens

Föreskrift av svetsansvarig / svetskoordinator skall göras med att personen skall ha följande utbildningsnivåer beroende på utförandeklass enligt EN 1090-2 kapitel 7:

IWS – International Welding Specialist (tidigare EWS)  
IWT – International Welding Technologist (tidigare EWT)  
IWE – International Welding Engineer (tidigare EWE)

## 2.6 Oförstörande provning

Vid svetsning skall oförstörande provning användas enligt EN 1090-2 kapitel 12.4.

Oförstörande provning skall utföras av person certifierad enligt ISO 9712 (före detta EN 970). Kravet gäller ej personer, som utför visuell inspektion/syning av svets. Krav bör dock ställas att personen har erforderlig kompetens för att utföra denna typen av uppdrag. Se nedan gällande dokumentation.

### Begränsningar och fördelar med olika provningsmetoder:

*Röntgenprovning* (ISO 17636) har många fördelar t.ex. spårbarheten efter provningen där resultatet kan uppvisas för andra personer.

# PÅLKOMMISSIONEN

## Commission on Pile Research

- P.g.a. röntgenstrålning krävs avspärning av stora områden.
- Går ej att applicera vid pålrör med innehåll av t.ex. förstärkningsbalk eller betong.
- Tillgång till båda sidorna av svetsfogen krävs, alternativt kan provningen ske med vinkel och formar då en ellips av svetskarven på t.ex. rörskarvar kan kontrolleras.

*Ultraljudsprovning* (SS-EN ISO 17640) kan användas både till stumsvets och skiktbristning efter kälsvetsar via lamineringskontroll. Visst utrymme krävs utanför svetsen för att kunna utföra provningen.

*Penetrantprovning* (ISO 23277) är en provningsmetod där en vätska skall tränga in i små ytbrytande indikationer. En nackdel är att det krävs en väntetid på mellan 5-60 minuter efter att penetranten applicerats. Därefter krävs en rengöring av överflödig penetrant och applicering av framkallare. Framkallaren skall verka mellan 5-60 minuter. Detta gör att penetrantprovning ej är lämplig inom grundläggning p.g.a. lång verkningstid.

Det finns även en begränsning i temperatur när penetrantprovning kan användas. Rekommendationen är +5C till +50C. Utanför detta område krävs särskilda penetranttyper.

*Magnetpulverprovning* (SS-EN ISO 17638) kan endast användas på ferromagnetiska material d.v.s. metoden fungerar ej på t.ex. rostfritt stål. Den har också begränsningar vad gäller utrymme p.g.a. storleken på magnetiseringsoket. En fördel med metoden är att den kan detektera defekter öppna till ytan eller defekter strax under ytan.

Rekommenderade metoder för oförstörande provning:

| Provningsmetod          | Stumsvets** | Kälsvets | Kälsvets på snedstag / avstickare* |
|-------------------------|-------------|----------|------------------------------------|
| Röntgenprovning – RT    | X           |          |                                    |
| Ultraljudsprovning - UT | X           |          |                                    |
| Penetrantprovning       |             | X        | X                                  |
| Magnetpulverprovning    |             | X        |                                    |

\*Vinkel mindre än 60 grader

\*\*Går ej att utföra vid delvis genomsvetsat förband

### Mängd oförstörande provning

Mängden oförstörande provning skall vara enligt EN 1090-2, kapitel 12, tabell 24. Rekommendationen är att mer provning skall ske från början och om inga defekter hittas kan provningsomfattningen minskas, under förutsättning att följande kriterier uppfylls:

- Samma svetsare
- Samma typ av foggeometri
- Samma grundmaterial
- Samma WPS används

### Hålltider efter svetsning

Efter svetsning skall en viss hålltid hållas enligt (EN 1090-2 kapitel 12.4 tabell 23);

| Svetsens mått<br>[mm] | Tillförd sträckenergi<br>[kJ/mm] | Minsta ålder<br>[h]   |        |
|-----------------------|----------------------------------|-----------------------|--------|
|                       |                                  | S235 – S420           | S460 - |
| a eller s ≤ 6         | Alla värden                      | Endast avsvälningstid | 24     |
| 6 < a eller s ≤ 12    | ≤ 3                              | 8                     | 24     |
|                       | > 3                              | 16                    | 40     |
| a eller s > 12        | ≤ 3                              | 16                    | 40     |
|                       | > 3                              | 40                    | 48     |

Både svetsens a-mått och godstjocklekens s-mått är nominella.

Den tillförda sträckenergin beräknas enligt EN 1011-1:1998.

I protokoll ska svetsens ålder anges som tiden mellan slutförande av svets och påbörjad provning. Med "endast avsvälningstid" menas den tid som krävs för att svetsen ska vara tillräckligt kall för att provning ska kunna genomföras.

Sträckenergi från MAG och MMA-svetsning ligger vanligen på  $0,5 < Q < 2,5$  kJ/mm.

# PÅLKOMMISSIONEN

## Commission on Pile Research

Hålltiden kan minskas om svetsområdet eftervärms under en period av 2 timmar och med 200°C efter svetsningen har avslutats enligt bilaga C i EN 1011-2:2001. Detta kan göras utan att utföra nytt svetsprocedurprov om kunden inte kräver att det utförs nytt svetsprocedurprov med eftervärmning.

## 2.7 Slutdokumentation

Till slutdokumentationen bör följande krav på dokumentation finnas:

| Typ av dokument                            | Tillfällig konstruktion | Permanent |
|--------------------------------------------|-------------------------|-----------|
| Certifieringsintyg t.ex. ISO 3834, EN 1090 | R                       | R         |
| Chargeintyg grundmaterial                  | R                       | K         |
| Chargeintyg tillsatsmaterial               | R                       | K         |
| Intyg utbildning visuell kontroll*         | K                       | K         |
| Montage- /Produktionsledarens kompetens    | R                       | R         |
| OFP-certifikat                             | R                       | R         |
| OFP-rapporter                              | K                       | K         |
| Svetsansvarigs kompetens                   | K                       | K         |
| Svetsarprövningsintyg                      | K                       | K         |
| Svetsplan                                  | K                       | K         |
| WPS:er                                     | K                       | K         |

\*Kan vara intern utbildning, CSWIP, NS 477, IWI-S eller IWI-C.

R = Rekommenderat, K = Krav

## 3 Exempel

### 3.1 Pålar och stämp

Utsätts för böjande moment pga knäckning och därmed för dragbelastningar. Svetsen ska alltid göras jämnstark med pålen eller stämpelet, för att dimensioneringen inte ska påverkas negativt. Stumsvets med utnyttjandegrad 100 %. Utgående ifrån att pålen eller stämpelet inte utsätts för utmattningslaster bör de kontrolleras i EXC2 och därmed ska 10 % av svetsarna kontrolleras med oförstörande provning enligt tabell EN 1090-2, kapitel 12, tabell 24.

### 3.2 Sponter

Utsätts för (oftast enbart) böjande moment och därmed dragbelastningar. Svetsen görs jämnstark med sponten, för att dimensioneringen inte ska påverkas negativt. Stumsvets med utnyttjandegrad enligt spontens utnyttjandegrad. Sponten kan utnyttjas till lägre grad än 50 %, vilket måste kontrolleras. Utsätts inte för utmattningslaster och bör kontrolleras i EXC2. Andelen oförstörande provning beror av om utnyttjandegraden är större eller mindre än 50 %. Över 50 % ska 10 % av svetsarna kontrolleras med oförstörande provning och under 50 % kan man låta bli provningen enligt tabell EN 1090-2, kapitel 12, tabell 24.

### 3.3 Sponters hammarband

Utsätts för böjande moment och därmed dragbelastningar. Svets görs jämnstark med hammarband, för att dimensioneringen inte ska påverkas negativt. Stumsvets med utnyttjandegrad enligt hammarbandets utnyttjandegrad. Kan utnyttjas till lägre grad än 50 %, vilket måste kontrolleras. Placeras svetsskarven utanför momentmaxpunkter bör 50 % utnyttjandegrad kunna undvikas. Övriga svetsar (tex livavstyvningar, hörnskarvar, sneda anslutningar till hörnstämp osv) kan också dimensioneras med utnyttjandegrad lägre än 50 %. Utsätts inte för utmattningslaster och bör kontrolleras i EXC2. Andelen oförstörande provning beror av om utnyttjandegraden är större eller mindre än 50 %.