

SBUF-projekt 13259  
Vägledning för  
**Val av utförandeklass, EXC, för bärverk i stål**

Uppdragsgivare: Sveriges Byggindustrier/SBUF



## Sammanfattning

I denna rapport redovisas resultatet av SBUF-projekt 13259, *Vägledning för val av utförandeklass för bärverk i stål*. Syftet med projektet har varit att ta fram ett förslag till rekommenderade nivåer på utförande och kontroll för bärverk i stål som dimensioneras enligt EKS, och som kan utgöra stöd till Boverkets vägledningstext om val av utförandeklass för bärverk i stål.

Valet av utförandeklass har stor betydelse för kostnaderna för bärverk i stål. Då dagens regler om hur detta val ska göras upplevs otydliga är det lätt hänt att man i föreskrivande led tar det säkra före det osäkra och väljer en högre utförandeklass, vilket kan leda till onödigt höga byggkostnader. Det förslag om val av utförandeklass som detta projekt resulterat i minskar denna osäkerhet och minskar därmed risken för onödiga kostnader, vilket i sin tur kan ses som ett bidrag till punkt 6, *Översyn av Boverkets byggregler*, i regeringens bostadspolitiska 22-punktsprogram.

För att bärverk i stål ska uppfylla EKS krav på tillförlitlighet förutsätts dimensionering enligt eurokod 3 och utförande enligt SS-EN 1090-2. För bärverk i stål anges i EKS 10 att val av utförandeklass bör baseras på konsekvensklass enligt tabell C.1 i SS-EN 1993-1-1 samt på aktuell säkerhetsklass. Beträffande utförandekontroll anger EKS 10 att kontroll av utförande är ett villkor för all verifiering som inkluderar bärförmåga, och för stålkonstruktioner anges som allmänt råd att kontrollen beror av utförandeklass samt att SS-EN 1993-1-1, bilaga C bör tillämpas.

Då EKS endast kopplar samhällets krav på tillförlitlighet till risken för allvarliga personskador bör, i den mån utförandet påverkar bärförmågan, samhällets krav på utförandet relateras till aktuell säkerhetsklass enligt EKS snarare än till eurokodens konsekvensklass. Om byggherren vill ställa högre krav på utförandet på grund av att ett brott eller skada kan få stora ekonomiska konsekvenser eller för att man vill öka bärverkets livslängd kan eurokodens indelning i konsekvensklasser ge stöd för val av en högre utförandeklass.

Valet av utförandeklass har främst betydelse för svetsförband och förspända skruvförband. För statiskt belastade svets- och skruvförband ger ett utförande motsvarande EXC2 en tillräcklig säkerhet mot brott i förhållande till de krav på tillförlitlighet som ställs i EKS för bärverk i säkerhetsklass 2 och 3. Detsamma kan sägas om utmattningsbelastade förband förutsatt att kvalitetskraven för respektive förbandsklass i SS-EN 1993-1-9 är uppfyllda. För högt utnyttjade utmattningsbelastade svetsförband rekommenderas dock här ett utförande motsvarande EXC3. Beträffande utförandekontrollen är kraven för EXC2 tillräckliga för statiskt belastade bärverk i säkerhetsklass 2 och 3. För utmattningsbelastade bärverk kan det dock finnas skäl att ställa högre krav på kontrollernas omfattning. Ovanstående leder till att nivåer på utförande och kontroll enligt tabellen nedan kan anses uppfylla samhällets krav på säkerhet för bärverk i stål som dimensioneras enligt EKS.

*Rekommenderade nivåer på utförande och kontroll för bärverk i stål som dimensioneras enligt EKS, uttryckt som utförandeklass, EXC, enligt SS-EN 1090-2*

Säkerhetsklass enligt EKS	Typ av last	Utförandeklass, EXC	Kontroll, EXC
1	Statisk/kvasistatisk	1	1
1	Utmattning	2	2
2/3	Statisk/kvasistatisk	2	2
2/3	Utmattning, $U \leq 0,7$	2	3
2/3	Utmattning, $U > 0,7$	3	3

$U =$  utnyttjandegrad vid utmattning

Stöd för val av säkerhetsklass för byggnadsdelar i vanliga typer av byggnadsverk ges i EKS 10. För andra typer av stålbärverk så som torn och master, skorstenar, silor och cisterner finns råd om val av säkerhetsklasser i respektive del av eurokod 3 och i EKS 10.

# Innehåll

Sammanfattning .....	1
Innehåll.....	2
1 Bakgrund .....	3
2 Utförandeklasser enligt SS-EN 1090-2.....	6
3 Val av utförandeklasser enligt EKS och SS-EN 1993-1-1 .....	10
4 Val av utförandeklasser i andra länder som tillämpar EN 1993 och EN 1090-2 .....	12
5 Differentiering av byggnaders tillförlitlighet enligt EKS .....	13
6 Krav på utförande och kontroll enligt BSK 07 .....	16
7 Jämförelse mellan krav i BSK 07 och i SS-EN 1090-2 .....	19
8 Val av EXC för bärverk i stål som dimensioneras enligt EKS .....	20

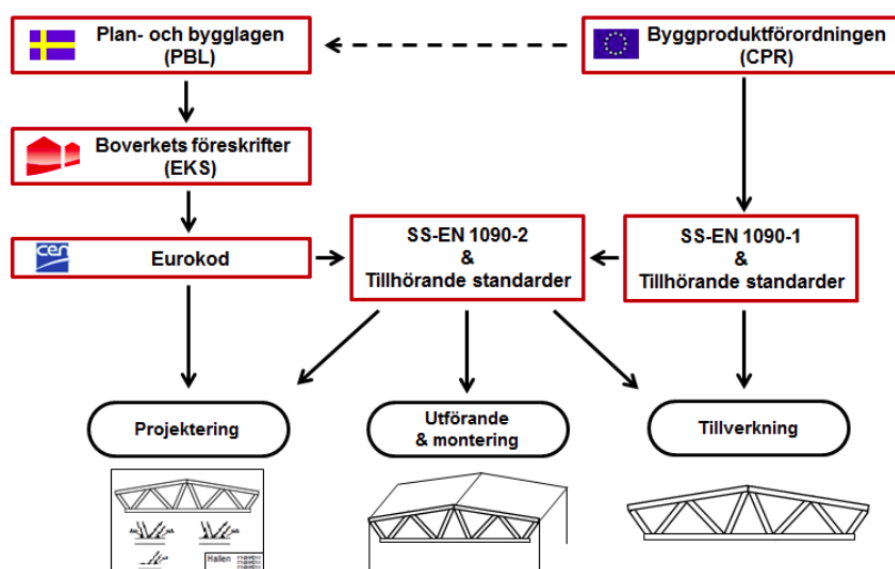
# 1 Bakgrund

I denna rapport redovisas resultatet av SBUF-projekt 13259, *Vägledning för val av utförandeklass för bärverk i stål*. Syftet med projektet har varit att ta fram en vägledning för val av utförandeklass för bärverk i stål ingående i byggnadsverk som faller under Boverkets myndighetsutövning. Arbetet har utförts av Ove Lagerqvist, ProDevelopment AB, på uppdrag av Sveriges Byggindustrier, med stöd av Tommy Grinde, TGR Teknikkonsult AB, och en referensgrupp bestående av Björn Mattsson, Boverket, Roger Persson, NCC Construction Sverige AB, Björn Uppfeldt, MVR, och Björn Åstedt, SBI.

Det regelverk som styr byggandet i Sverige har under de senaste åren genomgått stora förändringar. En förändring är att för byggprojekt med byggnämnan efter 2 maj 2011 ska bärande konstruktioner dimensioneras enligt Eurokoderna. För vissa regler i Eurokoderna finns dock möjligheter att göra ”nationella val” och därigenom anpassa reglerna till svenska förhållanden och traditioner. För de byggprojekt som faller under Boverkets myndighetsutövning samlats dessa ”nationella val” upp i *Boverkets föreskrifter och allmänna råd om tillämpning av de europeiska konstruktionsstandarderna* (EKS) som uppdateras löpande. Den nu gällande versionen kallas EKS 10.

Att införandet av Eurokoderna har lett till vissa negativa effekter på byggkostnaderna har bland annat påvisats i det tidigare genomförda SBUF-projekt 12928. En annan förändring är att Byggproduktförordningen (CPR) trädde i kraft 1 juli 2013, vilket innebar att ett generellt krav på CE-märkning för byggprodukter infördes.

För bärverk i stål ledde införandet av Eurokoderna (där Eurokod 3 med sina 20 delar ger dimensioneringsregler för bärverk i stål) även till införandet av en ny standard för utförande och kontroll, SS-EN 1090-2, vilket innebar stora förändringar i förhållande till det tidigare regelverket (i princip BSK 07), bland annat avseende utförande av svetsning och omfattningen av oförstörande provning. SS-EN 1090-2:s betydelse stärktes ytterligare (se figur 1.1) i och med att den harmoniserade standarden SS-EN 1090-1, som ger krav för CE-märkning av bärverk i stål, trädde i kraft 1 juli 2014. I de enkäter och intervjuer som gjordes inom ramen för SBUF-projekt 12928 var just införandet av standarden SS-EN 1090-2 den förändring som pekades ut som den mest kostnadsdrivande för bärverk i stål.



Figur 1.1 Illustration av det gällande regelverket för bärverk i stål

Av de regelverk och standarder som illustreras i figur 1.1 är det endast PBL och EKS som ”ägs” av Sverige. De övriga hanteras på europeisk nivå, där Sverige som ett relativt litet land ofta har begränsade möjligheter att påverka. För de europeiska standarderna (EN-standarderna) i figur 1.1 ligger ansvaret för utformning och innehåll hos olika kommittéer inom CEN. Det övergripande paraplyet för eurokoderna är CEN/TC250, där CEN/TC250/SC3 svarar för Eurokod 3, medan CEN/TC135 ansvarar för bland annat EN 1090-1 och 1090-2. Detta europeiska system bygger på att de enskilda medlemsländerna har nationella ”speglingsgrupper” som hanterar frågeställningarna inom respektive land. I Sverige har SIS tekniska kommitté TK188 ansvar för Eurokod 3 såväl som för 1090-standarderna.

I SS-EN 1090-2 styrs kraven på utförande och kontroll genom valet av utförandeklass (EXC, *execution class*). Fyra olika utförandeklasser kan väljas, där EXC1 har de lägsta kraven och EXC4 har de striktaste kraven. Vilken utförandeklass som ska tillämpas i det specifika fallet beror i princip av typ av belastning och konsekvenserna av ett felaktigt utförande. Valet av utförandeklass görs normalt under projekteringen och detta val påverkar i hög grad kraven på utförande och kontroll och därmed även de totala byggkostnaderna. Det största steget är mellan EXC2 och EXC3, där EXC3 bland annat innebär krav på fullständig spårbarhet för ingående produkter, att kraven på svetsansvarigs kompetens ökar från IWT (eller motsvarande) till IWE (eller motsvarande) och att kraven på omfattning av oförstörande provning av svetsar fördubblas jämfört med EXC2. Man kan också notera att kvalificerade svetsprocedurer enligt SS-EN ISO 15612 tillåts i EXC2, men inte i EXC3.

Det är svårt att med säkerhet fastställa i vilken omfattning byggkostnaderna kan påverkas av valet av utförandeklass, men en indikation ges av att det inom stålbyggnadsbranschen talas om att för en normal stålstomme innebär steget från EXC2 till EXC3 en kostnadsökning på 10 – 15 %.

Valet av utförandeklass styr dock inte endast kraven på utförande och kontroll, utan även vem som har rätt att utföra arbetet eftersom ”tillverkaren” (verkstaden, stålentreprenören etc) ska vara certifierad enligt SS-EN 1090-1 för rätt utförandeklass för att få utfärda en prestandadeklaration och CE-märka den aktuella komponenten eller bärverket. Certifieringen, liksom det fortsatta upprätthållandet av certifikatet, är kostsam för det enskilda företaget, och även dessa kostnader beror av vilken utförandeklass företaget är certifierad för.

På t ex MVR:s och SBI:s hemsidor redovisas listor/kartor på certifierade företag i Sverige, och här framgår att ca 550 företag var certifierade i februari 2016, varav 108 för utförandeklass 3 och 32 för utförandeklass 4. Av kartorna framgår även, som exempel, att det finns en stålverkstad i Norrland (i Hudiksvall) som är certifierad för utförandeklass 3 och en (i Piteå) som är certifierad för utförandeklass 4. Valet av utförandeklass har alltså stor betydelse för tillgången på utförare, särskilt utanför storstadsregionerna, vilket i sig kan ha betydelse för byggkostnaderna.

Bilden kompliceras ytterligare av att det för många praktiska tillämpningar fortfarande råder en osäkerhet inom branschen om vilken utförandeklass som ska väljas, och då kan det lätt hända att man i föreskrivande led tar det säkra före det osäkra och väljer en högre utförandeklass, vilket kan leda till onödigt höga tillverknings- och byggkostnader. På Boverket är man medveten om att det nuvarande regelverket är otydligt på denna punkt, men man anser sig inte ha resurser att göra något åt detta på egen hand. De tjänstemän som svarar för dessa frågor på Boverket har dock uttryckt att man gärna ser att man i samverkan med företrädare för berörda delar av byggsektorn tar fram en vägledning för val av utförandeklass som kan hänvisas till i det svenska regelverket.

Under arbetet med detta projekt har det framkommit att Boverket beslutat att ta fram sk vägledningstexter som syftar till att förtydliga och underlätta tolkningar av hur det regelverk som reglerar byggnader ska tillämpas. Dessa vägledningstexter är under utveckling och avses att publiceras på PBL Kunskapsbanken under våren 2017. Mot bakgrund av detta reviderades syftet med detta projekt till att vara att utveckla ett förslag till rekommenderade nivåer på utförande och kontroll för bärverk i stål som dimensioneras enligt EKS och som uppfyller samhällets krav på säkerhet, och som kan utgöra underlag för Boverkets kommande vägledningstext på denna punkt.

Slutligen beslutade regeringen sommaren 2016 om ett 22-punktsprogram med fokus på bostadsbyggandet, vars syfte kan beskrivas som att det ska leda till att det ska bli snabbare, enklare och billigare att bygga.

I programmet återfinns under rubriken *Sänkta byggkostnader* en punkt 6, *Översyn av Boverkets regler*, där det anges att ”en systematisk och grundlig översyn ska genomföras av i huvudsak bygg- och konstruktionsregler, men också av regler som gör det svårare, långsammare eller dyrare än nödvändigt att bygga. Vid översynen ska byggherrens möjligheter att i så stor utsträckning som möjligt utforma ändamålsenliga lösningar beaktas. Syftet med översynen är att modernisera och förenkla regelverket och samtidigt främja konkurrensen, utan att äventyra hälsa och säkerhet och ett långsiktigt hållbart byggande.”

Syftet med detta SBUF-projekt passar väl in under denna åtgärds punkt i 22-punktsprogrammet och resultatet kan ses som ett bidrag från byggindustrin till genomförandet av åtgärden.

## 2 Utförandeklasser enligt SS-EN 1090-2

I SS-EN 1090-2 används utförandeklasser (EXC = *Execution Class*) för att definiera vilka krav som gäller för utförandet för ett bärverk i stål. Utförandeklassen kan specificeras för en hel stålkonstruktion eller för en enskild del eller detalj. Fyra olika utförandeklasser, EXC1 till EXC4, tillämpas. EXC1 motsvarar klassen med de lägsta kraven medan EXC4 har de striktaste kraven.

Valet av utförandeklass styr många olika detaljkrav för utförandet. Hur detaljkraven varierar beroende på utförandeklass sammanfattas i SS-EN 1090-2, tabell A.3. De viktigaste och mest kostnadsdrivande variationerna kopplade till valet av utförandeklass berör utförande av svetsar. För skruvförband, och särskilt förspända skruvförband, anger SS-EN 1090-2 inga direkta utförandekrav som varierar beroende på utförandeklass, men det finns vissa andra utförandekrav som varierar beroende på utförandeklass och som kan ha betydelse för bärförmågan för ett förspänt skruvförband.

I SS-EN 1090-2 anges även krav på kontroll av utförandet, där de enda kontrollpunkter där kontrollens omfattning beror av aktuell utförandeklass är oförstörande provning av svetsning samt kontroll av förspända skruvförband.

### *Utförande av svetsar*

De krav som beror av aktuell utförandeklass i SS-EN 1090-2, kapitel 7, Svetsning, sammanfattas i tabell 2.1. Beträffande acceptanskriterier för svetsfel hänvisar SS-EN 1090-2, avsnitt 7.6, vidare till SS-EN ISO 5817, men med vissa undantag. Generellt gäller att ”felaktig fattningskant” (505) och ”mikrobindfel” (401) inte behöver beaktas och därutöver specificeras följande för de olika utförandeklasserna:

EXC1	Kvalitetsnivå D enligt SS-EN ISO 5817
EXC2	Kvalitetsnivå C enligt SS-EN ISO 5817, men kvalitetsnivå D accepteras för ”smältdike (5011, 5012), ”överlappning” (506), ”svetssträng utanför fog, tändmärke” (601) samt ”ändkrater” (2025)
EXC3	Kvalitetsnivå B
EXC4	Kvalitetsnivå B+, vilket motsvarar kvalitetsnivå B med vissa tilläggskrav enligt tabell 17 i SS-EN 1090-2

SS-EN ISO 5817 ger acceptanskriterier för kvalitetsnivå D till B för ett stort antal olika typer av diskontinuiteter och formavvikelser. För många typer av diskontinuiteter och formavvikelser är acceptanskriterierna lika för kvalitetsnivå C och B. För vissa diskontinuiteter och formavvikelser föreligger det dock skillnader i acceptanskriterierna. En sådan diskontinuitet är porbildning, där acceptanskriterierna för maximal omfattning av porer såväl som för storlek för enskild por är strängare för kvalitetsnivå B än för C. Denna diskontinuitet är av särskilt intresse för utmattningstillståndet, speciellt för högre förbandsklasser, då sprickbildning kan initieras i porerna.



Tabell 2.1 Krav för svetsning i SS-EN 1090-2, kapitel 7, som beror av aktuell utförandeklass

	EXC1	EXC2	EXC3	EXC4
Kapitel 7 - Svetsning				
Allmänt	EN-ISO 3834-4	EN-ISO 3834-3	EN-ISO 3834-2	EN-ISO 3834-2
Kvalificering av svetsmetoder	Inget krav	Se Tabell 7.1 och 7.2	Se Tabell 7.1 och 7.2	Se Tabell 7.1 och 7.2
Svetspersonal	Svetsare: EN 287-1 <sup>1)</sup> Operatör: EN 1418 <sup>2)</sup>	Svetsare: EN 287-1 <sup>1)</sup> Operatör: EN 1418 <sup>2)</sup>	Svetsare: EN 287-1 <sup>1)</sup> Operatör: EN 1418 <sup>2)</sup>	Svetsare: EN 287-1 <sup>1)</sup> Operatör: EN 1418 <sup>2)</sup>
Svetskoordination	Inget krav	Teknisk kunskap enligt Tabell 7.3 i EN 1090-2	Teknisk kunskap enligt Tabell 7.3 i EN 1090-2	Teknisk kunskap enligt Tabell 7.3 i EN 1090-2
Fogberedning	Inget krav	Inget krav	Fog fri från verkstadsgrundfärg	Fog fri från verkstadsgrundfärg
Tillfälliga infästningar	Inget krav	Inget krav	Tillåts om så anges Metod för eventuellt avlägsnande	Tillåts om så anges Metod för eventuellt avlägsnande
Häftsvetsar	Inget krav	Kvalificerad svetsmetod	Kvalificerad svetsmetod	Kvalificerad svetsmetod
Stumsvetsar: - Allmänt - Ensidig stumsvets	Inget krav	Start-/stopplåtar om föreskrivet.	Start-/stopplåtar om föreskrivet Rotstöd ska vara kontinuerlig	Start-/stopplåtar om föreskrivet Rotstöd ska vara kontinuerlig
Svetsutförande			Svetssprut avlägsnas	Svetssprut avlägsnas
Acceptanskriterier	EN ISO 5817 Kvalitetsklass D	EN ISO 5817 Generellt kvalitetsklass C	EN ISO 5817 Kvalitetsklass B	EN ISO 5817 Kvalitetsklass B+

<sup>1)</sup> Se även SS-EN ISO 3834-5:2015, tabell 1, som refererar till ISO 9606, ISO 14732 eller ISO 15618 beroende på svetsmetod

<sup>2)</sup> Se även SS-EN ISO 3834-5:2015, tabell 2, som refererar till ISO 14731

#### Utförande av förspända skruvförband

Utförandekrav för förspända skruvförband återfinns i kapitel 8, Mekaniska förband, i SS-EN 1090-2. I detta kapitel finns inga utförandekrav som varierar beroende på utförandeklass, vilket innebär att för förspända skruvförband ställer SS-EN 1090-2 inte krav på en noggrannhet i utförandet motsvarande en viss utförandeklass.

För förspända förband har dock hållkanternas och förbandsplåtarnas planhet betydelse för risken för att förspänningskraften sjunker över tid. De utförandekrav i SS-EN 1090-2 som kan ha betydelse för denna risk är krav på tjocklekstoleranser, ytbeskaffenhet samt på utförande av håltagning. Hur dessa utförandekrav varierar beroende på utförandeklass redovisas i tabell 2.2.

Av tabell 2.2 framgår att för tjocklekstoleranser gäller samma krav för EXC1 till EXC3 och ett striktare krav för EXC4. För ytbeskaffenhet är kraven lika för EXC1 till EXC4, men man kan föreskriva ett striktare krav för EXC3 och EXC4, och beträffande håltagning behöver stansade hål inte brotschas i EXC1 och EXC2 medan stansade hål i EXC3 och EXC4 ska brotschas om plättjockleken är större än 3 mm. För håltagning är dock kravet på brotskning i EXC3 och

EXC4 i praktiken inte relevant för förspända skruvförband då plättjocklekarna i sådana förband normalt är så tjocka att stansning knappast är aktuellt. Sammanfattningsvis leder frånvaron av utförandekrav som varierar beroende på utförandeklass i SS-EN 1090-2, kapitel 8, och informationen i tabell 2.2 till slutsatsen att avseende utförandekrav av betydelse för bärförmågan för förspända förband gäller samma krav för EXC1 till EXC3.

Tabell 2.2 Krav för tjocklekstoleranser och ytbeskaffenhet (kapitel 5) samt utförande av håltagning (kapitel 6) i SS-EN 1090-2 som beror av aktuell utförandeklass

	EXC1	EXC2	EXC3	EXC4
Kapitel 5 – Ingående produkter				
Tjocklekstoleranser	klass A <sup>1)</sup>	klass A <sup>1)</sup>	klass A <sup>1)</sup>	klass B <sup>1)</sup>
Ytbeskaffenhet	Plåt - klass A2 <sup>2)</sup> Stång – klass C1 <sup>3)</sup>	Plåt - klass A2 <sup>2)</sup> Stång – klass C1 <sup>3)</sup>	Striktare krav om så föreskrivs	Striktare krav om så föreskrivs
Kapitel 6 – Beredning och hopsättning				
Utförande av håltagning	Stansning tillåten	Stansning tillåten	Stansning med brotschning tillåten	Stansning med brotschning tillåten

<sup>1)</sup> Se SS-EN 10029

<sup>2)</sup> Se SS-EN 10163-2

<sup>3)</sup> Se SS-EN 10163-3

#### Kontroll av svetsar

Kontroll behandlas i SS-EN 1090-2, kapitel 12. För svetsar gäller att alla svetsar ska kontrolleras visuellt. Om ytfel upptäcks ska svetsytan kontrolleras med penetrant eller magnetpulver. För svetsar i EXC1 krävs normalt ingen oförstörande provning. För svetsar i EXC2 till EXC4 ska den kompletterande oförstörande provningen omfatta kontroll av ytfel eller inre fel i de fall det är lämpligt. Därutöver ska de fem första svetsförbanden som utförts enligt en ny WPS uppfylla vissa högre ställda krav.

Kraven på omfattning av oförstörande provning av svetsar framgår av tabell 24 i SS-EN 1090-2 vilken återges i tabell 2.3. Av tabell 2.3 framgår att provningens omfattning varierar beroende på aktuell utförandeklass och att man för kontroll av stumsvetsar skiljer på utnyttjande större respektive lägre än 50 %. De förband som kontrolleras ska väljas med stöd av bilaga C i SS-EN 12062 och med en minsta kontrollerad längd på 900 mm för aktuellt kontrollparti.

I EKS 10, Avd E, Kap 3.1.1, 1a §, har det dock införts ett allmänt råd som säger att om utförandekontrollen av de 10 första procenten av svetsarna, med omfattning enligt SS-EN 1090-2, inte uppvisar några brister i utförandet kan resterande svetsar kontrolleras i halva den omfattning som anges i SS-EN 1090-2. Om brister påvisas i den fortsatta kontrollen, reducerad i omfattning enligt ovan, ska kontrollen efter bristernas upptäckt göras i den omfattning som anges i SS-EN 1090-2. Beträffande omfattningen av oförstörande provning av svetsar har alltså en lättnad införts i EKS 10 jämfört med SS-EN 1090-2, men man bör notera att denna lättnad inte avser tillverkning i verkstad som faller under SS-EN 1090-1.

Tabell 2.3 Krav på omfattning av oförstörande provning av svetsar i SS-EN 1090-2 beroende på aktuell utförandeklass

Svetstyp <sup>a)</sup>	Verkstads- och montage-svetsar		
	EXC2	EXC3	EXC4
Tvärgående och partiella stumsvetsar utsatta för dragpåkänning <sup>b)</sup> : $U \geq 0,5$ $U < 0,5$	10 % 0 %	20 % 10 %	100 % 50 %
Tvärgående och partiella stumsvetsar i: korsförband T-förband	10 % 5 %	20 % 10 %	100 % 55 %
Tvärgående kälsvetsar utsatta för drag- eller skjuvpåkänning <sup>c)</sup> : med $a > 12$ mm eller $t > 20$ mm med $a \leq 12$ mm eller $t \leq 20$ mm	5 % 0 %	10 % 5 %	20 % 10 %
Längsgående svetsar och svetsar vid avstyvningar	0 %	5 %	10 %

- a) Med längsgående svetsar avses de svetsar som löper parallellt med kraftkomponenten. Alla övriga svetsar betraktas som tvärgående svetsar.
- b)  $U$  = svetsens utnyttjandegrad vid kvasistatisk last.  $U = E_d/R_d$  där  $E_d$  är den största lasteffekten som verkar på svetsen och  $R_d$  är svetsens bärförmåga i brottgränstillståndet.
- c) beteckningarna  $a$  och  $t$  avser kälsvetsens  $a$ -mått respektive den största tjockleken på anslutande delar.

#### Kontroll av förspända skruvförband

För skruvförband gäller enligt SS-EN 1090-2, kapitel 12, att alla förband, icke förspända såväl som förspända, ska kontrolleras visuellt efter montering och injustering av bärverket. För förspända förband ska den visuella kontrollen göras innan förspänningen genomförs och om friktion utnyttjas i förbanden ska friktionsytorna kontrolleras visuellt i samband med hopsättningen.

För förspända förband i EXC2 till EXC4 gäller även att förfarandet vid åtdragningen ska kontrolleras och om åtdragning görs med en metod som förutsätter momentnyckel ska momentnyckelns kalibreringsbevis kontrolleras mot de noggrannhetskrav som anges i SS-EN 1090-2, avsnitt 8.5. Därutöver anger SS-EN 1090-2 relativt detaljerade krav för utförande och omfattning av kontroll av förspända skruvförband samt åtgärder vid avvikelser som beror av åtdragningsmetod och utförandeklass och som sammanfattas i tabell 2.4.

Tabell 2.4 Krav på omfattning av kontroll av förspända förband i SS-EN 1090-2 beroende på aktuell utförandeklass

Åtdragningsmetod	EXC 2	EXC3	EXC 4
Kombinerade metoden, efter 1:a steget	-	5%	5%
Kombinerade metoden, efter 2:a steget	5%	10%	10%
Momentmetoden	5%	10%	10%
Med spänningsindikator, (DTI)	5%	10%	10%

### 3 Val av utförandeklasser enligt EKS och SS-EN 1993-1-1

I EKS 10, Avd B, Kap 0, 2 §, anges att byggnadsverksdelar kan indelas i utförandeklasser för att styra utförandet och omfattningen av kontroll och dokumentation samt att detta kan göras med ledning av säkerhetsklasser, geotekniska klasser och konsekvensklasser.

För bärverk i stål anges i EKS 10, Avd E, Kap 3.1.1, 19 §, att val av utförandeklass bör baseras på konsekvensklass enligt tabell C.1 i SS-EN 1993-1-1:2005/A1:2014 (se tabell 3.1), samt på aktuell säkerhetsklass.

Tabell 3.1 Val av utförandeklass (EXC) enligt SS-EN 1993-1-1:2005/A1:2014, tabell C.1

Säkerhetsklass (RC) eller Konsekvensklass (CC)	Typ av belastning	
	Statisk, kvasistatisk, seismisk DCL <sup>a</sup>	Utmattnings <sup>b</sup> eller seismisk DCM eller DCH <sup>a</sup>
RC3 eller CC3	EXC3 <sup>c</sup>	EXC3 <sup>c</sup>
RC2 eller CC2	EXC2	EXC3
RC1 eller CC1	EXC1	EXC2

<sup>a</sup> Seismiska duktilitetsklasser definieras i EN 1998-1: Låg = DCL; Normal = DCM; Hög = DCH.  
<sup>b</sup> Se EN 1993-1-9.  
<sup>c</sup> EXC4 kan föreskrivas för bärverk med extrema konsekvenser vid brott.

Konsekvensklass är ett begrepp som införts i och med eurokoderna och som i SS-EN 1991-1-7 definieras som ”klassificering av konsekvenserna av ett brott eller en felaktig funktion hos bärverket”. Av SS-EN 1990, bilaga B, som enligt EKS 10 inte får tillämpas i Sverige för differentiering av byggnadsverks tillförlitlighet, kan man dra slutsatsen att indelningen i konsekvensklasser avser att täcka in risk för dödsfall såväl som risk för ekonomiska, samhälleliga och miljöbetingade konsekvenser av ett brott eller skada.

Om man avser att välja utförandeklass baserat på aktuell konsekvensklass ges viss vägledning i EKS 10, Avd C, Kap 1.1.7, 5 §, där man anger att för klassificering av byggnader ska tabell A.1 (se tabell 3.2) i SS-EN 1991-1-7, bilaga A, användas. Denna tabell täcker ”vanliga” byggnader, men ger inte så mycket vägledning för val av konsekvensklasser för andra typer av bärverk. Utöver i SS-EN 1993-4-1 (Silor) och i SS-EN 1993-4-2 (Cisterner) återfinns inte heller vägledning om val av konsekvensklasser i andra delar av eurokoden.

Tabell 3.2 Indelning i konsekvensklasser enligt SS-EN 1991-1-7, bilaga A, tabell A.1

Konsekvensklass	Exempel på indelning efter byggnadstyp och användning
1	<p>Enfamiljshus i högst fyra våningar. Lantbruksbyggnader. Byggnader som människor sällan vistas i, förutsatt att ingen del av byggnaden är placerad närmare än halva byggnadshöjden från en annan byggnad eller yta där människor vistas.</p>
2a Lågriskgrupp	<p>Enfamiljshus i fem våningar. Hotell i högst fyra våningar. Flerbostadshus eller andra byggnader avsedda för boende i högst fyra våningar. Kontorsbyggnader i högst fyra våningar. Industribyggnader i högst tre våningar. Butiksdelar i högst tre våningar och med en golvarea som inte överstiger 1 000 m<sup>2</sup> per våning. Alla byggnader i högst två våningar som allmänheten har tillträde till och med en golvarea som inte överstiger 2 000 m<sup>2</sup> per våning.</p>
2b Högriskgrupp	<p>Hotell och flerbostadshus eller andra byggnader avsedda för boende i fem till femton våningar. Byggnader avsedda för undervisning i två till femton våningar. Butikslokaler i fyra till femton våningar. Sjukhus i högst tre våningar. Kontorsbyggnader i fem till femton våningar. Alla byggnader som allmänheten har tillträde till och som har 2 000 till 5 000 m<sup>2</sup> golvarea per våning. Parkeringshus i högst sex våningar.</p>
3	<p>Alla byggnader enligt ovan som överskrider begränsningarna för golvarea och antal våningar. Byggnader med stora samlingslokaler. Arenor för minst 5 000 åskådare. Byggnader som rymmer farligt gods eller riskfyllda processer.</p>

## 4 Val av utförandeklasser i andra länder som tillämpar EN 1993 och EN 1090-2

I SS-EN 1993-1-1:2005/A1:2014 lämnas det öppret som ett nationellt val om tabell C.1 (se tabell 3.1) i standarden bör gälla, om valet av utförandeklass ska baseras på säkerhetsklasser (RC) eller konsekvensklasser (CC) samt om valet ska baseras på typ av bärverk. Inom ramen för detta projekt har nationella val från 10 länder samlats in och sammanställts (se tabell 4.1) och analyserats.

Tabell 4.1 Sammanfattning av nationella val i tio olika länder

Land	Nationellt val C.2.2 (3)		
	RC eller CC	Typ av bärverk	Tabell C.1
Belgien	CC förutom för torn, master och skorstenar	NDP	X
Danmark	CC	NC	NDP (tabell C.1 något modifierad)
Finland	CC	NC	X
Frankrike	Val av EXC baseras på principerna i EN 1090-2, bilaga B CC baseras på EN 1991-1-7, tabell A.1, men mer detaljerat		
Irland	RC eller CC	NC	NDP (tabell C.1, men EXC2 är minnivå)
Storbritannien	RC eller CC	NDP	NDP (I princip baserat på tabell C.1 men EXC1 rekommenderas ej.)
Sverige	CC, men ta även hänsyn till aktuell RC	NC	X
Tjeckien	CC är att föredra, val baserat på RC måste motiveras	NC	X (val baserat på tabell C.1 accepteras)
Tyskland	Val av EXC1 – EXC4 baseras på en lista med exempel på byggnadsverk/bärverk, typ av lastfall och konsekvenser av brott		
Ungern	NC	NC	X

X: Rekommendationen i EN 1993-1-1, bilaga C tillämpas

NDP: Ett nationellt val har gjorts istället för rekommendationen i EN 1993-1-1, bilaga C

NC: Kommenteras ej i den nationella bilagan

Av tabell 4.1 framgår att Frankrike och Tyskland tillämpar system för val av EXC som avviker från SS-EN 1993-1-1:2005/A1:2014, bilaga C. Övriga åtta länder tillämpar bilaga C. Fem av åtta länder tillämpar tabell C.1 enligt bilaga C utan omskrivningar. Vissa länder baserar valet av EXC enbart på aktuell konsekvensklass, medan andra länder tillämpar någon form av kombination av konsekvensklass och säkerhetsklass.

Efter att ha analyserat den sammanställda informationen blev projektgruppens slutsats att av de olika ländernas sätt att hantera valet av utförandeklass vore den tyska modellen med en exempel-lista att föredra eller alternativt att utveckla en tabell baserat på tabell C.1 i bilaga C (figur 3.1), men bättre anpassad till den svenska modellen för hantering av bärverks säkerhet och tillförlitlighet. Då det är svårt att göra en uttömmande och heltäckande exempellista beslöt projektgruppen att välja det andra alternativet och utveckla en tabell baserad på figur 3.1, men där valet av utförandeklass beror av de svenska säkerhetsklasserna, som sedan lång tid är ett välkänt och inarbetat begrepp inom den svenska byggsektorn.

## 5 Differentiering av byggnaders tillförlitlighet enligt EKS

Enligt EKS 10, Avd A, 6 §, ska byggnadsverk och byggnadsverksdelar med tillräcklig tillförlitlighet ha en bärförmåga som är lika med eller större än lasteffekten under byggnadsverkets användningstid samt under uppförandet.

EKS krav på tillförlitlighet uttrycks med hjälp av ett säkerhetsindex,  $\beta$ , som för brottgränstillstånd indelas i tre olika nivåer kallade säkerhetsklass 1, 2 respektive 3 beroende på risken för allvarliga personskador. Till skillnad från eurokodens konsekvensklasser är EKS säkerhetsklasser alltså endast relaterade till risken för personskador.

Byggnadsverksdelar där brott endast medför liten risk för allvarliga personskador hänförs till säkerhetsklass 1 medan byggnadsverksdelar hänförs till säkerhetsklass 2 om brott innebär någon risk för allvarliga personskador och till säkerhetsklass 3 om brott innebär stor risk för allvarliga personskador. I EKS 10, Avd A, 10 – 13 §§, finns vägledande exempel på indelning i säkerhetsklasser för olika byggnadsdelar i flera olika typer av vanligt förekommande byggnadsverk.

För mer ovanliga bärverk i stål kan man hitta vägledning för val av säkerhetsklasser i olika delar av eurokod 3 samt genom de nationella val som anges i EKS 10. För torn och master och för skorstenar återfinns rekommendationer för indelning i säkerhetsklasser i SS-EN 1993-3-1 respektive SS-EN 1993-3-2 (se tabell 5.1 respektive 5.2). För silor och för cisterner ges rekommendationer för indelning i konsekvensklasser i SS-EN 1993-4-1 respektive SS-EN 1993-4-2 (se tabell 5.3 respektive 5.4), men här anger EKS 10 (Avd E, Kap 3.4.1, 2 § respektive Kap 3.4.2, 3 §) att de rekommenderade indelningarna i konsekvensklasser kan användas som vägledning för val av säkerhetsklass.

Tabell 5.1 Indelning i säkerhetsklasser för torn och master enligt SS-EN 1993-3-1, bilaga A, tabell A.1

Säkerhetsklass	
3	Torn och master i stadsmiljö eller där brott sannolikt orsakar skador eller förlust av liv Torn och master som används för väsentlig telekommunikation Andra stora konstruktioner där konsekvenserna av ett brott sannolikt skulle bli mycket höga
2	Alla torn och master som inte kan definieras som klass 1 eller 3
1	Torn och master på obemannade platser i öppet landskap Torn och master som sannolikt inte orsakar skada på människor vid brott

Tabell 5.2 Indelning i säkerhetsklasser för skorstenar enligt SS-EN 1993-3-2, bilaga A, tabell A.1

Säkerhetsklass	
3	Skorstenar som är uppförda på strategiska ställen, som t ex vid kärnkraftsanläggningar eller i tätbefolkad stadsbebyggelse Större skorstenar i bemannade industriområden där en kollaps skulle resultera i stora ekonomiska och sociala konsekvenser
2	Alla vanliga skorstenar i industriområden eller i områden som inte kan härledas till klass 1 eller 3
1	Skorstenar i områden utanför stadsbebyggelse där en eventuell kollaps inte medför någon åverkan eller skada Skorstenar som är lägre än 16 m i obefolkade områden

Tabell 5.3 Indelning i konsekvensklasser för silor enligt SS-EN 1993-4-1, tabell 2.1 – Kan enligt EKS 10 användas som kompletterande vägledning för val av säkerhetsklass med konsekvensklasser likställda med säkerhetsklasser

Konsekvensklass	
3	Silor som byggs på mark eller bärs av en kontinuerlig kjol som sträcker sig till marken med kapacitet större än 5 000 ton Punktupplagda silor med kapacitet större än 1 000 ton Silor med kapacitet större än 200 ton, i vilka någon av följande dimensioneringssituationer uppstår: a) excentrisk tömning b) lokal koncentrerad last c) osymmetrisk fyllning
2	Samtliga silor som omfattas av denna standard och inte placeras i en annan klass
1	Silor med kapacitet mellan 100 och 10 ton

Tabell 5.4 Indelning i konsekvensklasser för cisterner enligt SS-EN 1993-4-2, 2.2(3) – Kan enligt EKS 10 användas som kompletterande information för val av säkerhetsklass med tillägget att storleksgränsen för konsekvensklass 3 är volym  $\geq 50 \text{ m}^3$

Konsekvensklass	
3	Cisterner avsedda för giftiga eller explosiva vätskor eller gaser i vätskeform Stora cisterner i urbana områden avsedda för brandfarliga vätskor eller vätskor som kan förorena vatten
2	Normalstora cisterner i urbana områden avsedda för brandfarliga vätskor eller vätskor som kan förorena vatten
1	Cisterner avsedda för jordbruksprodukter eller vatten

I EKS 10, Avd A, 39 §, anges att vid dimensionering och uppförande av byggnadsverk ska sådana europastandarder (eurokoder) som anges i 41 § användas för att verifiera bärförmåga, stadga och beständighet. I eurokoderna finns det vissa möjligheter till nationella val, bl a avseende parametrar kopplade till säkerhet så som t ex värden för partialkoefficienter. För bärverk som dimensioneras enligt EKS anges dessa nationella val i EKS. För bärverk i stål hänvisar EKS i 41 § till arton delar av eurokod 3, där SS-EN 1993-1-1 är den grundläggande och viktigaste delen. För samverkanskonstruktioner i stål och betong hänvisas till två delar av eurokod 4, SS-EN 1994-1-1 och SS-EN 1994-1-2.

Dimensioneringsreglerna i SS-EN 1993 (och för stål i SS-EN 1994) förutsätter i sin tur ett utförande enligt SS-EN 1090-2. I SS-EN 1993-1-1:2005/A1:2014 har det även lagts till en ”princip” som säger att med avseende på tillämpningen av SS-EN 1090-1 och SS-EN 1090-2 ska utförandeklasser väljas i enlighet med bilaga C i SS-EN 1993-1-1:2005/A1:2014.

SS-EN 1993-1-9 är den del av eurokod 3 som ger regler för dimensionering av bärförmågan med hänsyn till utmattning. Utmattningshållfastheten för en bärverksdel eller konstruktionsdetalj är starkt beroende av dess utformning och i SS-EN 1993-1-9, tabell 8.1 till 8.10, redovisas sk ”förbandsklasser” för olika konstruktionsdetaljer, varav ett antal avser svetsade konstruktioner och ett antal avser skruvförband. I dessa tabeller redovisas även kompletterande kvalitetskrav som är avsedda att säkerställa utmattningshållfastheten för respektive konstruktionsdetalj. I SS-EN 1993-1-9, 1.1 (3), anges att reglerna i standarden är tillämpbara på bärverk där utförandet överensstämmer med SS-EN 1090 samt (som en ANM under stycket) att i förekommande fall anges kompletterande krav i tabellerna med förbandsklasser.



För att bärverk i stål ska uppfylla EKS krav på tillförlitlighet förutsätts alltså dimensionering enligt eurokod 3 och utförande enligt SS-EN 1090-2. För utmattningsbelastade konstruktionsdetaljer tillkommer även att de kompletterande krav som anges i SS-EN 1993-1-9, tabell 8.1 till 8.10 ska vara uppfyllda.

Beträffande utförandekontroll anger EKS 10, Avd A, 7 §, att kontroll av utförande enligt 27 § är ett villkor för all verifiering som inkluderar bärförmåga, och i 27 § anges som allmänt råd att för stålkonstruktioner är utförandekontrollen beroende av aktuell utförandeklass samt att SS-EN 1993-1-1, bilaga C bör tillämpas.

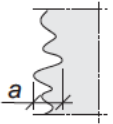
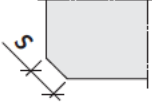
## 6 Krav på utförande och kontroll enligt BSK 07

I de tidigare svenska byggreglerna gavs regler för stålkonstruktioner i Boverkets handbok om stålkonstruktioner, BSK 07. Med hänsyn till noggrannheten vid utförandet indelade BSK 07 stålkonstruktioner i utförandeklasserna GA, GB och GC (se figur 6.1). För utmattningsbelastade konstruktioner förutsatte de karakteristiska utmattningshållfastheterna för olika förbandsklasser utförandeklass GA eller GB.

Skärklasserna Sk 1 till Sk 3 i figur 6.1 avsåg krav på termiskt skurna ytor enligt figur 6.2 och för svetsklasserna i figur 6.1 gällde kvalitetskrav enligt figur 6.3. Av figur 6.1, 6.2 och 6.3 framgår att svetsförband som uppfyllde kvalitetskrav motsvarande kvalitetsnivå C enligt SS-EN ISO 5817 och kraven för skärklass 2 var av tillräckligt god kvalitet för att klara utförandekraven även för utmattningsbelastade konstruktioner.

Utförande-klass	Lägsta skär-klass enligt ta-bell 8:13	Lägsta svets-klass enligt tabell 8:14	Förutsättningar beträffande yttre form och diskontinuiteter <sup>1</sup>
GA	Sk3	WB	Diskontinuiteter, som valsfel, slagmärken, intryckning av lyftdon, frätgropar o.d. tillåts inte.  Geometriska anvisningar som stör avsett spänningsflöde får inte förekomma. Ändringar av godstjocklek eller tvärsnitt utformas med mjuka övergångar
GB	Sk2	WC	Skarpa diskontinuiteter tillåts inte.  Stora geometriska anvisningar som stör avsett spänningsflöde får inte förekomma. Ändringar av godstjocklek eller tvärsnitt utformas med mjuka övergångar
GC	Sk1	WC	Samma som för GB, första stycket, dock behöver mindre diskontinuiteter inte avlägsnas, t.ex. mindre ytflagor, repmärken, märken efter lyftdon.

Figur 6.1 Indelning i utförandeklasser enligt BSK 07, tabell 8:12

Skärklass	Största räffeldjup, mm <sup>1</sup>	Krav på fria kanter <sup>2</sup>
		
Sk1	1,0	Kanter skall vara fria från slagg och smältdroppar
Sk2	0,3	Kanter skall vara fria från slagg och smältdroppar samt vara gradade
Sk3	0,2	Kanter skall bearbetas till $s \geq 2$ mm

Figur 6.2 Indelning i skärklasser enligt BSK 07, tabell 8:13

Svetsklass	Kvalitetskrav <sup>1</sup>
WA	Enligt SS-EN ISO 5817:2007 <sup>2,3,4,5</sup> , klass B, med tilläggskravet att svetsens kritiska fattningskanter behandlas på lämpligt sätt, t.ex. slipas med roterande fil eller TIG-behandlas, till en mycket jämn övergång såväl mot grundmaterialet som mellan enskilda svetssträngar. Med <i>mycket jämn</i> förstås en rundad övergång med radie motsvarande minst 4 mm. Med <i>kritiska fattningskanter</i> förstås såväl kanter mot grundmaterialet som mellan enskilda svetssträngar.
WB	Enligt SS-EN ISO 5817:2007 <sup>2,3,4</sup> , klass B. Eventuella oregelbundenheter i eller intill svetsens fattningskanter behandlas på lämpligt sätt, t.ex. slipas, så att kravet på jämn övergång såväl mot grundmaterialet som mellan enskilda svetssträngar uppfylls för svetsen i sin helhet. Med jämn övergång förstås en rundad övergång utan skarp fattningskant.
WC	Enligt SS-EN ISO 5817:2007 <sup>2,3,4</sup> , klass C. Fattningskanter med $\alpha$ enligt figur 8:14 uppfyller det krav på jämn övergång som anges för diskontinuitet nr 1.7 – 1.9, 1.14 och 1.17 och gäller såväl mot grundmaterialet som mellan enskilda svetssträngar.

Figur 6.3 Indelning i svetsklasser enligt BSK 07, tabell 8:14

I BSK 07 indelades utförandekontrollen i grundkontroll och tilläggskontroll, där grundkontrollen omfattade den generella kontrollen av material, produkter och arbetsutförande och tilläggskontrollen den kompletterande projektspecifika kontroll som förutsattes anges i en kontrollplan.

För kontroll av svetsförband angav BSK 07 att grundkontrollen bör omfatta

- visuell kontroll av fogberedning,
- visuell kontroll och vid behov mätning av svetsars yta och form,
- mätning av kälsvetsars a-mått,
- kontroll av att utförandet i övrigt överensstämmer med BSK 07, avsnitt 8:4 samt
- kontroll av kompetensen hos den som utför svetsarbeten enligt BSK 07, avsnitt 8:46.

Tilläggskontroll av svetsförband borde enligt BSK 07, avsnitt 9:73, omfatta 100 % visuell kontroll av ytor hos konstruktionsdelar i utförandeklass GA och GB medan lämpliga riktvärden för GC angavs till 25 % av svetslängden i säkerhetsklass 3 och 10 % i säkerhetsklass 2, oförstörande provning i viss omfattning samt eventuell annan kontroll (t ex förprovning vid utnyttjande av inträngning vid kälsvetsar, kontroll av täthet om särskilda krav ställts etc).

För oförstörande provning av svetsar angavs i BSK 07, avsnitt 9:732, att detta bör utföras vid förband med större utnyttjandegrad än 0,70 vid icke utmattningsbelastade konstruktioner och med större utnyttjandegrad än 0,50 vid utmattningsbelastade konstruktioner. Minsta omfattning av oförstörande provning av svetsar enligt BSK 07 framgår av figur 6.4. Tabellens värden avser den kontrollerade svetslängden uttryckt i procent av den svetslängd som har den angivna utnyttjandegraden. För svetsförband utförda på byggsplats rekommenderade BSK 07 att omfattningen fördubblas jämfört med figur 6.4.

Utförandeklass	Svetsklass	Säkerhetsklass	
		3	2
GA	WA	50	25
	WB	25	10
GB	WA och WB	25	10
	WC	10	10
GC	WA-WC	10	10

Figur 6.4 Minsta omfattning av oförstörande provning av svets uttrycket i % av en svetslängd med utnyttjandegrad  $\geq 0,70$  för icke utmattningsbelastade konstruktioner och  $\geq 0,50$  för utmattningsbelastade konstruktioner enligt BSK 07, tabell 9:732

För förspända skruvförband återfinns i BSK 07 inga detaljerade utförandekrav motsvarande utförandekraven för svetsförband. Däremot återfinns råd för grundkontroll och tilläggskontroll av skruvförband.

För grundkontroll av skruvförband angav BSK 07 att den bör omfatta kontroll av att

- fästelementens typ, märkning, antal och placering överensstämmer med konstruktionsritningen,
- vid friktionsförband, klass S3 och S3(grov), förbandets delar efter den förberedande åtdragningen har erforderlig planhet och god anliggning samt
- att utförandet i övrigt stämmer med föreskrifterna för utförande i BSK 07, avsnitt 8:5.

Den objektsanpassade tilläggskontroll som berör skruvförband borde enligt BSK 07 omfatta ”stickprovskontroll” av passning mellan skruvar och hål i passförband samt kontroll av förspänningsförfarande vid högt förspända förband. Det finns dock ingen mer detaljerad information om hur kontrollen av förspända förband borde utföras eller om rekommendationer om kontrollens omfattning.

## 7 Jämförelse mellan krav i BSK 07 och i SS-EN 1090-2

Indelningen i skärklasser (Sk) i BSK 07 kan jämföras med kraven på snittytors kvalitet i SS-EN 1090-2, tabell 9. Där anges ”område 4” som krav för medelprofildjupet  $R_{z5}$  för EXC2 och EXC3 och ”område 3” för EXC4. Enligt SS-EN ISO 9013 är kravet för ”område 4” att  $R_{z5}$  inte får överstiga  $0,11 + 0,0018t$ , där  $t$  är arbetsstyckets tjocklek, och för ”område 3”  $0,07 + 0,0012t$ . En jämförelse med kravet för Sk 2 i figur 6.2 visar att kravet för EXC2 och EXC3 i SS-EN 1090-2 är strängare än kravet för Sk 2 för arbetsstycken upp till ca 105 mm tjocklek och för EXC 4 upp till ca 190 mm tjocklek.

Beträffande utförande av svetsförband leder den information som kan hämtas från BSK 07 till slutsatsen att då BSK 07 tillämpades ansågs samhällets krav på säkerhet vara uppfyllda även för utmattningsbelastade svetsar om utförandet uppfyllde kvalitetskrav motsvarande kvalitetsnivå C enligt SS-EN ISO 5817 och kravet på medelprofildjup  $R_{z5}$  för område 4 enligt SS-EN ISO 9013. Övergången från BSK 07 till eurokod 3 medförde inga förändringar i synen på förbandsklassernas utmattningshållfasthet, vilket gör att man kan utgå från att de utförandekrav som gällde för BSK 07 även borde räcka idag för att svetsförbanden ska uppfylla samhällets krav på säkerhet.

I SS-EN 1090-2, avsnitt 7.6, anges acceptanskriterier för svetsfel enligt EN ISO 5817, och här framgår att EXC2 motsvarar kvalitetsnivå C, förutom för ”smältdike (5011, 5012), ”överlappning” (506), ”svetssträng utanför fog, tändmärke” (601) och ”ändkrater” (2025) för vilka kvalitetsnivå D accepteras. Ingen av dessa avvikelser från kvalitetsnivå C har någon nämnvärd betydelse för svetsförbandets bärförmåga. Detta gäller även för utmattningsbelastade förband så länge de kompletterande kraven för respektive förbandsklass i SS-EN 1993-1-9 är uppfyllda. Därmed kan de utförandekrav för utförandeklass GB som ställdes i BSK 07 anses motsvara kraven för EXC2 i SS-EN 1090-2.

Beträffande oförstörande provning av svetsar ansågs i BSK 07 att en omfattning motsvarande 10 % var tillräcklig för svetsklass WC för både säkerhetsklass 2 och 3, men för svetsar utförda på byggsplats rekommenderades att omfattningen fördubblades. För oförstörande provning av svetsar är det svårt att göra en direkt jämförelse med kraven i SS-EN 1090-2 då den rekommenderade omfattningen i BSK 07 avsåg procent av svetslängd belastad över en viss utnyttjandegrad medan SS-EN 1090-2 anger att minsta kontrollerad längd ska vara 900 mm för aktuellt kontrollparti och i övrigt hänvisar till SS-EN 12062, bilaga C. I de allra flesta fall bör dock kraven i SS-EN 1090-2 leda till en betydligt mer omfattande oförstörande provning än enligt BSK 07 redan för EXC2.

För förspända skruvförband kan man konstatera att kraven för utförande såväl som för kontroll är tydligare och betydligt mer detaljerade i SS-EN 1090-2 än de var i BSK 07 och att utförandekraven i SS-EN 1090-2 i praktiken är oberoende av utförandeklass för EXC1 till EXC3 medan det föreligger skillnader i kontrollomfattning beroende av utförandeklass. Beträffande utförandekraven finns det inget skäl att anta att ett utförande enligt kraven i SS-EN 1090-2 leder till lägre säkerhet för förspända skruvförband än de utförandekrav som gällde enligt BSK 07. Då BSK 07 inte angav några tydliga rekommendationer om kontrollutförande eller kontrollomfattning för förspända skruvförband ligger det nära tillhands att hävda att kraven i SS-EN 1090-2 på utförande och omfattning av kontroll bör innebära en minst lika hög säkerhet redan om kraven för EXC2 tillämpas.

Sammanfattningsvis kan man konstatera att med avseende på EKS krav på tillförlitlighet svarar ett utförande enligt EXC2 i SS-EN 1090-2 väl mot de utförandekrav som gällde enligt BSK 07 för svetsförband såväl som för förspända skruvförband. Detsamma gäller kraven på kontrolleras utförande och omfattning. Det kan dock finnas orsak att skilja på kontrollomfattning för statiskt belastade respektive utmattningsbelastade förband och därför föreslås här kontrollomfattning motsvarande EXC2 för statiskt belastade förband i säkerhetsklass 2 och 3 och kontrollomfattning motsvarande EXC3 för utmattningsbelastade förband i säkerhetsklass 2 och 3.

## 8 Val av EXC för bärverk i stål som dimensioneras enligt EKS

För att bärverk i stål ska uppfylla EKS krav på tillförlitlighet förutsätts dimensionering enligt eurokod 3 och utförande enligt SS-EN 1090-2. För utmattningsbelastade konstruktionsdetaljer tillkommer även att de kompletterande krav som anges i SS-EN 1993-1-9, tabell 8.1 till 8.10 ska vara uppfyllda. För bärverk i stål anges i EKS 10, Avd E, Kap 3.1.1, 19 §, att val av utförandeklass bör baseras på konsekvensklass enligt tabell C.1 i SS-EN 1993-1-1:2005/A1:2014, samt på aktuell säkerhetsklass. Beträffande utförandekontroll anger EKS 10, Avd A, 7 §, att kontroll av utförande enligt 27 § är ett villkor för all verifiering som inkluderar bärförmåga, och i 27 § anges som allmänt råd att för stålkonstruktioner är utförandekontrollen beroende av aktuell utförandeklass samt att SS-EN 1993-1-1, bilaga C bör tillämpas.

Då EKS endast kopplar samhällets krav på tillförlitlighet till risken för allvarliga personsador bör, i den mån utförandet påverkar bärförmågan, samhällets krav på utförandet relateras till aktuell säkerhetsklass enligt EKS snarare än till eurokodens konsekvensklass. Om byggherren vill ställa högre krav på utförandet på grund av att ett brott eller skada kan få stora ekonomiska konsekvenser eller för att man vill öka bärverkets livslängd kan eurokodens indelning i konsekvensklasser ge stöd för val av en högre utförandeklass.

Valet av utförandeklass har främst betydelse för utförande och kontroll av svetsförband och förspända skruvförband. För statiskt belastade svets- och skruvförband ger ett utförande motsvarande EXC2 i SS-EN 1090-2 en tillräcklig säkerhet mot brott i förhållande till de krav på tillförlitlighet som ställs i EKS för säkerhetsklass 2 och 3. Detsamma kan sägas om utmattningsbelastade förband förutsatt att kvalitetskraven för respektive förbandsklass i SS-EN 1993-1-9 är uppfyllda. För utmattningsbelastade svetsförband finns det dock vissa skillnader i utförande mellan EXC2 och EXC3 som kan ha betydelse för bärförmågan och vars inverkan ännu inte med säkerhet går att klarlägga. Därför föreslås här, i enlighet med rekommendationen i SBI:s publikation 195, *Traverskeranbana*, EXC3 om utnyttjandegraden för spänningsvidden vid utmattning är högre än 70 %.

Detta leder till att utförandeklasser enligt tabell 6.1 kan anses uppfylla samhällets krav på säkerhet för bärverk i stål som dimensioneras enligt EKS. För utmattningsbelastade bärverk i säkerhetsklass 2 och 3 bör dock kontrollens omfattning alltid motsvara EXC3 eftersom den lättnad av kontrollen av svetsförband som medges i EKS 10, Avd E, Kap 3.1.1, 1a §, annars skulle kunna leda till en mindre omfattning av oförstörande provning än vad som tillämpades i BSK 07.

Tabell 6.1 Rekommenderade nivåer på utförande och kontroll för bärverk i stål som dimensioneras enligt EKS, uttryckt som utförandeklass, EXC, enligt SS-EN 1090-2

Säkerhetsklass enligt EKS	Typ av last	Utförandeklass, EXC	Kontroll, EXC
1	Statisk/kvasistatisk	1	1
1	Utmattning	2	2
2/3	Statisk/kvasistatisk	2	2
2/3	Utmattning, $U \leq 0,7$	2	3
2/3	Utmattning, $U > 0,7$	3	3

$U =$  utnyttjandegrad vid utmattning

Stöd för val av säkerhetsklass för byggnadsdelar i vanliga typer av byggnadsverk ges i EKS 10, Avd A, 10 – 13 §§. För andra typer av stålbärverk så som torn och master, skorstenar, silor och cisterner finns råd om val av säkerhetsklasser i respektive del av eurokod 3 och i EKS 10.

Om byggherren vill ställa högre krav på utförande och kontroll än enligt tabell 6.1, kan valet av utförandeklass baseras på konsekvensklass enligt tabell C.1 i SS-EN 1993-1-1:2005/A1:2014. Stöd för val av konsekvensklass för vanligt förekommande byggnader ges i SS-EN 1991-1-7, tabell A.1.