

SÄKRA KOSTNADSEFFEKTIVA STÅLENTREPRENADER

Ove Lagerqvist

2018-11-12

SBUF-projekt 13545

Säkra kostnadseffektiva stålentreprenader

Uppdragsgivare: FoU-Väst/SBUF

Sammanfattning

I denna rapport redovisas resultatet av SBUF-projekt 13545, *Säkra kostnadseffektiva entreprenader*. Syftet med projektet har varit att kartlägga vad som är de vanligast förekommande felen i stålentreprenader och varför felen uppstår samt identifiera möjliga lösningar för att minska risken för att fel uppstår i framtiden.

Projektet har initierats av FoU-Väst efter att frågan väckts om fel under projekterings-, tillverknings- och monteringskedena är mer förekommande i stålentreprenader än i andra typer av entreprenader och, om så är fallet, varför är det så?

Projektet *Säkra kostnadseffektiva entreprenader* har genomförts med bidrag från SBUF via FoU-Väst och studien har begränsats till stålentreprenader som faller inom Boverkets föreskrift EKS. Arbetet har utförts av Ove Lagerqvist, ProDevelopment AB, med stöd av Rolf Jonsson, Wästbygg AB, och en referensgrupp bestående av Pär Åhman, Sveriges Byggindustrier, Andreas Furenberg, Peab, Robert Bengtsson, Tuve Bygg, Björn Uppfeldt, MVR, och Björn Åstedt, SBI.

De slutsatser och förslag till åtgärder som projektet har lett fram till baseras på intervjuer med tjugo företrädare för olika berörda yrkeskategorier genomförda under sommar och höst 2018 samt ett miniseminarium med sjuutton konstruktörer som genomfördes i samband med ett delmoment i utbildningen Certifierad Stålbyggnadskonstruktör hösten 2018.

Intervjuerna har lett till slutsatsen att fel inte förekommer oftare i stålentreprenader än i andra typer av byggentreprenader. Triviala fel är vanliga, allvarliga fel är sällsynta, men även om allvarliga fel är sällsynta kan konsekvenserna av ett fel i en stålkonstruktion bli större än ett fel i till exempel en platsgjuten betongkonstruktion.

Stålentreprenader lyder under ett relativt väl utvecklat regelverk för utförande och kontroll, vilket kan ha betydelse för upptäckten av fel. Stålstommar tillverkas normalt i verkstad med små toleranser och monteras samman på byggsplatsen, där man kan råka ut för att möta konstruktioner tillverkade med toleranser i en helt annan skala. Stålets egenskaper gör att bearbetning kräver särskild utrustning, vilket gör anpassning på plats svårt. Stål är mer exakt, och därför mindre förlåtande för fel. Ovanstående har framförts av de intervjuade som skäl till att det kan upplevas att stålentreprenader är mer utsatta för fel.

De vanligaste typerna av fel är måttfel av olika slag, särskilt i gränssnitt mellan stål och andra material såsom stål-glas eller stål-betong och vid passning till grundskruvar och ingjutningsgods. De intervjuade pekar även på fel i detaljutförande vid montering som relativt vanligt förekommande, t ex fel fästelement i skruvförband eller fel utförda infästningar av tunnplåtprofiler.

Att åtgärda identifierade fel kostar tid och pengar. De intervjuade har uppskattat kostnaden för att åtgärda fel i stålentreprenader som upptäcks på byggsplatsen till 1- 3 % av entreprenadsumman för stålet. Kostnaderna för att korrigera egna projekteringsfel har uppskattats till maximalt 5 % av uppdragets budget.

De dominerande källorna till de fel som uppstår är inköp och projektering. Man menar att inköpsorganisationerna sällan har tillräckligt god kunskap om vad man köper in och vilka krav man ska ställa vid inköp av projektering, tillverkning och utförande av stålkonstruktioner. Man har en felaktig övertro till CE-märkning, man fokuserar för mycket på lägsta pris utan att säkerställa att leverantören har kompetens för uppgiften och förfrågningsunderlagen är otydliga.

Projekteringen pekas ut som den största felkällan. Många lyfter fram ett stort behov av allmän kompetenshöjning. Det brister i egenkontroll och interngranskning, man levererar dåliga bygghandlingar, man förlitar sig för mycket på resultat från avancerade beräkningsprogram och har inte förmåga att göra rimlighetsbedömningar och man har dåliga kunskaper om hur konstruktionerna ska utformas för att vara produktionsanpassade. Det kan även tilläggas att regelverkets krav på dimensioneringskontroll verkar hanteras ganska styvmoderligt.

Bristande samordning av projektering lyfts fram som ett särskilt problem, av projektörer såväl som av andra. Projektörerna menar att behovet av samordning ofta glöms bort vid upphandling av projektering, vilket leder till onödig friktion senare under projektet. Byggtreprenörer menar att splittrade utförandeentreprenader ofta innebär dålig samordning av projekteringen och, som en konsekvens av detta, ett ökat antal fel som måste korrigeras i ett senare skede. Någon byggtreprenör pekar på egna projekteringsledare som en resurs som kan bidra till bättre samordning av projekteringen.

De flesta menar att monteringen i stort sett fungerar bra förutsatt att monteringsplanerna är korrekta. Flera anser dock att ”smederna” saknar viss nödvändig kompetens för arbete på byggsplatsen och att man ibland tar på sig mer än man klarar av, t ex utsättning av grundskruvar.

Det är värt att poängtera att ingen av de intervjuade tar upp fel som uppstår under tillverkningen i verkstad som ett problem. Det samlade intrycket är att delprocessen tillverkning i verkstad i stort sett fungerar bra. Man kan förutsätta att tillverkningen görs enligt de handlingar som har tillhandahållits. Detta gäller oberoende av om tillverkningen görs i Sverige eller någon annanstans.

Här kan man reflektera över om införandet av kravet på prestandadeklarationer och CE-märkning indirekt kan ha haft betydelse genom att detta även inneburit ett krav på att stålverkstäderna ska vara certifierade av ett anmält organ. Något motsvarande krav på certifiering finns inte för projektering eller utförande på byggsplatsen. Det finns system för frivillig certifiering, till exempel ”Certifierad stålkonstruktör” och ”Certifiering – Montage EN 1090-2”, men så länge beställare inte ställer krav på att upphandlad konstruktör eller montör ska vara certifierad kommer intresset för att investera i en certifiering sannolikt att vara ganska svagt. Det finns även hjälpmedel utvecklade som kan utgöra stöd för inköp av stålentreprenader för de beställare och inköpare som känner sig osäkra på regelverket för stålentreprenader och på vilka krav man kan och bör ställa vid inköp av projektering, tillverkning respektive utförande och montering, till exempel skriften *Stålentreprenader - Vägledning för inköp enligt EKS och SS-EN 1090* som tillhandahålls via Svensk Byggtjänst.

När det gäller genomförandeformens betydelse är helhetsintrycket att man anser att totalentreprenader är att föredra framför utförandeentreprenader, men att förekomsten av fel har en mycket starkare koppling till individens kompetens och erfarenhet och det personliga engagemanget än till entreprenadformen som sådan.

Beträffande regelverkets utformning och innehåll indikerar intervjuaren att det finns en uppgift för myndigheterna att utveckla ett system som medger att regelverket tillhandahålls på ett sätt som upplevs mer okomplicerat och som gör regelverket lättare att navigera i, enklare att förstå och därigenom lättare att uppfylla.

De intervjuer som genomförts i detta projekt leder till slutsatsen att de viktigaste åtgärderna för att minska risken för fel i stålentreprenader och därigenom göra dem kostnadseffektivare är att

- höja kompetensen, särskilt hos projektörerna, men även hos inköp och montörer,
- förbättra kontrollfunktionen, särskilt under projekteringsprocessen, samt att
- förbättra samordningen av projekteringen.

Utveckling av en generell metodik för tredjepartskontroll och granskning under projekteringen är en branschgemensam insats som kan bidra till en förbättring i form av minskat antal fel och säkrare och kostnadseffektivare stålentreprenader. En sådan metodik bör täcka in bärande konstruktioner i alla material och det är även rimligt att utvecklingsarbetet tar utgångspunkt i den i EKS föreskrivna dimensioneringskontrollen.

Ansvar för att ha rätt kompetens för det arbete man har åtagit sig att utföra ligger däremot ytterst på de parter som medverkar i byggprocessen, likaså att man säkerställer en fungerande samordning mellan parterna. I kapitel 5, Slutsatser, ges förslag på åtgärder för att minska risken för fel i stålentreprenader genom insatser i samband med inköp av projektering och montering, under projektering och utförande på byggsplats samt vid de högskolor som utbildar konstruktörer.

Innehåll

Sammanfattning	1
Innehåll.....	3
1 Bakgrund	4
2 Regelverket för stålentrepnader	6
3 Projektets genomförande.....	9
4 Sammanfattning av genomförda intervjuer	10
5 Slutsatser.....	18

1 Bakgrund

I denna rapport redovisas resultatet av SBUF-projekt 13545, *Säkra kostnadseffektiva entreprenader*. Syftet med projektet har varit att kartlägga vad som är de vanligast förekommande felen i stålentreprenader och varför felen uppstår samt identifiera möjliga lösningar för att minska risken för att fel uppstår i framtiden.

Projektet har initierats av FoU-Väst efter att frågan väckts om fel under projekterings-, tillverknings- och monteringskedena är mer förekommande i stålentreprenader än i andra typer av entreprenader och, om så är fallet, varför är det så?

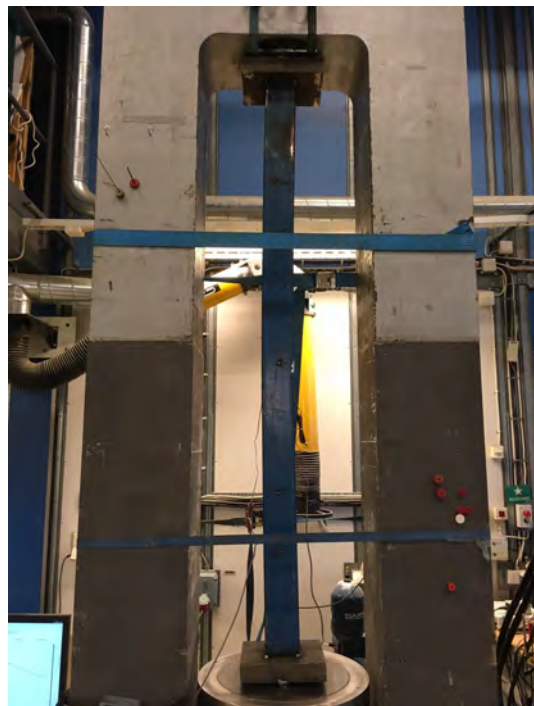
Projektet *Säkra kostnadseffektiva entreprenader* har genomförts med bidrag från SBUF via FoU-Väst och studien har begränsats till stålentreprenader som faller inom Boverkets föreskrift EKS. Arbetet har utförts av Ove Lagerqvist, ProDevelopment AB, med stöd av Rolf Jonsson, Wästbygg AB, och en referensgrupp bestående av Pär Åhman, Sveriges Byggindustrier, Andreas Furenberg, Peab, Robert Bengtsson, Tuve Bygg, Björn Uppfeldt, MVR, och Björn Åstedt, SBI.

De slutsatser och förslag till åtgärder som projektet har lett fram till baseras på intervjuer med tjugo företrädare för olika berörda yrkeskategorier genomförda under sommar och höst 2018 samt ett miniseminarium med sjutton konstruktörer som genomfördes i samband med genomförandet av ett delmoment i Stålbyggnadsinstitutets utbildning Certifierad Stålbyggnadskonstruktör hösten 2018.

Att fel uppstår i byggentreprenader är inget nytt. Omfattningen av fel och de kostnader och kvalitetsbrister dessa resulterar i har bland annat kartlagts i de omfattande felkostnadsstudier som genomfördes av Chalmers med stöd av SBUF och FoU-Väst under 1980- och 1990-talen.

Fel uppstår även i bärande konstruktioner av stål, och i vissa fall kan dessa fel leda till stora konsekvenser. Några exempel som fått uppmärksamhet under senare år är den tragiska olyckan i Kista, raset i Ystad och, i december 2017, gårdsbjälklaget i Växjö, som alla orsakades av fel i stålkonstruktioner eller stålkomponenter och som kan härledas till projekteringsprocessen.

Fel kan även uppstå i andra delar av byggprocessen, som till exempel i ett byggprojekt där det i samband med besiktning under utförandeskedet saknades dokumentation som ledde till tveksamheter om materialet i stålpelare av fyrkantrör uppfyllde kraven för den föreskrivna stålsorten, och som slutade med att vissa pelare fick förstärkas i efterhand efter att några pelare plockats ut ur stomkonstruktionen för provbelastning (figur 1.1). I detta fall är det inte känt om felet kan härledas till brister i samband med till exempel inköp eller mottagningskontroll, och felet fick inte lika dramatiska konsekvenser som de andra exemplen ovan, men det ledde sannolikt till tillkommande kostnader som inte var försumbara.



Figur 1.1 Pelare av fyrkantrör som provbelastas på grund av osäkerheter om stålsort

Liksom många andra branscher har stålbyggnadsbranschen genomgått stora strukturella förändringar under senare år. Även det regelverk som stålentreprenader faller under har förändrats i relativt stor omfattning. Sammantaget har detta lett till nya villkor och förutsättningar för genomförande av stålentreprenader i Sverige.

Inköp av stål görs i allt större utsträckning på en global marknad och byggherrar och byggtreprenörer upphandlar allt oftare utländska underentreprenörer för stålentreprenader ingående i byggprojekt på svensk mark. Detta har bidragit till ökad konkurrens och lägre kostnader, men det kan även ha komplicerat kommunikationen mellan parterna och försvårat uppföljning och kontroll.

Även projekteringsprocessen har förändrats. Den har blivit mer uppdelad och specialiserad, och digitaliseringen är långt utvecklad genom tillämpning av avancerade 3D-programvaror som medger att information kan föras direkt från konstruktören till stålverkstadens maskinpark. Digitaliseringen och tillgången till internet har även gjort att projekteringen kan utföras var som helst i världen. I dag är det inte ovanligt att åtminstone vissa delar av projekteringen görs i andra länder än i Sverige, även om projekteringsuppdraget ligger på ett svenskt företag.

Dessutom har samhällets kontroll- och granskningsprocess av det byggda genomgått stora förändringar under de senaste decennierna. Från att kommuner tidigare har tagit ett stort ansvar för den faktiska kontrollen och granskningen under byggprocessens olika skeden och haft egna organisationer för detta har vi nu en situation där beslut om kontrollernas omfattning och genomförande till stor del faller på byggherren (den så kallade "byggherrens egenkontroll" enligt PBL) och det enskilda byggprojektet att hantera. Kommunerna har fortfarande ett övergripande uppföljnings- och övervakningsansvar, men detta ansvar utövas med relativt grovmaskiga nät där mycket kan slinka igenom.

Man kan fråga sig om denna utveckling har haft någon påverkan på kvaliteten för stålentreprenader?

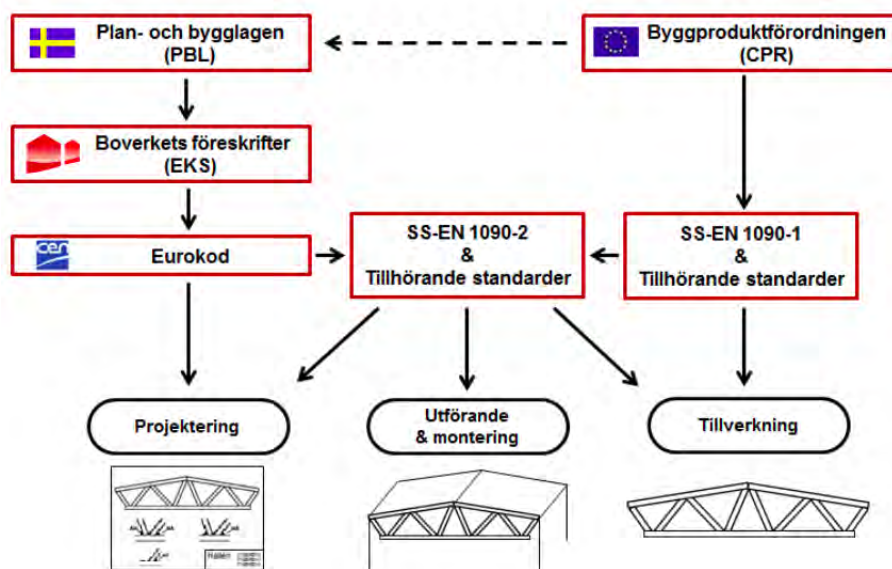


Figur 1.2 Att göra fel kan straffa sig, men "rätt" fel kan i längden göra dig odödlig

2 Regelverket för stålentreprenader

Det regelverk som styr dimensionering, utförande och kontroll av bärande stålkonstruktioner som uppförs på svensk mark är relativt välutvecklat i förhållande till regelverken för andra stommaterial. Regelverket har sin grund i Byggproduktförordningen (CPR) och i Plan- och bygglagen (PBL) (figur 2.1).

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.



Figur 2.1 Det gällande regelverket för bärverk i stål

Sedan 1 juli 2014 har det varit krav på prestandadeklaration och CE-märkning för bärverk och bärverksdelar i stål. Detta krav kommer från CPR, som trädde i kraft 1 juli 2013 och som anger vissa övergripande, generella krav. För mer detaljerad information om vad som gäller för specifika byggprodukter hänvisar CPR vidare till så kallade harmoniserade standarder.

För bärverk och bärverksdelar i stål och aluminium är det den harmoniserade standarden SS-EN 1090-1 som är styrande. Tillverkare av bärverk och bärverksdelar i stål ska vara certifierade mot SS-EN 1090-1 för att få utfärdade prestandadeklarationer och CE-märka sina produkter. Certifieringen utfärdas av ett så kallat anmält organ (t ex Nordcert) och gäller för en viss utförandeklass.

För utförande och kontroll hänvisar SS-EN 1090-1 i sin tur vidare till de andra fyra delarna av SS-EN 1090 beroende på vilket material (stål eller aluminium) som är aktuellt. För bärverk och bärverksdelar i stål gäller SS-EN 1090-2 och under sommaren 2018 introducerades en ny del, SS-EN 1090-4, som särskilt gäller för kallformade tunnplåtprofiler i stål.

Man bör notera att kravet på certifiering endast gäller tillverkning i verkstad. CPR ställer inte krav på arbeten som utförs på byggarbetsplatsen. Den som utför arbete på byggarbetsplatsen, till exempel en stålentreprenör, behöver inte vara certifierad enligt SS-EN 1090-1. Däremot gäller kraven i SS-EN 1090-2 och SS-EN 1090-4 på utförande och kontroll även på byggarbetsplatsen

eftersom dessa standarder även har en koppling till de europeiska konstruktionsstandarderna som går under samlingsnamnet Eurokoderna.

Att bärande konstruktioner ska dimensioneras enligt Eurokoderna blev ett krav för byggprojekt med bygganmälan efter 2 maj 2011. Eurokod 3, som med sina tjugo delar ger regler för bärande konstruktioner i stål, förutsätter att utförandekraven i SS-EN 1090-2 och SS-EN 1090-4 är uppfyllda, vilket gör dessa standarder väldigt centrala för hela stålbyggnadsprocessen.

För vissa regler i Eurokoderna finns möjligheter att göra ”nationella val” och därigenom anpassa reglerna till nationella förhållanden och förutsättningar, t ex klimatet. För de byggprojekt som faller under Boverkets myndighetsutövning samlats de svenska ”nationella valen” upp i *Boverkets föreskrifter och allmänna råd om tillämpning av de europeiska konstruktionsstandarderna* (EKS).

I EKS ges inte enbart Boverkets nationella val för Eurokoderna. Här ges även vissa andra generella föreskrifter och allmänna råd, bland annat om samhällets krav på ”kvaliteten” på projektering och utförande och på kontroll av bärande konstruktioner.

I EKS 10, Avd A, 21 § anges att en konstruktion ska

1. projekteras och utföras av kompetent personal på ett fackmässigt sätt,
2. projekteras så att arbetet kan utföras på ett sådant sätt att avsedd utformning uppnås och så att förutsatt underhåll kan ske, och
3. utföras enligt upprättade bygghandlingar.

Vid utförandet ska tillses att avvikelser från nominella mått inte överstiger gällande toleranser enligt bygghandlingarna. Avvikelser från bygghandlingar eller åtgärder som inte anges på någon bygghandling, såsom håltagningar, ursparningar och slitsar, får utföras först sedan det klarlagts att byggnadsverksdelens funktion inte äventyras. Samråd ska ske i erforderlig grad med den som ansvarar för konstruktionshandlingarna. För stabilisering under monterings tiden ska provisorisk stagning anordnas. Till denna föreskrift följer även ett allmänt råd som säger att i projekt där olika personer utför olika delar av projekteringen bör en särskild utsedd person samordna de olika delarna.

De kontrollmoment som anges i EKS är

- Dimensioneringskontroll – Kontroll av dimensioneringsförutsättningar, bygghandlingar och beräkningar (EKS 10, Avd A, 25§)
- Mottagningskontroll – Kontroll av att material och produkter har förutsatta egenskaper när de tas emot på byggplatsen (EKS 10, Avd A, 26 §)
- Utförandekontroll – Kontroll av att tidigare inte verifierbara projekteringsförutsättningar som är av betydelse för säkerheten är uppfyllda och att arbetet utförts enligt gällande beskrivningar, ritningar och andra handlingar (EKS 10, Avd A, 27 §)

Till föreskriften om dimensioneringskontroll i nu gällande EKS 10, Avd A, 25 § följer ett allmänt råd som säger att dimensioneringskontroll syftar till att eliminera grova fel och att kontrollen bör utföras av person som inte tidigare deltagit i projektet. Graden av organisatorisk och ekonomisk direkt eller indirekt självständighet för den som utför dimensioneringskontroll bör ökas vid projekt av mer komplicerad natur. I det allmänna rådet sägs även att dimensioneringskontroll normalt bör omfatta kontroll av att

- a) de antaganden som dimensioneringen baseras på överensstämmer med de krav som ställs för ifrågasvarande byggnad,
- b) antaganden om egenskaper hos byggmaterial samt jord och berg är tillämpliga,
- c) antaganden om laster och materialpåverkan är tillämpliga,
- d) valda beräkningsmodeller är lämpliga,
- e) valda beräkningsmetoder är lämpliga,
- f) grafiska eller numeriska beräkningar är korrekt genomförda,
- g) valda provningsmetoder är lämpliga,
- h) beräkningsresultaten är korrekt överförda till bygghandlingar

I och med att EKS 10 trädde ikraft i oktober 2015 infördes även begreppet “konstruktionsdokumentation” och en föreskrift (EKS 10, Avd A, 29 §) som anger att en byggnads bärande konstruktion ska beskrivas i ett särskilt dokument (konstruktionsdokumentation). Beskrivningen ska redovisa förutsättningarna för dimensioneringen och utförandet. Den ska även beskriva den bärande konstruktionens verkningsätt. Även val av exponeringsklasser och val av korrosivitetsklasser ska anges. Dessutom ska beskrivningen innehålla uppgifter om vilket gällande regelverk som har tillämpats. I beskrivningen ska även finnas uppgifter om dimensioneringskontrollens omfattning och vem som har gjort kontrollen.

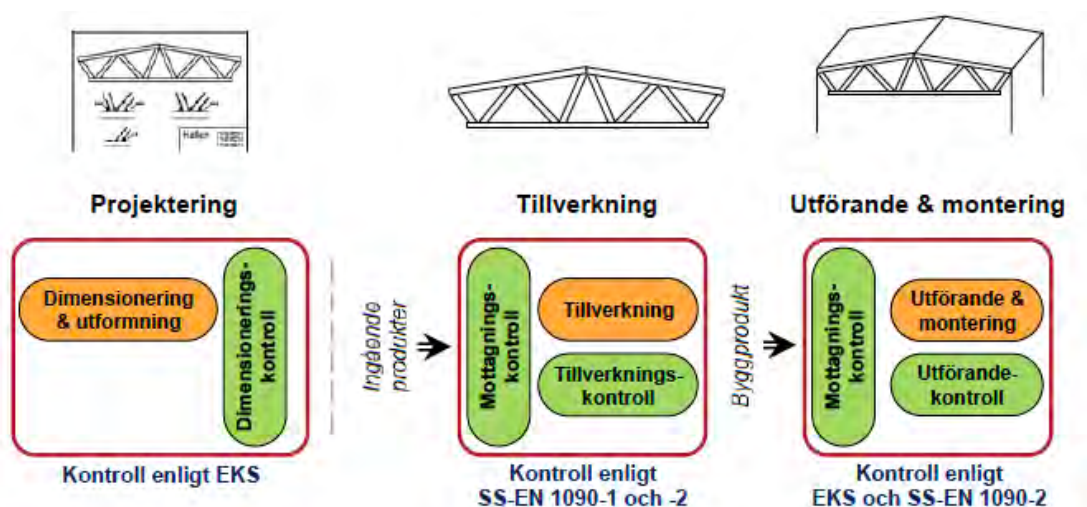
I remissförslaget till den kommande EKS 11, med planerad publicering vår/sommar 2019, har Boverket förtydligat föreskriften om dimensioneringskontroll genom att lägga till att dimensioneringskontroll ska göras för byggnadsverk som innehåller bärverksdelar i säkerhetsklass 2 och 3. Man har även i det allmänna rådet lagt till att dimensioneringskontrollen bör vara klar innan bygghandlingarna används för produktion och ändrat formuleringen om att kontrollen bör utföras av en person som inte ”tidigare deltagit i projektet” till att kontrollen bör utföras av en person som inte ”har varit delaktig i framtagandet av de handlingar som ska kontrolleras”.

Även till föreskriften om utförandekontroll i EKS 10, Avd A, 27 § följer ett allmänt råd som anger att omfattningen av utförandekontrollen bör stå i proportion till konsekvenserna av bristande bärförmåga hos byggnadsverket eller byggnadsdelen. Vid allvarigare konsekvenser eller risk för bristfälligt utförande bör kontrollen vara mer omfattande. Konstruktioner och detaljer som är svåra att utföra bör särskilt kontrolleras. Som grund för val av omfattningen av kontrollen bör EKS indelning av byggnadsverksdelar i säkerhetsklasser vara vägledande, och för stålkonstruktioner anges särskilt att utförandekontrollen är beroende av aktuell utförandeklass.

I remissförslaget till den kommande EKS 11 har Boverket förtydligat föreskriften om utförandekontroll genom att lägga till att utförandekontroll alltid ska göras. Man har även i det allmänna rådet bland annat lagt till att utförandekontrollen bör vara klar innan en byggnad eller en del av en byggnad tas i bruk.

I EKS 10 anges även att resultaten av utförda kontroller ska dokumenteras. Eventuella avvikelser med tillhörande åtgärder ska noteras liksom andra uppgifter av betydelse för den färdiga konstruktionens kvalitet.

Det finns alltså i EKS relativt tydliga föreskrifter om vilka kontroller som samhället ställer krav på (figur 2.2) och vad kontrollerna ska omfatta, men det är kommunerna som har ansvar för att följa upp att dessa krav uppfylls, och här kan det variera väldigt mycket mellan de enskilda kommunerna. I praktiken lämnas beslut om kontrollernas omfattning och genomförande till mycket stor del till byggherren och byggprojektet att hantera.



Figur 2.2 Kontrollprocessen för bärverk i stål enligt samhällets regelverk

3 Projektets genomförande

Inom ramen för detta projekt genomfördes under sommaren och hösten 2018 intervjuer med följande tjugo personer som representerar olika berörda yrkeskategorier och olika roller i byggprocessen såsom inköpare/kalkylatorer, platschefer/projektingenjörer/projekteringsledare, kontrollanter/sakkunniga, tillverkare, stålentreprenörer, stålkonstruktörer, anmälda organ och myndigheter:

- | | |
|--|--|
| - Erik Andersson, Lindab Profil | - Thomas Axelsson, Benders Byggsystem |
| - Håkan Camper, Skanska Sverige | - Fredrik Christiansen, Peab |
| - Andreas Elofsson, Ranaverken | - Markus Glaas, Skanska Sverige |
| - Tommy Grinde, TGR Teknikkonsult | - Joel Jonsson, Ingenjör Joel L Jonsson AB |
| - Evert Larsson, A3Cert | - Per Liikamaa, GLB Bygg |
| - Christer Lindberg, Skanska Sverige | - Daniel Löfgren, Stålsmede I Luleå AB |
| - Björn Mattsson, Boverket | - Magnus Nilber, COWI |
| - Roger Persson, NCC | - Ulf Sandin, Peab |
| - Jan Stenmark, Prefabsystem | - Tomas Storm, Ramböll |
| - Berglind Sveinsdottir, Skanska Sverige | - Douglas Wallding, Nordcert |

Intervjuerna genomfördes som så kallade öppna intervjuer utgående från en lista med frågeställningar som tagits fram av projektets arbetsgrupp och som skickats till de intervjuade i förväg. I de flesta fall har intervjuerna genomförts över telefon eller vid fysiska möten. I två fall lämnades svaren via e-post.

Intervjuerna fokuserade på följande frågeställningar, men de intervjuade gavs stora friheter att utveckla sina tankar utifrån sina egna erfarenheter och intryck:

- 1) Vad definierar du som ett ”fel” i detta sammanhang?
- 2) Blir det ofta fel i stålentreprenader?
- 3) Är det oftare fel i stålentreprenader än i andra typer av entreprenader?
- 4) Vilka typer av fel förekommer?
- 5) Vad är orsaken till felen?
- 6) När i byggprocessen uppstår felen, och när upptäcks de?
- 7) Vilka konsekvenser kan felen leda till?
- 8) Vad kan det kosta att åtgärda felen?
- 9) Varierar förekomsten av fel beroende på entreprenadform, typ av byggherre/beställare, typ av projekt, projektorganisationens utformning eller något annat?
- 10) Tror du att andra fel än de som upptäcks förekommer? I så fall, i vilken omfattning och kan de leda till allvarliga skador?
- 11) Hur kan olika typer av fel förhindras?
- 12) Hur kan stålentreprenader bli kostnadseffektiva?
- 13) Har regelverkets utformning betydelse? Behöver något ändras i regelverket för att minska risken för fel och öka kostnadseffektiviteten i stålentreprenader?

Utöver de tjugo intervjuerna genomfördes i september 2018 ett miniseminarium med sju konstruktorer i samband med Stålbyggnadsinstitutets utbildning Certifierad Stålbyggnadskonstruktör. Under detta miniseminarium diskuterades följande frågeställningar:

- Blir det ofta fel i stålentreprenader?
- Vilka typer av fel förekommer?
- När uppstår felen?
- Vad är orsaken till felen?
- Hur kan olika fel förhindras?

4 Sammanfattning av genomförda intervjuer

I det följande sammanfattas resultatet av de genomförda intervjuerna under rubriker motsvarande de frågeställningar som legat till grund för de enskilda intervjuerna. Då text anges med citations-tecken markerar det att texten är ett direkt citat från en intervjuad. Resultaten från miniseminarier med konstruktörer har integrerats under respektive frågeställning i sammanfattningen av de genomförda intervjuerna.

Man ska vara medveten om att de flesta av de intervjuade är väl insatta i byggprocessen och har en stor fackkunskap inom sina respektive yrkesroller, och de intervjuades svar bör speglas mot detta faktum. Om tyngdpunkten för de intervjuade legat i andra änden av kompetensskalan hade detta sannolikt påverkat utfallet av intervjuerna.

Vad är ett fel?

Denna inledande fråga användes främst för att stämma av att intervjuaren och den intervjuade talade om samma saker.

Uppfattningen om vad som kan betraktas som ett fel varierade ganska stort bland de intervjuade, men svaren kan grovt sammanfattas i att ett fel är en avvikelse från författningskrav, dimensionerings- eller utförandestandard, kontrakt eller bygghandlingar och som påverkar bärighet, beständighet eller montering. Man såg också fel som något som är förknippat med ekonomi i form av kostnader eller värdeminskning.

Någon ansåg även att fel kan vara när man inte har säkerställt kompetensen för den specifika uppgift som ska utföras. Någon annan reflekterade runt frågan om ett fel inte har någon effekt, är det då ett fel?

Blir det ofta fel i stålentreprenader? Oftare än i andra typer av entreprenader?

På frågan om det ofta blir fel i stålentreprenader är svaret väldigt samstämmigt nej.

Den allmänna uppfattningen är att visst uppstår fel i stålentreprenader liksom i alla typer av entreprenader, men det blir inte oftare fel i stålentreprenader än i till exempel betongentreprenader, snarare färre, och de flesta fel som uppstår är relativt triviala som löses på plats. Allvarigare fel uppges vara sällsynta.

De förklaringar som framförts apropå att det kan upplevas som att det ofta blir fel i stålentreprenader är att stålstommar normalt är prefabricerade med små toleranser och att det är svårt med anpassningar på plats, samt att det kan krävas mer omfattande åtgärder för att lösa fel i stål, vilket kan ha negativa effekter för projektets tidplan. Man menar även att stål är mer exakt, vilket kan göra att stålkonstruktioner är mindre förlåtande för fel och att konsekvenserna av fel därför kan bli relativt stora. Detta kan göra att när fel uppstår i stålentreprenader blir de mer uppmärksammade än fel i till exempel träkonstruktioner.

Andra förklaringar som lyfts fram är att när man kombinerar stål och platsgjuten betong och det blir fel får stål ofta oförskyllt skulden eftersom stålkonstruktionen normalt kommer till byggarbetsplatsen för montering när betongen redan är gjuten.

Att det finns en förhållandevis väl utvecklad kontrollprocess för stål är ett annat argument som man pekar på. ”Idag är det standard att kontrollera stålkonstruktioner – jag har aldrig hört talas om träbyggnadskontrollanter. Det finns inget motsvarande för trä, och betongen är snäll, så fort man gjutit är allt bra.”

Vilka typer av fel förekommer, och vad är orsaken till felen?

”Balken är för kort!”

”Endast fantasin sätter gränser!”

”Kombinationen komplexa produkter – dåliga monteringsritningar – svårt att läsa ritningar – dåliga kunskaper i svenska”

Svaren på vilka typer av fel som förekommer och vad som är orsaken till felen beror till relativt stor del på vilken roll den intervjuade har i byggprocessen.

De fel, eller kanske snarare problem som leder till att fel uppstår, som många av de intervjuade pekar på är

- Problem med toleranser i gränssnitt mellan stål/stålentreprenader och andra material /delentreprenader, t ex stål-glas eller stål-betong
- Felaktig utsättning av grundskruvar och ingjutningsgods
- Dåliga bygghandlingar från projektörerna
- Otydliga förfrågningsunderlag från inköp
- Kompetensbrist hos montörer
- Byggherren ser inte värdet i att investera i oberoende kontrollanter eller sakkunniga
- Dåliga eller felaktiga monteringsplaner
- Felaktigt eller skadat rost-/brandskydd



Figur 4.1 Pelare till skärmtak på järnvägsstation i drift. Grundbultarna avslutas i muttrarna. Brickor saknas delvis. Ingen undergjutning. Pelaren för kort, löst på plats? Utförandekontroll?

Beträffande orsakerna till fel pekar de flesta av de intervjuade på projekteringen. Bygghandlingarna är dåliga, projektörerna brister i kompetens och i resurser, man slarvar, har en dålig samordning mellan olika projektörer och man har en bristande eller obefintlig egenkontroll.

Flera pekar på inköp, och särskilt okunskap i inköpsorganisationerna, som en stor orsak till fel senare i byggprocessen. Man fokuserar väldigt starkt på lägsta pris utan att säkerställa att leverantören har kompetens att leverera det som avtalats. Beträffande inköp av projektering tog några av de intervjuade upp att man (”inköp”) vid upphandling av projektering inte tänker på att särskilt upphandla samordning av de olika delprojektörerna, vilket ofta leder till problem och bråk om pengar i ett senare skede.

Kompetensbrist hos de företag som monterar stålkonstruktionerna ses också som ett problem. Man menar att de i grunden är smeder som är duktiga på att svetsa, men de kan egentligen inte byggprocessen och blir inte så delaktiga i det enskilda byggprojektet, vilket kan skapa problem och friktion på byggarbetsplatsen.

Någon exemplifierar detta med att ”smederna” numera ofta själva får ansvara för grundbultar genom att borra och sätta kemankare vilket ofta blir fel eftersom de inte klarar av att hantera utsättningen i förhållande till den verkliga lägesituationen för anslutande konstruktioner. Den intervjuade sammanfattar denna kommentar med att ”smederna” tar på sig större ansvar än de klarar av och har kompetens för och att detta egentligen beror på fel i inköpet.

Andra orsaker till fel som lyfts fram i intervjuerna är handhavandefel under transport och logistikhantering som leder till skador i målning och rotskydd, otydligt ansvar för utsättning, dålig mottagningskontroll samt att man i inköpsorganisationerna har för stor tilltro till att CE-märkning säkerställer att man får det man tror att man beställt.

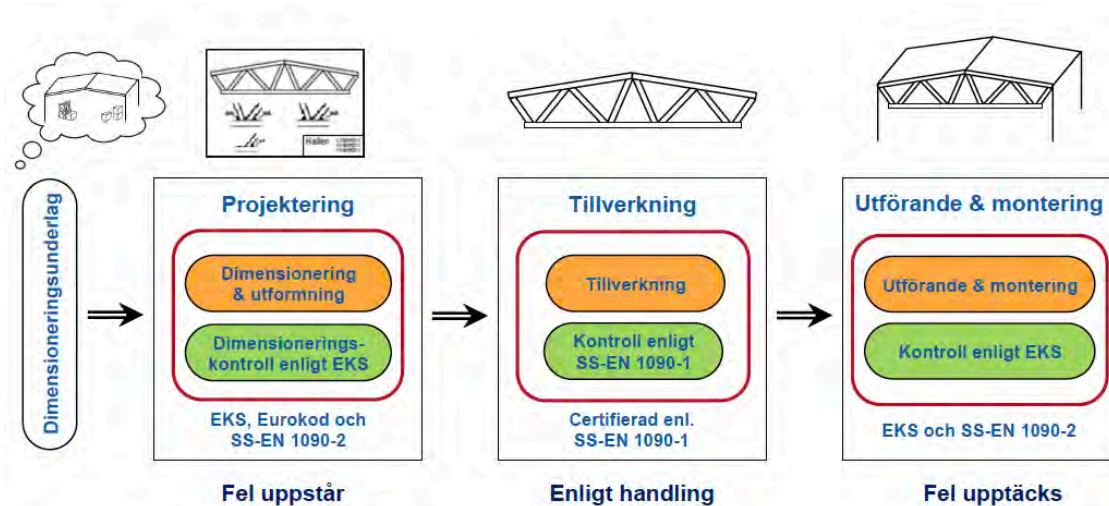
Man kan i sammanhanget även notera att ingen av de intervjuade tar upp fel i tillverkningen i verkstad som ett problem.

När i byggprocessen uppstår felen, och när upptäcks de?

”Det är ett under att det oftast rasar i rätt tid!”

”Ett grovt fel ska visa sig redan vid belastning av egentygnd, typiska tunga betongstommar. Lätta stålstommar kan vara klurigare i och med att yttre last blir mer dominerande – fel i stålkonstruktioner kan visa sig efter 20-30 år.”

Svaren på frågorna om när i byggprocessen fel uppstår och när de upptäckts kan grovt sett sammanfattas enligt figur 4.2.



Figur 4.2 När uppstår fel och när upptäcks fel i stålentreprenader

Nästan alla intervjuade, oberoende av dennes roll i byggprocessen, pekar på projekteringen som den största felkällan. Man hävdar att de flesta fel uppstår på ritningsstadiet och förmedlas vidare på grund av brister i intern granskning, tidspress, dålig samordning av projekteringen och att projektörerna har dåliga kunskaper om byggbarhet och vilka förutsättningar som gäller för utförandet på byggarbetsplatsen, särskilt avseende detaljlösningar. Det sistnämnda tros vara en orsak till att konstruktörerna gör felaktiga val för sin optimering av konstruktionerna, delvis orsakat av att offerering ofta baseras på kilopris.

Det bör dock tilläggas att det även påpekas att införandet av 3D-projektering, särskilt programvaran Tekla, har gjort att ”måttfel” som förs över till tillverkningen numera är sällsynta.

Beträffande tillverkningen i verkstad menar man att eventuella fel i tillverkningen oftast beror på fel i projekteringen som genererar de handlingar som tillverkningen har att följa. De fel från tillverkningen som lyfts fram är främst brister i målning och rostskydd samt att den formella dokumentationen av tillverkningen inte är komplett, vilket kan orsaka vissa konflikter i samband med slutredovisningen av byggprojektet.

Tillverkningen ses inte som ett bekymmer i detta sammanhang och införandet av standarden SS-EN 1090-2 för utförande och kontroll pekas ut som något positivt i och med att kraven har förtydligats och att man ”talar samma språk”, även om vissa krav anses vara onödigt höga vilket kan ge fel fokus. Vad man däremot kan notera är att flera av de intervjuade anser att även om utförandestandarden SS-EN 1090-2 inneburit ett lyft överskattas värdet av prestandadeklarerationer och CE-märkning. Den enskilda verkstadens kompetens och kultur har en betydligt större betydelse för slutproduktens kvalitet.

En stor andel av de stålkonstruktioner som idag uppförs i Sverige är tillverkade i en verkstad utanför Sverige. Av intervjusvaren framgår att detta i sig inte är en källa till fel. Man ser inga direkta skillnader beroende på vilket land tillverkningen sker i. Kvaliteten beror i stället till stor del mycket på handlingarnas kvalitet och beställarens engagemang och övervakning av tillverkningen.

Intervjusvaren leder till slutsatsen att merparten av felen upptäcks under monteringen, men om projektering och tillverkning lyckats och om monteringshandlingarna är OK genererar själva monteringen sällan nya fel. Flera påpekar dock att fel som åtgärdas på plats under monteringen inte syns i statistiken vilket gör att mörkertalet är stort.

De fel som genereras under utförande och montering är, enligt intervjusvaren, utsättningsfel (grundskruvar och ingjutningsgods), att man inte följer monteringsinstruktioner, särskilt för tunnplåtskonstruktioner, och brister i samordning mellan olika underentreprenörer.

Vilka konsekvenser kan felen leda till, och vad kan de kosta att åtgärda?

”Konsekvenserna kan vara allt från ingenting till total kollaps.”

”Ett krav på åtgärdande av ett fel på en monterad stomme kan stjälpa ett mindre företag.”

Beträffande dessa frågeställningar svarar de intervjuade att felen kan leda till kostnader för omprojektering och/eller nya lösningar på plats, förskjutningar av tidplanen, skyttegravskrig mellan parterna i skuldfrågan och att ju senare i processen ett fel upptäcks desto dyrare blir det, men intervjusvaren leder också till den generella slutsatsen att man inte har så god kunskap om hur felen påverkar utfallet av byggprojektet. Någon säger rakt ut att systemen för uppföljning är för grova, spårbarheten är för dålig och att detta hanteras slappt inom husbyggnad.

Det generella intrycket av de intervjuades inställning till merkostnader relaterade till fel är att kostnaderna inte uppfattas som särskilt besvärande. Ett flertal av de svarande har dock, utgående från egna erfarenheter, försökt uppskatta kostnaderna för att åtgärda fel.

En stålentreprenör menar att fel som kostar mer än 100 kkr att åtgärda är väldigt ovanliga och att felkostnaderna oftast är försumbara. För detta företag uppges ett normalprojekt vara på ca 2 mkr och felkostnaderna i ett sådant projekt bedöms till 10 - 20 kkr, eller 0,5 - 1 %. En annan stålentreprenör uppskattar att kostnaderna för att åtgärda enskilda utsättningsfel kan vara 5 - 10 kkr.

En byggentreprenör menar att fel kopplade till stomkonstruktionen kan utgöra 1 - 2 % av stomkostnaden. En annan byggentreprenör bedömer att fel i en stålentreprenad kostar 2-3 % av entreprenadsumman för stål. Ytterligare en byggentreprenör exemplifierar med att problem med grundbultar och installationer kostade 0,25 - 0,5 % i ett specifikt projekt.

En konstruktör uppskattar att kostnaderna för att rätta till egna projekteringsfel kan vara maximalt 5 % av projekteringsuppdragets budget. En annan av de intervjuade från projekteringssidan med erfarenhet av projektering av specifika byggsystem anger att man över åren har haft reklamationer av olika slag i 5 - 10 % av de genomförda projekten.

Även om de lämnade uppgifterna ska tas för vad de är, mer eller mindre subjektiva bedömningar och uppskattningar, indikerar svaren att kostnaderna för att åtgärda fel inte är försumbara och kan utgöra en betydande del av den möjliga vinsten.

Det kan å andra sidan vara så att det skett en naturlig utveckling över tid mot ett jämviktsläge där risken för merkostnader för fel i förhållande till tillkommande kostnader för att vara felfri ger maximal konkurrensförmåga. Kanske felkostnader i storleksordningen 1 - 3 % är rätt ur ett företagsekonomiskt perspektiv? En sådan hypotes förutsätter dock att fel som inte upptäcks och leder till stora konsekvenser i ett senare skede är så sällsynta att man anser att man kan bortse från dem.

Varierar förekomsten av fel beroende på entreprenadform eller annat?

”Man får vad man beställer.”

Helhetsintrycket av de intervjuades svar är att man anser att totalentreprenader är att föredra framför utförandeentreprenader, men att förekomsten av fel har en mycket starkare koppling till individers kompetens och erfarenhet och det personliga engagemanget än till entreprenadformen som sådan.

De fördelar som lyfts fram med totalentreprenader är att produktionen har större möjlighet att påverka redan i projekteringen och att i totalentreprenader har projektorganisationen större benägenhet att lösa problem gemensamt. Man pekar även på att det underlättar att köpa stomkonstruktioner på totalentreprenad där stomleverantören står för detaljprojektering, tillverkning och montering.

Beträffande utförandeentreprenader menar någon att antalet fel nog inte är så beroende av entreprenadform, men att vid generalentreprenader redovisas fel i större utsträckning på grund av ÄTA-systemet. Någon annan pekar på att det vid färdigprojekterade utförandeentreprenader ofta uppstår bekymmer då handlingarna inte är anpassade till byggproduktionen och den enskilda stålentreprenörens tillverkningsprocess, internstandarder etc. En svarande menar att utförandeentreprenader ofta blir rena katastrofer, särskilt för mer komplexa projekt. En annan av de intervjuade lyfter dock fram att man har positiva erfarenheter av delade entreprenader med uppreningseffekter såsom till exempel byggande av flerbostadshus.

En viktig faktor som många pekar på är samordningens betydelse för antalet fel, och särskilt samordningen av projekteringen. Fel anses ofta bero på splittrade entreprenader med dålig samordning under projekteringen och dålig styrning av projekteringen från byggherrens (vid generalentreprenader) och entreprenörens (vid totalentreprenader) sida.

En konstruktör framhåller att det bästa är om samma konstruktionsgrupp får göra allt och att det oftare blir fel om projekteringen är splittrad eller uppdelad då kravet på samordning blir så stort. Denne konstruktör menar även att inköpare hos stora entreprenörer ofta är okunniga om projekteringskomplexitet. Man missar att upphandla tillräckligt detaljerad samordning vilket ofta slutar i bråk om pengar.

Angående den ökande trenden med inköp av stålkonstruktioner från andra länder lyfter inga av de svarande fram detta som något som har betydelse för förekomsten av fel. Stålentreprenörer från Baltikum och Polen anses vara duktiga och leverera god kvalitet, men för leveranser från Asien pekar någon på att det ofta är mer eller mindre problem med svetsar.

Generellt, oberoende av stålentreprenörens geografiska ursprung, anses det ur ett felperspektiv vara bra att jobba nära ihop med stålentreprenören och att tillämpa en systematiserad mottagningskontroll.

Tror du att andra fel än de som upptäcks förekommer, och i vilken omfattning?

”Det är många byggnader i Sverige som inte vet att de inte håller.”

”Det finns säkert massor med tak som är felmonterade.”

De intervjuade svarar väldigt samstämmigt ja på frågan om det förekommer fel som inte upptäcks.

Man menar att många fel sannolikt inte blir upptäckta, men att de inte medvetet släpps igenom utan att det i huvudsak beror på bristande kompetens i flera led och på bristande kontrollsystem. De flesta påpekar dock att de stora felen upptäcks och att de fel som slinker igenom är av mer trivial art som inte ger anledning till oro för byggnadernas säkerhet.

Någon exemplifierar omfattningen av oupptäckta fel med resultaten av de utredningar som gjorts om skadade tak under snörika vintrar. Denne pekar på att när lasterna börjar närma sig de di-

mensionerande börjar det hända saker, och att det är ett stort mörkertal särskilt på lantbrukssidan, där även lantbrukare med stora ”industrier” kan få frisedel från bygglov.

En av de intervjuade menar att oupptäckta fel är mer förekommande vid byggprojekt som uteslutande utförs med egenkontroll utan tillsyn av kontrollansvarig eller oberoende sakkunnig. En annan anser, på samma tema, att i projekt med uppföljning är det rimligt att anta att mängden och allvarlighetsgraden av oupptäckta fel på något sätt är omvänt proportionella mot uppföljningsinsatsen.

Typiska fel som slinker igenom är, enligt de intervjuade, fel i svetsar, fel fästelement och klämlängder, bristfälligt eller skadat rostskydd och drag i tjockleksriktningen. Ett annat fel som ibland passerar oupptäckt tros vara skruvning av takplåt, som man menar sällan kontrolleras.



Figur 4.3 Ishall byggd i mitten av 1980-talet, dimensionerad enligt SBN 80. Skadan inträffade i februari 2013 vid en relativt låg belastning i förhållande till dimensionerande last och uppstod genom att takplåten gled isär vidnock vilket fick takåsarna att brista och takbalkarna att tappa sin stegning i sidled. En vanlig lösning för att staga upp takåsarna mot belastningen från takplåten i takfallets riktning är att en så kallad skjuvregel fästs på takbalkarnas översida mellan två takåsar på respektive takbalk. Utredning visade att sådana skjuvreglar saknades och att den ursprungliga nockplåten bytts ut sommaren innan skadan inträffade. Sannolikt höll den tidigare nockplåten ihop taket och fördröjde därmed konsekvenserna av ett ursprungligt fel i nästan 30 år.

Hur kan olika typer av fel förhindras?

”Hot om tredjepartskontroll har lett till en skärpning hos konstruktörerna.”

”Högre kompetens! Bättre förståelse för konstruktioners verkningssätt.”

”Höj kompetensen hos stålfirmorna!”

Den generella uppfattningen bland de intervjuade är att den bästa medicinen mot fel i stålentreprenader är högre kompetens i projekteringen och mer, eller kanske snarare bättre kontroll i alla skeden. Byggherren bör se kontroll som en investering, inte som en kostnad.

Nästan alla intervjuade fokuserar på projekteringen när det kommer till frågan om hur fel kan förhindras. Man efterlyser tydligare krav och förutsättningar för projekteringen och tydligare handlingar, men också bättre granskning och kontroll.

Ett problem som lyfts fram från konstruktörernas sida är att de inte får någon återkoppling från produktion, och att detta är särskilt viktigt för nyutexaminerade ingenjörer. ”Man tror man har rätt lösning, men man lever i olika bubblor”.

Entreprenörerna å sin sida efterfrågar mer produktionsanpassad projektering och framhåller att för prefabricerat stål måste man planera ordentligt och tänka långt tidigt i processen, tänka igenom hela monteringen och anpassa toleranserna. Någon påpekar att kravet på praktik för civilingenjörerna bör återinföras.

Från entreprenörernas sida pekar man även på att enkla produktionsvänliga lösningar är mycket viktigare än viktoptimering och värdet av att produktionen får vara med i dialogen redan i ett tidigt skede av projekteringen. Konstruktörerna behöver också, enligt de intervjuade, vara bättre påstådda på standarder etc och ha bättre ledningssystem och kvalitetssäkring av sin process.

Många av de intervjuade anser också, oberoende av roll i byggprocessen, att det finns utrymme för kompetenshöjning hos konstruktörerna. Man menar att utbildningen bör förändras. Nya ingenjörer får lära sig avancerade 3D-program på högskolan, men kan inte traditionell statik. Man har dålig förståelse för konstruktioners verkningssätt och har svårt att göra enkla rimlighetsbedömningar av de resultat som kommer ut ur de avancerade programvaror de använder.

Några av de intervjuade verkar i organisationer som har egna projekteringsledare och de anser att införandet av dessa har lett till förbättringar av bland annat byggbarheten och minskade risker för fel i projekteringen. Någon pekar på att införandet av obligatorisk tredjepartskontroll i bygghandlingskedet lett till klara förbättringar och en skärpning hos konstruktörerna.

Checklistor som faktiskt tillämpas är ett viktigt hjälpmedel menar någon. En annan lyfter fram vikten av att beställaren visar ett aktivt och uthålligt intresse för att bevaka att leveransen verkligen består av det man beställt. En tredje framhåller att kompetensen hos stålfirmorna behöver höjas och jämför med kompetensen hos prefabbetongleverantörer som till exempel Strängbetong.

Hur kan stålentreprenader bli kostnadseffektivare?

”Svårt att se något stort kliv.”

”Pris är sällan avgörande för val av stomme.”

”Lata konstruktörer är bra.”

De intervjuades svar visar, lite förvånande, att man har svårt att se möjligheter till några större kostnadseffektivitetsökningar i tillverkningen och monteringen av stålkonstruktioner. Man menar att maskinparken kontinuerligt utvecklas och införandet av Tekla/3D har gjort allt mycket mer systematiserat och lett till större noggrannhet i tillverkningen. Ett exempel som lyfts fram som något som kommit långt i kostnadseffektivitet är ”plåthallar”, men någon anser också att det

finns potential för fortsatt utveckling mot ”industrialiserat, verksamhetsanpassat byggande” och bättre styrning av inköp.

De förbättringsmöjligheter man pekar på inom tillverkning och montering är främst bättre samverkan med beställare och bättre samarbete mellan stålentreprenören och övriga delar av byggprojektorganisationen. Man menar att stålentreprenören gör en stor del av sitt arbete i en verkstad belägen någon annanstans och endast gör ett kort nedslag på byggarbetsplatsen för montering, vilket gör att stålentreprenören blir något av en särling på byggarbetsplatsen.

Återigen är det projekteringen som lyfts fram som det delmoment som har störst potential för effektivitetsökningar, men hur detta ska gå till framgår inte lika tydligt av intervjuaren. Bättre förståelse för produktionens förutsättningar är en återkommande synpunkt, liksom att det kan vara bättre ur ett helhetsperspektiv att överdimensionera och till exempel upprepa pelardimensioner istället för att viktoptimera.

Man är tämligen överens om att fel kostar pengar och att det därför är bra att göra rätt från början. Någon uttrycker en känsla av att tredjepartsgranskning av konstruktörernas arbete lönat sig. Ytterligare någon menar att tillämpning av lägsta pris vid upphandling av projekteringen är ”hål i huvudet” och att det behövs nya upphandlingsmodeller som är mer inriktade på att belöna värdeskapande än på att ersätta kostnader för nedlagd tid.

Slutligen påpekar någon att det är svårt att i ett tidigt skede välja stomsystem till en byggnad. Det är många parametrar att ta hänsyn till, vilket leder till att man inte enbart väljer stomalternativ baserat på pris. Till exempel föredrar många förvaltande kunder av vissa skäl betongstommar och pris är därför inte avgörande.

Har regelverkets utformning och innehåll betydelse?

På frågan om regelverkets utformning och innehåll har betydelse varierar svaren på skalan Vet ej – Regelverket är OK – Regelverket är för komplext.

De av de intervjuade som kan antas vara mer insatta i regelverket anser generellt att regelverket är bra innehållsmässigt, men komplext utformat med många enskilda dokument och delar som hänvisar korsvis till varandra vilket gör det svårt att hitta och förstå. Norge lyfts fram som ett exempel där man lyckats göra krav och föreskrifter mer samlade. Man uttrycker också en uppfattning om att det generellt inom branschen brister i kunskap om regelverket.

Införandet av utförandestandarden SS-EN 1090-2 ses som något positivt, liksom den nyligen publicerade standarden SS-EN 1090-4 för kallformad tunnplåt som man hoppas ska ge bättre styrning och skärpning av dokumentation och kontroll av ”tunnplåtsentreprenader”.

Flera av de intervjuade har uttryckt synpunkter om systemet med prestandadeklarationer och CE-märkning. Några menar att införandet av CE-märkning har haft positiva effekter genom krav på certifiering av tillverkning, men andra pekar på att CE-märkningen kan vara vilseledande och ge en falsk trygghet för inköpare samt att man på byggarbetsplatsen inte vet hur man ska hantera prestandadeklarationer och CE-märkning.

5 Slutsatser

Det är mänskligt att fela, och så länge människor har en roll i byggprocessen kommer fel att uppstå.

Den studie som genomförts i detta projekt leder till slutsatsen att stålentreprenader inte är felfria. Triviala fel är vanliga, allvarliga fel är sällsynta. Intervjuszvaren leder även till slutsatsen att fel inte förekommer oftare i stålentreprenader än i andra typer av byggentreprenader, men även om allvarliga fel är sällsynta kan konsekvenserna av ett fel i en stålkonstruktion bli större än ett fel i till exempel en platsgjuten betongkonstruktion.

Stålentreprenader lyder under ett relativt väl utvecklat regelverk för utförande och kontroll, vilket kan ha betydelse för upptäckten av fel. Stålstommar tillverkas normalt i verkstad med små toleranser och monteras samman på byggsplatsen, där man kan råka ut för att möta konstruktioner tillverkade med toleranser i en helt annan skala. Stålets egenskaper gör att bearbetning kräver särskild utrustning, vilket gör anpassning på plats svårt. Stål är mer exakt, och därför mindre förlåtande för fel. Ovanstående har framförts av de intervjuade som skäl till att det kan upplevas att stålentreprenader är mer utsatta för fel.

De vanligaste typerna av fel är måttfel av olika slag, särskilt i gränssnitt mellan stål och andra material såsom stål-glas eller stål-betong och vid passning till grundskruvar och ingjutningsgods. De intervjuade pekar även på fel i detaljutförande vid montering som relativt vanligt förekommande, t ex fel fästelement i skruvförband eller fel utförda infästningar av tunnplåtprofiler.

Att åtgärda identifierade fel kostar tid och pengar. De intervjuade har uppskattat kostnaden för att åtgärda fel i stålentreprenader som upptäcks på byggsplatsen till 1- 3 % av entreprenadsumman för stålet. Kostnaderna för att korrigera egna projekteringsfel har uppskattats till maximalt 5 % av uppdragets budget. De intervjuade ger intrycket att de inte uppfattar dessa merkostnader som besvärande. För projektgruppen upplevs dock de bedömda felkostnaderna som relativt stora i förhållande till de vinstmarginaler som är normala inom stålbyggnadsbranschen. Kan det vara så att branschen genom någon sorts "evolution" hittat fram till en, ur ett företagsekonomiskt perspektiv, bra balans mellan risken för tillkommande felkostnader och de kostnader som krävs för att göra färre fel?

De dominerande källorna till de fel som uppstår är inköp och projektering. Man menar att inköpsorganisationerna sällan har tillräckligt god kunskap om vad man köper in och vilka krav man ska ställa vid inköp av projektering, tillverkning och utförande av stålkonstruktioner. Man har en felaktig övertro till CE-märkning, man fokuserar för mycket på lägsta pris utan att säkerställa att leverantören har kompetens för uppgiften och förfrågningsunderlagen är otydliga.

Projekteringen pekas ut som den största felkällan. Många lyfter fram ett stort behov av allmän kompetenshöjning. Man brister i egenkontroll och interngranskning, man levererar dåliga bygghandlingar, man förlitar sig för mycket på resultat från avancerade beräkningsprogram och har inte förmåga att göra rimlighetsbedömningar och man har dåliga kunskaper om hur konstruktionerna ska utformas för att vara produktionsanpassade. Det kan även tilläggas att regelverkets krav på dimensioneringskontroll verkar hanteras ganska styvmoderligt.

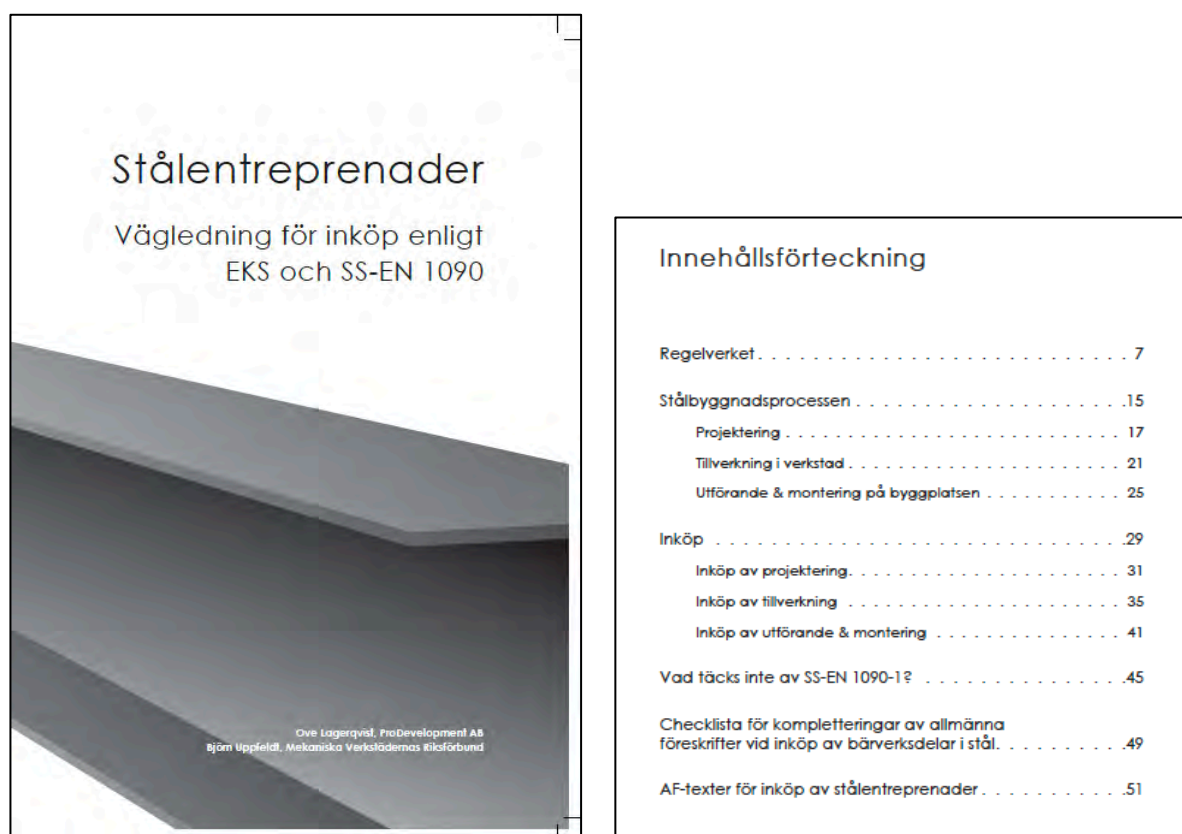
Bristande samordning av projektering lyfts fram som ett särskilt problem, av projektörer såväl som av andra. Projektörerna menar att behovet av samordning ofta glöms bort vid upphandling av projektering, vilket leder till onödig friktion senare under projektet. Byggentreprenörer menar att splittrade utförandentreprenader ofta innebär dålig samordning av projekteringen och, som en konsekvens av detta, ett ökat antal fel. Någon byggentreprenör pekar på egna projekteringsledare som en resurs som kan bidra till bättre samordning av projekteringen.

De flesta menar att monteringen i stort sett fungerar bra förutsatt att monteringsplanerna är korrekta. Flera anser dock att "smederna" saknar viss nödvändig kompetens för arbete på byggsplatsen och att man ibland tar på sig mer än man klarar av, t ex utsättning av grundskruvar.

Det är värt att poängtera att ingen av de intervjuade tar upp fel som uppstår under tillverkningen i verkstad som ett problem. Det samlade intrycket är att delprocessen tillverkning i verkstad i stort sett fungerar bra. Man kan förutsätta att tillverkningen görs enligt de handlingar som har tillhandahållits. Detta gäller oberoende av om tillverkningen görs i Sverige eller någon annanstans.

Här kan man reflektera över om införandet av kravet på prestandadeklarerationer och CE-märkning indirekt kan ha haft betydelse genom att detta även inneburit ett krav på att stålverkstäderna ska vara certifierade av ett anmält organ. Något motsvarande krav på certifiering finns inte för projektering eller utförande på byggsplatsen. Det finns system för frivillig certifiering, till exempel ”Certifierad stålkonstruktör” och ”Certifiering – Montage EN 1090-2”, men så länge beställare inte ställer krav på att upphandlad konstruktör eller montör ska vara certifierad kommer intresset för att investera i en certifiering sannolikt att vara ganska svalt.

Det finns även hjälpmedel utvecklade som kan utgöra stöd för inköp av stålentreprenader för de beställare och inköpare som känner sig osäkra på regelverket för stålentreprenader och vilka krav man kan och bör ställa vid inköp av projektering, tillverkning respektive utförande och montering, till exempel den vägledning för inköp av stålentreprenader enligt EKS och SS-EN 1090 som tillhandahålls via svensk Byggtjänst (figur 5.1).



Figur 5.1 Hjälpmedel för inköp av stålentreprenader enligt EKS och SS-EN 1090

När det gäller genomförandeformens betydelse är helhetsintrycket av de intervjuades svar att man anser att totalentreprenader är att föredra framför utförandentreprenader, men att förekomsten av fel har en mycket starkare koppling till individers kompetens och erfarenhet och det personliga engagemanget än till entreprenadformen som sådan.

Beträffande regelverkets utformning och innehåll indikerar intervjuaren att det finns en uppgift för berörda myndigheter, främst Boverket, att utveckla ett system som medger att regelverket tillhandahålls på ett sätt som upplevs mer okomplicerat och som gör regelverket lättare att navigera i och enklare att förstå.

Säkra kostnadseffektiva stålentreprenader

En jämförelse mellan de föreskrifter och allmänna råd som faktiskt finns i regelverket, till exempel avseende samordning och kontroll av projektering, och intervju svaren visar på ett glapp mellan regelverkets innehåll och dess praktiska tillämpning. Regler finns, men det verkar brista i efterlevandet av detta. Beror detta på att regelverket är för komplicerat eller är det medvetna val av byggherrar och projektorganisationerna?

De intervjuer som genomförts i detta projekt leder till slutsatsen att de viktigaste åtgärderna för att minska risken för fel i stålentreprenader och därigenom göra dem kostnadseffektivare är att

- höja kompetensen, särskilt hos projektörerna, men även hos inköp och montörer,
- förbättra kontrollfunktionen, särskilt under projekteringsprocessen, samt att
- förbättra samordningen av projekteringen.

Utveckling av en generell metodik för tredjeparts kontroll och granskning under projekteringen är en branschgemensam insats som kan bidra till en förbättring i form av minskat antal fel och säkrare och kostnadseffektivare stålentreprenader. En sådan metodik bör täcka in bärande konstruktioner i alla material och det är även rimligt att utvecklingsarbetet tar utgångspunkt i den i EKS föreskrivna dimensioneringskontrollen.

Ansvar för att ha rätt kompetens för det arbete man har åtagit sig att utföra ligger däremot ytterst på de parter som medverkar i byggprocessen, likaså att man säkerställer en fungerande samordning mellan parterna.

Utgående från slutsatserna i detta projekt föreslås följande till åtgärder för att minska risken för fel i stålentreprenader:

- Kontrollprocessen:
 - Vidareutveckla den av EKS föreskrivna dimensioneringskontrollen till en generell metodik för en mer omfattande tredjeparts kontroll under projekteringsprocessen
- Inköp av projektering
 - Ställ krav på projektörens kompetens och ledningssystem, t ex genom certifiering
 - Ställ krav på tredjeparts kontroll under projekteringsprocessen
 - Upphandla särskilt samordning av projektering
 - Var tydlig med vad projektören ska leverera – bygghandling eller komponentspecifikation
- Inköp av montering
 - Säkerställ att montören har tillräcklig kompetens, t ex genom att ställa krav på certifiering
- Projektering
 - Investera i kompetens – avseende fackkunskap, men även i kunskap om byggbarhet
 - Säkerställ goda rutiner för egenkontroll – och följ dem
- Byggentreprenörer
 - Integrera stålentreprenören i projektets organisation och byggprocess
 - Se mottagnings- och utförandekontroll som en investering, inte en kostnad
- Högskolorna:
 - Se över och förbättra utbildningen av byggkonstruktörer
 - Återinför praktiken