



Eurokod 3 – Stålkonstruktioner

Det var år 1975 och jag deltog i ett informationsmöte i Bryssel där en stolt representant för den dåvarande EEC-kommisionen presenterade projektet Eurocodes. Det skulle ge EEC gemensamma konstruktionsregler för befrämjande av en fri byggmarknad inom gemenskapen.

Projektet skulle ta tre år och jag minns att jag log åt tidplanen eftersom jag redan då hade prövat på att harmonisera nordiska byggbestämmelser.

År 1989 gav kommissionen upp att driva arbetet själv och överlät projektet på CEN där även Sverige och övriga EFTA-länder var medlemmar. Arbetet organiserades i en teknisk kommitté TC250 med ett antal underkommittéer varav SC3 är ansvarig för stålkonstruktioner. Jag har sedan starten varit svensk representant i den och aktivt medverkat i utarbetande av förstandarder (ENV) och de nu aktuella riktiga standarderna (EN). Det har varit ett mödosamt arbete med många stridiga viljor om såväl form som innehåll. Nu, 30 år efter starten, finns hela paketet av EN-standarder för Eurokod 3.

Uppläggning av Eurokod 3

Eurokod 3 behandlar utformning och dimensionering av stålkonstruktioner och är den mest omfattande Eurokoden med sina 20 delar, se figur 1. Delen 1-1 innehåller allmänna regler och regler för bygg-



Bernt Johansson,
civ ing SVR,
K65,
professor i
Stålbyggnad,
Luleå
Tekniska
Universitet

nader. Övriga delar 1, d v s del 1-2 till 1-12 innehåller allmänna regler som i princip skall vara tillämpliga på alla typer av konstruktioner, så kallade generiska standarder. Delarna 2 till 6 är produktorienterade och ger speciella regler för vissa typer av konstruktioner, som broar, master o s v. De produktorienterade standarderna kan hänvisa till de generiska men inte tvärtom. Partialkoefficienter för bärförmåga ges i de produktorienterade standarderna där tanken är att säkerheten ska kunna varieras mellan olika tillämpningar. Denna möjlighet kan vara av värde för länder som inte har säkerhetsklasser. Sverige har valt att behålla sitt system med säkerhetsklasser och för oss är det endast en fråga om att placera olika konstruktionstyper i lämplig säkerhetsklass. Det finns fortfarande även en del andra regler som inte har gått att harmonisera och för dessa tillåts nationella val som redovisas i en nationell bilaga. Säkerhetsnivån anses vara en nationell angelägenhet men det finns också många andra valmöjligheter där orsaken helt enkelt är att man inte har kommit överens.

Flera delar behövs

Del 1-1 av Eurokod 3 är ett undantag från grundprincipen att separera allmänna regler och tillämpningsregler. Som framgår av figur 1 räcker inte del 1-1 för att konstruera ett hus. Ätminstone behövs del 1-8 för skruv- och svetsförband och eventuellt också del 1-2 beroende på hur brandskyddet ordnas. Om konstruktionen innehåller svetsade balkar behövs vanligen också del 1-5, som ger regler för buckling.

Eurokod 3 är vad avser det tekniska innehållet klar och de olika delarna befinner sig i olika stadier av utgivningsprocessen, se figur 1. De blir först EN genom beslut av

Figur 1. Delar av Eurokod 3 med förkortade svenska titlar.

CEN och därefter SS-EN genom beslut av SIS. Detta beslut tas på engelska versionen. Därefter översätts standarden till svenska och den nationella bilagan utarbetas. Det finns förslag till nationella bilagor till ett antal delar av Eurokod 3 men ingen är ännu fastställd.

Olycklig gränsdragning


I CEN-standardiseringen har man gjort det mindre kloka valet att behandla konstruktion och tillverkning i skilda kommittéer. Tillverkning, montering och kontroll av stålkonstruktioner behandlas av CEN/TC 135 och reglerna publiceras i EN 1090 del 2. Denna uppdelning är olycklig och även om samarbetet har varit bra mellan kommittéerna så har det skapat problem med gränsdragning och samordning. EN 1090 del 2 har varit på remiss och det har inkommit mängder av synpunkter. Dessa bearbetas nu och det är troligt att ändringarna blir så omfattande att det nya förslaget måste skickas på en andra remiss. Det kommer att försena standarden.

Eurokod 3 och BSK

Svenska konstruktörer har arbetat med BSK sedan 1987 som först gavs ut av Statens planverk som en del av byggreglerna. Den har sedermera degraderats till handbok, vilket i princip är klokt, men det har inte fått några större konsekvenser. Eurokod 3 är skriven med principer (föreskrifter) och allmänna råd, vilket är en skillnad mot BSK. Det finns möjlighet att avvika från råden om man vet bättre själv men denna möjlighet utnyttjas ganska sällan. För framtida CE-märkning, som kan komma att baseras på beräkningar enligt Eurokoder, måste dock alla regler följas. I den följande introduktionen till Eurokod 3 kommenteras skillnader i förhållande till BSK.

Den första skillnaden man noterar är omfattningen. BSK har 140 sidor Eurokod 3 flera tusen. En anledning är att Eurokod 3 behandlar ett betydligt bredare område än BSK och innehåller mycket handboks-material. Skillnaden i volym beror också på skrivsättet. Eurokod 3 är mångordig, vilket bottnar

Allmänna delar	Status	Översättning
Del 1-1 Allmänna regler och byggnader	SS-EN	Pågår
Del 1-2 Brand	SS-EN	Pågår
Del 1-3 Tunnbränskonstruktioner	SS-EN	
Del 1-4 Rostfritt stål	SS-EN	
Del 1-5 Plåtbalkar	EN	
Del 1-6 Skalkonstruktioner	EN	
Del 1-7 Transversalbelastad plåt	EN	
Del 1-8 Förband och knutpunkter	SS-EN	Pågår
Del 1-9 Utmattning	SS-EN	Pågår
Del 1-10 Sprödbrott och skiktbristning	SS-EN	Pågår
Del 1-11 Stålkablar	EN	
Del 1-12 Utvidgning till S700		
Tillämpningsdelar		
Del 2 Broar	EN	Pågår
Del 3-1 Torn och master	EN	
Del 3-2 Skorstenar	EN	
Del 4-1 Tankar	EN	
Del 4-2 Silos	EN	
Del 4-3 Rörledningar	EN	
Del 5 Pålar och sponter	EN	
Del 6 Kranbanor	EN	



EK 0	Grunder	87 sid
EK 1-1-1	Laster allm.	44 sid
EK 1-1-3	Snölast	43 sid
EK 1-1-4	Vindlast	52 sid
EK 1-1-7	Olyckslast	35 sid
EK 3-1-1	Stål allm.	82 sid
EK 3-1-8	Förband	129 sid
EN 1090-2	Utförande	179 sid
Totalt		651 sid

i att en del länder ser den mer som ett juridiskt dokument. Det bredare innehållet kan ses som en fördel genom att information finns samlad. Mångordigheten är en nackdel för en rutinerad konstruktör som får leta genom texten för att hitta det som behövs.

Ett exempel visas i figur 2 för en enkel husstomme som fordrar minst 650 sidor Eurokoder för att konstruktören skall ha nödvändig information. Det är ofta en begränsad mängd information från var och en som behövs men första gången man gör det blir det ett väldigt letande. I listan finns även EN 1090-2 därför att konstruktören även måste välja mellan ett stort antal utförandekrav.

Tekniskt innehåll i Eurokod 3

När man ser till det tekniska innehållet i Eurokod 3 så finns stora likheter med BSK men det är ofta annorlunda förpackat. I den följande texten ges några exempel på skillnader. I de fall det finns nationella valmöjligheter baseras texten på förslag till nationella bilagor. Dessa är ännu inte fastställda slutversionen kan alltså komma att avvika från vad som skrivs här. En strävan vid de nationella valen har varit att inte fördyra bärande konstruktioner jämfört med dagens regelverk.

Stålsorter

Eurokod 3-1-1 gäller för stål S235 – S460 enligt SS-EN 10025 medan BSK går upp till S690 och inkluderar även stål enligt SS-EN 10149 (kallformningsstål i form av varmvalsade band). Sverige har förordat en utvidgning av Eurokod 3 till att omfatta samma område som BSK men det har funnits ett motstånd från flera håll. Vårt argument har varit att standarden skall stödja en önskvärd utveckling mot användning av högre hållfasthet. Det ger en ökad konkurrenskraft och minskad miljöbelastning eftersom det

Figur 2. För att konstruera en enkel stålstomme till ett hus fordras åtminstone de Eurokoder som listas i figuren.



När man ser till det tekniska innehållet i Eurokod 3 så finns stora likheter med BSK men det är ofta annorlunda förpackat

går åt mindre resurser för att uppnå en given funktion. Slutet på diskussionen blev att en arbetsgrupp tillsattes som nu har utarbetat kompletterande regler för utvidgning av Eurokod 3 till att omfatta stålsorter upp till S700. Dessa regler finns i del 1-12 och den godkändes av SC3 i november 2004 och nu ute för omröstning bland CEN:s medlemsländer.

Partialkoefficienter

I Eurokod 3-1-1 ges partialkoefficienter för byggnader. Dessa väljs nationellt men det finns rekommenderade värden. Det finns tre olika partialkoefficienter nämligen

- γ_{M0} för tvärsnittsbärförmåga då flytning eller buckling avgör
- γ_{M1} för global instabilitet
- γ_{M2} för dragbrott

I del 1-8 finns ett antal ytterligare för förband som inte kommenteras här.

Dimensioneringsreglerna presenteras så att regler för tvärsnittsbärförmåga ges separat från regler för global instabilitet. Det är inte alltid en kontinuerlig övergång mellan

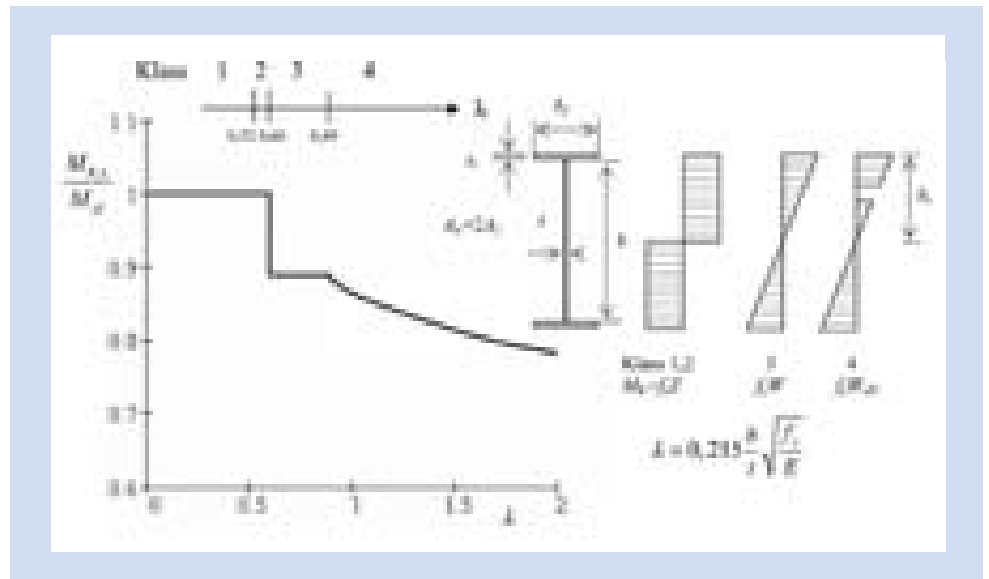
dessa som det är i BSK. Skulle man dessutom välja olika värden för partialkoefficienterna så kan man få en rejäl diskontinuitet. Idén att ha olika partialkoefficienter för flytning och global instabilitet är för mig helt främmande. Dimensioneringsreglerna är kalibrerade så att de skall ge en likformig sannolikhet för brott just med den avsikten att man ska kunna använda en och samma partialkoefficient. Tyvärr finns det fortfarande människor som lever i en förgångnen tid och det har inte varit möjligt att slå ihop γ_{M0} och γ_{M1} . För byggnader, men inte för broar, har dock rekommenderats att de sätts lika med 1,0 båda två, vilket kommer att accepteras i Sverige. Här bör noteras att lastfaktorerna är 1,35 för egentygnd och 1,5 för variabel last. Det betyder att vi får i stort sett samma säkerhetsnivå som idag för säkerhetsklass 3. Säkerhetsklass 1 och 2 kommer att finnas kvar och för dessa reduceras dimensionerande last med faktorerna 0,83 respektive 0,91. Effekten av säkerhetsklassen har alltså flyttats från bärförmågan till lasterna men är i sak oförändrad. Att ha den på lastsidan är dock praktiskt

vid lastnedräkning men så blev det trots våra protester.

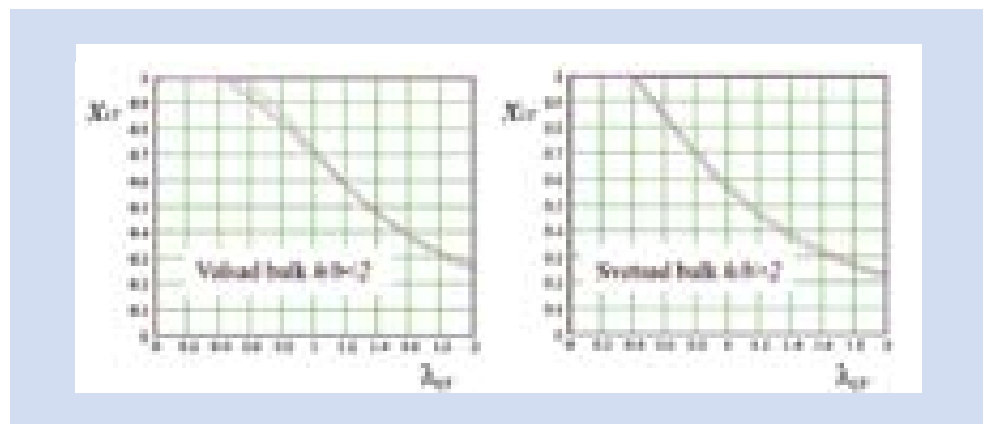
Partialkoefficienten γ_{M2} för dragbrott har ett rekommenderat värde 1,25. Denna rekommendation skall ses tillsammans med att formeln för bärförmågan för nettoarea innehåller en extra reduktionsfaktor om 0,9. Med beaktande av detta ger $\gamma_{M2} = 1,1$ samma säkerhet som den vi har enligt BSK. Dessutom behövs en tillägsregel att bärförmågan inte behöver sättas lägre än sträckgränsen gånger nettoarean, vilket har betydelse för höghållfast stål. En sådan föreslås i den svenska nationella bilagan.

Tvärsnittsklasser

Tvärsnittsklasser delar in tvärsnitt efter hur de påverkas av lokal buckling. Eurokod 3 har fyra tvärsnittsklasser medan BSK har tre. Skillnaden beror på att Eurokod 3 har delat BSK:s klass 2 i två klasser. Indelningen enligt Eurokod 3 illustreras i figur 3 för en I-balk med liv i olika tvärsnittsklasser. Flänsarna antas vara klass 1 och slankhetsparametern λ för livet med avseende på böjspänningsbuckling styr tvärsnittsklassen och visas på horisontalaxeln. På vertikalaxeln visas bärförmågan för moment normerad med den plastiska bärförmågan. Den gäller för klass 1 och 2 och skillnaden mellan dessa är att klass 1 fordras för analys med flytledsteori. Gränsen för klass 1 överensstämmer med den i BSK. Vid gränsen mellan klass 2 och 3 faller bärförmågan till den elastiska. När gränsen mellan klass 3 och 4 passeras måste man byta till Eurokod 3-1-5 där reglerna för effektiva tvärsnitt finns. I dag har vi samma olägenhet eftersom våra regler för effektiva tvärsnitt finns i handboken K 18. Gränsen mellan klass 3 och 4 är ett fixt värde $\lambda = 0,89$ medan motsvarande gräns enligt BSK beror av tryckflänsens slankhet och varierar mellan 0,68 och 1,03. Diskontinuiteten mellan plastisk och elastisk bärförmåga får enligt K 18 elimineras med en rätlinjig inter-



Figur 3. Bärförmåga för moment för I-balk med liv i olika tvärsnittsklasser enligt Eurokod 3.



Figur 4. Jämförelse mellan reduktionsfaktor för vippning enligt Eurokod 3-1-1 (heldragen linje) och BSK (streckad linje).

polarion. Enligt Eurokod 3 får den tas bort genom plastisk beräkning av ett speciellt effektivt tvärsnitt. Skillnaderna mellan Eurokod 3 och BSK är inte väsentliga men reglerna är presenterade på olika sätt.

Knäckning

Reglerna för knäckning baseras i såväl Eurokod 3 som i BSK på de sk Europeiska knäckningskurvorna. I Eurokod 3 finns ytterligare en

kurva benämnd a₀ som ligger högst och gäller för höghållfast stål. Det finns en skillnad i det att BSK har gjort en ändring av de Europeiska knäckningskurvorna så att de sänks med upp till 10 % för mycket slanka stänger. Det är en historisk kvarleva från den tid som slanka stänger bedömdes vara särskilt farliga och behövde en extra säkerhet. För en normal pelare är skillnaden marginell. Vid första anblicken känner

Internationellt seminarium om Eurokod 3 – Stålkonstruktioner

Onsdagen den 3 maj 2006 – Oslo

www.stalforbund.com/Kursprogram3_2006.pdf

man inte igen formeln för reduktionsfaktorn men det visar sig att den är densamma bortsett från den ovannämnda korrigeringen för slanka stänger.

Tryck och böjning

Reglerna för tryck och böjning i Eurokod 3-1-1 var föremål för omfattande utredningar och diskussioner i forskarvärlden. Flera alternativa förslag diskuterades inklusive de vi har i BSK men tyvärr hade ingen från Sverige tid att delta i dessa diskussioner. Resultatet blev att våra enkla regler försvann ut ur diskussionen och dessutom lyckades man inte ena sig om en metod utan de blev två som man kan välja mellan. Båda är interaktionsformler som innehåller en uppsjö av formler för koefficienter och de är långt ifrån användarvänliga. Det får ses som ett misslyckande från SC3 att inte välja ett alternativ. I den svenska nationella bilagan kommer Metod 1 att väljas men helst skulle vi inte ha valt någon. Det kan vi dock inte men konstruktören kan avstå genom att istället använda en andra ordningens beräkning. Det finns anvisningar för hur det skall göras och för fallet plan deformationer är det inte mera jobb än att använda interaktionsformlerna.

Vippling

Även vippling har varit föremål för olika uppfattningar främst bland tyska professorer. SC3 får återigen ta på sig skulden för att två alternativ presenteras. Skillnaden är främst plåtålgängden, d v s slankhetsgränsen där bärförmågan börjar reduceras. I den svenska nationella bilagan förordas den metod som mest liknar reglerna i BSK. I figur 3 visas en jämförelse med BSK och det framgår att skillnaderna är obetydliga. Reglerna i Eurokod baseras på modifierade knäckningskurvor och valet av kurva beror av förhållandet höjd genom bredd. För höga valsade balkar hamnar Eurokod 3 under BSK och för låga svetsade balkar över. De exempel som visas i figur 4 är dock de vanligaste.

Slutord

Eurokod 3 kan troligen börja användas för husbyggnader mot slutet av detta år. För broar planerar Vägverket att skriva sina förfrågningsunderlag med hänvisning till Eurokoder under 2007. Senaste tidpunkt för indragning av nationella regler är mars 2010. Genom de föreslagna nationella valen där sådana medges kommer materialåtgången i stålkonstruktioner att vara ungefär densamma som vid dimensionering enligt BSK. För vissa typer av byggnader har dock nyttiga laster ökat, vilket kan leda till ökad kostnad.

Det finns både likheter och skillnader i förhållande till BSK och en del skillnader är inte till fördel för Eurokod 3. Det har varit ett stort arbete att påverka innehållet i önskvärd riktning och det har inte alltid lyckats på grund olika uppfattningar i arbetsgrupperna och i SC3. Det var lättare att skriva BSK, då det räckte att Torsten Höglund och jag var överens. Nu har det varit en kommitté med ca 20 deltagande länder och varje land får ha upp till tre delegater, många av dem professorer med stort intresse för stabilitetsteori. En professor är som bekant enligt ett tyskt talesätt en herre med en annan uppfattning och det har i mycket präglat arbetet.

Jag vill ändå se det som en framgång för SC3 att vi nu har fått en gemensam konstruktionsstandard som kommer att gälla i 28 länder. Den är ett resultat av mycket arbete och förhandlande och jag är glad över att ha kunnat bidra.

Läs mer på internet
www.eurokoder.se

e-post författaren
bhj@comhem.se

vbyggaren

Den kvalificerade tekniska tidskriften för hela bygg-, anläggnings- och fastighetsbranschen

I Vbyggaren

- finner du den senaste tekniska utvecklingen inom byggsektorn på ett lättillgängligt sätt
- diskuteras även "mjuka frågor" som aktuell branschutveckling i initierade artiklar
- presenteras intressanta byggprojekt
- skriver kunnigt branschfolk om sina specialområden för en bred krets av civilingenjörer och branschfolk
- hittar du artiklar om Husbyggnad, Anläggningsbyggnad, Geoteknik, VA-teknik, Miljö, Brobyggnad, IT, Vägbyggnad, Fastighetsförvaltning mm.

Nr 3 / 2006 handlar om:

Region Syd

- Infrastruktur • Branschutveckling
- Inför SVR-dagarna

Nr 4 / 2006 handlar om:

Geoteknik

- Tunnelbyggnad • Ny teknik • Branschutveckling

Nr 5 / 2006 handlar om:

Husbyggnad

- Stombyggnad • Prefabbyggnad
- Betong-Stål-Glas-Trä • Produktionsteknik

Investera i framtiden – annonsera idag!

Kontakta Migge Sarrión,
tel: 08-590 771 50,
annonsavdelningen@vbyggaren.se

Prenumerera:

SVR, 08-545 217 50, svr@svr.se

Redaktionen:

Lars Hamrebjörk, 08-545 217 54, lars@vbyggaren.se



Webbplats: www.vbyggaren.se