

Förord

Stålbyggnadsinstitutets Detaljhandboken är en handboks-serie om sju delar, som var och en behandlar utformning och dimensionering av knutpunkter och anslutningar mellan konstruktionselement i stålstommar.

Handboksserien omfattar följande delar:

- Publikation 183 Pelarfot
- Publikation 184 Pelarskarv
- Publikation 185 Balk-pelarfästning
- Publikation 186 Ramhörn och pelartopp
- Publikation 187 Balkskarv
- Publikation 188 Balk-balkinfästning
- Publikation 189 Stånginfästning

Utöver en kort, allmän inledning om normer, regelverk med mera som är lika för alla delar i handboksserien innehåller de individuella delarna detaljanpassade allmänna råd och anvisningar, regler och rekommendationer för utformning och dimensionering samt ett antal olika standardiserade typlösningar. För varje typlösning visas anpassade beräkningsanvisningar och beräkningsexempel samt en sammanfattning av dimensioneringsgången.

Handboksserien baseras på de principer och råd som ges i Eurokoderna tillsammans med nationella val enligt Boverkets föreskriftsserie, EKS, samt tillhörande utförandestandard för stålkonstruktioner, SS-EN 1090-2.

Författare till denna version av Detaljhandboken har varit William Husson och Claes Fahleson, ProDevelopment AB. Projektledare för arbetet har varit Björn Åstedt, Stålbyggnadsinstitutet.

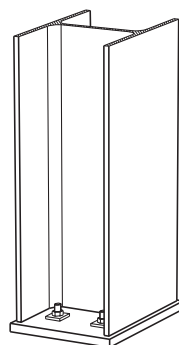
Arbetet har utförts med stöd av en referensgrupp bestående av:

- Bernt Johansson, Stålbyggnadsinstitutet
- Björn Uppfeldt, Stålbyggnadsinstitutet
- Bo-Gert Lundgren, Stålbyggnadsteknik B-G Lundgren
- Georges Khoury, Tyréns AB
- Karl-Olof Forsell, AB H Forsells Smidesverkstad
- Navid Gohardani, Force Technology Sweden AB
- Per Hedmark, Sweco Structures AB
- Thomas Jansson, Bröderna Jansson Nissavarvet AB
- Tomas Storm, Ramböll Sverige AB

Ekonomiskt bidrag för genomförande av projektet har erhållits från Svenska Byggbranschens Utvecklingsfond, SBUF.

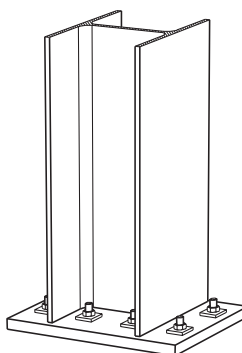
Stålbyggnadsinstitutet
Stockholm i juni 2011

PF1



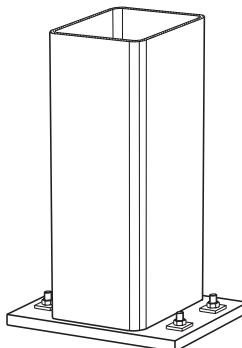
PF1

PF2



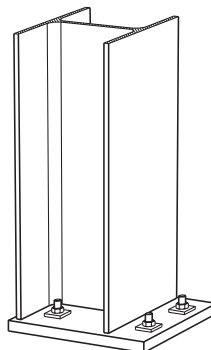
PF2

PF3



PF3

PF4



PF4

Innehållsförteckning

1	INLEDNING	3	3.2	PF2, pelarfot för I-profil med skruvar utanför flänsarna	31
1.1	Allmänt	3	3.2.1	Utformning, PF2	31
1.2	Standarder	3	3.2.2	Beräkningsanvisningar, PF2	31
1.3	Bärförmåga	3	3.2.2.1	Allmänna beräkningsprinciper	31
1.4	Indelning i säkerhetsklasser	4	3.2.2.2	Beräkningsuttryck för bärförmåga	32
1.5	Konstruktionsstål	4	3.2.2.3	Bärförmåga för ledat infäst pelarfot	36
2	UTFORMNING OCH DIMENSIONERING	7	3.2.2.4	Bärförmåga för pelarfot med moment i styv riktning	37
2.1	Statiskt system	7	3.2.2.5	Bärförmåga för pelarfot med moment i vek riktning	38
2.2	Val av pelarfotstyp	7	3.2.2.6	Svetsar	38
2.3	Krafter och moment	8	3.2.2.7	Färdigdimensionerade pelarfötter, PF2	38
2.4	Grundskruvar	8	3.2.2.8	Dimensioneringsgång, PF2	39
2.4.1	Förankring genom vidhäftning	10	3.2.3	Beräkningsexempel, PF2	45
2.4.2	Grundskruv med ändförankring	12	3.3	PF3, pelarfot för fyrkantsprofil	53
2.5	Dimensionering för monteringslastfallet	15	3.3.1	Utformning, PF3	53
2.6	Brickor och muttrar	15	3.3.2	Beräkningsanvisningar, PF3	53
2.7	Fotplåt	16	3.3.2.1	Allmänna beräkningsprinciper	53
2.8	Tvärkraft	16	3.3.2.2	Beräkningsuttryck för bärförmåga	54
2.9	Svetsförband	16	3.3.2.3	Bärförmåga för ledat infäst pelarfot	54
2.10	Dimensionering av dragbelastad böjd fotplåt	18	3.3.2.4	Bärförmåga för pelarfot med moment i en riktning	54
2.11	Utförande	18	3.3.2.5	Bärförmåga för pelarfot med moment i vek riktning	56
2.11.1	Utförandeklass	18	3.3.2.6	Svetsar	56
2.11.2	Rostskydd	18	3.3.2.7	Färdigdimensionerade pelarfötter, PF3	56
2.11.3	Toleranser	19	3.3.2.8	Dimensioneringsgång, PF3	56
2.11.4	Föreskrifter på ritning	19	3.3.3	Beräkningsexempel, PF3	59
3	PELARFOT	21	3.4	PF4, excentrisk pelarfot för I-profil	63
3.1	PF1, pelarfot för I-profil med skruvar innanför flänsarna	21	3.4.1	Utformning, PF4	63
3.1.1	Utformning, PF1	21	3.4.2	Beräkningsanvisningar, PF4	63
3.1.2	Beräkningsanvisningar, PF1	21	3.4.2.1	Allmänna beräkningsprinciper	63
3.1.2.1	Allmänna beräkningsprinciper	21	3.4.2.2	Beräkningsuttryck för bärförmåga	63
3.1.2.2	Beräkningsuttryck för bärförmåga	22	3.4.2.3	Bärförmåga för ledad pelarfot	63
3.1.2.3	Bärförmåga för ledat infäst pelarfot	25	3.4.2.4	Bärförmåga för pelarfot med moment i styv riktning	64
3.1.2.4	Bärförmåga för pelarfot med moment i styv riktning	25	3.4.2.5	Bärförmåga för pelarfot med moment i vek riktning	66
3.1.2.5	Bärförmåga för pelarfot med moment i vek riktning	26	3.4.2.6	Svetsar	66
3.1.2.6	Svetsar	26	3.4.2.7	Färdigdimensionerade pelarfötter, PF4	66
3.1.2.7	Färdigdimensionerade pelarfötter, PF1	27	3.4.2.8	Dimensioneringsgång, PF4	66
3.1.2.8	Dimensioneringsgång, PF1	27	3.4.3	Beräkningsexempel, PF4	70
3.1.3	Beräkningsexempel, PF1	29			

1. Inledning

1.1 Allmänt

Anslutningen mellan pelare och grundkonstruktion brukar man benämna pelarfot. Normalt förankras pelaren med fotplåt och ingjutna skruvar. Fotplåten fördelar lasten från pelaren till grunden, grundskruvarna tar upp eventuella dragkrafter av moment.

Denna handbok behandlar pelarfötter med oavstyvade fotplåtar. Det är i de flesta fall inte ekonomiskt att förstärka plåten med avstyvningar för att reducera plåttjockleken. Handboken täcker inte pelarfötter som utsätts för utmattningslast.

I kapitel 2 finns en förteckning över de pelarfotstyper som behandlas. Där ges också en kort vägledning för val av utformning, anvisningar om dimensionering i monteringsstadiet, förankring av grundskruvar, material i fotplåten, utformning av undergjutningen m.m.

I kapitel 3 ges beräkningsanvisningar för de olika pelarfotstyperna samt beräkningsexempel och tabeller med färdigdimensionerade pelarfötter.

1.2 Standarder

Principer och råd för utformning och dimensionering av pelarfötter ges i följande Eurokoder:

SS-EN 1990, *Eurokod – Grundläggande dimensioneringsregler för bärverk*

SS-EN 1991, *Eurokod 1 – Laster på bärverk*

SS-EN 1992, *Eurokod 2 – Dimensionering av betongkonstruktioner*

SS-EN 1993, *Eurokod 3 – Dimensionering av stålkonstruktioner*

Krav för utförande ges av standarden:

SS-EN 1090, *Utförande av stål- och aluminiumkonstruktioner – Del 2: Stålkonstruktioner*

De nationellt valbara parametrarna i Eurokoderna är förtecknade i nationella bilagor, NA, i respektive Eurokod och finns även samlade i *EKS, Boverkets föreskrifter och allmänna råd om tillämpning av europeiska konstruktionsstandarder (eurokoder)*, som utkommer i nya versioner allt eftersom det är påkallat. I skrivande stund är den gällande versionen EKS 8 (BFS 2011:10), som utkom i april 2011. De valbara parametrar som föreskrivs i EKS 8, dvs. partialkoefficienter för bärförmåga, m.m., har inarbetats i den löpande texten i denna handbok. Detta medför att den är anpassad för tillämpning för bärverk som faller inom Boverkets ansvarsområde.

Reglerna i Eurokoderna baseras på dimensionering i gränstillstånd och för verifieringen rekommenderas partialkoefficientmetoden. Det innebär bl.a. att pelarfoten och grundskruvarna dimensioneras med hänsyn till bärförmågan i brottgränstillståndet enligt SS-EN 1993. Betongunderlaget,

undergjutningen samt grundskruvarnas förankring dimensioneras enligt SS-EN 1992. Bärförmågan ska vara minst lika stor som den dimensionerande lasteffekt som fås av laster enligt SS-EN 1991 och lastkombinationer enligt SS-EN 1990.

Konstruktionens funktionskrav i brukgränstillstånd måste också uppfyllas. Man behöver dock normalt inte kontrollera brukgränstillståndet för pelarfoten. De lokala deformationerna är oftast försumbara i jämförelse med pelarens deformationer.

Eurokoderna är indelad i:

- bindande *principer*, som består av allmänna utsagor och definitioner där det inte finns något alternativ samt krav och analytiska modeller där inga alternativ tillåts såvida detta inte särskilt anges.
- vägledande allmänna *råd*, som består av allmänt vedertagna regler som harmonierar med principerna och som uppfyller kraven i dessa.

Markeringen av vad som är princip respektive råd görs genom användning av orden ”ska” respektive ”bör”.

1.3 Bärförmåga

Dimensioneringsvärdet för bärförmågan fås genom att dividera den karakteristiska bärförmågan med partialkoefficienten γ_M som beror på typ av förband och/eller bärverksdelens användning.

De partialkoefficienter som föreskrivs i EKS för olika förband och bärverksdelar visas i tabell 1.1 och tabell 1.2.

Tabell 1.1 Partialkoefficienter för fästdon och förband enligt EKS.

Skrubar	$\gamma_{M2} = 1,2$
Nitar	
Ledbultar	
Svetsar	
Hållkantryck	
Glidning i brottgränstillstånd (Typ C)	$\gamma_{M3} = 1,2$
Glidning i bruksgränstillstånd (Typ B)	$\gamma_{M3,ser} = 1,0$
Injektionsskrubar	$\gamma_{M4} = 1,0$
Fackverksknutpunkter med konstruktionsrör	$\gamma_{M5} = 1,0$
Ledbultar i bruksgränstillstånd	$\gamma_{M6,ser} = 1,0$
Förspänningskraft i höghållfast skruv (kvalitet 8.8 och högre)	$\gamma_{M7} = 1,0$

PF1

PF2

PF3

PF4

Tabell 1.2 Partialkoefficienter för bärverksdelar och tvärsnitt enligt EKS.

För tvärsnitt oavsett tvärsnittsklass	$\gamma_{M0} = 1,0$
Med hänsyn till instabilitet	$\gamma_{M1} = 1,0$
För tvärsnitt med hänsyn till dragbrott*	$\gamma_{M2} = 0,9 \cdot f_u / f_y$ dock högst 1,1
*För områdesbrott bör $\gamma_{M2} = 1,2$ användas	

1.4 Indelning i säkerhetsklasser

Den svenska modellen med indelning i säkerhetsklasser ska användas vid dimensionering med Eurokoderna. Säkerhetsklassen ska väljas utifrån konsekvensen av eventuellt brott i bärverksdelen och den dimensionerande lasteffekten på bärverksdelen ska multipliceras med partialkoefficienten γ_d för vald säkerhetsklass.

För val av säkerhetsklass i det enskilda fallet ger EKS följande anvisningar:

- Byggnadsverksdelar får hänföras till *säkerhetsklass 1* om minst ett av följande krav är uppfyllt:
 - personer endast i undantagsfall vistas i, på, under eller invid byggnadsverket,
 - byggnadsverksdelen är av sådant slag att ett brott inte rimligen kan befaras medföra personskador, eller
 - byggnadsverksdelen har sådana egenskaper att ett brott inte leder till kollaps utan endast till obrukbarhet.
- Byggnadsverksdelar ska hänföras till *säkerhetsklass 3* om följande förutsättningar samtidigt föreligger:
 - byggnadsverket är så utformat och använt att många personer ofta vistas i, på, under eller invid det,
 - byggnadsverksdelen är av sådant slag att kollaps medför stor risk för personskador, och
 - byggnadsverksdelen har sådana egenskaper att ett brott leder till omedelbar kollaps.
- Byggnadsverksdelar som ej omfattas av ovanstående ska hänföras till *lägst säkerhetsklass 2*.

I tabell 1.3 ges värden på partialkoefficienten, γ_d , för de olika säkerhetsklasserna.

Tabell 1.3 Föreskrivna säkerhetsklasser med tillhörande partialkoefficient.

Konsekvens av brott	Säkerhetsklass	partialkoefficient
Liten risk för allvarliga personskador	1 (låg)	$\gamma_d = 0,83$
Någon risk för allvarliga personskador	2 (normal)	$\gamma_d = 0,91$
Stor risk för allvarliga personskador	3 (hög)	$\gamma_d = 1,0$

Baserat på ovanstående krav ges i tabell 1.4 riktlinjer för val av säkerhetsklass för pelarfötter.

Tabell 1.4 Riktlinjer för val av säkerhetsklass för balk-skarvar.

Bärverksdel	Byggnadstyp	Säkerhetsklass
Bjälklags-, takbalkar m.m. i det bärande huvudsystemet eller i det stabiliserande systemet *	A, B	3
	C, D, E	2
Balkar till trappor och andra byggnadsdelar som utgör utrymningsvägar	A	3
	C	2
Kranbanebalkar för stora traverser (≥ 15 m spännvidd och ≥ 20 t lyftkapacitet)	B	3
Takåsar som inte ingår i det bärande huvudsystemet	A, B, C, D, E	1
Väggreglar som sitter högre än 3,5 m över markytan	A, C	2
	B, D, E	1
Väggreglar som sitter lägre än 3,5 m över markytan	A, B, C, D, E	1
	A, B, C, D, E	1
Övriga balkar	A, B, C, D	2
	E	1

* Till det bärande huvudsystemet räknas inte pelare som vid tänkt brott endast ger skador av begränsad omfattning.

De olika byggnadstyperna i tabell 1.4 motsvaras av:

A = Två- och flervåningsbyggnader av typen bostadshus (undantaget enbostadshus), kontorshus, varuhus, sjukhus och skolor.

B = Envåningsbyggnader av typen hallbyggnader, vilkas takkonstruktioner har stora spännvidder (≥ 15 meter) och som används för sporthallar, utställningshallar, samlingslokaler, varuhus, skolor och sådana industri-lokaler där många personer vistas.

C = Enbostadshus och andra små byggnader i ett eller två våningsplan.

D = Envåningsbyggnader, vilkas takkonstruktioner har små spännvidder (< 15 meter) och som har samma användning som byggnaderna enligt B.

E = Byggnader som personer sällan vistas i eller intill, t.ex. lagerbyggnader, vattentorn, skorstenar eller master.

1.5 Konstruktionsstål

Enligt EKS ska konstruktionsståls nominella sträckgräns- och brottgränsvärde tas som R_{eH} och R_m enligt berörd produktstandard. I tabell 1.5 och tabell 1.6 ges nominella hållfasthetsvärden för några vanliga varmvalsade konstruktionsstål och konstruktionsrör.

Tabell 1.5 Nominella värden för sträckgräns f_y och brottgräns f_u för några vanliga varmvalsade konstruktionsstål.

Standard och stålsort	Nominell tjocklek [mm]							
	$t \leq 16$		$16 < t \leq 40$		$40 < t \leq 63$		$63 < t \leq 80$	
	f_y [MPa]	f_u [MPa]	f_y [MPa]	f_u [MPa]	f_y [MPa]	f_u [MPa]	f_y [MPa]	f_u [MPa]
SS-EN 10025-2 Varmvalsade olegerade konstruktionsstål								
S235J	235	360	225	360	215	360	215	360
S275J	275	410	265	410	255	410	235	410
S355J ⁽¹⁾	355	470	345	470	335	470	315	470
SS-EN 10025-3 Normaliserade varmvalsade svetsbara finkornsstål								
355N	355	470	345	470	335	470	315	470
420N	420	520	400	520	390	520	360	520
460N	460	540	440	540	430	540	410	540
SS-EN 10025-4 Termomekaniskt behandlade varmvalsade svetsbara finkornsstål								
355M	355	470	345	470	335	450	325	440
420M	420	520	400	520	390	500	380	480
460M	460	540	440	540	430	530	400	510

⁽¹⁾ S355J ska vara slagseghetsprovad vid -20°C med minst 27 Joule

Tabell 1.6 Nominella värden för sträckgräns f_y och brottgräns f_u för några vanliga konstruktionsrör.

Standard och stålsort	Nominell tjocklek [mm]					
	$t \leq 16$		$16 < t \leq 40$		$40 < t \leq 63$	
	f_y [MPa]	f_u [MPa]	f_y [MPa]	f_u [MPa]	f_y [MPa]	f_u [MPa]
SS-EN 10210 Varmbearbetade konstruktionsrör av olegerat stål och finkornsstål						
S235JRH	235	360	225	360	215	360
S275J2H	275	410	265	410	255	410
S355J2H	355	470	345	470	335	470
S355NH/NLH	355	470	345	470	335	470
S420NH/NLH	420	520	400	520	-	-
S460NH/NLH	460	540	440	540	-	-
SS-EN 10219 Kallformade svetsade konstruktionsrör av olegerat stål och finkornsstål						
S235JRH	235	360	225	360	-	-
S275J2H	275	410	265	410	-	-
S355J2H	355	470	345	470	-	-
S355NH/NLH	355	470	345	470	-	-
S355MH/MLH	355	450	345	450	-	-
S420MH/MLH	420	500	400	500	-	-
S460MH/MLH	460	530	440	530	-	-

Enligt EKS ska stålsorter i S355 vara slagseghetsprovade vid -20°C med minst 27 Joule. Det innebär att för olegerade stål enligt SS-EN 10025-2 tillåts endast S355J2 eller bättre. Plåt av denna stålsort levereras ofta med tillägsbeteckningen S355J2+N som anger leveranstillståndet och betyder att plåten har genomgått normaliservalsning.

Varmbearbetade fyrkantströr enligt standarden SS-EN 10210 ska betecknas med HFRHS, *Hot Formed Rectangular Hollow Section*, och runda rör med HFCHS, *Hot Formed Circular Hollow Section*. För kallformade rör SS-EN 10219 används beteckningarna CFRHS, *Cold Formed Rectangular Hollow Section*, och CFCHS, *Cold Formed Circular Hollow Section*.

