

# Stålkonstruktioner

## ANVISNINGAR 1996

Miljöministeriet har med stöd av 13 § byggnadslagen (557/89) utfärdat anvisningar om stålkonstruktioner. Dessa anvisningar ersätter den 2 april 1987 utgivna anvisningar om stålkonstruktioner (B7).

Anvisningarna hänför sig till föreskrifterna om bärande konstruktioner, om konstruktioners säkerhet och belastningar samt om konstruktiv brandsäkerhet.

Den 14 september 1994 av miljöministeriet utfärdat utslag som gäller alternativ metod att dimensionera stålkonstruktioner, Eurocode 3 Del 1-1 tillsammans med det nationella anpassningsdokumentet, gäller fortfarande.

Anvisningarna har anmälts enligt direktivet 83/189/EEG.

De nya anvisningarna träder i kraft den 1 oktober 1996 och kan tillämpas på byggnadsåtgärd, vartill tillstånd har sökts nämnda dag eller därefter. Tidigare anvisningar kan ändå tillämpas på byggnadsåtgärd, vartill tillstånd har sökts före den 1 oktober 1997.

Helsingfors den 10 juni 1996

Överdirektör Jouni J. Särkijärvi

Direktör Matti J. Virtanen

## INNEHÅLLSFÖRTECKNING

		3	PROJEKTERING AV KONSTRUKTIONER
1	ALLMÄNT	3.1	Allmänna projekteringsgrunder
1.1	Tillämpningsområde	3.2	Belastning
1.2	Klassificering av konstruktioner	3.3	Miljö
1.2.1	Konstruktionsklasser	3.4	Kraftstorheter
1.2.2	Kompetens för projektör	3.5	Materialegenskaper
1.2.3	Kompetens för ansvarig arbetsledare av stålkonstruktioner	3.6	Gränstillstånden
1.3	Planeringshandlingar	3.6.1	Brottgränstillstånden
1.3.1	Beräkningar	3.6.2	Bruksgränstillstånden
1.3.2	Ritningar och projektspecifikation	3.7	Dimensioneringsvärden för materialhållfasthet
1.3.3	Tillämplig standard och certifierad bruksbeskrivning	3.8	Partialkoefficient för material
1.4	Beteckningar	3.9	Konstruktiva villkor
		3.9.1	Plastisk led
		3.9.2	Tvårsnittsklasser
2	KONSTRUKTIONSMATERIAL	3.9.3	Stavarnas största slankhet

2	3.9.4	Inverkan av skjuvdeformationer	7	UTMATTNINGSBELASTADE KONSTRUKTIONER
	4	DIMENSIONERING	7.1	Dimensioneringsprinciper
	4.1	Beräkningsprinciper för bärförmåga och jämförelse med kraftstorheter	7.2	Dimensionering
	4.2	Bärförmågor	7.2.1	Dimensioneringsvillkor
	4.2.1	Stavens bärförmåga vid dragande normalkraft	7.2.2	Enaxligt spänningstillstånd
	4.2.2	Stavens bärförmåga vid tryckande normalkraft	7.2.3	Tvåaxligt spänningstillstånd
	4.2.3	Stavens bärförmåga vid tvärkraft	7.2.4	Användning av typiserade kollektiver
	4.2.4	Stavens bärförmåga vid böjmoment	7.3	Utmattningsklasser
	4.2.5	Stavtvärsnittets bärförmåga vid kombinationer av kraftstorheter	7.4	Formvarans utmattningsklass
	4.3	Sidostagning av stav	7.5	Bultförband och skruvar
	4.3.1	Avståndet mellan stagpunkterna i en böjd-stav	8	BRANDTEKNISK DIMENSIONERING
	4.3.2	Dimensionering av sidostagningar	8.1	Grunderna för dimensionering
	4.4	Stavarnas stabilitet	8.2	Laster
	4.4.1	Stavens bärförmåga vid centrisk tryckande kraft	8.3	Konstruktionsstålets materialegenskaper
	4.4.2	Stavens vridknäckningsbärförmåga	8.4	Temperaturstegring i stål
	4.4.3	Stavens vippningsbärförmåga	8.5	Beräkningsanvisningar
	4.4.4	Bärförmågan hos en tryckt samt en dubbelsymmetrisk tryckt och böjd stav	8.6	Produktions- och lagerbyggnader uppförda i en våning
	4.5	Inverkan av böjmomentets fördelning hos dubbelsymmetriska tvärsnitt	9	TILLVERKNING OCH MONTERING AV KONSTRUKTIONER
	4.6	Buckling av plåt	9.1	Grunder
	4.6.1	Begynnelseantaganden	9.2	Behandling av konstruktionsmaterial
	4.6.2	Tryck i plåtens nivå	9.3	Bultförband
	4.6.3	Skjuvhållfasthet	9.3.1	Skruvar, muttrar och brickor
	4.6.4	Bucklingsberäkningar då det överkritiska området inte utnyttjas	9.3.2	Hål
	4.6.5	Bärförmåga vid kombinationer av statiska kraftstorheter	9.3.3	Anliggningsytor
	4.7	Bärförmåga vid punktlast	9.3.4	Åtdragning av skruvar
	4.7.1	Konstruktionen är stödd i sidled och rotationen är förhindrad	9.4	Svetsning
	4.7.2	Flänsens rotation har inte hindrats	9.5	Montering
	4.8	Dimensionering av avstyvning vid punktlast	9.5.1	Monteringsplan
	5	BULTFÖRBAND	9.5.2	Transport och flyttningar
	5.1	Förbandstyper	9.5.3	Montering av konstruktionen
	5.2	Dimensionering	9.5.3.1	Hopsättning
	5.2.1	Skruvars materialfastheter och dimensioneringsvärden	9.5.3.2	Toleranser
	5.2.2	Fördelning av krafter på skruvarna	10	STÅLETS SKYDDANDE FRÅN MILJÖPÅVERKNINGAR
	5.2.3	Övriga anvisningar	10.1	Miljöklasser
	5.2.4	Skruvens tvärkraftbärförmåga	10.2	Skyddsystem
	5.2.5	Hållkantryck- och kantrivningsbärförmåga	10.2.1	Målning
	5.2.6	Dragkraftbärförmåga parallellt med skruvs-tammen	10.2.2	Varmförzinkning
	5.2.7	Skruvens sammansatta drag- och tvärkraftbärförmåga	10.2.3	Zink- eller aluminiumsprutning
	5.2.8	Dimensionering av friktionsförband	10.2.4	Elektrolytisk förzinkning
	6	STATISK BELASTADE SVETSFÖRBAND	10.2.5	Rostmån
			10.2.6	Katodiskt skydd
			10.3	Konstruktivt skydd
			11	KONSTRUKTIONERS ÖVERENSSTÄMMELSE MED KRAVEN
			11.1	Grunder
			11.2	Det godkända kontrollorganets kontroll
			11.3	Kontroll av ett enskilt projekt
			11.3.1	Kvalitetssäkring av konstruktionsmaterial
			11.3.1.1	Konstruktionsmaterial och konstruktionsdelar
			11.3.1.2	Skruvar, muttrar och brickor

- 11.3.1.3 Tillsatsmaterial och hjälpmaterial vid svetsning
- 11.3.1.4 Beläggningar
- 11.3.1.5 Övriga material
- 11.3.2 Kvalitetssäkring av tillverkning
- 11.3.2.1 Hantering av material
- 11.3.2.2 Bultförband
- 11.3.2.3 Svetsförband
- 11.3.2.4 Färdiga beläggningar och beläggningsarbeten
- 11.3.2.5 Toleranser vid tillverkning
- 11.3.3 Det färdiga byggnadsverkets överensstämmelse med kraven
- 11.3.4 Dokumentering av åtgärder vid kvalitetssäkring
- 11.3.5 Åtgärder till följd av bristfälligt material
- 11.4 Åtgärder till följd av otillfredsställande kvalitet
- Bilaga 1 Beteckningar
- Bilaga 2 Förteckning över tillämpliga standarder

# 1

## ALLMÄNT

### 1.1 Tillämpningsområde

Dessa anvisningar gäller projektering, tillverkning och kvalitetskontroll av medels gränstillståndsmetoden projekterade stålkonstruktioner, som tillverkas av material i enlighet med avsnitt 2. Anvisningarna gäller inte tunnplåtskonstruktioner av stål.

**Tabell 1.1**

*Konstruktionsklasser.*

Konstruktionsklass	Exempel på konstruktioner
1	Byggnader, där ofta vistas ett stort antal människor, såsom <ul style="list-style-type: none"> <li>– kontors- och affärsbyggnader med minst 4 våningar</li> <li>– koncertsalar, teatrar, idrotts- och utställningshallar, åskådarläktare</li> </ul> Industrins tungt belastade eller långa spännviddor innehållande bärande stomme Specialkonstruktioner såsom <ul style="list-style-type: none"> <li>– stora master och torn</li> </ul>
2	Byggnader, som inte tillhör klass 1 eller 3
3	En- och tvåvåningsbyggnader, där endast tillfälligt vistas människor såsom <ul style="list-style-type: none"> <li>– små lagrar</li> <li>– små produktionsbyggnader för lantbruk</li> </ul>

## 1.2 Klassificering av konstruktioner

### 1.2.1 KONSTRUKTIONSKLASSER

Stålkonstruktionerna indelas i tre klasser 1, 2 och 3 på grundvalen av stora personskador och sociala förluster föranledda av möjliga skador.

Konstruktionen projekteras och utförs i den konstruktionsklassen, som den enligt tabell 1.1. tillhör.

Utmattningsbelastade konstruktioner anses tillhöra minst konstruktionsklass 2.

Klassificeringen i tabell 1.1 gäller för byggnaders primärkonstruktioner, till vilka inräknas den bärande stommen och dess delar (såsom balkar, takbärare, pelare osv.), förstyvande konstruktioner, traversbanor, stödkonstruktioner för maskiner och anläggningar och motsvarande samt trappor och räck. Sekundärkonstruktioner kan hänföras till klass 3. I dessa anvisningar anses som sekundärkonstruktioner endast ytter- och mellanväggar, fönster, dörrar och motsvarande, vilka belastas i huvudsak av sidobelastning orsakad av skillnader i lufttrycket.

### 1.2.2 KOMPETENS FÖR PROJEKTÖR

Om det finns vid stålbyggnadsobjekt flera konstruktörer, skall en av dem utses till huvudprojektör av stålkonstruktioner, som ansvarar för projektering av stålkonstruktioner vid byggnadsobjekt.

Huvudkonstruktör av stålkonstruktioner bör ha den kompetens för planering som förutsätts i konstruktionsklass av objektet. Detta förutsätter ändamålsenlig grundutbildning och projekteringserfarenhet.

Huvudprojektör av stålkonstruktioner i konstruktionsklass 1 av objektet bör ha avlagt i teknisk högskola eller universitet vid studieriktning för konstruktionsteknik eller motsvarande examen, som innehåller kurserna för projektering av stålkonstruktioner samt ha bevisad minst två års arbetserfarenhet av projektering av stålkonstruktioner. Den som avlagt annan examen bör inneha motsvarande bevisade kunskaper om projektering av stålkonstruktioner och minst tre års erfarenhet i praktiken av projektering av stålkonstruktioner .

Huvudprojektör av stålkonstruktioner i konstruktionsklass 2 av objektet bör ha avlagt åtminstone i teknisk instituts byggnadsavdelning eller i yrkeshögskolans motsvarande studieriktning ingenjörsexamen, till vilken hör kurserna om projektering och funktion av stålkonstruktioner samt bevisad minst ett års arbetserfarenhet av projektering av stålkonstruktioner. Den som avlagt annan examen bör inneha motsvarande bevisade kunskaper om projektering av stålkonstruktioner och minst tre års erfarenhet i praktiken av projektering av stålkonstruktioner.

Huvudprojektör av stålkonstruktioner i konstruktionsklass 3 av objektet bör äga med hänsyn till uppgiftens svårhet tillräcklig utbildning och erfarenhet.

### 1.2.3 KOMPETENS FÖR ANSVARIG ARBETSLEDARE AV STÅLKONSTRUKTIONER

Arbetsledare av stålkonstruktioner bör ha den kompetens för att sköta tillverkning och montering av konstruktioner som förutsätts i konstruktionsklass av objektet. Detta förutsätter ändamålsenlig grundutbildning och erfarenhet i praktiken. Krav på yrkeskunighet är liknande med varandra för arbetsledare som ansvarar för tillverkning och montering av stålkonstruktioner.

Ansvärlig arbetsledare av stålkonstruktioner i konstruktionsklass 1 av objektet bör ha avlagt åtminstone i teknisk instituts eller yrkeshögskolans motsvarande studieriktning ingenjör- eller teknikerexamen, i vilken tillhör kurserna som behandlar stålkonstruktioners funktion, projektering eller tillverkning samt bevisad minst ett års arbetserfarenhet i tillverknings- eller monteringsarbeten av stålkonstruktionsbranschen. Den som avlagt annan examen bör inneha motsvarande bevisade kunskaper i tillverkning, funktion och montering av stålkonstruktioner samt minst tre års erfarenhet av tillverknings- och monteringsuppgifter av stålkonstruktionsbranschen .

Ansvärlig arbetsledare av stålkonstruktioner i konstruktionsklass 2 av objektet bör ha avlagt åtminstone i teknisk instituts lämpliga studieriktning teknikexamen och ha bevisad minst ett års erfarenhet i tillverknings- och monteringsarbeten. Den som avlagt annan examen bör inneha motsvarande bevisade kun-

skaper om tillverkning, funktion och montering av stålkonstruktioner samt minst tre års erfarenhet av tillverknings- och monteringsuppgifter av stålkonstruktionsbranschen .

Ansvärlig arbetsledare av stålkonstruktioner i konstruktionsklass 3 av objektet bör ha tillräckliga kunskaper i tillverkning och montering av stålkonstruktioner samt om konstruktiva omständighet.

## 1.3 Planeringshandlingar

### 1.3.1 BERÄKNINGAR

Konstruktionsberäkningar bör minst innehålla följande saker:

- konstruktionsmodellerna
- lasterna
- beräknade kraftstorheterna
- konstruktioners mått och materialuppgifter
- brottgränstillstånds betraktanden
- bruksgränstillstånds betraktanden.

### 1.3.2 RITNINGAR OCH PROJEKTSPECIFIKATION

Projekteringshandlingar för stålkonstruktioner bör innehålla konstruktionens mått-, geometri- och konstruktionsmaterialuppgifter och i tillägg kvalitetskrav för tillverkning och resultat av montering för förverkligande.

I ritningarna eller i projektspecifikationen godkänd av projektör för stålkonstruktioner anges minst:

- konstruktionsklassen
- svetsklassen
- utnyttjandegrad av de svetsar, vilkas utnyttjandegrad är över 0,5
- de karakteristiska nyttolaster som använts vid projektering
- materialens kvalitet
- konstruktionernas mått, form och tillåtna toleranser
- konstruktionens miljöklassificering och konstruktionens skyddsätt
- övriga erforderliga uppgifter, såsom t.ex. specialkrav som ställs på tillverkning av utmattningsbelastade konstruktioner (t.ex. brännskärningsklass, tillverkningsmetod för hål o.dyl.)
- specialkrav för leverans av material, som blir utsatt för fara av lamellbristning
- delar som bör varmförzinkas och planerad zinksiktets tjocklek

Beträffande färdigtillverkade delar anges dessutom:

- vikten och vid behov

- transport- och lyftställen
- anvisningar för hantering, stödande och lyftande

I en kvalitetsplan för ett projekt bör anges speciella kvalitetspraktik, resurser och ordning av handlingar och den bör innehålla åtminstone följande saker:

- granskning av genomdrivarens resurser, med vilkas hjälp projektspecifikationens krav uppnås
- kontroll- och testningplan
- metod för behandling av avvikelser från krav
- tidpunkter av godkännanden av kvalitetspassens innehåll

### 1.3.3 TILLÄMPLIG STANDARD OCH CERTIFIERAD BRUKSBESKRIVNING

En tillämplig standard är en material-, provnings-, projekterings-, metod- eller motsvarande standard, som nämns i förteckningen över tillämpliga standarder. Andra material än de som är nämnda i tillämpliga standarder bör ha en certifierad bruksbeskrivning.

En certifierad bruksbeskrivning är en separat produktbeskrivning, som utarbetas för konstruktionsmaterial baserad på prov och andra redovisningar. En certifierad bruksbeskrivning innehåller erforderliga uppgifter om egenskaperna hos material, om deras användbarhet, sätten för deras användning eller om omständigheter i samband med tillämpningen.

## 1.4 Beteckningar

Beteckningarna, som används i dessa anvisningar, har angetts i bilaga 1.

I dessa anvisningar används för stålsorter, kvalitetsklasser, svetsklasser, miljöklasser, skruvens hållfasthetsklasser, rostgrader mm. beteckningar och klassificeringar, som angetts i tillämpliga standarder.

## 2

## KONSTRUKTIONSMATERIAL

I stålkonstruktioner och konstruktionsdelar används konstruktionsmaterial i överensstämmelse med tillämplig standard eller certifierad bruksbeskrivning.

Konstruktionsmaterialens kvalitet, form och ytbehandling väljs så, att de motsvarar det avsedda användningsändamålet.

Konstruktionsmaterial får inte innehålla sådana fel, som kan riskera konstruktionens hållfasthet eller den avsedda funktionen, förkorta den avsedda brukstiden eller avsevärt försämra konstruktionens bruksegenskaper.

**Tabell 2.1**

*Bestämning av vikttalet Z.*

Orsakande faktor	Vikttal
Konstruktionsklass	$Z_a$
1	7
2	4
3	1
Driftstemperatur T(°C)	$Z_b$
+ 100 > T ≥ 0	0
0 > T ≥ -20	5
-20 > T ≥ -30	8
-30 > T ≥ -40	10
Materialtjocklek t (mm) (t väljs på basen av den tjockaste delen som hopsätts)	$Z_c$
t < 15	0
15 ≤ t < 25	2
25 ≤ t < 35	4
35 ≤ t < 45	6
45 ≤ t < 100	8
Dragspänning i brottgränstillstånd (N/mm <sup>2</sup> )	$Z_d$
$\sigma < 235$	0
235 ≤ $\sigma$ < 275	1
275 ≤ $\sigma$ < 355	2
355 ≤ $\sigma$	3
$Z = Z_a + Z_b + Z_c + Z_d$	

**Tabell 2.2**  
Stålets lägsta kvalitetsklass.

Summan av viktalt $Z = Z_a + Z_b + Z_c + Z_d$	Konstruktionsdel, där det finns svetsar eller brännskurna delar	Konstruktionsdel, där det inte finns svetsar eller brännskurna delar
$Z \leq 12$	JR	JR
$12 < Z \leq 18$	JO	JR
$18 < Z \leq 22$	J2	JR
$22 < Z \leq 24$	J4 <sup>1)</sup>	JO

<sup>1)</sup> Se förteckning över tillämpliga standarder

Den lägsta kvalitetsklassen för stål, som används till plåtar, formvaror och med dem jämförbara produkter inom användningstemperaturintervallet  $-40^\circ\text{C} \dots +100^\circ\text{C}$ , erhålls ur tabell 2.2 genom viktalet  $Z$ , som räknas på basen av samtidigt verkande faktorer enligt tabell 2.1. Vid val av kvalitetsklass beaktas, att stålets slagseghet kan reduceras vid tillverkning av konstruktionen som följd av kallformning, svetsning eller annat tillverkningskede. Då det finns utom de i tabell 2.1 nämnda faktorerna andra faktorer, som ökar sprödbrott, väljer man vanligtvis bättre kvalitetsklass eller man minskar genom avspänningsglödning initialspänningar, som orsakats av svetsning. Faktorer, som ökar risken för sprödbrott är bl.a. stor belastningshastighet samt av konstruktionsdelens komplexitet och initialspänningar orsakat treaxialt spänningstillstånd.

Kvalitetsklassen under montering kan avvika från den färdiga byggnadens kvalitetsklass.

### 3

## PROJEKTERING AV KONSTRUKTIONER

### 3.1 Allmänna projekteringsgrunder

Konstruktionerna projekteras genom iakttagande av allmänna projekteringsgrunder enligt belastningsföreskrifterna så, att dimensioneringslasten bestäms enligt avsnitt 3.2.

Bärande konstruktioners funktionssätt samt material och förbandssätt som används i konstruktioner väljs genom beaktande av hållfasthets-, deformationsförmåge-, styvhets-, beständighets- och övriga krav. I tillägg beaktas de specialkrav, som tillverkning, transport och montering ställer samt underhåll.

Beräkningsmodellen, som används i beräkningar väljs så, att den med tillräcklig noggrannhet beskriver den

verkliga konstruktionens funktion. Tyngdpunktsaxlarna i den verkliga konstruktionens stavar väljs till linjer som beskriver modellens stavar och till spännvidd väljs avståndet mellan stödets mittlinjer. I beräkningarna används nominella mått som mått. I fall av breda stöd eller då konstruktionen stöds på till exempel betong eller murning, väljs dock till balkars spännvidd det fria avståndet mellan stöden ökad med 5 % eller minst 100 mm, om andra värden inte kan påvisas vara rättare. I beräkningarna antagna led, plastiska led och ställen som plasticeras projekteras så, att för den antagna funktionen erforderliga deformationer kan ske.

Konstruktioners deformationer beaktas vid projektering av andra till dessa anslutande konstruktioner.

Tilläggs-effekten av stavarnas initiallutning beaktas vid beräkning av kraftstorheter.

Tilläggs-effekten av den andra ordningen föranledas av stavarnas böjning kan räknas enligt formeln 5.3.

Tvärsnittsstorheter i alla valsade formstål, plåt och konstruktionrör får underskrida det medels nominella mått räknade värdet med högst 6 %. Produktstandarder som gäller profiler tillåter större underskridande påverkan av vilka projektören bör beakta fall till falla.

Vid defiering av säkerhetskoefficienten har det antagits att formfel av konstruktioner står sig inom gränserna för värden som angetts i avsnitt 9.

### 3.2 Belastning

Karakteristiska laster på konstruktionen antas vara minst lika med värdena enligt belastningsföreskrifter. Belastningar, som används under brandpåverkan har angetts i avsnitt 8.

I brottgränstillstånd räknas primärkonstruktionens dimensioneringsvärde för belastning  $F_d$  ur formeln 3.1.

$$F_d = 1,2 \cdot g + 1,6 \cdot (q_{k1} + q_{k2} + \sum_{i=3}^n 0,5 \cdot q_{ki}) \quad (3.1)$$

**Dimensioneringsvärdet för belastning  $F_d$  bör ändå antas minst lika stort som det fås ur formeln 3.2.**

Dimensioneringsvärdet för belastningen i sekundärkonstruktioner räknas i brottgränstillstånd ur formeln 3.2.

$$F_d = 1,4 \cdot (g + q_{k1} + q_{k2} + \sum_{i=3}^n 0,5 \cdot q_{ki}) \quad (3.2)$$

Då permanent last motverkar konstruktionens förskjutning, nedfallande eller uppstigning, används som partialkoefficient för den permanenta lasten värdet 1,0 i brottgränstillstånd.

I bruksgränstillstånd räknas dimensioneringsvärdet för belastningen  $F_d$  ur formeln 3.3.

$$F_d = g + q_{k1} + q_{k2} + \sum_{i=3}^n 0,5 \cdot q_{ki} \quad (3.3)$$

Dimensioneringsvärdet för belastningen väljs så, att man erhåller den bestämmande effekten.

I formlerna 3.1 och 3.2

$g$  är permanent last

$q_{k1}$  är en variabel last, som inte är snö- eller vindlast

$q_{k2}$  är en variabel naturlast (snö- eller vindlast, av vilka den andra är en övrig variabel last)

$q_{ki}$  är övrig variabel last.

I formlerna 3.1...3.3 avser + tecknet samtidig påverkan av laster.

### 3.3 Miljö

Konstruktionens miljö klassificeras enligt tillämplig standard och konstruktioner skyddas i överensstämmelse med avsnitt 10 på ett sätt som miljöklassen förutsätter.

**Tabell 3.1**

*Materialkonstanter för allmänt konstruktionsstål.*

Egenskap	Beteckning	Siffervärde	Enhet
Elasticitetsmodul	E	$2,1 \cdot 10^5$	N/mm <sup>2</sup>
Skjuvmodul	G	$0,8 \cdot 10^5$	N/mm <sup>2</sup>
Tvärkontraktionstal	$\nu$	0,3	
Värmeutvidgningskoefficient	$\alpha$	$12 \cdot 10^{-6}$	1/K

### 3.4 Kraftstorheter

Kraftstorheter kan räknas baserad på uppkomst av en mekanism, då det är fråga om tvärsnittsklass 1. Härvid förutsätts, att materialet har sådana egenskaper, att kraftstorheterna (böjmomenterna) i tvärsnittet (punktartad flytled) eller på en kort sträcka (flytområdet) förblir konstanta vid växande deformationer.

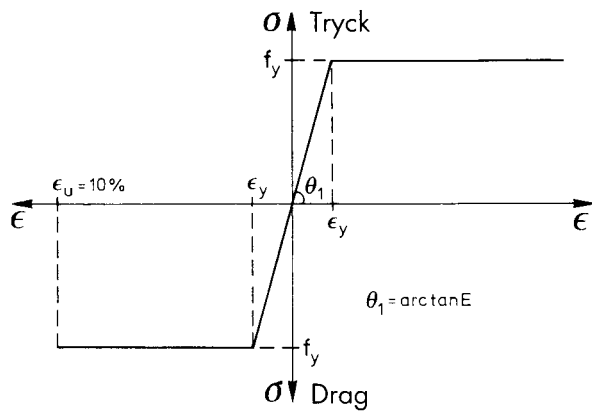
I övriga fall vid beräkning av kraftstorheter används beräkningsmetoder, som baserar sig på elastiskt samband mellan spänningar och deformationer ( $\epsilon \leq \epsilon_y$ ). Även i konstruktioner tillhörande tvärsnittsklass 1 får kraftstorheterna räknas medels beräkningsmetoder, som baserar sig på elastiskt förhållande mellan spänningar och deformationer.

Vid beräkning av kraftstorheter enligt linjär elasticitetsteori antas förhållandet mellan spänning och relativ deformation linjär till det betraktade gränstillståndet ( $\epsilon \leq \epsilon_y$ ) och att konstruktionens deformationer påverkar storleken av kraftstorheter. Linjär elasticitetsteori används i konstruktioner, i vilka vid det gränstillstånd som betraktas inte uppstår flytled och i vilka deformationer inte ökar kraftstorheter. Den kan användas även då deformationers ökande effekt på kraftstorheter i övrigt har beaktats.

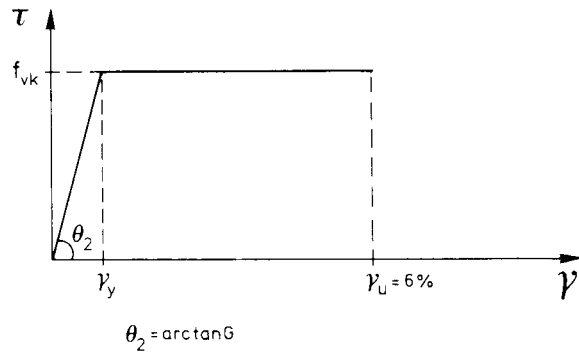
### 3.5 Materialegenskaper

I detta avsnitt angivna materialegenskaper gäller inom temperaturintervallet  $-40^\circ\text{C} \dots +100^\circ\text{C}$ . Materialegenskaperna i höga temperaturer har angetts i avsnitt 8.

Som materialkonstanter för det allmänna konstruktionsstålet inom temperaturintervallet  $-40^\circ\text{C} \dots +100^\circ\text{C}$  används värden enligt tabell 3.1.

**Figur 3.1** *$\sigma - \epsilon$  diagram för allmänt konstruktionsstål.*

Sambandet mellan normalspänning och töjning i det allmänna konstruktionsstålet inom temperaturintervallet  $-40^{\circ}\text{C} \dots +100^{\circ}\text{C}$  antas överensstämma med figur 3.1. Sambandet mellan skjuvspänning och töjning inom temperaturintervallet  $-40^{\circ}\text{C} \dots +100^{\circ}\text{C}$  antas överensstämma med figur 3.2.

**Figur 3.2** *$\tau - \gamma$  diagram för allmänt konstruktionsstål.*

Som  $f_y$ -värdet som använts vid beräkningar av konstruktioner väljs  $R_{eH}$ -värdet enligt tillämpliga standarder eller certifierade bruksbeskrivningar. Som  $f_y$ -värdena för de mest använda konstruktionsstål används de med tillämpliga standarden överensstämmande  $R_{eH}$ -värdena som angetts i tabell 3.2a för varmvalsade olegerade konstruktionsstål och i tabell 3.2b för varmvalsade svetsbara finkornkonstruktionsstål.

**Tabell 3.2a**

Övre flytgräns  $R_{eH}$  för varmvalsade olegerade konstruktionsstål överensstämmande med tillämplig standard, minst

Konstruktionsmaterialets tjocklek mm	$R_{eH}$ N/mm <sup>2</sup> minst		
	S235	S275	S355
$t \leq 16$	235	275	355
$16 < t \leq 40$	225	265	345
$40 < t \leq 63$	215	255	335
$63 < t \leq 80$	215	245	325
$80 < t \leq 100$	215	235	315
$100 < t \leq 150$	195	225	295
$150 < t \leq 200$	185	215	285
$200 < t \leq 250$	175	205	275

**Tabell 3.2b**

Övre flytgräns  $R_{eH}$  för varmvalsade svetsbara finkornkonstruktionsstål överensstämmande med tillämplig standard, minst

Konstruktionsmaterialets tjocklek mm	$R_{eH}$ N/mm <sup>2</sup> minst		
	S275	S355	S420
$t \leq 16$	275	355	420
$16 < t \leq 40$	265	345	400
$40 < t \leq 63$	255	335	390
$63 < t \leq 80$	245	325	370
$80 < t \leq 100$	235	315	360
$100 < t \leq 150$	225	295	340



## 3.6 Gränstillstånden

Konstruktioner projekteras med beaktande av både brott- och bruksgränstillstånden.

### 3.6.1 BROTTGRÄNSTILLSTÅNDEN

Brottgränstillstånd är bl.a:

- brott i materialet på ett ställe som är kritiskt för konstruktionens bärförmåga
- stabilitetsförlust i konstruktionen eller i dess del
- konstruktionens förvandling till mekanism
- för stora deformationer (t.ex. brottgränstillstånd för nedböjning)
- konstruktionens förskjutning från sin plats eller nedfallande
- tillväxtflytning
- till brott ledande vibration.

Nedböjningens brottgränstillstånd i konstruktionen erhålls, då den största nedböjningen i konstruktionen räknad från positionen som motsvarar bruks-

**Tabell 3.3**

*Nedböjningars bruksgränstillstånd.*

Konstruktion	Nedböjningens gränstillstånd
Primärbalkar i mellanbjälklag I vattentak och skyddstak	L/400
– primärbalkar	L/300
– åsar och andra motsvarande	L/200
Konsoler	L/150
Byggnadens horisontala nedböjning	
– byggnader i 1 och 2 våningar	H/150
– övriga byggnader	L/400
L är spännvidden H är höjden i den del av byggnaden som undersöks	

Deformationerna räknas normalt med metoder, som baseras på linjär  $\sigma$ - $\epsilon$  diagram, och med styvhetsvärden baserade på tvärsnittets bruttoarea. I slanka konstruktioner (tvärsnittsklass 4) beaktas den av en möjlig buckling orsakade minskningen av styvheten.

## 3.7 Dimensioneringsvärden för materialhållfasthet

Dimensioneringsvärdet  $f_d$  för stålets drag- och tryckhållfasthet räknas ur formel 3.4 och dimensioneringsvärdet för skjuvhållfastheten  $f_{v,d}$  räknas ur formel 3.5 då buckling inte är bestämmande.

$$f_d = f_y / \gamma_m \quad (3.4)$$

där  $f_y$  är  $R_{eH}$ -värdet överensstämmande med tillämpliga standarder eller certifierade bruksbeskrivningar. Som  $f_y$ -

gränstillstånd överstiger värdet  $L/30$ , där  $L$  är konstruktionens spännvidd. Nedböjningen får överskrida det ovan angivna värdet, om konstruktionen vid stora nedböjningsvärden fungerar som till exempel en hängkonstruktion, och nedböjningarna förorsakar ingen risk.

### 3.6.2 BRUKSGRÄNSTILLSTÅNDEN

Bruksgränstillstånden är bl.a:

- deformationsgränstillstånd, normalt nedböjningsgränstillstånd
- vibrationsgränstillstånd
- accelerationstillstånd
- glidning i friktionsförband
- permanenta deformationer.

Av nytto- och naturlaster orsakade nedböjningars bruksgränstillstånd under statisk belastning, då nedböjningarna medför olägenhet, framgår av tabell 3.3, ifall andra värden på grund av konstruktionens typ, användningsändamål eller verksamhetens natur (t.ex. traversbanor) inte kan anses passa bättre.

värden används för de mest använda stålsort de  $R_{eH}$ -värden som har angetts i tabeller 3.2a och 3.2b.  $f_y$ -värden, som används i höga temperaturer, har angetts i avsnitt 8.

$\gamma_m$  är partialkoefficient för material enligt avsnitt 3.8.

$$f_{v,d} = 0,6 \cdot f_d \quad (3.5)$$

Dimensioneringsvärden för stålets elasticitetsmodul, skjuvmodul, tvärkontraktionstal och värmeutvidgningskoefficient har angetts i avsnitt 3.5. Värden, som används i höga temperaturer, har angetts i avsnitt 8.

## 3.8 Partialkoefficient för material

Partialkoefficient för material  $\gamma_m$  i brott- och bruksgränstillstånd samt vid brandteknisk dimensionering är  $\gamma_m = 1,0$ .

Beträffande utmattningsbelastade konstruktioner bestäms partialkoefficienten för material  $\gamma_m$  enligt avsnitt 7.

## 3.9 Konstruktiva villkor

### 3.9.1 PLASTISK LED

Slankheten  $L/i$  i böjnivån i en tryckt stav, i vilkens ända eller i bägge ändor antas uppkomma en plastisk led, bör uppfylla kravet enligt formeln 3.6.

$$L/i \leq \pi \cdot \sqrt{2} \cdot \sqrt{E/f_y} \quad (3.6)$$

där  $L$  är stavens längd

$i$  är stavtvärsnittets tröghetsradie i böjnivån.

### 3.9.2 TVÄRSNITTSKLASSER

Stavarna indelas på grundvalen av slankheten i tvärsnittets tryckta delar i tvärsnittsklasser 1, 2, 3 och 4. Gränsvärden för slankhet i klasserna har angetts i figur 3.4. Om stavens slankhet överstiger gränsvärdet för klass 3, tillhör staven tvärsnittsklass 4.

Stavarna tillhörande tvärsnittsklass 1 kan antas bli plasticerade och rotationsförmågan kan antas vara tillräcklig.

I fråga om mekanism kan, beträffande den sist plasticerade delen, gränsvärdet för slankheten i klass 2 tillämpas. Stavarna tillhörande tvärsnittsklass 2 kan antas bli plasticerade, men rotationsförmågan är begränsad således, att det inte finns förutsättningar för bildandet av en mekanism.

Stavarna tillhörande tvärsnittsklass 3 kan vid böjning uppnå flytstukning i det mest tryckpåkända stället.

Vid beräkning av stavar tillhörande tvärsnittsklass 4 beaktas inverkan av buckling.

Plasticitetsteoretisk analys kan användas i totalbeträktande av konstruktioner eller dess delar under den förutsättning, att stål uppfyller följande krav:

- relation mellan värdet för dragbrotthållfasthet  $f_u$  och flytgräns  $f_y$  uppfyller kravet:

$$f_u/f_y \geq 1,2 \quad (3.7)$$

- brottöjning längs måttlängden  $5,65 \cdot \sqrt{A_0}$  är minst 15 % (där  $A_0$  är initial tvärsnittsarea).

### 3.9.3 STAVARNAS STÖRSTA SLANKHET

Slankheten  $\lambda_k$  i tryckta stavar får inte överstiga värdet 250.

### 3.9.4 INVERKAN AV SKJUVDEFORMATIONER

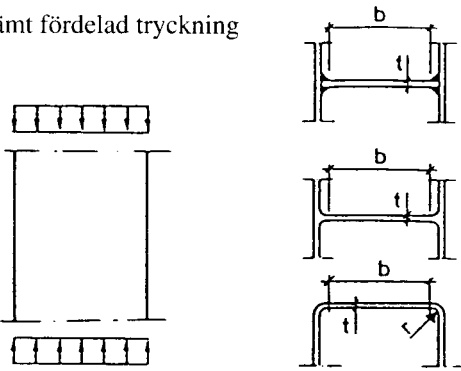
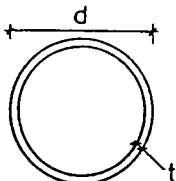
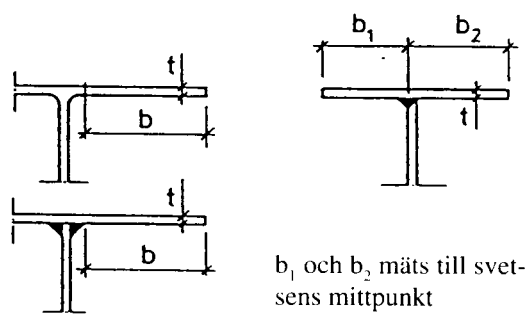
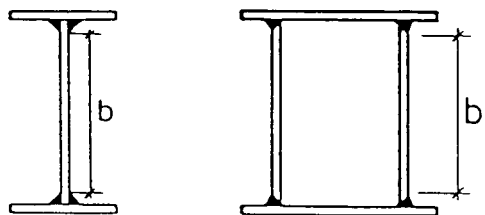
Inverkan av skjuvdeformationer på fördelning av böjspänningar i breda flänsar behöver inte beaktas, då villkoret enligt formeln 3.8 är i kraft.

$$b_s \leq L_1/20 \quad (3.8)$$

där  $L_1$  är spännvidden i en balk med två stöd, avståndet mellan nollpunkterna i en kontinuerlig balk eller konsolbalkens dubbla längd

$b_s$  är hälften av flänsbredden i I- och lådformade profiler.

**Figur 3.4**  
Tvärsnittsklasserna.

Påverkning	Tvärsnitt	Gränsvärden för slankhet i tvärsnittsklass		
		1	2	3
<p>Jämt fördelad tryckning</p> 	$b/t \leq$ $1,10 \cdot \sqrt{E/f_y}$	$b/t \leq$ $1,20 \cdot \sqrt{E/f_y}$	$b/t \leq$ $1,37 \cdot \sqrt{E/f_y}$	
<p>Böjning och tryck</p> 	$d/t \leq$ $0,056 \cdot E/f_y$	$d/t \leq$ $0,078 \cdot E/f_y$	$d/t \leq$ $0,112 \cdot E/f_y$	
<p>Jämnt fördelad tryck</p>  <p><math>b_1</math> och <math>b_2</math> mäts till svetsens mittpunkt</p>	$b/t \leq$ $0,30 \cdot \sqrt{E/f_y}$	$b/t \leq$ $0,36 \cdot \sqrt{E/f_y}$	$b/t \leq$ $0,44 \cdot \sqrt{E/f_y}$	
<p>Böjd och tryckt liv</p> 	<p><b>Tvärsnittsklass 1</b></p> $b/t \leq 2,40 \cdot (1 - 1,40 \cdot N/N_p) \cdot \sqrt{E/f_y}$ , då $N/N_p < 0,39$ $b/t \leq 1,10 \cdot \sqrt{E/f_y}$ , då $N/N_p \geq 0,39$	<p><b>Tvärsnittsklass 2</b></p> $b/t \leq 3,00 \cdot (1 - 1,60 \cdot N/N_p) \cdot \sqrt{E/f_y}$ , då $N/N_p < 0,125$ $b/t \leq 2,57 \cdot (1 - 0,53 \cdot N/N_p) \cdot \sqrt{E/f_y}$ , då $N/N_p \geq 0,125$	$N_p = f_y \cdot A$	

## DIMENSIONERING

### 4.1 Beräkningsprinciper för bärförmåga och jämförelse med kraftstorheter

Genom beräkningar konstateras, att konstruktionens bärförmåga är minst lika stor som belastningen.

Konstruktionens bärförmåga med avseende på materialhållfasthet anses uppnådd, då vid enaxligt spänningstillstånd den spänning, som undersöks, uppnår sitt dimensioneringsvärde. Vid fleraxligt spänningstillstånd kontrolleras i tillägg villkoret enligt formeln 4.1.

$$\sqrt{\sigma_x^2 + \sigma_y^2 - \sigma_x \cdot \sigma_y + 3 \cdot \tau_{xy}^2} \leq k_1 \cdot f_y / \gamma_m \quad (4.1)$$

**Tabell 4.1**

*Beräkning av kraftstorheter och bärförmågor.*

Beräkning av kraftstorheter	Beräkning av bärförmågor	Tvärnittsklass
Elasticitetsteori	$\epsilon \leq \epsilon_y$	Alla tvärnittsklasser 1...4
Elasticitetsteori	$\epsilon > \epsilon_y$	Tvärnittsklasser 1 och 2
Plasticitetsteori	$\epsilon > \epsilon_y$	Tvärnittsklass 1

Begränsningar för olika beräkningssätt har angetts i avsnitten 3, 4, 5 och 7.

### 4.2 Bärförmågor

#### 4.2.1 STAVENS BÄRFÖRMÅGA VID DRAGANDE NORMALKRAFT

Stavens dragbärförmåga  $N_{Rt}$  räknas ur formeln 4.2.

$$N_{Rt} = f_{td} \cdot A \quad (4.2)$$

där  $A$  är den mest bestämmande nettoarean, som räknas enligt avsnitt 4.1.

#### 4.2.2 STAVENS BÄRFÖRMÅGA VID TRYCKANDE NORMALKRAFT

Stavens tryckbärförmåga  $N_{Rc}$  räknas ur formeln 4.3.

$$N_{Rc} = f_{cd} \cdot A \quad (4.3)$$

där  $f_{cd}$  är dimensioneringsvärdet för hållfasthet enligt avsnitt 4.4.1

$A$  är den effektiva tvärnittsarean  $A_e$  enligt

där  $\sigma_x$  och  $\sigma_y$  är vinkelrätt mot varandra verkande normalspänningar inklusive tecken och

$\tau_{xy}$  är skjuvspänning i den samma punkten

$k_1 = 1,1$ , då vid beräkning av bärförmåga  $\epsilon \leq \epsilon_y$

$k_1 = 1,0$ , då vid beräkning av bärförmåga  $\epsilon > \epsilon_y$ . I detta fall kan bärförmågan också räknas i enlighet med avsnitt 4.2.5.

Med hänsyn till stabilitet räknas bärförmågorna på ett nedan angivet sätt.

Tilläggs-effekten av den andra ordningstal föranledas av stavarnas böjning kan räknas enligt formeln 5.3.

Vid beräkning av tvärnittsvärden beaktas den av skruvhål orsakade reduktionen endast på tvärnittets dragna del. Den mest bestämmande nettoarean är med iakttagande av hålavdrag den minsta arean.

avsnitt 4.6, då staven tillhör tvärnittsklass 4. Annars räknas  $A$  enligt avsnitt 4.1.

#### 4.2.3 STAVENS BÄRFÖRMÅGA VID TVÄRKRAFT

I tvärnittsklasser 1 och 2 räknas skjuvbärförmågan  $V_R$  på ett sätt som anges i tabell 4.2.

I övriga fall räknas stavens skjuvbärförmåga  $V_R$  ur formeln 4.4.

$$V_R = f_{vd} \cdot I \cdot t_w / S \quad (4.4)$$

där  $f_{vd}$  är dimensioneringsvärdet för skjuvhållfastheten enligt avsnitt 4.6

$S$  är statisk moment, av den utanför det undersökta stället blivande tvärnittsarean, kring den totala tvärnittsareans tyngdpunktsaxel.

#### 4.2.4 STAVENS BÄRFÖRMÅGA VID BÖJMOMENT

Stavens bärförmåga  $M_R$ , då vippning inte är avgörande, räknas ur formeln 4.5.

$$M_R = \eta \cdot f_d \cdot W \quad (4.5)$$

där  $\eta$  är  $W_e/W$  i tvärsnittsklass 4 och  $W_e$  räknas enligt avsnitt 4.6

$\eta$  är 1,0 i tvärsnittsklass 3

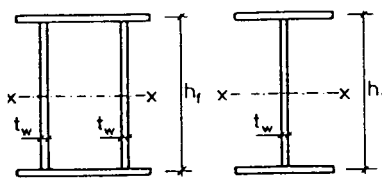
$\eta$  är  $W_p/W$  i tvärsnittsklasser 1 och 2. I beräkningarna används som värde för  $\eta$  högst värdet 1,2.

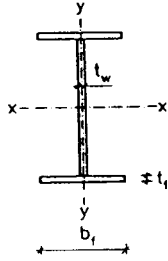
#### 4.2.5 STAVTVÄRSNITTETS BÄRFÖRMÅGA VID KOMBINATIONER AV KRAFTSTORHETER

I tvärsnittsklasser 1 och 2 kontrolleras villkoren för stavtvärsnittets bärförmåga i överensstämmelse med tabell 4.2. I villkoren i tabell 4.2 insätts egenvärden för kraftstorheterna. I tvärsnittsklass 3 kontrolleras villkoren angivna i avsnitt 4.1. I tvärsnittsklass 4 iaktas anvisningarna angivna i avsnitt 4.6

**Tabell 4.2**

Stavtvärsnittets bärförmåga vid kombinationer av kraftstorheter i tvärsnittsklasser 1 och 2.

Dubbelsymmetriskt tvärsnitt, böjning kring x-x -axeln	
	
$A_{w1} = 2 \cdot h_f \cdot t_w$ (lådprofil) $A_{w1} = h_f \cdot t_w$ (I - profil) $V_R = f_{vd} \cdot A_{w1}$	
Interaktionsvillkor	Villkorets giltighet
a) $\frac{M}{M_{Rv}} + \frac{1}{1 - (1 - \delta)^2} \cdot \left( \frac{N}{N_{Rv}} \right)^2 \leq 1$	$0 \leq \frac{N}{N_{Rv}} \leq \delta$
b) $\frac{M}{M_{Rv}} \cdot \left( 1 - \frac{\delta}{2} \right) + \frac{N}{N_{Rv}} \leq 1,0$	$\delta \leq \frac{N}{N_{Rv}} \leq 1,0$
Termerna i villkoren a) och b) räknas på följande sätt:	
$r = 1,0,$	då $V/V_R \leq 1/3$
$r = \sqrt{1 - (V/V_R)^2},$	då $V/V_R > 1/3$
$A_r = A - (1 - r) \cdot A_{w1}$	
$\delta = r \cdot A_{w1}/A_r$	
$N_{Rv} = A_r \cdot f_d$	
$M_{Rv} = 0,25 \cdot (2 - \delta) \cdot h_f \cdot N_{Rv}$	
Dubbelsymmetriskt I - tvärsnitt, böjning kring y-y - axeln	



$$A_f = b_f \cdot t_f$$

$$A_w = A - 2 \cdot A_f$$

$$V_R = 2 \cdot f_{vd} \cdot A_f$$

Interaktionsvillkor

Villkorets giltighet

c)  $M \leq M_{Rv}$

$$0 \leq N/N_{Rv} \leq \delta$$

d)  $\frac{M}{M_{Rv}} + \left(1 - \frac{1 - N/N_{Rv}}{1 - \delta}\right)^2 \leq 1$

$$\delta < N/N_{Rv} \leq 1.0$$

Termerna i villkoren c) och d) räknas på följande sätt:

$$r = 1.0,$$

$$\text{då } V/V_R \leq 0.25$$

$$r = \sqrt{1 - (V/V_R)^2},$$

$$\text{då } V/V_R > 0.25$$

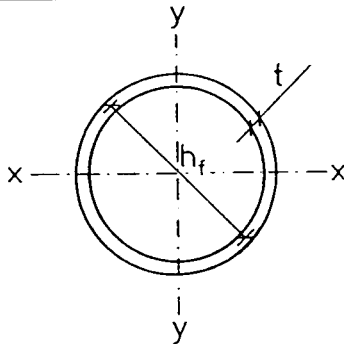
$$A_r = 2 \cdot r \cdot A_f + A_w$$

$$\delta = A_w/A_r$$

$$N_{Rv} = f_{vd} \cdot A_r$$

$$M_{Rv} = 0.25 \cdot (1 - \delta) \cdot b_f \cdot N_{Rv}$$

Ringvärsnittets böjning kring x - x - och y - y -axlarna



$$V_R = 2 \cdot h_f \cdot t \cdot f_{vd}$$

Interaktionsvillkor

e)  $\frac{M}{M_{Rv}} \leq \cos\left(\frac{N}{N_{Rv}} \cdot \frac{\pi}{2}\right)$

Termerna i villkoret e) räknas på följande sätt:

$$r = 1.0,$$

$$\text{då } V/V_R \leq 0.25$$

$$r = \sqrt{1 - (V/V_R)^2},$$

$$\text{då } V/V_R > 0.25$$

$$A_R = r \cdot \pi \cdot h_f \cdot t$$

$$N_{Rv} = A_R \cdot f_{vd}$$

$$M_{Rv} = h_f \cdot N_{Rv} / \pi$$

## 4.3 Sidostagning av stav

### 4.3.1 AVSTÅNDET MELLAN STAGPUNKTERNA I EN BÖJD STAV

Då det antas ske plasticering vid beräkning av konstruktionens böjbarförmåga  $M_R$ , iaktas följande anvisningar för dubbelsymmetriska I-stavar tillhörande tvärsnittsklasser 1 och 2, då ändring i momentytan är linjär mellan stagpunkterna.

Då kraftstorheterna i konstruktionens tvärsnitt räknas enligt elasticitetsteorin och staven tillhör tvärsnittsklass 2 eller 1, kontrolleras villkoret enligt formeln 4.6.

$$\frac{L}{i_y} \leq 2,7 \cdot \sqrt{\frac{E}{f_y}} \cdot \left(1 - 0,5 \cdot \frac{M_2}{M_R}\right) \quad (4.6)$$

$$\text{då } -1 \leq M_2/M_R \leq 1,0$$

Då kraftstorheterna i konstruktionens tvärsnitt räknas enligt uppkomst av mekanism och staven tillhör tvärsnittsklass 1, kontrolleras villkoren enligt formlerna 4.7 och 4.8.

$$\frac{L}{i_y} \leq 2,0 \cdot \sqrt{\frac{E}{f_y}} \cdot \left(1 - 0,67 \cdot \frac{M_2}{M_R}\right) \quad (4.7)$$

$$\text{då } -1 \leq M_2/M_R \leq 0,5$$

$$\frac{L}{i_y} \leq 1,33 \cdot \sqrt{\frac{E}{f_y}} \quad (4.8)$$

$$\text{då } M_2/M_R > 0,5$$

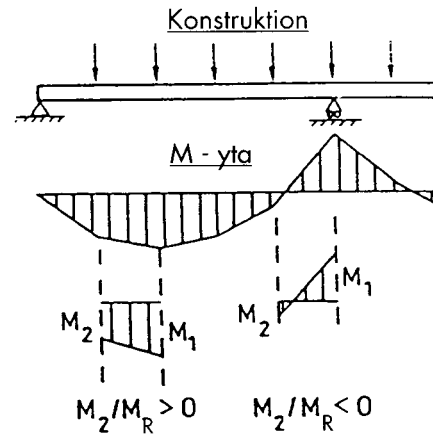
där  $L$  är avståndet mellan stagpunkterna

$i_y$  är stavens tröghetsradie med avseende på den mindre styvheten

$M_2$  är till egenvärdet mindre av böjmoment, som verkar vid stagpunkterna

$M_R$  är böjbarförmåga vid sidostagning.

Sidostagning placeras minst vid varje vid brottgränstillstånd uppkommande plastisk led eller i dess omedelbar närhet, om förskjutning i sidoledes annars inte har förhindrats.



Figur 4.1

Böjd kontinuerlig balk, teckenregler.

Vippling kontrolleras i enlighet med avsnitt 4.4.3.

### 4.3.2 DIMENSIONERING AV SIDOSTAGNINGAR

Sidostagning dimensioneras för kraften  $F_1$ , som verkar vid den tryckta flänsen vinkelrätt mot böjnivån. Kraftens storlek anses vara 2 % av den kraften, som verkar i den verksamma delen av det stadgade tvärsnittets tryckta del. Den verksamma tryckta delen räknas enligt avsnitt 4.4.3.

Den ovan agnivna anvisningen iaktas även för tryckta stavar således, att kraften i den tryckta delen ersätts med den i staven verkande tryckkraften.

## 4.4 Stavarnas stabilitet

### 4.4.1 STAVENS BÄRFÖRMÅGA VID CENTRISK TRYCKANDE KRAFT

En jämnstöv stavs tryckbärförmåga  $N_{Rc}$  räknas ur formeln 4.9.

$$N_{Rc} = f_{cd} \cdot A = f_{ck} \cdot A / \gamma_m \quad (4.9)$$

$$\text{där } f_{ck} = (\beta - \sqrt{\beta^2 - 1 / \bar{\lambda}_k^2}) \cdot f_y \quad (4.10)$$

$$\text{då } \beta = \frac{1 + \alpha \cdot (\bar{\lambda}_k - 0,2) + \bar{\lambda}_k^2}{2\bar{\lambda}_k^2} \quad (4.11)$$

$$\text{och } \bar{\lambda}_k = \sqrt{N_R / N_{el}} \quad (4.12)$$

Vid användning av knäckningslängden  $L_c = \gamma \cdot L$  (se tabell 4.5) räknas  $\bar{\lambda}_k$  ur formeln 4.13.

$$\bar{\lambda}_k = \frac{\lambda_k}{\pi} \sqrt{f_y / E} = \frac{L_c}{i \cdot \pi} \cdot \sqrt{f_y / E} \quad (4.13)$$

De i formeln 4.12 angivna faktorerna  $N_R$  och  $N_{el}$  räknas ur formlerna 4.14 och 4.15.

$$N_R = f_d \cdot A \quad (4.14)$$

$$N_{el} = \frac{\pi^2 EA}{\gamma_m \cdot \lambda_k^2} = \frac{N_R}{\bar{\lambda}_k^2} \quad (4.15)$$

Då knäckning sker i den större styvhetens riktning (i y-axelns riktning, se tabell 4.4) används beteckningar  $N_{Rcx}$  och  $N_{elx}$ . Då knäckning sker i den mindre styvhetens riktning (i x-axelns riktning, se tabell 4.4) används beteckningar  $N_{Rcy}$  och  $N_{ely}$ .

I formeln 4.9 räknas A i enlighet med avsnitten 4.1 och 4.2.2.

Då  $\bar{\lambda}_k < 0,2$ , förutsätts  $f_{ck} = f_y$ . Formlerna 4.10 och 4.11 gäller, då  $\bar{\lambda}_k \leq 3,5$ .

Termen  $\alpha$  i formeln 4.11 har angetts i tabell 4.3.

**Tabell 4.3**

*Knäckningsklasserna och termen  $\alpha$ .*

Knäckningsklass	$\alpha$
A	0,21
B	0,34
C	0,49
D	0,76

$\bar{\lambda}_k$  och  $\lambda_k$  räknas på grundvalen av bruttotvårsnittet.

Knäckningsklasserna har angetts i tabell 4.4.



**Tabell 4.4**  
Knäckningsklasser.

Tvärsnittets form		Knäckningsklass
		B
Svetsad låda 	<sup>1)</sup> a avser svetsens a-mått x-x: $h_x, t_x$ y-y: $h_y, t_y$ $a \leq t/2$	B
	$a > t/2$ $h/t > 30$	B
	$a > t/2$ $h/t \leq 30$	C
Profil med massivt tvärsnitt 		C
Valsad I-profil 	knäckning i den mindre styvhetens riktning (x-axelns riktning) $h/b > 1,2$ $h/b \leq 1,2$	B C
	knäckning i den större styvhetens riktning (y-axelns riktning) $h/b > 1,2$ $h/b \leq 1,2$	A B
Svetsad I-profil 	knäckning i den mindre styvhetens riktning (x-axelns riktning)	C
knäckning i den större styvhetens riktning (y-axelns riktning)		B
valsad profil, medels svetsning infästade förstärkningsplåtar 	knäckning i den mindre styvhetens riktning (x-axelns riktning)	A
	knäckning i den större styvhetens riktning (x-axelns riktning)	B
T-profil L-profil Z-profil U-profil 		C
Då tvärsnittets största tjocklek > 40 mm används för valsade eller svetsade dubbelsymmetriska I-profiler knäckningsklass D för knäckning både kring x-x och y-y -axeln. Inverkan av initialspänningar har beaktats i knäckningsklasserna.		

Andra än i tabell 4.4 angivna knäckningsklasser kan användas för envar profil skilt, ifall de har angetts i en centrerad bruksbeskrivning.

I de för beräkning av knäckningsbärförmågan angivna formlerna har beaktats inverkan av initialspänningar och initialkrokighet ( $L/1000$ ). Då den verkliga initialkrokigheten är större, dimensioneras staven som

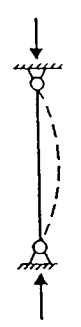
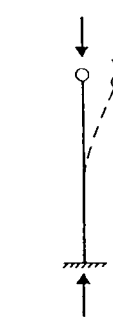

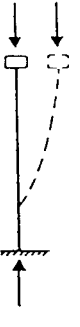
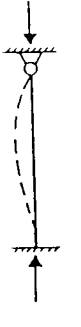




en tryckt och böjd stav, varvid den ökning av böjmomentet  $\Delta M$ , som orsakas av överskridning av initialkrokigheten vid den största nedböjningen  $v_{tod}$ , räknas ur formeln 4.16.

$$\Delta M = N \cdot (v_{tod} - L/1000) \tag{4.16}$$

Knäckningslängden har angetts i tabell 4.5.

**Tabell 4.5**

Knäckningslängderna  $L_c = \gamma \cdot L$ .

Stav ledad i båda ändrar	Stav fast inspänd i ena änden	Stav fast inspänd i båda ändrar	Stav fast inspänd i båda ändrar Det ena upplaget förskjutbar i sidled	Stav fast inspänd i ena änden, ledad i den andra
				
$\gamma = 1,0$	$\gamma = 2,1$	$\gamma = 0,6$	$\gamma = 1,2$	$\gamma = 0,8$
Randvillkor för stavens upplag	   	Rotation förhindrad Rotation fri Rotation förhindrad Rotation fri	Förskjutning förhindrad Förskjutning förhindrad Förskjutning fri Förskjutning fri	

Då upplagsfall angivna i tabell 4.5 inte mera motsvarar konstruktionen (t.ex. ramkonstruktioner), räknas knäckningslängden med beaktande av upplagens inspänningsgrad och förskjutning.

**4.4.2 STAVENS VRIDKNÄCKNINGSBÄRFÖRMÅGA**

Vridknäckningsbärförmåga  $N_{RT}$  i tvärsnittsklasserna 1—3 räknas ur formeln 4.17.

$$N_{RT} = f_{cd} \cdot A = f_{ck} \cdot A / \gamma_m \tag{4.17}$$

I formeln 4.17 räknas  $f_{ck}$  ur formeln 4.10 genom att använda knäckningsklass C och en modifierad slankhet  $\bar{\lambda}_T$ , som räknas ur formeln 4.18. I formeln 4.17 räknas A enligt punkt 4.1.

$$\bar{\lambda}_T = \sqrt{f_y / \sigma_{el,T}} \tag{4.18}$$

där  $\sigma_{el,T}$  är vridknäckningsbärförmåga, då materialet antas vara linjärt elastiskt.

Vridknäckningsbärförmågan för en i bägge ändrar gaffellagrad stav räknas ur formeln 4.19.

$$\sigma_{el,T} = \frac{1}{A \cdot (i_x^2 + i_y^2)} \cdot \left( G \cdot I_x + \left( \frac{\pi}{L} \right)^2 \cdot E \cdot I_w \right) \tag{4.19}$$

**4.4.3 STAVENS VIPPNINGSBÄRFÖRMÅGA**

Stavens vippningsbärförmåga  $M_{RI}$  räknas ur formeln 4.20.

$$M_{RI} = \eta \cdot f_{ctd} \cdot W = \eta \cdot f_{ctk} \cdot W / \gamma_m \tag{4.20}$$

där  $f_{ctk} = \frac{1}{(1 + \bar{\lambda}_1^{2n})^{1/n}} \cdot f_y \tag{4.21}$

$$\text{då } \bar{\lambda}_1 = \sqrt{\frac{W_p \cdot f_y}{W \cdot \sigma_{\text{ell}}}} \quad (4.22)$$

för tvärsnittsklasserna 1, 2 och 3

$$\text{och } \bar{\lambda}_1 = \sqrt{f_y / \sigma_{\text{ell}}} \quad (4.23)$$

för tvärsnittsklassen 4. I formeln 4.20 räknas  $\eta$  enligt avsnitt 4.2.4.

Då  $\bar{\lambda}_1 < 0,2$  antas  $f_{\text{clk}} = f_y$ . Den modifierade slankheten  $\bar{\lambda}_1$  får vara högst  $\bar{\lambda}_1 \leq 3,5$ .

I formeln 4.21 är  $n = 2,0$  för valsade stavar och  $n = 1,5$  för svetsade stavar. I formeln 4.23 är  $\sigma_{\text{ell}} = M_{\text{el}}/W$ , som räknas på grundvalen av tvärsnittets bruttoarea.

För en dubbelsymmetrisk I-formad jämnstöv i bägge ändar gaffellagrad stav, då böjmomentet är konstant, räknas  $M_{\text{el}}$  ur formeln 4.24.

$$M_{\text{el}} = \frac{\pi}{L} \cdot \sqrt{E \cdot I_y \cdot G \cdot I_x} \cdot \sqrt{1 + \left(\frac{\pi}{L}\right)^2 \cdot \frac{E \cdot I_w}{G \cdot I_x}} \quad (4.24.)$$

Då den böjda stavens livslankhet är så stor, att i livet används effektiv bredd ( $\bar{\lambda}_p > 0,72$ ), räknas  $\bar{\lambda}_1$  på grundvalen av profilens effektiva tryckta del på samma sätt som för den tryckta staven. Den ifrågakvarande tryckta stavens knäckningsriktning är vinkelrätt mot belastningsnivån. Profilens effektiva tryckta del består av den tryckta flänsen och livets effektiva del  $t_w \cdot h_w/2$  på så sätt, att livets effektiva del är högst  $t_w \cdot h_{wc}/3$ . Dimensioneringsvärdet för vippningshållfastheten  $f_{\text{clk}}$  räknas härvid ur formeln 4.21. Vippningsstagningar dimensioneras i enlighet med det i avsnitt 4.3.2 angivna sättet.

#### 4.4.4 BÄRFÖRMÅGAN HOS EN TRYCKT SAMT EN DUBBELSYMMETRISK TRYCKT OCH BÖJD STAV

Stavens bärförmåga kontrolleras i enlighet med de villkorsekvationerna, som har angetts i tabell 4.6. Villkorsekvationerna används, då den modifierade slankheten  $\bar{\lambda}_1 \geq 0,2$ . Kraftstorheterna och bärförmågorna insätts i formelerna i tabell 4.6 som egenvärden.

**Tabell 4.6**

*Bärförmågan hos en tryckt samt en dubbelsymmetrisk tryckt och böjd stav.*

Kraftstorhet	Knäckning i den styvare riktningen	Knäckning i den vekare riktningen
N	a) $N/N_{\text{Rcx}} \leq 1,0$	e) $N/N_{\text{Rcy}} \leq 1,0$
N och $M_x$	b) $\frac{N}{N_{\text{Rcx}}} + \frac{C \cdot M_x}{M_{\text{Rx}}} \cdot \frac{1}{1 - \frac{N \cdot N_{\text{Rcx}}}{N_{\text{R}} \cdot N_{\text{elx}}}} \leq 1,0$	f) $\frac{N}{N_{\text{Rcy}}} + \frac{C \cdot M_x}{M_{\text{Rl}}} \cdot \frac{1}{k_e} \cdot \frac{1}{1 - \frac{N \cdot N_{\text{Rcy}}}{N_{\text{R}} \cdot N_{\text{ely}}}} \leq 1,0$
N och $M_y$	c) $\frac{N}{N_{\text{Rcx}}} + \frac{C \cdot M_y}{M_{\text{Ry}}} k_e \cdot \frac{1}{1 - \frac{N \cdot N_{\text{Rcx}}}{N_{\text{R}} \cdot N_{\text{elx}}}} \leq 1,0$	g) $\frac{N}{N_{\text{Rcy}}} + \frac{C \cdot M_y}{M_{\text{Ry}}} \cdot \frac{1}{1 - \frac{N \cdot N_{\text{Rcy}}}{N_{\text{R}} \cdot N_{\text{ely}}}} \leq 1,0$
N och $M_x$ och $M_y$	d) $\frac{N}{N_{\text{Rcx}}} + \left( \frac{C \cdot M_x}{M_{\text{Rx}}} + k_e \cdot \frac{C \cdot M_y}{M_{\text{Ry}}} \right) \cdot \frac{1}{1 - \frac{N \cdot N_{\text{Rcx}}}{N_{\text{R}} \cdot N_{\text{elx}}}} \leq 1,0$	h) $\frac{N}{N_{\text{Rcy}}} + \left( \frac{C \cdot M_x}{M_{\text{Rl}}} \cdot \frac{1}{k_e} + \frac{C \cdot M_y}{M_{\text{Ry}}} \right) \cdot \frac{1}{1 - \frac{N \cdot N_{\text{Rcy}}}{N_{\text{R}} \cdot N_{\text{ely}}}} \leq 1,0$

Då villkoren i tabell 4.6 används, väljs axelriktningarna på grundvalen av tabell 4.4.

Den i tabell 4.6 angivna faktorn  $k_e$  räknas ur formeln 4.25.

$$k_e = \frac{1 - N/N_{\text{elx}}}{1 - N/N_{\text{ely}}} \quad (4.25)$$

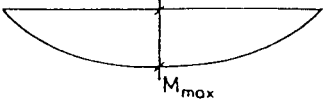
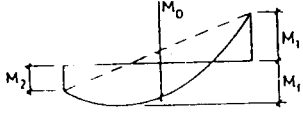
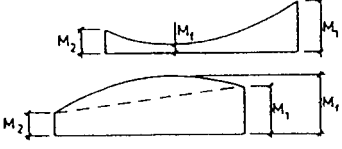
Vid vridknäckning är  $N_{\text{Rcy}}$  det mindre av värdena  $N_{\text{Rcy}}$  och  $N_{\text{RT}}$ , då  $N_{\text{RT}}$  räknas enligt avsnitt 4.4.2.

## 4.5 Inverkan av böjmomentets fördelning hos dubbelsymmetriska tvärsnitt

Faktorn  $C \cdot M$  i tabell 4.6 har angetts i tabell 4.7.

**Tabell 4.7**

Faktorn  $C \cdot M$ .

1. Böjmomentets värde är noll i stavens båda ändar	
a) $C \cdot M = M_{\max}$	
2. Böjmomentets värde $\neq 0$ i stavens ena eller i båda ändar	
a) Fältmomentet $M_f$ har motsatt tecken än $M_1$ då $M_1$ är den numeriskt större av momenten $M_1$ och $M_2$ i stavändarna. $C \cdot M$ är den största av värdena: $M_1 \cdot (0,6 + 0,4 \cdot M_2/M_1)$ , $0,4 \cdot M_1$ , $M_f$ och $M_0$ Dock $C \cdot M \leq M_{\max}$ , där $M_{\max}$ är den numeriskt större av värdena $M_1$ och $M_2$ .	
b) Fältmomentet $M_f$ har samma tecken som $M_1$ då $M_1$ är den numeriskt större av momenten $M_1$ och $M_2$ i stavändarna. Då momentfördelningen är konkav är $C \cdot M$ den större av värdena: $M_1 \cdot (0,6 + 0,4 \cdot M_2/M_1)$ och $0,4 \cdot M_1$ . Om momentfördelningen är konvex, är $C \cdot M = M_f$ .	

I konstruktioner, vilka är förskjutbara i sidled samt i konsoler är  $C \cdot M = M_{\max}$  om annat inte bevisas. Angivna  $C \cdot M$ -värden gäller för en dubbelsymmetrisk profil.

Då böjmomentet varierar linjärt mellan sidostagningar, kontrolleras vippningsvillkoret enligt formeln 4.26.

$$C \cdot M \leq M_{Rl} \quad (4.26)$$

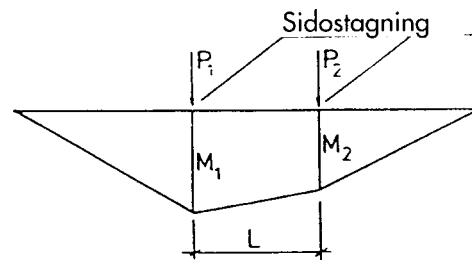
där

$$C \cdot M = 0,6 \cdot M_1 + 0,4 \cdot M_2 \quad (4.27)$$

dock minst

$$C \cdot M = 0,4 \cdot M_1$$

$M_1$  och  $M_2$  är värdena för böjmomentet vid sidostagningar således, att  $|M_1| > |M_2|$ .  $M_1$  och  $M_2$  är positiva om de ifrågasvarande böjmomenten kröker staven i samma riktning, eljest är  $M_2$  negativt.



**Figur 4.2**

Linjärt varierande böjmoment mellan sidostagningar.

I villkoret 4.26 räknas  $M_{Rl}$  ur formeln 4.20 med utgångspunkt i den modifierade slankheten  $\bar{\lambda}_1$ , vid beräkning av formeln 4.24.

## 4.6 Buckling av plåt

### 4.6.1 BEGYNNELSEANTAGANDEN

Plåtens kanter antas antingen ledade eller fria vid beräkning av bucklingskoefficienten  $k$ , med undantag av det i avsnitt 4.6.5 angivna fallet.

Då det överkritiska området utnyttjas, utförs beräkningarna i överensstämmelse med avsnitt 4.6.4.

Det överkritiska området kan utnyttjas i statiskt belastade bärverk i vattentak, i bärverk i kontors- och bostadsbyggnaders mellanbjälklag och i motsvarande konstruktioner samt därtill i tryckta samt i tryckta och böjda rörprofiler.

### 4.6.2 TRYCK I PLÅTENS NIVÅ

Den effektiva bredden  $b_e$  och den effektiva tjockleken  $t_{fe}$  räknas ur formlerna, som angetts i tabell 4.8.

**Tabell 4.8**

*Effektiv bredd och effektiv tjocklek.*

Konstruktionsdelen är upplagd längs fyra kanter, varav två är parallella med normalspänningens riktning.	Konstruktionsdelen är upplagd längs tre kanter. Den fria kanten är parallell med normalspänningens riktning.
a) $\frac{b_e}{b} = 1$ , då $\bar{\lambda}_p \leq 0,72$	c) $\frac{t_{fe}}{t_f} = 1,0$ , då $\bar{\lambda}_p \leq 0,71$
b) $\frac{b_e}{b} = \frac{1}{\bar{\lambda}_p} \cdot \left( 1,00 - \frac{1}{5 \cdot \bar{\lambda}_p} \right)$ , då $0,72 < \bar{\lambda}_p \leq 5,0$	d) $\frac{t_{fe}}{t_f} = 1,5 - \bar{\lambda}_p / \sqrt{2}$ , då $0,71 < \bar{\lambda}_p \leq 1,06$
Formlerna gäller även för beräkning av förhållandet $h_e/h_{we}$ .	

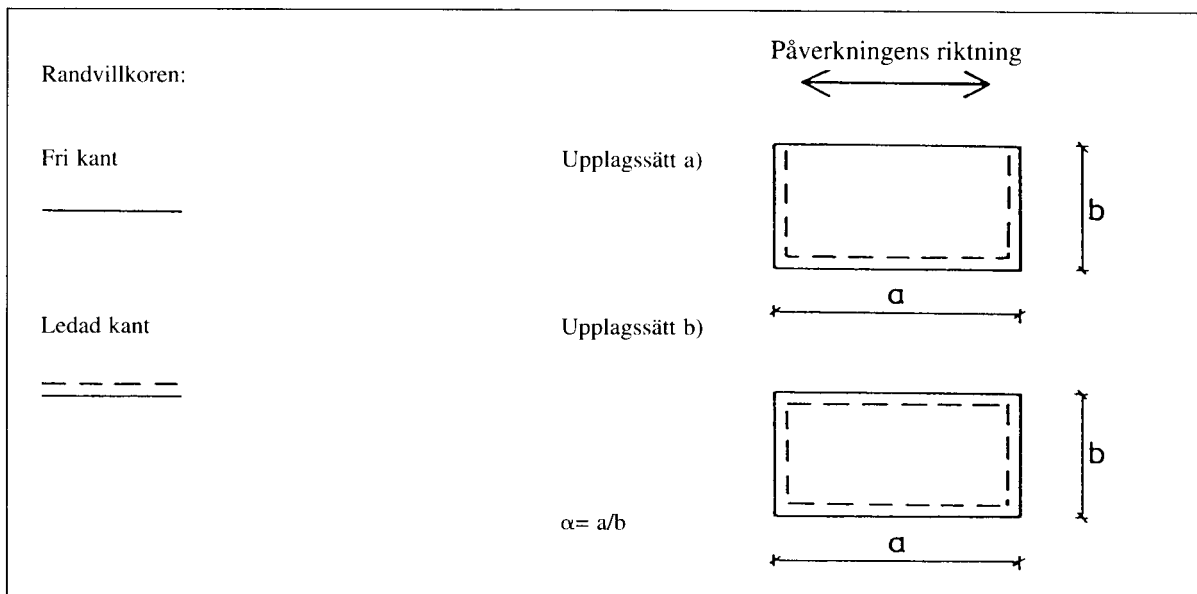
Den modifierade slankheten  $\bar{\lambda}_p$  räknas ur formeln 4.28.

$$\bar{\lambda}_p = \sqrt{f_y / \sigma_{el}} \tag{4.28}$$

där  $\sigma_{el}$  räknas ur formeln 4.29.

$$\sigma_{el} = \frac{k \cdot \pi^2 \cdot E}{12 \cdot (1 - \nu^2) \left( \frac{b}{t} \right)^2} \tag{4.29}$$

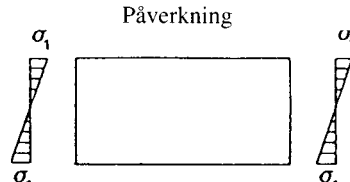
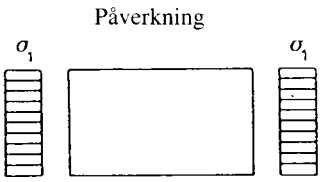
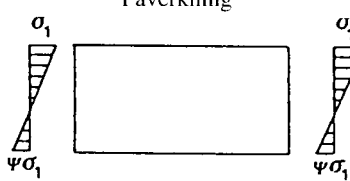
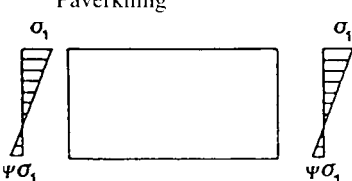
Bucklingskoefficienten  $k$  räknas ur formlerna, som angetts i tabell 4.9. Termen  $\alpha$  i tabell 4.9 erhålls ur figur 4.3.



**Figur 4.3**

*Termen  $\alpha$  och plåtens stödsätt.*

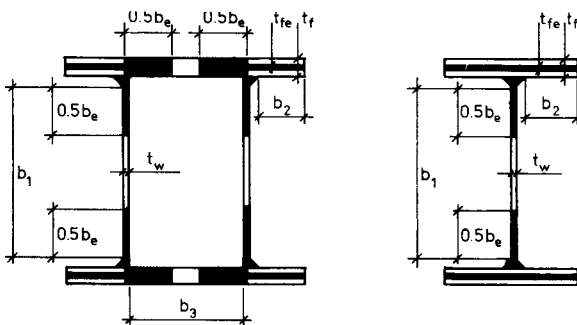
**Tabell 4.9**  
Bucklingskoefficient  $k$ .

 <p>Påverkning</p>	 <p>Påverkning</p>
<p>Upplagssätt a i figuren 4.3 a) <math>k = 1/\alpha^2 + 12 \cdot (1 - \nu)/\pi^2</math></p>	<p>Upplagssätt a i figuren 4.3 d) <math>k = 1/\alpha^2 + 6 \cdot (1 - \nu)/\pi^2</math></p>
<p>Upplagssätt b i figuren 4.3 b) <math>k = 15,97 + 1,87/\alpha^2 + 8,6 \cdot \alpha^2</math>, då <math>\alpha &lt; 2/3</math> c) <math>k = 24,0</math>, då <math>\alpha \geq 2/3</math></p>	<p>Upplagssätt b i figuren 4.3 e) <math>k = 1/\alpha^2 + \alpha + 2</math>, då <math>\alpha &lt; 1</math> f) <math>k = 4,0</math>, då <math>\alpha \geq 1</math></p>
 <p>Påverkning</p> <p>Upplagssätt b i figuren 4.3 -1,0 ≤ ψ ≤ 1,0 g) <math>k = 4 + 2(1 - \psi)^3 + 2(1 - \psi)</math> då α &gt; 1,0</p>	 <p>Påverkning</p> <p>Plåtens kanter har antagits fast inspända -1,0 ≤ ψ ≤ 1,0 h) <math>k = 4 + 4(1 - \psi)^3 + 2(1 - \psi)</math> då α &gt; 1,0</p>

Inverkan av svetsspänningar på det effektiva tvärsnittet i lådkonstruktioner beaktas, då  $\bar{\lambda}_p \geq 0,4$ . Härvid räknas den effektiva bredden  $b_{ew}$  (eller respektive  $h_{ew}$ ) ur formeln 4.30.

$$\frac{b_{ew}}{b} = \frac{0,8}{\bar{\lambda}_p} \cdot \left( 1 - \frac{1}{5 \cdot \bar{\lambda}_p} \right) \quad (4.30)$$

Fördelning av den effektiva bredden  $b_e$  samt den effektiva tjockleken  $t_e$  har angetts i figur 4.4. Det effektiva tvärsnittet  $A_e$  räknas som summan av de effektiva delarna.



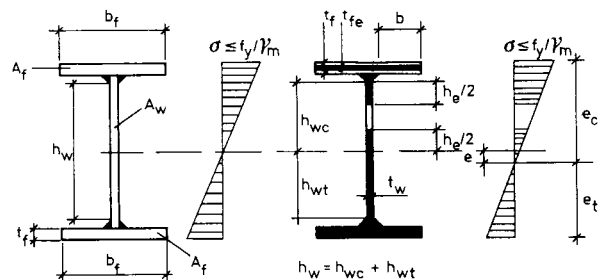
**Figur 4.4.**  
Det effektiva tvärsnittet  $A_e$  då påverkningen består av centrisk tryck.

Livslankheten hos en böjd dubbelsymmetrisk I-stav kontrolleras i enlighet med villkoret 4.31.

$$h_w/t_w \leq 0,4 \cdot E/f_y \quad (4.31)$$

då  $A_w/A_f \geq 0,5$

$A_w$  är livets tvärsnittsarea och  $A_f$  är tvärsnittsarean hos en fläns.



**Figur 4.5**  
Nominellt och effektivt tvärsnitt i en böjd dubbelsymmetrisk I-stav.

I ett fall enligt figur 4.5 räknas  $\sigma_{el}$  ur formeln 4.29 på grundvalen av relationen  $h_w/t_w = (h_{wt} + h_{wc})/t_w$  genom att insätta detta värde i stället för  $b/t$ . I böjda lådkonstruktioner räknas den effektiva bredden av den tryckta flänsen först. På grundvalen av på det sättet fått tvärsnittet räknas det neutralaxel, med avseende på vilken definieras termer  $h_{wc}$  och  $h_{wt}$ .

De effektiva bredderna av livet indelas med avseende på denna nya neutralaxel såsom anges i figur 4.5.

Böjbarförmågan räknas på grundvalen av hela tvärsnittets effektiva mått.

Då det är fråga om osymmetriska tvärsnitt, iakttas av neutralaxelns förskjutning (storhet  $e$  i figur 4.5) orsakad böjmomentets tillökning  $\Delta M = M \cdot e$  i dimensionering.

**Tabell 4.10**

Dimensioneringsvärdet för skjuvhållfastheten  $f_{vk}$ .

Upplagssätt 1	Upplagssätt 2
a) $f_{vk} = 0,6 f_y$ , då $\bar{\lambda}_p \leq 0,90$	d) $f_{vk} = 0,6 f_y$ , då $\bar{\lambda}_p \leq 0,90$
b) $f_{vk} = (0,84 - 0,26 \cdot \bar{\lambda}_p) \cdot f_y$ , då $0,9 < \bar{\lambda}_p \leq 1,60$	e) $f_{vk} = (0,84 - 0,26 \cdot \bar{\lambda}_p) \cdot f_y$ , då $0,9 < \bar{\lambda}_p \leq 1,60$
c) $f_{vk} = \frac{1,04 \cdot f_y}{\bar{\lambda}_p + 0,90}$ , då $1,60 < \bar{\lambda}_p \leq 5,0$	f) $f_{vk} = \frac{0,67 \cdot f_y}{\bar{\lambda}_p}$ , då $1,60 < \bar{\lambda}_p \leq 5,0$

Den modifierade slankheten  $\bar{\lambda}_p$  räknas ur formeln 4.33.

$$\bar{\lambda}_p = \sqrt{f_y / \tau_{ei}} \quad (4.33)$$

där  $\tau_{ei}$  räknas ur formeln 4.34.

$$\tau_{ei} = \frac{k \cdot \pi^2 \cdot E}{12 \cdot (1 - \nu^2) \left(\frac{b}{t}\right)^2} \quad (4.34)$$

där

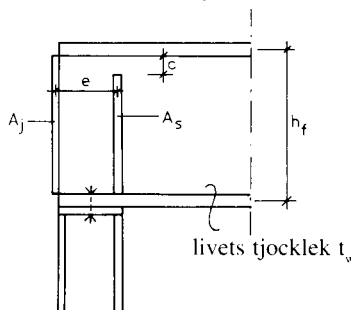
$$k = 5,34 + 4,00 \cdot (b/a)^2, \text{ då } a \geq b \quad (4.35)$$

eller

$$k = 5,34 \cdot (b/a)^2 + 4,00, \text{ då } a \leq b, \quad (4.36)$$

där  $a$  är livets längd mellan avstyvningar

$b$  är livets höjd



- a)  $e > 0,18 \cdot h_f$
- b)  $A_j > 0,10 \cdot h_f \cdot t_w$
- c)  $c \leq 4 \cdot t_w$

**Figur 4.6a**

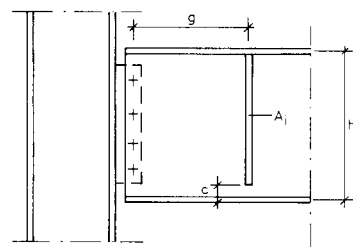
Upplagssätt 1.

### 4.6.3 SKJUVHÅLLFASTHET

Dimensioneringsvärdet för plåtens skjuvhållfasthet räknas ur formeln 4.32.

$$f_{vd} = f_{vk} / \gamma_m \quad (4.32)$$

där  $f_{vk}$  räknas ur formlerna, som angetts i tabell 4.10. I andra fall än de som angetts i tabell 4.10 räknas  $f_{vk}$  i överensstämmelse med avsnitt 4.6.4.



$$d) g \leq 2,7 \cdot t_w \cdot \sqrt{\frac{E}{V / (h_f \cdot t_w)}}$$

$$e) g \geq 0,18 \cdot h_f$$

$$f) c \leq 4 \cdot t_w$$

$$g) A_i > 0,10 \cdot h_f \cdot t_w$$

**Figur 4.6b**

Upplagssätt 2.

### 4.6.4 BUCKLINGSBERÄKNINGARNA DÅ DET ÖVERKRITISKA OMRÅDET INTE UTNYTTJAS

Konstruktion kontrolleras för villkoren i enlighet med formlerna 4.37– 4.39.

$$\sigma \leq f_{icd} = f_{fck} / \gamma_m \quad (4.37)$$

$$\tau \leq f_{ivd} = f_{fvk} / \gamma_m \quad (4.38)$$

$$\sqrt{\sigma_i^2 + 3 \cdot \tau^2} \leq f_{jd} = f_{jk} / \gamma_m \quad (4.39)$$

där  $f_{fck}$ ,  $f_{fvk}$  och  $f_{jk}$  räknas ur formlerna, som angetts i tabellerna 4.11–4.13.

$\gamma_m$  bestäms i överensstämmelse med avsnitt 3.8.

**Tabell 4.11**

Det karakteristiska värdet  $f_{fck}$  för böjtryckhållfastheten och tryckhållfastheten.

a)	$f_{fck}/f_y = 1$	kun $\bar{\lambda}_p \leq 0,71$
b)	$f_{fck}/f_y = 1,5 - \bar{\lambda}_p/\sqrt{2}$	kun $0,71 < \bar{\lambda}_p \leq \sqrt{2}$
c)	$f_{fck}/f_y = 1/\bar{\lambda}_p^2$	kun $\sqrt{2} < \bar{\lambda}_p \leq 5,0$

$\bar{\lambda}_p$  räknas ur formeln 4.28  
För plåt styrd längs tre kanter bör gälla  
 $\bar{\lambda}_p \leq 1,06$

Inverkan av svetsspänningar på det karakteristiska värdet för böjtryckhållfastheten och tryckhållfastheten i lådkonstruktioner beaktas, då  $0,4 \leq \bar{\lambda}_p \leq 1,45$ , varvid  $f_{fck}/f_y$  räknas ur formeln 4.30 genom att insätta  $f_{fck}/f_y$  i stället för  $b_{ew}/b$ . Då  $1,45 \leq \bar{\lambda}_p \leq 5,0$ , används formeln c i tabell 4.11.

**Tabell 4.12**

Det karakteristiska värdet  $f_{fck}$  för skjuvhållfastheten.

a)	$f_{fck}/f_y = 0,60$	då $\bar{\lambda}_p \leq 0,9$
b)	$f_{fck}/f_y = 0,864 - 0,294 \bar{\lambda}_p$	då $0,9 < \bar{\lambda}_p \leq 1,85$
c)	$f_{fck}/f_y = 1,1/\bar{\lambda}_p^2$	då $1,85 < \bar{\lambda}_p \leq 5,0$

$\bar{\lambda}_p$  räknas ur formeln 4.33

**Tabell 4.13**

Det karakteristiska värdet för relationshållfastheten.

a)	$f_{jk}/f_y = 1,10$	då $\bar{\lambda}_j \leq 0,66$
b)	$f_{jk}/f_y = 1,557 - 0,696 \bar{\lambda}_j$	då $0,66 < \bar{\lambda}_j \leq 1,49$
c)	$f_{jk}/f_y = 1,15/\bar{\lambda}_j^2$	då $\bar{\lambda}_j > 1,49$

Termen  $\bar{\lambda}_j = \sqrt{f_y / \sigma_{elj}}$

$\sigma_{elj}$  räknas enligt följande genom att anta skjuv- och tryckspänningarna påverka samtidigt

$$d) \sigma_{elj} = \frac{s \cdot \sigma_{el} \cdot \sqrt{\sigma_1^2 + 3 \tau^2}}{\sigma_1}, \text{ då } \left| \frac{\sigma_1 \cdot k_\tau}{\tau \cdot k_\sigma} \right| \geq 1,0$$

$$e) \sigma_{elj} = \frac{s \cdot \tau_{el} \cdot \sqrt{\sigma_1^2 + 3 \tau^2}}{\tau}, \text{ då } \left| \frac{\sigma_1 \cdot k_\tau}{\tau \cdot k_\sigma} \right| < 1,0$$

$k_\tau$  räknas ur formeln 4.35 eller 4.36

$k_\sigma$  räknas i överensstämmelse med tabell 4.9

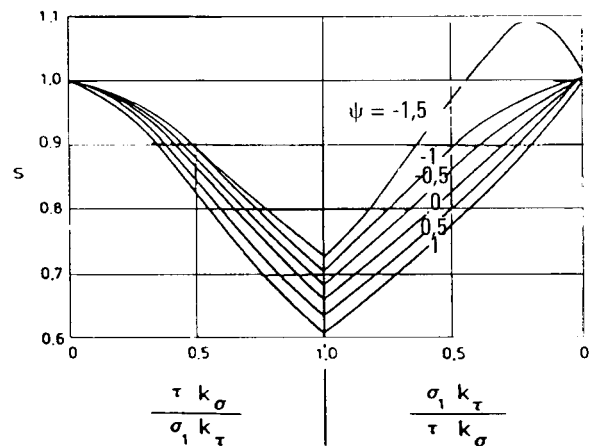
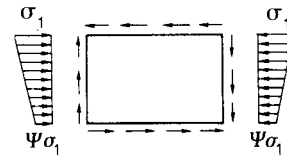
$\sigma_1$  bestäms enligt figur 4.7

$\tau$  är den påverkande skjuvspänningen

$\sigma_{el}$  räknas ur formeln 4.29

$\tau_{el}$  räknas ur formeln 4.34

Termen  $s$  bestäms ur figur 4.7

**Figur 4.7**

Termen  $s$ .

Då det är fråga om statisk belastning, kan villkoret 4.39 ersättas med villkoret 4.42.

Anvisningarna i avsnitt 4.6.4 iaktas även för utmattningsbelastade konstruktioner, varvid lasterna i brottgränstillstånd räknas i överensstämmelse med avsnitt 3.2 och partialkoefficienten för material bestäms i överensstämmelse med avsnitt 3.8.

#### 4.6.5 BÄRFÖRMÅGA VID KOMBINATIONER AV STATISKA KRAFTSTORHETER

Samverkan av böjmoment och tvärkraft i en dubbelsymmetrisk I-stav behöver inte kontrolleras, då villkoret 4.40 gäller.

$$M < M_{Ref} = A_{fe} \cdot h_f \cdot f_d \quad (4.40)$$

där  $h_f$  är avståndet mellan flänsars mittpunkter

$A_{fe}$  är den tryckta flänsens effektiva tvärsnittsarea.

Då villkoret i enlighet med 4.40 inte gäller, kontrolleras den motsvarande samverkan ur formeln 4.41.

$$M \leq M_{Ref} + (M_{pl} - M_{Ref}) \cdot \left(1 - \left(\frac{V}{V_R}\right)^2\right) \quad (4.41)$$

där  $M_{pl} = f_d \cdot W_p$  oavsett livets slankhet

$V_R$  räknas i överensstämmelse med avsnitt 4.6.3 för upplagssätt 1 och 2.

Formlerna 4.40 och 4.41 gäller för dubbelsymmetrisk I-stav, då livet (böjning) tillhör tvärsnittsklass 4.

Formlerna 4.40 och 4.41 kan också tillämpas för enkelsymmetrisk I-stav samt för en stav påverkad av böjmoment och normalkraft förutsatt, att höjden av



livets tryckta del är högst 2/3 av hela livets höjd räknad med nominella mått. Då det överkritiska området inte utnyttjas, kontrolleras i fråga om statisk påverkan samverkan ur villkoret 4.42.

Då det är fråga om livet i en I-profil, vars upplagssätt inte motsvarar upplagssätt 1 eller 2 i avsnitt 4.6.3, eller det är fråga om liv i ett Z-, U- eller lådtvärsnitt, som har tillverkats genom valsning eller svetsning, kontrolleras samverkan av skjuvspänning och böjtryckspänning ur villkoret 4.42.

$$\frac{\sigma_c}{f_{cd}} + 0,63 \cdot \frac{\tau}{f_{vd}} \leq 1,38 \quad (4.42)$$

där  $\tau$  är skjuvspänning

$\sigma_c$  är livets böjtryckspänning

$f_{cd}$  räknas ur formlerna, som angetts i tabell 4.11

$f_{vd}$  räknas ur formlerna, som angetts i tabell 4.12

Vid beräkning av termen  $f_{cd}$  kan bucklingskoefficienten räknas ur formeln h) i tabell 4.9, då det är fråga om statisk påverkan och det överkritiska området inte utnyttjas.

## 4.7 Bärförmåga vid punktlast

### 4.7.1 KONSTRUKTIONEN ÄR STÖDD I SIDLED OCH ROTATIONEN ÄR FÖRHINDRAD

Då punktlasten påverkar staven enbart från den ena sidan, är bärförmågan vid punktlast  $F_{R1}$  den mindre av värdena, som erhålls ur formlerna 4.43 och 4.44.

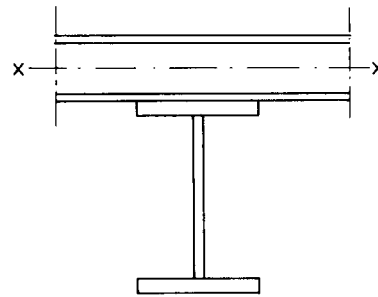
$$F_{R1} = 0,5 \cdot t_w^2 \cdot f_d \cdot \sqrt{\frac{E}{f_y} \cdot \frac{t_f}{t_w}} \cdot \xi_1 \cdot \xi_2 \cdot \xi_3 \quad (4.43)$$

$$F_{R3} = f_d \cdot A_i \quad (4.44)$$

$A_i$  räknas ur formeln 4.49 och 4.50.

Då punktlasten påverkar staven från båda sidorna är bärförmågan vid punktlast  $F_{R1}$  den mindre av värdena, som erhålls ur formlerna 4.44 och 4.45.

$$F_{R2} = 3 \cdot t_w^2 \cdot f_d \cdot \sqrt{\frac{E}{f_y} \cdot \frac{t_f}{h_f}} \cdot \xi_1 \cdot \xi_3 \quad (4.45)$$



**Figur 4.8**

Staven är stödd i sidled och rotation av dess övre fläns är förhindrad.

Då punktlasten påverkar vid balkänden, antas bärförmågan vara hälften av värdena, som erhålls ur formlerna 4.43—4.45. Då punktlastens avstånd från balkänden är  $\leq h_f/2$ , används värdena, som erhålls ur formlerna 4.43—4.45. Mellanvärden interpoleras linjärt.

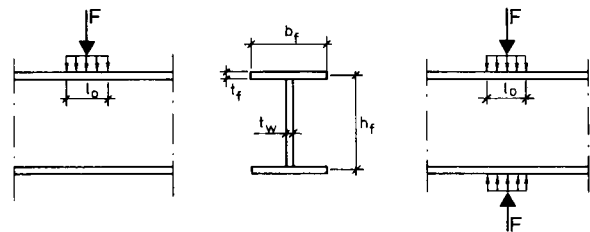
Termerna i formlerna 4.43 och 4.45 räknas ur villkoren 4.46—4.48.

$$\xi_1 = \sqrt[4]{\frac{b_f}{10 \cdot t_f}} \leq 1,25 \quad (4.46)$$

$$\xi_2 = \sqrt{60 \cdot t_w / h_f} \geq 1,0 \quad (4.47)$$

$$\xi_3 = 1 + l_0 / h_f \leq 1,5 \quad (4.48)$$

$\xi_3$  räknas ur formeln 4.48, då centrumavståndet mellan punktlaster är minst  $40 \cdot t_w$ .



**Figur 4.9**

Punktlast påverkar staven från en eller två sidor.

Belastningsytan  $A_i$  räknas ur formeln 4.49 med användandet av beteckningarna i figur 4.10.

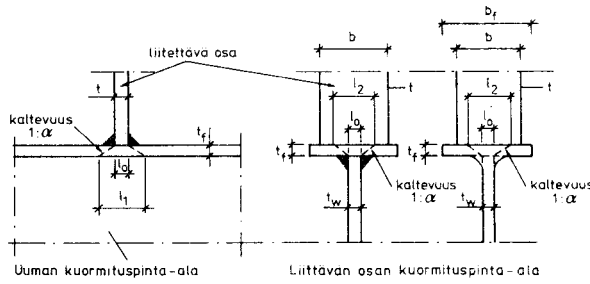
$$A_1 = A_i = l_1 \cdot t_w = (l_0 + 2 \cdot \alpha \cdot t_f) \cdot t_w \quad (4.49)$$

I formeln 4.44 räknas belastningsytan  $A_i$  i den del, som fastsätts, ur formeln 4.50 med användandet av beteckningarna i figur 4.10.

$$A_1 = A_2 = l_2 \cdot t = (l_0 + 2 \cdot \alpha \cdot t_f) \cdot t \quad (4.50)$$

Faktorn  $l_2$  i formeln 4.50 bör uppfylla villkoret i formeln 4.51.

$$l_2 \leq b \quad (4.51)$$



**Figur 4.10**  
Belastningsyta  $A_f$

Vid statisk last räknas termen  $\alpha$  i formlerna 4.49 och 4.50 ur villkoret 4.52.

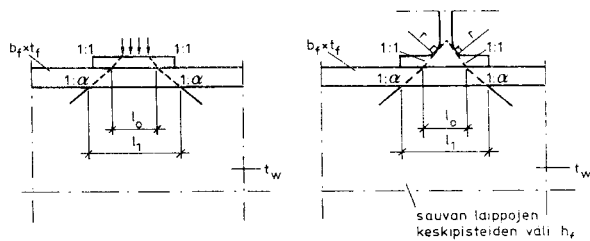
$$\alpha = \alpha_0 \cdot \sqrt[4]{\frac{b_f}{10 \cdot t_f}} \leq 1,25 \cdot \alpha_0 \quad (4.52)$$

där  $\alpha_0$  har angetts i tabell 4.14.

**Tabell 4.14**  
Faktorn  $\alpha_0$

Profilen	Faktorn $\alpha_0$	
	Profilens liv	Delen, som fastsätts
Medels svetsning tillverkad del	3	3
Varmvalsad profil i överensstämmelse med tillämplig standard. Inverkan av hörnavrundningar har redan beaktats i $\alpha_0$ -värdena, varvid belastningsbredden hos valsade stavar bestäms på grundvalen av flänsens och livets teoretiska ytor.	6	5

Vid beräkning av belastningsbredden  $l_0$  iaktas anvisningarna i figur 4.11.



**Figur 4.11**  
Belastningsbredd  $l_0$

Samverkan av böjning och punktlast kontrolleras ur formeln 4.5.3.

$$(F/R_{R1})^2 + (M/M_R)^2 \leq 1,1. \quad (4.53)$$

### 4.7.2 FLÄNSENS ROTATION HAR INTE HINDRATS

Med användandet av beteckningarna i figur 4.12 kontrolleras för punktlast  $F$  och jämnt fördelad last  $q$  villkoren i enlighet med formlerna 4.54 eller 4.55.

$$\frac{F}{t_w \cdot h} + \frac{q}{t_w} \leq 0,73 \cdot k_f \cdot \sigma_c / \gamma_m \quad (4.54)$$

då  $a \geq h$

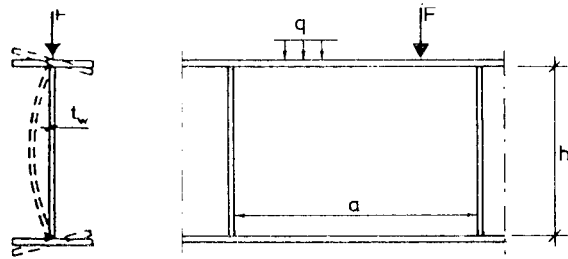
$$\frac{F}{t_w \cdot a} + \frac{q}{t_w} \leq 0,73 \cdot k_f \cdot \sigma_c / \gamma_m \quad (4.55)$$

då  $a < h$

där faktorerna  $\sigma_c$  och  $k_f$  räknas ur formlerna 4.56 och 4.57.

$$\sigma_c = \frac{\pi^2 \cdot E}{12 \cdot (1 - \nu^2) \left(\frac{h}{t_w}\right)^2} \quad (4.56)$$

$$k_f = 2 + 4/(a/h)^2 \quad (4.57)$$



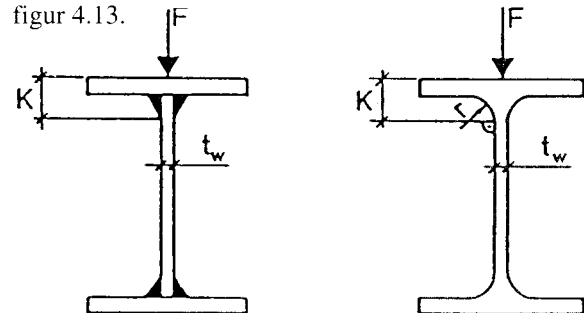
**Figur 4.12**  
Flänsens rotation har inte hindrats.  $q$  avser den jämnt fördelade lasten.

Utöver villkoren i formlerna 4.54 och 4.55 kontrolleras för punktlast i fält villkoret 4.58 och för punktlasten vid balkänden villkoret 4.59.

$$F \leq 1,20 \cdot f_d \cdot t_w \cdot (L + 2K) \quad (4.58)$$

$$F \leq 1,20 \cdot f_d \cdot t_w \cdot (L + K) \quad (4.59)$$

Beteckningarna i formlerna 4.58 och 4.59 har angetts i figur 4.13.



$L$  är belastningslängden i balkens längdriktning.

**Figur 4.13**  
Beteckningarna i formlerna 4.58 och 4.59.

## 4.8 Dimensionering av avstyvning vid punktlast

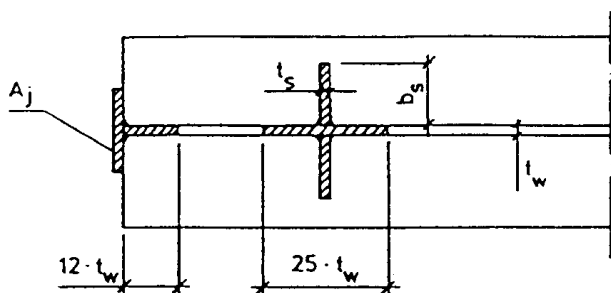
Avstyvning, som påverkas av punktlast, dimensioneras mot knäckning i ett plan vinkelrätt mot livets plan genom användandet av värdet  $0,8 \cdot h$  för knäckningslängden  $L_c$ , då båda flänserna är sidostadgade. Då endast den ena flänsen är sidostadgad, är knäckningslängden  $1,6 \cdot h$ . Avstyvningen får avslutas vid avståndet  $4 \cdot t_w$  från den obelastade kanten.

Tvårsnittarean  $A_s$ , som används i beräkningarna i fält och vid mellanstöden (figur 4.14), räknas ur formeln 4.60.

$$A_s = 2 \cdot b_s \cdot t_s + 25 \cdot t_w^2 \quad (4.60)$$

Vid balkändan räknas  $A_s$  (figur 4.14) ur formeln 4.61.

$$A_s = A_j + 12 \cdot t_w^2 \quad (4.61)$$



**Figur 4.14**  
Avstyvnings area.

Avstyvningsmått väljes så, att villkoret 4.62 gäller.

$$b_s / t_s \leq 0,55 \cdot \sqrt{E / f_y} \quad (4.62)$$

Vid knäckningsberäkningar används knäckningsklass C.

## 5 BULTFÖRBAND

### 5.1 Förbandstyper

Bultförband indelas enligt följande

- Vanligt bultförband (TL). Kraften i förbandet antas förflyttas genom den i skruvskäften verkande skjivspänningen samt genom hålkanttryck mellan skruvskäften och den del som fogas.
- Friktionsförband (KL). Kraften antas i bruksgränstillstånd förflyttas genom friktionen mellan de delar som hopsätts. I brottgränstillstånd antas förbandet fungera som vanligt bultförband.
- Dragna flörförband (V). Kraften antas förflyttas genom dragspänning i skruvskäften.

Här angivna anvisningar kan tillämpas även vid dimensionering av övriga gängade och på samma sätt som bult verkande delar. I detta fall förminskas värdena  $f_{rt}$  och  $f_{rvd}$ , vilka är överensstämmande med formlar 5.1 och 5.2, med faktorn 0,85.

### 5.2 Dimensionering

#### 5.2.1 SKRUVARS MATERIALHÅLLFASTHETER OCH DIMENSIONERINGSVÄRDEN

Skruvars materialhållfastheter har angetts i tabell 5.1.

**Tabell 5.1**  
Skruvars materialhållfastheter

Beteckning för skruvens hållfasthetsklass <sup>1)</sup>	Materialhållfasthet (N/mm <sup>2</sup> ) $f_y$ (N/mm <sup>2</sup> )	Anmärkningar
5.8	400	Används inte som verk-sam i friktionsförband
8.8	640	
10.9	900	

<sup>1)</sup> Beteckningen motsvarar beteckningen i den tillämpliga standarden.

Dimensioneringsvärdet för skruvens draghållfasthet  $f_{rt}$  räknas ur formeln 5.1.

$$f_{rt} = 0,8 \cdot f_y / \gamma_m \quad (5.1)$$

där  $f_y$  är med skruvens hållfasthetsklass överensstämmande materialhållfasthet, som har angetts i tabell 5.1.

Dimensioneringsvärdet för skruvens skjuvhållfasthet  $f_{rvd}$  räknas ur formeln 5.2.

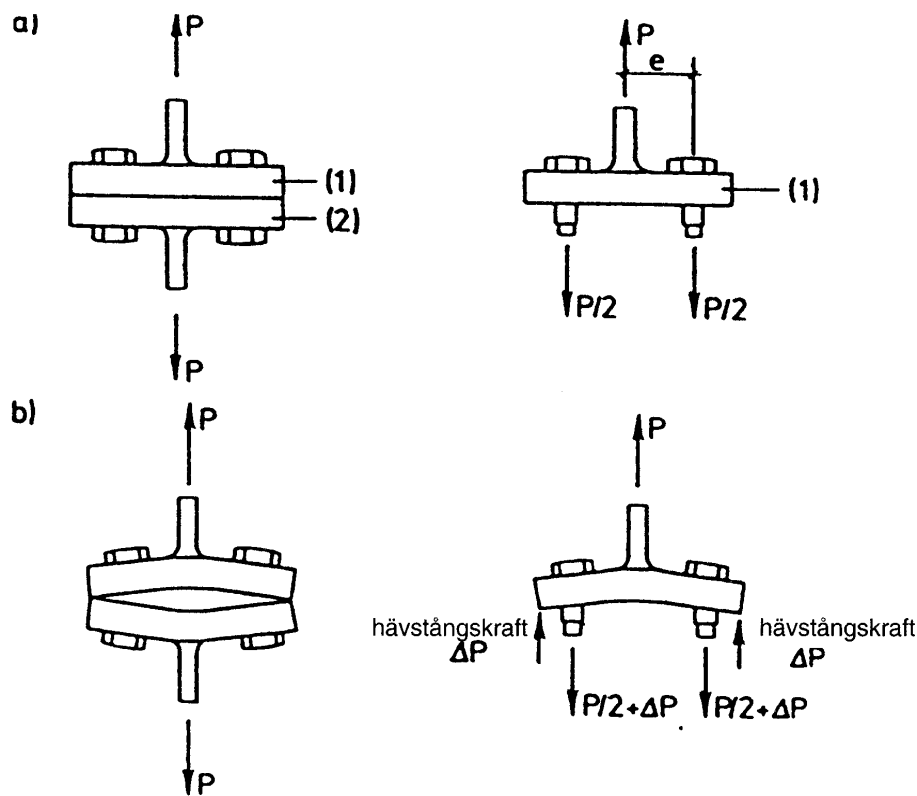
$$f_{rvd} = k_3 \cdot f_y / \gamma_m \quad (5.2)$$

där  $k_3 = 0,6$ , då  $f_y \leq 640 \text{ N/mm}^2$ , i övrigt  $k_3 = 0,5$ .  
 $\gamma_m$  räknas enligt punkt 3.8.

## 5.2.2 FÖRDELNING AV KRAFTER PÅ SKRUVARNA

Krafterna, som påverkar skruvarna räknas med beaktande av förbandets funktion, styvheten i de delar, som hopsätts samt jämvikt villkoren. Krafterna fördelas på skruvarna i enlighet med spänningstillståndet som råder i den del, som hopsätts.

Tillskottskrafter av bändning tilläggs i de skruvkrafter, som förorsakas av andra belastningar.



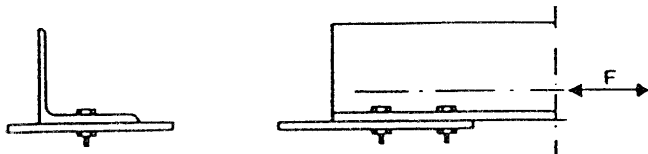
a) Förskjutningarna, som uppstår är små och bärförmågan i plåtarna (1) och (2) är tillräcklig med avseende på böjmoment  $(P/2) \cdot e$ .

b) Förskjutningarna, som uppstår är stora och tilläggskrafter av bändning i skruvarna bör beaktas.

**Figur 5.1**

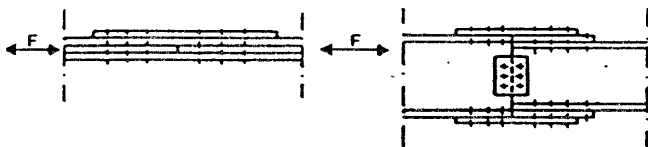
*Exempel på bändning.*

I ett fall enligt figur 5.2 och motsvarande beaktas de av excentricitet orsakade tilläggskrafterna.



**Figur 5.2**  
Excentriskt förband i L-stål.

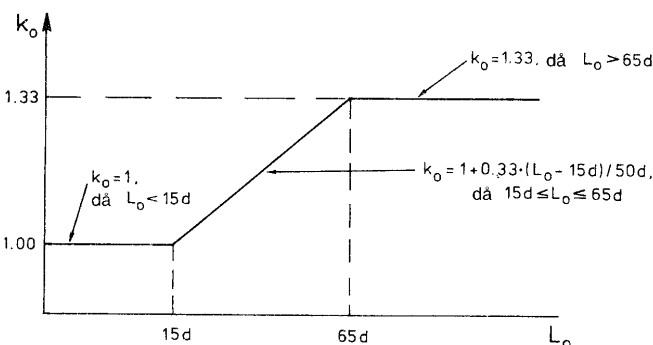
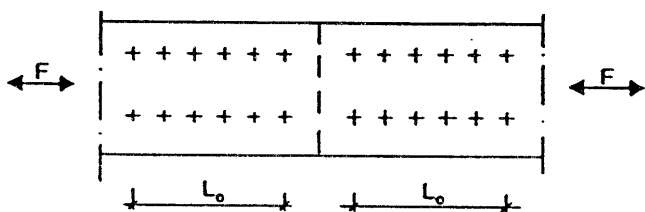
Då indirekta förband enligt figur 5.3 eller motsvarande används (fria mellanplåtar) beaktas från detta härstammande tilläggskrafter, då mellanplåtens tjocklek överstiger 6 mm. Vid beräkning av glidningsbärförmåga behöver tilläggskraften inte beaktas förutsatt, att mellanplåtens ytor har behandlats på ett av friktionen förutsatt sätt.



**Figur 5.3**  
Exempel på indirekta förband.

Mellanplåten är fri, då plåten inte har t.ex. svetsats i den övriga konstruktionen för kraftmottagning samt inte dimensionerats för denna kraft.

I förband enligt figur 5.4 antas att krafterna i skruvarna fördelas lika på alla skruvarna. Då förbandets längd enligt figur 5.4 är längre än  $15d$ , multipliceras det sålunda erhållna värdet med faktor  $k_0$ , som erhålls ur figur 5.4.



$L_0$  avser centrumavstånd mellan de yttersta skruvarna i förbandet.

**Figur 5.4**  
Faktor  $k_0$ .

### 5.2.3 ÖVRIGA ANVISNINGAR

Utformningen av bultförband väljs så symmetrisk som möjligt och tillräckligt utrymme för åtdragning reserveras.

Ett förband där skruvens gängor eller gängornas ända är i skjuvplanet får inte användas i konstruktioner, där förskjutningar i förband är menliga, om förskjutningen inte beaktas. Då det i ett vanligt förband uppstår krafter med växlande riktningar, åtdras skruvarna enligt tabell 9.2.

Då det i förbandet fordras deformationsförmåga eller då skruvplanet skär den gängade skruvstammen, projekteras förbandet så, att skruvens skjuvbärförmåga är minst 1,25 gånger så stor som hålkanttryck- och kantrivningsbärförmåga.

Förband, där en plastisk led antas, projekteras så, att förbandet har tillräcklig vridningsförmåga. Förskjutningar orsakade av glapp (även i övriga plastiska led) beaktas. I plastiska led får inte finnas genom stansning tillverkade hål. Skarvplåtar i dessa förband dimensioneras för 1,1 faldig kraft.

Förband i en stav dimensioneras så, att de till styvheten motsvarar den antagna styvheten i staven som skarvas.

Infästningsförband och skarv i en tryckt samt i en tryckt och böjd stav görs lika starkt som staven eller dimensioneras för en tryckkraft  $N$  samt en böjmoment  $M_j$ , som räknas ur formeln 5.3.

$$M_j = M + \left( \frac{N}{N_{RC}} - \frac{N}{N_R} \right) \cdot f_d \cdot W \cdot \eta_1 \quad (5.3)$$

där  $M$  och  $N$  är av dimensioneringslaster orsakade kraftstorheter räknade enligt 1. ordningens teori.

I formeln 5.3 räknas faktorn  $\eta_1$  ur formeln 5.4.

$$\eta_1 = \sin(\pi \cdot z/L_c) \quad (5.4)$$

där  $z$  är avståndet räknad från skarven eller infästningspunkten till vändningspunkten i den stav som knäcks

$L_c$  är knäckningslängden.

Knäckning av grundmaterialet på ett avstånd mellan skruvaxlarna räknas enligt avsnitt 4.

Diametern på skruvstammen väljs till minst 1/5 av den gemensamma tjockleken av de delar, som hopsätts.

Under muttern används en bricka enligt den tillämpliga standarden, då

- den ogängade skruvstammen slutar utanför grundmaterialet
- grundmaterialets yta har skyddats enligt avsnitt 10, varvid brickan sätts under den del, som vrids vid åtdragning
- anliggningsstrycket orsakad av åtdragning av bultar

överskrider värdet  $f_y/\gamma_m$ , där  $f_y$  erhålls ur tabell 3.2 och  $\gamma_m$  ur avsnitt 3.8

– sneda brickor används på sneda ytor.

Brickornas sammanlagda tjocklek på den ena sidan får vara högst 0,6 x skruvens nominella diameter.

#### 5.2.4 SKRUVENS TVÄRKRAFTBÄRFÖRMÅGA

Då belastningen påverkar vinkelrätt mot skruvstammen, räknas en skruvs tvärkraftbärförmåga per snitt enligt formel 5.5.

$$F_{Rv} = f_{rvd} \cdot A \quad (5.5)$$

A är skruvens nominella tvärsnittsarea, då skruvplanet skär den ogängade skruvstammen, i annat fall är A skruvens spänningsarea som räknas enligt tillämplig standard.

I enskäriga förband multipliceras det ur formel 5.5 räknade värdet med talet 0,9.

#### 5.2.5 HÅLKANTTRYCK- OCH KANTRIVNINGSBÄRFÖRMÅGA

Då kraften verkar vinkelrätt mot skruvstammen räknas hålkanttryck och kantrivningsbärförmåga i kraftens riktning per hål ur formeln 5.6.

$$F_{Rh} = k_2 \cdot d \cdot t \cdot f_d \quad (5.6)$$

där  $t$  är materialtjockleken i den del, som betraktas

$f_d$  är den minsta enligt tabell 5.1 och 3.2 bestämda dimensioneringshållfastheten

$d$  är skruvens diameter.

Faktorn  $k_2$  räknas ur formeln 5.7.

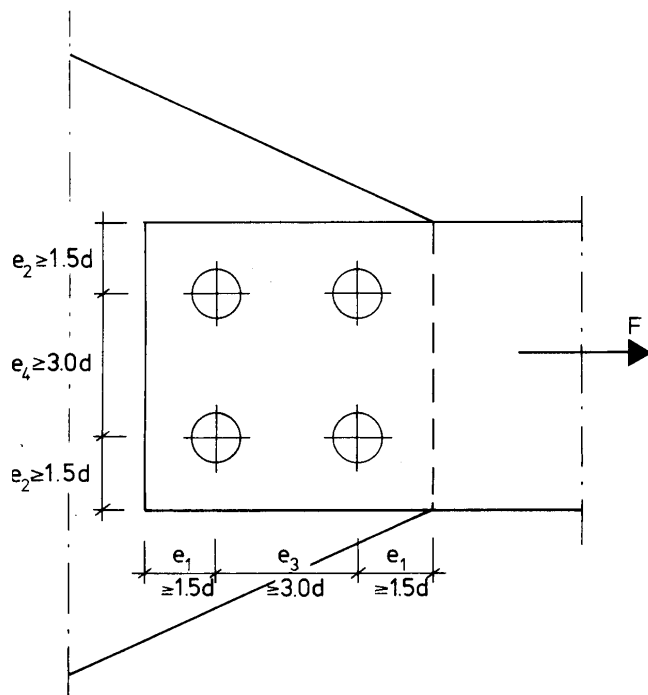
$$k_2 = (e_1/d - 0,5) \quad (5.7)$$

Värdet på faktorn  $k_2$  får vara högst 2,5.

Då värdet av  $F_{Rh}$  räknas inom avståndet  $e_3$  insätts i formeln 5.7  $e_3/d$  i stället för  $e_1/d$ .

Då gängan eller gängändan är innanför de delar, som hopsätts eller den minsta materialtjockleken i de delar, som hopsätts är mindre än 5 mm, används i beräkningarna den skruvdiametern, som motsvarar skruvens spänningsarea.

Hela förbandets bärförmåga räknas på basen av det mest bestämmande  $F_{Rh}$ -värdet.



**Figur 5.5**

Kant- och centrumavstånd. Se också avsnitt 10.3.

Då det är fråga om ett enskärigt förband, används i beräkningarna värdet  $0,9 \cdot F_{Rh}$ .

#### 5.2.6 DRAGKRAFTBÄRFÖRMÅGA PARALLELT MED SKRUVSTAMMEN

Dragkraftbärförmåga per skruv räknas ur formeln 5.8.

$$F_{Rt} = f_{rtd} \cdot A_{sp} \quad (5.8)$$

Med dragkraft avses i detta sammanhang kraft, som antingen direkt (t.ex. ett dragförband) eller indirekt (t.ex. skruv på dragsidan i ett böjd ändförband) orsakar i skruven dragspänning parallellt med skruvstammen. Användning av formel 5.8 förutsätter, att mutterns hållfasthetsklass motsvarar skruvens hållfasthetsklass i det sätt som förutsätts i den standarden som tillämpas.

#### 5.2.7 SKRUVENS SAMMANSATTA DRAG- OCH TVÄRKRAFTBÄRFÖRMÅGA

Skruvens bärförmåga konstateras för båda kraftstorheter skilt. Härutöver kontrolleras villkoret enligt formeln 5.9.

$$\left(\frac{F_t}{F_{Rt}}\right)^2 + \left(\frac{F_v}{F_{Rv}}\right)^2 \leq 1 \quad (5.9)$$

$F_t$  är av dimensioneringslast orsakad dragkraft i skruven

$F_v$  är av dimensioneringslast orsakad tvärkraft i skruven.

## 5.2.8 DIMENSIONERING AV FRIKTIONS-FÖRBAND

Bärförmåga mot glidning i bruksgränstillstånd per snitt och skruv räknas ur formeln 5.10.

$$F_{Rg} = \mu(0,8 \cdot f_y \cdot A_{sp} - F_t) \cdot \phi / \gamma_m \quad (5.10)$$

där  $\mu$  är 0,5 för blästrat (medels sand eller vasskorniga stålpartiklar) eller flamränsat yta

$f_y$  är skruvens kvalitetsenliga materialhållfasthet, som har angetts i tabell 5.1

$\phi$  är 1,0 då villkoret enligt formeln 7.1 gäller, eljest är  $\phi$  lika med 0,8

$F_t$  är av dimensioneringslast orsakad dragkraft i bruksgränstillstånd.

Förutom beräkning av bärförmåga mot glidning kontrolleras friktionsförbandets hållkantryck- och kantrivningsbärförmåga samt skarvens tvärkraftbärförmåga i brottgränstillstånd på samma sätt som för ett vanligt bultförband utan att beakta inverkan av friktion. Här till kontrolleras grundmaterialets bärförmåga enligt avsnitt 4.1.

I friktionsförband används minst två skruvar.

Vid beräkning av friktionsförbandets bärförmåga mot glidning antas att kraften i skruvarna fördelas jämnt. I ett förband antas högst sju skruvar efter varandra i kraftens riktning vara verksamma.

## 6

# STATISKT BELASTADE SVETSFÖRBAND

Beträffande statiskt belastade svetsförband iaktas standarder angivna i förteckningen över tillämpliga standarder samt dessa anvisningar.

## 7

# UTMATTNINGSBELASTADE KONSTRUKTIONER

## 7.1 Dimensioneringsprinciper

Som utmattningsbelastade konstruktioner räknas inte konstruktioner, som inte blir utsatta för kontinuerlig

vibrationsrörelse orsakad av vind och vilka inte påverkas av andra variabla laster än snö- eller vindlast.

I utmattningsbelastade konstruktioner får det överkritiska området inte utnyttjas.

Betraktande av utmattningsbelastningen behöver inte göras, då ett villkor enligt formel 7.1 finns för antalet spänningscykler  $N$ .

$$N \leq 10^6 \cdot \left( \frac{36}{\Delta\sigma_{\max}} \right)^3 \quad (7.1)$$

där  $\Delta\sigma_{\max}$  är det största värdet för spänningsvidden.

Kraftstorheter och bärförmågor räknas medels på elasticitetsteorin baserade metoder med användandet som lastvärden värden för de karakteristiska lasterna med eventuellt tillhörande stöttillägg. Kraftstorheter förorsakade av punktlaster och konstruktionens bärförmågor räknas på ett sätt som anges i den tillämpliga standarden.

Här anges beräkning av formvaror och av formvaror medels skruvförband hopsatta konstruktioner, vilka påverkas av en utmattningsbelastning. Svetsförband projekteras enligt den tillämpliga standarden så, att som partialkoefficient för material används värden i tabell 7.1.

För enskilda spänningsvidder  $\Delta\sigma_i$  och  $\Delta\tau_i$  kontrolleras villkoren enligt formlerna 7.2 och 7.3.

$$\Delta\sigma_i \leq 1,5 \cdot f_d \quad (7.2)$$

$$\Delta\tau_i \leq 1,5 \cdot f_d / \sqrt{3} \quad (7.3)$$

$f_d$  räknas i enlighet med avsnitt 3.7 med användandet av partialkoefficienter för material angivna i avsnitt 3.8.

Utmattningsbärförmågan konstateras enligt anvisningar i detta avsnitt genom användandet av lastkombinationer i brottgränstillstånd angivna i avsnitt 3.2 och partialkoefficient för material angiven i avsnitt 3.8.

Spänningarna räknas genom beaktande av deras elasticitetsteoretiska fördelning i den punkten, som undersöks. Spänningskoncentrationen har redan beaktats i värden för karakteristiska utmattningsgränser i utmattningssklasserna. Detsamma gäller för inverkan av skarvplåtars excentricitet i konstruktioner angivna i figur 7.3.

Vid bestämning av det nominella antalet spänningscykler behöver spänningsvariationerna under montering och tillverkning inte beaktas.

Under konstruktionens brukstid får inte i den göras sådana ändringar, som försvagar dess utmattningshållfasthet eller verkar menligt på lasters verknings sätt t.ex. vibrationsegenskaper, om dessa inte beaktas skilt. Anvisningarna gäller för konstruktioner, som inte är utsatta för korrosion, som reducerar utmattningshållfastheten.

Stål i rostgrad D får inte användas i utmattningsbelastade konstruktioner.

Då spänningsvariationen är oregelbunden under konstruktionens avsedda brukstid, kan konstruktionen dimensioneras med beaktande av spänningskollektivet.

Då materialtjockleken i den del som undersöks överstiger 25 mm, multipliceras den beräknade nominella spänningen med faktorn  $k_s$ , som erhålls ur formeln 7.4.

$$k_s = \sqrt[4]{\frac{t}{25}} \quad (7.4)$$

där  $t$  är delens materialtjocklek i mm.

Spänningsvidder, som är mindre än  $0,5 \cdot f_k / \gamma_m$  behöver inte beaktas. Den karakteristiska utmattningsgränsen  $\Delta f_k$  räknas enligt avsnitt 7.3 och  $\gamma_m$  har angetts i tabell 7.1.

Tryckta stavars slankhet  $\lambda_k$  får vara högst 160.

## 7.2 Dimensionering

### 7.2.1 DIMENSIONERINGSVILLKOR

I utmattningsbelastade konstruktioner kontrolleras villkoret enligt formeln 7.5.

$$\Delta\sigma_{ekv} \leq \Delta f_k / \gamma_m \quad (7.5)$$

där  $\Delta\sigma_{ekv}$  är ekvivalent spänningsvidd och den räknas ur formeln 7.6 eller 7.12

$\Delta f_k$  är karakteristisk utmattningsgräns och  $\gamma_m$  är partialkoefficient för material, som har angetts i tabell 7.1.

**Tabell 7.1**

Partialkoefficienter för material  $\gamma_m$ .

Konstruktionsklass	$\gamma_m$
1	1,6
2	1,4

Då det största värdet för spänningsvidden  $\Delta\sigma_{max} < \Delta f_k / \gamma_m$ , är bärförmågan med hänsyn till utmattning tillräcklig och spänningsvidden behöver inte räknas.

### 7.2.2 ENAXLIGT SPÄNNINGSTILLSTÅND

I ett enaxligt spänningstillstånd räknas ekvivalent spänningsvidd  $\Delta\sigma_{ekv}$  ur formeln 7.6.

$$\Delta\sigma_{ekv} = \left( \frac{\sum_{i=1}^k (\Delta\sigma_i^3 \cdot n_i)}{5 \cdot 10^6} \right)^{\frac{1}{3}} \quad (7.6)$$

där  $n_i$  är antalet spänningscykler  $\Delta\sigma_i$ .

I fråga om fall med skjuvspänningar behandlas  $\tau_i$ -värdena på ett motsvarande sätt.

### 7.2.3 TVÅAXLIGT SPÄNNINGSTILLSTÅND

I ett tvåaxligt spänningstillstånd kontrolleras för varje spänningskomponent villkoren enligt formlerna 7.7, 7.8 och 7.9.

$$q_{\parallel} = \frac{\Delta\sigma_{\parallel ekv}}{\Delta f_{\parallel k} / \gamma_m} \leq 1 \quad (7.7)$$

$$q_{\perp} = \frac{\Delta\sigma_{\perp ekv}}{\Delta f_{\perp k} / \gamma_m} \leq 1 \quad (7.8)$$

$$q_v = \frac{\Delta\tau_{ekv}}{\Delta f_{vk} / \gamma_m} \leq 1 \quad (7.9)$$

$\Delta f$ -värden bestäms ur tabell 7.2 på grundvalen av figurerna 7.2 och 7.3 samt utmattningsklasserna i överensstämmelse med tillämpliga standarden.

Härtill kontrolleras villkoren enligt formlerna 7.10 och 7.11 för samverkan av spänningar, som påverkar i samma punkt.

$$q_{\parallel r} = 0,9 \cdot \sqrt{q_{\parallel}^2 + q_v^2} \leq 1,0 \quad (7.10)$$

$$q_{\perp r} = 0,9 \cdot \sqrt{q_{\perp}^2 + q_v^2} \leq 1,0 \quad (7.11)$$

Beteckningarna  $\parallel$  och  $\perp$  motsvarar beteckningarna angivna i tillämplig standard.

### 7.2.4 ANVÄNDNING AV TYPISERADE KOLLEKTIVER

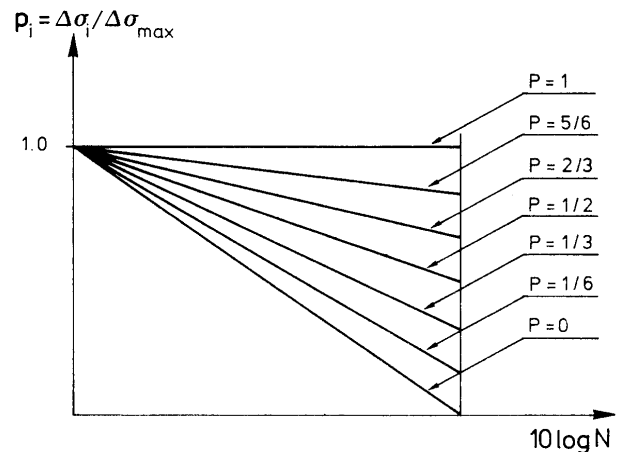
Då den verkliga spänningsviddens kollektiv kan beskrivas medels typiserad spänningskollektiv enligt figur 7.1, räknas  $\Delta\sigma_{ekv}$  ur formeln 7.12.

$$\Delta\sigma_{ekv} = \psi \cdot \Delta\sigma_{max} \quad (7.12)$$

där  $\psi$  räknas ur formeln 7.13.

$$\psi = \left( \frac{\sum_{i=1}^k (p_i^3 \cdot n_i)}{5 \cdot 10^6} \right)^{\frac{1}{3}} \quad (7.13)$$

Vid bestämning av värdet för koefficienten  $\psi$  används för kollektivparametern  $p$  ett sådant intervall  $\Delta p$ , som beskriver den aktuella spänningsviddens kollektiv.



**Figur 7.1**

Typiserade spänningskollektiver.



## 7.3 Utmattningsklasser

Utmattningsklassen bestäms i enlighet med avsnitt 7.4 eller 7.5.

Den karakteristiska utmattningsgränsen  $\Delta f_k$  för spänningssvidden vid en ren normalspänning räknas ut formeln 7.14.

$$\Delta f_k = \left( \frac{C}{5 \cdot 10^6} \right)^{\frac{1}{3}} \quad (7.14)$$

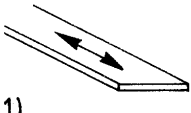
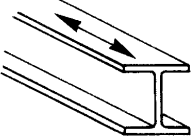
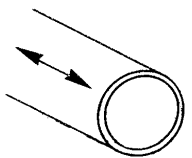
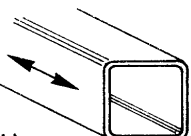
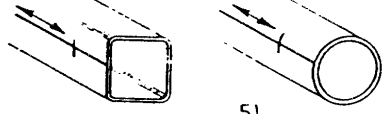
Faktorn C har angetts i tabell 7.2.

**Tabell 7.2**

Karakteristiska utmattningsgränser.

Utmattningsgräns $N = 2 \cdot 10^6$	C	Karakteristisk utmattningsgräns $[\Delta f_k] = N/\text{mm}^2$ $N = 5 \cdot 10^6$
160	$8,21 \cdot 10^{12}$	118
140	$5,46 \cdot 10^{12}$	103
125	$3,91 \cdot 10^{12}$	92
112	$2,81 \cdot 10^{12}$	82
100	$2,00 \cdot 10^{12}$	74
90	$1,46 \cdot 10^{12}$	66
80	$1,02 \cdot 10^{12}$	59
71	$7,16 \cdot 10^{11}$	52
63	$5,00 \cdot 10^{11}$	46
56	$3,51 \cdot 10^{11}$	41
50	$2,50 \cdot 10^{11}$	37
45	$1,82 \cdot 10^{11}$	33
40	$1,28 \cdot 10^{11}$	29
36	$9,33 \cdot 10^{10}$	26

## 7.4 Formvarans utmattningsklass

Utmattningsklass	Konstruktionstyp
160	   
140	
<p>(1) valsade plåtar            (2) valsade stänger            (3) runda rör utan fogar            (4) kvadratiska rör utan fogar            (5) rör svetsade i längdriktning</p>	

**Figur 7.2**

Formvarans utmattningsklass

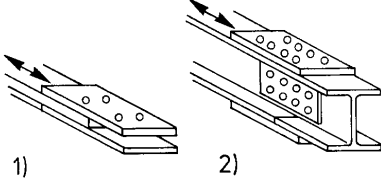
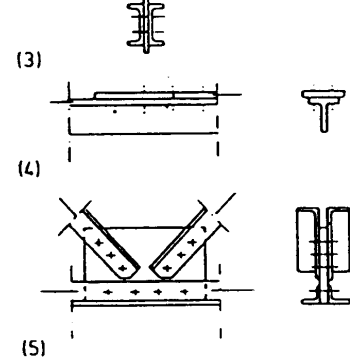
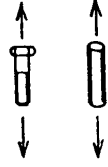
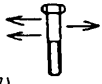
## 7.5 Bultförband och skruvar

I ett vanligt förband får gängorna inte sluta inom de delar, som hopsätts. Utmattningsklasserna för bultförband och skruvar har angetts i figur 7.3. Skruvarna åtdras till värdet  $0,8 \cdot f_y \cdot A_{sp}$ .

Avståndet mellan yttersta skruvar i kraftens riktning är högst  $10 \cdot d$ . Klasserna i figur 7.3 gäller för förband, där hålen har framställts genom borrning. Stansade hål kan användas förutsatt, att hålen stansas minst 3 mm mindre än den avsedda håldiametern, varefter hålen brotschas jämnt till slutlig diameter således, att hålets kvalitet motsvarar minst kvaliteten i ett genom borrning tillverkat hål.

Utmattningsklassen för hålet ensamt bestäms i överensstämmelse med tillämplig standard. Skjuvförband framställs som ett friktionsförband eller som ett van-

ligt förband, där hålspelet är högst 0,3 mm, då förbundet påverkas av både tryck- och dragspänningar.

Utmattningsklass	
140	 <p>1) 2)</p>
90	 <p>(3) (4) (5)</p>
36	 <p>(6)</p>
80	 <p>(7)</p>
<p>1) och 2) gäller för förbandets del och skarvplåtar som har infästs med skruvar  3) gäller för skarvplåtar i tvåskärigt förband  4) gäller för enskärigt förband  5) gäller för hörnplåtar i tvåskärigt förband  6) spänningarna räknas på grundvalen av spänningsarean  7) gäller för skruv, som påverkas av tvärkraft</p>	

**Figur 7.3**

*Bultförband och skruvar.*

I ett friktionsförband räknas spänningarna på grundvalen av bruttotvärnsnittsarean och i ett vanligt förband på grundvalen av nettotvärnsnittsarean. Vid användandet av enskäriga i sidled oavstyvade förband beaktas av excentricitet orsakade tilläggsspänningar. Av bändning orsakade krafter och eventuella sekundära böjmoment beaktas.

## BRANDTEKNISK DIMENSIONERING

### 8.1 Grunderna för dimensionering

Bärande konstruktioner dimensioneras för brandpåverknings med hänsyn till brottgränstillstånd i överensstämmelse med avsnitt 3.6.1. Sektionerande konstruktioner bör uppfylla kraven på täthet och isolering enligt den tillämpliga standarden. Dimensionering av brottgränstillstånd företas i enlighet med avsnitt 4 med användandet av laster och materialegenskaper, som angetts i avsnitt 8. Som partialkoefficient för material och laster i alla konstruktionsklasser används värdet 1,0.

Konstruktionerna dimensioneras således, att de håller under den erforderliga brandmotsåndstiden. Temperaturförloppet i brandutrymmet räknas enligt den tillämpliga standarden.

### 8.2 Laster

Som nyttolaster används för projektering av konstruktionerna preciserade karakteristiska laster. Som vistelse- och samlingslast får dock värdet 0,75 kN/m<sup>2</sup> användas, som trängsellast 2,0 kN/m<sup>2</sup> samt som värde för snölast 50 % och som värde för vindlast 30 % av den karakteristiska lasten. Vid dimensionering av vertikala konstruktioner får dessutom lastreduktioner i överensstämmelse med Finlands byggbestämmelsesamling del B1 göras i vistelse- och samlingslaster.

Vid val av den farligaste lastkombinationen iaktas de allmänt tillämpade principerna. Det kan antas, att snö- och vindlaster inte förekommer samtidigt under branden.

### 8.3 Konstruktionsstålets materialegenskaper

Stålets hållfasthet  $f_{yT}$  räknas ur formeln 8.1. Hållfasthet motsvarar deformation på 0,2 %.

$$f_{yT} = f_y \cdot e^{-1,3 \cdot \left( \frac{T_s - 20}{580} \right)^{2,3}} \quad (8.1)$$

där  $T_s$  är stålets temperatur [°C].

Elasticitetsmodulen  $E_T$  räknas ur formeln 8.2 och glidmodulen  $G_T$  ur formeln 8.3.

$$E_T = 210\,000 \cdot e^{-0,3 \cdot \left( \frac{T_s - 20}{430} \right)^{5,9}} \quad (8.2)$$

$$G_T = 0,4 \cdot E_T \quad (8.3)$$

Stålets värmelängdutvidgning  $\Delta l/l$  [-] räknas ur formeln 8.4.

$$\Delta l/l = 1,2 \cdot 10^{-5} \cdot T_s + 0,4 \cdot 10^{-8} \cdot T_s^2 - 2,416 \cdot 10^{-4}, \quad \text{då } 20 \leq T_s < 750 \text{ °C}$$

$$\Delta l/l = 1,1 \cdot 10^{-2}, \quad \text{då } 750 \leq T_s < 860 \text{ °C} \quad (8.4)$$

$$\Delta l/l = 2 \cdot 10^{-5} \cdot T_s - 6,2 \cdot 10^{-3}, \quad \text{då } 860 \leq T_s \leq 1200 \text{ °C}$$

där  $l$  är ståldelens längd i temperatur + 20 °C

$\Delta l$  är ståldelens värmelängdutvidgning

$T_s$  är ståldelens temperatur [°C].

Om det används beräkningsmetoder angivna i dessa anvisningar, kan stålets värmelängdutvidgningen räknas alternativt ur formeln 8.5.

$$\Delta l/l = 14 \cdot 10^{-6} \cdot (T_s - 20) \quad (8.5)$$

Stålets specifik värme  $c_s$  [J/kg°C] räknas ur formeln 8.6.

$$c_s = 425 + 0,773 \cdot T_s - 1,69 \cdot 10^{-3} \cdot T_s^2 + 2,22 \cdot 10^{-6} \cdot T_s^3, \quad \text{då } 20 \leq T_s < 600 \text{ °C}$$

$$c_s = 666 + \frac{13002}{738 - T_s}, \quad \text{då } 600 \leq T_s < 735 \text{ °C} \quad (8.6)$$

$$c_s = 545 + \frac{17820}{T_s - 731}, \quad \text{då } 735 \leq T_s < 900 \text{ °C}$$

$$c_s = 650, \quad \text{då } 900 \leq T_s < 1200 \text{ °C}$$

Då det används beräkningsmetoder angivna i dessa anvisningar, kan ett alternativt konstantvärde 600 J/kg°C användas för stålets specifik värme  $c_s$  som beror inte av temperatur.

Stålets värmeledningsförmåga  $\lambda_s$  [W/m°C] räknas ur formeln 8.7.

$$\lambda_s = 54 - 3,33 \cdot 10^{-2} T_s, \quad \text{då } 20 \leq T_s < 800 \text{ °C} \quad (8.7)$$

$$\lambda_s = 27,3, \quad \text{då } 800 \leq T_s \leq 1200 \text{ °C}$$

Då det används beräkningsmetoder angivna i dessa anvisningar, kan ett alternativt konstantvärde 45 W/m°C användas för stålets värmeledningsförmåga  $\lambda_s$  som beror inte av temperatur.

## 8.4 Temperaturstegring i stål

Temperaturen i stålet antas under den undersökta tidpunkten vara konstant i hela tvärsnittet och inom hela stavens längd.

Temperaturen antas variera rätlinjigt i brandisolerings tjockleksritning.

Temperaturstegring  $\Delta T_s$  [°C] i oisolerat stål räknas ur formeln 8.8.

$$\Delta T_s = \frac{\alpha_c + \alpha_r}{c_s \cdot \rho_s} \cdot \frac{F}{V} \cdot (T - T_s) \cdot \Delta t \quad (8.8)$$

där  $\alpha_c$  är värmeöverföringskoefficient av konvektion,  $\alpha_c = 25 \text{ W/m}^2\text{°C}$

$\alpha_r$  är värmeöverföringskoefficient av strålning, som räknas ur formeln 8.9 [W/m<sup>2</sup>°C]

$c_s$  är stålets specifik värme enligt formeln 8.6 [J/kg°C]

$\rho_s$  är stålets densitet,  $\rho_s = 7850 \text{ kg/m}^3$

$F$  är ståldelens yta mot brand per längdenhet [m<sup>2</sup>/m]

$V$  är ståldelens volym per längdenhet [m<sup>3</sup>/m]

$T$  är temperaturen i brandutrymmet under tidpunkten  $t$  [°C]

$T_s$  är ståldelens temperatur under tidpunkten  $t - \Delta t$  [°C]

$\Delta t$  är beräkningsintervallet, högst 5 s [s].

$$\alpha_r = \frac{\epsilon_r \cdot 5,67 \cdot 10^{-8}}{T - T_s} \cdot [(T + 273)^4 - (T_s + 273)^4] \quad (8.9)$$

där  $\epsilon_r$  är den resulterande emissionkoefficienten. Som värde på  $\epsilon_r$  kan användas 0,5 utan en noggrannare utredning.

Temperaturstegring  $\Delta T_s$  i brandisolerat stål räknas ur formeln 8.10. Under tiden av temperaturstegring i brandutrymmet är  $\Delta T_s \geq 0$ .

$$\Delta T_s = \frac{\lambda_i}{d_i \cdot c_s \cdot \rho_s} \cdot \frac{F_i}{V} \cdot \frac{1}{1 + \mu/3} \cdot (T - T_s) \cdot \Delta t - (e^{\mu/10} - 1) \cdot \Delta T \quad (8.10)$$

där  $\lambda_i$  är brandskyddsmaterialets värmeledningsförmåga [W/m°C]

$d_i$  är brandskyddsmaterialets tjocklek [m]

$F_i$  är brandskyddsmaterialets areal av inerytan per stålets längdenhet [m<sup>2</sup>/m]

$\mu$  är faktor [-], som tar brandskyddsmaterialets specifik värme i beaktande. Faktorn  $\mu$  räknas ur formeln 8.11, då brandskyddsmaterialets specifik värme har iakttagits vid definiering av värden på brandskyddets värmeledningsförmåga  $\lambda_i$ .

$\Delta t$  är beräkningsintervallet, högst 30 s [s]

$\Delta T$  är temperaturförändring i brandutrymmet under beräkningsintervallet  $\Delta t$  [°C].

$$\mu = \frac{c_i \cdot \rho_i}{c_s \cdot \rho_s} \cdot d_i \cdot \frac{F_i}{V} \quad (8.11)$$

där  $c_i$  är brandskyddsmaterialets specifik värme [J/kg°C]

$\rho_i$  är brandskyddsmaterialets densitet [kg/m<sup>3</sup>].

Vid definiering av temperaturstegring i brandisolerat stål används som stålets specifik värme  $c_s$  det värde, som är överensstämmande med den tillämpade standarden. Som brandisolerings värmeledningsförmåga  $\lambda_i$  och specifik värme  $c_i$  används det värde, som har definierats från prov på grundvalen av den tillämpliga standarden.

## 8.5 Beräkningsanvisningar

Som värde för stavens och dess delars modifierad slankhet  $\bar{\lambda}$  används värden, som räknats med hänsyn till temperaturen i stålet. Som knäckningsklass används klass C. I formeln 4.21, som ansluter sig till räkning av vippningsbärförmåga, är faktorn  $n=1,5$ .

## 8.6 Produktions- och lagerbyggnader uppförda i en våning

Till stålstommen eller dess delar i produktions- och lagerbyggnader uppförda i en våning kan användas oisolerat stål i sådana ställen, där anvisningarna av produktions- och lagerbyggnaders brandsäkerhet E2 förutsätter brandmotståndtid på 15 minuter i följande fall:

- hela stommen, då byggnaden är försedd med automatisk vattensläckningsanläggning, i vilkens planering avkyllning av konstruktioner har iakttagits
- takkonstruktioner till följd av långsam temperaturstegring i brandutrymmet i brandhårdiga till brandfarlighetsklass 1 hörande byggnader vilkas höjd är minst 14 m och då det inte finns betydligt mycket brandbelastning i närheten av takkonstruktioner
- pelare, vilkas tvärsnittsfaktor  $F/V$  är högst 180 m<sup>3</sup> i brandhårdiga till brandfarlighetsklass 1 hörande byggnader,

Härtill förutsätts det, att värmeisoleringen i övre bjälklag är obrännbar eller för detta ändamål särskilt godkänd byggnadsvara och s.k. fortlöpande ras av bärande byggnadsdelar är förhindrat.

## TILLVERKNING OCH MONTERING AV KONSTRUKTIONER

### 9.1 Grunder

Konstruktioner tillverkas i överensstämmelse med konstruktionsplaner med användandet av planenliga material.

Om det görs i planer icke existerande skarvar i konstruktionsdelar, bör de göras lika stark (bärförmåga och styvhet) som delen som skarvas.

Vid tillverkning används kompetent arbetsledning och personal. Svetsare förutsätts äga kompetens enligt tillämplig standard. Förhållanden på tillverkningsplatserna anordnas så, att den avsedda hållfastheten och kvalitetsnivån uppnås.

I tillverkning används behöriga redskap. Kvalitetskontrollåtgärder vid tillverkning och montering har behandlats i avsnitt 11.

### 9.2 Behandling av konstruktionsmaterial

Konstruktionsmaterial rengörs vid behov således, att orenheter som medför olägenhet i tillverkning och kontroll avlägsnas.

Felaktigheter, som uppkommit i konstruktionsmaterial, kan vid tillverkningen avlägsnas, då den erforderliga kvalitetsnivån uppnås medels repareringsåtgärder och dessa inte har menliga effekter.

På ritningar utsatta mått gäller vid en temperatur av +20°C, om annat inte nämns.

Konstruktionsdelarna skärs, bockas och riktas således, att det inte uppstår i dem sprickor, inskarvingar, spänningar eller ändringar i kristallsystemet, som reducerar hållfastheten och således, att skärytan uppfyller kraven, som ställs av delars ihoppassande, fogform och beläggning.

Bearbetningsmetoder och erforderlig ytsträvhet väljs således, att kvalitetskraven, som ställts på delars mått-noggrannhet och kompatibilitet samt på konstruktionsdelars funktion, uppnås.

Konstruktionsdelarna anpassas ihop således, att det inte uppstår tilläggsspänningar eller kallbearbetning i konstruktionen. Då krafter överförs genom anliggningsstryck, följs i planerna utsatta jämnhetskrav på anliggningsytorna.

Konstruktionsdelars tillfälliga infästningar får inte reducera konstruktionens hållfasthetsegenskaper och duglighet.

Beträffande tillfälliga häftsvetsar gäller samma anvisningar som för övrig svetsning. I utmattningsbelastade konstruktioner får inte utan projektörens tillstånd göras svetsar, hål eller andra inskarvingar, som inte finns i projekteringshandlingarna.

Konstruktionsmaterial och färdigtillverkade delar lagras på tillverkningsplatsen således, att de inte skadas.

### 9.3 Bultförband

#### 9.3.1 SKRUVAR, MUTTRAR OCH BRICKOR

I förband används muttrar, som till hållfastheten och kvaliteten motsvarar skruven, om annat inte anges i planen.

#### 9.3.2 HÅL

Hål framställs genom borring eller med ett sätt som garanterar motsvarande kvalitet och upp till 25 mm godstjocklek även genom stansning. I utmattningsbelastade konstruktioner har användning av stansning begränsats i överensstämmelse med avsnitt 7.5. Se även avsnitt 5.2.3.

Frigående hål för skruvarna görs högst i enlighet med serie medel i den tillämpliga standarden dock således, att det frigående hålet är högst 2 mm större än skruvdiametern, om annat inte förutsätts i planen. Eventuella kvarblivna grader runt hålet avlägsnas. Skruvarna insätts i hålen utan att använda tvång.

#### 9.3.3 ANLIGGNINGSYTOR

Vid sammansättning av färdigtillverkade delar eller konstruktionsdelar ombesörjes att anliggningsytorna är torra, rena och jämna samt att beläggningen har hårdnat. Anliggningsytorna anpassas så, att skruvarna inte blir påverkade av böjning. Då tjockleken i plåtar eller formvaror som skarvas avviker från varandra, säkras skarvdelars kompatibilitet genom att avfasa den tjockare delens ändar mjukt eller genom att använda tätningsplåtar.

I friktionsförband rensas ytorna minst till noggrannhetsgrad Sa 2 i enlighet med klassificeringen i den tillämpliga standarden. I friktionsförband förbehandlas ståldelars anliggningsytor före sammansättning således, att planenlig friktion uppnås. Friktionsförband skyddas omedelbart efter färdigställning således, att inträngning av vatten i anliggningsytorna och genom dem i konstruktionens hålör eller hål förhindras.

### 9.3.4 ÅTDRAGNING AV SKRUVAR

Skrubar åtdras genom vridning av muttern eller i undantagsfall av skruvhuvudet.

Skrubarna säkras således, att de inte kan lossna.

Riktvärden för åtdragning av skruvar i hållfasthetsklass 8.8 har angetts i tabell 9.1. Motsvarande värden för hållfasthetsklass 5.8 erhålls genom att multiplicera värdena i tabell 9.1 med koefficienten 0,6 och värden för skruvar i hållfasthetsklass 10.9 erhålls genom att multiplicera värden i tabell 9.1 med koefficienten 1,40.

**Tabell 9.1**

*Åtdragning av skruvar i hållfasthetsklass 8.8.*

Skrubens diameter (mm)	Riktvärdet för vridmomentet (Nm) vid åtdragning
12	80
16	200
18	280
20	380
22	500
24	650
27	960
30	1300

Värdena i tabell 9.1 har räknats ur formeln 9.1 för ISO-standardgängade skruvar och muttrar genom att använda koefficienten 0,6 i stället för 0,8.

Anvisningar för åtdragning av skruvar i friktionsförband har angetts i tabell 9.2.

**Tabell 9.2**

*Åtdragning av skruvar i friktionsförband.*

Skrubens diameter (mm)	Riktvärdet för vridmomentet (Nm) vid åtdragning	
	Skrubens hållfasthetsklass 8.8	Skrubens hållfasthetsklass 10.9
12	100	140
16	250	350
20	490	690
22	670	950
24	860	1200
27	1250	1760
30	1700	2400

Först åtdras varann skruv till ca. 60 % av sitt slutliga värde enligt tabell 9.2. Härfter spänns skrubarna till sitt slutliga värde med början i centrum av förbandet och växelvis ut mot förbandets ändar.

Värdena i tabell 9.2 har räknats ur formeln 9.1 för ISO-standardgängade skruvar och muttrar.

$$M_a = 1,1 \cdot \mu_0 \cdot d \cdot 0,8 \cdot f_y \cdot A_{sp} \quad (9.1)$$

där värdet för friktionskoefficient  $\mu_0$  har antagits  $\mu_0 = 0,18$ , vilket motsvarar situationen, att skruvar

och muttrar är lätt oljade. Då annan slags behandling används i skruvar och muttrar, korrigeras värden på  $\mu_0$  i motsvarande mån.

Då friktionsförbandet kommer att innehålla svetsar, åtdras skrubarna efter att svetsarbetet har utförts. Skrubar får inte uppvärmas vid svetsning.

Då det används metoder, som baserar sig på mätning av vinkeländringen, utförs åtdragningen i överensstämmelse med metoden i den tillämpliga standarden.

## 9.4 Svetsning

Tillverkaren av konstruktioner, som tillhör konstruktionsklass 1 och 2, bör ha svetsdatablad (WPS) av svetsprocedur, som används vid tillverkning och montering. Svetsdatablad godkänns av person, som har kompetens av den andra nivån eller svetsingenjör att göra oförstörande kontroll enligt metoden i överensstämmelse med den tillämpliga standarden.

För svetsning upprätts en plan. Vid utarbetandet av den utreds efter behov bl.a. följande saker:

- svetsförhållanden
- metoder och apparatur
- svetsföljd
- fogtyper
- svetslägen
- svetsenergi
- behov av förvärmning
- tillsatsmaterial
- svetsars efterbehandling
- kontroll av svetsar; metoder och omfattning
- erforderliga metodprovningar.

Fogtyperna väljs så, att svetsning och kontroll kan utföras tillförlitligt.

Vid svetsning kan användas tillsatsmaterial enligt tillämplig standard med beaktande av eventuella i projekteringshandlingarna angivna krav på tillsatsmaterial.

Vid svetsning används sådana svetsmetoder och arbetsätt, att av svetsklassen förutsatt tillräcklig kvalitetsnivå angående felfrihet uppnås och att materialet i förbandets olika zoner erhåller tillräcklig seghet.

Svetsning utförs i sådan ordning, att effekten av svetsspänningar och menliga deformationer förblir liten.

Vid svetsning iaktas i tillämpliga standarder angivna anvisningar.

Vid svetsning i låga temperaturer fästes speciell uppmärksamhet till förvärmning, svetsars avsvalningshastighet och torkning av elektroder för att säkra sådan kvalitet, som motsvarar kvaliteten i normaltemperatur.

## 9.5 Montering

### 9.5.1 MONTERINGSPLAN

För montering upprättas monteringsplan, där efter behov beaktas bl.a.

- konstruktionens egenskaper
- omständigheter på byggplatsen
- apparatur
- provmontering
- provisoriska konstruktioner
- lyftpunkter
- färdigtillverkade delars vikter
- provisoriska stöd och avstyvningar
- konstruktioners säkerhet vid olika monteringskedan
- deformationer och rörelser
- ytbehandling.

### 9.5.2 TRANSPORT OCH FLYTTNINGAR

Färdigtillverkade delar lyfts från de punkter, som anges i planerna.

Under transport stöds och skyddas konstruktionens färdigtillverkade delar således, att det inte uppstår i dem kvarstående deformationer.

### 9.5.3 MONTERING AV KONSTRUKTIONEN

#### 9.5.3.1 Hopsättning

Konstruktionens färdigtillverkade delar hopsätts så, att det inte uppstår i konstruktionen menliga deformationer eller spänningar. Vid behov kontrolleras kompatibiliteten medels provmontering.

#### 9.5.3.2 Toleranser

Från konstruktioner mätade spännvidderna kan överskrida med högst 1 % i planer angivna mått utan att kontrollera konstruktionsberäkningar.

Formavvikelserna i en svetsad konstruktion har angetts i tabell 9.3, om annat inte anges i planen.

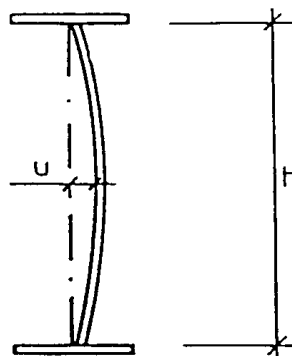
Tillverkningstoleranser enligt tabell 9.3 och figur 9.3 samt monterings toleranser enligt tabell 9.4 uppfyller säkerhetsnivån, som är överensstämmande med anvisningarna, men på grund av hopsättning av konstruktioner kan projektspecifikationen definiera en strängare toleransnivå.

**Tabell 9.3**

Avvikelser i svetsade konstruktioners tvärsnittsform.

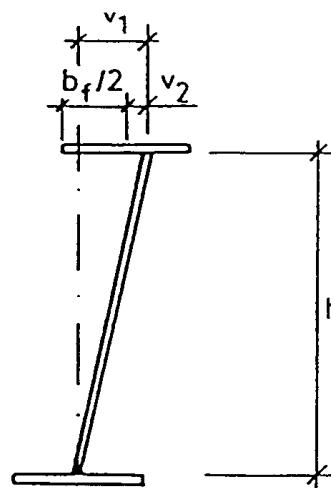
Livplåtens krumhet $u^{1)}$	$u \leq h/150$
Livplåtens snedställning $v_1$ figur 9.2	$v_1 \leq h/75$ dock högst 25 mm
Livplåtens excentricitet $v_2$ med hänsyn till centrumpunkten figur 9.2	$v_2 \leq b_f/40$ dock högst 10 mm

<sup>1)</sup> I längdriktning mäts krumheten på ett avstånd lika med  $2 \cdot h$ .



**Figur 9.1**

Livplåtens krumhet.



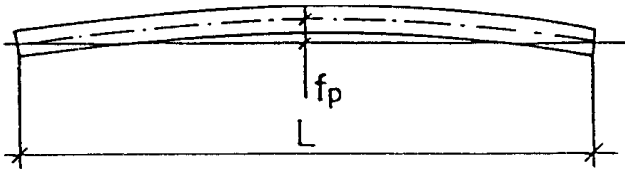
**Figur 9.2**

Livplåtens snedställning  $v_1$  och excentricitet  $v_2$ .

**Tabell 9.4**

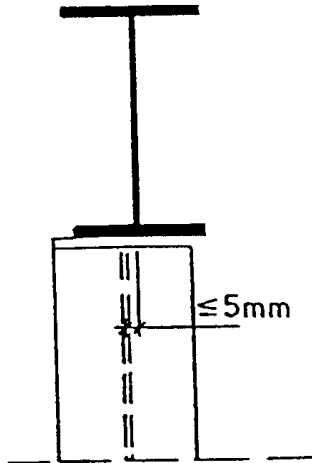
Monterings toleranser för balkar och pelare.

Avvikelse vid stöd med avseende på pelare eller annan stödskonstruktion figurer 9.4 och 9.5	5 mm
Pelarens lutning figur 9.6	$e_p \leq L/280$
– på en vånings avstånd	
– största avvikelse i n:te våning från den nedersta pelarens teoretiska centrumlinje	$e \leq \frac{1}{280} \left[ \left( \sum_{i=1}^n L_i \right) \frac{3}{(n+2)} \right]$
	$\sum_{i=1}^n L_i$ är totalhöjd
	i n:te våning

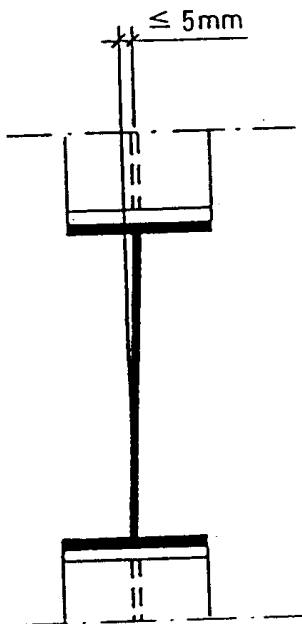


**Figur 9.3**  
*Initialkrökning.*

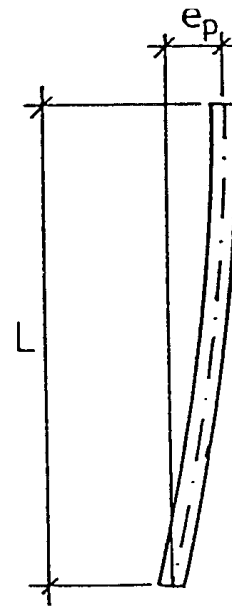
För pelare  $f_p \leq L/1000$   
För balkar  $f_p \leq L/650$ , dock högst 40 mm.



**Figur 9.4**  
*Balkens avvikelse vid stöd.*



**Figur 9.5**  
*Pelarens excentricitet med hänsyn till underliggande pelare.*



**Figur 9.6**  
*Pelarens lutning.*

## 10

# STÅLETS SKYDDANDE FRÅN MILJÖPÅVERK- NINGAR

## 10.1 Miljöklasser

På grund av miljöpåverkningar på stålkonstruktioner indelas miljöpåverkningarna i fem påverkningsklasser M0—M4 i enlighet med den tillämpliga standarden.

Miljöklassen i en och samma konstruktion kan variera i konstruktionens olika delar.

## 10.2 Skyddssystem

Då andra än här angivna skyddssystem används, iaktas i tillämpliga standarder angivna anvisningar.

### 10.2.1 MÅLNING

Vid målning iaktas i tillämpliga standarder angivna anvisningar.

### 10.2.2 VARMFÖRZINKNING

Sammansättningen i den stål, som skyddas, väljs så, att önskad ytskiktets kvalitet och zinkskiktets tjocklek erhålls.



Skiktjocklek 70 mm godtas i miljöklass M3.

### 10.2.3 ZINK- ELLER ALUMINIUMSPRUTNING

Vid zink- eller aluminiumsprutning iakttas den tillämpliga standarden.

### 10.2.4 ELEKTROLYTISK FÖRZINKNING

Vid elektrolytisk förzinkning iakttas den tillämpliga standarden. Skiktjocklek 12 µm kromaterat godtas i miljöklass M1. Enbart elektrolytisk förzinkning räcker inte som skydd i miljöklasser M2...M4.

### 10.2.5 ROSTMÅN

Rostmånens tjocklek bestäms med beaktande av miljöklass och dess eventuell ändring med tiden samt konstruktionens brukstid.

I utmattningsbelastade konstruktioner får rostmån inte användas som korrosionsskydd. Rostmånets tjocklek har angetts i tabell 10.1, då

- konstruktionens användningstid är begränsad
- miljöpåverkningarna är väldefinierade
- risk för punktfrätning inte finns
- risk för spaltkorrosion inte finns.

**Tabell 10.1**

*Enkelsidig avfrätning i allmänt konstruktionsstål.*

Miljöklass	Enkelsidig avfrätning per 10 år (mm)
M1...M2	0,2
M3	0,5

### 10.2.6 KATODISKT SKYDD

Katodiskt skydd används i konstruktioner under vatten eller i underjordiska konstruktioner.

## 10.3 Konstruktivt skydd

Konstruktioner utformas så, att skyddet kan utföras, underhållas och rengöras vid behov och att onödig samling av vatten, fukt och smuts på stålytan undviks. Vid behov används tillräckligt stora dräneringshål eller ventilation.

För att undvika elektrokemisk korrosion ombesörjes i mån av möjligheter, att stålet inte kommer i kontakt med andra metaller.

Slutna konstruktioner utsatta för korrosion utformas så, att inner- och ytterytor kan skyddas. Innerytorna

skyddas antingen genom att konstruktionen görs lufttät eller genom användandet av rostskyddsbehandling.

I lufttäta konstruktioner ombesörjes, att det inte blir fukt inne i konstruktionen.

Då det på grund av korrosion (miljöklasser M2, M3 och M4) fordras täta förband, får kantavståndet vara högst  $6 \cdot t$  och centrumavståndet mellan skruvar  $14 \cdot t$ , där  $t$  är den yttersta plåtens tjocklek i förbandet.

## 11 KONSTRUKTIONERS ÖVERENSSTÄMMELSE MED KRAVEN

### 11.1 Grunder

Konstruktioners överensstämmelse med kraven bedöms på grundvalen av uppgifter om kvaliteten av konstruktionsmaterial, färdigtillverkade delar och konstruktioner samt projektering iakttagande av alternativa metoder, som har angetts i avsnitten 11.2 och 11.3.

Överensstämmelse med kraven konstateras med hjälp av behöriga apparatur.

### 11.2 Det godkända kontrollorganets kontroll

Då tillverkare och/eller montör av stålkonstruktioner verkar under kontroll av kontrollorgan som godkänts av miljöministeriet, räcker det till, att i konstruktions-syn den kontrollerande myndigheten upptäcker att den ifrågavarande verksamheten har skett under kontroll av kontrollorgan som godkänts av miljöministeriet.

Det godkända kontrollorganet kontrollerar enligt sina egna anvisningar hur tillverkares och/eller montöres innersta kvalitetskontroll fungerar och förutsätter, att kvalitetssäkringsåtgärder, som det godkända kontrollorganet förutsätter, görs och dokumenteras av förverkligaren.

## 11.3 Kontroll av ett enskilt projekt

Det bekräftas om egenskaperna av konstruktionsmaterial enligt tabeller 11.1-11.4 och färdigtillverkade delars överensstämmelse med kraven säkras enligt tabeller 11.5-11.8.

Kvaliteten av monteringsarbetet kontrolleras enligt i tabell 11.9 angivet program av kvalitetssäkring.

### Tabell 11.1

Åtgärder vid kvalitetssäkring av konstruktionsmaterial och konstruktionsdelar.

- För konstruktioner använda material anges i tillämpling standard definierad materialintyg, vilkas typ motsvarar åtminstone i tabell 11.1 A definierad nivå.
- För konstruktionsmaterial av stål, som inte är i enlighet med tillämplig standard, anges en certifierad bruksbeskrivning.
- Det förvisas, att konstruktionsmaterial eller konstruktionsdel som blir under skiktbristning åstadkommande belastning, är beställd och tillverkad i överensstämmelse med anvisningar av tillämpliga standarder.
- Det bekräftas, att konstruktionsmaterial eller konstruktionsdel avsedd för varmförzinkning har beställts med det gällande option.
- Rostgrad av stålytan samt användbara rengörings-, skyddnings och ytbehandlingsåtgärder kontrolleras i överensstämmelse med tillämpliga standarder.
- Mått och måttningsprotokoll angivna av tillverkare kontrolleras och jämföras med toleranser, som projektör har angivit.
- Varje tillverkares och förmedlares namn av stålbyggnadsprodukt bör alltid vara utredbar på grunvalen av dokument, som anslutar sig till leveranskedje och produktioners märkningar.
- Ifall materialens ursprung och spårbarhet inte kan bevisas med hjälp av produktens märkningar och krävda intyg, bör överensstämmelserna med kraven konstateras på grundvalen av prov uttagna från produkter. Egenskaperna testas då av en godkänd provningsanstalt.

### Tabell 11.1 A

Typ av angivet materialintyg.

Konstruktionsklass	Typ av materialintyg i enlighet med tillämplig standard		
	Stålsort $f_y < 355 \text{ N/mm}^2$	Stålsort $f_y \geq 355 \text{ N/mm}^2$	Stålskruvar
1	3.1.B	3.1.B	3.1.B
2	2.2	3.1.B	3.1.B
3	2.1	2.2	3.1.B

### 11.3.1.2 Skruvar, muttrar och brickor

Åtgärder vid kvalitetssäkring har angetts i tabell 11.2.

### Tabell 11.2

Åtgärder vid kvalitetssäkring av skruvar, muttrar och brickor.

- Skruvprodukter, som inte har en certifierad bruksbeskrivning, bör ha materialintyg i enlighet med tabell 11.1 A eller tillverkning bör ske under kontroll av ett godkänt kontrollorgan.
- Muttrar bör ha kvalitetsgaranti 2.1 i enlighet med tillämplig standard i alla konstruktionsklasser. I förband, där det finns dragspänning i skruvskaftens riktning och i friktionsförband bör muttrar ha materialintyg 3.1. B eller en certifierad bruksbeskrivning.
- Då det krävda materialintyget eller den certifierade bruksbeskrivningen inte finns och tillverkning inte har skett under kontroll av ett godkänt kontrollorgan, konstateras kvaliteten på grundvalen av prov uttagna från produkter.
- Provningar utförs i en godkänt provningsanstalt enligt följande:
  - ur tillverkningspartiet testas en skruv och en mutter per hundra skruvar och muttrar
  - för varje diameter görs dock minst sex prov per tillverkningsparti
  - Med utgångspunkt i märkningar kontrolleras i alla konstruktionsklasser
    - tillverkarens namn
    - skruvars hållfasthetsklass, måttuppgifter och utförande
    - muttrars hållfasthetsklass, måttuppgifter och utförande
    - brickors hållfasthetsuppgifter (ifall krav har ställts på dem) och måttuppgifter
  - Kontroll av beläggningar

Dokumenter av krävda kvalitetssäkringsåtgärder sätts ihop till en kvalitetspass, som ges till myndigheter.

### 11.3.1 KVALITETSSÄKRING AV KONSTRUKTIONSMATERIAL

#### 11.3.1.1 Konstruktionsmaterial och konstruktionsdelar

Åtgärder vid kvalitetssäkring har angetts i tabell 11.1.

### 11.3.1.2 Tillsatsmaterial och hjälpmaterial vid svetsning

Åtgärder vid kvalitetssäkring har angetts i tabell 11.3.

#### Tabell 11.3

Åtgärder vid kvalitetssäkring av tillsatsmaterial och hjälpmaterial i svetsning.

- med utgångspunkt i märkningar kontrolleras, att produkterna är under kvalitetskontroll i enlighet med tillämplig standard
- rätt temperatur och fuktighet vid lagring och hantering
- tillsatsmaterialets tillämpbarhet
- tillverkare

### 11.3.1.4 Beläggningar

Åtgärder vid kvalitetssäkring har angetts i tabell 11.4.

#### Tabell 11.4

Åtgärder vid kvalitetssäkring av beläggningar

- med utgångspunkt i märkningar kontrolleras, att produkterna är i överensstämmelse med planerna
- tillverkarens namn

### 11.3.1.5 Övriga material

Beträffande övriga material iaktas dessa anvisningar i tillämpbara delar.

#### Tabell 11.6

Åtgärder vid kvalitetssäkring av bultförband.

- Placering, storlek och antal av hål avsedda för skruvar kontrolleras
  - i konstruktionsklass 1 och 2 utförs ett tillräckligt antal mätningar, som antas vara 5% av det totala antalet hål per likartade förband.
  - i konstruktionsklass 3 utförs stickprovsmätningar.
- Det kontrolleras, att antal skruvar och fastspänning i ett färdigt bultförband motsvarar planerna.
- Utförande av hål konstateras vara överensstämmande med planerna.
- kontroll av anliggningsytor vid friktionsförband.
- kontroll av förspänningen vid friktionsförband görs enligt följande:
 

Mutterns läge i den skruv som granskas märks, och muttern öppnas 1/6 varv samtidigt som skruven hålls fast. Härfter fastspänns muttern i sitt ursprungliga läge och kontrolleras, att det erforderliga vridmomentet är minst lika stor som i tabell 9.2. Antalet skruvar, som granskas väljs enligt följande:

## 11.3.2 KVALITETSSÄKRING AV TILLVERKNING

### 11.3.2.1 Hantering av material

Åtgärder vid kvalitetssäkring har angetts i tabell 11.5.

#### Tabell 11.5

Åtgärder vid kvalitetssäkring av materialhantering

- Till kvalitetssäkring hör åtminstone konstaterande av följande saker överensstämmande med tillämplig standard och projektörens anvisningar:
  - skärsätt och skäryta
  - brännskärningsklass
  - bockningssätt och -temperatur
  - bearbetningsmetoder
  - fogformer
  - värmebehandling
  - reparation av ytfel
  - mått

### 11.3.2.2 Bultförband

Åtgärder vid kvalitetssäkring har angetts i tabell 11.6.

Antal skruvar i förbandet	Antal skruvar som granskas i förbandet
2 - 5	1
6 - 10	2
11 - 20	4
21 - 40	6
>40	8

Skruvar som granskas väljs således, att varje spännarbeters arbete blir kontrollerat.

- vid friktionsförband kontrolleras efter fastspänningen, att anliggningsytorna är tätt fast i varandra utan hål
- skyddssättet vid friktionsförband kontrolleras
- säkring av muttrar överensstämmande med planerna
- bultförband kontrolleras antingen på byggsplatsen eller i verkstaden innan konstruktioner täcks
- vid monterings framskridande kontrolleras bultförband således, att bärförmågan hos bultförband är tillräcklig med beaktande av belastningarna under monteringen.

### 11.3.2.3 Svetsförband

Svetsare förutsätts äga kompetens i enlighet med tillämplig standard i alla sådana arbetsskeden, som har väsentlig betydning på det färdiga arbetets kvalitet. Åtgärder vid kvalitetssäkring har angetts i tabell 11.7 och i tillämplig standard.

**Tabell 11.7**

Åtgärder vid kvalitetssäkring av svetsförband.

Konstruktionsklass	Utnyttjandegrad $Z^2)$	Kontrollomfattning <sup>3)</sup>
1 <sup>1)</sup>	$Z \leq 0,5$	10 %
	$0,5 < Z \leq 0,8$	30 %
	$0,8 < Z$	100 %
2 <sup>1)</sup>	$Z \leq 0,8$	5 %
	$0,8 < Z$	30 %
3	$0,8 < Z$	10 %

– visuell kontroll av svetsar i alla konstruktionsklasser och i alla svetsklasser

– stumsvetsar och genomsvetsade T-förband

– omfattningen av oförstörande provning erhålls enligt följande (med omfattning avses den granskade svetsens längd i % av den utnyttjande svetslängden):  
Utraljudprovning eller radiografisk provning som provningsmetod

Om även härvid upptäcks svetsar, som inte uppfyller kraven, utförs 100 % granskning.

– kälsvetsar och icke genomsvetsade T-förband

– normalt godtas visuell kontroll. Om fel i förband eller risk för klyvning beroende på använt material, materialjocklek eller svetsmetod är uppenbar, utförs 10 procentig magnetpulver- eller penetrantprovning

– då kälsvetsar används i korsade förband, där vinkeln mellan delar som hopsätts är större än  $135^\circ$  och svetsens utnyttjandegrad är större än 0,5, skall svetsfas göras eller svetsens kvalitet säkras medels metodprov som huvudkonstruktör av stålkonstruktioner har godkänts

– utnyttjande av inträngningen vid maskinell pulverbågsvetsning, då metoden inte är under kontroll av godkänt kontrollorgan

– före tillverkning görs såsom en förhandsprovning en tvärsnittsprövning varvid används en provkropp, som svetsas under likartade förhållanden och med samma värden som själva produkten. Inträngningen mäts minst från två snitt.

– kontroll av svetsapparat

– svetsmaskiner och apparatur

– torkskåp

– kontroll av förvärmningstemperatur

– kontroll av svetsningsenergi

– kontroll av svetsfogar

– fogvinklar

– fogytor

– luftspalt

– inhomogeniteter, rost, olja, vatten m.fl.

– svetsningsförhållanden

– kontroll av a-mått, kontroll av övriga mått

– svetsens sammansmältning med grundmaterial

<sup>1)</sup> Då det är fråga om permanent tryckt stumsvets, är det inte nödvändigt att använda större kontrollomfattning än 10 %.

<sup>2)</sup> Med utnyttjandegrad  $Z = S_d/R_d$  avses relationen mellan kraftstorhet och bärförmåga

<sup>3)</sup> Vid kontroll av godkänt kontrollorgan följs dess inre anvisningar.

I fråga om stickprov (provningssfrekvens under 100 %) kontrolleras för bärförmågan väsentliga svetsar således, att minst den erforderliga mängden svetsar blir kontrollerade. Svetsar, som kontrolleras, väljs så, att varje svetsares arbete blir kontrollerat. Stickprovsgranskning av förband, som inte uppfyller kraven, utvidgas till det dubbla.

### 11.3.2.4 Färdiga beläggningar och belägningsarbeten

Åtgärder vid kvalitetssäkring har angetts i tabell 11.8.

**Tabell 11.8**

Åtgärder vid kvalitetssäkring av färdiga beläggningar och belägningsarbeten

– beträffande målning kontrolleras åtminstone följande saker:	– målarverkstadens och torkeriets antecknade förhållanden av temperatur, relativ fuktighet och luftkonditionering
– rostgraden av den omålade ytan	– mätningar av skiktjocklek utförs i sådant antal, som förutsätts i tillämplig standard
– ytans rengöringsgrad och den använda rengöringsmetoden	– beträffande förzinkning kontrolleras åtminstone följande saker:
– olika målsikts kompatibilitet	– iakttagande av anvisningar i tillämplig standard vad gäller mätningar av skiktjocklek, arbetsmetoder, redskap, förhållanden mm.
– målningssystem på grundvalen av märkningar	
– iakttagande av anvisningar i tillämplig standard och måltillverkarens produktanvisningar vad gäller arbetsmetoder, redskap, förhållanden mm.	

### 11.3.2.5 Toleranser vid tillverkning

Måttnoggrannhet konstateras genom att utföra ett tillräckligt antal mätningar. Viktiga anslutningsmått från monteringsarbetets sida dokumenteras.

### 11.3.3 DET FÄRDIGA BYGGNADSVÄRKETS ÖVERENSTÄMMELSE MED KRAVEN

I tabell 11.9 angivna kvalitetssäkringsåtgärder görs och dokumenteras i tillräcklig utsträckning till byggnadsverkets kvalitetsspass.

Monteringsarbetets kvalitet kontrolleras iakttagande i tillämpbara delar i tabell 11.9 angivna åtgärder vid kvalitetssäkring.

I konstruktionssyn konstateras kvalitetsplanens innehåll, som behandlar till byggnadsverk monterade stålkonstruktioner samt kontrolleras protokoll av kvalitetssäkringsåtgärder, som har fogats till kvalitetsspass.

Åtgärder vid kvalitetssäkring har angetts i tabell 11.9.

#### Tabell 11.9

*Åtgärder vid kvalitetssäkring av montering.*

Före inledandet av arbeten tas del av	
– projektspecifikationen	– vinklar
– ritningar	– delars anslutning till varandra
– monteringsplan	– huvudmått
– svetsplan	– övriga mått
– kvalitetsplan	– hantering av material och färdigtillverkade delar
samt granskas följande saker	– lyftningar
– baslinjer	– lagring
– placering och höjd av basbultar	– intern transport
	– skyddande
Vid monteringskontroll av material och färdigtillverkade delar granskas följande saker	– bultförband se avsnitt 11.3.2.2
– fraktsedlar	– svetsförband se avsnitt 11.3.2.3
– avsändningslistor	– beläggningar se avsnitt 11.3.2.4
– transportskador	– svetsningsförhållanden
– hanteringsskador	– temperatur, fruktiger, vind
	– svetslägen
Följande granskningar tillhör kontroll av montering:	– ställningar
– konstruktioners läge	
– konstruktioners raket i vertikal- och horisontalriktning	

### 11.3.4 DOKUMENTERING AV ÅTGÄRDER VID KVALITETSSÄKRING

Kvalitetsmaterial, som behandlar byggnadsverkets stålkonstruktioner sätts ihop till kvalitetsspass och den bör innehålla enligt konstruktionsklass åtminstone följande i tabell 11.10 upptecknade handlingar:

**Tabell 11.10***Innehåll av kvalitetspass*

Kvalitetspassens skifte	Innehåll av kvalitetspass enligt konstruktionsklass	Konstruktionsklass		
		1	2	3
Från planeringshandlingar	Projektspecifikation	x	x	x
Före början av arbetet	Kvalitetsplan	x	x	
	Svetsningsplan	x	x	x
	Kontrollplan	x	x	x
	Svetsares kompetensintyg	x	x	x
	NDT-inspektörs kompetensintyg	x	x	x
Före montering	Monteringsplan	x	x	x
	Materialintyg och nummer av certifierade bruksbeskrivningar	x	x	x
	Intyg av tillsatsmaterial och hjälpmaterial	x	x	
	Materialintyg av skruvar och muttrar eller nummer av certifierade bruksbeskrivning	x	x	x
	Kontrollprotokoll av svetsar	x	x	x
	Protokoll av NDT-kontroll	x	x	x
	Kontrollprotokoll av färdigtillverkade delar	x	x	
	Kontrollprotokoll av beläggningar	x	x	
Före konstruktionssyn eller förlåtelse	Kontrollprotokoll av montagesvets	x	x	x
	Kontrollprotokoll av bultförband	x	x	
	Kontrollprotokoll av stommen	x	x	
	Konstaterande, att stommen motsvarar planerna	x	x	x

### 11.3.5 ÅTGÄRDER TILL FÖLJD AV BRISTFÄLLIGT MATERIAL

I dessa fall, där överensstämmelse med kraven kan inte konstateras på grundvalen av tillgängliga uppgifter om material görs säkring genom provningar som utförs av en godkänt provningsanstalt.

### 11.4 Åtgärder till följd av otillfredsställande kvalitet

I fråga om otillfredsställande kvalitet utreds på grundvalen av tillgängligt kvalitetskontrollmaterial områden där otillfredsställande kvalitet uppträder och orsaker härtill. Då otillfredsställande kvalitet hos material är i fråga, utreds erforderliga egenskaper med tillhjälp av provkropp, som lösgjorts från den färdiga konstruktionen. Betydelsen av måttavvikelse i den färdiga konstruktionen kan normalt utredas genom beräkningar. På grundvalen av tillgängligt material görs en utredning om arten av de åtgärder genom vilka konstruktionen kan försättas i godtagbar skick.

Konstruktionens bärförmåga kan också konstateras genom provbelastning.

## BETECKNINGAR

(innehåller inte alla beteckningar, en del av beteckningarna har angetts i anslutning till texten).

$A_{sp}$	Skruvens spänningsarea	$\mu$	Friktionskoefficient
$E$	Elasticitetsmodul	$u$	Tvärkontraktionstal
$F_{Rg}$	Friktionsförbandets glidningsbärförmåga i bruksgränstillstånd	$\sigma_{el}$	Bucklingsspänning för plant element enligt elasticitetsteori
$F_{Rh}$	Hållkantryck- och kantrivningsbärförmåga	$\sigma_{el,l}$	Vippningsspänning enligt elasticitetsteori
$F_{Rt}$	Skruvens dragkraftbärförmåga	$\Delta f_k$	Karakteristisk utmattningsgräns
$F_{Rv}$	Skruvens tvärkraftbärförmåga	$\Delta\sigma_{ekv}$	Ekvivalent spänningsvidd
$G$	Skjuvmodul		
$I$	Tröghetsmoment	De viktigaste indicen har följande betydelse:	
$I_v$	Vridstyvhet	$c$	Tryck
$I_w$	Välvstyvhet	$d$	Dimensioneringsvärde
$L$	Längd, spännvidd, avstånd mellan stöd	$e$	Effektiv
$L_c$	Knäckningslängd	$el$	Enligt elasticitetsteori
$M$	Böjmoment av dimensioneringslast	$f$	Fläns
$M_R$	Stavens bärförmåga vid böjmoment, då knäckning inte är bestämmande	$k$	Karakteristiskt värde
$M_{Rl}$	Stavens bärförmåga vid vippning	$l$	Vippning
$N$	Normalkraft av dimensioneringslast, antal spänningscykler	$p$	Buckling, plastisk
$N_{Rc}$	Stavens bärförmåga vid tryckande normalkraft	$t$	Dragning
$N_{Rt}$	Stavens bärförmåga vid dragande normalkraft	$v$	Skjuvning
$V$	Tvärkraft av dimensioneringslast	$w$	Liv
$V_R$	Stavens bärförmåga vid tvärkraft	$y$	Flytning
$W$	Böjmotstånd enligt elasticitetsteori	$R$	Bärförmåga
$W_e$	Effektiv böjmotstånd		
$W_p$	Böjmotstånd av plasticerat tvärsnitt		
$a$	Längd av plant element, avstånd mellan avstyvningar, a-mått för svets		
$b$	Bredd		
$b_f$	Flänsens bredd (avser hela flänsen)		
$b_e$	Effektiv bredd		
$d$	Skruvens diameter		
$f_{cd}$	Dimensioneringsvärde för tryckhållfasthet med avseende på knäckning		
$f_{ck}$	Karakteristiskt värde för tryckhållfasthet med avseende på knäckning		
$f_d$	Dimensioneringsvärde för drag- och tryckhållfasthet		
$h_e$	Effektiv höjd		
$i$	Tröghetsradie		
$k$	Bucklingskoefficient		
$t$	Materialtjocklek		
$t_e$	Effektiv tjocklek		
$t_f$	Flänsens tjocklek		
$t_w$	Livets tjocklek		
$\gamma_m$	Partialkoefficient för material		
$\lambda_k$	Slankhet		
$\bar{\lambda}_k$	Stavens modifierad slankhet vid knäckning		
$\bar{\lambda}_l$	Stavens modifierad slankhet vid vippning		

## Finlands byggbestämmelse-samling

B7 Stålkonstruktioner, Anvisningar 1996

Förteckning över tillämpliga standarder daterat 1.1.1996

Allmänt

I anknytning till Finlands byggbestämmelsesamlings del B7, Stålkonstruktioner (anvisningar) är tillämplig standard en material-, provnings-, projekterings-, metod- eller motsvarande standard, som nämns i förteckningen över tillämpliga standarder. Denna förteckning kompletteras eller revideras vid behov.

Denna förteckning innehåller nummer eller kännetecken, namn och tryckningsår för standarden eller motsvarande. Efter dessa uppgifter har vid behov medels separat text angetts eventuella begränsningar, som gäller för den ifrågasatta standarden eller motsvarande, som finns i denna förteckning över tillämpliga standarder.

### STÅL OCH FORMVAROR

SFS-EN 10021 Allmänna tekniska leveransbestämmelser för stål och stålprodukter. 1994

SFS-EN 10025 Varmvalsade formvaror av olegerat allmänt konstruktionsstål och maskinstål. Tekniska leveransbestämmelser. 1994

SFS-EN 10027-1 Beteckningssystem för stål. Del 1: Alfanumeriska beteckningar. 1993

SFS-EN 10034 I- och H-profiler av konstruktionsstål. Mått- och formtoleranser. 1993

SFS-EN 10056-2 Liksidig och oliksidig vinkelprofil av konstruktionsstål. Del 2: Mått- och formtoleranser. 1993

SFS-EN 10113-1 Varmvalsade svetsbara finkornkonstruktionsstål. Del 1: Allmänna leveransbestämmelser. 1993

SFS-EN 10113-2 Varmvalsade svetsbara finkornkonstruktionsstål. Del 2: Leveransbestämmelser för normaliserade/normaliseringsvalsade stål. 1993

Kvalitetsklass NL kan antas motsvara kvalitetsklass J4 i tabell 2.2.

SFS-EN 10113-3 Varmvalsade svetsbara finkornkonstruktionsstål. Del 3: Leveransbestämmelser för termomekaniskt valsat stål. 1993

Kvalitetsklass ML kan antas motsvara kvalitetsklass J4 i tabell 2.2.

SFS-EN 10210-1 Varmformade konstruktionsrör av olegerat och finkornkonstruktionsstål. Del 1: Tekniska leveransbestämmelser. 1994

SFS 2018 Varmvalsad rundstång av stål. 1982

SFS 2019 Varmvalsad kvadratstång av stål. 1982

SFS 2020 Varmvalsad hexagonalstång av stål. Mått och tillåtna avvikelser. 1967

SFS 2021 Varmvalsade stålband. Mått och tillåtna avvikelser. 1967

SFS 2022 Varmvalsad plattstång av stål. 1982

SFS 2023 Varmvalsad bred plattstång. Mått och tillåtna avvikelser. 1967

SFS 2026 Varmvalsad snedflänsig U-stång av stål. 1982

SFS 2121 Varmvalsad USP-stång av stål. 1982

SFS 5001 Kallformade konstruktionsrör. Mått och beräkningsdata. 1988

### SVETSNING

SS-EN 287-1 Svetsarprovning. Smältsvetsning. Del 1: Stål. 1992

Enligt standarden 2218 godkända svetsare kan svetsa så länge som kompetenstillståndet är i kraft.

SFS-EN 288-1 Specifikationer för godkännande av svetsprocedurer för svetsning av



	metalliska material. Del 1: Allmänna regler för smältsvetsning. 1992		material. Del 4: Elementära kvalitetskrav. 1995
SFS-EN 288-2	Specifikationer för godkännande av svetsprocedurer för svetsning av metalliska material. Del 2: Svetsdatablad för bågs svetsning. 1992	Standarden efterföljs i konstruktioner av konstruktionsklass 3.	
		SS-EN 20544	Tillsatsmaterial för manuell svetsning. Dimensioner. 1992
SFS-EN 288-3	Specifikationer för godkännande av svetsprocedurer för svetsning av metalliska material. Del 2: Svetsprocedurkontroll för bågs svetsning av stål. 1992	SFS-EN 22553	Svetsning. Svetsbeteckningar för ritningar. 1994
		SS-EN 25817	Bågs svetsade svetsförband i stål. Riktlinjer för svetsklasser. 1993
SFS-EN 288-5	Specifikationer för godkännande av svetsprocedurer för svetsning av metalliska material. Del 5: Godkännande genom användning av godkända tillsatsmaterial för bågs svetsning. 1995	SFS-EN 29692	Svetsning och lödning av metaller. Sifferbeteckningar för svets- och lödmetoder på ritning. 1994
		SFS 2373	Svetsning. Dimensionering och hållfasthetsberäkning av svetsfogar i statiskt belastade stålkonstruktioner. 1980
SFS-EN 288-6	Specifikationer för godkännande av svetsprocedurer för svetsning av metalliska material. Del 6: Godkännande genom tidigare erfarenhet. 1995	SFS 2378	Svetsning. Dimensionering och hållfasthetsberäkning av svetsförband i utmattningsbelastade stålkonstruktioner. 1992
SFS-EN 288-7	Specifikationer för godkännande av svetsprocedurer för svetsning av metalliska material. Del 7: Standardmetoder för bågs svetsning. 1995	SFS 3327	Svetsning. Tillsatsmaterial för pulverbågs svetsning av olegerat, låglegerat och finkornstål. Kvalitetskrav och provning. 1979
SFS-EN 288-8	Specifikationer för godkännande av svetsprocedurer för svetsning av metalliska material. Del 8: Godkännande genom förproduktiv test. 1995	SFS 3393	Arbetsmetodens toleranser. Svetsade konstruktioner. 1975
		SFS 5067	Svetsning. Acceptanskriterier för svetsklasser. Radiografering. 1985
SFS-EN 440	Tillsatsmaterial. Svetstråd för metallgas bågs svetsning av olegerat stål och finkornstål. Klassificering. 1995	SFS 5108	Svetsning. Acceptanskriterier vid ultraljudkontroll. 1985
		SFS 5550	Svetsning. Visuell kontroll av svetsar. 1989
SFS-EN 499	Tillsatsmaterial. Belagda elektroder för manuell bågs svetsning av olegerat stål och finkornstål. Klassificering. 1995	Tekniska kontrollcentralen	Förteckning över godkända tillsatsmaterial 1996
SFS-EN 729-3	Kvalitetskrav för svetsning. Smältsvetsning av metalliska material. Del 3: Normala kvalitetskrav. 1995	<b>MATERIALPROVNING AV METALLER</b>	
		SFS-EN 10002-1	Metalliska material: Dragprovning Del 1: Provningsmetod. 1990
Standarden efterföljs i konstruktioner av konstruktionsklasser 1 och 2.		SFS-EN 10045-1	Metalliska material. Slagprovning med V- och U-provstav. Del 1: Provningsmetod. 1990
SFS-EN 729-4	Kvalitetskrav för svetsning. Smältsvetsning av metalliska ma-		

SFS-EN 10204	Metalliska produkter. Materialintyg. 1992		obelagt stål och för stål, från vars hela yta tidigare beläggning avslägsnats, 1990.
SFS 3207	Svetsning. Radiografisk provning av svetsförband. 1989	SFS 4449	Ytbeläggningar av metaller. Varmförzinkning av ytvändigt gängade ståldetaljer. Metriska gängor. 1979
SFS 3284	Oförstörande materialprovning. Ultraljudprovning. Allmänna direktiv. 1975	SFS 4596	Korrosions av metaller. Miljöklasser. 1980
SFS 3285	Oförstörande materialprovning. Ultraljudprovning av tunga stålsmidan. 1988	SFS 4956	Korrosionsskyddsmålning. Planering. 1984
SFS 3286	Oförstörande materialprovning. Magnetpulverprovning. Allmänna direktiv. 1975	SFS 4957	Korrosionsskyddsmålning. Förbehandling. 1983
SFS 3287	Oförstörande materialprovning. Penetrantprovning. Allmänna direktiv. 1975	SFS 4958	Korrosionsskyddsmålning. Målningens beaktande vid planering av stålkonstruktioner. 1983
SFS 3288	Oförstörande materialprovning. Ultraljudprovning. Referensblock 1. 1976	SFS 4959	Korrosionsskyddsmålning. Appliceringsmetoder och målningsarbete. 1983
SFS 3290	Oförstörande materialprovning. Ultraljudprovning av svetsförband. 1988	SFS 4960	Korrosionsskyddsmålning. Kvalitetskontroll. 1983
SFS 3294	Oförstörande materialprovning. Ultraljudprovning av stålplåtar. 1982	SFS 4961	Korrosionsskyddsmålning. Reparationsmålning. 1984
<b>KORROSION AV METALLER</b>		SFS 4962	Korrosionsskyddsmålning. Målfärger och målningssystem. 1984
		SFS 4963	Korrosionsskyddsmålning. Rekommendation av målningssystem för skogsindustrin. 1984
SFS-EN 22063	Metalliska och andra oorganiska beläggningar. Termisk sprutning. Zink, aluminium och deras legeringar. 1994		I B7 givna anvisningar och tillämpliga standarder gällande korrosionskydd används också för takprodukter, som avses i Finlands byggbestämmelsesamling del F2.
SFS 2765	Oorganiska ytbeläggningar. Zinkbeläggningar för stål och gjutjärn påförda genom styckvis varmdoppning. Allmänna upplysningar och fordringar. 1988	<b>SKRUVAR, MUTTRAR OCH BRICKOR</b>	
SFS 3107	Ytbeläggningar av metaller. Zink- och aluminiumsprutning som rostskydd av stål och gjutjärn. 1974	SFS 2171	Metriska skruvar och muttrar. Tekniska leveransvillkor. Översikt. 1968
SFS-ISO 8501-1	Behandling av stålytor för beläggning med målningsfärg och liknande produkter. Visuellt utvärdering av ytrenhet. Del 1: Rostgrader och förbehandlingsgrader för-	SFS 2172	Skruvar och muttrar. Toleranser. Utförande A,B och C. 1982 - I friktionsförband används utförande A.
		SFS 2197	Skruvar. Skruv- och gänglängder. Metrisk ISO-gänga. 1967
		SFS 3898, EN 20273	Frigående hål för skruvar. 1992

SFS-ISO 4014, EN 24014	Fästelement. Delgängade sexkant-skrivar. Produktklasserna A och B. 1989	SFS-ISO 7091	Rundbrickor. Normal serie. Produktklass C. 1989
SFS-ISO 4016, EN 24016	Fästelement. Delgängade sexkant-skrivar. Produktklass C. 1989	SFS 2043	Brickor. Toleranser. Utförande A och C. 1982
SFS-ISO 4017, EN 24017	Fästelement. Helgängade sexkant-skrivar. Produktklasserna A och B. 1989	SFS 4717	U-balksbrickor. 1981
SFS-ISO 4018, EN 24018	Fästelement. Helgängade sexkant-skrivar. Produktklass C. 1989	SFS 4718	I-balksbrickor. 1981
SFS-ISO 4032, EN 24032	Fästelement. Sexkant muttrar, utförande 1. Produktklasserna A och B	DIN 6916	Round washers for high-strength structural steel bolting. October 1989 - I friktionsförband är kraven desamma som har nämnts i samband med standarden SFS-ISO 7089
SFS-ISO 4034, EN 24034	Fästelement. Sexkant muttrar, Produktklass C. 1989	DIN 6917	Square tape washers for high-strength structural bolting of steel I sections. Oktober 1989 - I friktionsförband är kraven desamma som har nämnts i samband med standarden SFS-ISO 7089
SFS-ISO 898-1	Fästelement. Hållfasthetsfordringar. Del 1: Skruvar och pinnskruvar. 1989		
SFS-EN 20898-2	Fästelement. Hållfasthetsfordringar. Del 2: Muttrar. Metrisk gänga. 1994		
DIN 6914	High-strength hexagon head bolts with large widths across flat for structural steel bolting. October 1989 - Används i friktionsförband som skruv i hållfasthetsklass 10.9.		
DIN 6915	High-strength hexagon head bolts with large widths across flat for structural steel bolting. October 1989 - Används i friktionsförband som mutter i hållfasthetsklass 10.		
SFS-ISO 887	Rundbrickor för metriska skruvar och muttrar. Allmänt. 1989		
SFS-ISO 7089	Rundbrickor. Normal serie. Produktklass A. 1989 - Används i friktionsförband då skruvens hållfasthetsklass är 8.8 och mutterns hållfasthetsklass är 8. Materialet bör härvid motsvara materialet C 45 enligt DIN 17100, vilket har seghärdats till draghållfasthet 1000...2000 N/m <sup>2</sup> och HV-hårdheten är 2950...3500 N/m <sup>2</sup>		
SFS-ISO 7090	Rundbrickor med fas. Normalserie. Produktklass A. 1989		
		<b>ÖVRIGA STANDARDER</b>	
		SFS 4072	Dimensionstoleranser och kvalitetsavvikelser vid brännskärning. 1977
		SFS 4193	Brandprovning av byggnadsdelar. Bestämning av brandmotståndsförmåga. 1978
		Stålbyggnadsförening r.f.: Stålnormkort N:o 3/1996	Temperatur i brandutrymmet enligt rumsbrandmodell (Förändring av E1 är anhängig. Nya föreskrifter kan förorsaka förändringar till denna punkt.)
		NT FIRE 021	Insulation of steel structures: Fire protection. Finland 1985
		Godkänt system för konstaterande av NDT-personalens kompetens	Nordtest Scheme for Examination and Certification of Non-destructive Testing Personnel
		Åtdragning av skruvar på grundvalen av metod som baserar sig på mätning av vinkeländringen	Allmän arbetsbeskrivning av brobyggnad: Stålkonstruktioner, punkt 3.75. Väg- och vattenbyggnadsstyrelsen. 1988

# B7

FINLANDS BYGGBESTÄMMELSESAMLING  
MILJÖMINISTERIET, Bostads- och byggnadsavdelningen

## Stålkonstruktioner

ANVISNINGAR 1996

BILAGA 2

---

### Miljöministeriets förordning om stålkonstruktioner

Given i Helsingfors den 23 maj 2001

I enlighet med miljöministeriets beslut föreskrivs med stöd av 13 § markanvändnings- och bygglagen av den 5 februari 1999 (132/1999) att de standarder för stålkonstruktioner som utgör bilaga till anvisningarna skall tillämpas i byggande.

Denna förordning träder i kraft den 1 augusti 2001, och genom den upphävs bilaga 2 om tillämpliga standarder till anvisningarna av den 10 juni 1996. På ansökningar som kommit in innan förordningen trätt i kraft kan den tidigare bilagan om standarder tillämpas.

Helsingfors den 23 maj 2001

Miljöminister *Satu Hassi*

Överingenjör *Anja Nylund*

---

**Miljöministeriet**  
**Finlands byggbestämmelsesamling**  
**B7 Stålkonstruktioner, Anvisningar 1996**

**Bilaga 2**

Förteckning över tillämpliga standarder 2001

**STÅL OCH FORMVAROR**

SFS 2018 Varmvalsad rundstång av stål. 1982

SFS 2019 Varmvalsad kvadratstång av stål. 1982

SFS 2020 Varmvalsad hexagonalstång av stål. Mått och tillåtna avvikelser. 1967

SFS 2022 Varmvalsad plattstång av stål. 1982

SFS 2023 Varmvalsad bred plattstång. Mått och tillåtna avvikelser. 1967

SFS-EN 10021 Allmänna tekniska leveransbestämmelser för stål och stålprodukter. 1994

SFS-EN 10025 Varmvalsade formvaror av olegerat allmänt konstruktionsstål och maskinstål. Tekniska leveransbestämmelser. 1994

SFS-EN 10027-1 Beteckningssystem för stål. Del 1: Alfnumeriska beteckningar. 1993

SFS-EN 10034 I- och H-profiler av konstruktionsstål. Mått- och formtoleranser. 1993

SFS-EN 10048 Varmvalsade smala band av stål. Toleranser för dimensioner och form. 1996

SFS-EN 10056-2 Liksidig och oliksidig vinkelprofil av konstruktionsstål. Del 2: Mått- och formtoleranser. 1993

SFS-EN 10113-1 Varmvalsade svetsbara finkornkonstruktionsstål. Del 1: Allmänna leveransbestämmelser. 1993

SFS-EN 10113-2

Varmvalsade svetsbara finkornkonstruktionsstål. Del 2: Leveransbestämmelser för normaliserade/normaliseringsvalsade stål. 1993

Kvalitetsklass NL kan antas motsvara kvalitetsklass J4 i tabell 2.2.

**SFS-EN 10113-3**

Varmvalsade svetsbara finkornkonstruktionsstål. Del 3: Leveransbestämmelser för thermomekaniskt valsat stål. 1993.

Kvalitetsklass ML kan antas motsvara kvalitetsklass J4 i tabell 2.2.

**SFS-EN 10210-1**

Varmformade konstruktionsrör av olegerat och finkornkonstruktionsstål. Del 1: Tekniska leveransbestämmelser. 1994

**SFS-EN 10219-2**

Kallformade svetsade olegerade konstruktions- och finkornkonstruktionsrör. Del 2: Toleranser, mått och tvärsnittsegenskaper. 1998

SFS-EN 10279 Varmvalsade U-stångprofiler av stål. Mått-, form- och vikt toleranser. 2000

**SVETSNING**

SFS 2373 Svetsning. Dimensionering och hållfasthetsberäkning av svetsfogar i statisk belastade stålkonstruktioner. 1980

SFS 2378 Svetsning. Dimensionering och hållfasthetsberäkning av svetsförband i utmattningsbelastade stålkonstruktioner. 1992

SFS-EN 287-1	Svetsarprovning. Smältsvetsning. Del 1: Stål. 1997	klass 3.
SFS-EN 288-1	Specifikationer för godkännande av svetsprocedurer för svetsning av metaller. Del 1: Allmänna regler för smältsvetsning. 1997	SFS-EN 756 Tillsatsmaterial för svetsning. Trådelektroder och trådpulverkombinationer för pulverbågs svetsning av olegerat stål och finkornstål. Klassificering. 1996
SFS-EN 288-2	Specifikationer för godkännande av svetsprocedurer för svetsning av metaller. Del 2: Svetsdatablad för bågs svetsning. 1997	SFS-EN 759 Tillsatsmaterial för svetsning. Tekniska leveransvillkor för tillsatsmaterial för svetsning. Produkttyp, dimensioner, toleranser och märkning. 1998
SFS-EN 288-3	Specifikationer för godkännande av svetsprocedurer för svetsning av metaller. Del 3: Svetsprocedurkontroll för bågs svetsning av stål. 1998	SFS-EN 970 Oförstörande provning av svetsar. Visuellt kontroll. 1997
SFS-EN 288-5	Specifikationer för godkännande av svetsprocedurer för svetsning av metaller. Del 5: Godkännande genom användning av godkända tillsatsmaterial för bågs svetsning. 1995	SFS-EN 1712 Oförstörande provning av svetsar. Ultraljudprovning av svetsar. Acceptansnivåer. 1998
SFS-EN 288-6	Specifikationer för godkännande av svetsprocedurer för svetsning av metaller. Del 6: Godkännande genom tidigare erfarenhet. 1995	SFS-EN 12517 Oförstörande provning av svetsar. Radiografering av svetsar. Acceptansnivåer. 1998
SFS-EN 288-7	Specifikationer för godkännande av svetsprocedurer för svetsning av metaller. Del 7: Standardmetoder för bågs svetsning. 1995	SFS-EN 22553 Svetsning. Svetsbeteckningar för ritningar. 1994
SFS-EN 288-8	Specifikationer för godkännande av svetsprocedurer för svetsning av metaller. Del 8: Godkännande genom förproduktiv test. 1995	SFS-EN 25817 Bågs svetsade svetsförband i stål. Riktlinjer för svetsklasser. 1993
SFS-EN 440	Tillsatsmaterial. Svetsråd för metallgas bågs svetsning av olegerat stål och finkornstål. Klassificering. 1995	SFS-EN 29692 Metallbågs svetsning med belagda elektroder, gasmetallbågs svetsning och gassvetsning. Svetsfogar. 1994
SFS-EN 499	Tillsatsmaterial. Belagda elektroder för manuell bågs svetsning av olegerat stål och finkornstål. Klassificering. 1995	SFS-EN ISO 13920 Svetsning. Allmänna toleranser för svetsade konstruktioner. Längd- och vinkelmått. Form och läge. 1996
SFS-EN 729-3	Kvalitetskrav för svetsning. Smältsvetsning av metalliska material. Del 3: Normala kvalitetskrav. 1995	Inspecta Förteckning över typkontrollerade tillsatsmaterial. 2000
Standarden efterföljs i konstruktioner av konstruktionsklasser 1 och 2.		<b>MATERIALPROVNING AV METALLER</b>
SFS-EN 729-4	Kvalitetskrav för svetsning. Smältsvetsning av metalliska material. Del 4: Elementära kvalitetskrav. 1995	SFS 3286 Oförstörande materialprovning. Magnetpulverprovning. Allmänna direktiv. 1975
Standarden efterföljs i konstruktioner av konstruktions-		SFS-EN 571-1 Oförstörande materialprovning. Penetrantprovning. Del 1: Allmänna principer. 1997
		SFS-EN 583-1 Oförstörande materialprovning. Ultraljudprovning. Del 1: Allmänna principer. 1999
		SFS-EN 1435 Oförstörande provning av svetsar.

	Radiografering av svetsar. 1998	SFS-ISO 8501-1	Behandling av stålytor för beläggning med målningsfärg och liknande produkter. Visuell utvärdering av ytrenhet. Del 1: Rostgrader och förbehandlingsgrader för obelagt stål och för stål, från vars hela yta tidigare beläggning avslägsnats. 1990
SFS-EN 1714	Oförstörande provning av svetsar. Ultraljudprovning av svetsar. 1998		
SFS-EN 10002-1	Metalliska material: Dragprovning. Del 1: Provningsmetod. 1990		
SFS-EN 10045-1	Metalliska material. Slagsprovning med V- och U-provstav. Del 1: Provningsmetod. 1990	SFS-EN ISO 12944-1	Färg och lack. Korrosionsskydd av stålstrukturer genom målning. Del 1: Allmän inledning. 1998
SFS-EN 10160	Ultraljudprovning av plåt - ultraljudprovning av platta stålprodukter med tjocklek större än eller lika med 6 mm (reflektionsmetod). 1999	SFS-EN ISO 12944-2	Färg och lack. Korrosionsskydd av stålstrukturer genom målning. Del 2: Miljöklassificering. 1998
SFS-EN 10204	Metalliska produkter. Materialintyg. 1995	SFS-EN ISO 12944-3	Färg och lack. Korrosionsskydd av stålstrukturer genom målning. Del 3: Konstruktionsutformning. 1998
SFS-EN 10228-3	Oförstörande provning av stålsmidan. Del 3: Ultraljudsprovning av ferritiska och martensitiska stålsmidan. 1998	SFS-EN ISO 12944-4	Färg och lack. Korrosionsskydd av stålstrukturer genom målning. Del 4: Typer av ytor och förbehandling. 1998
SFS-EN 12223	Oförstörande materialprovning. Ultraljudprovning. Referensblock 1. 2000	SFS-EN ISO 12944-5	Färg och lack. Korrosionsskydd av stålstrukturer genom målning. Del 5: Rostskyddssystem. 1998
<b>KORROSION AV METALLER</b>		SFS-EN ISO 12944-6	Färg och lack. Korrosionsskydd av stålstrukturer genom målning. Del 6: Metoder för laboratorieprovning. 1998
SFS 4449	Ytbeläggningar av metaller. Varmförzinkning av ytvändigt gängade ståldetaljer. Metriska gängor. 1979	SFS-EN ISO 12944-7	Färg och lack. Korrosionsskydd av stålstrukturer genom målning. Del 7: Utförande och övervakning av målning. 1998
SFS 5873	Korrosionsskydd av metallkonstruktioner genom målning. Rekommendation för process- och skogsindustrin. 2000	SFS-EN ISO 12944-8	Färg och lack. Korrosionsskydd av stålstrukturer genom målning. Del 8: Upprättande av specifikationer för nymålning och underhåll. 1998
SFS-EN 22063	Metalliska och andra oorganiska beläggningar. Termisk sprutning. Zink, aluminium och deras legeringar. 1994		
SFS-EN ISO 1461	Oorganisk ytbeläggning - Varmörzinkade beläggningar på tillverkade järn- och stålföremål. Specifikationer och provningsmetoder. 1999	I B7 givna anvisningar och tillämpliga standarder gällande korrosionsskydd används också för takprodukter, som avses i Finlands byggbestämmelsesamlings del F2.	

## SKRUVAR, MUTTRAR OCH BRICKOR

		- Används i friktionförband som skruv i hållfasthetsklass 10.9.
SFS 2171	Metrisk skruvar och muttrar. Tekniska leveransvillkor. Översikt. 1968	DIN 6915 Hexagon nuts with large widths across flat for high strength structural bolting. December 1999
SFS 2172	Skruvar och muttrar. Toleranser. Utförande A, B och C. 1982	- Används i friktionsförband som mutter i hållfasthetsklass 10.
	- I friktionsförband används utförande A.	SFS-EN ISO 887 Rundbrickor för metrisk skruvar och muttrar. Allmänt. 2000
SFS 2197	Skruvar. Skruv- och gänglängder. Metrisk ISO-gängä. 1967	SFS-EN ISO 7089 Rundbrickor. Normal serie. Produktklass A. 2000
SFS 3898 ISO 273 EN 20273	Frigående hål för skruvar. 1992	
SFS-ISO 4014, EN 24014	Fästelement. Delgängade sexkantskruvar. Produktklasserna A och B. 1989 reviderad 1992	- Används i friktionsförband då skruvens hållfasthetsklass är 8.8 och mutterns hållfasthetsklass är 8. Materialet bör härvid motsvara materialet C 45 enligt DIN 17100, vilket har seghärdats till draghållfasthet 1000...2000 N/mm och HV-hårdenheten är 2950...3500 N/mm
SFS-ISO 4016, EN 24016	Fästelement. Delgängade sexkantskruvar. Produktklass C. 1989 reviderad 1992	SFS-EN ISO 7090 Rundbrickor med fas. Normalserie. Produktklass A. 2000
SFS-ISO 4017, EN 24017	Fästelement. Helgängade sexkantskruvar. Produktklasserna A och B. 1989 reviderad 1992	SFS-EN ISO 7091 Rundbrickor. Normalserie. Produktklass C. 2000
SFS-ISO 4018, EN 24018	Fästelement. Helgängade sexkantskruvar. Produktklass C. 1989 reviderad 1992	SFS 2043 Brickor. Toleranser. Utförande A och C. 1982
SFS-ISO 4032 EN 24032	Fästelement. Sexkant muttrar, utförande 1. Produktklasserna A och B. 1989 reviderad 1992	SFS 4717 U-balksbrickor. 1981
SFS-ISO 4034 EN 24034	Fästelement. Sexkant muttrar. Produktklass C. 1989 reviderad 1992	SFS 4718 I-balksbrickor. 1981
SFS-EN ISO 898-1	Fästelement. Hållfasthetsfordringar. Kolstål och legerat stål. Del 1: Skruvar och pinnskruvar. 2000	DIN 6916 Round washers for high-strength structural steel bolting. October 1989 -I friktionsförband är kraven desamma som har nämnts i samband med standarden SFS-ISO 7089.
SFS-EN 20898-2	Fastelement. Hållfasthetsfordringar. Del 2: Muttrar. Metrisk gänga. 1994	DIN 6917 Square taper washers for high-strength structural bolting of steel I sections. October 1989 -I friktionsförband är kraven desamma som har nämnts i samband med standarden SFS-ISO 7089.
DIN 6914	High-strength hexagon head bolts with large widths across flats for structural steel bolting. October 1989	<b>ÖVRIGA STANDARDER</b>
		SFS-EN 473 Kvalificering och certifiering av NDT-personal. Allmänna principer. 1993
		SFS-EN ISO 9013 Svetsning och besläktade metoder.



Kvalitetsklassificering och dimensionstoleranser för termiskt skurna (med oxygen/bränningslåga) ytor. 1996

Provningsmetodsstandard för brandmotstånd väljas i varje enskilda fall genom att diskutera mellan beställare, forskningsanstalt och miljöministeriet.

SFS 4193 Brandprovning av byggnadsdelar. Bestämning av brandmotståndsförmåga. 1978

eller

SFS-EN 1363-1 Provning av brandmotstånd. Del 1: Allmänna krav. 2000

SFS-EN 1363-2 Provning av brandmotstånd. Del 2: Alternativa och kompletterande metoder. 2000

SFS-EN 1365-1 Provning av brandmotstånd. Bärande byggnadsdelar. Del 1: Väggar. 2000

SFS-EN 1365-2 Provning av brandmotstånd. Bärande byggnadsdelar. Del 2: Mellan- och vindsbjälklag. 2000

SFS-EN 1365-3 Provning av brandmotstånd. Bärande byggnadsdelar. Del 3: Balkar. 2000

SFS-EN 1365-4 Provning av brandmotstånd. Bärande byggnadsdelar. Del 4: Pelare. 2000

eller

ISO 834-1 Fire resistance tests - Elements of building construction - Part 1: General requirements for fire resistance testing

ISO 834-4 Fire resistance tests - Elements of building construction - Part 4: Specific requirements for loadbearing vertical separating elements

ISO 834-5 Fire resistance tests - Elements of building construction - Part 5: Specific requirements for loadbearing horizontal separating elements

ISO 834-6 Fire resistance tests - Elements of building construction - Part 6: Specific requirements for loadbearing beams

ISO 834-7 Fire resistance tests - Elements of building construction - Part 7: Specific requirements for loadbearing columns

Stålbyggnadsförening r.f.: Stålnormkort Nr 3/1996  
Temperatur i brandutrymmet enligt rumsbrandmodell.

(Obs.: Normkort innehåller hänvisning till en gammal tabell i E1, från år 1980.)

Stålbyggnadsförening r.f.: Stålnormkort Nr 9/1998  
Typer och användningsområden av bultförband, förspänning av skruvar.

Stålbyggnadsförening r.f.: Stålnormkort Nr 11/2000  
Svängning av mellanbjälklag orsakad av gång.

NT FIRE 021

Insulation of steel structures: Fire protection. Finland 1985

Godkänt system för konstaterande av NDT-personalens kompetens

Nordtest Scheme for Examination and Certification of Non-destructive Testing Personnel

Åtdragning av skruvar på grundvalen av metod som baserar sig på mätning av vinkeländringen.

Allmän arbetsbeskrivning av brobyggnad: Stålkonstruktioner, punkt 3.75. Väg- och vattenbyggnadsstyrelsen. 1988