



Boverkets handbok om stålkonstruktioner, BSK 07



Boverkets handbok om stålkonstruksjoner, BSK 07

Titel: Boverkets handbok om stålkonstruktioner, BSK 07

Utgivare: Boverket november 2007

Upplaga: 4

Antal ex: 10 000

Tryck: Elanders Sverige AB

ISBN: 978-91-85751-58-7

ISSN: 1400-1012

Sökord: Balkar, beräkningsmetoder, BKR, BSK, bärförmåga, dimensionering, gränstillstånd, kontroll, korrosion, material, pelare, plan- och bygglagen, PBL, ramar, rostskydd, skruvförband, stål, stålkonstruktioner, svetsar, underhåll, utförande.

Dnr: 1226-3574/2007

Omslagsfoto: Mats Alm/Jolly Media

Publikationen kan beställas från:

Boverket, Publikationsservice, Box 534, 371 23 Karlskrona

Telefon: 0455-35 30 50

Fax: 0455-819 27

E-post: publikationsservice@boverket.se

Webbplats: www.boverket.se

Handboken finns som pdf på Boverkets webbplats. Den kan också tas fram i alternativt format på begäran

© Boverket 2007

INNEHÅLL

0	INLEDNING	7		
0:1	Handbokens utformning	7		
0:2	Beteckningar och förkortningar	8		
0:21	Beteckningar.....	8		
0:22	Förkortningar.....	11		
0:3	Byggprodukter med bestyrkta egenskaper.....	12		
0:4	Terminologi.....	12		
1	GILTIGHET OCH KRAV	14		
1:1	Giltighet.....	14		
1:2	Krav	15		
1:21	Krav i brottgränstillstånd	15		
1:211	Materialbrott och instabilitet.....	15		
1:212	Stjälpning, lyftning och glidning.....	15		
1:213	Olyckslaster och fortskridande ras.....	15		
1:214	Säkerhetsklasser	16		
1:215	Seghet.....	18		
1:22	Krav i bruksgränstillstånd.....	18		
1:221	Formändringar och förskjutningar	18		
1:222	Svängningar.....	19		
1:23	Beständighet	19		
1:3	Verifiering genom beräkning och provning.....	22		
1:31	Beräkning	22		
1:4	Redovisning.....	23		
1:41	Ritningar.....	23		
1:42	Svetsplan	25		
1:43	Monteringsplan.....	26		
1:44	Tilläggskontrollplan	26		
2	FÖRUTSÄTTNINGAR	27		
2:1	Laster.....	27		
2:11	Utmattningslast	27		
2:2	Karakteristiska materialvärden.....	28		
2:21	Hållfasthetsvärden	29		
2:22	Hållfasthetsvärden vid utmattningslast	36		
2:23	Elasticitetsmodul, skjuvmodul och tvärkontraktionstal	37		
2:24	Skruvförband.....	37		
2:25	Svetsförband.....	38		
2:3	Mått- och formavvikelser	40		
2:31	Pelare.....	40		
2:32	Balkar	41		
2:33	Måttavvikelser.....	42		
3	DIMENSIONERING I BROTTGRÄNSTILLSTÅND.....	43		
3:1	Giltighet	43		
3:2	Beräkningsprinciper	43		
3:3	Beräkning av krafter och moment	44		
3:31	Beräkningsmodell.....	44		
3:32	Gränslastteori	44		
3:33	Eftergivlighet i upplag, inspänningar och förband	45		
3:34	Tvångskrafter	45		
3:35	Lokal buckling	45		
3:36	Skålning och skjuvdeformationer.....	46		
3:4	Beräkning av bärförmåga	46		
3:41	Beräkningsmodell.....	46		
3:411	Töjningsfördelning	47		
3:412	Dimensioneringsvillkor för spänningar	48		
3:413	Lokal försvagning	49		
3:414	Plasticering och lokal buckling	49		
3:42	Dimensionerande materialvärden.....	52		

3:43	Arbetskurva.....	55	6:26	Tvärkraft och koncentrerad kraft	84
3:44	Egenspänningar.....	56	6:261	Tvärkraft	84
3:45	Skålning och skjuvdeformationer.....	56	6:262	Intryckning under koncentrerad kraft.....	86
3:46	Utmattning	58	6:263	Prägling.....	88
3:47	Skalkonstruktioner	58	6:27	Vridmoment.....	88
3:48	Skruvförband	58	6:271	Ren vridning	88
3:49	Svetsförband	59	6:272	Blandad vridning	89
4	DIMENSIONERING I BRUKSGRÄNSTILLSTÅND.....	61	6:273	Vridmoment, tvärkraft och böjmoment	89
4:1	Giltighet	61	6:3	Dimensionering av svetsförband.....	90
4:2	Beräkning av deformationer och svängningar	61	6:31	Beräkningssnitt	90
5	DIMENSIONERING GENOM PROVNING	63	6:311	Helt eller delvis genomsvetsat förband.....	90
6	BERÄKNINGSMETODER.....	65	6:312	Kälsvetsförband	90
6:1	Giltighet	65	6:32	Kapacitet i brottgränstillstånd	91
6:2	Beräkning av konstruktionsdelars bärförmåga.....	65	6:33	Samverkan i förband.....	93
6:21	Gränsvärden för tvärsnittsdelars slankhet	65	6:34	Utformning av svetsförband.....	94
6:211	Tvärsnittsklasser	65	6:4	Dimensionering av skruvförband.....	94
6:212	Beräkningsmetoder vid olika tvärsnittsklasser.....	68	6:41	Förutsättningar	94
6:22	Dragkraft.....	68	6:42	Beräkning av krafter	95
6:23	Tryckkraft	69	6:43	Skruvars kapacitet i brottgränstillstånd	96
6:231	Initialkrokighet, initiallutning och lastexcentricitet.....	69	6:431	Dragning	96
6:232	Eftergivlighet vid inspänning.....	69	6:432	Skjuvning.....	97
6:233	Reduktionsfaktor för böjknäckning.....	71	6:433	Kombinerad dragning och skjuvning.....	97
6:24	Böjmoment.....	74	6:44	Glidning	98
6:241	Tvärsnittsklasser	74	6:45	Utformning av förband	99
6:242	Formfaktorer vid böjning	74	6:5	Dimensionering med hänsyn till utmattning.....	102
6:243	Moment.....	75	6:51	Dimensioneringsprinciper.....	102
6:244	Vippning	75	6:511	Beräkning av spänningsvidd	102
6:25	Normalkraft och böjmoment	78	6:512	Dimensioneringsvillkor.....	102
6:251	Snittkontroll	79	6:52	Karakteristisk utmattningshållfasthet.....	103
6:252	Böjknäckning	81	6:521	Allmänt	103
6:253	Böjvridknäckning.....	83	6:522	Förbandsklass	103
			6:523	Hållfasthet vid konstant spänningsvidd	104

6:524	Dimensionering vid varierande spänningsvidd	107	8:431	Inträngning vid kälsvets	129
6:525	Utmattning av andning	110	8:432	Svetsning av ingjutningsgods	130
7	MATERIAL.....	111	8:44	Värmebehandling	130
7:1	Allmänna materialegenskaper	111	8:45	Svetsansvarigs kompetens	131
7:2	Grundmaterial.....	111	8:46	Svetsares kompetens	131
7:21	Allmänna krav	111	8:5	Skruvförband.....	131
7:22	Mått- och formtoleranser, homogenitet	112	8:51	Håltagning och hålpasning.....	131
7:23	Seghet.....	113	8:511	Icke passförband.....	132
7:24	Egenskaper i tjockleksriktningen....	115	8:512	Passförband	132
7:3	Tillsatsmaterial vid svetsning	116	8:52	Anliggningsytor.....	133
7:4	Fästelement.....	117	8:53	Montering av skruvar	134
7:41	Allmänna krav	117	8:54	Åtdragning och säkring	135
7:42	Skruvar och muttrar	117	8:541	Normal åtdragning.....	135
7:43	Brickor.....	118	8:542	Hög förspänning.....	136
7:44	Gängade konstruktionselement.....	119	8:6	Måttnoggrannhet vid tillverkning och montering	138
7:5	Intyg för material	119	8:61	Allmänt.....	138
7:6	Identifiering och märkning av material	119	8:62	Avvikelser i form hos färdig konstruktion.....	138
8	UTFÖRANDE	121	8:63	Trycköverförande kontaktyta	140
8:1	Allmänt.....	121	8:64	Förankring av stålkonstruktion.....	140
8:11	Kompetens hos arbetsledning	121	8:7	Rostskydd.....	141
8:12	Utförandeklasser.....	122	8:71	Allmänna krav	141
8:13	Skärklasser	123	8:72	Beläggning	142
8:14	Svetsklasser	124	8:721	Metoder för rostskydd med beläggning	142
8:15	Skruvförbandsklasser	125	8:722	Förbehandling före målning	142
8:2	Hantering av material	126	8:723	Målning	142
8:3	Ytor, bearbetning.....	126	8:724	Förbehandling och beläggning med metall.....	142
8:31	Allmänt.....	126	8:725	Exempel på rostskyddssystem	144
8:32	Termisk skärning.....	127	8:726	Typprovning av rostskyddsprodukter	145
8:33	Plastisk bearbetning.....	127	8:73	Katodiskt skydd.....	147
8:4	Utförande av svetsförband.....	128	8:74	Rostmån	147
8:41	Allmänt.....	128	8:75	Ingjutning i vattentät betong.....	148
8:42	Fogar	128	8:76	Brandskyddsmålning.....	148
8:43	Svetsarbete	129	8:8	Transport och hantering.....	149
			8:9	Montering.....	149
			9	KONTROLL	151

9:1	Allmänt	151	10:21	Allmänt	169
9:2	Dokumentation.....	151	10:22	Konstruktionsdelar.....	170
9:3	Dimensioneringskontroll.....	152	10:23	Svetsförband	170
9:4	Mottagningskontroll.....	153	10:24	Förband med fästelement	170
9:41	Byggprodukter med bestyrkta egenskaper.....	154	10:25	Rostskydd	170
9:42	Konstruktionsdelar som inte är byggprodukter med bestyrkta egenskaper.....	155	10:26	Tidsintervall för fortlöpande tillsyn	171
9:421	Kompetens hos fristående expert	155	10:3	Återkommande översyn.....	171
9:43	Mottagningskontroll av material	156	10:31	Allmänt	171
9:431	Stålmateriäl	156	10:32	Konstruktionsdelar.....	172
9:432	Tillsatsmaterial för svetsning	157	10:33	Svetsförband	172
9:433	Fästelement	157	10:34	Förband med fästelement	172
9:5	Utförandekontroll.....	158	10:35	Rostskydd	172
9:6	Grundkontroll.....	159	10:36	Tidsintervall för återkommande översyn	172
9:60	Allmänt	159	10:4	Åtgärder vid fel eller skada.....	173
9:61	Material.....	159	10:41	Allmänt	173
9:62	Mått, ytor och form	160	10:42	Rostskydd	173
9:63	Svetsförband	160	10:5	Underhållsredovisning	175
9:64	Skruvförband	161			
9:65	Rostskydd.....	161	BILAGA 1		
9:66	Brandskyddsmålning.....	161	Exempel på svetsplan	175	
9:7	Tilläggskontroll.....	162	BILAGA 2		
9:70	Allmänt	162	Exempel på tillägs- kontrollplan.....	178	
9:71	Objektanpassade kontrollåtgärder ..	162	BILAGA 3		
9:72	Konstruktionsdelar med drag- kraft i tjockleksriktningen	163	Förbandsklasser	181	
9:73	Svetsförband	164	BILAGA 4		
9:731	Visuell kontroll av svetsar.....	164	Rostskyddssystem.....	197	
9:732	Oförstörande provning av svetsar	165	BILAGA 5		
9:733	Annan kontroll	166	Täthetsprovning	207	
9:74	Katodiskt skydd	167	BILAGA 6		
			Standarder	209	
10 UNDERHÅLL.....	169		LITTERATURFÖRTECKNING.....	217	
10:1	Inledning	169	SAKREGISTER.....	219	
10:2	Fortlöpande tillsyn	169			

0 INLEDNING

0:1 Handbokens utformning

Boverkets handbok om stålkonstruktioner, BSK 07, ingår i en serie handböcker som Boverket ger ut som komplement till *Boverkets konstruktionsregler, BKR*. Övriga handböcker i serien är

- *Boverkets handbok om betongkonstruktioner (BBK 04)*
- *Dimensionering genom provning*
- *Boverkets handbok om snö- och vindlast (BSV 97)* och
- *Svängningar, deformationspåverkan och olyckslast*

Denna handbok är avsedd att användas tillsammans med *BKR* och innehåller

- utdrag ur *BKR*.

All text från *BKR* är inramad.

- kommentarer till reglerna i *BKR*, exempel på lösningar, metoder och beräkningsregler.

Föreskrifterna i *BKR* är bindande och gäller för nya byggnadsverk. För tillbyggnader gäller kraven också, men ibland med viss modifikation, eftersom hänsyn ska tas till omfattningen och byggnadens förutsättningar. För information om andra ändringar än avseende tillbyggnader se *Allmänna råd om ändring av byggnad (BÄR)*.

De allmänna råden i *BKR* innehåller generella rekommendationer om tillämpning av föreskrifterna och anger hur någon kan eller bör handla för att uppfylla föreskrifternas krav. Det står dock den enskilde fritt att välja andra lösningar och metoder, om dessa uppfyller föreskrifternas krav. De allmänna råden kan även innehålla vissa förklarande upplysningar. De allmänna råden föregås av texten Råd och är tryckta med mindre stil och indragen text i anslutning till den föreskrift som de hänför sig till.

Eventuella rättelser och ändringar till denna utgåva kommer att publiceras på Boverkets webbplats www.boverket.se (Ansvarig: Anders Sjelvgren tel: 0455-353055)

BSK 99 utarbetades inom en arbetsgrupp med

Göran Alpsten	Stålbyggnadskontroll AB
Johan Anderson	Stålbyggnadsinstitutet
Ruben Aronsson	Stålbyggnadsinstitutet
Staffan Boström	Banverket
Björn Christensson	Banverket
Lars Göransson	Boverket
Bertil Hagstad	Svensk Byggstålkontroll
Torsten Höglund	KTH
Bernt Johansson	LTU
Robert Ronnebrant	Vägverket
Anders Samuelsson	SSAB
Agneta Wargsjö	Vägverket
Sture Åkerlund	Boverket

Dessutom deltog ytterligare en grupp under ledning av Korrosionsinstitutet i arbetet.

Uppdateringen av *BSK 07* har utarbetats av

Göran Alpsten	Stålbyggnadskontroll AB
Anders Sjelvgren	Boverket

0:2 Beteckningar och förkortningar

0:21 Beteckningar

Här förklaras endast relativt vanliga beteckningar. Andra beteckningar förklaras i anslutning till den text där de används. Beteckningarna följer SS-ISO 3898. Index a, som betecknar konstruktionsstål, har dock utelämnats.

<i>A</i>	Area
<i>E</i>	Elasticitetsmodul
<i>F</i>	Kraft, påverkan
<i>G</i>	Skjuvmodul

I	Tröghetsmoment
M	Böjmoment
N	Normalkraft
T	Vridmoment
V	Tvärkraft
W	Böjmotstånd enligt elasticitetsteori
Z	Böj- eller vridmotstånd enligt plasticitetsteori
a	Avstånd, mått på kälsvets
b	Bredd
d	Diameter
e	Excentricitet
f	Hållfasthetsvärde
f_u	Brottgränsvärde
f_y	Sträckgränsvärde
i	Tröghetsradie
l, L	Längd
n	Antal
t	Tjocklek
α	Vinkel; förhållande
β	Vinkel; förhållande
γ	Partialkoefficient, förhållande
γ_f	Partialkoefficient för last
γ_m	Partialkoefficient för värde på materialegenskap
γ_n	Partialkoefficient för säkerhetsklass
ε	Töjning (stukning)
η	Formfaktor; utnyttjandegrad (förhållandet mellan och bärförmåga S_d/R_d)
λ	Slankhetstal
μ	Friktionskoefficient

σ	Normalspänning
σ_1, σ_2	Huvudspänningar
τ	Skjuvspänning
ω	Reduktionsfaktor
ω_b	Reduktionsfaktor vid vippning
ω_c	Reduktionsfaktor vid knäckning
ω_v	Reduktionsfaktor vid skjuvbuckling

Index:

b	Böjning, skruv
c	Tryck
cr	Kritisk
d	Dimensioneringsvärde
ef	Effektiv
fl	Fläns
FLS	Gränstillstånd vid utmattning
gr	Brutto
k	Karakteristiskt värde
net	Netto
r	Vidd, skillnad mellan max och min
t	Draging
u	Brott
ULS	Brottgränstillstånd
w	Svets, liv
x, y, z	Koordinatriktning
y	Sträckgräns

0:22 Förkortningar

<i>BBK 04</i>	<i>Boverkets Handbok om Betongkonstruktioner, BBK 04, Boverket, Karlskrona, 2004. ISBN 91-7332-687-9</i>
<i>BKR</i>	<i>Boverkets konstruktionsregler, BKR, (BFS 2003:06) med ändringar t.o.m. BFS 2007:20. ISBN 91-7147-740-3, Boverket, Karlskrona, 2003. (Innehåller ändringar t.o.m. BFS 2003:06)</i>
<i>BRO 2004</i>	<i>Vägverkets allmänna tekniska beskrivning för broar, BRO 2004. Vägverket, Borlänge, 2004:56 med supplement 1 2006:25.</i>
<i>BSV 97</i>	<i>Boverkets handbok om snö- och vindlast, utgåva 2, BSV 97. Boverket, Karlskrona, 1997. ISBN 91-7147-394-7</i>
BVL	Lagen om tekniska egenskapskrav på byggnadsverk, m.m. (1994:847)
DIN	Deutsches Institut für Normung
EN	Europastandard
ISO	International Organization for Standardization
<i>K18</i>	<i>K18, Dimensionering av stålkonstruktioner, utdrag ur Handboken Bygg, kapitel K18 och K19. Stålbyggnadsinstitutet, Stockholm, 1994. ISBN 91-38-12820-9</i>
MNC	Metallnormcentralen
PBL	Plan- och bygglagen 1987:10
SIS	Swedish Standards Institute
SMS	Svensk Material- & Mekanstandard
SS	Svensk standard
<i>StBK-N5</i>	<i>Norm för tunnplåtskonstruktioner 79</i>
TNC	Terminologicentrum

0:3 Byggprodukter med bestyrkta egenskaper

Begreppet byggprodukter med bestyrkta egenskaper används med de betydelser som anges i *BKR*, avsnitt 1:4.

0:4 Terminologi

Termer som inte särskilt förklaras i *BKR* eller i denna handbok, har den betydelse som anges i Tekniska nomenklaturcentralens publikation *Plan- och byggtermer 1994*, TNC 95.

Andning kallas det fenomen när initiella bucklor i en slank plåt (t.ex. balkliv) ökar och minskar vid varierande last i plåtens plan.

Bändning är en effekt som uppkommer i ett draget skruvförband vid stora deformationer i förbandets plåtar. Bändningen ger upphov till tillskottskrafter i skruvarna på grund av hävstångsverkan.

Drifttemperatur är, beroende på vilken egenskap som skall beaktas, den lägsta eller högsta temperatur som rimligtvis kan förekomma i konstruktionsdelen.

Effektiv bredd för en plan tvärsnittsdelen är den reducerade bredd som vid förutsatt linjär spänningsfördelning ger samma styvhet eller kapacitet som den verkliga tvärsnittsdelen vid icke linjär spänningsfördelning.

Effektiv tjocklek för en slank plan tvärsnittsdel är den reducerade tjocklek som vid förutsatt linjär spänningsfördelning ger samma styvhet eller kapacitet som den verkliga tvärsnittsdelen vid ickelinjär spänningsfördelning. Effektiv tjocklek används i dessa bestämmelser för att beakta de avvikelser från linjär spänningsfördelning som orsakas av buckling.

Effektivt tvärsnitt är ett tvärsnitt med en eller flera tvärsnittsdelar med effektiv tjocklek eller effektiv bredd.

Flytled, flytområde är ett begränsat område av en konstruktion inom vilket krökningen ökar väsentligt vid i stort sett konstant moment.

Fristående expert är en kontrollant som inte har deltagit i projekteringen eller utförandet. En sådan kontrollant kan utses av t.ex. byggherre, projektör, entreprenör eller tillverkare och ingår då i byggherrens egenkontrollsystem. En fristående expert kan i vissa fall av byggherren föreslås som fristående sakkunnig enligt PBL. Se även avsnitt 9:421.

Fristående sakkunnig enligt PBL är en kontrollant som ej har deltagit i projekteringen eller utförandet. Intyg eller kontroller av en sådan kontrollant kan krävas av byggnadsnämnden om nämnden bedömer att byggherrens egenkontroll enligt PBL ej är tillräcklig för att samhällskraven skall bli uppfyllda i särskilda delar av ett projekt. Byggherren föreslår vem som skall vara fristående sakkunnig och byggnadsnämnden beslutar om den kan godta den personen.

I-stumsvets är en genomsvetsad svets i ett stumförband med t.ex. I-fog, V-fog eller dubbel V-fog.

Kapacitet är en synonym till bärförmåga och är ofta använd i sammansättningar (t.ex. tvärkraftskapacitet, momentkapacitet). Om ej annat anges avses dimensioneringsvärdet för kapacitet.

Seghetsklass Stål och tillsatsmaterial indelas i olika seghetsklasser A – E, med hänsyn till materialets förmåga att motverka sprött brott. Klassindelningen baseras främst på stålets slagseghetsegenskaper vid provning med Charpy-V metoden.

Skålning är när en fläns i en böjd balk deformeras mot neutrala lagret.

1 GILTIGHET OCH KRAV

1:1 Giltighet

BKR, avsnitt 8

Reglerna i detta avsnitt avser bärande konstruktioner av stål (kolstål, kolmanganstål, mikrolegerat stål, seghärdat stål, termomekaniskt valsat stål, kallformningsstål och rostfritt konstruktionsstål).

Råd: Konstruktioner av tunn kallformad plåt, dimensionerade, utförda och kontrollerade enligt *StBK-N5, Norm för tunnplåtskonstruktioner 79*, uppfyller kraven för bärande konstruktioner i avsnitt 2.

BSK 07 är i första hand tillämplig för konstruktioner med godstjocklek i intervallet 3-100 mm.

BSK 07 behandlar inte rostfritt konstruktionsstål. Metoder för dimensionering av bärande konstruktioner i rostfritt konstruktionsstål finns i SS-EN 1993-1-4:2006 med tillhörande nationellt annex.

För tunnplåtskonstruktioner finns metoder för dimensionering i SS-EN 1993-1-3:2006 med tillhörande nationellt annex som kan användas som alternativ till *StBK-N5*.

1:2 Krav

1:21 Krav i brottgränstillstånd

1:211 Materialbrott och instabilitet

BKR, avsnitt 2:111

Bärande konstruktioner skall utformas och dimensioneras så att säkerheten mot materialbrott och mot instabilitet i form av knäckning, vippning, buckling o.d. är betryggande under konstruktionens utförande, dess livslängd samt vid brand.

Råd: Brott eller instabilitet kan även uppkomma på grund av deformationer i undergrunden.

Vid dimensionering baserad på sannolikheteoretisk metod ges säkerhetsindex β i *BKR* avsnitt 2:114.

1:212 Stjälpning, lyftning och glidning

BKR, avsnitt 2:112

Byggnadsverk och deras delar skall utformas och dimensioneras så att säkerheten mot stjälpning, lyftning och glidning är betryggande.

1:213 Olyckslaster och fortskridande ras

BKR, avsnitt 2:113

Byggnadsverk skall utformas så att riskerna för fortskridande ras är ringa. Detta får ske genom att de utformas och dimensioneras antingen så att de kan motstå olyckslast eller så att en primär skada begränsas. Skadan får inte medföra fortskridande ras och svår förstörelse för någon annan del av byggnadsverket än det primära skadeområdet och angränsande områden.

Särskilda åtgärder behöver inte vidtas för byggnadsverk där risken för allvarliga olycksfall vid ett fortskridande ras är ringa eller för byggnadsverk som är så små att en primär skada leder till total förstörelse.

Råd: Kravet för olyckslast och fortskridande ras gäller normalt endast byggnadsverksdelar i säkerhetsklass 3. Se Boverkets handbok *Svängningar, deformationspåverkan och olyckslast*.

Ett trapphus som utgör den enda utrymningsvägen i en byggnad skall alltid dimensioneras för olyckslast

1:214 Säkerhetsklasser

BKR, avsnitt 2:115

Med hänsyn till omfattningen av de personskador som kan befaras uppkomma vid brott i en byggnadsverksdel, skall byggnadsverksdelen hänföras till någon av följande säkerhetsklasser:

- säkerhetsklass 1 (låg), liten risk för allvarliga personskador,
- säkerhetsklass 2 (normal), någon risk för allvarliga personskador,
- säkerhetsklass 3 (hög), stor risk för allvarliga personskador.

Råd: Utöver krav på säkerhetsklass, som endast är relaterad till personskada, kan byggherren ställa högre krav, t.ex. med hänsyn till sakskada.

BKR, avsnitt 2:115 (forts.)

Vid val av säkerhetsklass skall följande principer tillämpas.

Byggnadsverksdelar får hänföras till *säkerhetsklass 1*, om minst ett av följande krav är uppfyllt:

- personer vistas endast i undantagsfall i eller invid byggnadsverket,
- byggnadsverksdelen är av sådant slag att ett brott inte rimligen kan befaras medföra personskada, eller
- byggnadsverksdelen har sådana egenskaper att ett brott inte leder till kollaps utan endast till obrukbarhet.

Byggnadsverksdelar skall hänföras till *säkerhetsklass 3*, om följande förutsättningar samtidigt föreligger:

- byggnadsverket är så utformad och använd att många personer ofta vistas i eller invid den,
- byggnadsverksdelen är av sådant slag att kollaps medför stor risk för personskador, och
- byggnadsverksdelen har sådana egenskaper att ett brott leder till omedelbar kollaps.

Övriga byggnadsverksdelar skall hänföras till lägst *säkerhetsklass 2*.

Vid dimensionering med partialkoefficientmetoden i brottgränstillstånd skall säkerhetsklassen för en byggnadsverksdel beaktas med hjälp av partialkoefficienten γ_n på följande sätt:

- säkerhetsklass 1, partialkoefficient $\gamma_n = 1,0$,
- säkerhetsklass 2, partialkoefficient $\gamma_n = 1,1$,
- säkerhetsklass 3, partialkoefficient $\gamma_n = 1,2$.

γ_n får sättas lika med 1,0 oavsett säkerhetsklass vid dimensionering med hänsyn till

- brand och
- olyckslast och till risken för fortskridande ras.

En förutsättning för att angivna värden på partialkoefficienten γ_n i säkerhetsklasserna 2 och 3 enligt avsnitt 2:115 skall få utnyttjas är att dimensioneringskontroll utförs.

1:215 Seghet

BKR, avsnitt 8:11

Stålkonstruktioner skall utformas, dimensioneras och utföras så att de får sådana seghetsegenskaper att en hastig spänningsökning eller en lokal spänningskoncentration inte leder till brott i konstruktionen.

Råd: Kravet på seghetsegenskaper kan anses vara uppfyllt, om konstruktionen utförs av material med egenskaper enligt *BSK 07* avsnitten 7:23 och 7:24.

1:22 Krav i bruksgränstillstånd

BKR, avsnitt 2:12

Råd: Utöver angivna krav i bruksgränstillstånd, som primärt endast är relaterade till säkerhet och hälsa, kan byggherren ställa högre krav t.ex. med hänsyn till utseende och komfort.

Finns inga andra krav kan, vid dimensionering med sannolikhetsteoretisk metod i princip enligt SS-ISO 2394:2002, risken för överskridande av bruksgränstillstånd sättas till $\beta = 1,3$ à $2,3$ beroende på typ av bruksgränstillstånd.

Beräkning av deformationer och svängningar bör utföras enligt elasticitetsteorin med en beräkningsmodell som på ett rimligt sätt beskriver konstruktionens styvhet, massa, dämpning och randvillkor.

1:221 Formändringar och förskjutningar

BKR, avsnitt 2:121

Byggnadsverksdelar och deras upplag skall ha sådan styvhet att deformationer eller förskjutningar av byggnadsverksdelen vid avsedd användning inte inverkar menligt på dess funktion eller skadar andra byggnadsverksdelar. Förutom den omedelbara deformationen då lasten påförs skall också beaktas inverkan av

- lastens varaktighet och variationer,
- byggnadsverksdelens miljö, innefattande temperatur och fuktighet, samt,
- materialets långtidsegenskaper.

1:222 Svängningar

BKR, avsnitt 2:122

Byggnadsverksdelar skall utformas så att uppkomna svängningar inte upplevs som besvärande.

1:23 Beständighet

BKR, avsnitt 2:13

Byggnadsverksdelar och material som ingår i bärande konstruktioner skall antingen vara beständiga eller kunna skyddas och underhållas, så att kraven i brottgräns- och bruksgränstillstånd uppfylls under byggnadsverkets livslängd.

Är permanent skydd inte möjligt skall förväntade förändringar av egenskaperna beaktas vid dimensioneringen eller skall konstruktionen utformas så att de påverkade delarna blir åtkomliga för återkommande skyddsåtgärder.

Råd: Med livslängd avses den vid dimensioneringen förväntade tid under vilken konstruktionen med normalt underhåll uppvisar erforderlig funktionsduglighet. Om inte annat kan påvisas vara riktiga re med hänsyn till byggnadsverkets art bör den dimensionerande livslängden för konstruktioner i säkerhetsklass 2 och 3 väljas till minst

- 50 år för byggnadsverksdelar som är åtkomliga för inspektion och underhåll och
- 100 år för byggnadsverksdelar som inte är åtkomliga för inspektion och underhåll.

Om någon annan livslängd än de ovan angivna väljs bör detta anges i bygghandlingarna.

BKR, avsnitt 8:12

Stålkonstruktioner skall utformas, dimensioneras och utföras med beaktande av risken för korrosion, avnötning och liknande företeelser.

Råd: Regler som behandlar rostskydd finns i avsnitt 8:56.

Med hänsyn till miljöns korrosivitet kan en konstruktionsdel av stål hänfö-
ras till någon av korrosivitetsklasserna C1 – C5 eller Im1-Im3 enligt tabell
1:23a – b. Referensvärden på medelavfrätningen för stål och zink finns i
tabell 1:23c. Korrosivitetsklasserna överensstämmer med de i SS-EN
ISO 12944-2:1998.

Rostskydd av stålkonstruktioner behandlas i avsnitt 8:7. Huvudprinciperna i bygglagstiftningens bestämmelser om underhåll samt exempel på lämpliga underhållssystem finns i avsnitt 10.

Tabell 1:23a Korrosiviteitsklasser enligt SS-EN ISO 12944-2:1998 med hänsyn till atmosfärens korrosivitet samt miljöexempel

Korrosiviteitsklass	Miljöns korrosivitet	Exempel på typiska miljöer	
		Utomhus	Inomhus
C1	Mycket liten	–	Uppvärmade utrymmen med torr luft och obetydliga mängder föroreningar, t.ex. kontor, affärer, skolor, hotell.
C2	Liten	Atmosfärer med låga halter luftföroreningar. Lantliga områden.	Icke uppvärmda utrymmen med växlande temperatur och fuktighet. Låg frekvens av fukt-kondensation och låg halt luftföroreningar, t.ex. sporthallar, lagerlokaler.
C3	Måttlig	Atmosfärer med viss mängd salt eller måttliga mängder luftföroreningar. Stadsområden och lätt industrialiserade områden. Områden med visst inflytande från kusten.	Utrymmen med måttlig fuktighet och viss mängd luftföroreningar från produktionsprocesser, t.ex. bryggerier, mejerier, tvätterier, uppvärmda ishallar.
C4	Stor	Atmosfärer med måttlig mängd salt eller påtagliga mängder luftföroreningar. Industri och kustområden.	Utrymmen med hög fuktighet och stor mängd luftföroreningar från produktionsprocesser, t.ex. kemiska industrier, simhallar, skeppsvarv, ej uppvärmda ishallar.
C5-I	Mycket stor (Industriell)	Industriella områden med hög luftfuktighet och aggressiv atmosfär.	Utrymmen med nästan permanent fukt-kondensation och stor mängd luftföroreningar.
C5-M	Mycket stor (Marin)	Kust- och offshoreområden med stor mängd salt i luften.	Utrymmen med nästan permanent fukt-kondensation och stor mängd luftföroreningar.

Tabell 1:23b Korrosiviteitsklasser för vatten och jord samt miljöexempel

Korrosiviteitsklass	Omgivning/användningsmiljö	Exempel
Im1	Sött vatten	Vattenkraftverksanläggningar
Im2	Havsvatten eller bräckt vatten	Hamnanläggningar
Im3	Jord	Nedgrävda tankar, rörledningar

Tabell 1:23c Medelavfrätning per år för stål och zink i olika korrosiviteitsklasser

Korrosiviteitsklass	Medelavfrätning per ytenhet och ensidig tjockleksreduktion (ettårig exponering ¹)			
	Stål		Zink	
	Medelavfrätning (g/m ²)	Tjockleksreduktion (μm)	Medelavfrätning (g/m ²)	Tjockleksreduktion (μm)
C1	≤ 10	≤ 1,3	≤ 0,7	≤ 0,1
C2	> 10 till 200	> 1,3 till 25	> 0,7 till 5	> 0,1 till 0,7
C3	> 200 till 400	> 25 till 50	> 5 till 15	> 0,7 till 2,1
C4	> 400 till 650	> 50 till 80	> 15 till 30	> 2,1 till 4,2
C5-I	> 650 till 1500	> 80 till 200	> 30 till 60	> 4,2 till 8,4
C5-M	> 650 till 1500	> 80 till 200	> 30 till 60	> 4,2 till 8,4

¹ Avfrätningshastigheten är i allmänhet högre i början av exponeringen.

1:3 Verifiering genom beräkning och provning

BKR, avsnitt 2:3

Dimensionering skall ske genom beräkning, provning eller genom någon kombination därav. Beräkning och provning fordras dock inte, om detta är uppenbart obehövligt.

En färdig konstruktion har tillräcklig stadga när ranglighet, svajning (svängningar), besvärande sprickbildningar, deformationer o. d. förekommer i endast obetydlig omfattning.

Beräkningsreglerna i avsnitten 2 – 6 är anpassade till partialkoefficientmetoden, men kan i tillämpliga delar även användas vid sannolikhetsteoretisk metod.

1:31 Beräkning

BKR, avsnitt 2:31

Beräkningar skall baseras på en beräkningsmodell som i rimlig utsträckning beskriver konstruktionens verkningssätt i aktuella gränstillstånd. Vald beräkningsmodell och ingångsparametrar skall redovisas.

Om osäkerheten hos en beräkningsmetod är stor, skall man ta hänsyn till detta. Vid beräkning av tvångskrafter skall konstruktionens verkningssätt i aktuellt gränstillstånd beaktas.

Råd: Exempel på faktorer som bör beaktas är

- eftergivlighet hos upplag, inspänning och avstyvning,
- tilläggskrafter och tilläggsmoment orsakade av deformationer,
- lastexcentriciteter,
- samverkan mellan konstruktioner/konstruktionsdelar
- tidseffekter samt
- byggmetoder.

1:4 Redovisning

BKR, avsnitt 2:34

Bärande konstruktioner skall redovisas på ritningar och i andra handlingar på sådant sätt att det kan kontrolleras att kraven på bärförmåga, stadga och beständighet är uppfyllda.

1:41 Ritningar

Ritningarna till en stålkonstruktion bör innehålla följande:

- a) Uppgift om vilka regler som gäller för dimensioneringen respektive utförandet samt uppgift om säkerhetsklass.
- b) Uppgift om lastförutsättningar och livslängd (jämför avsnitt 1:22). Dessa kan ofta anges genom hänvisning till något avsnitt i *BKR*.
- c) Uppgift om korrosivetsklass enligt tabell 1:23a – c.
- d) Uppgift om grundmaterial beträffande
 - hållfasthet,
 - seghetsegenskaper.Dessa uppgifter kan lämpligen anges genom hänvisning till standarder.
- e) Uppgift om utförandeklass och skärklass.

- f) Uppgift om svetsförband med angivande av
- svetskvalitet,
 - svetstyp,
 - eventuell värmebehandling och bearbetning,
- underlag för val av elektrodtyp (hållfasthetsklass, R_m och seghetsklass, se avsnitt 2:25 samt eventuell begränsning av vätehalten).
- Svetskvalitet bör anges med hjälp av svetsklasser enligt tabell 8:14. Svetstyp bör anges med tillämpning av svetsbeteckningar enligt SS-ISO 2553:1994.
- Eventuell hänvisning till svetsplan.
- g) Uppgift om kontaktytor som förutsätts överföra tryckkraft genom anläggning (jämför avsnitt 8:63).
- h) Uppgift om skruvförband med angivande av
- skruvförbandsklass,
 - skruvars och muttrars hållfasthet och dimensioner (diameter och längd),
 - skruvarnas placering,
 - eventuell behandling av förbandets anliggningsytor.
- i) Uppgift om mått för tillverkning och för montering vid en referenstemperatur. Referenstemperaturen $+20^{\circ}\text{C}$ används för konstruktioner i uppvärmda utrymmen och $+5^{\circ}\text{C}$ i övrigt om inget annat anges.
- j) Uppgift om toleranser för sådana mått där avvikelser är av väsentlig betydelse för konstruktionens bärförmåga och funktion.
- k) Uppgift om rostskydd eller andra åtgärder för att beakta risken för korrosion.
- l) Uppgift om brandklass i förekommande fall.
- m) Hänvisning till monteringsplan.
- n) Uppgift om erforderlig grundkontroll och tilläggskontroll. Dessa uppgifter anges lämpligen genom hänvisning till avsnitt 9 respektive tilläggskontrollplan enligt avsnitt 1:44.

1:42 Svetsplan

BKR, avsnitt 8:532

Svetsplan skall upprättas för svetsarbete. Undantag får göras för enklare arbete av rutinkaraktär.

Råd: Den som leder och övervakar svetsarbetet bör i samråd med konstruktören upprätta svetsplanen.
Vid sådant svetsarbete av komplicerad art där praktiska erfarenheter saknas bör provsvetsning utföras innan svetsplan upprättas.
Exempel på vad svetsplanen bör innehålla framgår av *BSK* avsnitt 1:42.

Svetsarbete av rutinkaraktär kan vara sådant arbete där tillverkaren har omfattande praktiska erfarenheter av bl.a. svetsmetod, konstruktions- och fogutformning, tillsatsmaterial och svetsparametrar.

Svetsplanen bör innehålla tillämpliga uppgifter om

- a) Svetsmetod
- b) fogtyp och fogberedning
- c) svetsläge och svetsföljd
- d) tillsatsmaterialens typ och dimension
- e) svetsparametrar vid mekaniserad svetsning
- f) erforderliga åtgärder före, under och efter svetsning, t.ex. förhöjd arbetstemperatur
- g) tillfälliga svetsar som inte anges på ritning eller monteringsplan och som erfordras med hänsyn till tillverkning, hantering, transport eller montering (t.ex. s.k. clips, stödplåtar och lyftöron) samt om och hur dessa bör avlägsnas.

Vissa av uppgifterna i svetsplanen kan t.ex. ges med hänvisning till svetsdatablad (WPS) som biläggs planen.

Ett exempel på svetsplan finns i bilaga 1, sidan 175.

1:43 Monteringsplan

BKR, avsnitt 8:57

För monteringsarbete skall en monteringsplan upprättas. Montering får inte påbörjas förrän monteringsplan föreligger.

Råd: Den som leder och övervakar monteringsarbetet bör i samråd med konstruktören upprätta monteringsplanen.

Exempel på vad en monteringsplan bör innehålla framgår av *BSK* avsnitt 1:43.

Monteringsplanen förutsätts beakta uppkommande påverkan under lyft och hantering samt under byggskedet.

Monteringsplanen bör innehålla tillämpliga uppgifter om

- a) ordningsföljd vid montering
- b) anordning av tillfälliga förband
- c) anordning av tillfälliga stagningar och förankringar
- d) erforderliga monteringsställningar
- e) läge för och erforderlig anordning av lyftpunkter
- f) beaktande av förekommande skivverkan.

1:44 Tilläggskontrollplan

BKR, avsnitt 2:621, fjärde stycket

För tilläggskontrollen skall en plan upprättas.

Tilläggskontrollplanen bör innehålla tillämpliga uppgifter om kontrollmetod och kontrollomfattning för aktuell konstruktionsdel, se avsnitt 9.

Ett exempel på tilläggskontrollplan finns i bilaga 2, sidan 178.

2 FÖRUTSÄTTNINGAR

BKR, avsnitt 2:5, första stycket

En konstruktion skall

...

projekteras så att arbetet kan utföras på ett sådant sätt att avsedd utformning uppnås och så att förutsatt underhåll kan ske

...

En konstruktion bör t.ex. ges sådana mått att utrymmet blir tillräckligt för att utföra svetsning, ytbehandling och normal underhållsmålning med ett fullgott resultat. Utformningen av konstruktioner som avses rostskyddas genom ytbehandling bör uppfylla avsnitt 8 nedan, samt följa råd och anvisningar i *Handbok i Rostskyddsmålning, bulletin 107, Korrosionsinstitutet*.

2:1 Laster

2:11 Utmattningslast

BKR, avsnitt 2:21, fjärde – sjätte styckena

Laster med så många lastvariationer att utmattningsbrott kan uppträda skall betraktas som utmattningslaster.

Råd: När det gäller byggnader behöver normalt endast följande laster betraktas som utmattningslast:

- Dynamiska krafter från rörliga delar i maskiner.
- Vindlast om inverkan av vindstötter eller virvelavlösning har betydelse.

Last av kranar, traverser och andra transportanordningar kan vara utmattningslast.

BKR, avsnitt 8:21

En bedömning från fall till fall får avgöra om laster som inte behandlas i avsnitt 2:21 skall betraktas som utmattningslast.

En last som under konstruktionens livslängd ger mindre än 10^3 spänningscykler behöver inte behandlas som utmattningslast.

Beträffande utmattningslaster från fordon i allmän väg- eller gatutrafik som påverkar byggnadsdelar se *BRO 2004*, 21.2226.

2:2 Karakteristiska materialvärden

BKR, avsnitt 2:22, andra stycket

Det karakteristiska värdet skall sättas till den nedre 5-procentsfraktilen för ett materials hållfasthetsegenskaper och för deformationsegenskaper som påverkar bärförmågan, om inget annat anges i respektive materialavsnitt. För deformationsegenskaper som inte påverkar bärförmågan väljs 50-procentsfraktilen.

BKR avsnitt 8:11

Stålkonstruktioner skall utformas, dimensioneras och utföras så att de får sådana seghetsegenskaper att en hastig spänningsökning eller en lokal spänningskoncentration inte leder till brott i konstruktionen. Material i hållfasthetsklass S355 skall vara slagseghetsprovad vid -20° C med minst 27 J slagenergi.

BKR, avsnitt 8:22

De grundvärden på hållfasthet och andra egenskaper som anges i detta avsnitt förutsätter material som uppfyller materialkraven i avsnitt 8:4.

Grundvärdena gäller för konstruktioner med en drifttemperatur inom intervallet -40°C till 100°C.

2:21 Hållfasthetsvärden

BKR, avsnitt 8:221

För allmänna konstruktionsstål skall karakteristiska värden f_{yk} väljas lika med minimivärdet för den övre sträckgränsen eller 0,2-gränsen och f_{uk} lika med minimivärdet för brottgränsen.

Råd: Exempel på konstruktionsstål och tillhörande karakteristiska hållfasthetsvärden finns i *BSK 07*.
Motsvarande beteckning enligt SS-EN 10 002-1 är R_{eH} , $R_{p0,2}$ respektive R_m . SS-ISO 3898 använder beteckningen $f_{y, sup}$ för övre sträckgräns.

Det fordrade minimivärdet f_{yk} motsvarar ungefär 0,01-fraktilen.

...

Utöver sträckgränsen eller 0,2-gränsen och brottgränsvärdet skall materialet uppfylla följande tre seghetskrav:

$$f_{uk}/f_{yk} \geq 1,10,$$

brottförlängningen skall vara $\geq 14\%$, samt

$$\varepsilon_u \geq 15 \cdot \varepsilon_y$$

Där brottförlängningen och brottöjningen ε_u är enligt EN 10002 – 1:2001 och $\varepsilon_y = f_{yk}/E_k$.

Vid kalibrering av partialkoefficienter har hänsyn tagits till att det karakteristiska värdet för f_{yk} motsvarar ungefär 0,01- mot normalt 0,05-fraktilen.

Exempel på karakteristiska hållfasthetsvärden för stål enligt SS-EN 10025:2004, SS-EN 10149:1996, SS-EN 10210:2006 och SS-EN 10219:2006 anges i tabell 1:21a – h.

Tabell 2:21a **Karakteristiska hållfasthetsvärden för stål enligt SS-EN 10025-2:2004, varmvalsade olegerade konstruktionsstål**

SS-EN 10025-2:2004 Seghetsklass			Godstjocklek (mm)	Karakteristisk hållfasthet		
B	C	D		f_{uk} (MPa)	f_{yk} (MPa)	
S235JR	S235J0	S235J2	– 16	360	235	
			(16) – 40	360	225	
			(40) – 100	360	215	
S275JR	S275J0	S275J2	– 16	410	275	
			(16) – 40	410	265	
			(40) – 63	410	255	
			(63) – 80	410	245	
			(80) – 100	410	235	
			S355J2	– 16	470	355
				(16) – 40	470	345
				(40) – 63	470	335
(63) – 80	470	325				
		(80) – 100	470	315		

Tabell 2:21b **Karakteristiska hållfasthetsvärden för stål enligt
SS-EN 10025-3:2004, normaliserade varmvalsade
svetsbara finkornstål**

SS-EN 10025-3:2004 Seghetsklass		Godstjocklek (mm)	Karakteristisk hållfasthet	
D	E		f_{uk} (MPa)	f_{yk} (MPa)
S355N	S355NL	– 16	470	355
		(16) – 40	470	345
		(40) – 63	470	335
		(63) – 80	470	325
		(80) – 100	470	315
S420N	S420NL	– 16	520	420
		(16) – 40	520	400
		(40) – 63	520	390
		(63) – 80	520	370
		(80) – 100	520	360
S460N	S460NL	– 16	540	460
		(16) – 40	540	440
		(40) – 63	540	430
		(63) – 80	540	410
		(80) – 100	540	400

Tabell 2:21c **Karakteristiska hållfasthetsvärden för stål enligt
SS-EN 10025-4:2004, termomekaniskt behandlade
varmvalsade svetsbara finkornstål**

SS-EN 10025-4:2004 Seghetsklass		Godstjocklek (mm)	Karakteristisk hållfasthet	
D	E		f_{uk} (MPa)	f_{yk} (MPa)
S355M	S355ML	– 16	470	355
		(16) – 40	470	345
		(40) – 63	450	335
		(63) – 80	440	325
		(80) – 100	440	325
S420M	S420ML	– 16	520	420
		(16) – 40	520	400
		(40) – 63	500	390
		(63) – 80	480	380
		(80) – 100	470	370
S460M	S460ML	– 16	540	460
		(16) – 40	540	440
		(40) – 63	530	430
		(63) – 80	510	410
		(80) – 100	500	400

Tabell 2:21d Karakteristiska hållfasthetsvärden för stål enligt **SS-EN 10025-6:2004**, plåt och bredplattstång av hög-hållfast konstruktionsstål i seghärdat tillstånd

SS-EN 10025-6:2004 Seghetsklass		Godstjocklek (mm)	Karakteristisk hållfasthet	
D	E		f_{uk} (MPa)	f_{yk} (MPa)
S460QL	S460QL1	– 50	550	460
		(50) – 100	550	440
S500QL	S500QL1	– 50	590	500
		(50) – 100	590	480
S550QL	S550QL1	– 50	640	550
		(50) – 100	640	530
S620QL	S620QL1	– 50	700	620
		(50) – 100	700	580
S690QL	S690QL1	– 50	770	690
		(50) – 100	760	650

Tabell 2:21e Karakteristiska hållfasthetsvärden för stål enligt **SS-EN 10 149:1996**, varmvalsade platta produkter av höghållfast kallformningsstål

SS-EN 10 149:1996 Seghetsklass		Godstjocklek (mm)	Karakteristisk hållfasthet	
B	D		f_{uk} (MPa)	f_{yk} (MPa)
S260NC	S260NC ¹	1,5 – 20	370	260
S315MC	S315MC ¹	1,5 – 20	390	315
S315NC	S315NC ¹	1,5 – 20	430	315
S355MC	S355MC ¹	1,5 – 20	430	355
S355NC	S355NC ¹	1,5 – 20	470	355
S420MC	S420MC ¹	1,5 – 20	480	420
S420NC	S420NC ¹	1,5 – 20	530	420
S500MC	S500MC ¹	1,5 – 20	550	500

¹ Stål beställda med provning av slagseghet enligt EN 10149-1 avsnitt 11, option 5.

Tabell 2:21f **Karakteristiska hållfasthetsvärden för stål enligt
SS-EN 10 210:2006, varmbearbetade konstruktionsrör
av olegerat stål och finkornstål**

SS-EN 10 210:2006 Seghetsklass			Godstjocklek (mm)	Karakteristisk hållfasthet		
B	D	E		f_{uk} (MPa)	f_{yk} (MPa)	
S235JRH			- 16	360	235	
			(16) - 40	360	225	
			(40) - 63	360	215	
	S275J2H			- 16	410	275
				(16) - 40	410	265
				(40) - 63	410	255
	S355J2H			- 16	470	355
				(16) - 40	470	345
				(40) - 63	470	335
	S355NH	S355NLH		- 16	470	355
				(16) - 40	470	345
				(40) - 65	470	335
	S420NH	S420NLH		- 16	520	420
				(16) - 40	520	400
	S460NH	S460NLH		- 16	540	460
				(16) - 40	540	440

Tabell 2:21g **Karakteristiska hållfasthetsvärden för stål enligt SS-EN 10 219:2006, kallformade svetsade konstruktionsrör av olegerat stål och finkornstål**

SS-EN 10 219:2006 Seghetsklass			Godstjocklek (mm)	Karakteristisk hållfasthet		
B	D	E		f_{uk} (MPa)	f_{yk} (MPa)	
S235JRH			- 16	360	235	
			(16) - 40	360	225	
	S275J2H			- 16	410	275
				(16) - 40	410	265
	S355J2H			- 16	470	355
				(16) - 40	470	345
	S355NH	S355NLH		- 16	470	355
				(16) - 40	470	345
	S355MH	S355MLH		- 16	450	355
				(16) - 40	450	345
	S420MH	S420MLH		- 16	500	420
				(16) - 40	500	400
	S460MH	S460MLH		- 16	530	460
				(16) - 40	530	440

Tabell 2:21h **Karakteristiska hållfasthetsvärden för stål enligt SS-EN 10025-5:2004, konstruktionsstål med förbättrat motstånd mot atmosfärisk korrosion**

SS-EN 10025-5:2004 Seghetsklass		Godstjocklek (mm)	Karakteristisk hållfasthet		
C	D		f_{uk} (MPa)	f_{yk} (MPa)	
S235J0W	S235J2W	– 16	360	235	
		(16) – 40	360	225	
		(40) – 100	360	215	
	S355J2WP ¹	– 16	470	355	
		(16) – 40	470	345 ²	
		S355J2W	– 16	470	355
			(16) – 40	470	345
		(40) – 63	470	335	
		(63) – 80	470	325	
		(80) – 100	470	315	

¹ Krav på slagseghet verifieras genom provning.

² Detta värde gäller endast för profiler och stänger.

2:22 Hållfasthetsvärden vid utmattningslast

BKR , avsnitt 8:222

Hållfasthetsvärden vid utmattningslast skall bestämmas med beaktande av spänningsvariationernas storlek och antal samt inverkan av spänningsanvisningar och arbetsutförande.

Den karakteristiska utmattningshållfastheten skall väljas så att den inte överstiger medelvärdet minskat med dubbla standardavvikelsen vid utmattningsprovning av provkroppar med motsvarande utformning och anvisningsverkan.

Se även avsnitt 6:5.

2:23 Elasticitetsmodul, skjuvmodul och tvärkontraktionstal

BKR , avsnitt 8:223

Om inte andra värden påvisas vara riktigare, skall de karakteristiska värdena E_k för elasticitetsmodulen och G_k för skjuvmodulen bestämmas till 210 GPa respektive 81 GPa.

...

Vid konstruktioner som förutsätter samverkan mellan stål och betong, får armeringens elasticitetsmodul ges samma karakteristiska värde som det som gäller för konstruktionsstålet.

Råd: Tvärkontraktionstalet kan väljas till 0,3 i elastiskt tillstånd och till 0,5 i plastiskt tillstånd.

2:24 Skruvförband

BKR , avsnitt 8:224

Dimensionering av skruvförband skall baseras på karakteristiska värden f_{buk} på skruvars brotthållfasthet enligt följande tabell 8:224a.

Tabell 8:224a **Karakteristiska hållfasthetsvärden för skruvar**

Beteckning	f_{buk} (MPa)
Skruv 8.8	800
Skruv 10.9	1000

2:25 Svetsförband

BKR, avsnitt 8:225

Råd: Kolekvivalenten bör speciellt beaktas för svetsade konstruktioner.

Dimensionering av svetsförband skall baseras på följande förutsättningar:

- För egensvetsgods av standardiserade elektroder skall karakteristisk hållfasthet f_{euk} sättas lika med nominellt minimivärde av brotthållfastheten (R_m).
- För egensvetsgods av elektroder som inte är standardiserade skall f_{euk} sättas lika med nominellt minimivärde på brotthållfastheten enligt tillverkarens dokumentation.

Råd: Standardiserade elektroder finns i SS-EN 13479:2005. Hållfasthetsegenskaper hos icke standardiserade elektroder bör kontrolleras enligt SS-EN 14532-1:2005.

Standardiserade elektroder finns i SS-EN ISO 2560:2005 och SS-EN 757:1997 för belagda elektroder för metallbågsvetsning, SS-EN 758:1997 och SS-EN ISO 18276:2006 för rörelektroder för MAG/MIG-svetsning, SS-EN 440:1995 och SS-EN ISO 16834:2007 för trådelektroder för MAG/MIG-svetsning samt SS-EN 756:2004 och SS-EN 14295:2004 för trådelektroder till pulverbågsvetsning. Exempel på belagda elektroder och rörelektroder för MAG/MIG-svetsning anges i tabell 2:25a – b.

Se även avsnitt 7:3.

Tabell 2:25a Exempel på belagda elektroder för metallbågsvetsning enligt SS-EN ISO 2560:2005 och SS-EN 757:1997

Elektrodhållfasthetsklass, R_m (MPa)	Sträckgräns (MPa)	Seghetsklass för elektrod	Elektroder
440	355	C	SS-EN ISO 2560-E 35 0
440	355	E	SS-EN ISO 2560-E 35 4 B
500	420	D	SS-EN ISO 2560-E 42 2 B
500	420	E	SS-EN ISO 2560-E 42 4 B
690	620	E	SS-EN 757-E 62 4 B

Tabell 2:25b Exempel på rörelektroder för MAG/MIG-svetsning enligt SS-EN 758:1997 och SS-EN ISO 18276:2006

Elektrodhållfasthetsklass, R_m (MPa)	Sträckgräns (MPa)	Seghetsklass för elektrod	Elektroder
440	355	C	SS-EN 758-T 35 0
440	355	E	SS-EN 758-T 35 4 B
500	420	D	SS-EN 758-T 42 2 B
500	420	E	SS-EN 758-T 42 4 B
690	620	E	SS-EN ISO 18276-A T 62 4

2:3 Mått- och formavvikelser

BKR, avsnitt 2:23

Mått- och formavvikelser skall beaktas vid dimensioneringen, om de är av betydelse för verifiering av att kraven i brottgräns- och bruksgränstillstånden är uppfyllda. Härvid får måttavvikelser hos enskilda konstruktionsdelar och byggnadsstommar behandlas var för sig.

Avvikelserna kan beaktas genom att krafter och moment beräknas under förutsättning att avvikelserna minst uppgår till de på ritningar eller i beskrivningar angivna toleranserna. Alternativt kan avvikelserna beaktas genom att beräkningen av kapacitet utförs med sådana metoder som beaktar inverkan av avvikelser i mått och form, jämför avsnitt 6:2.

Avvikelser i mått och form som har väsentlig betydelse för bärformågan är exempelvis

- krokighet hos pelare och strävor,
- skevhet och bucklor hos fläns- och livplåtar samt
- andra liknande avvikelser som har betydelse vid dimensionering enligt andra ordningens teori.

Avvikelser i balkars spännvidd, pelares och strävors längd har normalt försumbar inverkan om de inte ger upphov till väsentliga tvångskrafter.

2:31 Pelare

BKR, avsnitt 8:226

Vid dimensionering av pelare och andra liknande tryckta konstruktionsdelar med normala tillverknings- och monterings toleranser skall avvikelser i mått och form beaktas.

- Råd: Dessa avvikelser bör beaktas på följande sätt, såvida en särskild utredning inte påvisar att något annat är riktigare:
- Konstruktionen antas ha en ej avsedd initialkrokighet och initiallutning i betraktad utböjningsriktning.
 - Initialkrokigheten uttrycks som det största avståndet e_0 mellan verklig och teoretisk systemlinje. Krokigheten förutsätts vara sinus- eller parabelformad med en pilhöjd $e_0 = 0,0015l$, där l betecknar pelarens längd. För delsträckor av en längre konstruktion bör samma regler tillämpas.
 - Initiallutningen förutsätts vara 0,005 för en konstruktionsdel som inte samverkar med andra. Om flera konstruktionsdelar samverkar, får initiallutningen antas vara mindre.
 - Inverkan av en icke avsedd lastexcentricitet får anses vara beaktad genom förutsättningen om initialkrokighet.

Större värden på toleranser än de som normalt gäller för tillverkning och montering får tillämpas. I så fall skall också motsvarande större värden ingå i beräkningsförutsättningarna.

2:32 Balkar

Avvikelser i mått och form för böjda balkar bör beaktas genom att beräkningen utförs med förutsatt minsta initialkrokighet och minsta initialbucklor enligt de toleransvärden som anges i figur 8:62. Vid större toleransvärden bör dessa antas som beräkningsförutsättningar.

2:33 Måttavvikelser

Måttavvikelser som kan ha väsentlig betydelse för bärförmågan är exempelvis:

- avvikelse i tvärsnittsmått,
- avvikelse i skruvplacering,
- avvikelse i a-mått för svetsar.

Avvikelser i tvärsnittsmått kan anses vara beaktade i dimensioneringsvärdena för hållfasthet och för elasticitetsmodul enligt avsnitt 3:42 om förutsatta toleranser inte överstiger värden enligt avsnitt 7:12. Om större toleranser förutsätts bör inverkan av avvikelserna beaktas genom att beräkning av krafter och moment och beräkning av kapacitet utförs med ett reducerat tvärsnitt. Måtten för det reducerade tvärsnittet erhålls genom att minska de nominella måtten med skillnaden mellan förutsatta toleranser och de i 7:12 angivna toleranserna.

Avvikelser i svetsars a-mått och i skruvars placering, som uppfyller SS-EN ISO 5817:2007 respektive *Toleranser för stålkonstruktioner*, publikation 112, Stålbyggnadsinstitutet, 1992, är beaktade i dimensioneringsmetoderna enligt avsnitten 6:3 och 6:4.

3 DIMENSIONERING I BROTTGRÄNSTILLSTÅND

3:1 Giltighet

Detta avsnitt är tillämpligt för sådana konstruktionselement som balkar, pelare, strävor, ramar, bågar, fackverk, skal, skivor o.d. av normal typ och med vanlig tvärsnitts- och detaljutformning. Konstruktionselementen förutsätts utförda av stål med hållfasthetsvärden inom de gränser som framgår av avsnitt 2:21, tabell (a) – (g).

För andra fall hänvisas till litteraturen eller till Boverkets handbok *Dimensionering genom provning*.

3:2 Beräkningsprinciper

BKR, avsnitt 2:31

Beräkningar skall baseras på en beräkningsmodell som i rimlig utsträckning beskriver konstruktionens verkningsätt i aktuella gränstillstånd. Vald beräkningsmodell och ingångsparametrar skall redovisas.

Om osäkerheten hos en beräkningsmetod är stor, skall man ta hänsyn till detta. Vid beräkning av tvångskrafter skall konstruktionens verkningsätt i aktuellt gränstillstånd beaktas.

Råd: Exempel på faktorer som bör beaktas är

- eftergivlighet hos upplag, inspanning och avstyvning,
- tilläggskrafter och tilläggsmoment orsakade av deformationer,
- lastexcentriciteter,
- samverkan mellan konstruktioner/konstruktionsdelar
- tidseffekter samt
- byggmetoder

3:3 Beräkning av krafter och moment

3:31 Beräkningsmodell

BKR, avsnitt 8:311, första stycket

Beräkningsmodellen skall särskilt beakta inverkan av följande faktorer, om deras inverkan inte har försumbar betydelse för resultatet:

- lokal buckling,
- skålning och skjuvdeformationer

BKR, avsnitt 8:3122, första stycket

Vid utmattningslast skall beräkning av lasteffekter utföras enligt elasticitetsteorin.

3:32 Gränslastteori

BKR, avsnitt 8:311, andra stycket

Om gränslastteori tillämpas vid beräkningen av krafter och moment, skall konstruktionen utformas så att dess deformationsförmåga är tillräckligt stor för att den avsedda fördelningen av krafter och moment skall uppnås.

Råd: Exempel på hur detta deformationskrav kan uppfyllas finns i *BSK 07* avsnitt 3:32.

Deformationsförmågan kan anses vara tillräcklig om följande villkor är uppfyllda:

- Konstruktionen utförs av stål i seghetsklass B eller bättre och med i övrigt lämpliga mekaniska egenskaper. Villkoret kan anses vara uppfyllt för de i avsnitt 2:21, tabell (a) – (h) angivna stålen med undantag av SS-EN 10025-6:2004 – S690QL, S690QL1.
- Inom förutsatta flytområden får inte lokal buckling, försvagade tvärsnitt (se avsnitt 3:413) eller kapaciteten i förband vara bestämmande för konstruktionens kapacitet.
- Konstruktionen utformas så att knäckning eller vippning inte ger mindre kapacitet hos konstruktionen vid mindre deformation än den som svarar

mot den avsedda fördelningen av krafter och moment. Vid dimensioneringen beaktas även deformationspåverkan.

För stål SS-EN 10025-6:2004 – S690QL, S690QL1, samt för andra stål än de som ingår i avsnitt 2:21, tabell (a) – (h) kan en särskild utredning verifiera att de mekaniska egenskaperna är lämpliga för tillämpning av gränslastteori. För stål av samma typ som de i avsnitt 2:21, tabell (a) – (h) angivna stålen kan bedömningen göras genom att jämföra det aktuella stålets egenskaper med egenskaperna hos ett eller flera stål i tabellerna.

Vid tillämpning av gränslastteori bör man kontrollera att inte lägre laster än dimensioneringslasten kan medföra brott i konstruktionen på grund av att krafter och moment har en annan fördelning än den som gäller vid dimensioneringslast.

3:33 Eftergivlighet i upplag, inspänningar och förband

Om ett system inte påverkas av utmattningslast och om inspänning mellan olika konstruktionsdelar i systemet inte är nödvändig för att detta skall uppnå den beräknade kapaciteten, kan inspänningens inverkan försummas vid beräkningen av krafter och moment. Detta gäller t.ex. ett fackverk.

3:34 Tvångskrafter

Tvångskrafternas inverkan kan beräknas för samma tvärsnitt som används vid beräkningen av krafter och moment på grund av yttre laster. Om villkoren enligt avsnitt 3:32 för tillämpning av gränslastteori är uppfyllda kan inverkan av tvångskrafter försummas i brottgränstillstånd även om momentberäkningen i övrigt utförs enligt elasticitetsteori.

3:35 Lokal buckling

Vid beräkning av krafter och moment kan inverkan av styvhetsminskningen vid lokal buckling beaktas enligt *K18*, avsnitten 18:23 och 18:34. Om den lokala bucklingens inverkan på kapaciteten är försumbar enligt avsnitt 3:414 kan bucklingens inverkan försummas även vid beräkningen av krafter och moment.

3:36 Skålning och skjuvdeformationer

Beträffande inverkan av skålning och skjuvdeformationer i flänsar se *K18*, avsnitt 18:7.

3:4 Beräkning av bärförmåga

3:41 Beräkningsmodell

BKR, avsnitt 8:312, första stycket

En modell för beräkning av bärförmåga skall speciellt beakta följande:

- inverkan av lokal buckling,
- inverkan av skålning och skjuvdeformationer.

Den gynnsamma effekten av plasticering kan under vissa förutsättningar tillgodoräknas vid beräkningen, se avsnitt 3:414.

Vid beräkning av bärförmåga genom analys av stabiliteten hos konstruktionssystem och enstaka konstruktionsdelar bör följande läggas till grund för analysen:

- dimensioneringsförutsättningar avseende materialegenskaper enligt avsnitten 2 och 3,
- dimensioneringsförutsättningar avseende avvikelser i mått och form enligt avsnitt 2:3,
- beräkning av snittkrafter (krafter och moment) enligt avsnitt 3:3 med andra ordningens teori samt
- beräkning av bärförmåga för snittkrafter enligt avsnitt 3:4.

Vid beräkning av t.ex. ett ramsystem bör samma dimensioneringsförutsättningar gälla för bestämning av krafter och moment som för bestämning av bärförmåga. Om vid beräkningen av bärförmågan en plasticering av tvärsnittet förutsätts måste inverkan av plasticeringen på ramsystemets styvhet och deformationsegenskaper beaktas.

Förenklade metoder för analys av ramsystem finns i *K18*, avsnitten 18:55 och 18:56.

3:411 Töjningsfördelning

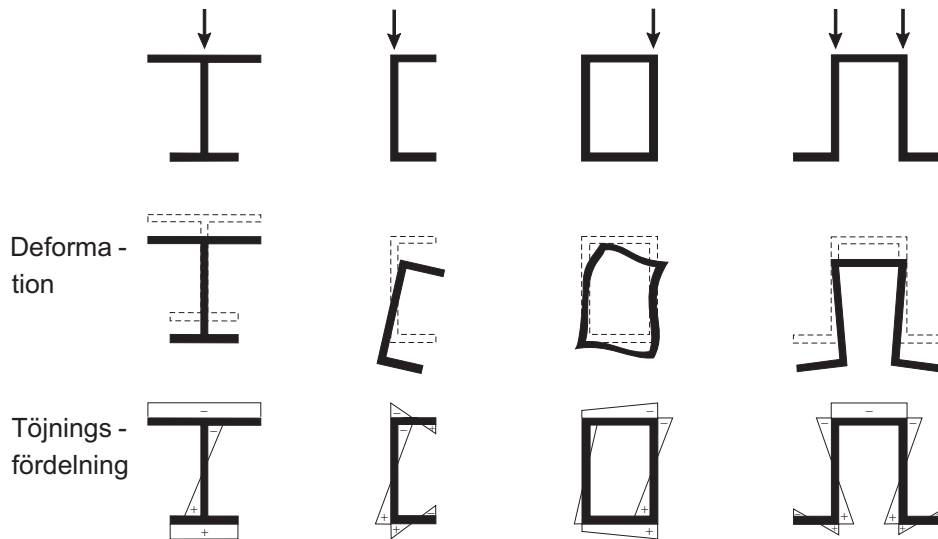
Vid beräkning av bärförmåga för snittkrafter i brottgränstillstånd bör töjningarna i varje tvärsnitt antas ha en fördelning som är kontinuerlig och som svarar mot en spänningsfördelning som uppfyller jämviktstillkoren.

Vid beräkningen bör särskild hänsyn tas till att ursprungligen plana tvärsnitt i många fall inte behåller sin planhet efter deformationen eller att deformationen medför att tvärsnittets form ändras. Normalt kan dock töjningen förutsättas vara rätlinjig inom varje ursprungligen plana del av ett konstruktionselement, t.ex. ett plant liv eller en plan fläns i en balk, med undantag av följande fall:

- I närheten av koncentrerade krafter och vid lokala försvagningar,
- vid skålning av en fläns,
- vid skjuvdeformationer i en fläns,
- om lokal buckling inträffar.

I figur 3:411a – d visas exempel på sambandet mellan deformation och töjningsfördelning i några vanliga fall.

- a) visar ett fall med en plan töjningsfördelning.
- b) visar ett fall när lasten angriper utanför skjuvcentrum och ger en vridning av balken som kan orsaka välvning av tvärsnittet.
- c) och d) visar två fall när tvärsnittet inte bibehåller sin form vid deformationen och töjningsfördelningen inte blir plan. Inverkan härav är normalt försumbar om inte godstjockleken är liten i förhållande till tvärsnittsdelarnas bredd.



Figur 3:411a – d Exempel på samband mellan deformation och töjningsfördelning för en fritt upplagd balk påverkad av jämnt fördelad last.

3:412 Dimensioneringsvillkor för spänningar

Vid beräkning av bärförmågan för snittkrafter bör följande villkor för spänningarna vara uppfyllda, om man inte genom en särskild utredning visar att något annat villkor är tillämpligt. Villkoren behöver inte kontrolleras om beräkningen utförs enligt de i avsnitt 6 angivna metoderna.

Enaxligt spänningstillstånd

Vid enaxligt spänningstillstånd gäller följande villkor:

$$|\sigma| \leq f_{yd} \quad (3:412a)$$

Vid lokala försvagningar enligt avsnitt 3:413 kan villkoret 3:412a ersättas med följande villkor:

$$|\sigma| \leq f_{ud} \quad (3:412b)$$

Tvåaxligt spänningstillstånd

Vid tvåaxligt spänningstillstånd gäller följande villkor:

$$\sqrt{\sigma_x^2 + \sigma_y^2 - \sigma_x \sigma_y + 3\tau^2} \leq \alpha f_{yd} \quad (3:412c)$$

Vid lokala försvagningar enligt avsnitt 3:413 kan villkoret 3:412c ersättas med följande villkor:

$$\sqrt{\sigma_x^2 + \sigma_y^2 - \sigma_x \sigma_y + 3\tau^2} \leq f_{ud} \quad (3:412d)$$

Om σ och τ beräknas enligt elasticitetsteori kan α i formel 3:412c sättas till 1,1. Om beräkningen utförs enligt plasticitetsteori sätts α till 1,0.

I formlerna 3:412c och d är σ_x och σ_y normalspänningar och τ skjuvspänningar hänfödda till ett godtyckligt valt koordinatsystem x,y.

Treaxligt spänningstillstånd

Vid treaxligt spänningstillstånd bör dimensioneringsvillkoret bestämmas genom särskild utredning.

3:413 Lokal försvagning

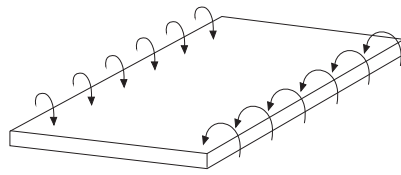
I område med lokal försvagning, såsom skruvhål och urtag, kan det medges att materialets sträckgräns överskrids och att flytning uppkommer lokalt, under förutsättning att åtföljande deformationer inte medför väsentliga olägenheter för konstruktionens funktion.

Inverkan av lokala försvagningar på kapaciteten kan således beaktas genom att kapaciteten bestäms för det på ogynnsammaste sätt valda nettotvårsnittet och på basis av f_{ud} .

Vid tillämpning av gränslastteori bör inom ett flytområde kapaciteten för ett tvärsnitt med lokal försvagning beräknad på basis av f_{ud} vara större än kapaciteten för bruttotvårsnittet beräknad på basis av f_{yd} .

3:414 Plasticering och lokal buckling

Den gynnsamma effekten av plasticering kan tillgodoräknas vid beräkning av kapaciteten hos ett tvärsnitt om slankheten hos dess tryckta delar är mindre än de gränsvärden som anges i figur 3:414b. Normalt bör inte större ökning av bärförmågan tillgodoräknas än vad som svarar mot 25% av tvärsnittsdelens bärförmåga beräknad enligt elasticitetsteori. Denna begränsning gäller dock inte för ett massivt tvärsnitt eller en plan plåt som böjs kring en axel i plåtens plan enligt figur 3:414a.



Figur 3:414a Plan plåt som böjs kring en axel i plåtens plan.

Inverkan av lokal buckling vid beräkning av bärförmågan kan beaktas genom att beräkningen utförs för effektiva tvärsnitt med reducerade mått, se K18, avsnitt 18:2. Om en stångs tvärsnittsdelar har mindre slankhet än de gränsvärden som anges i figur 3:414c är inverkan av lokal buckling försumbar.

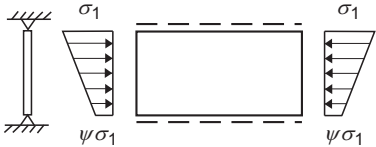
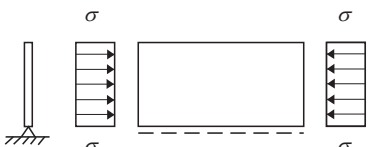
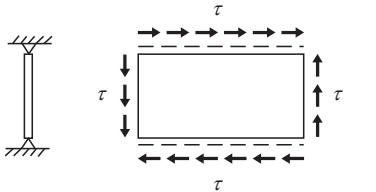
Om de beräknade spänningarna i det undersökta brottgränstillståndet är mindre än f_{yd} kan följande regel tillämpas under förutsättning att spänningarna är beräknade enligt avsnitt 3:3 med beaktande av bl.a. andra ordningens krafter och moment:

	Gränsvärden för slankhet
<p>Plan plåt styrd längs två parallella kanter påverkad av tryckspänningar eller tryck- och dragspänningar parallellt med kanterna.</p>	$b/t \leq 1,0 \sqrt{E_d/f_{yd}}$
<p>Plan plåt styrd längs två parallella kanter påverkad av tryckspänningar eller tryck- och dragspänningar parallellt med kanterna.</p>	$b/t \leq 2,4 \sqrt{E_d/f_{yd}}$
<p>Plan plåt med en styrd och en fri kant påverkad av tryckspänningar parallellt med kanterna.</p>	$b/t \leq 0,3 \sqrt{E_d/f_{yd}}$

Figur 3:414b Gränsvärden för slankhet med hänsyn till plasticering.

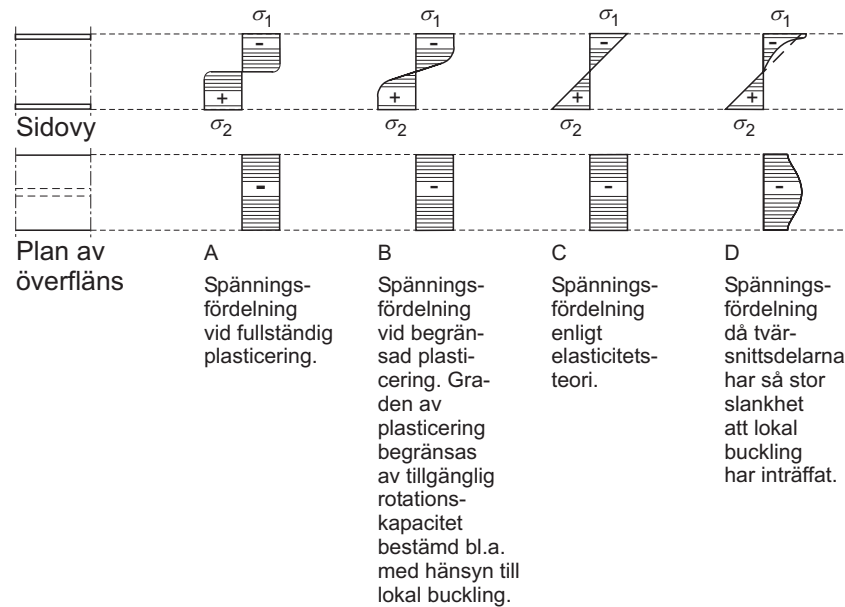
Inverkan av lokal buckling kan anses vara försumbar om slankheten för olika tvärsnittsdelar är mindre än de gränsvärden som anges i figur 3:414c varvid gränsvärdena i tabellen beräknas med aktuella värden på tryckspänningar insatta i figuren i stället för f_{yd} eller med aktuella värden på skjuvspänningar insatta i stället för $f_{yd}/\sqrt{3}$. Om en tvärsnittsdel samtidigt påverkas av böjspänningar och skjuvspänningar gäller att bägge villkoren skall vara uppfyllda.

De i figur 3:414c angivna gränsvärdena är avsedda att användas för bedömning av att slankheten är tillräckligt liten för att bucklingens inverkan skall kunna försummas. En mer nyanserad bedömning kan göras genom att utföra beräkningar enligt avsnitt 6. Viss plasticering kan i regel tillgodoräknas vid tillämpning av beräkningsmetoderna i avsnitt 6 även om gränsvärdena i figur 3:414b överskrids.

	Gränsvärden för slankhet
 <p>Plan plåt styrd längs två parallella kanter påverkad av tryckspänningar parallellt med kanterna.</p>	$b/t \leq 1,14 \sqrt{E_d/f_{yd}}$ <p>för $\psi = 1,0$</p> $b/t \leq 3,2 \sqrt{E_d/f_{yd}}$ <p>för $\psi = -1,0$</p>
 <p>Plan plåt med en styrd och en fri kant påverkad av tryckspänningar parallellt med kanterna.</p>	$b/t \leq 0,44 \sqrt{E_d/f_{yd}}$
 <p>Plan plåt styrd längs två parallella kanter påverkad av skjuvspänningar.</p>	$b/t \leq 1,6 \sqrt{\frac{E_d \sqrt{3}}{f_{yd}}}$

Figur 3:414c Gränsvärden för slankhet med hänsyn till lokal buckling.

I figur 3:414d illustreras verkningssättet för en I-balk i brottgränstillstånd vid olika slankhet hos tvärsnittsdelarna. Spänningsfördelningen är beroende av graden av plasticering och om lokal buckling inträffar. För att förenkla figuren har förutsatts att tvärsnittet inte påverkas av några egenspanningar. Det principiella verkningssättet gäller för alla typer av tvärsnitt.



Figur 3:414d Relationer mellan buckling, grad av plasticering och spänningsfördelning vid ett I-tvärsnitt påverkat av ett böjande moment.

3:42 Dimensionerande materialvärden

BKR, avsnitt 2:22, första stycket

Vid bestämning av dimensioneringsvärdet för en materialegenskap skall osäkerheten mellan värdet på materialegenskapen, bestämd genom materialprovning, och motsvarande värde i den färdiga konstruktionen beaktas.

BKR, avsnitt 8:312, tredje – femte styckena

Dimensionerande värde för hållfasthet, elasticitetsmodul och skjuvmodul i brottgränstillstånd skall bestämmas enligt följande formler (a) – (e).

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_m \gamma_n} \quad (\text{a})$$

$$f_{ud} = \frac{f_{uk}}{1,2\gamma_m \gamma_n} \quad (\text{b})$$

Om $f_{ud} < f_{yd}$ får $f_{ud} = f_{yd}$ väljas.

$$f_{rd} = \frac{f_{rk}}{1,1\gamma_n} \quad (\text{c})$$

$$E_d = \frac{E_k}{\gamma_m \gamma_n} \quad (\text{d})$$

$$G_d = \frac{G_k}{\gamma_m \gamma_n} \quad (\text{e})$$

BETECKNINGAR

f_{yk}	karakteristiskt värde för sträckgräns enligt avsnitt 8:221
f_{uk}	karakteristiskt värde för brottgräns enligt avsnitt 8:221
f_{rk}	karakteristiskt värde för utmattningshållfasthet enligt 8:222
E_k	karakteristiskt värde för elasticitetsmodul enligt avsnitt 8:223
G_k	karakteristiskt värde för skjuvmodul enligt avsnitt 8:223
γ_m	partialkoefficient som beaktar osäkerheten vid bestämning av bärförmågan
γ_n	partialkoefficient som beaktar säkerhetsklassen enligt avsnitt 2:115

f_{yd} och f_{ud} avser såväl tryckhållfasthet som draghållfasthet.

I brottgränstillstånd skall värdet på partialkoefficienten γ_m väljas enligt följande:

- a) $\gamma_m = 1,0$, om de förutsatta toleranserna enligt ritning eller annan handling är så snäva att måttavvikelse inom toleransgränserna har liten betydelse för konstruktionens bärförmåga.
- b) $\gamma_m = 1,1$, om förutsättningarna enligt a) inte är uppfyllda.

Måttavvikelse inom toleransgränserna kan anses ha liten betydelse för dimensioneringen om en beräkning av bärförmågan baserad på tvärsnitt med måttavvikelse lika med undre gränsmått högst medför en 6-procentig reduktion av kapaciteten i förhållande till en beräkning baserad på nominella tvärsnittsmått (basmått).

Utan särskild undersökning av måttavvikelsebetydelse kan i följande fall $\gamma_m = 1,0$ väljas under förutsättning av att dimensioneringen utförs enligt de i avsnitt 3 angivna principerna och att tilläggskontroll av måttavvikelse utförs enligt 9:7.

- Plåt som har minst 5,0 mm godstjocklek och som uppfyller toleransreglerna enligt SS-EN 10029:1991, toleransklass A, B eller C alternativt SS-EN 10051:1991+A1:1997, kategori A med förbättrade planhetstoleranser.
- Varm- eller kallvalsad plåt som har mindre godstjocklek än 5,0 mm och med toleranser enligt SS-EN 10029, toleransklass A, B eller C, SS-EN 10051:1991+A1:1997, kategori A med förbättrade planhetstoleranser, SS-EN 10131:2006 med förbättrade planhetstoleranser (FS) och SS-EN 10143:2006 FS, under förutsättning att beräkningen genomförs med en antagen godstjocklek för plåten som är högst 5% större än den tjocklek som svarar mot det undre gränsmåttet, dock högst plåtens basmått.
- Varmvalsade IPE-, HEA-, HEB- och HEM-stänger med toleranser enligt SS-EN 10034:1994.
- Kvadratiska och rektangulära rörprofiler enligt SS-EN 10219-2:2006 med en nominell godstjocklek $t > 8$ mm samt cirkulära rörprofiler enligt samma standard med nominell diameter $d \leq 406,4$ mm och $t > 8$ mm.
- Varmvalsade U-stänger med toleranser enligt SS EN 10279:2000.

BKR, avsnitt 2:323, tredje stycket

- Om inget annat anges i resp. materialavsnitt får γ_m sättas till 1,0 vid
- dimensionering
 - för olyckslast,
 - med hänsyn till fortskridande ras,
 - med hänsyn till brand och
 - i bruksgränstillstånd.

3:43 Arbetskurva

För de i avsnitt 2:21, tabell (a), (b) och (e) – (g) angivna stålsorterna kan dimensioneringen baseras på en schematisk arbetskurva för stålet enligt figur 3:43.

Dimensioneringen kan även baseras på en arbetskurva som är representativ för den avsedda stålsorten och som dokumenterats genom provningar. Kurvan förutsätts avpassad så, att samma förutsättningar gäller som i figur 3:43 för relationen mellan f_{ud} och f_{yd} och mellan A , där A är brottförlängningen enl. SS-EN 10002-1:2001.

Vid avlastning utgörs arbetskurvan av en rät linje parallell med arbetskurvans del genom origo.

Beteckningar i figuren:

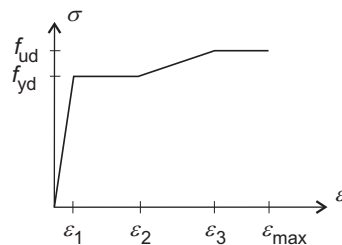
f_{yd}, f_{ud} = dimensioneringsvärden enligt avsnitt 3:42

$$\varepsilon_1 = \frac{f_{yd}}{E_d}$$

$$\varepsilon_2 = 0,025 - 5 \frac{f_{ud}}{E_d}$$

$$\varepsilon_3 = 0,02 + 50 \frac{f_{ud} - f_{yd}}{E_d}$$

$$\varepsilon_{\max} = 0,6 A$$



Figur 3:43 Schematisk arbetskurva för stål.

3:44 Egenspanningar

BKR, avsnitt 8:3121

Egenspanningarnas inverkan på styvheten och bärförmågan skall beaktas.

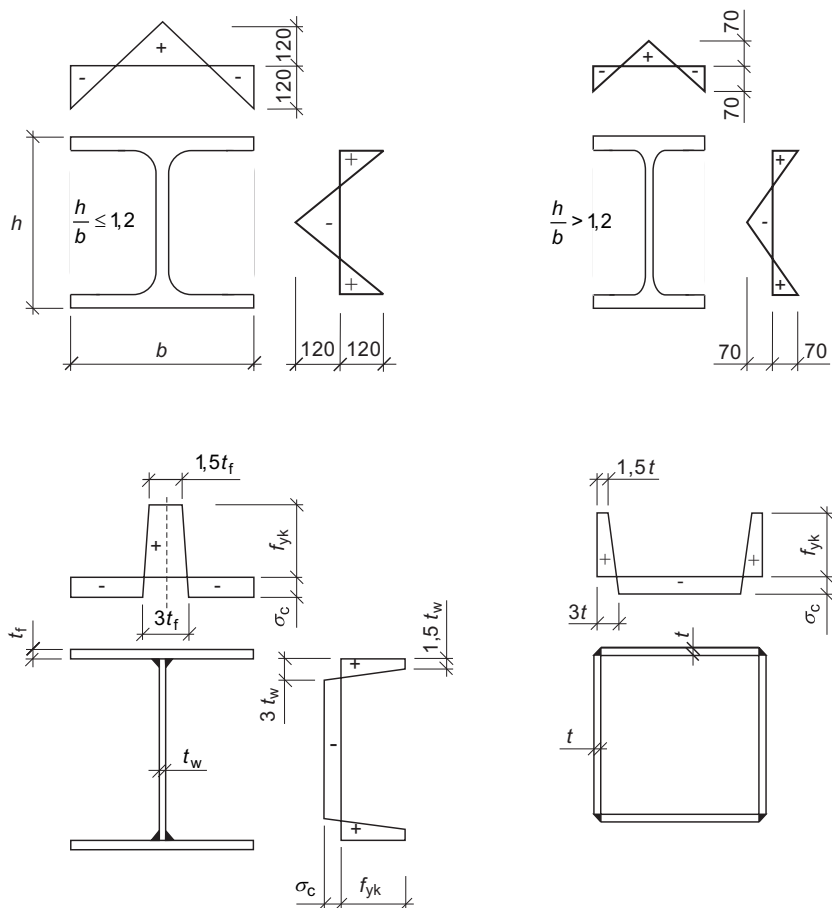
Råd: Exempel på modell för egenspanningar finns i *BSK 07* avsnitt 3:44. Inverkan av egenspanningar kan anses vara beaktad vid dimensionering enligt *BSK 07*.

Dimensioneringen kan baseras på de i figur 3:44 angivna exemplen på schematiserade egenspanningsfördelningar. Exemplen avser valsade och svetsade I-balkar med en godstjocklek av högst 40 mm och svetsade fyrkantrör med samma högsta godstjocklek.

Egenspanningarnas storlek och fördelning är beroende av bl.a. tillverkningsmetod, tvärsnittsform och godstjocklek. Egenspanningarna inverkar i första hand på bärförmågan vid instabilitet och utmattning samt påverkar risken för sprött brott. Se vidare exempelvis Alpsten Görän, "Variations in mechanical and cross-sectional properties of steel", *Proceedings of the International Conference on the Planning and Design of Tall Buildings*, ASCE-IABSE (SBI publikation 42,1973).

3:45 Skålning och skjuvdeformationer

Beträffande inverkan av skålning och skjuvdeformationer i flänsar se K18, avsnitt 18:7.



Beteckningar i figuren:

f_{yk} karakteristisk hållfasthet för grundmaterialet

t, t_f, t_w godstjocklekar

σ_c tryckspänning som bestäms ur villkoret att egenspänningarna i tvärsnittet inte ger någon resulterande normalkraft eller något resulterande moment

Figuren visar endast egenspänningarna i en av flänsarna och i en av rörets fyra sidor. Angivna siffrvärden anger egenspänningar i MPa (+ dragspänning, – tryckspänning).

Figur 3:44 Exempel på schematiska egenspänningsfördelningar för olika tvärsnitt.

3:46 Utmattning

BKR, avsnitt 8:3122, andra och tredje styckena

Råd: Inverkan av utmattning kan beaktas genom att dimensioneringen kompletteras med en särskild beräkning av bärförmågan med hänsyn till utmattning, varvid inverkan av bl.a. spänningskollektivet och anvisningsverkan skall beaktas.

Dimensioneringen kan alternativt utföras med stöd av provningar. Därvid bör säkerheten mot utmattningsbrott svara mot kraven på hållfasthet i avsnitt 8:222.

Beräkningsmetoder för dimensionering med hänsyn till utmattning finns i avsnitt 6:5.

3:47 Skalkonstruktioner

BKR, avsnitt 8:3123.

Råd: Exempel på lämpliga metoder för dimensionering av skalkonstruktioner finns i *Skalhandboken*, Mekanförbundets förlag, Stockholm, 1990.

3:48 Skruvförband

BKR, avsnitt 8:3124

Bärförmåga i brottgränstillstånd hos skruvförband skall beräknas för såväl skruvar som för grundmaterial. Vid beräkning av bärförmåga skall inverkan av eventuella deformationer i förband beaktas. I ett friktionsförband skall bärförmåga även beräknas med hänsyn till glidning.

Dimensionerande hållfasthet för skruvar skall bestämmas enligt följande formel (a).

$$f_{\text{bud}} = \frac{f_{\text{buk}}}{\gamma_m \gamma_n} \quad (\text{a})$$

BETECKNINGAR

f_{buk} karakteristiskt värde för skruvars brotthållfasthet enligt avsnitt 8:224

γ_m partialkoefficient som beaktar osäkerheten vid bestämning av bärförmågan

γ_n partialkoefficient som beaktar säkerhetsklassen enligt avsnitt 2:115

I brottgränstillstånd skall värdet på partialkoefficienten γ_m för skruvar sättas lika med 1,2.

3:49 Svetsförband

BKR, avsnitt 8:3125

Bärförmågan i brottgränstillstånd hos svetsförband skall beräknas för såväl det svagaste snittet genom svetsen som snitten omedelbart intill svetsen. Vid svetsförband med begränsad utsträckning får vid dimensioneringen spänningarna antas jämnt fördelade över svetslängden.

Råd: Exempel på lämpliga metoder för beräkning av bärförmåga hos svetsförband finns i *BSK 07* avsnitt 6:3.

4 DIMENSIONERING I BRUKS-GRÄNSTILLSTÅND

4:1 Giltighet

Detta avsnitt behandlar sådana konstruktionselement som balkar, pelare, strävor, ramar, fackverk, skal samt skivor av normal typ och med vanlig tvärsnitts- och detaljutformning. Dessutom förutsätts att elementet består av material enligt avsnitt 2:2.

För andra fall hänvisas till litteraturen eller till Boverkets handbok *Dimensionering genom provning*.

4:2 Beräkning av deformationer och svängningar

BKR, avsnitt 2:12, tredje stycket

Råd: Beräkning av deformationer och svängningar bör utföras enligt elasticitetsteori med en beräkningsmodell som på ett rimligt sätt beskriver konstruktionens styvhet, massa, dämpning och randvillkor.

BKR, avsnitt 8:32

Råd: Allmänna krav för dimensionering i bruksgränstillstånd finns i avsnitt 2:12.

I den mån plastiska deformationer förekommer skall dessa beaktas, dock får egenspanningar försummas.

I bruksgränstillstånd får dimensionerande materialvärden väljas lika med respektive karakteristiskt värde.

Råd: Dimensionering i bruksgränstillstånd bör ske enligt elasticitetsteori med beräkningsmodell i tillämpliga delar enligt avsnitt 8:31.

Den gynnsamma inverkan som uppnås vid samverkan med andra, icke beräkningsmässigt bärande, byggnadsdelar kan utnyttjas.

BKR, avsnitt 2:323, tredje stycket

Om inget annat anges i resp. materialavsnitt får γ_m sättas till 1,0 vid dimensionering för olyckslast, med hänsyn till fortskridande ras, med hänsyn till brand och i bruksgränstillstånd.

5 DIMENSIONERING GENOM PROVNING

Dimensionering genom provning behandlas i Boverkets handbok med samma namn.

6 BERÄKNINGSMETODER

6:1 Giltighet

I detta avsnitt finns exempel på beräkningsmetoder som i första hand är avsedda att tillämpas vid vanligen förekommande konstruktioner och belastningsförhållanden i brottgränstillstånd och vid utmattning.

En förutsättning för användning av metoderna är att de tillämpas i sin helhet och att avsnitten som behandlar material, utförande och kontroll (avsnitten 7 – 9) beaktas.

6:2 Beräkning av konstruktionsdelars bärförmåga

6:21 Gränsvärden för tvärsnittsdelars slankhet

Gränsvärden för tvärsnittsdelars slankhet med hänsyn till inverkan av lokal buckling finns i tabell 6:211a för olika typer av tvärsnittsdelar och spänningsfördelningar i brottgränstillstånd.

Stänger med tvärsnittsdelar med större slankhet än gränsvärdet i kolumn 2, s.k. tunnväggiga tvärsnitt, bör dimensioneras med hjälp av tvärsnittsdelarnas effektiva tjocklekar, se *K18*, avsnitt 18:2.

6:211 Tvärsnittsklasser

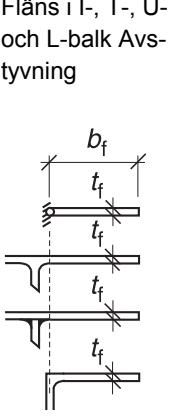
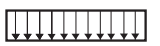
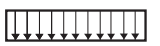
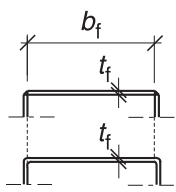
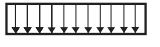
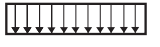
Tvärsnitt indelas i tre tvärsnittsklasser 1, 2 och 3 beroende på tvärsnittsdelarnas slankhet. Avgörande för indelningen är gränsvärdena i tabell 6:211a.

Till tvärsnittsklass 1 hänförs tvärsnitt som kan uppnå full plastisk flytning utan att någon tvärsnittsdel bucklar vid den stukning som fordras för att en flytled skall uppstå.

Till tvärsnittsklass 2 hänförs tvärsnitt som kan uppnå sträckgränsen i den högst tryckpåkända tvärsnittsdelan utan att någon tvärsnittsdel bucklar. I regel kan viss plasticering ske innan lokal buckling inträffar, dock inte i sådan grad att en flytled kan uppstå.

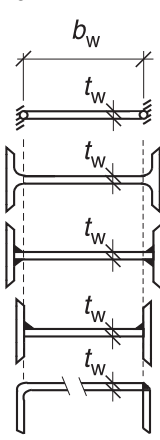
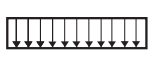
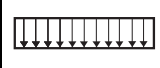
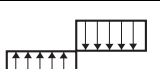

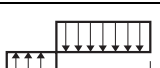
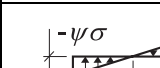
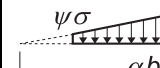

Till tvärsnittsklass 3 hänförs tvärsnitt för vilka lokal buckling inträffar vid en spänning som är mindre än sträckgränsen.

Tabell 6:211a Gränsvärden för tvärsnittsdelars slankhet

Tvärsnittsdel	Kolumn 1	Kolumn 2	Kolumn 3
Fläns i I-, T-, U- och L-balk Avstyvning  $\beta_f = b_f / t_f$	 f_{yk} $\beta_f \leq \beta_{fp1}$ där $\beta_{fp1} = 0,3 \sqrt{E_k / f_{yk}}$	 f_{yk} $\beta_f \leq \beta_{fel}$ där $\beta_{fel} = 0,44 \sqrt{E_k / f_{yk}}$	$\beta_f < 2 \sqrt{E_k / f_{yk}}$
Fläns i lädbalk  $\beta_f = b_f / t_f$	 f_{yk} $\beta_f \leq \beta_{fp1}$ där $\beta_{fp1} = 1,0 \sqrt{E_k / f_{yk}}$	 f_{yk} $\beta_f \leq \beta_{fel}$ där $\beta_{fel} = 1,14 \sqrt{E_k / f_{yk}}$	$\beta_f < 0,4 E_k / f_{yk}$

Tvärsnitt i klass 1 har mindre slankheter än gränsvärdena i kolumn 1 i tabell 6:211a. I klass 2 har tvärsnitten slankheter som ligger mellan gränsvärdena i kolumn 1 och 2 och i klass 3 mellan gränsvärdena i kolumn 2 och 3. Om olika delar i ett tvärsnitt faller i olika tvärsnittsklasser hänförs tvärsnittet till den högre klassen. Ett tvärsnitt kan tillhöra olika klasser vid axial kraft och vid böjning i olika riktningar. Stänger enligt svensk standard, se avsnitt 7:12, – typ HEA, HEB, HEM, IPE och U – som enbart är påverkade av böjmoment tillhör tvärsnittsklass 1 om $f_{yk} \leq 275 \text{ MPa}$.

Tabell 6:211a Gränsvärden för tvärsnittsdelars slankhet (forts.)

Tvärsnittsd	Kolumn 1	Kolumn 2	Kolumn 3
<p>Balkliv</p>  <p>$\beta_w = b_w / t_w$</p>	$\beta_w \leq \beta_{wp1}$ där $\beta_{wp1} = \beta_1 \sqrt{E_k / f_{yk}}$	$\beta_w \leq \beta_{we1}$ där $\beta_{we1} = \beta_2 \kappa_f \sqrt{E_k / f_{yk}}$	$\beta_{w2} < 0,4 E_k / \dots$ $\beta_{w2} = b_{wht} / t_w$ där b_{wht} = balkens totalhöjd f_{yfk} = sträckgränsen för flänsen
	 f_{yk} $\beta_1 = 1,46$	 f_{yk} $\beta_2 = 1,14$	
	 f_{yk} $\beta_1 = 2,4$	 σ $\beta_2 = 3,2$	
	 f_{yk} $\beta_1 = 0,52 + 0,94 / \alpha_1$ $0 < \alpha_1 \leq 1,00$ β_1 -värdena gäller under förutsättning att $\beta_f \leq \beta_{fp1}$ vilket medför att β_{fp1} för en fläns i en lådbalk är mindre än β_{wp1} för ett centriskt tryckt liv.	 $-\psi \sigma$  $\psi \sigma$ $\beta_2 = 1,6 / \alpha$ om $\alpha \leq 1,00$ $\beta_2 = 1,14 + 0,46 / \alpha$ om $\alpha > 1,00$	
		$\kappa_f = 2,5 - 1,5 \beta_f / \beta_{fel}$ för liv i I-balk $\kappa_f = 5 - 4 \beta_f / \beta_{fel}$ för liv i lådbalk. κ_f sätts dock till max 1,5 och min 1,0. β_f och β_{fel} avser tryckta flänsen.	
<p>Cirkulärt rör</p> 	$\frac{r}{t} \leq 0,03 \frac{E_k}{f_{yk}}$	$\frac{r}{t} \leq 0,05 \frac{E_k}{f_{yk}}$	$\frac{r}{t} < 2000$

6:212 Beräkningsmetoder vid olika tvärsnittsklasser

I tvärsnittsklass 1 kan gränslasteori användas vid beräkning av krafter och moment, se avsnitt 3:32, och tvärsnitten kan dimensioneras med plasticitetsteori.

Tvärsnittsklass 2 förutsätter att snittkrafter beräknas enligt elasticitetsteori, men vid dimensionering av tvärsnitten får viss plasticering utnyttjas, se avsnitt 6:242 och *K18*, avsnitt 18:2.

Vid tvärsnittsklass 3 beräknas snittkrafter och dimensioneras tvärsnitt enligt elasticitetsteori. Lokal buckling beaktas genom användning av ett effektivt tvärsnitt, se *K18*, avsnitt 18:2.

6:22 Dragkraft

Bärförmågan för en stång vid påverkan av en dragkraft uppgår till det lägsta av följande värden:

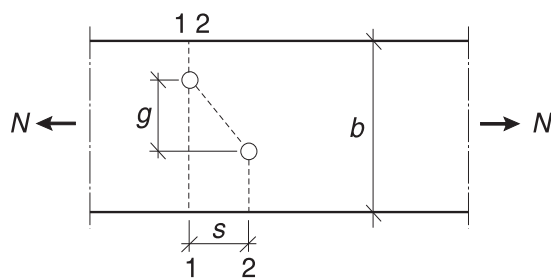
$$N_{\text{Rtd}} = A_{\text{gr}} f_{\text{yd}} \quad (6:22a)$$

$$N_{\text{Rtd}} = A_{\text{net}} f_{\text{ud}} \quad (6:22b)$$

A_{gr} bruttoarea

A_{net} nettoarea i snitt med lokal försvagning. Om försvagningen inte är lokal ersätts A_{gr} i formel 6:22a med A_{net} .

Vid förskjutna hål, se figur 6:22, provas olika snitt för att finna den minsta nettoarean A_{net} . Bredden b minskas med diametern för varje hål i snittlinjen och ökas med $s^2/4g$ dock max $0,6s$, där s är centrumavståndet mellan hål i kraftriktningen och g är avståndet vinkelrätt kraftriktningen.



Figur 6:22 Olika snittlinjer för bestämning av A_{net} .

6:23 Tryckkraft

För en stång i tvärsnittsklasserna 1 och 2 vilken påverkas av en tryckkraft uppgår tryckkraftskapaciteten till:

$$N_{\text{Red}} = \omega_c A_{\text{gr}} f_{\text{yd}} \quad (6:23)$$

där ω_c är en reduktionsfaktor för knäckning.

Värdet på reduktionsfaktorn ω_c för böjknäckning bestäms enligt avsnitt 6:233. För en stång med enkelsymmetriskt eller osymmetriskt tvärsnitt samt för en stång som är stagad i veka riktningen kan vridknäckning eller böjvridknäckning vara avgörande för kapaciteten. I sådana fall bestäms ω_c enligt *K18*, avsnitt 18:37.

Tryckkraftskapaciteten för en stång i tvärsnittsklass 3 bestäms enligt *K18*, avsnitt 18:34.

Tryckkraftskapaciteten för en stång som är sammansatt av flera delstänger bestäms med särskild hänsyn till att samverkan blir ofullständig mellan de olika delstängerna. Diagonaler och transversaler som förbinder ramstängerna bör normalt utformas så att kapaciteten i ramstängerna blir avgörande för kapaciteten i den sammansatta stången. I *K18*, avsnitt 18:35 ges en metod för dimensionering av sammansatta stänger.

6:231 Initialkrokighet, initiallutning och lastexcentricitet

Vid beräkning av en stångs bärförmåga enligt formel 6:23 är inverkan beaktad av en initialkrokighet med en pilhöjd lika med 0,0015*l* enligt avsnitt 2:31. Vid större pilhöjd utförs dimensioneringen enligt reglerna i avsnitt 6:25 för en böjd och tryckt stång varvid böjmomentet är lika med tryckkraften vid dimensioneringslast multiplicerad med skillnaden mellan den större pilhöjden och 0,0015*l*.

Inverkan av initiallutning enligt avsnitt 2:31 ger upphov till horisontalkrafter, som kan beaktas enligt *K18*, avsnitt 18:55.

Lastexcentricitet vid en stånggäende bör bestämmas av den konstruktiva utformningen och av antagna toleranser. Inverkan bör beaktas enligt reglerna för böjd och tryckt stång enligt avsnitt 6:25. Inverkan av oförutsedd excentricitet kan anses beaktad genom den förutsatta initialkrokigheten.

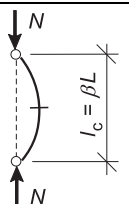
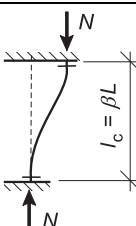
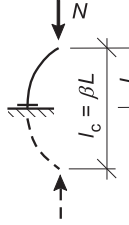
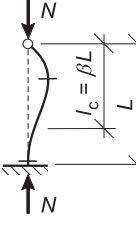
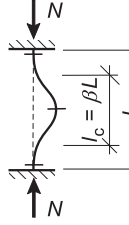
6:232 Eftergivlighet vid inspänning

Inverkan av eftergivlighet i inspänning på grund av olika deformationer i förband mellan olika konstruktionselement, t.ex. vid en pelare inspänd i

ett fundament, beaktas genom att öka knäckningslängden. Om inte en särskild beräkning utförs av eftergivlighetens inverkan används en knäckningslängd $= \beta_{cd}L$, där värdet på β_{cd} anges i figur 6:232 vid beräkning av slankhetsparametern i formel 6:233a.

Vid last eller vid tvärsnitt som varierar längs stången bestäms vid likartade upplagsfall knäckningslängden genom att den teoretiska knäckningslängden förstoras med faktorn β_{cd}/β_{th} . Härvid väljs β -värdet i figur 6:232 för det fall som närmast liknar det aktuella upplagsfallet.

Beträffande beräkning av knäckningslängden se även K18, avsnitt 18:38.

Upplagsfall	Centriskt tryck	Upplagsfall	Centriskt tryck
Stång ledad i båda ändrar.	 $\beta_{cd} = 1$ $\beta_{th} = 1$	Stång fast inspänd i båda ändrar. Upplagen förskjutbara i sidled.	 $\beta_{cd} = 1,2$ $\beta_{th} = 1$
Stång fast inspänd i ena änden, fri i den andra.	 $\beta_{cd} = 2,1$ $\beta_{th} = 2$	Stång fast inspänd i ena änden, ledad i den andra. Fixa knutpunkter.	 $\beta_{cd} = 0,8$ $\beta_{th} = 0,7$
Stång fast inspänd i båda ändrar. Fixa knutpunkter.	 $\beta_{cd} = 0,6$ $\beta_{th} = 0,5$		

Figur 6:232 Värderna för β_{th} och β_{cd} för renodlade upplagsfall. Tvärstreck på utböjningskurvorna markerar dimensioneringssnitt.

6:233 Reduktionsfaktor för böjknäckning

Reduktionsfaktorn ω_c för böjknäckning beror av en stångs tvärsnittsform och tillverkningsätt enligt tabell 6:233 och av stångens slankhetsparameter enligt formel 6:233a.

Inverkan av egenpåspänningar har i tabellen beaktats genom att stängerna indelas i fyra olika grupper, a – d, efter tvärsnittsform, godstjocklek och tillverkningsätt.

En stångs slankhetsparameter λ_c vid böjknäckning bestäms enligt följande formel:

$$\lambda_c = \sqrt{\frac{A f_{yk}}{N_{cr}}} = \frac{l_c}{\pi i} \sqrt{\frac{f_{yk}}{E_k}} \quad (6:233a)$$

A stångens tvärsnittsarea

E_k karakteristiskt värde på elasticitetsmodulen

N_{cr} stångens kritiska last vid böjknäckning ($E = E_k$)

f_{yk} karakteristiskt värde på sträckgränsen

i stångens tröghetsradie

l_c knäckningslängden (jfr avsnitt 6:232)

Värdet på reduktionsfaktorn bestäms ur figur 6:233 eller beräknas ur följande formel:

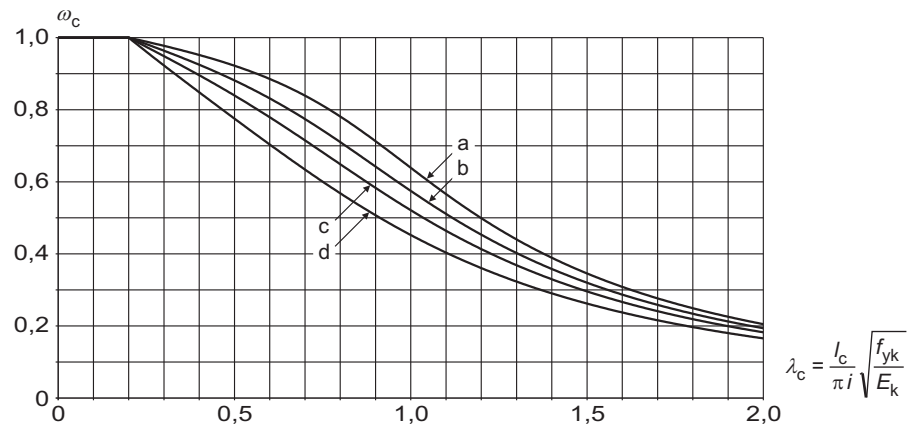
$$\omega_c = \frac{\alpha - \sqrt{\alpha^2 - 4,4\lambda_c^2}}{2,2\lambda_c^2} \quad \text{dock högst 1,0} \quad (6:233b)$$

$$\alpha = 1 + \beta_1(\lambda_c - 0,2) + 1,1\lambda_c^2 \quad \text{med } \beta_1 = 0,21 \text{ för grupp a}$$

$$\beta_1 = 0,34 \text{ för grupp b}$$


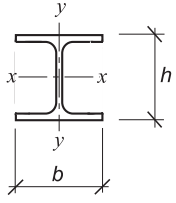
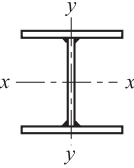
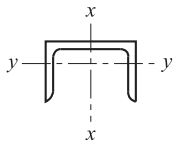
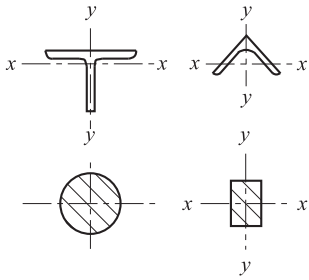
$$\beta_1 = 0,49 \text{ för grupp c}$$

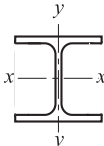
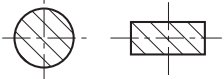
$$\beta_1 = 0,76 \text{ för grupp d}$$



Figur 6:233 Värdet på reduktionsfaktorn ω_c för böjknäckning beroende av tvärsnittstyp enligt tabell 6:233 och slankhetsparametern λ_c .

Tabell 6:233 Indelning av stänger beroende på tvärsnittstyp för bestämning av ω_c

1. Tvärsnitt med största godstjocklek ≤ 40 mm		
Tvärsnittstyp	Förutsättningar	Grupp
Cirkulärt rör eller fyrkantrör 	Varmformat eller avspänningsglöddgat rör Rör svetsat i fyra hörn med svetsmått $a \leq 0,5t$ eller av två U-stänger Övriga rör	a b c
Valsad stång med I-tvärsnitt 	Knäckning i styva riktningen (tvärsnittsrotation kring x-x) $h/b > 1,2$ $h/b \leq 1,2$ Knäckning i veka riktningen (tvärsnittsrotation kring y-y) $h/b > 1,2$ $h/b \leq 1,2$	a b b c
Svetsad stång med I-tvärsnitt 	Knäckning i styva riktningen (tvärsnittsrotation kring x-x) Knäckning i veka riktningen (tvärsnittsrotation kring y-y)	b c
U-tvärsnitt 	Knäckning med tvärsnittsrotation kring x-x y-y	b c
T-tvärsnitt, vinkeltvärsnitt eller valsad stång med massivt tvärsnitt 	Godstjocklek ≤ 20 mm Godstjocklek > 20 mm	b c

2. Tvärsnitt med största godstjocklek (40) – 100 mm		
Tvärsnittstyp	Förutsättningar	Grupp
I-tvärsnitt 	Valsad stång:	
	Knäckning med tvärsnittsrotation kring x-x	d
	Knäckning med tvärsnittsrotation kring y-y	d
	Svetsad stång av valsad plåt:	
	Knäckning med tvärsnittsrotation kring x-x	c
Knäckning med tvärsnittsrotation kring y-y	d	
Svetsad stång av valsad plåt med termiskt skuren kant	c	
Massivt tvärsnitt 		c

6:24 Böjmoment

6:241 Tvärsnittsklasser

Tvärsnitt hänförs till olika tvärsnittsklasser enligt avsnitt 6:211.

Vid tillämpning av gränslastteori förutsätts tvärsnitt i tvärsnittsklass 1. Vidare förutsätts att böjmomentkapaciteten inom flytområden inte reduceras av ett snitt med lokal försvagning.

6:242 Formfaktorer vid böjning

För tvärsnitt i klass 1 är formfaktorn vid böjning $\eta = Z/W$. För alla tvärsnitt med undantag av massiva gäller dock att η inte får sättas högre än 1,25, om inte särskild utredning görs av dimensioneringsreglernas giltighet och måttavvikelseverkan.

För tvärsnitt i klass 2 får η väljas lika med 1,0. Ett högre värde kan beräknas genom interpolering.

För tvärsnitt i klass 3 gäller att η är mindre än 1,0.

Beträffande bestämning av η se K18, avsnitt 18:42.

6:243 Moment

Momentkapaciteten för balkar med ett tvärsnitt med minst ett symmetriplan uppgår till det lägsta av följande värden:

$$M_{\text{Rtd}} = \eta_t W_t f_{yd} \quad \text{för dragen kant} \quad (6:243a)$$

$$M_{\text{Rcd}} = \omega_b \eta_c W_c f_{yd} \quad \text{för tryckt kant} \quad (6:243b)$$

$$M_{\text{Rud}} = \eta_t W_{\text{net}} f_{ud} \quad \text{för dragen kant} \quad (6:243c)$$

W_t, W_c bruttotvärsnittets böjmotstånd med avseende på dragen respektive tryckt kant

W_{net} nettotvärsnittets böjmotstånd

η formfaktor vid böjning, se avsnitt 6:242; η_t för dragen kant och η_c för tryckt kant

ω_b reduktionsfaktor för vippning enligt avsnitt 6:2442.

Formel 6:243c gäller vid lokal försvagning, jfr figur 6:22. Om försvagningen inte är lokal, insätts W_{net} i stället för W_t och W_c i formlerna 6:243a och b.

6:244 Vippning

Om en balk stagas enligt avsnitt 6:2441 uppkommer inte vippning ($\omega_b = 1$). I annat fall beräknas ω_b enligt avsnitt 6:2442.

6:2441 Sidostagning av balk

Följande villkor gäller för en balk som är påverkad av en eller flera punktlaster som ger upphov till rätlinjigt varierande moment i balken. Balkens tryckta fläns förutsätts stagad i lastangreppspunkterna.

Om beräkningen av krafter och moment utförs enligt gränslastteori har vippning inte någon inverkan på momentkapaciteten om avståndet l_1 mellan staget i flytleden och närmast intilliggande stag (till tryckt fläns) uppfyller följande villkor:

$$\frac{l_1}{b_{\text{tot}}} \leq \left[0,6 - 0,2 \frac{M_2}{M_1} - 0,1 \left(\frac{M_2}{M_1} \right)^2 \right] \sqrt{\frac{E_k}{f_{yk}}} \quad (6:2441)$$

b_{tot} den tryckta flänsens totala bredd. Om flänsen inte är rektangulär sätts b_{tot} med $3,5 i_{f1}$, där i_{f1} är tröghetsradien för flänsen

M_1 det numeriskt största momentet inom den betraktade balkdelen

M_2 momentet i motsatt ände av balkdelen. Kvoten M_2/M_1 är positiv om M_1 och M_2 böjer balkdelen åt samma håll, i annat fall negativ.

Om krafter och moment beräknas enligt elasticitetsteori har vippning inte någon inverkan på bärförmågan om avståndet mellan stagningspunkterna är högst 20% större än gränsvärdet enligt formel 6:2441.

Ås som stagar flera balkar kan dimensioneras för normalkraft enligt K18:45.

6:2442 Reduktionsfaktor för vippning

Följande metod kan tillämpas för U-balkar och för I-balkar med enkel- eller dubbelsymmetriskt tvärsnitt utsatta för böjning i livets plan.

Reduktionsfaktorn ω_b beror av balkens slankhet λ_b och tillverknings sättet enligt följande:

En balks slankhetsparameter λ_b för vippning bestäms enligt följande formel:

$$\lambda_b = \sqrt{\frac{\eta_c W_c f_{yk}}{M_{cr}}} \quad (6:2442a)$$

M_{cr} kritiskt vippningsmoment enligt elasticitetsteori ($E = E_k$)

W_c böjmotstånd med avseende på tryckt kant

η_c formfaktor för tryckt kant.

Reduktionsfaktorn ω_b bestäms ur figur 6:2442 eller beräknas ur följande formler:

1) varmvalsad balk

$$\omega_b = \frac{1,02}{\sqrt{1 + \lambda_b^4}} \quad \text{dock högst 1,0} \quad (6:2442b)$$

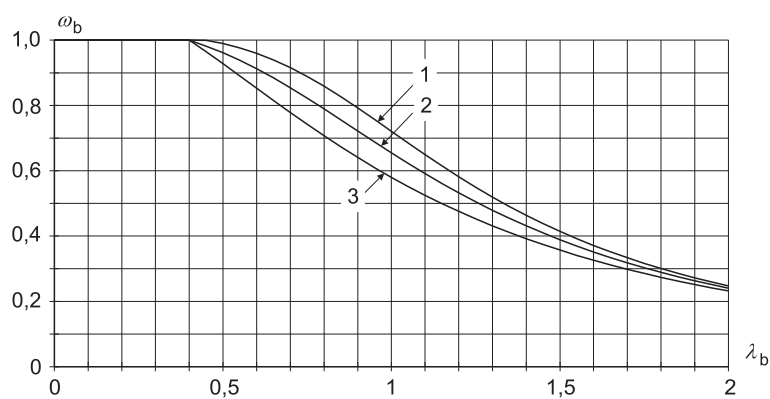
2) svetsad balk i tvärsnittsklass 1 enligt avsnitt 6:211

$$\omega_b = \frac{1,04}{(1 + \lambda_b^3)^{2/3}} \quad \text{dock högst } 1,0 \quad (6:2442c)$$

3) svetsad balk i tvärsnittsklass 2 och 3 enligt avsnitt 6:211

$$\omega_b = \frac{1,16}{1 + \lambda_b^2} \quad \text{dock högst } 1,0 \quad (6:2442d)$$

Beräkningen utförs normalt för snittet med största böjmoment. Om snittet med det största momentet avviker från snittet med den största sidoutböjningen vid vippning får beräkningen i vissa fall utföras i ett speciellt dimensioneringssnitt.



Figur 6:2442 **Värdet på reduktionsfaktorn ω_b för vippning beroende av balktyp och slankhetsparametern λ_b .**

Följande formler gäller för en balk med dubbelsymmetriskt tvärsnitt som är påverkad av en eller flera punktlaster som ger böjning i balkens styva riktning enligt avsnitt 6:2441, men där avståndet mellan stagpunkterna är större än enligt avsnitt 6:2441.

Det kritiska vippningsmomentet M_{1cr} uppgår till

$$M_{1cr} = \frac{\pi}{\kappa_{cr} l_1} \sqrt{B_y \left(C + \frac{\pi^2 C_w}{l_1^2} \right)} \quad (6:2442e)$$

- B_y balkens sidböjstyvhetsmoment ($= E I_y$)
 C balkens vridstyvhetsmoment
 C_w balkens välvstyvhetsmoment
 l_1 avstånd mellan punkter där tryckt fläns är stagad
 κ_{cr} $0,6 + 0,3 M_2/M_1 + 0,1 (M_2/M_1)^2$
 M_1 det numeriskt största böjmomentet
 M_2 momentet i motsatt ände av balkdelen. Kvoten M_2/M_1 är positiv om M_1 och M_2 böjer balkdelen åt samma håll, i annat fall negativ.

Momentet i dimensioneringssnittet uppgår till $\kappa_m M_1$ varvid κ_m bestäms enligt följande

$$\kappa_m = 0,8 + 0,2(M_2/M_1) \quad \text{dock minst } 0,8.$$

Momentkapaciteten med hänsyn till vippning bestäms med ω_b enligt figur 6:2442 varvid λ_b beräknas enligt följande formel:

$$\lambda_b = \sqrt{\frac{\eta_c W_c f_{yk}}{\kappa_m M_{1cr}}} \quad (6:2442f)$$

Dimensioneringsvillkoren är dels att $\kappa_m M_1$ är mindre än M_{Rcd} enligt formel 6:243b, dels att M_1 är mindre än M_{Rcd} med $\omega_b = 1$ enligt samma formel.

6:25 Normalkraft och böjmoment

I detta avsnitt ges exempel på metoder för verifiering av att en stång har erforderlig bärförmåga i brottgränstillstånd vid inverkan av normalkraft och samtidigt verkande böjmoment. Metoderna är tillämpliga för stänger med *dubbelsymmetriskt* tvärsnitt om inte annat anges. För stänger med enkelsymmetriskt tvärsnitt kan bärförmågan med hänsyn till böjvridknäckning beräknas enligt *K18*, avsnitt 18:37.

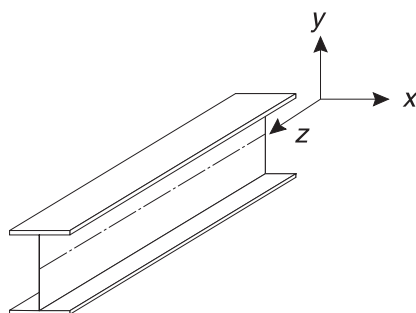
De i detta avsnitt angivna interaktionsformlerna förutsätter att alla storheter insätts med positivt tecken. Valda koordinatriktingar framgår av figur 6:25.

Villkoren enligt formlerna 6:251a, b och c (*snittkontroll*) måste alltid uppfyllas för alla snitt och är tillräckliga för det fall att varken knäckning eller vippning kan inträffa ($\lambda_c < 0,2$ och $\lambda_b < 0,4$).

Om stången är påverkad av tryckkraft och slankhetsparametern för knäckning λ_c är större än 0,2 måste tillämpligt villkor enligt formel 6:252a eller b (*böjknäckning*) vara uppfyllt. Dimensioneringsvillkoret är sådant att inverkan av andra ordningens effekter har beaktats. En alternativ metod att behandla en böjd och tryckt stång finns i *K18*, avsnitt 18:56.

Om en eller båda flänsarna kan böja ut i sidled måste dessutom villkoren enligt formlerna 6:253a och b (*böjvridknäckning*) uppfyllas.

I snitt med skruvhål måste vid dragkraft och böjmoment villkoret enligt formel 6:251d uppfyllas.



Figur 6:25 Koordinataxelriktningar

6:251 Snittkontroll

– Dubbelsymmetriska I-tvärsnitt

$$\left(\frac{N_{Sd}}{N_{Rd}} \right)^{\gamma_0} + \frac{M_{Sxd}}{M_{Rxd}} \leq 1,00 \quad (6:251a)$$

och

$$\left(\frac{N_{Sd}}{N_{Rd}} \right)^{\alpha_0} + \left(\frac{M_{Sxd}}{M_{Rxd}} \right)^{\beta_0} + \left(\frac{M_{Syd}}{M_{Ryd}} \right)^{\gamma_0} \leq 1,00 \quad (6:251b)$$

$$\alpha_0 = \eta_x^2 \eta_y^2 \quad \text{dock } \geq 1 \text{ och } \leq 2$$

$$\beta_0 = \eta_y^2 \quad \text{dock } \geq 1 \text{ och } \leq 1,56$$

$$\gamma_0 = \eta_x^2 \quad \text{dock } \geq 1$$

Vid moment i två riktningar skall båda villkoren vara uppfyllda.

– Massiva tvärsnitt och rör

$$\left(\frac{N_{Sd}}{N_{Rd}}\right)^\psi + \left[\left(\frac{M_{Sxd}}{M_{Rxd}}\right)^{1,7} + \left(\frac{M_{Syd}}{M_{Ryd}}\right)^{1,7}\right]^{0,6} \leq 1,00 \quad (6:251c)$$

$$\psi = \eta_x \eta_y \quad \text{dock} \geq 1 \text{ och } \leq 2$$

– Enkelsymmetriska och övriga dubbelsymmetriska tvärsnitt vid böjning i ett plan

Formel 6:251a tillämpas varvid

$$\gamma_0 = \eta_{\max}^2 \quad \text{dock} \geq 1 \text{ och } \leq 1,56$$

där η_{\max} är det största värdet av formfaktorerna η_{y1} och η_{y2} för de bägge kanterna. Se figur 6:251.

I formlerna 6:251a, b och c är

N_{Sd} normalkraft av dimensioneringslast

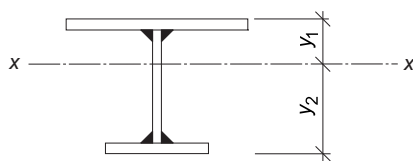
M_{Sxd} , M_{Syd} böjmoment av dimensioneringslast kring x - och y -axeln

N_{Rd} $A_{gr} f_{yd}$

M_{Rxd} $\eta_x W_x f_{yd}$

M_{Ryd} $\eta_y W_y f_{yd}$

där η_x och η_y är formfaktorer enligt avsnitt 6:242 vid böjning kring x - respektive y -axeln.



$$\eta_{x1} = \frac{Z y_1}{I_x}$$

$$\eta_{x2} = \frac{Z y_2}{I_x}$$

Figur 6:251 Formfaktorer för ett enkelsymmetriskt tvärsnitt i tvärsnittsklass 1.

Interaktionsformel för snittkontroll av lokalt försvagade snitt t.ex. vid skruvhål

$$\frac{N_{Std}}{N_{Rtd}} + \frac{M_{Sd}}{M_{Rud}} \leq 1,00 \quad (6:251d)$$

N_{Std} dragkraft

M_{Sd} böjmoment enligt andra ordningens teori, se t.ex. *K18*, avsnitt 18:36. (Flytledsteori bör ej användas.)

N_{Rtd} dragkraftskapacitet enligt formel 6:22b

M_{Rud} momentkapacitet för dragen kant enligt formel 6:243c.

Vid tvåaxligt böjmoment adderas termen M_{Sd}/M_{Rud} avseende moment kring den andra böjningsaxeln till vänsterledet i formel 6:251d.

6:252 Böjknäckning

Interaktionsformler för böjknäckning

– vid böjning kring x-axeln av balk med I-tvärsnitt

$$\left(\frac{N_{Sd}}{N_{Rxcd}} \right)^{\gamma_{xc}} + \frac{M_{Sxd}}{M_{Rxd}} \leq 1,00 \quad (6:252a)$$

– vid böjning kring y -axeln av balk med I-tvårsnitt

$$\left(\frac{N_{Sd}}{N_{Rydc}} \right)^{\alpha_c} + \left(\frac{M_{Syd}}{M_{Rydc}} \right)^{\gamma_{yc}} \leq 1,00 \quad (6:252b)$$

I formlerna 6:252 a och b är

- N_{Sd} normalkraft av dimensioneringslast
- N_{Rxcd} $\omega_{xc} A f_{yd}$ där ω_{xc} är reduktionsfaktor för knäckning med tvårsnittsrotation kring x -axeln
- N_{Rydc} $\omega_{yc} A f_{yd}$ där ω_{yc} är reduktionsfaktor för knäckning med tvårsnittsrotation kring y -axeln
- M_{Sxd} , M_{Syd} böjmoment kring x - och y -axeln av dimensioneringslast enligt första ordningen teori varvid M_{Sxd} och M_{Syd} bestäms enligt följande:
- Stång med ändmoment och utan transversallast
 $M = 0,6M_1 + 0,4M_2$ dock $\geq 0,4M_1$
där M_1 är det numeriskt större av ändmomenten och M_2 är det numeriskt mindre. M_2 har samma tecken som M_1 om de båda momenten böjer balken åt samma håll, i annat fall olika tecken.
 - I övriga fall sätt M lika med det största momentet om inte annat visas vara riktigare.
- M_{Rxd} $\eta_x W_x f_{yd}$ = momentkapacitet vid böjning kring x -axeln
- M_{Rydc} $\eta_y W_y f_{yd}$ = momentkapacitet vid böjning kring y -axeln η_x och η_y är formfaktorer ($\eta_y \leq 1,25$, se avsnitt 6:242)
- α_c $\alpha_0 \omega_{yc}$ dock $\geq 0,8$
- γ_{xc} $\gamma_0 \omega_{xc}$ dock $\geq 0,8$
- γ_{yc} $\gamma_0 \omega_{yc}$ dock $\geq 0,8$
- där α_0 och γ_0 är enligt avsnitt 6:251 och ω_{xc} och ω_{yc} är reduktionsfaktorer, se N_{Rxcd} och N_{Rydc} ovan.

– vid massiva tvärsnitt och rör

Formel 6:251c kan vid massiva tvärsnitt och rör tillämpas med ψ ersatt av $\omega_{xc}\psi$ eller $\omega_{yc}\psi$ beroende på utknäckningsriktning. $\omega_{xc}\psi$ och $\omega_{yc}\psi$ skall inte sättas till mindre värde än 0,8. N_{Rd} ersätts med N_{Rxcd} eller N_{Rycd} beroende på utböjningsriktning.

– vid övriga tvärsnitt

Formel 6:252a kan vid övriga tvärsnitt tillämpas vid böjning kring någon av de båda axlarna, varvid man vid böjning kring y -axeln ersätter γ_{xc} , M_{Sxd} , M_{Rxd} och N_{Rxcd} med γ_{yc} , M_{Syd} , M_{Ryd} respektive N_{Rycd} .

6:253 Böjvidknäckning

Följande villkor gäller för stänger med dubbelsymmetriskt I-tvärsnitt. För övriga stänger hänvisas till litteraturen.

$$\left(\frac{N_{sd}}{N_{Rxcd}} \right)^{\gamma_{xc}} + \frac{M_{Sxd}}{M_{Rxd}} \leq 1,00 \quad (6:253a)$$

$$\left(\frac{N_{Sd}}{N_{Rycd}} \right)^{\alpha_c} + \left(\frac{M_{Sxd}}{M_{Rxcd}} \right)^{\beta_c} + \left(\frac{M_{Syd}}{M_{Ryd}} \right)^{\gamma_{yc}} \leq 1,00 \quad (6:253b)$$

N_{Sd} normalkraft av dimensioneringslast

M_{Sxd} , M böjmoment kring x - och y -axeln av dimensioneringslast. M_{Sxd} i formel a och M_{Syd} i formel b är moment enligt första ordningens teori. För stänger med leder i båda ändarna samt för stänger i ramar med fixa (icke förskjutbara) knutpunkter är även M_{Sxd} i formel b moment enligt 1:a ordningen. Vid stänger i ramar med fria (förskjutbara) knutpunkter är M_{Sxd} i formel b moment enligt 2:a ordningen.

N_{Rxcd} $\omega_{xc}Af_{yd}$ där ω_{xc} är reduktionsfaktor för böjknäckning i y - z -planet

N_{Rycd} $\omega_{yc}Af_{yd}$ där ω_{yc} är reduktionsfaktor för knäckning bestående i att den ena eller båda flänsarna böjer ut i sidled (böjknäckning i x - z -planet eller böjvidknäckning)

M_{Rxd} momentkapacitet vid böjning kring x -axeln utan reduktion med hänsyn till vippning enligt avsnitt 6:2442

M_{Rxcd}	momentkapacitet vid böjning kring x -axeln med hänsyn till vippning enligt avsnitt 6:2442	
M_{Ryd}	momentkapacitet vid böjning kring y -axeln.	
α_c	$\alpha_0 \omega_{yc}$	dock $\geq 0,8$
β_c	β_0	
γ_{xc}	$\gamma_0 \omega_{xc}$	dock $\geq 0,8$
γ_{yc}	$\gamma_0 \omega_{yc}$	dock $\geq 0,8$

där α_0 , β_0 och γ_0 är enligt avsnitt 6:251 och ω_{xc} och ω_{yc} är reduktionsfaktorer, se N_{Rxcd} och N_{Rycd} .

6:26 Tvärkraft och koncentrerad kraft

6:261 Tvärkraft

Tvärkraftskapaciteten är

– för I-, U- och lådbalkar det lägsta värdet av

$$V_{Rd} = \omega_v A_w f_{yd} \quad (6:261a)$$

$$V_{Rd} = 0,58 A_{wnet} f_{ud} \quad (6:261b)$$

– för plattstång och rundstång

$$V_{Rd} = 0,50 A f_{yd} \quad (6:261c)$$

– för cirkulärt rör enligt Skalhandboken, avsnitt 32:17.

I formlerna 6:261a, b och c betecknar

A_w livarea $h_w t_w$ enligt figur 6:261

A_{wnet} nettolivarea i snitt genom skruvhål, jämför avsnitt 3:413

A tvärsnittsarea

ω_v reduktionsfaktor för skjuvbuckling, som för balkliv utan andra avstyvningar än vid upplag erhålls ur tabell 6:261 som funktion slankhetsparametern:

$$\lambda_w = 0,35 \frac{b_w}{t_w} \sqrt{\frac{f_{yk}}{E_k}} \quad (6:261d)$$

b_w livets bredd mellan hålkäl eller svets, se tabell 6:211a och figur 6:261

t_w livtjocklek

I tabell 6:261 ges värden i kolumnerna 1 och 2.

Kolumn 1 gäller för

- liv med dubbla avstyvningar eller motsvarande vid ändupplag, s.k. styv ändavstyvning
- liv vid innerstöd i kontinuerlig balk

Kolumn 2 gäller för

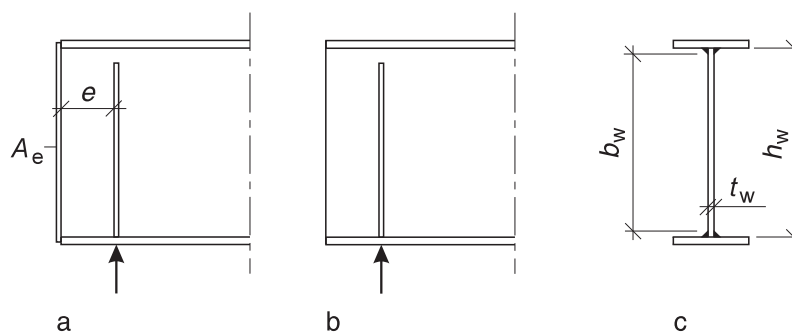
- liv med enkel avstyvning vid upplag, s.k. vek ändavstyvning

Tabell 6:261 Reduktionsfaktor ω_v med hänsyn till skjuvbuckling vid tvärkraft

λ_w	Kolumn 1	Kolumn 2
– 0,75	0,67	0,67
0,75 – 1,20	$0,5/\lambda_w$	$0,5/\lambda_w$
1,20 –	$0,79/(\lambda_w + 0,70)$	$0,5/\lambda_w$

För styv ändavstyvning enligt figur 6:261 gäller

$$A_e > 4 b_w t_w^2 / e \quad \text{och} \quad e > 0,1 b_w \quad (6:261e)$$



Figur 6:261 a) styv ändavstyvning b) vek ändavstyvning
c) tvärsnitt

Följande villkor gäller för I-, U- och lådbalkar påverkade av *tvärkraft V* och *böjmoment M*.

För balkar i tvärsnittsklass 1 behöver *V* och *M* endast kontrolleras var för sig, $V_{Sd} \leq V_{Rd}$ och $M_{Sd} \leq M_{Rd}$ om villkoren enligt avsnitt 3:32 för tillämpning av gränslastteori är uppfyllda.

För balkar i tvärsnittsklass 2 gäller samma villkor som för tvärsnittsklass 1. Dessutom gäller följande villkor

$$\frac{M_{Sd}}{M_{Rd}} + 0,63 \frac{V_{Sd}}{V_{Rd}} \leq 1,38 \quad (6:261f)$$

M_{Sd} böjmoment av dimensioneringslast

V_{Sd} tvärkraft av dimensioneringslast

M_{Rd} momentkapacitet enligt avsnitt 6:243 med $\omega_b = 1$

V_{Rd} tvärkraftskapacitet enligt tillämplig formel 6:261a eller b.

För balkar i *tvärsnittsklass 3* se *K18*, avsnitt 18:28, där V_{Rd} i formlerna väljs enligt 18:26, dock behöver inte kolumn 3 beaktas.

6:262 Intryckning under koncentrerad kraft

Om krafter och moment beräknas enligt gränslastteori bör avstyvningar anordnas vid alla koncentrerade krafter inom förutsatta flytområden.

Kapaciteten F_{Rcd} med hänsyn till intryckning under en koncentrerad kraft för konstruktionsdelar med

$$\frac{b_w}{t_w} \leq 2,4 \sqrt{\frac{E_k}{f_{yk}}} \quad \text{uppgår till}$$

$$F_{Rcd} = l_{se} t_w f_{yd} \quad (6:262a)$$

För slankare konstruktionsdelar bestäms F_{Rcd} av formeln

$$F_{Rcd} = 0,7 t_w^2 \sqrt{E_d f_{yd}} \quad (6:262b)$$

Vid last längre än livhöjden b_w från balkände är

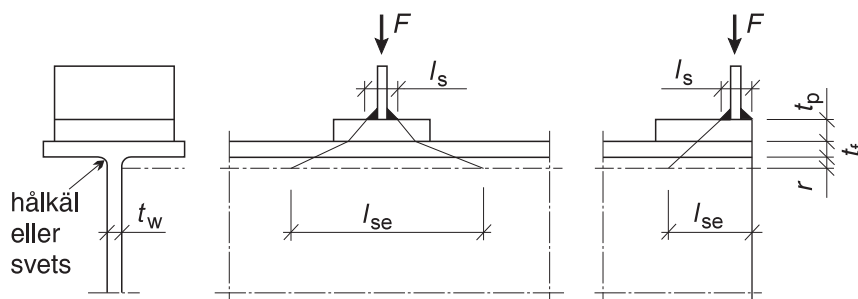
$$l_{se} = l_s + 2t_p + k(t_f + r) \quad (6:262c)$$

där $k = 2$ vid beräkning av utmattningshållfasthet och $k = 5$ i övriga fall. Dimensionerna l_s , t_p , t_f och r framgår av figur 6:262.

Vid last vid balkände är

$$l_{se} = l_s + t_p + t_f + r \quad \text{dock max } 500t_w^2/b_w \quad (6:262d)$$

Vid last mellan balkände och b_w från balkände interpoleras mellan formelerna 6:262c och d.



Figur 6:262 Lastspridning under koncentrerad last.

6:263 Prägling

Vid dimensionering med hänsyn till lokalt tryck enligt Hertz, utan påverkan av utmattningslast, sätts dimensioneringsvärdet för präglingshållfastheten lika med det lägsta av värdena $4,5 f_{yd}$ och $2,0 f_{uk}$.

6:27 Vridmoment**6:271 Ren vridning**

Vid ren vridning är vridmomentkapaciteten för ett öppet tvärsnitt

$$T_{Rd} = 0,58 Z_v f_{yd} \quad (6:271a)$$

Z_v vridmotståndet enligt plasticitetsteori

Vridmomentkapaciteten för ett fyrkantrör är vid ren vridning

$$T_{Rd} = 2(\omega_t)_{\min} A_t f_{yd} \quad (6:271b)$$

A_t arean innanför tvärsnittets medellinje

t Godstjockleken

ω_t reduktionsfaktor som fås ur tabell 6:271 som funktion av slankhetsparametern λ_w där

$$\lambda_w = 0,35 \frac{b_w}{t_w} \sqrt{\frac{f_{yk}}{E_k}} \quad (6:271c)$$

Om godstjockleken är konstant är den tvärsnittsdel som har den största slankheten b_w/t_w bestämmande för kapaciteten. I annat fall är det den tvärsnittsdel som ger lägst värde på ω_t .

Beträffande runda rör se Skalhandboken.

Tabell 6:271 Reduktionsfaktorn ω_t med hänsyn till skjuvbuckling vid vridning av ett slutet tvärsnitt med plana tvärsnittsdelar

λ_w	ω_t
– 0,75	0,58
0,75 – 2,37	$0,435/\lambda_w$
2,37 –	$0,58/\lambda_w^{A/3}$

6:272 Blandad vridning

Vid vridning med förhindrad tvärsnittsvälvning (blandad vridning) och vridning i kombination med normalkraft eller böjmoment eller i kombination med båda beräknas kapaciteten med beaktande även av välvspänningarna.

6:273 Vridmoment, tvärkraft och böjmoment

Följande villkor kan tillämpas för massiva tvärsnitt och för rör

$$\left(\frac{V_{Sd}}{V_{Rd}} + \frac{T_{Sd}}{T_{Rd}} \right)^2 + \left(\frac{M_{Sd}}{M_{Rd}} \right)^2 \leq 1,00 \quad (6:273)$$

V_{Sd} tvärkraft av dimensioneringslast

T_{Sd} vridmoment av dimensioneringslast

M_{Sd} böjmoment av dimensioneringslast

V_{Rd} tvärkraftskapacitet enligt avsnitt 6:261

T_{Rd} vridmomentkapacitet enligt avsnitt 6:271

M_{Rd} böjmomentkapacitet enligt avsnitt 6:243

För ett fyrkantrör tillämpas formel 6:261f om $T_{Sd} = 0$.

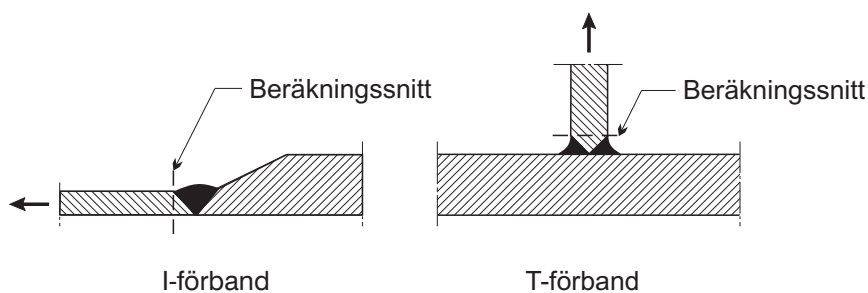
6:3 Dimensionering av svetsförband

6:31 Beräkningssnitt

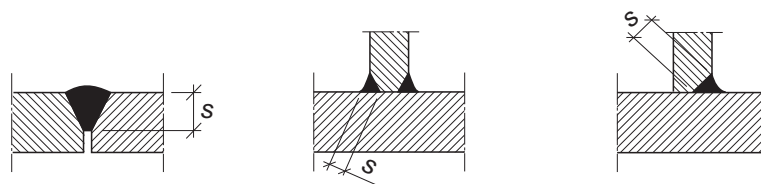
6:311 Helt eller delvis genomsvetsat förband

Vid ett genomsvetsat förband beräknas kapaciteten intill svetsen, se figur 6:311a. Om tillsatsmaterialets brotthållfasthet är mindre än grundmaterialets beräknas kapaciteten även i snittet genom svetsen.

Ett delvis genomsvetsat förband behandlas som ett kälsvetsförband enligt avsnitt 6:312 med beräkningssnittets höjd s enligt figur 6:311b.



Figur 6:311a Exempel på beräkningssnitt intill genomsvetsade förband (kraftpil anger kraftriktning).



Figur 6:311b Exempel på beräkningssnittets höjd s för olika typer av delvis genomsvetsade förband.

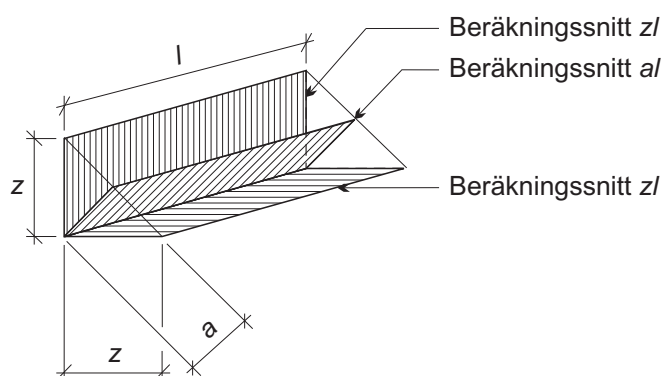
6:312 Kälsvetsförband

Beräkningssnitt vid ett kälsvetsförband är dels det snitt genom svetsen som har den minsta nominella snittarean, dels snitten omedelbart intill svetsen enligt figur 6:312b.

För beräkningssnittet genom svetsen gäller att snittets höjd är lika med svetsens nominella a -mått, som är höjden i den största likbenta triangel som kan inskrivas mellan fogytorna och toppytan. Snittets längd, den nyttiga svetslängden, är längden utan ändkratrar e.d.

En kraftöverförande kälsvets bör utföras med minsta svetslängd av 50 mm eller $6a$ vid $a > 8$ mm. För en kälsvets tillgodoräknas inte större svetslängd än $60a$ om svetsen i längdriktningen överför en kraft som i förenklande syfte antas jämnt fördelad över svetslängden. Vid en konstruktion som inte påverkas av utmattningslast (jfr avsnitt 2:11) och som har liten risk för sprött brott ($\sum m$ högst 5 enligt tabell 7:23b) kan dock den tillgodoräknade svetslängden ökas till $150a$.

Svetsens a -mått bör normalt inte vara mindre än 3 mm. Vid a -mått väsentligt större än 15 mm bör annan svetsutformning väljas, t.ex. delvis genomsvetsat förband.



Figur 6:312b Beräkningssnitt för en likbent kälsvets.

6:32 Kapacitet i brottgränstillstånd

Vid grundmaterial med f_{uk} högst 500 MPa kan ett stumsvetsförband som påverkas av icke utmattningslast betraktas som jämstarkt med grundmaterialet om tillsatsmaterialet har minst samma brotthållfasthet som grundmaterialet. För övriga svetsförband kontrolleras kapaciteten i beräkningssnitten genom svetsen och intill svetsen.

Kapaciteten för ett beräkningssnitt genom svetsen bestäms av dimensioneringsvärdet för hållfastheten hos svetsgodset f_{wd} beräknat enligt

$$f_{wd} = \begin{cases} \frac{\varphi \sqrt{f_{uk} f_{euk}}}{1,2\gamma_n} & \text{om } f_{uk} < f_{euk} \\ \frac{\varphi f_{euk}}{1,2\gamma_n} & \text{om } f_{uk} \geq f_{euk} \end{cases} \quad (6:32a)$$

f_{uk} grundmaterialets karakteristiska brotthållfasthet. Vid flera materi väljs det lägsta värdet.

f_{euk} elektrodmateriallets karakteristiska brotthållfasthet

Reduktionsfaktorn φ sätts lika med 0,9. För en stumsvets i svetsklass WA och WB kan dock φ sättas lika med 1,0.

Kapaciteten i brottgränstillstånd för ett beräkningssnitt genom svetsen beräknas enligt följande uttryck (beteckningar enligt figur 6:32).

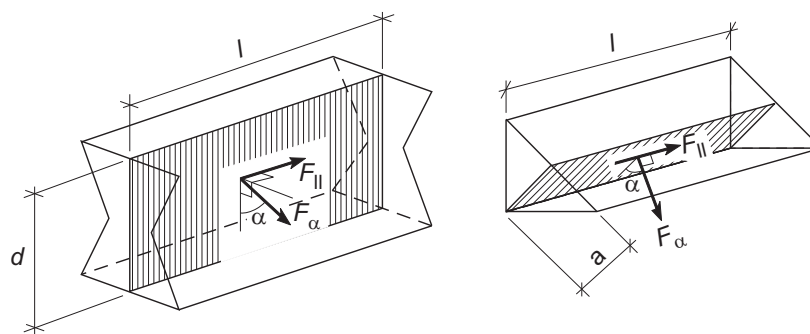
$$F_{RII} = 0,6dl f_{wd} \quad (6:32b)$$

och

$$F_{R\alpha} = \frac{dl f_{wd}}{\sqrt{2 + \cos 2\alpha}} \quad (6:32c)$$

d beräkningssnittets höjd, dvs. för ett snitt genom en kälsvets är d lika med a -mättet, för ett delvis genomsvetsat förband är d lika med s

l nyttig svetslängd



F_{II} kraftresultantens komponent i beräkningssnittets längdriktning

F_{α} komponenten i ett plan vinkelrätt mot längdriktningen

α vinkeln mellan F_{α} och beräkningssnittet

Figur 6:32 Beteckningar för beräkning av kapacitet i beräkningssnitt genom stumsvets och kälsvets.

Vid krafter i såväl tvär- som längdriktning påvisas att följande villkor är uppfyllt.

$$\left(\frac{F_{SII}}{F_{RII}}\right)^2 + \left(\frac{F_{S\alpha}}{F_{R\alpha}}\right)^2 \leq 1,00 \quad (6:32d)$$

För ett beräkningssnitt intill svetsen beräknas kapaciteten enligt formlerna 6:32b – d, varvid f_{wd} i formlerna 6:32b och c ersätts med f_{ud} för grundmaterialet om detta värde är mindre än f_{wd} samt $d = z$.

6:33 Samverkan i förband

Längs- och tvärgående kälsvetsar i t.ex. ett förband med skarvplåtar eller vid infästning av en profilstång kan dimensioneras med en kraftfördelning beräknad med elasticitetsteori eller med annan kraftfördelning som kan påvisas vara tillämpbar.

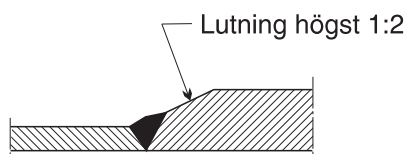
Vid ett svetsförband kombinerat med ett skruvförband dimensioneras svetsförbandet normalt för hela kraften, om man inte påvisar att godtagbar samverkan föreligger. Vid ett svetsförband kombinerat med ett friktionsförband, klass S3 enligt avsnitt 8:51, kan samverkan förutsättas.

6:34 Utformning av svetsförband

Ett stumsvetsförband vid olika godstjocklekar utformas så att det grövre godset avtunnas i lutning 1:2 eller flackare, se figur 6:34.

Trycköverföring kan förutsättas ske genom anliggning i kontaktytan mellan två delar av en svetsad konstruktion om anliggningsytorna har god passning mot varandra, se avsnitt 8:63. Sådan kontaktyta markeras på ritningen.

Ett förband i korrosivitetssklass C1 eller C2 kan utformas med kvar-sittande rotstrimla, förutsatt att dennas anvisningsverkan beaktas. Sådan rotstrimla markeras på ritningen.



Figur 6:34 Avtunning vid genomsvetsat förband.

6:4 Dimensionering av skruvförband

6:41 Förutsättningar

I detta avsnitt behandlas beräkningsmetoder för vissa skruvförband vilka anges i tabell 6:41. Beträffande materialkrav och klassindelning se avsnitten 7:14 och 8:51. Grundvärden för hållfasthet finns i avsnitt 2:24.

Tabell 6:41 Förutsatta skruvförband

Skruvförbandsklass	Hållfasthetsklasser		Tillåten påverkning ¹ vid utmattning
	8.8	10.9	
S1, S1(fin) ²	8.8	10.9	–
S1F, S1F(mod) ²		10.9	F_t
S2	8.8	10.9	F_v
S2F		10.9	$F_t + F_v$
S3, S3(grov)		10.9	$F_t + F_v$

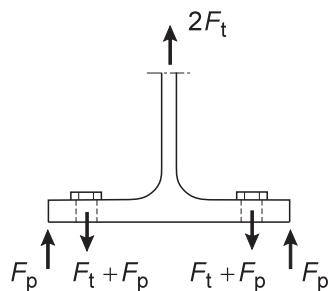
¹ F_t = dragkraft, F_v = skjuvkraft

² S1(fin) eller S1F(mod) används om rörelser i förbandet skulle medföra väsentlig försämring av konstruktionens funktion.

6:42 Beräkning av krafter

Vid dimensionering av ett förband utsatt för dragkraft kan tillskottskrafter uppkomma på grund av deformationer (bändning) i förbandet. Tillskottskrafterna adderas till dragkraften på grund av yttre last. Se figur 6:42a. Dragkrafterna i skruvarna på grund av förspänning försummas.

Tillskottskrafter av bändning är försumbara om momentkapaciteten hos de plåtar som överför dragkraften till skruvarna är större än det dimensionerande moment som erhålls med $F_p = 0$. Formfaktorn η för plåtarna kan i detta fall sättas till 1,5.



Figur 6:42a Tillskottskrafter av bändning F_p .

Vid förband med skruvar av samma dimension påverkade av en centrisk skjuvkraft förutsätts kraften fördelad lika på alla skruvarna om förbandets längd (L) i kraftriktningen understiger $15d$ där d är skruvdiametern.

Om förbandets längd är större beräknas den största kraften F_{Svd} på en skruv ur formeln

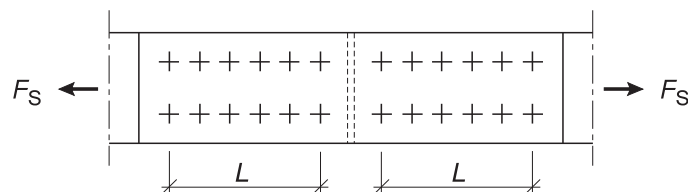
$$F_{Svd} = \frac{F_S}{n} \left(0,925 + \frac{L}{200d} \right) \quad (6:42)$$

n antalet skruvar

L förbandslängden enligt figur 6:42b

d Skruvdiametern

Om skjuvkraften angriper excentriskt i skjuvplanet beräknas kraften på skruvarna på grund av momentet enligt elasticitetsteori med stela förbandsplåtar och elastiska skruvar.



Figur 6:42b Förbandslängd L .

En excentricitet vinkelrätt mot skjuvplanet mindre än plåttjockleken kan försummas. Om en mellanläggsplåt anordnas beaktas dess inverkan genom att öka kraften på skruvarna med 1,25 % för varje mm som mellanläggsplåtens tjocklek överstiger 6 mm. Denna ökning av kraften fordras inte vid friktionsförband om mellanläggsplåten är ytbehandlad på samma sätt som övriga kontaktytor i förbandet.

6:43 Skruvars kapacitet i brottgränstillstånd

6:431 Dragning

Dimensioneringsvärdet för kapaciteten vid dragning F_{Rtd} beräknas ur formeln

$$F_{Rtd} = \varphi_t A_s f_{bud} \quad (6:431)$$

A_s skruvens spänningsarea

φ_t reduktionsfaktor som är
1,0 för högt förspänd skruv i skruvförbandsklass S1F, S2F, S3 och S3(grov) i hållfasthetsklass 10.9

0,8 för skruv i skruvförbandsklass S1F(mod)

0,6 för normalt åtdragen skruv

f_{bud} dimensioneringsvärde för skruvens brotthållfasthet, dvs. $\frac{f_{buk}}{\gamma_m \gamma_n}$

För ett gängat konstruktionselement, t.ex. en grundskruv, beräknas bärformågan på samma sätt som för en vanlig konstruktionsdel, dvs.

$$F_{Rtd} = A_s f_{yd}$$

6:432 Skjuvning

Dimensioneringsvärdet för kapaciteten vid skjuvning (kraft vinkelrätt mot skruvens längdaxel) är det lägsta av värdena F_{Rvd} svarande mot skjuvbrott i skruven och F_{Rbd} svarande mot hålkantbrott i plåten.

$$F_{Rvd} = 0,6A_l f_{bud} \quad (6:432a)$$

A_l skruvens nominella tvärsnittsarea om skjuvplanet skär den ogängde delen av skruvstammen, i annat fall skruvens spänningsarea A . Om gängad del av skruven förutsatts i skjuvplanet bör detta ange på ritning, jämför avsnitt 8:53.

$$F_{Rbd} = 1,2 \left(\frac{e_1}{d} - 0,5 \right) d_s t f_{ud} \quad (6:432b)$$

d skruvens diameter

d_s

$$\begin{cases} d & \text{vid anliggning mot skruvstam} \\ \sqrt{4A_s/\pi} & \text{vid anliggning mot gänga} \end{cases}$$

e_1 avståndet från hålcentrum till fri kant eller till centrum av närliggande hål mätt i kraftriktningen. Om $e_1 > 3d$ insätts $e_1 = 3d$

t tjocklek hos den konstruktionsdel som överför kraften till skruve

6:433 Kombinerad dragning och skjuvning

Vid samtidig påverkan av dragkraft och tvärkraft gäller följande villkor

$$\left(\frac{F_{St}}{F_{Rtd}} \right)^2 + \left(\frac{F_{Sv}}{F_{Rvd}} \right)^2 \leq 1,00 \quad (6:433)$$

F_{St}, F_{Sv} beräknad dragkraft respektive tvärkraft vid dimensionering last i brottgränstillstånd

F_{Rtd} kapacitet vid dragning enligt formel 6:431, dock beräknad i den nominella skruvarean om skjuvplanet skär den ogängade delen av skruvstammen

F_{Rvd} kapacitet vid skjuvning enligt formel 6:432a.

6:44 Glidning

För ett friktionsförband beräknas bärförmågan med hänsyn till glidning

F_{Rsd} ur formeln

$$F_{Rsd} = \mu_d (\beta A_s f_{buk} - 0,8 F_{St}) \quad (6:44)$$

μ_d friktionskoefficienten μ_k / γ_n där μ_k erhålls ur tabell 6:44 eller bestäms genom provning enligt SS 27 11 17:1983. I bruksgränstillstånd är $\gamma_n = 1,0$

A_s skruvens spänningsarea

F_{St} beräknad dragkraft vid dimensioneringslast

β 0,7 vid skruvförbandsklass S3

0,6 vid klass S3(grov) eller vid klass S3 med hål förlängda högst $d/4$

0,5 vid klass S3 med hål förlängda högst $1,5d$

Vid i samma plan samverkande svets- och skruvförband dimensioneras det senare mot glidning i brottgränstillstånd.

Skruvförband med avlånga hål bör utföras i skruvförbandsklass S3 eller S3(grov). Förlängda hål förutsätts täckta med minst 8 mm plåt med håldiameter enligt SS-ISO 273:1985 serie medel. Vid användning av avlånga hål måste man bedöma konsekvenserna av en glidning i förbandet i hållets längdriktning för att avgöra om glidningen är att hänföra till ett brottgränstillstånd.

Tabell 6:44 Exempel på karakteristiskt värde på friktionskoefficienten μ_k .

Ytbeskaffenhet	μ_k
Ren valshud	0,3
Blästrad eller flamrensad yta	0,5
Varmförzinkad yta $\leq 100 \mu\text{m}$	0,15
Varmförzinkad och blästrad yta $\leq 100 \mu\text{m}$	0,35
Sprutförzinkad yta	0,3
Sprutaluminerad yta	0,5
Zinksilikatfärg, skiktjocklek ¹ $\leq 80 \mu\text{m}$	0,4
Andra färgtyper enligt bilaga 4 ¹ $\leq 80 \mu\text{m}$	0,15

¹ Observera att förbandets klämlängd kan behöva ökas med hänsyn till tidsberoende deformationer i färgskiktet

6:45 Utformning av förband

Vid utformning av ett förband bör man eftersträva att begränsa dess utsträckning. Vidare bör man se till att utrymmet är tillräckligt för en fullgod åtdragning av förbandet och för framtida underhåll.

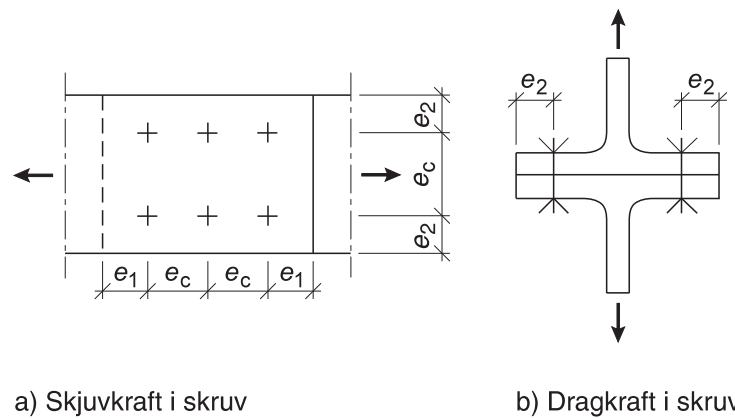
Ett förband förutsätts normalt ha minst två skruvar.

Förutsatta minimiavstånd för skruvar med hänsyn till bärförmåga och montering anges i tabell 6:45 där d_0 är håldiametern. I tabellen anges även förutsatta *största* avstånd med hänsyn till risken för korrosion för konstruktioner i korrosivitetssklass C3 eller högre. Beteckningar enligt figur 6:45.

Tabell 6:45 Förutsatta kant- och centrumavstånd för skruvar

Minsta kantavstånd	$e_1 \geq 1,2d_0^1$
– vid dragkraft	$e_2 \geq 1,2d_0$
– vid skjuvkraft	$e_2 \geq 1,5d_0^1$
Minsta centrumavstånd	$e_c \geq 2,5d_0^1$
Största kantavstånd	
– oavstyvad kant	$e_1, e_2 \leq 6t$
– avstyvad kant	$e_1, e_2 \leq 8t$
Största centrumavstånd	$e_c \leq 14t$

¹ Vid fullt utnyttjat hålkanttryck gäller $3d_0$ i kraftriktningen, se formel 6:432b.



a) Skjuvkraft i skruv

b) Dragkraft i skruv

Figur 6:45 Beteckningar för kant- och centrumavstånd.

Vid passförband och vid sådana skjuvförband där skruvar med hålserie fin används för att begränsa rörelser i förbandet förutsätts normalt att den ogängade skruvstammen slutar utanför godset. I sådana fall används en eller flera brickor under muttern. Vid friktionsförband och vid sådana skruvförband där hålserie medel används får den gängade delen sluta i godset.

Brickor används i följande fall:

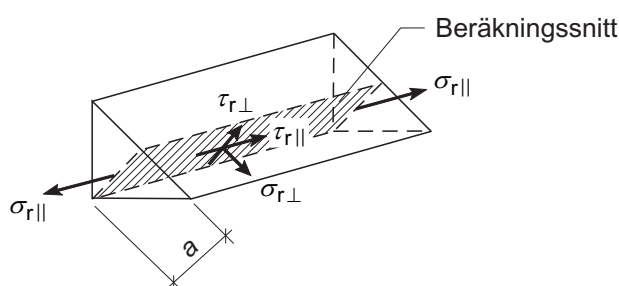
- om den ogängade skruvstammen slutar utanför godset
- om konstruktionen är ytbehandlad, varvid brickan placeras under det element som vrids
- om hålplantrycket av förspänningskraft utan bricka överstiger godsets brottgräns. Hålplantrycket räknas på anliggningsytan mellan gods och skruvhuvud eller mellan gods och mutter
- om anliggningsytan inte är vinkelrätt mot skruvriktningen (sned bricka används).

6:5 Dimensionering med hänsyn till utmattning

6:51 Dimensioneringsprinciper

6:511 Beräkning av spänningsvidd

Med spänningsvidd σ_{rd} avses skillnaden mellan maximi- och minimi-spänningen för den studerade punkten i ett tvärsnitt, varvid spänningarna beräknas som nominella spänningar utan hänsyn till lokala spänningsvariationer orsakade t.ex. av en svets detaljgeometri. Beräkningen av spänningarna utförs enligt elasticitetsteori. För ett snitt genom en kälsvets beräknas spänningskomponenterna enligt figur 6:511.



Figur 6:511 Spänningskomponenter i beräkningssnitt genom kälsvets.

Vid friktionsförband, dvs skruvförbandsklass S3 och S3(grov) enligt tabell 8:51, beräknas spänningsvidden utgående från bruttoarean och vid övriga skruvförbandsklasser från nettoarean.

Vid högt förspända förband S1F, S2F, S3 och S3(grov) med skruvar påverkade av yttre dragkraft kan variationen av dragkraften i skruvarna antas svara mot 20 %, och vid S1F(mod) 30 %, av den yttre dragkraftens variation, om inte annat visas vara riktigare.

6:512 Dimensioneringsvillkor

Dimensioneringsvillkoret med hänsyn till utmattning vid en ren normalspänning är

$$\sigma_{rd} \leq f_{rd} \quad (6:512a)$$

där $f_{rd} = f_{rk}/(1,1\gamma_n)$ är dimensioneringsvärdet för utmattningshållfastheten enligt avsnitt 3:42. Om σ_{rd} är mindre än 25 MPa är dimensioneringsvillkoret uppfyllt för konstruktioner i utförandeklass GA och GB.

Om spänningsvidden utgörs av enbart skjuvspänningar är dimensioneringsvillkoret

$$\tau_{rd} \leq f_{rvd} \quad (6:512b)$$

där $f_{rvd} = 0,6f_{rd}$ med f_{rd} enligt formel 6:512a. För skruvar i hållfasthetsklass 8.8 och 10.9 är $f_{rvd} = 0,9f_{rd}$.

Vid fleraxligt spänningstillstånd med spänningsvidderna σ_{rII} , τ_{rII} , $\sigma_{r\perp}$ och $\tau_{r\perp}$ gäller utöver villkoren enligt formlerna 6:512 a och b för varje enskild spänningskomponent även följande villkor

$$\sqrt{\frac{\sigma_{rdII}^2}{f_{rdII}^2} + \frac{\sigma_{rd\perp}^2}{f_{rd\perp}^2} + \frac{\tau_{rdII}^2}{f_{rvd}^2} + \frac{\tau_{rd\perp}^2}{f_{rvd}^2}} \leq 1,10 \quad (6:512c)$$

För vissa förbandstyper i bilaga 3, typ 26, snitt a-a och typ 43 t.o.m. 50 har fleraxligheten i spänningstillståndet beaktats vid bestämningen av C -värdet. I dessa fall behöver inte villkoret enligt formel 6:512 c uppfyllas.

6:52 Karakteristisk utmattningshållfasthet

6:521 Allmänt

Karakteristisk utmattningshållfasthet, f_{rk} , beräknas med beaktande av anvisningsverkan, karakteriserad av förbandsklassen C enligt avsnitt 6:522, antalet spänningscykler under konstruktionens användningstid n_t och spänningskollektivets form enligt avsnitten 6:523 respektive 6:524.

6:522 Förbandsklass

Förbandsklassen C är den karakteristiska utmattningshållfastheten vid $2 \cdot 10^6$ spänningscykler med konstant spänningsvidd.

Förbandsklasser för grundmaterial och svetsförband anges i tabell B3:1 i bilaga 3. Angivna värden förutsätter utförandeklass GA eller GB enligt avsnitt 8:12.

Förbandsklassen vid två eller flera samverkande anvisningar bestäms enligt följande i sådana fall där förbandsklassen inte framgår av tabell B3:1, t.ex. vid korsande svetsar.

Vid två samverkande anvisningar anses förbandsklassen svara mot det lägsta C -värdet för de två anvisningarna minskat med ett steg i serien av C -värden enligt figur 6:523. Vid fler än två samverkande anvisningar anses förbandsklassen svara mot det lägsta C -värdet minskat med två steg.

Ett hål i närheten av en svets förutsätts inverka på svetsens utmattningshållfasthet om avståndet mellan hålets kant och svetskanten är mindre än hålets diameter. Hålets inverkan kan beaktas i beräkningen genom att den beräknade nominella spänningsvidden ökas genom multiplikation med faktorn $\sqrt{200/C}$, där C är förbandsklassen för hålet, bestämd enligt nr 08 i tabell B3:1.

Vid ett cirkulärt hål som fylls med åtdragen skruv motsvarande minst normal åtdragning enligt avsnitt 8:5 kan förbandsklassen för hålet i tabell B3:1 ökas två steg i serien av C -värden enligt figur 6:523.

Förbandsklasser för förband med fästelement finns i tabell B3:2. Tabellens C -värden beaktar inverkan av sekundära effekter som ett lokalt excentricitetsmoment i förbandet och förekommande avvikelser från antagandet om lika fördelning av förbandskraften mellan skruvarna. Om excentricitetsmomentet beaktas vid beräkning av spänningsvidden kan C -värdet för grundmaterialet, nr 01 – 12 i tabell B3:2, sättas lika med 100 om hålen fylls med skruv som åtdragits minst enligt avsnitt 8:541.

6:523 Hållfasthet vid konstant spänningsvidd

Vid spänningskollektiv med konstant spänningsvidd och mindre än $5 \cdot 10^6$ spänningscykler uppgår det karakteristiska värdet på utmattningshållfastheten till

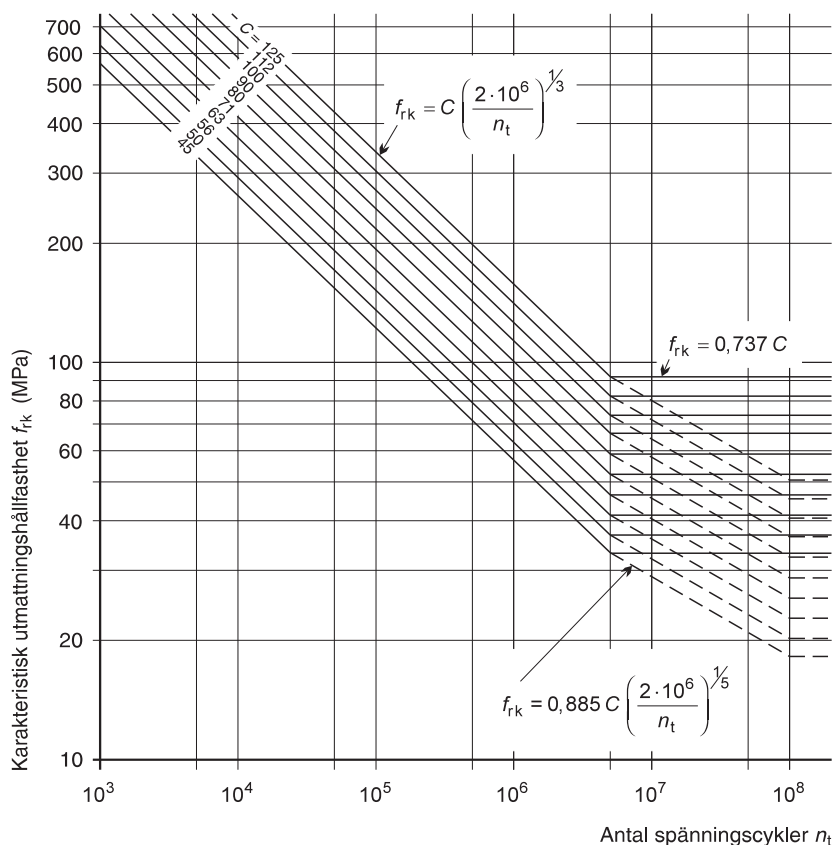
$$f_{rk} = C \left(\frac{2 \cdot 10^6}{n_t} \right)^{1/3} \quad (6:523a)$$

C förbandsklass enligt tabell B3:1 eller B3:2

n_t antal spänningscykler under konstruktionens förutsatta användning tid.

För konstruktioner som inte nämnvärt påverkas av korrosion, t.ex. vid väl underhållet rostskydd enligt avsnitt 8:7, kan förutsättas att utmattningsgränsen vid konstant spänningsvidd uppnås vid $5 \cdot 10^6$ spänningscykler. För andra konstruktioner förutsätts att utmattningsgränsen vid konstant spänningsvidd uppnås vid 10^8 spänningscykler.

Relationen mellan det karakteristiska värdet på utmattningshållfastheten och antalet spänningscykler framgår av figur 6:523.



Figur 6:523

Karakteristisk utmattningshållfasthet f_{rk} . Heldragna linjer tillämpas, om konstruktionen inte påverkas av korrosion, för spänningskollektiv med konstant spänningsvidd ($\lambda = 1$). Vid varierande spänningsvidd se avsnitt 6:524.

Utmattningshållfastheten för grundmaterial som inte påverkas av svets eller termisk skärning kan ökas genom att f_{rk} enligt figur 6:523 multipliceras med materialfaktorn φ_m enligt tabell 6:523. Grundmaterialet kan anses opåverkat av svets eller termisk skärning om avståndet till svetskant eller skärkant är minst $3t$ eller minst 50 mm varvid t är grundmaterialets tjocklek.

Tabell 6:523 Materialfaktor för grundmaterial opåverkat av svets eller termisk skärning

Brottgräns (MPa)	φ_m	Brottgräns (MPa)	φ_m
$340 \leq f_{uk} < 410$	1,0	$490 \leq f_{uk} < 600$	1,20
$410 \leq f_{uk} < 450$	1,10	$600 \leq f_{uk}$	1,25
$450 \leq f_{uk} < 490$	1,15		

Under förutsättning att storleken av egenspanningarna är kända i det anvisningspåverkade området och att egenspanningarna adderas till spänningarna av det dimensionerande spänningsskollektivet vid bestämningen av spänningsförhållandet $\beta_r = \sigma_{\min} / \sigma_{\max}$, kan f_{rk} enligt figur 6:523 ökas genom multiplikation med spänningsväxelfaktorn φ_e enligt följande formel.

$$\varphi_e = \frac{1 - \beta_r}{1 - 0,7\beta_r} \quad (6:523b)$$

Formeln är tillämplig vid växlande spänningar, dvs. $\beta_r < 0$. Om även σ_{\max} är en tryckspänning, $\beta_r > 0$, kan φ_e sättas lika med 1,43.

Utmattningshållfastheten är dimensionsberoende. Detta kan beaktas genom multiplikation av f_{rk} enligt figur 6:523 med en tjockleksfaktor, φ_{\dim} enligt följande formel

$$\varphi_{\dim} = \left(\frac{25[\text{mm}]}{t} \right)^{0,0763} \geq 1,0 \quad (6:523c)$$

där t [mm] är den största tjockleken hos anslutande plåt i dimensionerade punkt.

6:524 Dimensionering vid varierande spänningsvidd

Vid spänningskollektiv med varierande spänningsvidd tillämpas Palmgren-Miners delskadehypotes utgående från den karakteristiska utmattningshållfastheten enligt avsnitt 6:523. Härvid gäller att dimensioneringsvärdet för varje spänningsvidd bestäms genom att multiplicera den beräknade nominella spänningsvidden för dimensionerande lasteffekt med en faktor $1,1\gamma_n$ där γ_n är beroende av säkerhetsklassen enligt avsnitt 1:214.

Vid sammansättning av spänningskollektiv kan man dels försumma de 100 spänningscykler som har störst spänningsvidd och dels spänningscykler med dimensioneringsvärden för spänningsvidden som är mindre än den som svarar mot utmattningsgränsen $n_t = 10^8$.

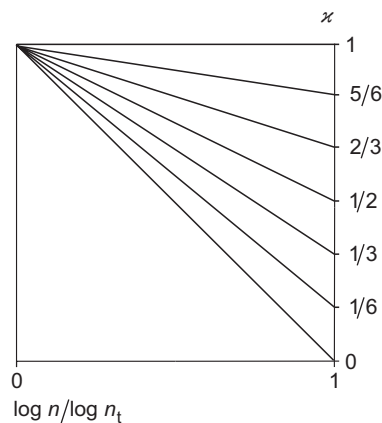
Följande dimensioneringsvillkor vid varierande spänningsvidd gäller:

$$\sum \left(\frac{n_i}{n_{ti}} \right) \leq 1,0 \quad (6:524)$$

n_i antal spänningscykler med viss spänningsvidd σ_{ti}

n_{ti} antal spänningscykler vid konstant spänningsvidd enligt figur 6:524 som svarar mot en karakteristisk hållfasthet lika med spänningsvidden σ_{ti} .

För typiserade spänningskollektiv enligt figur 6:524 redovisas i tabell 6:524 värden på den karakteristiska utmattningshållfastheten f_{rk} vid olika kollektivparametrar och spänningscykeltal.



Figur 6:524 Typiserade spänningskollektiv.

Dimensioneringen utförs enligt formel 6:512a varvid σ_{rd} är den största nominella spänningsvidden i det betraktade spänningskollektivet. Sammansättningen av spänningskollektivet kan göras enligt samma princip som enligt det tidigare gäller vid tillämpning av delskadehypotesen.

Tabell 6:524 **Karakteristisk utmattningshållfasthet vid typiserade spänningskollektiv**

		Karakteristisk utmattningshållfasthet f_{rk} (MPa)									
κ	n_t	C = 45	50	56	63	71	80	90	100	112	125
1	10^3	567	630	706	794	895	1010	1130	1260	1410	1570
	10^4	263	292	327	368	415	468	526	585	655	731
	10^5	122	136	152	171	193	217	244	271	304	339
	10^6	56,7	63,0	70,6	79,4	89,5	101	113	126	141	157
	$5 \cdot 10^6$	33,2	36,8	41,3	46,4	52,3	58,9	66,3	73,7	82,5	92,1
	10^7	28,9	32,1	35,9	40,4	45,6	51,3	57,7	64,1	71,8	80,2
5/6	10^8	18,2	20,2	22,7	25,5	28,7	32,4	36,4	40,5	45,3	50,6
	10^3	661	735	823	925	1040	1180	1320	1470	1650	1840
	10^4	309	343	384	433	487	549	618	687	769	858
	10^5	144	160	179	202	227	256	288	320	358	400
	10^6	67,1	74,5	83,4	93,9	106	119	134	149	167	186
	10^7	34,2	38,0	42,6	47,9	54,0	60,8	68,4	76,0	85,1	95,0
2/3	10^8	21,6	24,0	26,9	30,3	34,1	38,4	43,2	48,0	53,8	60,0
	10^3	790	878	983	1110	1250	1400	1580	1760	1970	2190
	10^4	373	415	465	523	589	664	747	830	929	1040
	10^5	175	195	218	245	277	312	351	390	436	487
	10^6	82,0	91,1	102	115	129	146	164	182	204	228
	10^7	41,9	46,6	52,2	58,7	66,1	74,5	83,8	93,1	104	116
1/2	10^8	26,6	29,5	33,0	37,2	41,9	47,2	53,1	59,0	66,1	73,8
	10^3	976	1080	1210	1370	1540	1740	1950	2170	2430	2710
	10^4	470	522	585	658	742	836	940	1040	1170	1310
	10^5	223	248	278	313	352	397	447	496	556	620
	10^6	105	117	131	147	166	187	210	234	262	292
	10^7	54,0	60,0	67,2	75,6	85,2	96,0	108	120	134	150
1/3	10^8	35,2	39,1	43,8	49,2	55,5	62,5	70,3	78,1	87,5	97,7
	10^3	1260	1400	1560	1760	1980	2230	2510	2790	3130	3490
	10^4	627	697	781	878	990	1120	1250	1390	1560	1740
	10^5	305	339	380	427	481	542	610	678	759	847
	10^6	146	162	182	205	230	260	292	325	364	406
	10^7	75,7	84,1	94,2	106	119	135	151	168	188	210
1/6	10^8	51,3	57,0	63,9	71,9	81,0	91,3	103	114	128	143
	10^3	1680	1870	2090	2350	2650	2990	3360	3740	4190	4670
	10^4	904	1000	1130	1270	1430	1610	1810	2010	2250	2510
	10^5	465	516	578	651	733	826	929	1030	1160	1290
	10^6	232	258	289	325	366	412	464	515	577	644
	10^7	123	137	153	173	194	219	246	274	307	342
10^8	81,9	91,0	102	115	129	146	164	182	204	228	

Tabell 6:524 *forts.*

κ	η_t	Karakteristisk utmattningshållfasthet f_{rk} (MPa)									
		C=45	50	56	63	71	80	90	100	112	125
0	10^3	2220	2470	2760	3110	3500	3950	4440	4940	5530	6170
	10^4	1340	1490	1670	1880	2120	2390	2680	2980	3340	3730
	10^5	775	861	964	1080	1220	1380	1550	1720	1930	2150
	10^6	432	481	538	605	682	769	865	961	1090	1200
	10^7	241	267	299	337	380	428	481	535	599	668
	10^8	144	160	179	202	227	256	288	320	359	400

6:525 Utmattning av andning

Vid slank plåt kan utböjningen av initiella bucklor öka och minska vid varierande last. Detta fenomen kallas andning. De böjspänningar, som uppkommer längs plåtens kanter vid andningen, kan ge upphov till utmattningssprickor. För att undvika detta bör följande villkor uppfyllas.

$$\sigma_{rdII} \leq f_{rdII} \quad (6:525a)$$

$$\tau_{rdII} \frac{0,6}{\omega_v} \leq f_{rvd} \quad (6:525b)$$

$$\sqrt{\frac{\sigma_{rdII}^2}{f_{rdII}^2} + \frac{\sigma_{rd\perp}^2}{f_{rd\perp}^2} + \frac{\tau_{rdII}^2 0,36}{f_{rvd}^2 \omega_v^2}} \leq 1,1 \quad (6:525c)$$

σ_{rdII} normalsspänningsvidd längs kanten av plåten i anslutning till svets, beräknad med effektivt tvärsnitt för brottgränstillståndet. Se *K18*.

$\sigma_{rd\perp}$ normalsspänningsvidd vinkelrät mot kanten av plåten

τ_{rdII} skjuvspänningsvidd längs kanten av plåten beräknad på nominell plåttjocklek. Faktorn $(\omega_v/0,6)$ multiplicerad med t_w ger en effektiv plåttjocklek

f_{rdII} dimensioneringsvärde för utmattningshållfasthet enligt 6:512

$f_{rd\perp}$

f_{rvd}

ω_v reduktionsfaktor med hänsyn till skjuvbuckling av tvärsnitt enligt 6:261, kolumn 1 eller 2 beroende på utformningen av avstyvningarna

Normalspänningsvidden σ_{rdII} och skjuvspänningsvidden τ_{rdII} beräknas i ett snitt 0,25 gånger plåtfältets minsta kantmått från plåtkanten.

7 MATERIAL

7:1 Allmänna materialegenskaper

BKR , avsnitt 2:4

Material till bärande konstruktioner, inklusive jord och berg, skall ha kända, och dokumenterade egenskaper i de avseenden som har betydelse för deras användning.

Till stålkonstruktioner bör användas material vars framställningsförfarande möjliggör produkter med jämn kvalitet. En hel del av byggprodukterna för stålkonstruktioner är i dag harmoniserade vilket innebär att icke CE-märkta produkter inom dessa områden saknar bestyrkta egenskaper se avsnitt 9:41. För övergångstider se http://ec.europa.eu/enter_pri-se/newapproach/nando/index.cfm?fuseaction=cpd.hs

Ytor, mått, form, homogenitet och mekaniska egenskaper för plåt, stänger och rör bör vara tillfredsställande för den avsedda användningen.

Egenskaper för grundmaterial behandlas i avsnitt 7:2. Tillsatsmaterial vid svetsning samt material för skruvförband och gängade konstruktionselement behandlas i avsnitt 7:3 respektive 7:4.

7:2 Grundmaterial

7:21 Allmänna krav

Grundmaterial bör uppfylla kraven för avsedd hållfasthetsklass, se avsnitt 2:21, och seghetsklass enligt avsnitt 7:23 samt de övriga materialkrav som svarar mot den avsedda användningen. Grundmaterial som får väsentlig påverkan av dragkrafter i tjockleksriktningen bör uppfylla kraven i avsnitt 7:24.

Vid stålkonstruktioner som ska varmförzinkas bör tillses att grundmaterialets kemiska sammansättning är lämplig för avsedd beläggning, varvid kisel- och fosforhalten särskilt beaktas. Uppgifter om lämpligt materialval vid stålkonstruktion som ska varmförzinkas ges i tillämplig stålstandard samt i *Val av stål vid varmförzinkning*, Nordic Galvanizers, augusti 2007.

7:22 Mått- och formtoleranser, homogenitet

Mått och formtoleranser för plåt, stänger och rör bör normalt väljas enligt tabell 7:22.

Ytfel och inre fel för konstruktionsstål behandlas i SS-EN 10163:2005 samt i respektive materialstandard enligt tabellerna 2:21a – 2:21g med tillhörande nationellt annex. Enligt SS-EN 10163-3:2005 tillåts yt-sprickor med viss omfattning i profiler. Det bör beaktas att sprickor inte tillåts i utförandeklasser enligt tabell 8:12. Information om sprickors inverkan på konstruktionens egenskaper se *Kritisk sprickstorlek i stål S355*.

Homogenitet i tjockleksriktningen behandlas i avsnitt 7:24.

Tabell 7:22 Mått- och formtoleranser för plåt, stänger och rör

Produkt	Tolerans enligt
Plåt	SS-EN 10029:1991, toleransklass A, B eller C SS-EN 10051:1991+A1:1997, kategori A med förbättrade planhetstoleranser
Plattstång	SS-EN 10058:2003
Kvadratstång	SS-EN 10059:2003
Rundstång	SS-EN 10060:2003
Vinkelstång	SS-EN 10056-2:1994
T-stång	SS-EN 10055:1996
U-stång	SS-EN 10279:2000
IPE-stång	Avsnitt 8:62 samt SS-EN 10034:1994
HEA-stång	”-
HEB-stång	”-
HEM-stång	”-
Varmbearbetade konstruktionsrör	Avsnitt 8:62 samt SS-EN 10210:2006
Kallformade svetsade konstruktionsrör	SS-EN 10219:2006

7:23 Seghet

Krav på seghet för stålkonstruktioner återfinns i avsnitt 1:215.

Risken för sprött brott kan minskas om man vid utformning av konstruktionen undviker spänningskoncentrationer, fleraxligt dragspänningstillstånd och stor godstjocklek.

Material till stålkonstruktioner bör väljas med seghetsklass enligt tabell 7:23a med hjälp av parametervärden enligt tabell 7:23b eller efter särskild utredning.

Tabell 7:23a Val av lägsta seghetsklass

Säkerhetsklass	Summa parametervärden $\sum m$ enligt tabell 7:23b	Lägsta seghetsklass
1	Oberoende av $\sum m$	B
2 och 3	$\sum m \leq 4$	B
	$\sum m = 5$	C
	$6 \leq \sum m \leq 8$	D
	$9 \leq \sum m$	E

Tabell 7:23b Parametervärden m för val av seghetsklass enligt tabell 7:23a

Påverkande faktorer		m
Lägsta drifttemperatur, T (°C)	$T \geq 5$	0
	$-40 \leq T < 5$	2
Dragspänning förekommer samt f_{yk} (MPa) i intervall	$f_{yk} < 300$	0
	$300 \leq f_{yk} \leq 460$	1
	$460 < f_{yk}$	2
Godstjocklek, t (mm)	$t \leq 20$	0
	$20 < t \leq 40$	1
	$40 < t \leq 100$	2

Anvisningsverkan

		m		
Förbandsklass	C-värde < 56	2	2	2
	$56 \leq$ C-värde < 80	1	1	2
	C-värde \geq 80	0	1	2
		GA	GB	GC
		Utförandeklass		

Utmattningslast eller dynamisk last	}	Förekommer inte	0
		Utmattningslast ¹ av exempelvis vind och fordon	2
		Dynamisk last av exempelvis påkörning	4

¹ Jämför avsnitt 2:11.

7:24 Egenskaper i tjockleksriktningen

BKR, avsnitt 8:43

Vid konstruktioner som påverkas av dragkrafter i stålets tjockleksriktning skall åtgärder vidtas för att säkerställa att kraftöverföringen i tjockleksriktningen blir tillfredsställande med hänsyn till risken för skiktbristning i stålet.

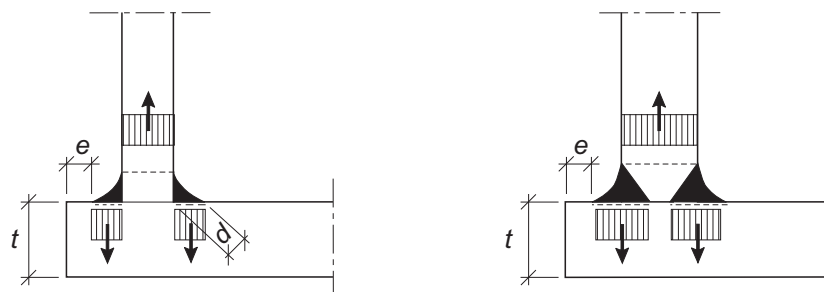
Råd: Åtgärderna för att säkerställa att kraftöverföringen i tjockleksriktningen blir tillfredsställande bör avpassas med hänsyn till konstruktionens säkerhetsklass och utnyttjandegrad samt till dess utformning. Åtgärderna kan exempelvis bestå i att material med garanterade och verifierade egenskaper i tjockleksriktningen enligt *BSK 07* avsnitt 7:24 väljs samt att tilläggskontroll utförs enligt *BSK 07* avsnitt 9:72.

För konstruktionsdelar i säkerhetsklass 2 och 3 med väsentlig dragkraft i tjockleksriktningen och en detaljutformning svarande mot någon av de fyra typerna a – d bör väljas tillverkningskontrollerat stålmaterial med förbättrade deformationsegenskaper i tjockleksriktningen, t.ex. med option 4 enligt SS-EN 10025-1:2004 eller med hänvisning direkt till SS-EN 10164:2005-Z35 med tillhörande ultraljudprovning enligt SS-EN 10160:1999 klass S2E3, samt med kontrollintyg 3.1 enligt SS-EN 10204:2005 med redovisad särskild process för att åstadkomma förbättrade egenskaper i tjockleksriktningen. Med väsentlig dragkraft avses att utnyttjandegraden i tjockleksriktningen är $\eta_{ULS} > 0,2$, där utnyttjandegraden η är förhållandet mellan lasteffekt och bärförmåga, S_d / R_d , i det aktuella gränstillståndet, jämför figur 7:24.

- a) vid ett förband med starkt förhindrad deformation vid svetsning, t.ex. vid plåttjocklek över 30 mm och stor inspänning
- b) vid ett förband med stor svetstjocklek, d enligt figur 7:24 större än 10 mm
- c) vid ett förband med någon svets nära en fri kant, dvs. e enligt figur 7:24 mindre än det största av 10 mm och plåtens halva tjocklek, $0,5t$ enligt figur 7:24
- d) vid förband med högre utnyttjandegrad än 0,5 ($\eta_{ULS} > 0,5$ eller $\eta_{FLS} > 0,5$).

Vid andra förband med väsentlig dragkraft i tjockleksriktningen eller vid konstruktiondelar i säkerhetsklass 1 bör behovet av särskilda åtgärder med hänsyn till risken för skiktbristning bedömas från fall till fall.

Lasteffekten beräknas såväl i ett snitt genom det i tjockleksriktningen påkända materialet som i ett snitt genom det anslutande materialet. Anledning till kontrollen i snittet genom godset är att begränsa svetsarnas storlek. Stora svetsar ger stora egenspanningsfält och ökad risk för skiktbristning. Jämför figur 7:24.



Figur 7:24 Beteckningar och bestämmande snitt vid dragkraft i tjockleksriktningen.

7:3 Tillsatsmaterial vid svetsning

BKR , avsnitt 8:42

Tillsatsmaterial vid svetsning skall ha sådana egenskaper att ett svetsförband får avsedd funktion och beständighet. Hållfastheten och andra väsentliga materialegenskaper skall vara dokumenterade.

Tillsatsmaterial skall anpassas till svetsmetod, grundmaterial, svetsprocedur och krav på svetsförbandet.

Vid risk för hydrogensprickor skall sådana tillsatsmaterial användas som ger låg hydrogenghalt i svetsgodset.

Vid en konstruktion där miljöns aggressivitet är stor eller mycket stor skall ett tillsatsmaterial användas, som ger ett svetsgodset som har minst samma korrosionströghet som grundmaterialet.

Råd: Exempel på tillsatsmaterial finns i *BSK 07* avsnitt 7:3.

En miljö med stor aggressivitet motsvarar korrosivitetssklass C4 enligt tabell 1:23a och en miljö med mycket stor aggressivitet korrosivitetssklasserna C5-I, C5-M och Im1–Im3 enligt tabellerna 1:23a och 1:23b.

Man bör välja en högre seghetsklass för tillsatsmaterialet än för grundmaterialet, jämför tabell 2:25a-b.

För höghållfasta stål (sträckgräns över 500 N/mm²) och stål med speciella egenskaper bör utlåtande från tillverkaren av tillsatsmaterial och stål ligga till grund vid val av tillsatsmaterial.

Om risk för hydrogensprickor föreligger bör elektroder med beteckningen H5 användas.

Exempel på elektroder för metallbågsvetsning och gasmetallbågsvetsning finns i avsnitt 2:25.

7:4 Fästelement

7:41 Allmänna krav

BKR, avsnitt 8:41

Fästelement (skruv, mutter och bricka samt gängat konstruktionselement) skall ha dokumenterad hållfasthet.

Skruv och mutter till högt förspända skruvförband skall ha sådana egenskaper att mutter och gängor normalt är starkare än skruven även vid ogynnsamma kombinationer av egenskaper och mått. Vid andra förband skall mutterns styrka motsvara minst den nominella dragbrottkraften för skruven.

Råd: Exempel på fästelement finns i *BSK 07* avsnitt 7:4.

7:42 Skruvar och muttrar

Exempel på skruvar och muttrar med metriska gängor till skruvförband med normal åtdragning, dvs. skruvförbandsklass S1(fin), S1 och S2, anges i tabell 7:42a.

För högt förspända förband S1F, S1F(fin), S1F(mod), S2F, S3 och S3(grov) anges exempel på skruvar och muttrar i tabell 7:42b. För att uppnå kravet i BKR på jämstyrka i muttern behövs normalt en mutter med höjd lika med skruvdiametern. I tabellen anges en standard för mutter som är under utarbetande med höjden lika med diametern. Hållfasthetsfordringar för skruvar och muttrar framgår av SS-EN ISO 898-1:1999.

Vid varmförzinkning av fästelement i högre hållfasthetsklass än 8.8 bör åtgärd vidtas för att minimera risken för väteförsprödning, t.ex. genom att en särskild tillverkningsprocess tillämpas. Åtgärden bör redovisas i intyg från tillverkaren enligt avsnitt 7:5.

Tabell 7:42a Exempel på skruvar och muttrar till normalt åtdragna förband S1(fin), S1 och S2

Hållfasthetsklass	Typ	Mått SS-EN ISO	Produktklass
Skruv 8.8	M6S	4014:2000	A eller B
	M6S	4017:2000 ¹	A eller B
Mutter 8	M6M	4032:2000	A eller B

¹ Användning av helgängad skruv SS-EN ISO 4017:2000 förutsätter att skruvtypen angetts på ritningen och att inverkan av gänga i skjuvsnitt med avseende på bärförmåga och ökade deformationer i förbandet beaktats vid dimensioneringen

Tabell 7:42b Exempel på skruvar och muttrar till högt förspända förband S1F, S1F(fin), S1F(mod), S2F, S3 och S3(grov)

Hållfasthetsklass	Typ, mått och produktklass
Skruv 10.9	EN 14399-3:2005 ¹ eller EN 14399-4:2005 ¹
Mutter 10	prEN 14399-10:2007 typ HRD

¹ Skillnaden mellan 14399-3 och 14399-4 för skruven är att standarderna ger olika gänglängd.

Snävare toleranser än vad som anges i standarderna enligt tabell 7:42a och 7:42b kan behövas för att uppfylla krav på hålpasning i passförband, dvs. skruvförbandsklass S2 och S2F.

7:43 Brickor

I högt förspända skruvförband, dvs. skruvförbandsklass S1F, S1F(fin), S1F(mod), S2F, S3 och S3(grov), bör härdade brickor med hårdheten min. 290 HV användas, exempelvis enligt SS-EN 14399-5:2005/AC:2006. I övriga skruvförband bör brickor med hårdheten min. 200 HV användas, exempelvis enligt SS-EN ISO 7089:2000. Hårdheten hos brickor bör inte överstiga 400 HV.

7:44 Gängade konstruktionselement

I gängade konstruktionselement, t.ex. gängstång, bör användas svetsbart konstruktionsstål enligt avsnitt 2:21 med $f_{uk} \geq 410$ MPa. Gängor och muttrar väljs enligt avsnitt 7:42. Stångdiametern väljs så att full gängprofil erhålls och så att mutterns hållfasthetsklass blir minst lika med det gängade konstruktionselementets nominella brottgräns.

I utförandeklass GC kan till grundskruv även användas armeringsstång SS-EN 10080 – B500B eller Ks 60S (SS 21 25 15:1999 och SIS 14 21 68:1999). Beträffande gängning av ythärdad armering se *BBK 04*, avsnitt 8.6.1.

Gängor i toleransklass 6g enligt SS-ISO 965:2003 förutsätts.

7:5 Intyg för material

Stålmateriel och fästelement bör verifieras med ett kontrollintyg typ 3.1 enligt SS-EN 10204:2005. För stål S235JR och S275JR med bestyrkta egenskaper och för brickor med nominell hårdhet högst 200 HV kan dock identitetsintyg 2.1 användas.

Tillsatsmaterial för svetsning bör verifieras enligt avsnitt 9:631.

Kontroll av material, se avsnitt 9:431.

7:6 Identifiering och märkning av material

BKR, avsnitt 8:51, andra stycket

Märkningen skall vara sådan att sambandet mellan materialet och tillhörande intyg säkerställs samt att förväxling förhindras. För stål S235JR och S275JR enligt SS-EN 10025-2 får märkningen förenklas.

Beträffande intyg se avsnitt 7:5.

Stålmateriel bör märkas så att full spårbarhet mot tillhörande intyg möjliggörs i den färdiga stålkonstruktionen. Alternativt kan spårbarheten möjliggöras på annat sätt genom lämpliga rutiner. Stål S235JR och S275JR med bestyrkta egenskaper kan identifieras med färgmärkning enligt tabell 7:6 på en ändyta eller kantyta.

Tabell 7:6 Färgmärkning av vissa stål enligt SS-EN 10025:2004

Stål	Kulör enligt SS 03 14 11:1981	NCS-beteckning
S235JR	Gul	1070–Y10R
S275JR	Blå	2060–R90B

Märkning av tillsatsmaterial för svetsning kan ske genom att typ av material och tillverkare anges på förpackningen.

Skrivar och muttrar samt brickor med nominell hårdhet över 200 HV bör märkas enligt SS-EN ISO 898-1:1999. Typ av produkt och tillverkare samt märkning för identifiering mot tillhörande intyg bör framgå av uppgift på förpackningen.

Vid delning av märkt plåt, stång, rör, tillsatsmaterial e.d. i verkstad eller på byggsplats bör märkningen överföras till de enskilda delarna. Alternativt bör motsvarande information möjliggöras på annat sätt genom lämpliga rutiner, så att spårbarheten i båda fallen garanteras.

Beträffande märkning av byggprodukter med bestyrkta egenskaper se även hänvisning i *BKR*, avsnitt 1:4.

8 UTFÖRANDE

8:1 Allmänt

BKR, avsnitt 2:5, första och andra styckena

En konstruktion skall

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

Vid utförandet skall tillses att avvikelser från nominella mått inte överstiger gällande toleranser.

Tillverkaren förutsätts ha tillgång till tekniska och personella förutsättningar för tillverkning och montering av stålkonstruktioner. Tillverkningen bör ske i lämplig belysning med erforderligt skydd mot vind, nederbörd och kyla.

8:11 Kompetens hos arbetsledning

Den som leder och utövar tillsyn över arbete med stålkonstruktioner bör ha lämplig teknisk utbildning, vara väl förtrogen med tillämpliga regler avseende material, utförande och kontroll av stålkonstruktioner samt ha kännedom om den aktuella konstruktionens verkningssätt.

Exempel på lämplig kompetens för tillverkning och montering av normala stålkonstruktioner i utförandeklass GC är TR-stål/N, i utförandeklass GA eller GB TR-stål/K samt för montering av enkla prefabricerade stålkonstruktioner TR-stål/E (*Kravdokument för kompetenser TR-stål*, SBS-MVR-StBK Kommitté TR-stål, 2007-10-01).

8:12 Utförandeklasser

Stålkonstruktioner indelas med hänsyn till noggrannheten vid utförandet i utförandeklasserna GA, GB och GC enligt tabell 8:12.

För tillämpning av utförandeklasser se avsnitten 6:522, 7:21 samt 8:63 och 8:8. Beräkningsreglerna i avsnitt 6:522 för konstruktioner med utmattningslast förutsätter normalt utförandeklass GA eller GB.

Tabell 8:12 Indelning i utförandeklasser

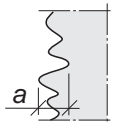
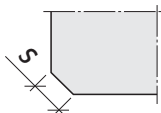
Utförandeklass	Lägsta skärklass enligt tabell 8:13	Lägsta svetsklass enligt tabell 8:14	Förutsättningar beträffande yttre form och diskontinuiteter ¹
GA	Sk3	WB	Diskontinuiteter, som valsfel, slagmärken, intryckning av lyftdon, frätgropar o.d. tillåts inte. Geometriska anvisningar som stör avsett spänningsflöde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

¹ För ytor som avses att rostskyddas genom beläggning, se även avsnitt 8:31 och 8:32.

8:13 Skärklasser

Termiskt skurna ytor indelas i tre skärklasser Sk1, Sk2 och Sk3 enligt tabell 8:13.

Tabell 8:13 Indelning i skärklasser

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

¹ Räffeldjupet är nivåskillnaden mellan en vågtopp och en intilliggande vågdal. Beträffande skärsår, sprickor o.d. se även avsnitt 8:32.

² Utförande av kanter vid ytor som avses att rostskyddas genom beläggning behandlas i avsnitt 8:31.

8:14 Svetsklasser

Svetsar indelas i svetsklasserna WA, WB och WC enligt tabell 8:14.

Tabell 8:14 Indelning i svetsklasser

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

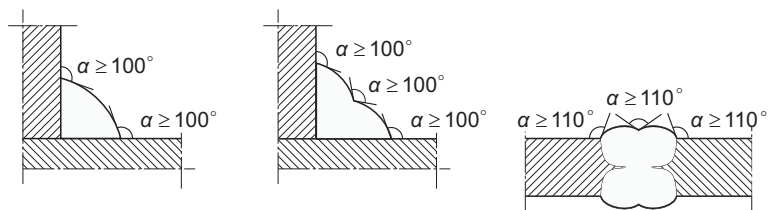
¹ För ytor som avses att rostskyddas genom ytbehandling se även 8:31.

² SS-EN ISO 5817:2007 överensstämmer med EN ISO 5817:2003, korrigerad version :2005 inklusive tekniskt korrigerandum 1:2006.

³ Krav avseende katetavvikelse för kälsvets (diskontinuitet nr 1.16) behöver inte beaktas, under förutsättning att svetsens a -mått är tillräckligt stort och att svetsens fagningskanter uppfyller kvalitetskraven i tabellen.

⁴ Avsnitt 4.1 om summering av höjder av diskontinuiteter och formavvikelser i ett tvärsnitt behöver normalt inte beaktas. Vid summering av areor av diskontinuiteter och formavvikelser enligt avsnitt 4.2 beaktas de diskontinuiteter och formavvikelser som är belägna i ett gemensamt snitt.

⁵ Om kravet på behandling av fagningskanter inte avser samtliga fagningskanter för svetsen bör detta anges på ritningen.



Figur 8:14 Fattningskanter i svetsklass WC, observera $\alpha \geq 100^\circ$ för kälsvetsar och $\alpha \geq 110^\circ$ för stumsvetsar.

8:15 Skruvförbandsklasser

Skruvförband indelas i skruvförbandsklasserna S1(fin), S1F(fin), S1, S1F, S1F(mod), S2, S2F, S3 och S3(grov) med verkningssätt och hålpasning enligt tabell 8:15.

Tabell 8:15 Skruvförbandsklasser

Beteckning	Verkningssätt	Hålpasning	Ungefärligt hålspele (mm)
S1(fin) och S1F(fin) ¹	Skjuvförband	Frigående hål enligt SS-ISO 273:1985, serie fin	1
S1, S1F ¹ och S1F(mod) ²	Skjuvförband	Frigående hål enligt SS-ISO 273:1985, serie medel	2
S2 och S2F ¹	Skjuvförband (Passförband)	H12/h13 enligt SS 2111:1990	0,3
S3 ¹	Friktionsförband	Frigående hål enligt SS-ISO 273:1985, serie medel	2
S3(grov) ¹	Friktionsförband	Frigående hål enligt SS-ISO 273:1985, serie grov	3 – 4

¹ S1F(fin), S1F och S2F skiljer sig från S1(fin), S1 och S2 genom att skruvarna är högt förspända. Även i S3 och S3(grov) är skruvarna högt förspända, se avsnitt 8:542.

² S1F(mod) skiljer sig från S1F genom att kravet på skruvarnas förspänning är reducerad från ett minimivärde på 70 % till 60 % av brotthållfastheten, se avsnitt 8:54 och 8:542. Se även *Högt förspända skruvförband med modifierade krav, S1F(mod)*, Skruvforum dokument 2007-10-22.

8:2 Hantering av material

BKR, avsnitt 8:51, första stycket

Plåt, stänger, rör, tillsatsmaterial för svetsning, fästelement o.d. skall förvaras och hanteras på ett sådant sätt att olika material inte kan förväxlas och så att avsedda egenskaper inte menligt försämras.

Beträffande identifiering och spårbarhet av material, se avsnitt 7:6.

Tillsatsmaterial för svetsning bör förvaras och hanteras i enlighet med tillverkarens rekommendationer.

8:3 Ytor, bearbetning

8:31 Allmänt

BKR, avsnitt 8:52

Råd: Vid bearbetning bör *BSK 07* avsnitt 8:3 beaktas.

Stål med rostgrad D enligt SS-EN ISO 8501-1:2007 bör inte användas. Vid rostskydd med beläggning i korrosivitetsklass C4-C5 och Im1-Im3 bör inte heller stål med rostgrad C användas.

Snittytor bör vara fria från sprickor, grader o.d. och i övrigt uppfylla kraven för avsedd utförandeklass, se tabell 8:12.

Ett inåtgående hörn bör vara avrundat med en radie som är minst lika med godstjockleken, dock minst 10 mm.

Ytor som avses rostskyddade genom beläggning bör utföras med tillräcklig jämnhet. Ytor i korrosivitetsklass C3-C5 och Im1-Im3 som avses rostskyddade genom beläggning bör utföras enligt SS-EN ISO 8501-3:2006, förbehandlingsgrad P3, vilket bl.a. innebär att alla kanter bör rundas med en radie minst 2 mm. Kanter vid bearbetade ytor, t.ex. klippta, stansade eller borrarade ytor, i korrosivitetsklass C1 och C2 bör utföras med gradning av kanterna svarande mot förbehandlingsgrad P2 enligt samma standard. Kanter mellan valsade ytor i korrosivitetsklass C1 och C2 kan normalt godtas utan särskild bearbetning.

8:32 Termisk skärning

Termiskt skurna ytor bör vara fria från skärsår, sprickor o.d. samt uppfylla kraven för aktuell skärklass enligt tabell 8:13.

Skärsår och andra ytfel kan avlägsnas genom bearbetning eller genom svetslagning med efterföljande slipning.

Termiskt skurna ytor som avses rostskyddade genom beläggning bör utföras i lägst skärklass Sk2 och med rundade kanter enligt avsnitt 8:31 vid ytor i korrosivitetsklass C3-C5 och Im1-Im3. Termiskt skurna ytor i korrosivitetsklass C1 och C2 bör utföras i lägst skärklass Sk2, med gradning av kanterna svarande mot förbehandlingsgrad P2 enligt SS-EN ISO 8501-3:2006.

Beträffande förbehandling före beläggning med målning vid termiskt skurna ytor, se avsnitt 8:722. Beträffande varmförzinkning av termiskt skurna ytor, se avsnitt 8:724.

Vid komplicerat skärarbete och vid risk för sprickbildning bör en provskärning göras före skärarbetet.

8:33 Plastisk bearbetning

Plastisk bearbetning, t.ex. riktning och bockning av material, förutsätts utföras på sådant sätt att materialet inte skadas, varvid även långtidseffekter beaktas. Metod och temperatur bör anpassas till bl.a. materialets egenskaper och storleken på töjningen i materialet. Vid varmformning eller flamriktning av stål enligt SS-EN 10025-4:2004 och SS-EN 10025-6:2004 bör de begränsningar som anges i respektive standard beaktas. Risken för deformationsåldring och spänningsskorrosion bör särskilt beaktas.

Vid kallbockning bör tillses att stålet har erforderlig bockbarhet. För kallformningsstål enligt SS-EN 10149:1996 bör de begränsningar som anges i standarden beaktas. För övriga konstruktionsstål bör bockbarheten påvisas om den avsedda inre bockningsradien är mindre än tre gånger godstjockleken. För plåt i seghärdat stål enligt SS-EN 10025-6:2004 gäller dock fyra gånger godstjockleken om bockningsaxeln ligger längs plåtens valsriktning.

Bockbarheten kan påvisas genom provning före bockningen enligt SS-EN ISO 7438:2005, varvid provningen utförs med den metod och bockningsradie som närmast motsvarar det avsedda utförandet. Alternativt kan man kontrollera efter bockningen av de aktuella konstruktionsdelarna att stålet inte skadats. Som skada betraktas spricka eller stark kontraktion.

8:4 Utförande av svetsförband

8:41 Allmänt

BKR, avsnitt 8:531, första stycket

Svetsning i en stålkonstruktion får förekomma endast där svets angetts i bygghandling.

Med bygghandling avses här ritning, svetsplan eller monteringsplan för stålkonstruktionen. Beträffande svetsplan och monteringsplan, se avsnitt 1:42 respektive 1:43.

Reglerna i *BSK* är i första hand anpassade till följande svetsmetoder. Angiven siffra för svetsmetoderna avser beteckning enligt SS-EN ISO 4063:2000.

- metallbågsvetsning med belagd elektrod, 111
- metallbågsvetsning med rörelektrod utan gasskydd, 114
- pulverbågsvetsning, 12
- MIG-svetsning, 131.
- MAG-svetsning, 135.
- MAG-svetsning med rörelektrod, 136
- TIG-svetsning, 141.

8:42 Fogar

Exempel på utformning av fogar ges i SS-EN ISO 9692-1:2004 för bl.a. manuell metallbågsvetsning och gasmetallbågsvetsning (MAG/MIG) samt SS-EN ISO 9692-2:1998 för pulverbågsvetsning.

Om en enkelsidigt fasad fog utförs med en rotstrimla bör strimlan avlägsnas efter svetsningen, om inte ritningen anger annat. I utförandeklass GC behöver dock strimlan inte avlägsnas om konstruktionen tillhör korrosivitetsklass C1 eller C2. Jämför avsnitt 6:34.

Vid delvis genomsvetsat förband bör fogberedningens storlek avpassas så att svetsen får avsedd höjd. Vid utförandeklass GC bör fogberedningens djup utföras minst 2 mm större än avsett svetsmått s (jämför avsnitt 6:311) om inte svetsutförandet anpassas så att övergången mellan fasad fogyta och rätkant smälts upp vid svetsningen.

8:43 Svetsarbete

BKR, avsnitt 8:531, andra och tredje styckena

Råd: Exempel på riktlinjer för utförande av svetsarbete finns i SS-EN 1011-1:1998 och SS-EN 1011-2:2001.

Arbetsmiljöverkets föreskrifter och allmänna råd om smältsvetsning och termisk skärning finns i *AFS 1992:9*.

Vid svetsning i seghärdat konstruktionsstål bör tillverkare av grundmaterial och tillsatsmaterial rådfrågas. Dessutom förutsätts att sträckenergin (tillförd energi per längdenhet svets) avpassas så att svetsförbandet får avsedd bärförmåga och seghet, varvid svetsprocedurprov kan erfordras.

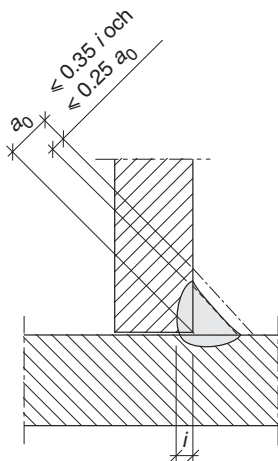
Vid delvis genomsvetsat förband i utförandeklass GA eller GB bör tillses att övergången mellan fasad fogyta och rätkant smälts upp vid svetsningen.

8:431 Inträngning vid kälsvets

Om en kälsvets utförs med en mekaniserad svetsmetod t.ex. pulverbågsvetsning som kan påvisas ge tillförlitlig inträngning, kan inträngningen tillgodoräknas i kälsvetsens a -mått. Inträngningens storlek kan påvisas genom att mäta och dokumentera spaltinträngningen enligt figur 8:431 i minst två snitt belägna minst 400 mm från varandra i ett provstycke, som tillverkats under de för produktionen tillämpade betingelserna. Härvid kan 0,35 gånger medelvärdet av mätt spaltinträngning inräknas i a -mättet, dock högst 0,25 gånger a -mättet enligt ritningen.

Om inträngningen kontrolleras fortlöpande under produktionen kan en större andel av inträngningen utnyttjas. Härvid förutsätts att erforderlig provning anges i tilläggskontrollplanen.

Uppgift om kälsvetsar med utnyttjad inträngning bör redovisas i kontrollintyget, jämför avsnitt 9:2.



Figur 8:431 Tillgodoräknande av inträngning vid kälsvets (a_0 är a -mättet enligt ritning).

8:432 Svetsning av ingjutningsgods

Beräkning, utförande och kontroll av svetsförband i ingjutningsgods med armering som grundmaterial bör ske enligt avsnitten 6:3, 8:14, 8:4, 9:63 och 9:73 samt enligt *Svetsade ingjutningsgods – Anvisningar för dimensionering, utförande och kontroll*, BBC och SBS, publikation 2004:3. Beträffande hållfasthetskrav för svetsförband mellan armering och annan ståldetalj, se *BBK 04*, avsnitt 7.3.3. Beträffande omfattning av ytbehandling vid ingjutning, se avsnitt 8:75.

8:44 Värmebehandling

Om anvisning för värmebehandling anges i konstruktionsredovisningen bör den i tillämpliga delar utföras enligt SS-EN 13445-4:2002, SS-EN 13445-4/A2:2007 och SIS-CEN ISO/TR 17663:2001.

8:45 Svetsansvarigs kompetens

Svetsansvarig bör ha kompetens enligt SS-EN 14731:2006. Exempel på lämplig kompetens för svetsansvarig vid svetsning av konstruktion i stål med nominell sträckgräns högst 500 MPa och utförandeklass GC är IWS (international welding specialist) enligt regler utfärdade av International Institute of Welding, IIW. Exempel på lämplig kompetens för övriga stålmaterial och övriga utförandeklasser är IWT (international welding technologist) eller IWE (international welding engineer) enligt samma regler.

8:46 Svetsares kompetens

BKR, avsnitt 8:533, andra stycket

Råd: Exempel på lämplig kompetens för svetsarbete är godkänd svetsarprovning enligt SS-EN 287-1:2004.

Vid tillämpningen av SS-EN 287-1:2004 kan granskaren (det granskande organet) vara den svetsansvarige enligt avsnitt 8:45 (det tillverkande företaget). Svetsarprovningen kan baseras på ett preliminärt svetsdatablad, som kan vara upprättat av den svetsansvarige.

8:5 Skruvförband

8:51 Håltagning och hålpasning

BKR, avsnitt 8:541, första stycket

Håltagning skall göras med metod som ger tillräcklig noggrannhet i fråga om hålets storlek och placering samt på ett sådant sätt att grundmaterialets hållfasthet och seghet inte menligt försämras.

Samhörande hål i förband bör passa så väl att skruvarna kan föras in utan att gängor eller ytskydd skadas.

BKR, avsnitt 8:541, andra – fjärde styckena

Råd: Om en för stor förskjutning uppkommit mellan hål i samhörande delar, kan hålen borras eller brotschas upp till närmast större skruvdiameter, varvid tillämpliga krav på hålpasning bör uppfyllas.

Exempel på metoder som uppfyller föreskriftens krav anges i *BSK 07* avsnitten 8:511 och 8:512.

Exempel på toleranser för håltagning finns i *Toleranser för stålkonstruktioner*, publikation 112, Stålbyggnadsinstitutet, 1992.

8:511 Icke passförband

Hål till skruvförband i icke passförband, dvs. skruvförbandsklass S1(fin), S1F(fin), S1, S1F, S1F(mod), S3 och S3(grov), kan borras eller brotschas i de enskilda delarna till slutlig dimension. I utförandeklass GC kan hålen stansas till slutlig diameter om denna är större än godstjockleken.

Grader o.d. i hålkanter avlägsnas. För högt förspända förband fasas hålkanter 0,5 mm, 45°.

8:512 Passförband

Hål till passförband, dvs. skruvförbandsklass S2 och S2F, borras eller stansas med en diameter som är minst 3 mm mindre än den nominella håldiametern, varefter hålen samborras eller sambrotschas till slutlig diameter som uppfyller hålspelet H12/h13 enligt SS 21 11:1990. Alternativt kan hålen borras till slutlig dimension i de enskilda delarna, om hålplaceringen är sådan att hålpasningen uppfylls i alla samhörande hål efter skruvarnas montering.

Vid varmförzinkad skruv ökas hålspelet enligt avsnitt 8:15 med 0,2 mm, såvida inte gängan är formad med beaktande av förzinkningen. Om konstruktionen avses varmförzinkas efter håltagningen ökas håldiametern med ytterligare 0,3 mm.

Hålkanter fasas 0,5 mm, 45°.

8:52 Anliggningsytor

BKR, avsnitt 8:542

Anliggningsytor i skruvförband skall passa samman, så att erforderlig kontakt erhålls med hänsyn till förbandets funktion.

Råd: Speciellt bör beaktas krav på passning i högt förspända förband, så att klämkraftsförluster undviks.

Exempel på klassificering av anliggningsytor och bearbetning av anliggningsytor finns i *BSK 07* avsnitt 8:5.

Anliggningsytor i friktionsförband, dvs. skruvförbandsklass S3 och S3(grov), bör behandlas så att förutsatt friktion uppnås. Se avsnitt 6:44.

Anliggningsytor i friktionsförband som förutsatts blästrade bör utföras i Sa 2 eller Sa 2½ enligt SS-ISO 8501-1:2007.

Flamrensning (se tabell 6:44) av anliggningsytor i friktionsförband förutsätter att ytorna före flamrensningen täcks av kvarsittande valshud utan större rostangrepp. Vid ytor som rostade till rostgrad B eller mer bör flamrensning ersättas med blästring. Flamrensning bör utföras med en flerlågig brännare med ca 30 % syrgasöverskott. Lågan riktas mot ytan i ungefär 30° lutningsvinkel och förs fram med en hastighet av ca 1 m/min. Efter flamrensningen avlägsnas kvarvarande lös valshud, rost och förbränningsrester.

Anliggningsytor i friktionsförband som är varmförzinkade eller som utgörs av ren valshud bör vara väl rengjorda och lätt stålborstade.

Vid högt förspända skruvförband i målade konstruktioner, bör anliggningsytor inom klämlängden beläggas med sammanlagt maximalt 200 µm, så att förspänningskraften inte förloras genom tidsberoende deformationer i tjocka färgskikt. Efter montering och åtdragning kompletteras ytbehandlingen till det avsedda rostskyddssystemet. Beträffande behov av efterspanning av högt förspända skruvförband med tjocka färgskikt, se avsnitt 8:542.

8:53 Montering av skruvar

BKR, avsnitt 8:543, tredje stycket

Råd: I passförband bör skruv väljas så att gängutloppet normalt slutar utanför godset.

I passförband, dvs. skruvförbandsklass S2- och S2F, och i skjuvförband med snäv hålpassung, dvs. skruvförbandsklass S1(fin) och S1F(fin), som överför skjuvkraft bör skruv väljas så att gängutloppet normalt slutar utanför godset. Dock kan gängutloppet sluta upp till en tredjedel av plåtens godstjocklek men högst 5 mm in i godset (se figur 8:53).

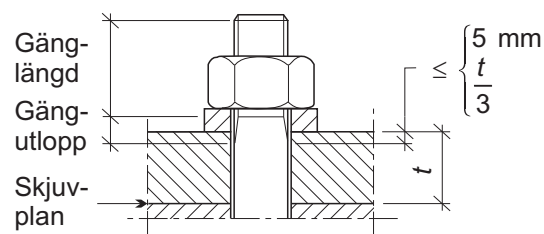
För övriga skruvförband kan gänga finnas mot godset, dock får gänga finnas i ett skjuvplan endast om detta förutsatts vid dimensioneringen och särskilt markerats på ritning, se avsnitt 6:432.

Skruvlängd bör väljas så att skruven har minst ett gängvarvs utstick utanför muttern.

BKR, avsnitt 8:543, fjärde stycket

Råd: Vid högt förspända förband bör bricka användas, om hålpplantrycket av förspänningskraft utan bricka överstiger dimensioneringsvärdet för godsets brottgräns.

Rådet innebär att minst en bricka enligt avsnitt 7:43 bör placeras under såväl skruvhuvud som mutter, såvida inte tillåtet hålpplantryck påvisas.



Figur 8:53 Gängutlopp mot godsyta.

Beträffande brickor i skruvförband se avsnitt 6:45.

Om endast en bricka angetts på ritningen bör den placeras under den del som vrids vid åtdragningen, dvs. normalt muttern. På ritning angivet antal brickor kan ökas om så erfordras med hänsyn till åtdragningen. Vid sneda ytor bör sneda brickor användas, så att anläggningen blir fullgod i kontaktytorna.

Vid överstora hål bör särskilda brickor användas, se avsnitt 6:44.

8:54 Åtdragning och säkring

BKR, avsnitt 8:543, första och andra styckena

I högt förspända förband skall varje skruv förspännas så att den förutsatta kläm-kraften uppnås. Speciell säkring av mutter i sådana förband skall ske när kraften på skruven växlar riktning.

Råd: Förband i övriga klasser bör utföras med normal åtdragning och till förlitlig säkring av muttrarna.

BKR, avsnitt 8:543, femte stycket

Råd: En skruv och mutter som förspänts och därefter lossats bör kasseras och ersättas med en ny.

Skruvförband i skruvförbandsklass S1F, S1F(fin), S2F, S3 och S3(grov) förut-sätts förspända till minst 70 % av skruvens nominella dragbrottkraft och i skruvförbandsklass S1F(mod) till minst 60 % av skruvens nominella drag-brottkraft.

BKR, avsnitt 8:543, sjätte stycket

Råd: Exempel på lämplig montering av skruvförband finns i *BSK 07* avsnitten 8:53 och 8:54.

Vid ett förband som avses medge rörelse, t.ex. en led, kan säkringen ordnas med dubbla muttrar som dras hårt mot varandra.

8:541 Normal åtdragning

Följande utförande är exempel på normal åtdragning och säkring.

Förzinkade skruvar i hållfasthetsklass 8.8 dras åt antingen med full mans-kraft med nyckel med hävarm enligt tabell 8:541, eller maskinellt med mo-ment enligt samma tabell.

Tabell 8:541 Hävarm och moment vid normal åtdragning av förzinkad skruv i hållfasthetsklass 8.8

Skruv-dimension (mm)	Hävarm vid manuell åtdragning (mm)		Moment vid åtdragning (Nm)	
	Skruv och mutter i leveranstillstånd ¹	Vaxad mutter	Skruv och mutter i leveranstillstånd ¹	Vaxad mutter
12	150	100	70	50
16	350	200	200	100
20	500	300	350	210
22	800	500	500	300
24	1000	600	600	350
27	1500	900	900	550
30	2000	1300	1250	750
36		2400	2350	1400

¹ Mutter förutsätts behandlad med t.ex. rostskyddsolja.

Muttern säkras mot lossning, t.ex. med kraftiga körslag i gängan eller med låsmutter. Säkring med svets bör inte utföras. En vanlig fjäderbricka ger inte tillförlitlig säkring.

8:542 Hög förspänning

Följande är exempel på utförande vid högt förspända förband i skruvförbandsklass S1F, S1F(fin), S2F, S3 och S3(grov).

Gångor och anliggningsytan på den del av fästelementet som roterar vid åtdragningen, normalt muttern, behandlas med lämpligt friktionsmedel. Följande förfarande förutsätter varmförzinkade fästelement med bivax som friktionsmedel.

Åtdragningen av skruvarna utförs med början i centrum av förbandet och sedan växelvis ut mot förbandets ändar. Alla skruvarna spänns först till ett utgångsläge med förbandets delar liggande väl an mot varandra och med ungefär samma spänning i varje skruv, motsvarande åtdragningsmoment enligt tabell 8:542. Det inbördes läget för varje skruv och samhörande mutter markeras. Därefter förspänns skruvarna genom vridning ytterligare 1/4 varv (90° med gränsvärd +10° och -5°). Om klämlängden för skruven överstiger fem gånger skruvdiametern ökas vridningsvinkeln med hänsyn till skruvens elastiska deformation vid åtdragningen.

Tabell 8:542 Åtdragningsmoment till utgångsläge för högt förspända skruvförband innan vinkelåtdragning utförs, varmförzinkad skruv i hållfasthetsklass 10.9, vaxad mutter

Skruvdimension (mm)	Moment vid åtdragning (Nm)
12	60
16	125
20	260
22	375
24	450
27	700
30	950
36	1750

Exempel på förspänning av skruv i skruvförbandsklass S1F(mod) framgår av *Högt förspända skruvförband med modifierade krav, S1F(mod)*, Skruvforum dokument 2007-10-22.

Begränsning av skiktjocklekar i anliggningsytor för att undvika kläm-kraftsförluster framgår av avsnitt 8:52. Vid tjocka färgskikt kan efterspänning av högt förspända skruvar erfordras.

8:6 Måttnoggrannhet vid tillverkning och montering

8:61 Allmänt

BKR, avsnitt 8:55, första stycket

Stålkonstruktioner skall monteras med avsedd mått- och formnoggrannhet.

Mått på ritning gäller vid en referenstemperatur, jämför avsnitt 1:41.

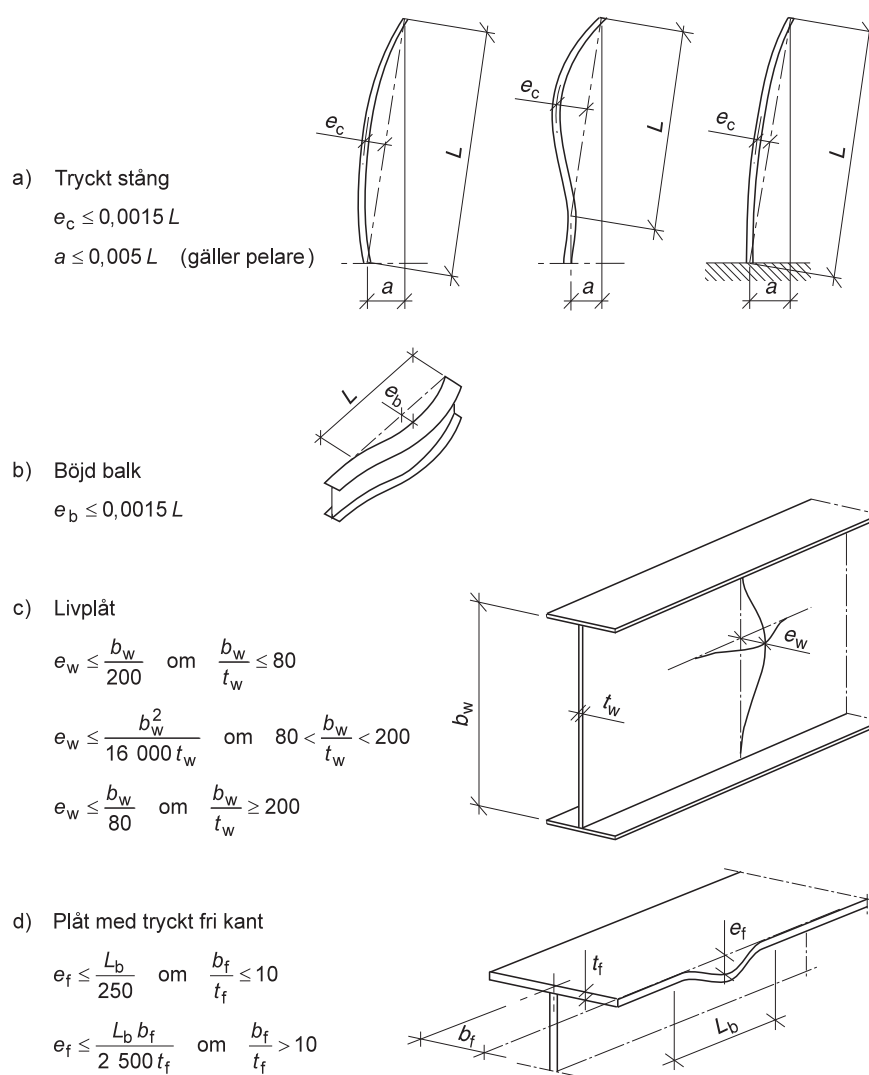
BKR, avsnitt 8:55, fjärde stycket

Råd: Exempel på toleranser för tillverkning och montering finns i *Toleranser för stålkonstruktioner*, publikation 112, Stålbyggnadsinstitutet, 1992.

8:62 Avvikelser i form hos färdig konstruktion

BKR, avsnitt 8:55, andra stycket

Avvikelser i form hos den färdiga konstruktionen får inte överskrida de toleranser som har förutsatts vid dimensioneringen.



Figur 8:62. Normalt förutsatt tillåten lutning och avvikelser från rakt och planhet.

Om inte annat anges på ritning tillämpas följande toleranser i enlighet med avsnitt 2:3.

Avvikelse i lutning hos en tryckt stång får uppgå till högst 0,005 gånger längden, se figur 8:62a.

Utbøjningen (pilhöjden) hos en tryckt stång eller böjd stång får uppgå till högst 0,0015 gånger längden. För konstruktionsrör får dock utbøjningen uppgå till högst 0,002 gånger längden. Begränsningen gäller även för en delsträcka av stången. Se figur 8:62a och b.

En buckla i livet hos en stång med I-, U- eller Z-tvårsnitt eller i tvärsnittsdelar hos ett lådtvårsnitt får uppgå till högst de värden som anges i figur 8:62c. För ett liv med längsgående avstyvning gäller begränsningarna i varje fält.

Utbøjningen hos en tryckt, fri kant, t.ex. den tryckta flänsen i en stång med I-, U-, eller Z-tvårsnitt, får uppgå till högst de värden som anges i figur 8:62 d.

8:63 Trycköverförande kontaktyta

BKR, avsnitt 8:55, tredje stycket

Om en tryckkraft förutsätts överförd i kontaktytan mellan två delar av en svetsad konstruktion, skall delarna utföras så att anliggningsytorna får erforderlig passning.

Spalten mellan de anliggande ytorna i sammanpassat läge bör uppgå till högst 0,3 mm. I utförandeklass GC kan spaltmålet ökas till högst 1,0 mm om svetsgodset har god seghet, vilket vid normalt utförande åstadkoms exempelvis med elektroder i lägst seghetsklass D, se tabell 2:25a och 2:25b.

8:64 Förankring av stålkonstruktion

Vid förankring av en stålkonstruktion i en grundkonstruktion eller anslutning mot andra konstruktionsdelar bör utformningen ägnas särskild omsorg, så att monteringen kan utföras utan att ändringar av stålkonstruktionen behöver göras.

Jämför även avsnitt 8:1.

8:7 Rostskydd

8:71 Allmänna krav

BKR, avsnitt 8:56, första och andra stycken

Stålkonstruktioner i korrosiv miljö skall ges erforderligt rostskydd.

Råd: Rostskydd kan utgöras av lämplig beläggning, katodiskt skydd eller rostmån.
Exempel på klassificering av korrosiv miljö och lämpliga metoder för rostskydd finns i *BSK 07* avsnitt 1:23 respektive 8:7.

Beständighet för byggnadsdelar och material ingående i bärande konstruktioner samt indelning i korrosivitetsklasser behandlas i avsnitt 1:23.

Miljön bör betraktas som korrosiv i korrosivitetsklasserna C2 - C5 och Im1-Im3 enligt tabell 1:23a - c.

Detta avsnitt är i stora delar baserat på SS-EN ISO 12944, del 1 -7.

Rostskydd genom beläggning, katodiskt skydd, rostmån (korrosionstillägg) eller ingjutning i vattentät betong behandlas i avsnitt 8:72, 8:73, 8:74 respektive 8:75.

Brandskyddsmålning behandlas i avsnitt 8:76.

För konstruktion i korrosivitetsklass C1 behövs normalt inte något rostskydd. Ofta kan ändå en enkel ytbehandling, t.ex. med en grund- eller enskikt-färg, vara lämplig som ett skydd mot korrosion under lagring, transport och byggtid, t.ex. för att undvika rostrinningar och missfärgning av ytor. Obehandlade fästelement kan ges ett kortvarigt skydd mot korrosion med t.ex. elförzinkning eller fosfatering jämte anoljning.

Vid konstruktion i korrosivitetsklass C1 som ska brandskyddsmålas erfordras normalt förbehandling och grundmålning med hänsyn till bl.a krav på vidhäftning, se vidare avsnitt 8:76.

För en exponerad konstruktionsdel i korrosivitetsklass C1 kan en beläggning utöver ovanstående ofta vara lämplig av estetiska skäl (förbehandling och målning med grund- och täckfärg).

BKR, avsnitt 8:56, fjärde stycket

Råd: Krav på tekniska och personella förutsättningar vid rostskyddsmålning kan anses vara uppfyllda, om företaget är godkänt av *Auktorisationsnämnden för rostskyddsmålning*.

Aktuell förteckning över företag som är godkända av Auktorisationsnämnden för rostskyddsmålning finns på webbplatsen www.maleri.se.

8:72 Beläggning

8:721 Metoder för rostskydd med beläggning

Ett rostskyddssystem med beläggning bör omfatta förbehandling och beläggning med färg eller metallskikt. Beläggningen bör bestå av grundfärg, i vissa fall mellanfärg, samt täckfärg, eller metallisk beläggning med eller utan täckfärg.

En verkstadsgrundfärg eller shopprimer kan ingå i rostskyddssystemet. Om systemets grundfärg är en zinkrik färg bör dock verkstadsgrundfärgen eller shopprimern avlägsnas såvida inte även denna är zinkrik. Med zinkrik färg avses enligt SS-EN ISO 12944-5:2007 en färg som innehåller minst 80 viktsprocent zinkpulverpigment i det torkade färgskiktet.

För ytor, som kan komma att exponeras för långvarig eller ständig kondens, bör målningsystem med zinkrik grundfärg undvikas.

8:722 Förbehandling före målning

Före stålborstning eller blästring bör stålytan rengöras genom t.ex. högtryckstvättning med 85°C vatten och tryck minst ca 100 bar, så att eventuella föroreningar som salter, olja och fett avlägsnas.

Vid förbehandling till St 2 i högre korrosivitetsklass än C1 bör all valshud avlägsnas.

Blästrade ytor bör ha ytråhet medium enligt SS-EN ISO 8503-2:1995. Vid termiskt skurna ytor bör observeras att ytan kan ha sådan hårdhet att slipning kan erfordras före blästringen för att uppnå kravet på ytråhet.

Stålets temperatur vid förbehandling bör vara minst 3°C högre än den omgivande luftens daggpunkt, alternativt att riktlinjer enligt SS-ISO 8502-4:1999 följs.

8:723 Målning

Stålets temperatur vid målning bör vara minst 3°C högre än den omgivande luftens daggpunkt, alternativt att riktlinjer enligt SS-ISO 8502-4:1999 följs.

Olika färgtyper behandlas i SS-EN ISO 12944-5:2007 och provning av färgtypers egenskaper i SS-EN ISO 12944-6:1998. Olika vanligen förekommande färgtyper, som ingår i de rostskyddssystem som redovisas i bilaga 4, framgår av tabell B4:2.

Vid val av färgtyp bör substitutionsprincipen enligt lagen om kemiska produkter beaktas, dvs. att en mer miljö- eller hälsofarlig produkt bör ersättas med en mindre miljö- eller hälsofarlig produkt om så är tekniskt möjligt.

För att i möjligaste mån reducera lösningsmedelsutsläppen från målning och rengöring bör, där så är möjligt, vattenburna färger eller färger med hög torrhalt användas.

Appliceringsmetod och appliceringsförhållanden vid målning bör följa färgtillverkarens/leverantörens anvisningar samt råd och anvisningar i SS-EN ISO 12944-7:1998 och *Handbok i Rostskyddsmålning*, bulletin 107, Korrosionsinstitutet.

Vid beläggning med färg på yta som är varmförzinkad bör ytan först tvättas och därefter svepblästras (lättblästras) med ett lämpligt mineralblästermedel, till ytråhet fin enligt SS-EN ISO 8503-2:1995.

8:724 Förbehandling och beläggning med metall

Metallisering kan utföras med beläggning av t.ex. zink- eller aluminiumskikt.

Vid konstruktioner som ska varmförzinkas bör tillses att grundmaterialets kemiska sammansättning är lämplig för avsedd beläggning, se avsnitt 7:21. Vid termiskt skurna ytor bör beaktas att den kemiska sammansättningen hos ytmaterialet kan avvika från sammansättningen hos grundmaterialet och att viss bearbetning av den skurna ytan därför kan erfordras.

Svetsad konstruktion som ska varmförzinkas bör utföras utan öppna spalter o.d. Vid slutna utrymmen, t.ex. i hålprofiler, erfordras håltagning för undvikande av explosion vid neddoppning i zinkbadet.

Vid metallisering bör stålytan vara fri från fett, oxid och smuts. Förbehandlingen bör innefatta erforderliga åtgärder för god vidhäftning.

Varmförzinkning bör utföras enligt SS-EN ISO 1461:1999.

På varmförzinkade ytor som exponeras för stillastående vatten eller långvarig kondens kan en beläggning av så kallad vitblemma ("vitrost") bildas på ytan. Vid estetiska krav på ytan bör varmförzinkning undvikas i sådana miljöer. Vitblemma bildad efter kortvarig exponering har vanligen inte någon betydelse för korrosionsskyddets livslängd.

För fästelement i korrosivitetsklasserna C2 och C3 kan normalt varmförzinkning enligt SS-EN ISO 10684:2004 godtas utan ytterligare behandling. Fästelement i högre korrosivitetsklasser bör ges ett rostskydd som är likvärdigt med grundmaterialets.

Råd om utformning av konstruktioner som ska varmförzinkas och metoder för förbehandling och varmförzinkning ges i *Handbok i varmförzinkning*, Nordic Galvanizers, Stockholm 2005.

I de högsta korrosivitetsklasserna kan varmförzinkning kompletteras med beläggning med färgskikt. Se avsnitt 8:725 och bilaga 4.

8:725 Exempel på rostskyddssystem

Exempel på lämpliga rostskyddssystem i korrosivitetsklasserna C2-C5 och Im1-Im3 finns i bilaga 4, tabellerna B4:1a – f med specificerad förbehandlingsgrad, typer av färger/beläggningar, skiktjocklekar, antalet skikt och bedömd hållbarhet.

Beteckningar för rostskyddssystem i tabell B4:1a – f som överensstämmer med SS-EN ISO 12944-5:2007 inleds med A. Utöver dessa system finns ett antal system som är vanligt förekommande i Sverige, och som visat sig praktiskt användbara under de förhållande som råder i Norden. Beteckningar för dessa system inleds med N.

I tabell B4:1a-f har en bedömd hållbarhet för de olika systemen angetts med graderingen "Låg", "Medel" och "Hög". Hållbarheten avser tiden tills den behandlade ytan brutits ned till Ri 3 enligt SS-EN ISO 4628-3:2004. Hållbarhet "Låg" motsvarar en hållbarhetstid av 2 – 5 år "Medel" motsvarar en tid av 5 – 15 år och hållbarhet "Hög" mer än 15 år. Se även avsnitt 10:42. Hållbarhetsbedömningen för A-systemen är hämtade från SS-EN ISO 12944-5:2007. För de nationella N-systemen har motsvarande uppskattningar gjorts. Hållbarhetsbedömningen bör inte förväxlas med kraven på rostskyddets status efter en garantitid.

För konstruktioner i luft ger system med zinkrik grundfärg eller zinkmetall som grundbeläggning normalt den största livslängden i respektive korrosivitetsklass. Vid små mekaniska skador i färgfilmen, som repor och dylikt, ger dessa system normalt även visst korrosionsskydd vid skadan.

I tabell B4:1a-f angivna skiktjocklekar definieras enligt SS-ISO 19840:2005 Appendix B.

Exempel på rostskyddssystem för målning på sprutmetalliserade, elförzinkade och sheradiserade ytor finns i SS-EN ISO 12944-5:2007, tabell A.10.

8:726 Typprovning av rostskyddsprodukter

Endast rostskyddssystem med bestyrkta egenskaper enligt *BKR* avsnitt 1:4 eller som är typprovade (*initial type-testing*) vid ackrediterat provningslaboratorium och dokumenterade av respektive färgtillverkare/leverantör, bör användas. Dokumentationen bör finnas tillgänglig i ett provningsintyg.

De provningsmetoder som anges i SS-EN ISO 12944-6:1998 är accelererade laboratoriemetoder. Tillförlitligheten hos dessa är begränsad. Av denna anledning bör större vikt läggas vid resultat från fältexponering. Provningsen kan ske i enlighet med *Anvisningar för provning av rostskyddsmålning genom fältexponering*, KI Rapport 1993:8, Korrosionsinstitutet 1993 och enligt *Utvärdering av rostskyddssystem efter provning*, KI Rapport 1999:2, Korrosionsinstitutet

1999. System för objekt i korrosivitetsklass Im1-Im3, som är avsedda för användning i vatten eller jord, bör exponeras även genom neddoppning i avjoniserat vatten enligt SS-EN ISO 2812-2:2007.

Under tiden fältexponering pågår kan intyg från Scab-provning enligt SS-ISO 11474:1999 ersätta provningsintyg från fältexponering. Scab-provningen bör vara utförd i den tempererade klimatzonen på plats där korrosionshastigheten på omålat stål (utan saltpåsprutning) är minst 5 µm/år vid en ettårig exponering (enkelsidig avfrätning).

Vidare bör provningen av rostskyddssystem för korrosivitetsklass C2 utföras under sommarhalvåret.

Exponeringsbetingelser med tillhörande gränsvärden för de ovan angivna fältprovningarna framgår av tabell 8:726a och 8:726b.

Tabell 8:726a Exponeringsbetingelser vid provning av rostskyddssystem

Korrosivitetssklass	Fältexponering på Bohus-Malmön, station Kvarnvik eller likvärdig plats ¹ (år)	Exponering i avjoniserat vatten enligt SS-EN ISO 2812-2:2007 (år)	Exponering vid Scab-provning enligt SS-ISO 11474:1999 (år)
C2	0,5		0,5
C3	2		1
C4	4		2
C5 ²	4		2
Im1-Im3	4	1	2

¹ Korrosiviteten vid Fältstation Kvarnvik motsvarar korrosivitetssklass C4 för stål och korrosivitetssklass C3 för zink. Medelavfrätning på stål vid ettårig exponering har uppmätts till $485 \pm 36 \text{ g/m}^2$ (motsvarar $62 \pm 4,6 \mu\text{m}$) och på zink $8,1 \pm 0,1 \text{ g/m}^2$.

² För korrosivitetssklass C5-I bör hänsyn tas till de aktuella miljöbetingelserna.

Tabell 8:726b Gränsvärden vid provning av rostskyddssystem med hållbarhet medel eller hög

Typ av provning		Bestämning enligt	Gränsvärde vid exponeringsprovningens slut		
			Korrosivitetssklass C2 och C3	Korrosivitetssklass C4	Korrosivitetssklass C5-I, C5-M, Im1-Im3
Rostgrad		SS-EN ISO 4628-3:2004	Ri 0	Ri 0	Ri 0
Blåsbildning		SS-EN ISO 4628-2:2004	0	0	0
Sprickbildning		SS-EN ISO 4628-4:2004	0	0	0
Avflagnig		SS-EN ISO 4628-5:2004	0	0	0
Vidhäftning	1-komp. färg	SS-EN ISO 4624:2003	2 MPa	2 MPa	2 MPa
	2-komp. färg	SS-EN ISO 4624:2003	4 MPa	4 MPa	4 MPa
Spridning från repa och frilagd kant	System med zink i grundbeläggningen	SS-EN ISO 4628-8:2005 men med 1 mm repa	Max 4 mm	Max 4 mm	Max 4 mm
	System utan zink i grundbeläggningen	SS-EN ISO 4628-8:2005 men med 1 mm repa	Max 10 mm	Max 10 mm	Max 10 mm

8:73 Katodiskt skydd

Katodiskt skydd kan anordnas med

- offeranod av oädlare metall
- påtryckt likström.

Katodiskt skydd med påtryckt likström anordnas så att alla delar av konstruktionen får en potential av $-0,85\text{V}$ eller lägre relativt en koppar/mättad kopparsulfatelektrod. Den erforderliga katodiska strömtätheten för att uppnå denna potential beror framför allt på om stålet är omålat eller målat samt på den använda färgtypen. I vatten kan strömbehovet för omålat stål vara högre än 100 mA/m^2 men med en lämplig målning endast några få mA/m^2 . Strömbehovet påverkas också av vattnets strömningshastighet. Dessa omständigheter medför att skyddsströmtätheten bör bestämmas från fall till fall.

Målning som används i kombination med katodiskt skydd bör dels vara alkalibeständig, dels kunna motstå vätgasutveckling som i vissa fall kan uppstå på den skyddade konstruktionens yta. Som exempel på färger användbara vid katodiskt skydd kan nämnas epoxifärger.

8:74 Rostmån

Rostmån (korrosionstillägg), dvs. en ökning av godstjockleken utöver vad som fordras med hänsyn till kraven i brottgräns- och bruksgränstillstånd, kan utnyttjas som rostskydd om

- konstruktionens användningstid är definierad,
- miljön bedöms på säkra sidan,
- risken för punktfrätning beaktas,
- risken för spaltkorrosion är försumbar samt
- korrosionens inverkan med avseende på utmattning beaktas.

Rostmånens bör bestämmas med hänsyn till förväntad maximal avfrätning under konstruktionens användningstid. Observera att punktfrätning av betydande storlek dessutom kan uppkomma. Värdena i tabell 8:74 kan användas för bestämning av allmän avfrätning i korrosivitetsklass C2, C3 och C4 för ordinära konstruktionsstål respektive rosttröga stål enligt SS-EN 10025-5:2004. För konstruktioner i korrosivitetsklass C5-I och C5-M bedöms rostmånens storlek från fall till fall. Punktfrätning kan där uppgå till 2 - 3 mm per år.

Riktvärden angivna i tabell 8:74 för rosttrögt stål förutsätter miljö med omväxlande fukt- och torrperioder och med begränsad kloridhalt.

Vid rosttrögt stål med ytor som kan få långvarig fuktpåverkan bör riktvärdena för konstruktionsstål tillämpas eller annat rostskydd användas.

Tabell 8:74 Riktvärden för enkelsidig allmän avfrätning av konstruktionsstål och rosttröga stål (jämför tabell 1:23c)

Korrosivitetssklass	De första 10 åren (mm/år)		Efter de första 10 åren (mm/år)	
	Konstruktionsstål	Rosttröga stål	Konstruktionsstål	Rosttröga stål
C2	0,04	0,015	0,025	0,006
C3	0,08	0,03	0,05	0,012
C4	0,12	0,05	0,08	0,02

8:75 Ingjutning i vattentät betong

Stålkonstruktion ingjuten i vattentät betong kan anses rostskyddad om betongkvalitet väljs enligt *BKR* avsnitt 7:12. Härvid förutsätts att betongytan utformas så att vattensamling inte uppkommer.

Delar av stålkonstruktionen som ligger närmare betongytan än som motsvarar täckande betongskikt enligt *BKR* avsnitt 7:3128, dock minst 50 mm, bör ges erforderligt rostskydd med tillämpligt rostskyddssystem.

8:76 Brandskyddsmålning

För brandskyddsmålning bör tillämpliga delar av avsnitt 8:72 beaktas.

Brandskyddsfärg bör väljas med bestyrkta egenskaper enligt *BKR* avsnitt 1:4 eller vara typprovd på motsvarande sätt som angivet för rostskyddsfärg enligt avsnitt 8:725.

Brandskyddsfärg bör inte tillmätas någon rostskyddande förmåga. Valt rostskyddssystem förutsätts anpassat till brandskyddsmålningen.

Utförandet av brandskyddsmålning bör följa förekommande typgodkännande och färgtillverkarens anvisningar.

8:8 Transport och hantering

En konstruktionsdel bör under transport, lagring och hantering inte läggas upp, hanteras eller belastas på ett sådant sätt att skador, spänningar eller deformationer uppstår som kan menligt försämra materialets egenskaper eller innebära att kvalitetskraven för den aktuella utförandeklassen (jämför avsnitt 8:12) eller för ytskyddet inte uppfylls.

Förstärkningar, fästen för lyftdon, monteringshål o.d. för en konstruktionsdels transport eller hantering bör utföras i samråd med konstruktören. Om svetsning erfordras vid sådana anordningar bör svetsningen redovisas på ritning, i svetsplan eller i monteringsplan, se avsnitt 8:41.

8:9 Montering

BKR, avsnitt 2:5, fjärde stycket

För stabilisering under monteringsstiden skall erforderlig provisorisk stagning anordnas.

BKR, avsnitt 8:57, första stycket andra meningen

Montering får inte påbörjas förrän monteringsplan föreligger.

Beträffande monteringsplan och kompetens se avsnitt 1:43 respektive 8:11.

9 KONTROLL

9:1 Allmänt

BKR, avsnitt 8:6

De värden på partialkoefficienterna γ_m och γ_{mp} som anges i detta materialavsnitt förutsätter att sådan kontroll som anges i avsnitt 2:6 utförs.

Värden för partialkoefficienten γ_m och dimensionerande materialvärden behandlas i avsnitt 3:42. En förutsättning för tillämpning av dimensioneringsprinciperna i avsnitt 3 och beräkningsmetoderna i avsnitt 6 är att kontroll utförs enligt detta avsnitt.

I 9 kap. PBL finns bl.a. bestämmelser om byggherrens ansvar. Byggherre är den som för egen räkning utför eller låter utföra byggnads-, rivnings- eller markarbeten. Byggherren skall se till att kontroll och provning utförs i tillräcklig omfattning och ansvarar för att arbetena utförs enligt PBL, BVL och däri åberopade föreskrifter.

9:2 Dokumentation

BKR, avsnitt 2:63

Resultaten av utförda kontroller skall dokumenteras. Eventuella avvikelser med tillhörande åtgärder skall noteras liksom andra uppgifter av betydelse för den färdiga konstruktionens kvalitet.

Dokumentationen bör hållas tillgänglig för kontrollanten.

Resultaten från mottagnings- och utförandekontrollen och vidtagna åtgärder bör sammanfattas i ett kontrollintyg. Kontrollintyget bör innehålla minst följande uppgifter:

- bekräftelse av att grundkontroll enligt intern dokumentation och avsnitt 9:6 utförts,
- resultat från tilläggskontrollen enligt tilläggskontrollplanen,
- uppgift om förekommande avvikelser från konstruktionsredovisningen, bl.a. kälsvetsar med utnyttjad inträngning enligt avsnitt 8:431 samt
- uppgift om fel eller skada och om vidtagna åtgärder.

Dokumentationen för verifiering av vidtagna åtgärder kan utgöras av leveranssedlar och provningsrapporter, kontrolljournaler, dagboksanteckningar, samt protokoll och intyg över utförd kontroll.

Dokumentation av fel eller skada bör innefatta notering om läge för och utförande av omarbetning av svets (svetsreparation) samt kompletterade kontrollåtgärder (ny kontroll efter omarbetning och eventuellt utökad kontrollomfattning).

9:3 Dimensioneringskontroll

BKR, avsnitt 2:61

Med dimensioneringskontroll avses i dessa föreskrifter kontroll av dimensioneringsförutsättningar, bygghandlingar och beräkningar.

Råd: Denna kontroll bör utföras av en person som inte tidigare deltagit i projektet.

Omfattningen av dimensioneringskontrollen avseende en stålkonstruktion bör anpassas till bl.a. säkerhetsklass och konstruktionens komplexitetsgrad.

Dimensioneringskontroll bör t.ex. omfatta kontroll av att:

- de antaganden som dimensioneringen baseras på stämmer överens med givna förutsättningar och de krav som ställts upp för aktuell konstruktion
- antaganden om egenskaper hos material, inklusive jord och berg, är lämpliga
- antaganden om laster och annan påverkan är lämpliga
- valda beräkningsmodeller motsvarar den verkliga konstruktionen

- valda beräkningsmodeller är lämpliga och korrekt genomförda
- grafiska eller numeriska beräkningar är korrekt genomförda
- provningar är korrekt genomförda
- beräkningsresultaten är korrekt överförda till redovisningshandlingen, t.ex. ritning.

9:4 Mottagningskontroll

BKR, avsnitt 2:62, första stycket

Med mottagningskontroll avses i dessa föreskrifter byggherrens kontroll av att material och produkter har förutsatta egenskaper när de tas emot på byggsplatsen. Vid denna kontroll skall material och produkter

- identifieras,
- granskas och
- provas såvida de inte är byggprodukter med bestyrkta egenskaper enligt avsnitt 1:4.

Vid provtagning för mottagningskontroll bör upprättas ett provtagningsbevis. Resultat av provningen redovisas i en provningsrapport.

BKR, avsnitt 8:6

Råd: Mottagningskontroll, utöver identifiering och syning, kan ske som stickprovskontroll om levererade material eller produkter har förutsättningar att uppfylla de ställda kraven, t.ex. genom att ett intyg från tidigare utförd provning föreligger. Kontrollintyg typ 3.1 enligt SS-EN 10204:2005 bör användas.

Rådet avser material eller produkter som inte har bestyrkta egenskaper. Syftet med kontrollprovningen är att verifiera att tillhandahållet intyg svarar mot levererade material eller produkter.

9:41 Byggprodukter med bestyrkta egenskaper

BKR, avsnitt 2:62, tredje och fjärde styckena

Byggprodukter med bestyrkta egenskaper enligt avsnitt 1:4 behöver inte ytterligare provas eller kontrolleras i de avseenden som omfattas av bestyrkandet. När det gäller andra byggprodukter med bestyrkta egenskaper än de som är typgodkända och/eller tillverkningskontrollerade enligt bestämmelserna i 18 – 20 §§ BVL skall det säkerställas att föreskrivna krav för avsedd användning uppfylls.

Råd: För byggprodukter med bestyrkta egenskaper kan mottagningskontrollen inskränkas till att endast omfatta identifiering, kontroll av märkning, granskning samt kontroll av att produkten är lämplig för aktuell användning.

I *BKR* finns fyra olika alternativ a – d att bestyrka byggprodukternas egenskaper, varav två införts i och med BFS 2003:6 i *BKR*.

Alternativ a) typgodkännande/tillverkningskontroll enligt BVL och Boverkets föreskrifter om typgodkännande och tillverkningskontroll (BFS 1995:6) kan tillämpas på alla typer av byggprodukter och alternativ b) CE-märkta produkter på de produkter för vilka europeiska tekniska specifikationer (harmoniserade standarder och europeiska tekniska godkännanden, ETA) utarbetats.

De två nya möjligheterna, alternativ c) och d) är utarbetade med tanke på och gäller i dagsläget endast för byggprodukter för bärande konstruktioner. De bygger på en ren produktcertifiering eller att ett certifieringsorgan som ackrediterats för uppgiften och produkten ifråga övervakar och godkänner tillverkarens egen produktionskontroll. I avsnitt 1:4 i *BKR* anges vilka krav som ställs på sådana certifieringar för att produkten i fråga skall anses ha bestyrkta egenskaper.

Den enda typ av bestyrkande som innebär att det är kontrollerat att svenska krav är uppfyllda för den tillämpning som anges i bestyrkandet är alternativ a) typgodkännande/tillverkningskontroll enligt BVL. Övriga alternativ innebär enbart att man skall ha tilltro till att produkten har de egenskaper som deklarerats, men det är upp till användaren att kontrollera att dessa produkttegenskaper överensstämmer med vad som krävs i *BKR*.

Detta gäller både CE-märkta produkter (alternativ b) och produkter bestyrkta enligt alternativ c) och d). Byggherren måste alltså kontrollera att produktens egenskaper uppfyller de krav som ställs på produkten i fråga för just den aktuella användningen. Denne behöver däremot inte göra någon egen provning av dessa egenskaper utan skall kunna avgöra om produkten är lämplig genom att granska märkningen. Även när det gäller en typgodkänd/ tillverkningskontrollerad produkt så måste byggherren säkerställa att typgodkännandet/tillverkningskontrollen faktiskt avser den aktuella användningen. Är så inte fallet behandlas produkten på samma sätt som en produkt vars egenskaper bestyrkts enligt alternativ b), c) eller d).

Finns det möjlighet att CE-märka en produkt så kan varken alternativ a), c) eller d) åberopas som bestyrkande enligt avsnitt 1:4 i *BKR* under längre tid än vad som anges i övergångsbestämmelserna för respektive harmoniserad produkt.

9:42 Konstruktionsdelar som inte är byggprodukter med bestyrkta egenskaper

För tillverkade konstruktionsdelar som inte är byggprodukter med bestyrkta egenskaper bör tillverkningen utföras under tillsyn av en fristående expert som utses av byggherren. I tillsynen ingår en bedömning av verkstadens förutsättningar att tillverka den aktuella stålkonstruktionen, bl.a. en bedömning av verkstadens maskinella utrustning, dess tillverknings- och kontrollrutiner samt personalens kompetens. En sammanfattande rapport över tillsynen förutsätts upprättad av experten.

Mottagnings- och utförandekontroll av tillverkning i verkstad förutsätts omfatta samma kontrollåtgärder som gäller vid kontroll på byggsplats.

9:421 Kompetens hos fristående expert

Utöver kompetens enligt avsnitt 8:11 bör en fristående expert som utför tillsyn enligt avsnitt 9:42 ha teoretiska kunskaper och praktisk erfarenhet av utförande och kontroll samt specialistkompetens som svarar mot uppgiftens karaktär.

9:43 Mottagningskontroll av material

9:431 Stålmateriäl

För stålmateriäl som påvisas ha bestyrkta egenskaper enligt avsnitt 7:5 eller som mottagningskontrollerats med stickprovskontroll enligt *BKR* avsnitt 8:6 (se avsnitt 9:4 ovan) kontrolleras vid mottagningen att produkterna är märkta och identifierbara mot tillhörande intyg samt utan skador från lagring, transport, hantering o.d.

Mottagningskontroll av stålmateriäl enligt *BKR* avsnitt 8:6 kan t.ex. omfatta kemisk analys med tillräckligt antal legeringsämnen för att kunna bedöma om intyget svarar mot levererade materiäl eller produkter. Överensstämmelsen kan anses säkerställd om avvikelserna mellan tillhandahållet intyg och resultat från provningen vid mottagningskontrollen är mindre än avvikelserna som tillåts enligt respektive standard mellan kemisk analys av produkt och chargeprovning.

För övrigt stålmateriäl bör mottagningskontroll med materiälprovning utföras enligt följande.

Ett kontrollparti för provning av materiäl vid mottagningskontroll bör utgöras av ett materiälparti om högst 40 ton. Partiet bör vara enhetligt med avseende på tillverkare, stålsort, chargetillhörighet, leveranstillstånd och tjockleksintervall för sträckgräns enligt standard. Större materiälpartier delas upp i flera kontrollpartier.

Om ett materiälparti inte uppfyller de angivna förutsättningarna för ett kontrollparti eller om det föreligger brister i dokumentationen eller märkningen bör provtagningsplan H enligt SS 11 01 03:1985 tillämpas, om det inte på annat tillförlitligt sätt kan påvisas att partiet uppfyller ställda krav.

Kemisk analys och slagprovning bör utföras enligt provtagningsplan E i ovannämnda standard och dragprovning enligt provtagningsplan D. För konstruktionsstäl som ska kallformas bör bockprovning utföras enligt provtagningsplan D, alternativt att provning utförs av de bockade produkterna enligt avsnitt 8:33, sista stycket. Provtagning i övrigt och provning bör utföras enligt standarder angivna i tabell 9:431.

Provning av andra materialegenskaper än enligt tabell 9:431 bör utföras om särskilda krav ställs på materialet. Exempel på sådan provning kan avse areakontraktion vid dragprov i tjockleksriktningen eller hårdhet.

Material som inte uppfyller ställda krav bör kasseras om det inte kan omklassas till en annan stålsort.

Tabell 9:431 Standarder för provtagning och provning av stålmaterial.

Typ av provning	Provtagning	Provning
Kemisk analys	SS-EN ISO 14284:2002	
Dragprovning	SS-EN ISO 377:1997	SS-EN 10002-1:2001
Slagprovning	SS-EN 10025-1:2004	SS-EN 10045-1:1990
Bockprovning	SS-EN ISO 377:1997	SS-EN ISO 7438:2005

9:432 Tillsatsmaterial för svetsning

För tillsatsmaterial kontrolleras att produkter/förpackning är märkta och identifierbara samt att förpackning är oskadad.

För tillsatsmaterial som inte är CE-märkt produkt bör materialprovning utföras som mottagningskontroll och omfatta hållfasthetsegenskaper, brottförlängning och slagseghet. Provning bör utföras enligt SS-EN 14532-1:2005.

Uppgifter om vilka produkter som är CE-märkta framgår t.ex. av www.svets.se/elektrodportalen.

9:433 Fästelement

För skruvar och muttrar där hållfasthetsegenskaper, toleranser och förekommande ytbehandling inte dokumenterats med ett av tillverkaren utfärdat kontrollintyg typ 3.1 enligt SS-EN 10204:2005 för det aktuella partiet bör mottagningskontroll utföras enligt följande. Motsvarande gäller för brickor till högt förspända skruvförband i skruvförbandsklass S1F, S1F(fin), S1F(mod), S2F, S3 och S3(grov). Mottagningskontroll av skruvar och muttrar samt av brickor till högt förspända skruvförband bör avse hållfasthet, toleranser och i förekommande

fall zinktjockleken och omfatta minst en enhet per hundra, dock minst tre enheter för varje typ och dimension i partiet.

Provning av skruvars och muttrars brotthållfasthet vid mottagningskontroll bör utföras enligt SS-EN ISO 898-1:1999 och SS-EN 20898-2:1994. För högt förspända förband bör dock skruv med tillhörande mutter provas tillsammans enligt SS-EN ISO 898-1:1999: 8.2.

Provning av brickors hårdhet bör utföras enligt ISO/R81.

Provning av zinktjocklek för skruvar, muttrar och brickor bör utföras enligt SS-EN ISO 1463:2004 alternativt SS-EN ISO 2178:1995.

Armeringsstänger, t.ex. för gängade konstruktionselement, förutsätts vara kontrollerade enligt kontrollreglerna i *BBK 04*.

9:5 Utförandekontroll

BKR, avsnitt 2:62, femte stycket

Med utförandekontroll avses i dessa föreskrifter byggherrens kontroll av att

- tidigare inte verifierbara projekteringsförutsättningar som är av betydelse för säkerheten är uppfyllda samt att
- arbetet utförs enligt gällande ritningar och andra handlingar.

BKR, avsnitt 2:621

Med grundkontroll avses i dessa föreskrifter den generella kontrollen av material, produkter och arbetsutförande.

Råd: Materialspecifika regler för grundkontroll finns i respektive materialavsnitt.

Med tilläggskontroll avses i dessa föreskrifter den specifika kontroll som skall ske av

- konstruktionsdetaljer som har avgörande betydelse för konstruktionens bärförmåga, stadga eller beständighet,
- konstruktionsdetaljer med speciellt utförande samt
- omgivningens påverkan.

För tilläggskontrollen skall en plan upprättas.

Råd: Materialspecifika regler för tilläggskontroll finns i respektive materialavsnitt.

Grundkontroll och tilläggskontroll behandlas i avsnitt 9:6 respektive 9:7.

Beträffande tilläggskontrollplan se avsnitt 1:44.

9:6 Grundkontroll

9:60 Allmänt

BKR, avsnitt 8:61

Råd: Grundkontrollen bör omfatta följande områden:

- material,
- mått och form,
- svetsförband,
- skruvförband samt
- ytbehandling för rost- och brandskydd.

Exempel på kontrollåtgärder vid grundkontroll finns i *BSK 07* avsnitt 9.

Om omfattningen av grundkontrollen inte närmare anges, kan kontrollen begränsas till delkontroll. Därvid bör omfattningen av kontrollåtgärderna väljas så att det föreligger tillfredsställande säkerhet för att konstruktionen i sin helhet uppfyller kraven.

Grundkontrollen bör utföras av en person som inte utfört aktuellt arbetsmoment och som innehar kompetens enligt 8:11.

Vid bedömningen av erforderlig omfattning av grundkontrollen kan bl.a. förekommande rutiner för operatörens avsyning av eget arbete beaktas. En lämplig ordning kan vara att utföra allkontroll vid början av en tillverkning eller montering, vilket kan reduceras till delkontroll vid tillfredsställande kontrollutfall.

9:61 Material

Grundkontroll av material bör omfatta kontroll av att

- allt stålmaterial har bestyrkta egenskaper enligt avsnitt 7:5 och 9:4 eller är mottagningskontrollerat enligt avsnitt 9:431,

- stålaterialet i den färdiga stålkonstruktionen är identifierbart mot tillhörande intyg vid hållfasthetsklass 355 och högre,
- stålaterialet är utan skador från hantering, otillåten svetspåverkan o.d. (se avsnitt 8:41),
- tillsatsaterialet för svetsning har mottagningskontrollerats enligt avsnitt 9:432,
- tillsatsaterialet förvaras och hanteras på ett sådant sätt att svetsförbanden får avsedda egenskaper, samt
- fästelement har mottagningskontrollerats enligt avsnitt 9:433.

9:62 Mått, ytor och form

Grundkontroll av mått, ytor och form bör omfatta kontroll av att

- stålaterialets ytor uppfyller krav för aktuell utförandeklass enligt tabell 8:12 och avsnitt 8:31,
- termiskt skurna ytor överensstämmer med avsnitt 8:32,
- inga skador uppkommit vid plastisk bearbetning,
- måttnoggrannhet, rakhet och planhet överensstämmer med vad som anges i konstruktionsredovisningen och i avsnitten 8:61 och 8:62,
- trycköverförande yta överensstämmer med avsnitt 8:63 samt
- utförandet svarar mot aktuell utförandeklass enligt tabell 8:12 och i övrigt enligt avsnitt 8.

Kontroll av mått, rakhet och planhet hos formvaror bör utföras genom uppmätning och jämförelse med tillämplig formvarustandard samt med toleranserna i avsnitten 8:61 och 8:62 och i bygghandling.

9:63 Svetsförband

Grundkontroll av svetsförband bör omfatta

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

9:64 Skruvförband

Grundkontroll av skruvförband bör omfatta kontroll av att

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

9:65 Rostskydd

Grundkontroll av rostskydd bör omfatta

- kontroll av miljöbetingelser, varvid tillses att stålytans temperatur vid förbehandlingen och målningen är minst 3°C högre än den omgivande luftens daggpunkt eller i överensstämmelse med de riktlinjer som ges i SS-EN ISO 8504-2:2001,
- kontroll av att förbehandlade stålytor som skall beläggas har avsedd renhet, bedömd enligt SS-EN ISO 8501-1:2007 (SS 05 59 00) och avsedd ytråhet, bedömd enligt SS-EN ISO 8503-2:1995,
- mätning av beläggningsens skiktjocklek enligt SS-ISO 19840:2005 Appendix B samt
- kontroll av att utförandet av rostskyddet i övrigt överensstämmer med avsnitt 8:7.

Exempel på kontroll av rostskydd finns i SS-EN ISO 12944-7:1998. Se även *Anvisningar för kontroll vid rostskyddsmålning*, Bulletin 104, Korrosionsinstitutet.

9:66 Brandskyddsmålning

Vid brandskyddsmålning bör grundkontroll utföras enligt tillämpliga delar av avsnitt 9:65 och i enlighet med förekommande anvisningar från tillverkaren av brandskyddsfärgen.

9:7 Tilläggskontroll

9:70 Allmänt

BKR, avsnitt 8:62

Råd: Tilläggskontrollen bör omfatta följande områden:

- objektanpassade kontrollåtgärder,
- konstruktionsdelar med dragkraft i tjockleksriktningen,
- svetsförband samt
- katodiskt skydd.

Exempel på kontrollåtgärder vid tilläggskontroll finns i *BSK 07* avsnitt 9.

Tilläggskontrollen bör utföras enligt gällande tilläggskontrollplan av en fristående person med specialistkunskaper, jämför avsnitt 9:421.

All visuell kontroll och oförstörande provning av värmepåverkade delar förutsätts utförd efter att vätediffusionen har stabiliserats. Väntetiden innan kontrollen kan utföras bestäms bl.a. av största ingående gods-tjocklek, ståltyp och vätemängd.

9:71 Objektanpassade kontrollåtgärder

Exempel på objektanpassade kontrollåtgärder som bör ingå i tilläggskontrollen samt minsta kontrollomfattning:

- visuell kontroll av ytor hos konstruktionsdelar i utförandeklass GA och GB, 100 %
- kontroll av att toleranskraven för stängers tvärsnittsmått innehålls om $\gamma_m = 1,0$ enligt avsnitt 3:42, minst ett tvärsnitt per dimension
- mätning av pilhöjd och snedställning hos tryckta konstruktionsdelar med utnyttjandegrad över 0,7
- kontroll av passning mellan skruvar och hål i passförband, skruvförbandsklass S2 och S2F, stickprov
- kontroll av förspänningsförfarande vid högt förspända skruvförband i skruvförbandsklass S1F, S1F(fin), S1F(mod), S2F, S3 och S3(grov)

- kontroll av utförande och skiktthjocklek hos brandskyddsmålning, stickprov
- visuell kontroll av ytrenhet och ytråhet enligt SS-ISO 8501-3:2006 respektive SS-ISO 8503-2:1992 för rotskyddssystem i C3-C5 och Im1-Im3, stickprov
- mätning av total skiktthjocklek enligt SS-ISO 19840:2005 Appendix B för rotskyddssystem i C3-C5 och Im1-Im3, 10 % av standardens omfattning vid utsatta delar av konstruktionen
- kontroll av portäthet hos organiska beläggningar i Im1-Im3 av enskiktstyp, t.ex. rotskyddssystem A6.06 enligt bilaga 4.

Andra exempel kan vara:

- oförstörande provning av svets även vid lägre utnyttjandegrad än enligt avsnitt 9:732, stickprov
- kontroll av homogenitet vid dragkrafter i stålets tjockleksriktning även vid andra förutsättningar än enligt avsnitt 9:72 eller vid konstruktioner i säkerhetsklass 1, stickprov
- kontroll av vidhäftning för totala rotskyddet enligt SS-EN ISO 4624:2003 vid C3-C5 och Im1-Im3.

9:72 Konstruktionsdelar med dragkraft i tjockleksriktningen

Tilläggskontroll av homogenitet bör utföras för konstruktionsdel i säkerhetsklass 2 och 3 med väsentlig dragkraft i tjockleksriktningen enligt avsnitt 7:24, punkterna a – d. Kontrollen bör omfatta alla berörda konstruktionsdelar, dock kan omfattningen minskas till delkontroll, vars omfattning anges i tilläggskontrollplanen, vid tillämpning av material och verifiering som uppfyller reglerna i avsnitt 7:24.

Kontrollen förutsätts utförd genom ultraljudprovning efter svetsningen av de delar av grundmaterialet som påverkas av dragkraft i tjockleksriktningen. Vid godstjocklek högst 25 mm utförs provningen

tidigast 16 timmar och vid grövre godstjocklek tidigast 40 timmar efter avslutad svetsning i berört material. Härvid förutsätts grundmaterialet vara fritt från inhomogeniteter som sprickor, klyvningar och slaggsiktningar.

9:73 Svetsförband

Tilläggskontroll av svetsförband bör omfatta:

- visuell kontroll enligt avsnitt 9:731,
- oförstörande provning enligt avsnitt 9:732 samt
- annan kontroll enligt avsnitt 9:733.

Om kontroll av svets visar att kraven inte uppfylls bedöms erforderlig åtgärd av konstruktionsansvarig i samråd med tilläggskontrollanten. Vid omarbetning (svetsreparation) utförs normalt ny kontroll efter omarbetningen. Vid delkontroll bör kontrollomfattningen normalt utökas till andra svetsar lagda med samma förutsättningar.

9:731 Visuell kontroll av svetsar

Visuell kontroll av svetsar i material med godstjocklek högst 25 mm bör utföras tidigast 16 timmar och för större godstjocklek tidigast 40 timmar efter avslutad svetsning i berört material.

I utförandeklass GA och GB bör svetsar kontrolleras i hela sin längd genom visuell kontroll. I utförandeklass GC kan omfattningen av den visuella kontrollen begränsas till delkontroll, vars omfattning anges i tilläggskontrollplanen. Kvalitetskrav gäller enligt avsnitt 8:14.

Om den visuella kontrollen ger anledning till tvekan om ställda kvalitetskrav är uppfyllda kompletteras den med oförstörande provning, t.ex. sprickindikering.

Visuell kontroll i utförandeklass GC förutsätts styrd genom tilläggskontrollplanen till de svetsförband som är av primär betydelse för konstruktionens säkerhet, funktion och beständighet. Lämpliga riktvärden för delkontrollens omfattning är 25 % av svetslängden i säkerhetsklass 3 och 10 % i säkerhetsklass 2. Råd om utförande av visuell kontroll av svetsar finns i SS-EN 970:1997. Det förutsätts att en skriftlig rapport upprättas, t.ex. med innehåll enligt formulär i MNC 1120.

Visuell kontroll av svetsar bör utföras av person med kompetens motsvarande vad som krävs för certifiering enligt SS-EN 473:2005 + A1:2005.

9:732 Oförstörande provning av svetsar

Oförstörande provning av svetsar i material med godstjocklek högst 25 mm bör utföras tidigast 16 timmar och för större godstjocklek tidigast 40 timmar efter avslutad svetsning i berört material.

Oförstörande provning av svets bör utföras vid förband med större utnyttjandegrad än 0,70 vid icke utmattningsbelastade konstruktioner och med större utnyttjandegrad än 0,50 vid utmattningsbelastade konstruktioner. Minsta omfattning av provningen vid angiven utnyttjandegrad framgår av tabell 9:732. Tabellens värden avser den kontrollerade svetslängden uttryckt i procent av den svetslängd som har den angivna utnyttjandegraden. För svetsförband utförda på byggplats bör omfattningen fördubblas.

Vid bedömningen av vilka svetsar som upptas i tilläggskontrollplanen förutsätts att konstruktören tar hänsyn till säkerhetsklassen, utnyttjandegraden, svetsgeometrin och risker för fel i svetsförbandet med hänsyn till svetsmetod, åtkomlighet m.m. Även om ingen oförstörande provning är angiven i tilläggskontrollplanen eller i dessa regler bör minst ett stickprov tas ut.

Den oförstörande provningen förutsätts utförd enligt någon av följande metoder:

- radiografering enligt SS-EN 1435:2004, klass B, med bildkvalitet enligt SS-EN 462-3:1997. Vid svetsar i konstruktionsdelar i utförandeklass GC kan även bildkvalitet klass A användas. Granskning av radiogram utförs enligt SS-EN 1435:2004 mot kvalitetskrav enligt tabell 8:14 och SS-EN 12517:2006
- ultraljudprovning enligt SS-EN 1714:1998+A1:2002+A2:2004. Kvalitetskrav enligt tabell 8:14 och SS-EN 1712:1998+A1:2002+A2:2004. För provning av konstruktionsdelar i utförandeklass GA och GB används lägst provningsklass B
- sprickindikering genom magnetpulverprovning enligt SS-EN 1290:1998+A1:2002+A2:2004, kvalitetskrav enligt tabell 8:14 och SS-EN 1291:1998+A1:2002+A2:2004. Om magnetpulverprov-

ning inte går att utföra kan den ersättas med penetrantprovning enligt SS-EN 571-1:1997, kvalitetskrav enligt tabell 8:14 och SS-EN 1289:1998+A1:2002+A2:2004 eller med virvelströmsprovning enligt SS-EN 12084:2001+A1:2004.

Tillämplig provningsmetod förutsätts vald i samråd med sakkunnig person. Oförstörande provning bör förläggas så att provningen omfattar svetsens svaga partier, t.ex. svetsens början och avslutning samt vid störningar.

Oförstörande provning av svets bör utföras av person med kompetens motsvarande vad som krävs för certifiering enligt SS-EN 473:2000+A1:2005.

Om tvekan råder om tolkningen av de erhållna resultaten från den oförstörande provningen, förutsätts att kompletterande provning utförs med annan metod.

Tabell 9:732 Minsta omfattning vid oförstörande provning av svets uttryckt i % av en svetslängd med utnyttjandegrad enligt avsnitt 9:732

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

9:733 Annan kontroll

Annan kontroll av svetsförband bör omfatta:

- kontroll av att tillämplig förprovning utförts vid utnyttjande av inträngen vid kälsvetsar enligt avsnitt 8:431 samt

- kontroll av täthet om särskilda krav ställs. Täthetsprovning bör vid godstjocklek högst 25 mm utföras tidigast 16 timmar och vid större godstjocklek tidigast 40 timmar efter avslutad svetsning. Se även bilaga 5, sidan 205.

Annan kontroll kan även avse:

- kontroll av en metodprovning för ett speciellt svetsutförande eller skärutförande samt
- fortlöpande kontroll av inträngningen hos kälsvetsar om större utnyttjande av den mätta inträngningen vid metodprovning än enligt avsnitt 8:431 utnyttjas.

9:74 Katodiskt skydd

Ett katodiskt skydd bör bl.a. kontrolleras genom mätning av den skyddade konstruktionens potential relativt en referenselektrod, t.ex. en koppar-/mättad kopparsulfatelektrod. Kontrollen bör utföras av person med ingående kännedom om hur skyddet fungerar. Man måste bl.a. försäkra sig om att det katodiska skyddet inte påverkar främmande konstruktioner på ett negativt sätt.

10 UNDERHÅLL

10:1 Inledning

Ägaren ansvarar enligt bygglagstiftningen för att en byggnad underhålls så att dess tekniska egenskapskrav i huvudsak bevaras. Vissa anordningar, t.ex. de som skall tillgodose säkerheten, skall hållas i stånd. Byggnaders yttre skall hållas i vårdat skick.

Bestämmelser om underhåll finns i BVL, 2 § sista stycket och i PBL, 3 kap. 13 §.

I detta avsnitt ges exempel på system för underhåll av sådana stålkonstruktioner som bedömts uppfylla kravet på beständighet i *BKR*, avsnitt 2:13. Det bör speciellt påpekas att föreslagna underhållssystem enbart utgör exempel.

Varje stålkonstruktion underkastas *fortlöpande tillsyn* enligt avsnitt 10:2.

Om särskilda skäl föreligger utförs dessutom återkommande översyn enligt avsnitt 10:3 på en stålkonstruktion eller konstruktionsdel. Med särskilda skäl avses t.ex. att:

- stor korrosionsrisk är aktuell, exempelvis i korrosivitetssklass C3-C5 och Im1-Im3
- en konstruktion ingår i en byggnad som är utformad så att ett brott kan medföra omfattande skador, jämförbara med fortskridande ras enligt *BKR*, avsnitt 2:113
- påverkan av utmattningslast förekommer
- risk för sprödbrott föreligger, t.ex. vid en konstruktionsdel där högre utförandeklass (GA eller GB) förutsatts enligt tabell 7:23b.

10:2 Fortlöpande tillsyn

10:21 Allmänt

Fortlöpande tillsyn omfattar regelbundna inspektioner av stålkonstruktionen med avseende på synliga skador och därav föranledda åtgärder.

Inspektionerna utförs av fristående expert förtrogen med underhåll av stålkonstruktioner.

Upptäcks en skada av väsentlig betydelse för konstruktionens bärformåga eller beständighet underkastas konstruktionen eller den aktuella konstruktionsdelen återkommande översyn enligt avsnitt 10:3 eller vidtas lämpliga åtgärder enligt avsnitt 10:4 för att avhjälpa skadan. Detta gäller även annan konstruktionsdel med risk för motsvarande skada.

Resultatet från fortlöpande tillsyn dokumenteras enligt avsnitt 10:5.

10:22 Konstruktionsdelar

Fortlöpande tillsyn av konstruktionsdelar innefattar visuell kontroll med avseende på skador och onormala deformationer. Särskild uppmärksamhet ägnas delar som kan utsättas för mekanisk påverkan, t.ex. påkörning av fordon. Vidare observeras om skador på konstruktionen uppkommit av påsvetsade fästdon o.d.

10:23 Svetsförband

Fortlöpande tillsyn av ett svetsförband innefattar visuell kontroll med avseende på skador och onormala deformationer i förbanden.

Om tvekan råder om ett svetsförbands tillstånd avlägsnas ytskyddet på svetsen och det svetspåverkade grundmaterialet. Om så erfordras utnyttjas lämplig provningsmetod, t.ex. sprickindikering, jämför avsnitt 9:732.

10:24 Förband med fästelement

Fortlöpande tillsyn av förband med fästelement innefattar visuell kontroll med avseende på skador och onormala deformationer i förbanden. Om glidning konstateras vid ett högt förspänt skruvförband undersöks skruvarnas förspänning, jämför avsnitt 8:54.

10:25 Rostskydd

Fortlöpande tillsyn av rostskydd innefattar undersökning av om någon korrosionsskada uppstått eller kan misstänkas ha uppstått i en bärande eller i övrigt från säkerhetssynpunkt viktig konstruktionsdel.

Härvid synas rostskyddsbeläggningens tillstånd och bestäms rostgraden.

Inspektionen anpassas efter miljöns aggressivitet och inriktas i första hand på de erfarenhetsmässigt mest utsatta delarna. Om rostangrepp konstateras uppskattas avfrätningen och bestäms omfattningen av gropfrätningen samt läget och djupet av frätgroparna.

Läget på smutsavlagringar och vattenfickor observeras också.

En sluten konstruktion som är åtkomlig för inspektion kontrolleras med avseende på dränering och ventilation. En sluten konstruktion som inte är åtkomlig för inspektion invändigt kontrolleras med avseende på tät-het.

10:26 Tidsintervall för fortlöpande tillsyn

Tidsintervallet mellan tillsynstillfällena bestäms under beaktande av konstruktionens tillstånd och utnyttjande. För en konstruktion eller konstruktionsdel som underkastas återkommande översyn enligt avsnitt 10:3 utförs tillsynen varannat år, för övriga konstruktioner minst vart tionde år.

Om särskilda skäl föreligger, t.ex. anmärkningsvärt stort korrosionsangrepp, minskas tillsynsintervallet.

10:3 Återkommande översyn

10:31 Allmänt

Återkommande översyn omfattar kontroll av stålkonstruktionen samt därav föranledda åtgärder.

Kontrollen vid återkommande översyn utförs av fristående expert som är väl förtrogen med underhåll av stålkonstruktioner.

Konstruktionens tillstånd undersöks i erforderlig omfattning med hjälp av lämpliga provningsmetoder. Kontrollåtgärderna och deras omfattning bestäms med beaktande av konstruktionens tillstånd och utnyttjande, tidigare utfört underhåll samt i den ursprungliga kontrollplanen angivna kontrollåtgärder och deras omfattning.

På en konstruktion med varierande last bör man observera konstruktionens verkningsätt vid belastning.

Med ledning av kontrollresultaten bestäms de åtgärder enligt avsnitt 10:4 som fordras för fortsatt användning. Den återstående användningstiden bedöms utifrån bl.a. konstruktionens tillstånd och det fortsatta utnyttjandet.

Resultat från den återkommande översynen dokumenteras enligt avsnitt 10:5.

10:32 Konstruktionsdelar

Återkommande översyn av konstruktionsdelar innefattar inspektion enligt avsnitt 10:22 samt erforderlig kompletterande provning.

10:33 Svetsförband

Återkommande översyn av svetsförband innefattar inspektion enligt avsnitt 10:22 samt erforderlig kompletterande provning.

10:34 Förband med fästelement

Återkommande översyn av förband med fästelement innefattar inspektion enligt avsnitt 10:23 samt erforderlig kompletterande provning.

Stickprovsvis kontrolleras med lätta hammarslag om ett fästelement lossnat. Om förlust av förspänning misstänks vid ett högt förspänt skruvförband undersöks skruvarnas förspänning, jämför avsnitt 8:54.

Förspända dragstag provdras med domkraft tills glappet uppstår mellan mutter och underlag. Den erforderliga kraften för detta jämförs med den ursprungliga förspänningskraften.

10:35 Rostskydd

Återkommande översyn av rostskydd innefattar noggrann undersökning med avseende på skador m.m. enligt avsnitt 10:25 samt erforderlig kompletterande provning.

10:36 Tidsintervall för återkommande översyn

Tidsintervallet mellan översynstillfällena bestäms under beaktande av den avsedda återstående användningstiden samt av konstruktionens tillstånd och utnyttjande. Tidsintervallet för återkommande översyn bör högst uppgå till 15 år.

I övrigt gäller tillämpliga regler enligt avsnitt 10:26.

10:4 Åtgärder vid fel eller skada

10:41 Allmänt

Om konstruktionen vid fortlöpande tillsyn, återkommande översyn eller annan inspektion bedöms ha nedsatt kvalitet eller konstateras skadad vidtas erforderliga åtgärder så att en tillfredsställande säkerhet och beständighet vidmakthålls.

Reparationer och andra åtgärder utförs fackmässigt och kontrolleras i erforderlig omfattning, jfr avsnitt 9.

Nitar som lossnat ersätts med skruvar i hållfasthetsklass 8.8 i närmast större dimension. Nithålen borras upp och för håltagning, åtdragning och säkring tillämpas skruvförbandsklass S2.

Om erforderligt underhåll inte utförs omprövas konstruktionens återstående användningstid och bärförmåga.

Vidtagna åtgärder dokumenteras enligt avsnitt 10:5.

10:42 Rostskydd

En målad yta underhålls när rostgraden gått upp till Ri 4 enligt SS-EN ISO 4628:2004 för en konstruktion som påverkas av utmattningslast eller om risk finns för sprödbrott. Andra konstruktioner underhålls när rostgraden gått upp till Ri 5. Det kan dock vara ekonomiskt att underhålla målningen redan vid Ri 3 se SS-EN ISO 12944-5:2007 punkt 5.5.

Om rostangrepp observeras på en stålyta med katodiskt skydd ses skyddet över.

Om avfrätning hos en yta med rostmån enligt avsnitt 8:74 förväntas före nästa tillsynstillfälle bli större än den förutsatta rostmånen vidtas erforderliga åtgärder, t.ex. anordnande av rostskydd i tillämpliga delar enligt avsnitt 8:7.

Råd om underhållsmålning ges i Handbok i rostskyddsmålning bulletin 107, Korrosionsinstitutet.

10:5 Underhållsredovisning

För stålkonstruktioner som underkastas återkommande översyn enligt avsnitt 10:3 dokumenteras resultatet av både fortlöpande tillsyn och återkommande översyn i en *underhållsloggare*. Denna förvaras hos konstruktionens ägare. I underhållsloggaren införs tillämpliga delar av konstruktionsredovisningen samt kontrollintyg och underhållsplan.

I protokollet från den fortlöpande tillsynen och den återkommande översynen redovisas gjorda iakttagelser, resultatet från provningar, konstaterade rostgrader, rostskador samt uppgifter om ändrade tillsyns- eller översynsintervaller. Vidare redovisas genomförda underhållsåtgärder som målningsförbättringar, svetsreparationer och förstärkningar.

Underhållsloggaren hålls tillgänglig för den som utför fortlöpande tillsyn och återkommande översyn.

BILAGA 1

Exempel på svetsplan

Följande exempel på en svetsplan avser tillverkning av råbalkar till traversbanor i driftklass B3. Tvärsnittet är en enkelsymmetrisk svetsad traversbana EST av stål S355J2 med genomsvetsad svets i dubbel halv V-fog vid överflänsen och dubbla kälsvetsar vid underflänsen. Svetsklass WB enligt tabell 8:14.

Ytterligare uppgifter om objektet i exemplet framgår av bilaga 2, sidan 178. Svetsplan kan erfordras i objektet även för andra svetsarbeten än tillverkning av råbalkar till traversbanorna, beroende på vad som kan betecknas enklare arbeten av rutinkaraktär. Detta får avgöras från fall till fall utgående från stålbyggnadsföretagets förutsättningar.

Svetsplanen följer reglerna i avsnitt 1:42. Exemplet avser i första hand att åskådliggöra uppställningen av en svetsplan. Exemplet ska inte tolkas som en generell rekommendation om lämpligaste utförande av aktuellt svetsarbete.

I svetsplanen har endast sådana uppgifter tagits med som är specifika i det aktuella fallet. Det förutsätts att allmänna regler för svetsarbete följs, t. ex. regler i avsnitt 8:14 och 8:4 med däri åberopade standarder och andra dokument.

Om tillämpliga svetsdatablad (WPS) enligt SS-EN ISO 15607:2004 föreligger för de aktuella svetsarna kan lämpligen uppgifter om tillsatsmaterial, svetsparametrar o.d. i stället ges genom hänvisning till svetsdatabladen, som biläggs svetsplanen.

Syftet med en svetsplan är att arbetet ska planeras i förväg avseende tillsatsmaterial, svetsparametrar, svetsföljd m.m., för att i möjlig mån eliminera bl.a. risker för härdning eller annan olämplig materialpåverkan, svåra tvångsspänningar och otillåtna deformationer. Tvångsspänningar kan minimeras genom att se till att rörligheten för de enskilda komponenterna bibehålls så länge som möjligt. För sammansatta konstruktioner, som består av flera svetsade konstruktionsdelar, bör normalt delarna först svetsas var för sig. Härigenom har man möjlighet att vid behov rikta och justera delarna före den slutliga sammansvetsningen.

Svetsplanen bör undertecknas av den som upprättat svetsplanen, normalt den person som leder och övervakar svetsarbetet eller av annan kompetent person som denne anlitar. Samråd med konstruktören bör bekräftas med signatur i svetsplanen. Det kan vara lämpligt att svetsaren efter avslutat och avsynat arbete med signatur bekräftar att arbetet utförs enligt svetsplanen.

Ett ytterligare exempel på en svetsplan finns i *Kommentarer till stålbyggnadsnormerna – Kontroll och underhåll, StBK-K3*, Statens Stålbyggnadskommitté, 1979. Svetsplanen har i detta fall upprättats som en mer komplett instruktion för svetsaren. Den innefattar även sådana regler som alltid ska följas, t. ex. rengöring av ytor före svetsning och slagning av svetsar mellan svetssträngar.

Svetsplan för svetsning av råbalk till traversbana typ EST

Svetsmetod:	Manuell metallbågsvetsning.	
Fogtyp:	Se ritning (dubbel halv V-fog vid överfläns, dubbla kälsvetsar vid underfläns).	
Fogberedning:	Se skiss.	
Häftning:	Häftsvetsar läggs med <input type="checkbox"/> 2,5 mm elektrod, minimilängd 50 mm. Häftsvetsarna slipas bort alltefter-som svetsen dras fram.	
Tillfälliga anordningar:	Inga tillfälliga svetsade anordningar i form av clips e.d. anordnas.	
Svetsläge:	Horisontalläge.	
Svetsföljd:	Se skiss.	
Elektrodtyp:	SS-EN 2560-E 42 4 B H5, t.ex. xxx	
Elektrod-dimension:	<input type="checkbox"/> 3,2 mm för rotsträngar, <input type="checkbox"/> 4 mm för övriga strängar.	
Erforderliga åtgärder före svetsning:	Förböckning av överfläns ca 3 mm med hänsyn till planhetskrav för överflänsens ovansida. Förhöjd arbetstemperatur 100°C vid svetsning mot överfläns.	
Erforderliga åtgärder under svetsning:	Mellansträngstemperatur max 250°C.	
Erforderliga åtgärder efter svetsning:	Vid behov riktning av överfläns till anliggning under räl. Vid behov slipning av svetsens yta till krav enligt svetsklass WB.	

Svetsplanen upprättad 1999-xx-xx av

Samråd med konstruktör

.....
Ansvarig för svetsplanen.....
Konstruktionsansvarig

Arbetet utfört enligt svetsplanen

.....
Svetsare.....
Svetsare

BILAGA 2

Exempel på tilläggskontrollplan

Ett formulär som kan användas för att upprätta tilläggskontrollplan för stålkonstruktioner visas i figur B2:1. Formuläret är avsett att kunna fungera som en checklista för konstruktören vid upprättande av planen. Formuläret kan även användas som en checklista för kontrollanten genom att utförd tilläggskontroll prickas av på sista raden i formuläret. Det förutsätts att de enskilda kontrollmomenten redovisas i separata protokoll eller rapporter som signeras av kontrollanten.

Tilläggskontrollen bör normalt innefatta en genomgång av dokumentationen av utförd grundkontroll i objektet, för att verifiera att grundkontrollen är normenligt utförd och dokumenterad.

Ett exempel på en tilläggskontrollplan för tillverkning och montering av en stålstomme med traversbanor visas i figur B2:2. Tilläggskontrollplanen följer regler i avsnitt 9:7.

Exempel på en svetsplan för svetsning av råbalkar till traversbanorna visas i bilaga 1, sidan 175.

Utförd grundkontroll och tilläggskontroll bör sammanfattas i ett kontrollintyg enligt avsnitt 9:2. Kontrollintyget bör undertecknas av den som svarar för ledning och övervakning av tillverknings- respektive monteringsarbetena samt av tilläggskontrollant.

Ytterligare exempel på tilläggskontrollplaner och på kontrollintyg finns i *Kommentarer till stålbyggnadsnormerna – Kontroll och underhåll, StBK-K3*, Statens Stålbyggnadskommitté, 1979.

Figur B2:1 Exempel på blankett för tilläggskontroll

TILLÄGGSKONTROLLPLAN FÖR STÅLKONSTRUKTIONER																														
Rad nummer	Konstruktionsdel	Utförd kontroll	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	Anmärkning	
1	Avsnitt i BSK 07	Kontrollmoment	Ritn nr	9:71	9:72	9:71	9:731	9:732	9:71	9:71	9:71	9:71	9:71	9:71	9:733	9:733														
				Visuell kontroll av ytor	Visuell kontroll av ytor	Visuell kontroll av fogberedning	Visuell kontroll av yta och form	Röntgenradiografiering	Ultraljudprovning	Magnetpulverprovning	Passning och ytor	Ådragnings förspänning	Noggrannhetsgrad, ytråhet	Skiktjocklek	Förprov. av källsvetsars inrtång.	Tätetsprovning														
2	Konstruktionsdel																													
3	Utförandegrad																													
4																														
5																														
6																														
7																														
8																														
9																														
10																														
11																														
12																														
13																														
14																														
15																														
16																														
17																														
18																														
19																														
20																														
21																														
22																														
23																														
24																														
25																														
26																														

Figur B2:2 Exempel på blankett för tilläggskontroll

TILLÄGGSKONTROLLPLAN FÖR STÅLKONSTRUKTIONER														
Rad nummer	Konstruktionsdel	Umflyttandegrad	Avsnitt i BSK 07	Material (Omfattning, %)	Mått	Svetsförband (Omfattning, % eller S)			Skruvförband	Rostskydd	Annan kontroll		Anmärkning	
1	Traverspelare	0,62	102	9:71	Tvärnsnittsmått	9:71	100	100	100	100	100	100	100	26
2	Broms & vindbockar	0,70	103	9:72	Ultraljudprovning efter svetsning	9:71	100	100	100	100	100	100	100	
3	Traversbanor	0,89		9:71	Ultraljudprovning efter svetsning	9:71	100	100	100	100	100	100	100	
4	Takstolar		104	9:71	Ultraljudprovning efter svetsning	9:71	100	100	100	100	100	100	100	
5	Övriga delar i SK2		105-108	9:71	Ultraljudprovning efter svetsning	9:71	100	100	100	100	100	100	100	
6	Hela konst./		101-108	9:71	Ultraljudprovning efter svetsning	9:71	100	100	100	100	100	100	100	
Utförd kontroll														

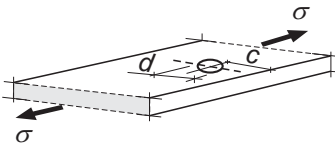
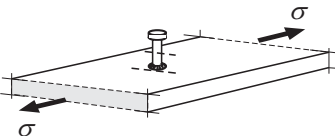
S = Stickprov
 a/ Tolerans eni SBI Pubi 112 fig 2.3.3
 b/ Skruvförband i S2
 c/ Raket i horisental och vertikalt led för rater samt spv mellan rater med toi eni SBI Pubi 112 fig 2.3.5.
 d/ Övre halssvets
 e/ Utombusdelar till skarv \odot + 1000
 f/ Svetskarvar =0,42 i svetskarvar
 g/ Tygockända
 h/ Granska dokumentation av grundkontroll

BILAGA 3

Förbandsklasser

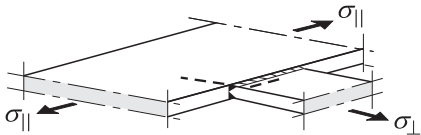
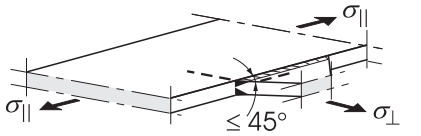
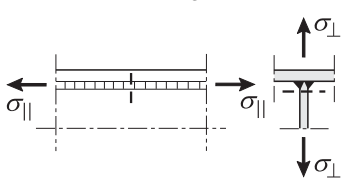
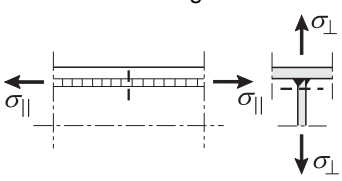
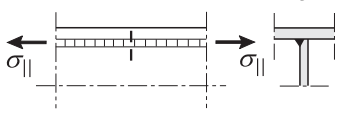
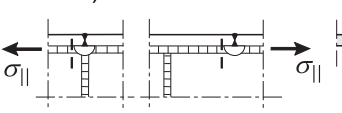
Tabell B3:1 Förbandsklass C för grundmaterial och svetsförband

I figurerna markerar ---- de anvisningspåverkade områden där angivna C-värden gäller. Spänningspilar markerar spänningsriktning, ej typ av spänning (normal-skjuvspänning, dragning-tryck).

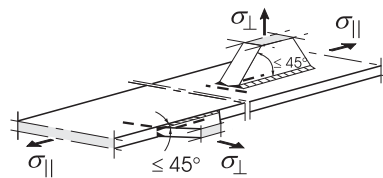
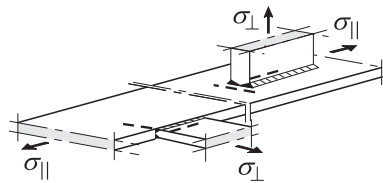
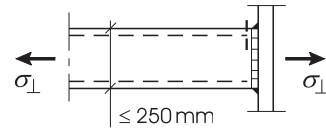
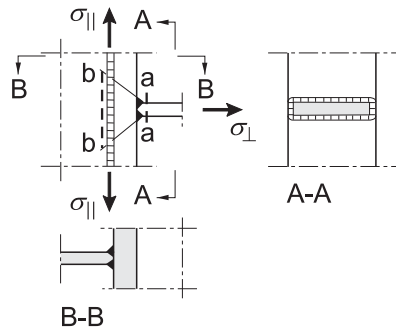
Nr	Förband	C	Anmärkingar
01	Grundmaterial, slipad yta	(200)	
02	Grundmaterial, valsad yta	100	Exponerad yta av rosttrögt stål.
		112	Utförandeklass GB.
		125	Utförandeklass GA.
03	Grundmaterial, sandblästrad yta		Se nr 02 och 04-07.
04	Grundmaterial, varmförzinkad yta	100	
05	Grundmaterial, sågad yta	112	Utförandeklass GB
		125	Utförandeklass GA. Brutna kanter.
06	Grundmaterial, klippt yta		Se nr 05
07	Termiskt skuren yta	90	Skärklass Sk2.
		112	Skärklass Sk3.
08	Cirkulära öppna hål	$1,5d \leq c < 3d$	Spänningsvidd får beräknas på bruttoarea. Vid brotschat hål med brutna kanter får C-värdena ökas ett steg. Vid stansat hål minskas C-värdena två steg. För C-värden avseende skruvförband, se tabell B3:2.
		$c \geq 3d$	
			
09	Svetsbult	63	Mekaniserad brännsvetsning med kvalitetskrav enligt BRO 2004.
			

Nr	Förband	Svets- klass	C_{\parallel}	C_{\perp}	Anmärkingar
10	Stumsvets i X-fog	WC	80	63	
		WB	100	90	
		WA	112	112	
11	Stumsvets i V-fog	WC	80	63	Med eftersvetsad rot, alternativt svetsad mot rotstöd eller rotstrimla som avlägsnas.
		WB	100	90	
		WA	112	112	
12	Stumsvets i V-fog	WC	71	50	Utan eftersvetsning av rot, dock förutsätts kraven för avsedd svetsklass gälla även rotsidan.
		WB	90	71	
13	Stumsvets i V-fog med kvar-sittande rotstrimla	WC	71	50	Rotstrimlan får svetsas till plåtarna under förutsättning att fattningskanterna uppfyller krav enligt för övrig svets avsedd svetsklass.
		WB	90	56	
14	Stumsvets i ej genomsvetsat förband	WC	71	–	
		WB	90	–	
15	Stumsvets vid ändring av plåttjocklek	WC	71	56	Eftersvetsad rot ¹ .
		WB	90	71	
		WA	100	90	

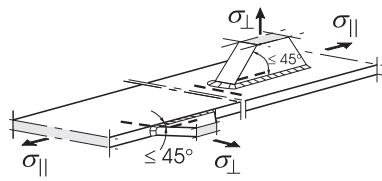
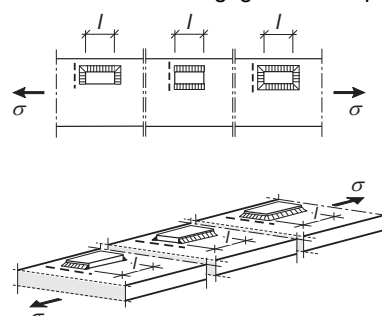
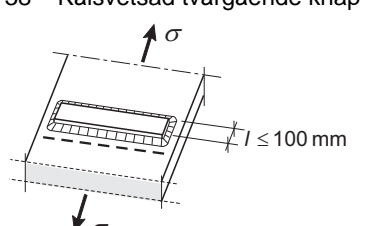
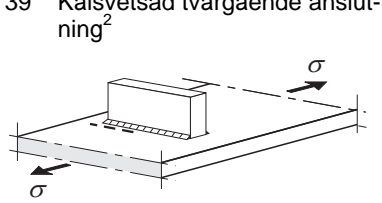
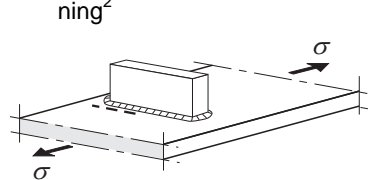
Nr	Förband	Svets-klass	$C_{ }$	C_{\perp}	Anmärkingar
16	Stumsvets vid ändring av plåt-tjocklek	WC	80	63	Eftersvetsad rot ¹ .
		WB	100	80	
		WA	112	100	
17	Stumsvets vid ändring av plåtbredd	WC	–	63	Eftersvetsad rot ¹ .
		WB	–	80	
		WA	–	100	
18	Stumsvets vid balkskarv	WC	–	63	Stumsvets med eftersvetsad rot ¹ . Valsad eller svetsad balk. C-värde för WA gäller dock endast svetsad balk. Vid svetsad balk beaktas även andra snitt, jfr t.ex. nr 30.
		WB	–	80	
		WA	–	100	
19	Stumsvets vid balkskarv (valsad balk)	WC	–	63	Eftersvetsad rot ¹ . Borrat eller slipat hål. Vid WA bearbetas även hålkant (jfr nr 08). (Se nr 25 och 33 för svetsad balk.)
		WB	–	80	
		WA	–	90	

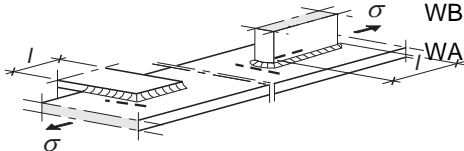
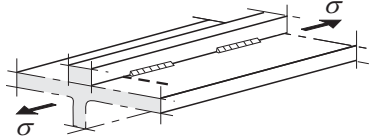
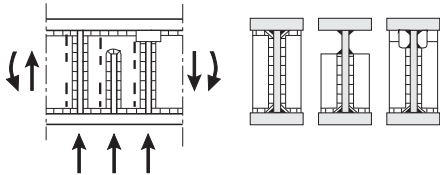
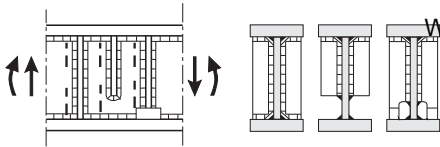
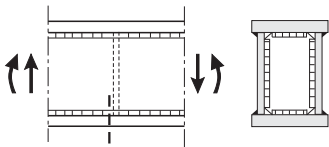
Nr	Förband	Svets- klass	$C_{ }$	C_{\perp}	Anmärkingar
20	Stumsvets vid tvärgående anslutning	WB WA	45 50	45 50	Eftersvetsad rot ¹ .
					
21	Stumsvets vid tvärgående anslutning	WC WB WA	50 56 71	45 50 56	Eftersvetsad rot ¹ .
					
22	T-svets i K-fog	WC WB WA	80 100 112	56 71 90	
					
23	T-svets i V-fog	WC WB WA	71 90 100	50 63 80	Eftersvetsad rot ¹ . Symmetrisk tvärsnitt, I-balk eller lädbalk.
					
24	Svets med delvis inträngning	WC WB	63 71	– –	Inträngning minst lika med halva plåttjockleken (undre plåten i figuren).
					
25	T-svets vid balkskarv (svetsad balk)	WC WB WA	63 71 80	– – –	Borrat eller slipat hål. Angivna C-värden gäller T-svetsens ändrar.
					

Nr	Förband	Svets- klass	C_{\parallel}	C_{\perp}	Anmärkingar
26	T-svets vid t.ex. balk- pelarin- fästning	<i>Snitt a-a</i>			Kraften i snitt b-b får antas fördelad längs 45-linjer enligt figuren (gäller även valsad pelare av I-tvårsnitt, var- vid C-värdena för snitt b-b får sättas lika med 90).
		WC	–	56	
		WB	–	71	
		WA	–	90	
		<i>Snitt b-b</i>			
		WC	80	56	
WB	100	71			
WA	112	90			
27	Enkelsidig T-svets runt om i V- fog vid infästning av cirkulärt el- ler rektangulärt rör till styv plåt	WC	–	45	
		WB	–	50	
		WA	–	56	
28	T-svets vid tvärgående anslut- ning	WC	–	–	
		WB	45	45	
		WA	50	50	
29	T-svets vid tvärgående anslut- ning	WC	50	45	
		WB	56	50	
		WA	71	56	

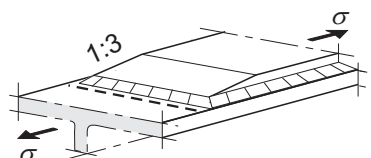
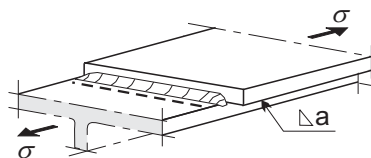
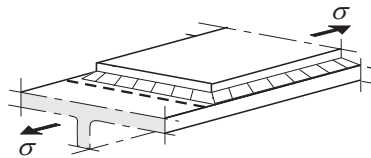
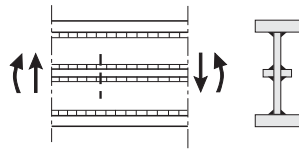
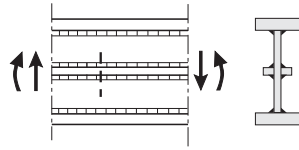


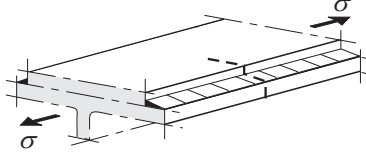
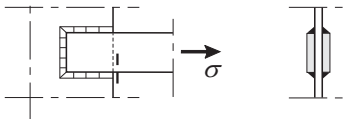
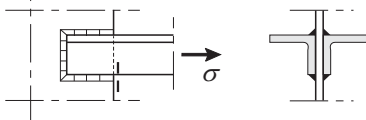
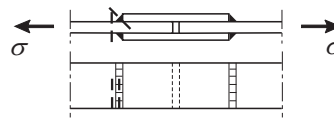
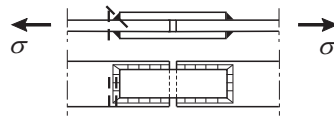
Nr	Förband	Svets- klass	C	C _⊥	Anmär- ningar
30	Kälsvets	WC	71	50	Manuell svets- ning
		WB	80	56	
		WA	100	63	
31	Kälsvets	WC	80	50	Mekaniserad svetsning
		WB	90	56	
		WA	100	63	
32	Enkelsidig kälsvets	WC	63	–	
		WB	71	–	
		WA	80	–	
33	Kälsvets vid balkskarv	WC	56	–	Borrat eller slipat hål. An- givna C- värden gäller kälsvetsens ändar. Även andra snitt beaktas, jfr t.ex. nr 12.
		WB	63	–	
		WA	80	–	
34	Intermittent kälsvets mellan fläns och liv i I-balk	WC	50	–	
		WB	56	–	
35	Kälsvets vid tvärgående anslut- ning	WC	–	–	Angivna C- värden gäller även snitt ge- nom svets- gods.
		WB	45	45	
		WA	50	50	

Nr	Förband	Svets-klass	C	C _⊥	Anmärkingar
36	Kälsvets vid tvärgående anslutning 	WC WB WA	50 56 71	45 50 56	Angivna C-värden gäller även snitt genom svetsgods.
37	Kälsvetsad längsgående knap ² 	WC WB WA	45 50 63		Vid $l \leq 100$ mm får C-värdena ökas ett steg.
38	Kälsvetsad tvärgående knap ² 	WC WB WA	45 50 63		Om knapens bredd är mindre än halva plåtbredden får C-värdena ökas ett steg. Om $l > 100$ mm tillämpas nr 48.
39	Kälsvetsad tvärgående anslutning ² 	WC WB WA	45 56 80		Svets ej lagd runtom. Angivna C-värden får även tillämpas för T-svets.
40	Kälsvetsad tvärgående anslutning ² 	WC WB WA	45 63 90		Svets lagd runtom. Angivna C-värden får även tillämpas för T-svets.

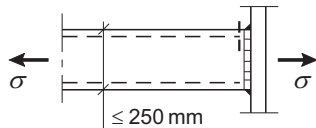
Nr	Förband	Svets- klass	C	Anmärkningar
41	Kälsvetsad längsgående anslutning ²	WC	45	Vid $l \leq 100$ mm får C-värdena ökas ett steg. Svetsen beräkningsmässigt ej kraftöverförande.
		WB	50	
		WA	63	
				
42	Intermittent kälsvets mellan räil och traverskranbana	WC	45	God anliggning mellan räil och överfläns.
		WB	56	
				
43	Kontinuerlig balk med avstyvningar över innerstöd (figuren visar tre alternativ)	WC	50	Spänningsvidd beräknas vid avstyvningens kant. Svets lagd runt kanter.
		WB	63	
		WA	80	
				
44	Balk med livavstyvningar i fält och över ytterstöd (jfr nr 43)	WC	56	Spänningsvidd beräknas vid avstyvningens kant. Svets lagd runt kanter. Angivna C-värden gäller även enkelsidig avstyvning.
		WB	71	
		WA	90	
				
45	Lådbalk med avstyvningar	WC	56	Svets lagd runt kanter. Angivna C-värden gäller även enkelsidig avstyvning.
		WB	63	
		WA	71	
				

Nr	Förband	Svets- klass	C	Anmärkningar
46	Balk med längsgående livavstyvningar	WC	63	Manuell svetsning
		WB	71	
		WA	90	
47	Balk med längsgående livavstyvningar	WC	71	Mekaniserad svetsning
		WB	80	
		WA	90	
48	Balk med påläggsplåt	WC	–	Med eller utan tvärkålsvets i WB. Vid WA bearbetas tvärkålsvets och minst 100 mm av längskålsvetsar närmast hörn.
		WB	45	
		WC	50	
49	Balk med påläggsplåt	WC	–	Med tvärkålsvets. Vid WA bearbetas tvärkålsvets och minst 100 mm av längskålsvetsar närmast hörn.
		WB	45	
		WA	50	
50	Balk med påläggsplåt	WA	63	Tvärkålsvets bearbetas till lutning 1:3 eller mindre. Minst 100 mm av längskålsvetsar närmast hörn bearbetas till WA.



Nr	Förband	Svets- klass	C	Anmärkningar
51	Balk med påläggsplåt	WC	80	Avser snitt minst en flänsbredd från påläggsplåtens ände.
		WB	90	
		WA	100	
				
52	Kälsvetsad stånginfästning	WC	45	
		WB	50	
		WA	56	
				
53	Kälsvetsad stånginfästning	WC	–	
		WB	45	
		WA	50	
				
54	Kälsvetsad symmetrisk överlappsskarv	WC	50	
		WB	56	
		WC	63	
				
55	Kälsvetsad symmetrisk överlappsskarv	WC	45	
		WB	50	
		WA	56	
				

Nr	Förband	Svetsklass	C	Anmärkingar
56	Enkelsidig källsvets runt om vid infästning av cirkulärt eller rektangulärt rör till styv plåt	WC	–	
		WB	45	
		WA	50	



¹ För utförande utan eftersvetsad rot minskas C-värdet ett steg för C_{\parallel} och två steg för C_{\perp} i serien av C-värden (45, 50, 56, 63, 71, 80, 90, 100, 112 och 125, jämför figur 6:523).

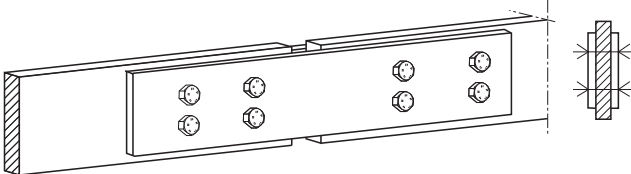
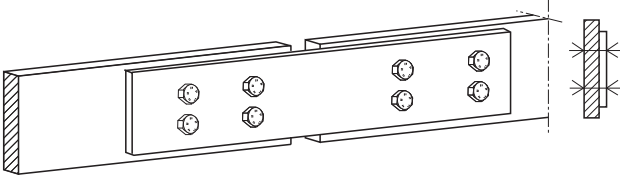
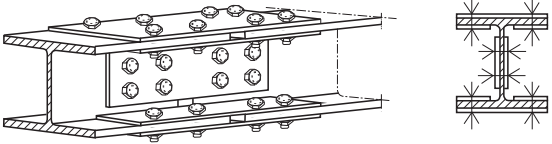
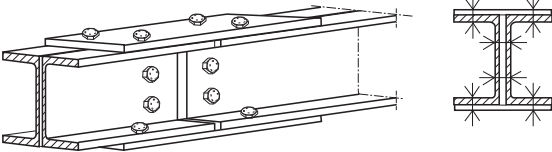
² Förbandet kan överföra skjuvkraft.

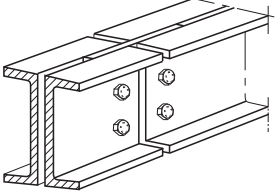
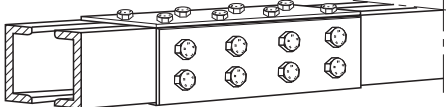
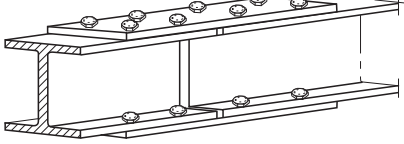
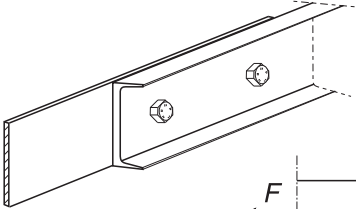
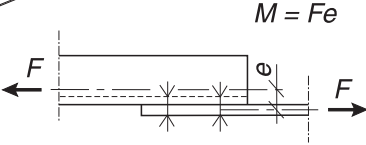
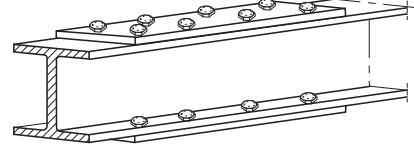
Tabell B3:2 Förbandsklass C för förband med fästelement

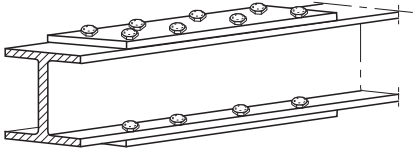
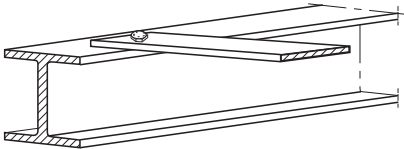
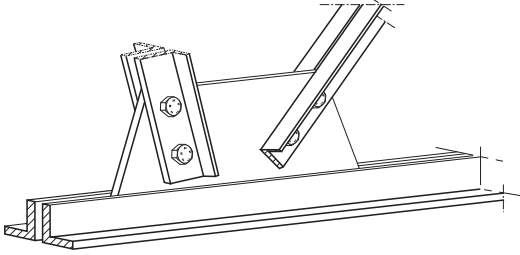
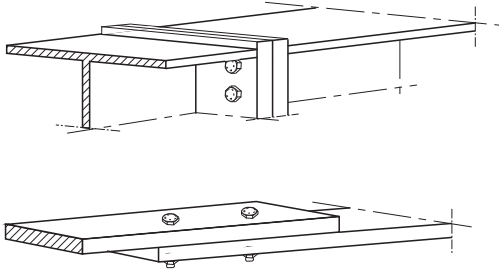
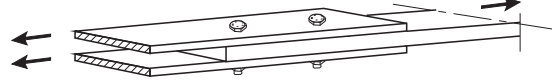
Förbandsfaktorerna nr 01 t.o.m. 12 avser grundmaterial med borrarade eller brotschade hål. För stansade hål sänks C-värdena ett steg. Gängade hål behandlas inte.

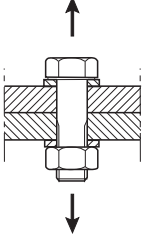
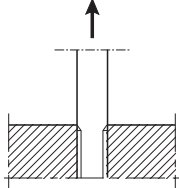
Om ej annat anges avser C-värdena skruvförbandsklass S2, S2F, S3 och S3 (grov).

Pilar markerar spänningsriktning, ej typ av spänning (böjspänning-normalspänning osv.).

Nr	Förband	C	Anmärkingar
01	Skarv eller infästning av plattstång med tvåskärgt förband	100	
			
02	Skarv eller infästning av plattstång med enskärgt förband	50	
			
03	Skarv eller infästning av varje del av profilstång med tvåskärgt förband	90	
			
04	Skarv eller infästning med delvis tvåskärgt förband	71	Centrisk kraft i stången.
			

Nr	Förband	C	Anmärkingar
05	Skarv eller infästning av del av profilstång med tvåskärgt förband	71	Centrisk kraft i stång-en.
			
06	Skarv eller infästning med enskärgt förband	71	Centrisk kraft i stång-en.
			
07	Skarv eller infästning med enskärgt förband	63	Centrisk kraft i stång-en.
			
08	Osymmetrisk skarv eller infästning med enskärgt förband	50	Avser $e \leq 2t$
			
 <p data-bbox="879 1240 967 1270">$M = Fe$</p>		45	Avser $e > 2t$
<p data-bbox="1123 1128 1267 1209">$e =$ excentricitet enligt figur.</p>			
09	Påläggsplåt med enskärgt förband	63	Avser snitt inom en flänsbredd från påläggsplåtarnas ände.
			

Nr	Förband	C	Anmärkningar
10	Påläggsplåt med enskärigt förband 	80	Avser snitt minst en flänsbredd från påläggsplåtarnas ände.
11	Flänsstaging med enskärigt förband 	80	Avser inverkan av hålet i balken vid normalt åtdragen skruv. För dimensionering av staget gäller nr 02.
12	Stånginfästning till knutplåt med tvåskärigt förband 	71	
13	Skjuvpåverkat fästelement i enskärigt förband 	90	Angivet C-värde avser S2 och S2F.
14	Skjuvpåverkat fästelement i flerskärigt förband 	112	Angivet C-värde avser S2 och S2F.

Nr	Förband	C	Anmärkingar
15	Dragpåverkat fästelement 	45	Angivet C-värde avser högt förspänd skruv i hållfasthetsklass 8.8 eller högre. För övriga skruvar gäller nr 16.
16	Gängat konstruktionselement 	<45	Dimensioneringsvärdet är vid rullad gänga 90 % och vid skuren gänga 70 % av värdet för förbandsklass 45.

BILAGA 4

Rostskyddssystem

Exempel på rostskyddssystem bl.a. från SS-EN ISO 12944-5:2007 avsedda för olika korrosivitetsklasser C2-C5 och Im1-Im3 framgår av tabell B4:1a-f. Se vidare avsnitt 8:725.

I tabell B4:1a-f anges färgtyper med en kod, som förklaras i tabell B4:2.

Tabell B4:1a Exempel på rostskyddssystem i korrosivitetsklass C2

Korrosivitetsklass C2							
Beteckning		A2.01	A2.02	A2.03	A2.05	A2.06	A2.07
Hållbarhet		Låg	Medel	Hög	Hög	Medel	Hög
Förbehandling enligt ISO 8501-1		Sa 2½	Sa 2½	Sa 2½	Sa 2½	Sa 2½	Sa 2½
Grundbeläggning	Färgtyp enligt tabell B4:2	AK	AK	AK	AY	EP	EP
	Skiktjocklek (μm)	40	80	80	80	80	80
	Antal skikt	1	1-2	1-2	1-2	1-2	1-2
Täckfärg /mellanfärg	Färgtyp enligt tabell B4:2	AK	AK	AK	AY	EP, PUR	EP, PUR
	Skiktjocklek (μm)	40	40	80	80	40	80
	Antal skikt	1	1	1-2	1-2	1	1-2
Systemets totala skiktjocklek (μm)		80	120	160	160	120	160
Totalt antal skikt		2	2-3	2-4	2-4	2-3	2-4

Tabell B4:1a Exempel på rostskyddssystem i korrosivetsklass C2 (forts.)

Korrosivetsklass C2							
Beteckning		A2.08	N2.01	N2.02	N2.03 ²	A7.05 ²	A7.09 ²
Hållbarhet		Hög	Medel	Hög	Hög	Hög ³	Hög ³
Förbehandling enligt ISO 8501-1		Sa 2½	Sa 2½	Sa 2½	Se 8:724	Se 8:724	Se 8:724
Grundbeläggning	Färgtyp enligt tabell B4:2	EP (Zn), PUR (Zn)	OX	EN (Zn), EP (Zn)	Fe/Zn 85 ¹	Fe/Zn 85 ¹	Fe/Zn 85 ¹
	Skiktjocklek (µm)	60	60	40	–	–	–
	Antal skikt	1	1	1	–	–	–
Täckfärg /mellanfärg	Färgtyp enligt tabell B4:2	–	OX	OX	–	AY	EP, PUR
	Skiktjocklek (µm)	–	60	80	–	80	80
	Antal skikt	–	1	1	–	1	1
Systemets totala skiktjocklek (µm)		60	120	120	–	80 ⁴	80 ⁴
Totalt antal skikt		1	2	2	1	1	1

¹ Varmförzinkning enligt SS-EN ISO 1461:1999 tabell 2.

² För fästelement i skruvförband gäller varmförzinkning enligt SS-EN ISO 10684:2004.

³ Hållbarheten gäller endast målningen.

⁴ Exklusive zinkbelägningens skiktjocklek.

Tabell B4:1b Exempel på rostskyddssystem i korrosivitetsklass C3

Korrosivitetsklass C3										
Beteckning	A3.02	A3.03	A3.05	A3.06	A3.08	A3.09	A3.11	A3.12	A3.13	
Hållbarhet	Medel	Hög	Medel	Hög	Medel	Hög	Hög	Medel	Hög	
Förbehandling enligt ISO 8501-1	Sa 2½	Sa 2½	Sa 2½	Sa 2½	Sa 2½	Sa 2½	Sa 2½	Sa 2½	Sa 2½	
Grundbeläggning	Färgtyp enligt tabell B4:2	AK	AK	AY	AY	EP	EP	EP (Zn), PUR (Zn)	EP (Zn), PUR (Zn)	EP (Zn), PUR (Z)
	Skikt-tjocklek (μm)	80	80	80	80	80	80	60	60	60
	Antal skikt	1–2	1–2	1–2	1–2	1	1	1	1	1
Täckfärg/mellanfärg	Färgtyp enligt tabell B4:2	AK	AK	AY	AY	EP, PUR	EP, PUR	EP, PUR	AY	AY
	Skikt-tjocklek (μm)	80	120	80	120	80	120	120	120	160
	Antal skikt	1–2	2–3	1–2	2–3	1–3	2–4	1	1–2	2
Systemets totala skikt-tjocklek (μm)	160	200	160	200	160	200	180	180	220	
Totalt antal skikt	2–4	3–5	2–4	3–5	2–4	3–5	2	2–3	3	

Tabell B4:1b Exempel på rostskyddssystem i korrosivitetsklass C3 (forts.)

Korrosivitetsklass C3										
Beteckning	N3.01	N3.02	N3.03	N3.04	N3.05	A7.06 ²	A7.07 ²	A7.09 ²	A7.10 ²	
Hållbarhet	Medel	Hög	Hög	Hög	Hög ³	Medel ³	Hög ³	Medel ³	Hög ³	
Förbehandling enligt ISO 8501-1	Sa 2½	Sa 2½	Se 8:724	Sa 2½	Fosfatering ⁵	Se 8:724 Fe/Zn 85 ¹	Se 8:724 Fe/Zn 85 ¹	Se 8:724 Fe/Zn 85 ¹	Se 8:724 Fe/Zn 85 ¹	
Grundbeläggning	Färgtyp enligt tabell B4:2	AY	EN (Zn), EP (Zn)	Fe/Zn 85 ¹	Termisk sprutning enligt SS-EN ISO 2063:2005. För val av skiktjocklek se även SS-EN ISO	–	AY	AY	–	EP, PUR
	Skiktjocklek (μm)	40	40	–		–	40	80	–	60
	Antal skikt	1	1	–		–	1	1	–	1
Täckfärg/mellanfärg	Färgtyp enligt tabell B4:2	OX	OX	–		PE	AY	AY	EP, PUR	EP, PUR
	Skiktjocklek (μm)	120	120	–		60	80	80	80	80
	Antal skikt	1–2	1–2	–		1	1	1	1	1
Systemets totala skiktjocklek (μm)	160	160	–	60		120 ⁴	160 ⁴	80 ⁴	140 ⁴	
Totalt antal skikt	2–3	2–3	1	1		1	2	2	1	2

¹ Varmförzinkning enligt SS-EN ISO 1461:1999 tabell 2.

² För fästelement i skruvförband gäller varmförzinkning enligt SS-EN ISO 10684:2004.

³ Hållbarheten gäller endast målningen.

⁴ Exklusive zinkbeläggningens skiktjocklek.

⁵ Zinkfosfatering. Olika typer av järnfosfatbaserade förbehandlingar är inte tillräckligt korrosionsskyddande.

Tabell B4:1c Exempel på rostskyddssystem i korrosivitetsklass C4

Korrosivitetsklass C4										
Beteckning	A4.05	A4.07	A4.08	A4.09	A4.11	A4.12	A4.14	A4.15	N4.01	
Hållbarhet	Medel	Hög	Medel	Hög	Medel	Hög	Medel	Hög	Medel	
Förbehandling enligt ISO 8501-1	Sa 2½	Sa 2½	Sa 2½	Sa 2½	Sa 2½	Sa 2½	Sa 2½	Sa 2½	Sa 2½	
Grundbeläggning	Färgtyp enligt tabell B4:2	AY	EP	EP	EP	EP (Zn), PUR (Zn)	EP (Zn), PUR (Zn)	EP (Zn), PUR (Zn)	AY	
	Skiktjocklek (μm)	80	160	80	80	60	60	60	40	
	Antal skikt	1–2	1–2	1	1	1	1	1	1	
Täckfärg/mellanfärg	Färgtyp enligt tabell B4:2	AY	AY	EP, PUR	EP, PUR	AY	AY	EP, PUR	OX	
	Skiktjocklek (μm)	160	120	160	200	160	200	160	200	
	Antal skikt	2–3	1	1–2	1–2	1–3	2–3	1–2	2–3	
Systemets totala skiktjocklek (μm)	240	280	240	280	220	260	220	260	240	
Totalt antal skikt	3–5	2–3	2–3	2–3	2–4	3–4	2–3	3–4	3–4	

Tabell B4:1c Exempel på rostskyddssystem i korrosivitetsklass C4 (forts.)

Korrosivitetsklass C4										
Beteckning	N4.02	N4.03	N4.04	N4.05	N4.06	A7.07	A7.08	A7.10	A7.11	
Hållbarhet	Medel	Hög	Hög	Hög	Hög	Medel ³	Hög ³	Medel ³	Hög ³	
Förbehandling enligt ISO 8501-1	Sa 2½	Sa 2½	Sa 2½	Se 8:724	Fosfatering ⁶	Se 8:724 Fe/Zn8 ^{5,2,4}	Se 8:724 Fe/Zn85 ^{2,4}	Se 8:724 Fe/Zn85 ^{2,4}	Se 8:724 Fe/Zn85 ^{2,4}	
Grundbeläggning	Färgtyp enligt tabell B4:2	EN (Zn), EP (Zn)	EN (Zn), EP (Zn)	Termisk sprutning enligt SS-EN ISO 2063:2005. För val av skiktjocklek se även SS-EN ISO 14713:1999.	Fe/Zn 115 ^{1,2}	–	AY	AY	EP, PUR	
	Skiktjocklek (μm)	40	40		–	–	80	80	40	80
	Antal skikt	1	1		–	–	1	1	1	1
Täckfärg /mellanfärg	Färgtyp enligt tabell B4:2	OX	OX	–	PE	AY	AY	EP, PUR	EP, PUR	
	Skiktjocklek (μm)	160	200	–	80	80	160	80	80	
	Antal skikt	2–3	2–3	–	1	1	2	1	1	
Systemets totala skiktjocklek (μm)	200	240	–	–	80	160 ⁵	240 ⁵	120 ⁵	160 ⁵	
Totalt antal skikt	3–4	3–4	1	1	1	2	3	2	2	

¹ Varmförzinkning enligt SS-EN ISO 1461:1999 tabell NA.1.

² För fästelement i skruvförband gäller varmförzinkning enligt SS-EN ISO 10684:2004.

³ Hållbarheten gäller endast målningen.

⁴ Varmförzinkning enligt SS-EN ISO 1461:1999 tabell 2.

⁵ Exklusive zinkbelägningens skiktjocklek.

⁶ Zinkfosfatering. Olika typer av järnfosfatbaserade förbehandlingskorrosionsskyddande.

Tabell B4:1d Exempel på rostskyddssystem i korrosivitetsklass C5-I

Korrosivitetsklass C5-I									
Beteckning		A5I.02	A5I.04	A5I.05	N6.01	N6.02	N6.03	N6.04	A7.12
Hållbarhet		Hög	Medel	Hög	Medel	Hög	Hög	Hög	Medel ³
Förbehandling enligt ISO 8501-1		Sa 2½	Sa 2½	Sa 2½	Sa 2½	Sa 2½	Sa 2½	Se 8:724	Se 8:724 Fe/Zn 85 ¹
Grundbeläggning	Färgtyp enligt tabell B4:2	EP, PUR	EP (Zn), PUR (Zn)	EP (Zn), PUR (Zn)	EN (Zn), EP (Zn)	EN (Zn), EP (Zn)	Termisk sprutning enligt SS-EN ISO 2063:2006. För val av skiktjocklek se även SS-EN ISO 14713:1999.	Fe/Zn 165 ⁴	EP, PUR
	Skiktjocklek (µm)	80	60	60	40	40		–	80
	Antal skikt	1	1	1	1	1		–	1
Täckfärg /mellanfärg	Färgtyp enligt tabell B4:2	EP, PUR	EP, PUR	EP, PUR	OX	OX		–	EP, PUR
	Skiktjocklek (µm)	240	180	260	160	240		–	160
	Antal skikt	2-3	2-3	2-4	2	3		–	2
Systemets totala skiktjocklek (µm)		320	240	320	200	280	–	240 ⁵	
Totalt antal skikt		3–4	3–4	3–5	3	4	1	1	3

¹ Varmförzinkning enligt EN-ISO 1461:1999 tabell 2.

² För fästelement i skruvförband gäller varmförzinkning enligt SS-EN ISO 10684:2004.

³ Hållbarheten gäller endast målningen.

⁴ Varmförzinkning enligt EN-ISO 1461:1999 tabell NA.1.

⁵ Exklusive zinkbelägningens skiktjocklek.

Tabell B4:1e Exempel på rostskyddssystem i korrosivitetsklass C5-M

Korrosivitetsklass C5-M								
Beteckning	A5M.04	A5M.05	A5M.06	N7.01	N7.02	N7.03	A7.11	A9.12
Hållbarhet	Hög	Medel	Hög	Medel	Hög	Hög	Medel ³	Hög ³
Förbehandling enligt ISO 8501-1	Sa 2½	Sa 2½	Sa 2½	Sa 2½	Sa 2½	Sa 2½	Se 8:724 Fe/Zn 85 ^{1,2}	Se 8:724 Fe/Zn 85 ^{1,2}
Grundbeläggning	Färgtyp enligt tabell B4:2	EP, PUR	EP (Zn), PUR (Zn)	EP (Zn), PUR (Zn)	EN (Zn), EP (Zn)	EN (Zn), EP (Zn)	Termisk sprutning enligt SS-EN ISO 2063:2005. För val av skiktjocklek se även SS-EN ISO 14713:1999.	EP, PUR
	Skiktjocklek (µm)	250 ⁵	60	60	40	40		80
	Antal skikt	1	1	1	1	1		1
Täckfärg /mellanfärg	Färgtyp enligt tabell B4:2	EP, PUR	EP, PUR	EP, PUR	OX	OX	EP, PUR	
	Skiktjocklek (µm)	250 ⁵	180	260 ⁵	200	280	80	
	Antal skikt	1	3	3–4	2–3	3	1	
Systemets totala skiktjocklek (µm)	500	240	320	240	320		160 ⁶	
Totalt antal skikt	2	4	4–5	3	2	1	2	
								3

¹ Varmförzinkning enligt SS-EN ISO 1461:1999 tabell 2.

² För fästelement i skruvförband gäller varmförzinkning enligt SS-EN ISO 10684:2004.

³ Hållbarheten gäller endast målningen.

⁵ Skiktjockleken uppnås enklast med en lösningsmedelsfri typ av färg.

⁶ Exklusive zinkbelägningens skiktjocklek.

Tabell B4:1f Exempel på rostskyddssystem i korrosivitetsklasserna Im1-Im3

Korrosivitetsklass Im1-Im3					
Beteckning		A6.01 ¹	A6.03	A6.04	A6.06
Hållbarhet		Medel	Medel	Hög	Hög
Förbehandling enligt ISO 8501-1		Sa 2½	Sa 2½	Sa 2½	Sa 2½
Grundbeläggning	Färgtyp enligt tabell B4:2	EP (Zn), PUR (Zn)	EP	EP	EP ²
	Skiktjocklek (μm)	40	80	80	800
	Antal skikt	1	1	1	1
Täckfärg /mellanfär	Färgtyp enligt tabell B4:2	EP, PUR	EP, PUR	EP ²	–
	Skiktjocklek (μm)	310	300	420	–
	Antal skikt	2–4	1–3	2	–
Systemets totala skiktjocklek (μm)		350	380	500	800
Totalt antal skikt		3–5	2–4	3	1

¹ Bör inte användas i ständig kontakt med vatten.

² Skiktjockleken uppnås enklast med en lösningsmedelsfri typ av färg.

Tabell B4:2 Färgtyper i rostskyddssystem angivna i tabell B4:1a-f (jämför SS-EN ISO 12944)

Färg	Beteckning	Färgtyp
Grundfärg	AK	Alkyd med passiverande pigment
	AY	Akryl med passiverande pigment
	EN (Zn)	Enkomponents epoxi, zinkrik ¹
	EP	Tvåkomponents epoxi
	EP (Zn)	Tvåkomponents epoxi, zinkrik ¹
	OX	Tvåkomponents oxiranester med passiverande pigment ²
	PUR	Tvåkomponents polyuretan med passiverande pigment ²
	PUR (Zn)	Tvåkomponents polyuretan, zinkrik ¹
Täckfärg eller mellanfärg	AK ³	Alkyd
	AY	Akryl
	EP ³	Tvåkomponents epoxi, även hartsmodifierad
	PUR	Tvåkomponents polyuretan
	OX ³	Tvåkomponents oxiranester
	PE	Ugnshärdande polyesterpulverbeläggning

¹ Med termen zinkrik avses en färg med ett zinkinnehåll av minst 80%, beräknat på den torra färgen och uttryckt i viktsprocent. Se även avsnitt 8:721.

² På varmförzinkat underlag behöver inte färgen ha passiverande pigment.

³ Kritar vid exponering utomhus. Vid krav på bättre kritningshärdighet bör i första hand alifatisk PUR väljas.

BILAGA 5

Täthetsprovning

Utdrag ur StBK–K3, avsnitt 7:345 K

Allmänt

Olika metoder för täthetsprovning finns. Metoderna har olika känslighet och val av metod måste göras bl.a. med hänsyn till aktuellt medium och de speciella täthetskrav som ställs. En svets kan vara tät för vissa media och otät för andra.

Vid all täthetsprovning är det viktigt att aktuell svets är väl rengjord före provning. Svets får ej vara målad.

- - -

Luftprovtryckning

Luftprovtryckning har ungefär samma känslighet som vattenprovtryckning om objektet fylls med luft till ett visst övertryck och helt nedsänks i vatten varvid luftblåsor indikerar läckage. Något större känslighet fås vid såpvattenprovning. Provobjektet fylls även här med luft till ett visst övertryck och svetsarna penslas med såpvatten eller annan lämplig lösning. Läckage ger sig till känna genom blåsbildning på objektets yta. Blåsorna utbildas omedelbart och försvinner efter ca 10 sekunder om ej ny vätska tillförs.

Vid luftprovtryckning arbetar man normalt med övertryck av storleksordning 0,005 – 0,01 bar eller 50 – 100 mm vp.

Provning med vakuumlåda

Vakuumprovning utförs med en plexiglaslåda som med gummilister tätar mot provobjektet. Vakuum åstadkoms i lådan med hjälp av en pump. Vid kontrollen bestrykes svetsen med såpvatten eller annan lämplig lösning, varefter vakuumlådan successivt flyttas längs svetsen. Det undertryck som kan erhållas under ideala förhållanden är ca 0,5 bar men i praktiken torde man ej arbeta med mer än 0,1 – 0,2 bar under atmosfärtryck. Lådan bör hållas kvar mot plåten minst ca en

minut efter det att trycket gått ned. Läckan ger sig till känna genom blåsbildning. Metoden är känsligare än de tidigare nämnda och i regel att rekommendera vid provning av svetsars täthet.

Övriga metoder

I de fall särskilt höga krav ställs på täthet kan spårgas användas.

BILAGA 6

Standarder

Tabell B5:1 Förteckning över standarder i BSK 07

Beteckning	Titel	Utgåva
SS-ISO 273:1985	Fästelement – Frigående hål för skruvar – Metriska ISO-gångor	1
SS-EN 287-1:2004 + A2:2006	Svetsarprovning – Smältsvetsning – Del 1: Stål	3
SS-EN ISO 377:1998	Olegerat stål, ej avsett för värmebehandling – Provtagning för dragprovning	1
SS-EN 440:1995	Tillsatsmaterial för svetsning – Trådelektroder och svetsgods för gasmetallbågs svetsning av olegerade stål och finkornstål – Indelning	1
SS-EN 462-3:1997	Oförstörande provning – Bildkvalitet hos radiogram – Del 3: Bildkvalitetsklasser för järn och stål	1
SS-EN 473:2000 + A1:2005	Oförstörande provning – Kvalificering och examinering av OFP-personal – Allmänna principer	2
SS-EN 571-1:1997	Oförstörande provning – Penetrantprovning – Del 1: Allmänna principer	1
SS-EN 756:2004	Tillsatsmaterial för svetsning – Trådelektroder och trådpulverkombinationer för pulverbågs svetsning av olegerat stål och finkornstål – Indelning	2
SS-EN 757:1997	Tillsatsmaterial för svetsning – Belagda elektroder för manuell bågs svetsning av höghållfasta stål – Indelning	1
SS-EN 758:1997	Tillsatsmaterial för svetsning – Rörelektroder för gasmetallbågs svetsning och metallbågs svetsning av olegerade stål och finkornstål – Indelning	1
SS-EN ISO 898-1:1999	Fästelement – Hållfasthetsfordringar – Del 1: Skruvar och pinnskruvar med metrisk ISO-gänga	1
SS-ISO 898-2:1994	Fästelement – Hållfasthetsfordringar – Del 2: Muttrar med metrisk ISO-gänga och specificerade värden på provbelastningar – Grov delning	3
SS-ISO 965-1:2003	Metriska ISO-gångor – Gångtoleranser – Introduktion och grundläggande data	2
SS-ISO 965-2:2003	Metriska ISO-gångor – Gångtoleranser – Gränsmått för toleranskvalitet medel	2
SS-ISO 965-3:2003	Metriska ISO-gångor – Gångtoleranser – Gränsvmått	2
SS-EN 970:1997	Oförstörande provning av smältsvetsar – Visuell kontroll	1
SS-EN 1011-1:1998 + A1:2002 + A2:2004	Svetsning – Rekommendationer för svetsning av metalliska material – Del 1: Allmänna riktlinjer för bågs svetsning	1
SS-EN 1011-2:2001 + A1:2004	Svetsning – Rekommendationer för svetsning av metalliska material – Del 2: Bågs svetsning av ferritiska stål	1

MNC 1120	Oförstörande provning – Visuell kontroll av svetsar	1
SS-EN 1289:1998 + A1:2002 + A2:2004	Oförstörande provning av svetsar – Penetrantprovning av svetsar – Acceptansnivåer	1
SS-EN 1290:1998 + A1:2002 + A2:2004	Oförstörande provning av svetsar – Magnetpulverprovning av svetsar	1
SS-EN 1291:1998 + A1:2002 + A2:2004	Oförstörande provning av svetsar – Magnetpulverprovning av svetsar – Nivåer för godkännande	1
SS-EN 1435:1997 + A1:2002 + A2:2004	Oförstörande provning av svetsar – Radiografisk provning av svetsar	1
SS-EN ISO 1461:1999	Hot dip galvanized coatings on fabricated iron and steel articles – Specifications and test methods	1
SS-EN ISO 1463:2004	Oorganiska ytbeläggningar – Bestämning av skiktjocklek med mikroskop (ISO 1463:1982)	2
SS-EN 1712:1998 + A1:2002 + A2:2004	Oförstörande provning av svetsar – Ultraljudprovning av svetsar – Acceptansnivåer	1
SS-EN 1714:1998 + A1:2002 + A2:2004	Oförstörande provning av svetsar – Ultraljudprovning av svetsar	1
SS-EN 1993-1-4:2006	Stålkonstruktioner – Dimensionering: Eurocode 3 – Del 1 – 4: Konstruktioner av rostfritt stål	1
SS-EN ISO 2063:2005	Termisk sprutning - Metalliska och andra oorganiska beläggningar - Zink, aluminium och dess legeringar (ISO 2063:2005)	1
SS 2111:1990	ISO tolerans- och passningssystem – Håltoleranser H1 t.o.m. H18	2
SS-EN ISO 2178:1995	Oorganiska ytbeläggningar – Omagnetiska beläggningar på magnetiska underlag – Bestämning av skiktjocklek – Magnetisk metod (ISO 2178:1982)	1
SS-ISO 2394:2002	Tillförlitlighet hos bärverk - Allmänna principer	1
SS-EN ISO 2560:2005	Tillsatsmaterial för svetsning – Belagda elektroder för manuell metallbågs svetsning av olegerade stål och finkornstål – Indelning	1
SS-EN ISO 2812-2:2007	Färg och lack - Bestämning av hårdighet mot vätskor - Del 2: Nedsänkning i vatten (ISO 2812-2:2007)	2
SS-ISO 3898:1992	Byggkonstruktion – Storhetsbeteckningar	2
SS-EN ISO 4014:2000	Fästelement – Delgångade sexkantsskruvar – Produktklasserna A och B	1
SS-EN ISO 4017:2000	Fästelement – Helgångade sexkantsskruvar – Produktklasserna A och B (ISO 4017:1999)	1
SS-EN ISO 4032:2000	Fästelement – Sexkantsmuttrar, utförande 1 – Produktklasserna A och B	1
SS-EN ISO 4063:2000	Ritningsregler – Sifferbeteckningar för svets- och lödmetoder	1
SS-EN ISO 4624:2003	Färg och lack – Bestämning av vidhäftning – Dragprovning	1
SS-EN ISO 4628-2:2004	Färg och lack – Bedömning av nedbrytning av beläggningar - Beteckning för intensitet, mängd och storlek av fel – Del 2: Beteckning för blåsbildningsgrad (ISO 4628-2:2003)	1

SS-EN ISO 4628-3:2004	Färg och lack – Bedömning av nedbrytning av färgskikt – Beteckning för intensitet, mängd och storlek av vanliga typer av fel – Del 3: Beteckning för rostgrad	1
SS-EN ISO 4628-4:2004	Färg och lack - Bedömning av nedbrytning av beläggningar – Beteckning för intensitet, mängd och storlek av fel - Del 4: Beteckning för sprickbildningsgrad (ISO 4628-4:2003)	1
SS-EN ISO 4628-5:2004	Färg och lack – Bedömning av nedbrytning av beläggningar – Beteckning för intensitet, mängd och storlek av fel – Del 5: Beteckning för flagningsgrad (ISO 4628-5:2003)	1
SS-EN ISO 4628-8:2005	Färg och lack – Bedömning av nedbrytning av beläggningar – Beteckning för intensitet, mängd och storlek av fel – Del 8: Bedömning av delaminering och korrosion vid repa (ISO 4628-8:2005)	1
SS-EN ISO 5817:2007	Bågsvetsförband i stål – Orientering om kvalitetsnivåer för diskontinuiteter och formavvikelser	1
SS-EN 7089:2000	Fästelement – Plana rundbrickor – Produktklass A	1
SS-EN ISO 7438:2005	Metalliska material – Bockprovning	2
SS-EN ISO 8501-1:2007	Preparation of steel substrates before application of paints and related products – Visual assessment of surface cleanliness – Part 1: Rust grades and preparation grades of uncoated steel substrates and of steel substrates after overall removal of previous coatings	2
SS-EN ISO 8501-3:2007	Behandling av stålytor före beläggning med färg och liknande produkter – Visuell utvärdering av ytrenhet – Del 3: Förbehandlingsgrader för svetsar, kanter och andra områden med defekter (ISO 8501-3:2006)	1
SS-EN ISO 8502-4:1999	Behandling av stålytor med målningsfärg och liknande produkter – Provning för utvärdering av ytrenhet – Del 4:Handledning vid bedömning av sannolikheten för kondensation före målning (ISO 8502-4:1993)	1
SS-EN ISO 8503-2:1995	Behandling av stålytor före beläggning med målningsfärg och liknande produkter – Karakterisering av ytråhet hos blåstrade stålunderlag – Del 2: Metod för klassning av ytprofil hos blåstrat stål – Komparatormetod (ISO 8503-2:1988)	1
SS-EN ISO 8504-2:2001	Preparation of steel substrates before application of paints and related products – Surface preparation methods Part 2: Abrasive blast-cleaning	1
SS-ISO 9224:1994	Korrosion hos metaller och legeringar – Atmosfärers korrosivitet – Korrosivitetskategoriernas riktvärden	1
SS-EN ISO 9692-1:2004	Metallbågsvetsning med belagda elektroder, gasmetallbågsvetsning och gassvetsning – Svetsfogar	1
SS-EN ISO 9692-2:1998	Svetsning och besläktade metoder – Svetsfogar - Del 2: Pulverbågsvetsning av stål	1
SS-EN 10002-1:2001	Metalliska material – Dragprovning – Del 1: Provningsmetod (vid rumstemperatur)	2
SS-EN 10025-1:2004	Varmvalsade konstruktionsstål – Del 1 Allmänna tekniska leveransbestämmelser	1

SS-EN 10025-2:2004	Varmvalsade konstruktionsstål – Del 2 Tekniska leveransbestämmelser för olegerade stål.	1
SS-EN 10025-3:2004	Varmvalsade konstruktionsstål – Del 3 Tekniska leveransbestämmelser för normaliserade/normaliserade finkornstål.	1
SS-EN 10025-4:2004	Varmvalsade konstruktionsstål – Del 4 Tekniska leveransbestämmelser för termomekaniskt valsade finkornstål.	1
SS-EN 10025-5:2004	Varmvalsade konstruktionsstål – Del 5 Tekniska leveransbestämmelser för konstruktionsstål med förbättrat motstånd mot atmosfärisk korrosion.	1
SS-EN 10025-6:2004	Varmvalsade konstruktionsstål – Del 6 Tekniska leveransbestämmelser för platta produkter av höghållfast stål i seghärdat tillstånd.	1
SS-EN 10029:1991	Varmvalsad stålplåt med tjocklek 3 mm eller större – Toleranser för dimensioner, form och vikt	1
SS-EN 10034:1994	I- och H-profiler av allmänt konstruktionsstål – Toleranser för form och dimensioner	1
SS-EN 10045-1:1990	Metalliska material – Slagprovning - Del 1: Provningsmetod	1
SS-EN 10051:1991 + A1:1997	Kontinuerligt varmvalsad obelagd plåt och band av olegerade och legerade stål – Toleranser för dimensioner och form (inklusive tillägg A1:1997)	2
SS-EN 10055:1996	Varmvalsad liksidig T-profil av stål med avrundad övergång och kant – Dimensioner och toleranser för form och dimensioner	1
SS-EN 10056-2:1994	Likflänsiga och olikflänsiga vinkelprofiler av allmänt konstruktionsstål – Del 2: Toleranser för form och dimensioner	1
SS-EN 10058:2003	Stål – Plattstång, varmvalsad – Dimensioner och toleranser	1
SS-EN 10059:2003	Stål – Kvadratstång, varmvalsad – Dimensioner och toleranser	1
SS-EN 10060:2003	Stål – Rundstång, varmvalsad – Dimensioner och toleranser	1
SS-EN 10080:2005	Armeringsstål - Svetsbart kamstål B500 – Tekniska leveransbestämmelser för stång, ringmaterial och svetsat nät	1
SS-EN 10131:2006	Kallvalsade obelagda mjuka och höghållfasta platta produkter av stål för kallformning – Toleranser för dimensioner och form	2
SS-EN 10143:2006	Kontinuerligt varmmetallbelagd stålplåt och stålband – Toleranser för dimensioner och form	2
SS-EN 10149-1:1996	Varmvalsade platta produkter av höghållfast kallformningsstål – Del 1: Allmänna leveransbestämmelser	1
SS-EN 10149-2:1996	Varmvalsade platta produkter av höghållfast kallformningsstål – Del 2: Leveransbestämmelser för termomekaniskt valsat stål	1

SS-EN 10160:1999	Ultraljudprovning av plåt – Ultraljudprovning av platta stålprodukter med tjocklek större än eller lika med 6 mm	1
SS-EN 10163-1:2005 + AC:2007	Leveransbestämmelser för ytbeskaffenhet hos varmvalsad plåt, bredplattstång och profiler av stål – Del 1: Allmänna bestämmelser	2
SS-EN 10163-2:2005	Leveransbestämmelser för ytbeskaffenhet hos varmvalsad plåt, bredplattstång och profiler av stål – Del 2: Plåt och bredplattstång	2
SS-EN 10163-3:2005	Leveransbestämmelser för ytbeskaffenhet hos varmvalsad plåt, bredplattstång och profiler av stål – Del 3: Profiler	2
SS-EN 10164:2005	Stålprodukter med förbättrade deformationsegenskaper i tjockleksriktningen – Tekniska leveransbestämmelser	2
SS-EN 10204:2005	Metalliska varor – Typer av kontrollintyg	3
SS-EN 10210-1:2006	Varmbearbetade konstruktionsrör av olegerat stål och finkornstål – Del 1: Tekniska leveransbestämmelser	2
SS-EN 10210-2:2006	Varmbearbetade konstruktionsrör av olegerat stål och finkornstål – Del 2: Toleranser, dimensioner och tvärsnittsdata	2
SS-EN 10219-1:2006	Kallformade svetsade konstruktionsrör av olegerat stål och finkornstål – Del 1: Tekniska leveransbestämmelser	2
SS-EN 10219-2:2006	Kallformade svetsade konstruktionsrör av olegerat stål och finkornstål – Del 2: Toleranser, dimensioner och tvärsnittsdata	2
SS-EN 10279:2000	Varmvalsad U-stång av stål	1
SS-EN ISO 10684:2004	Oorganiska ytbeläggningar – Varmförzinkade gängade ståldetaljer	1
SS-ISO 11474:1999	Korrosion hos metaller och legeringar – Korrosionsprovning i artificiell atmosfär – Accelererad utomhusprovning genom intermitterant besprutning med saltlösning (Scabprovning)	1
SS-EN 12084:2001+A1:2004	Oförstörande provning – Induktiv provning – Allmänna principer och riktlinjer	1
SS-EN 12517-1:2006	Oförstörande provning av svetsar – Radiografisk provning av svetsförband – Nivåer för godkännande	1
SS-EN ISO 12944-1:1998	Färg och lack – Korrosionsskydd av stålstrukturer genom målning – Del 1: Allmän inledning (ISO 12944-1:1998)	1
SS-EN ISO 12944-2:1998	Färg och lack – Korrosionsskydd av stålstrukturer genom målning – Del 2: Miljöklassificering (ISO 12944-2:1998)	1
SS-EN ISO 12944-3:1998	Färg och lack – Korrosionsskydd av stålkonstrukturer genom målning – Del 3: Konstruktionsutformning (ISO 12944-3:1998)	1
SS-EN ISO 12944-4:1998	Färg och lack – Korrosionsskydd av stålstrukturer genom målning – Del 4: Typer av ytor och förbehandling (ISO 12944-4:1998)	1

SS-EN ISO 12944-5:2007	Färg och lack – Korrosionsskydd av stålstrukturer genom målning – Del 5: Rostskyddssystem (ISO 12944-5:2007)	1
SS-EN ISO 12944-6:1998	Färg och lack – Korrosionsskydd av stålstrukturer genom målning – Del 6: Metoder för laboratorieprovning (ISO 12944-6:1998)	1
SS-EN ISO 12944-7:1998	Färg och lack – Korrosionsskydd av stålkonstrukturer genom målning – Del 7: Utförande och övervakning av målning (ISO 12944-7:1998)	1
SS-EN 13445-4:2002/A2:2007	Tryckkärl (ej eldberörda) – Del 4: Tillverkning	1
SS-EN 13479:2005	Tillsatsmaterial för svetsning – Generell produktstandard för tillsatsmaterial och svetspulver för smältsvetsning av metalliska material	1
SS-EN ISO 14284:2002	Stål och järn – Provtagning och provberedning för bestämning av kemisk sammansättning	1
SS-EN 14295:2004	Tillsatsmaterial för svetsning – Tråd- och rörelektroder och elektrod/pulver-kombinationer för pulverbågs svetsning av höghållfasta stål – Indelning	1
SS- EN 14399-3:2005	Fästelement – Höghållfasta fästelement för förspänning i stålkonstruktioner – Del 3: System HR – Skruvförband med sexkantsskruvar och sexkantsmuttrar	1
SS- EN 14399-5:2005+AC:2006	Fästelement – Höghållfasta fästelement för förspänning i stålkonstruktioner – Del 5: Plana brickor	1
SS-EN 14532-1:2005	Svets elektroder – Belagda elektroder för manuell metallbågs svetsning och stativsvetsning av kolstål, kolmanganstål och finkornbehandlat stål med förhöjd sträckgräns. Tekniska kontroll- och leveransbestämningar	1
SS-EN ISO 14713:1999	Oorganisk ytbeläggning – Riktlinjer för korrosionsskydd av järn- och stålkonstruktioner	1
SS-EN ISO 14731:2006	Tillsyn vid svetsning – Uppgifter och ansvar	1
SS-EN ISO 15607:2004	Specifikation för godkännande av svetsprocedurer för svetsning av metalliska material – Del 1: Allmänna regler för smältsvetsning	2
SS-EN ISO 16834:2007	Tillsatsmaterial för svetsning – Trådelektrod, svetsstråd, svetsstavar och svetsgods för gasmetallbågs svetsning av höghållfast stål – Indelning	1
SS-EN ISO 18276:2006	Tillsatsmaterial för svetsning – Rörelektroder för metallbågs svetsning med eller utan gasskydd av höghållfasta stål - Indelning	1
SS-ISO 19840:2005	Färg och lack – Bestämning av skikt tjocklek på metalliskt underlag – Magnetiska och virvelströmsbaserade metoder	1
SS 03 14 11:1981	Märkfärger	2
SS 11 01 03:1985	Metalliska varor – Kontroll av materialegenskaper	5

SS-EN 20898-2:1994	Hållfasthetsfordringar – Del 2: Muttrar med metrisk ISO-gänga och specificerade värden på provbelastningar - Grov delning	3
SS 14 21 68:1999	Stål för armeringsstång. Stål 21 68	5
SS 21 25 15:1999	Armeringsstång. Kamstång Ks 60 och Ks 60S	3
SS 27 11 17:1983	Stålkonstruktioner – Friktionsförband – Friktionstal	1

LITTERATURFÖRTECKNING

Alpsten Göran

Variations in mechanical and cross-sectional properties of steel, Proceedings of the International Conference on the Planning and Design of Tall Buildings, ASCE-IABSE. 1972 (även publikation 42 från Stålbyggnadsinstitutet).

Anvisningar för provning av rostskyddsmålning genom fältexponering, KI Rapport 1993:8. Korrosionsinstitutet, Stockholm 1993.

Boverkets Handbok om Betongkonstruktioner, BBK 04, Boverket, Karlskrona, 2004. ISBN 91-7332-687-9

Boverkets handbok om snö- och vindlast, utgåva 2, BSV 97. Boverket, Karlskrona, 1997. ISBN 91-7147-394-7

Boverkets konstruktionsregler, BKR, (BFS 2003:6) med ändringar t.o.m. BFS 2007:20. Boverket, Karlskrona, 2003. ISBN 91-7147-740-3

Dimensionering genom provning. Boverket, Karlskrona, 1994. ISBN 91-7147-124-3

Handbok i varmförzinkning, Nordic Galvanizers, Stockholm 2005

Handbok i Rostskyddsmålning, Bulletin 107. Korrosionsinstitutet, Stockholm 1999. ISBN 91-87400-09-X

Högt förspända skruvförband med modifierade krav, SIF(mod), Skruvforum dokument 2007-10-22

K18, Dimensionering av stålkonstruktioner, utdrag ur Handboken Bygg, kapitel K18 och K19. Stålbyggnadsinstitutet, Stockholm, 1994. ISBN 91-38-12820-9

Kommentarer till stålbyggnadsnormerna – Kontroll och underhåll, StBK-K3, Statens Stålbyggnadskommitté, 1979

Kravdokument för kompetenser TR-stål, SBS-MVR-StBK Kommitté TR-stål, 2007-10-01

Kritisk sprickstorlek i stål S355 Rapport publicerad på Boverkets hemsida.

Plan- och byggtermer 1994. Tekniska nomenklaturcentralen, Solna, 1994. (Tekniska nomenklaturcentralens publikationer 95) ISBN 91-7196-095-3

Skalhandboken. Mekanförbundets förlag, Stockholm, 1990. ISBN 91-524-1066-8

Svetsade ingjutningsgods – Anvisningar för dimensionering, utförande och kontroll, BBC och SBS, publikation 2004:3.

Svängningar, deformationspåverkan och olyckslast. Boverket, Karlskrona, 1994. ISBN 91-7147-909-0

Toleranser för stålkonstruktioner, publikation 112. Stålbyggnadsinstitutet, Stockholm, 1992.

Utvärdering av rostskyddssystem efter provning, KI Rapport 1999:2. Korrosionsinstitutet, Stockholm 1999

Val av stål vid varmförzinkning, Nordic Galvanizers, augusti 2007

Vägverkets allmänna tekniska beskrivning för broar, BRO 2004. Vägverket, Borlänge, 2004:56
med supplement 1 2006:25

SAKREGISTER

A

allmänna råd, 7
andning, 110
anliggningsytor, 133
anvisningsverkan, 36, 58, 103
arbetskurva, 55
arbetsutförande, 36
area, 8
avfrätning
 allmän, 148
avlastning, 55
avnötning, 19
avvikelse
 tvärsnittsmått, 42

B

balk
 sidostagning, 75
BBK 04, 11, 213
bearbetning, 126–27
beläggning, 141
beräkning, 152
beräkningsmodell, 46
beräkningssnitt, 91
beständighet, 19, 158
beteckningar, 8
BKR, 11, 213
bockbarhet, 127
brand, 17, 55, 62
brandklass, 24
bricka, 118
brickor, 101
BRO 2004, 11, 214
brottgränstillstånd, 15, 43
brottgränsvärde, 9
bruksgränstillstånd, 18, 55, 61, 62
buckla, 140
buckling
 lokal, 47
bygghandling, 152

bändning, 12, 95
bärande konstruktion, 15, 19
bärförmåga, 46, 158
böjknäckning, 71, 81
 slankhetsparameter, 71
böjmoment, 9, 74
böjmotstånd
 elasticitetsteori, 9
 plasticitetsteori, 9
böjning
 formfaktor, 74
böjvridknäckning, 69, 79, 83

C

C- värde, 103
C1, 20
C2, 20
C3, 20
C4, 20
C5-I, 20
C5-M, 20

D

deformationsåldring, 127
deformationsförmåga, 44
dimensionerande
 livslängd, 19
dimensionerande hållfasthet
 skruv, 58
dimensionerande materialvärde
 bruksgränstillstånd, 61
dimensionerande materialvärden, 52–55
dimensioneringsförutsättning, 152
dimensioneringskontroll, 17
dimensioneringsvärd
 utmattningshållfasthet, 103
DIN, 11
dragkraft, 68
dragkrafter i tjockleksriktningen, 115
dragning och skjuvning
 skruv, 97
drifttemperatur, 12

E

effektiv
 bredd, 12
 tjocklek, 13
effektivt
 tvärsnitt, 13
effektivt tvärsnitt, 68
eftergivlighet, 69
 förband, 45
 inspänning, 45
 upplag, 45
egenskaper i tjockleksriktning, 115
egenspänning, 56, 71
egenspänningar försummas, 61
elasticitetsmodul, 8
 karakteristisk, 37
elasticitetsteori, 68
 böjmotstånd, 9
elasticitetsteorin, utmattningslast, 44
elektroder, 38
enaxligt spänningstillstånd, 48
excentricitet, 96
 oförutsedd, 69

F

fattningskant, 125
flamrensning, 133
flamriktning, 127
fleraxligt dragspänningstillstånd, 113
fleraxligt spänningstillstånd, 103
fog, 128
fogberedning, 25
fogtyp, 25
fortlöpande tillsyn, 169
fortskridande ras, 55, 62
friktionsförband, 101
friktionskoefficient, 98, 99
friktionstal, 9
färgmärkning, 119
fästelement, 117
förankring, 26
förbandsklass, 103, 104
föreskrifter, 7

förkortningar, 11
formfaktor
 böjning, 74
förspända förband, 133, 135
förspänning, 136
förspänningskraft, 101
första ordningens teori, 82, 83

G

GA, 104
GB, 104
gränslastteori, 44, 68
gränsvärden för slankhet, 50, 51, 66–67
grundkontroll, 24
 material, 159
 mått och form, 159
 skruvförband, 159
 svetsförband, 159
gänga, 97
gängade konstruktionselement, 119
gängutlopp, 134
 ytbehandling, 159

H

hastig spänningsökning, 18
huvudspänningar, 10
hydrogensprickor, 116
hålkantbrott, 97
hållfasthetsklass
 skruv, 94, 118
hållfasthetsvärde, 9
hålpasning, 125, 131
hålpnantryck, 101
håltagning, 131

I

identifiering, 119
Im1, 21
Im2, 21
Im3, 21
ingjutningsgods, 130
initialkrokighet, 41, 69

initiallutning, 41, 69
inträngning, 129, 130
intryckning, 86–87
intyg, 119
I-stumsvets, 13

K

kallformningsstål, 14
kant- och centrumavstånd
skruv, 100
kapacitet, 13
karaktäristisk
elasticitetsmodul, 37
skjuvmodul, 37
utmattningshållfasthet, 36
karaktäristisk hållfasthet
skruv, 37
karaktäristisk utmattningshållfasthet,
103, 104, 105, 109
katodiskt skydd, 141
knäckning, 79
knäckningslängd, 70
kolekvivalent, 38
kolmanganstål, 14
kolstål, 14
kompetens
svetsansvarige, 131
svetsare, 131
koncentrerad kraft, 86–87
konstant spänningsvidd, 103, 104, 107
konstruktionselement
gängade, 119
kontroll, 65
korrosion, 19
korrosiv miljö, 141
korrosivitet, 19–21
korrosivitetsklass, 19–21, 99, 117, 128
kraft, 8
kritiskt
vippningsmoment, 76–78
krokighet, 40
kvalitetsklass, 13
kälsvetsförband, 90

L

last
olyckslast, 55, 62
lastexcentricitet, 41, 69
utformning, 69
livslängd, 19
lokal
spänningskoncentration, 18
lokal buckling, 44, 45, 47, 49, 65, 68
lokal försvagning, 49, 68
lutning, 140
lyftpunkt, 26

M

MAG-svetsning, 128
manuell åtdragning, 136
maskinell åtdragning, 136
material, 65, 111
materialegenskap, 111
materialvärden
dimensionerande, 52–55
metallbågs svetsning
belagd elektrod, 128
rörelektrod, 128
MIG-svetsning, 128
mikrolegerat stål, 14
miljöexempel, 20–21
moment, 75
montering
mått, 24
montering av skruvar, 134
monteringsplan, 26, 149
mutter, 117
mått
montering, 24
tillverkning, 24
mått- och formavvikelse, 40
mått- och formtoleranser, 112
måttavvikelse, 54
måttnoggrannhet, 138
märkning, 119

N

NAD(S), 11
nominell skruvarea, 97

nominella area
skruv, 97
normalkraft, 9
normalkraft och böjmoment, 78
normalspänning, 10
normalspänningsvidd, 110
nyttig svetslängd, 92

O

oförutsedd excentricitet, 69
olyckslast, 55, 62
omgivningspåverkan, 158

P

Palmgren-Miners delskadehypotes, 107
partialkoefficient, 17
last, 9
materialegenskap, 9
säkerhetsklass, 9
passförband, 101, 134
PBL, 11
personskada, 16, 18
plasticering, 49, 65, 68
plasticitetsteori
böjmotstånd, 9
vridmotstånd, 9
plastisk bearbetning, 127
plastisk deformation, 61
prägling, 88
pulverbågsvetning, 129
pulverbågsvetsning, 128
punktfrätning, 147

R

reduktionsfaktor
knäckning, 10
skjuvbuckling, 10
vippning, 10, 76
rostfritt konstruktionsstål, 14
rostmån, 141, 147
rostskydd, 20, 24
råd
allmänna, 7

S

samverkan i förband, 93
samverkande anvisningar, 104
seghärdat stål, 14
seghet, 18
seghetsklass, 13, 113
sidostagning
balk, 75
SIS, 11
skålning, 13, 46, 47, 56
skålning och skjuvdeformation, 44
skärklass, 123, 124–25
skärsår, 127
skevhet, 40
skjuvbrott
skruv, 97
skjuvdeformation, 46, 47, 56
skjuvmodul, 8
karakteristisk, 37
skjuvning
skruv, 97
skjuvspänning, 10
skjuvspänningsvidd, 110
skruv, 117
hållfasthetsklass, 118
skruvar, 58
montering, 134
skruvars brotthållfasthet, 37
skruvförband, 24, 37, 58, 94–101, 117–
19, 131–38
skruvförbandsklass, 94, 117, 125
Skruvförbandsklass, 132
skruvstam, 97
slankhet, 65
slankhetsparameter, 70, 71
böjknäckning, 71
vippning, 76
SMS, 11
snittkontroll, 79
spaltinträngning, 129
spänningsanvisning, 36
spänningsarea, 98
skruv, 96
spänningscykler, 103, 105, 107
spänningskollektiv, 103, 105, 107
typiserade, 107, 109

spänningskollektivet, 58
spänningskoncentration, 113
spänningstillstånd
 enaxligt, 48
 fleraxligt, 103
 treaxligt, 49
 tvåaxligt, 48
spänningsvariation, 36
spänningsvidd, 102, 105
 konstant, 103, 107
SS, 11
stadga, 158
stagning, 26
standarder, 207
StBK-N5, 11
sträckenergi, 129
sträckgränsvärde, 9
svetsansvariges kompetens, 131
svetsarbete, 129
svetsares kompetens, 131
svetsföljd, 25
svetsförband, 24, 38, 90, 128–31
 utformning, 94
svetsklass, 122
svetsläge, 25
svetslängd, 91
svetsmetod, 25
svetsplan, 25
 exempel, 175
säkerhetsklass, 16, 113, 115
säkring, 135

T

terminologi, 12
termisk skärning, 127
termomekaniskt valsat stål, 14
TIG-svetsning, 128
tilläggskontroll, 24, 158
 dragkraft i tjockleksriktningen, 162
 katodiskt skydd, 162
 objektanpassad, 162
 svetsförband, 162
tilläggskontrollplan
 exempel, 178

tillsatsmaterial, 25, 116–17
tillsyn
 fortlöpande, 169
tillverkning
 mått, 24
tillverkningskontrollerad, 153
TNC, 11
toleranser, 24, 69
toleransgräns, 54
treaxligt spänningstillstånd, 49
tröghetsmoment, 9
tröghetsradie, 9
tryckkraft, 69
tryckkraftskapacitet, 69
tvåaxligt spänningstillstånd, 48
tvångskraft, 45
tvärkontraktionstal, 37
tvärkraft, 9, 84–86
tvärsnittsklass, 66–67, 69, 74
 beräkningsmetod, 68
tvärsnittsklass 1, 68, 69
tvärsnittsklass 2, 68, 69
tvärsnittsmått
 avvikelse, 42
typiserade spänningskollektiv, 107, 109
täthetsprovning, 205
töjning, 9
töjningsfördelning, 47

U

ultraljudprovning, 115
underhåll
 BVL, 169
underhållsloggare, 173
underhållsredovisning, 173
utböjning, 140
utförande, 65, 120–49
utförandeklass, 104, 122
utformning
 skruvförband, 99
 svetsförband, 94
utmattning, 101–10
 andning, 110
utmattningsgräns, 105

utmattningshållfasthet
dimensioneringsvärd, 103
karaktäristisk, 103, 104, 105, 109
utmattningslast, 44, 115
utmattningsspricka, 110
utnyttjandegrad, 115

V

varierande spänningsvidd, 107
varmformning, 127
vippning, 75, 79, 84
reduktionsfaktor, 76
slankhetsparameter, 76
vippningsmoment
kritiskt, 76–78
vridknäckning, 69
vridmoment, 9, 88–89
vridmotstånd
plasticitetsteori, 9
värmebehandling, 130

Å

åtdragning, 135
åtdragningsmoment, 136

Denna handbok ger exempel på dimensionering, utförande och kontroll av stålkonstruktioner. Boken är avsedd att användas tillsammans med Boverkets konstruktionsregler, BKR, och innehåller även utdrag ur och kommentarer till BKR, BFS 1993:58 med ändringar t.o.m. BFS 2007:20.

Boverkets handbok om stålkonstruktioner, BSK 07, ingår i en serie handböcker som Boverket ger ut som komplement konstruktionsreglerna. Övriga handböcker i serien är:

- Boverkets handbok om betongkonstruktioner (BBK 04)
- Dimensionering genom provning
- Boverkets handbok om snö- och vindlast (BSV 97)
- Svängningar, deformationspåverkan och olyckslast

Boverket

Box 534, 371 23 Karlskrona
Tel: 0455-35 30 00. Fax: 0455-35 31 00
Webbplats: www.boverket.se