

Studentlitteratur

BYGGKONSTRUKTION

REGEL- OCH FORMELSAMLING

Tord Isaksson, Annika Mårtensson

Huvudboken i Byggkonstruktion planeras att revideras under våren 2026. För att den nya Regel- och Formelsamlingen ska kunna användas tillsammans med fjärde upplagan av huvudboken har de sidor där ändringar gjorts sammanställts.

Sidor i fjärde upplagan där ändringar gjorts till femte upplagan med anledning av Boverkets nya byggregler BFS 2024:6 och nya nationella val (NA) till Eurokoder.

Ändringar är markerade med ett rött moln enligt exempel nedan.

1.7 Nyttig last

Nyttig last enligt Tabell 1.7 skall vanligtvis klassificeras som variabel fri last. Om laster på andra våningsplan är aktuella kan de antas vara jämnt fördelade (bundna laster).

Vid dimensionering av pelare och väggar som bär upp last från flera våningsplan bör den totala nyttiga lasten på varje våningsplan antas jämnt fördelad.

Nyttig last från enskild kategori (se Tabell 1.7) kan reduceras med en reduktionsfaktor α_A (SS-EN 1991-1-1, 6.3.1.2, EKS 11).

Tabell 1.7. Karakteristisk Nyttig last av inredning och personer enligt EKS 11. Reduktionsfaktor ψ enligt Tabell 1.6. Hela lasten är fri.

Kategori	Utbredd	Konc.
Lokaltyp/utrymme	last (kN/m ²)	last
	q_k	Q_k
A Bostäder o. dyl.		
- Bjälklag	2,0	2,0

1.3 Dimensionerande lastkombination

1.3.1 Brottgränstillståndet

SS-EN 1990 definierar fyra olika typer av brottgränstillstånd som skall verifieras där så är aktuellt.

Tabell 1.1. Tillämpning av lastkombinationer i brottgränstillståndet.

SS-EN 1990 (ekv)	Beskrivning
EQU (6.10)	Förlorad statisk jämvikt för (del av) bärverk betraktat som stel kropp
STR (6.10a, 6.10b)	Inre brott eller för stor deformation hos (del av) bärverk där materialhållfasthet är avgörande
GEO (6.10a, 6.10b)	Brott eller för stor deformation i undergrund där hållfastheten hos jord eller berg är avgörande
FAT	Brott pga. utmattning

För gränstillstånden GEO och FAT hänvisas till SS-EN 1990 och EKS 11.

Tabell 1.2. Säkerhetsklasser vid dimensionering i brottgränstillståndet (EKS 11).

Säkerhetsklass	Konsekvens av brott	γ_d
3	(hög), stor risk för allvarliga personskador	1,0
2	(normal), någon risk för allvarliga personskador	0,91
1	(låg), liten risk för allvarliga personskador	0,83

Tabell 1.3. Lastkombinationer i brottgränstillståndet för STR och EQU. Partialkoefficient γ_d för säkerhetsklass enligt Tabell 1.2 (EKS 11). Gråmarkerad lastkombination blir dimensionerande i de flesta fall då permanent last inte är dominerande.

	Lastkombination		
	STR ²	STR ²	EQU ²
Uppsättning²	B	B	A
Ekvation²	6.10a³	6.10b⁴	6.10⁵
Permanent last G			
- ogynnsam $G_{kj,sup}$	$\gamma_d 1,35G_{kj,sup}$	$\gamma_d 1,2G_{kj,sup}$	$1,1G_{kj,sup}$
- gynnsam $G_{kj,inf}$	$1,0G_{kj,inf}$	$1,0G_{kj,inf}$	$0,9G_{kj,inf}$
Spännkraft P			
- ogynnsam P_k	$\gamma_d 1,35P_k$	$\gamma_d 1,35P_k$	
- gynnsam P_k	$1,0P_k$	$1,0P_k$	
Variabel last Q			
- huvudlast Q_{k1}		$\gamma_d 1,5Q_{k,1}^{1}$	$\gamma_d 1,5Q_{k,1}^{1}$
- övriga var. laster $\sum \psi_{0,i} Q_{k,i}$		$\gamma_d 1,5\psi_{0,i} Q_{k,i}^{1}$	$\gamma_d 1,5\psi_{0,i} Q_{k,i}^{1}$

¹ när lasten är gynnsam: 0

² enligt SS-EN 1990

³ dimensionerande vid dominerande permanent last

⁴ vanligtvis dimensionerande

⁵ kontroll av statisk jämvikt

Tabell 1.4. Lastkombinationer i brottgränstillståndet för exceptionella dimensioneringssituationer som olyckslast, fortskridande ras och brand (EKS 11).

Lastkombination	
Exceptionell ¹	
Ekvation ²	6.11a/b
Permanent last G	
- ogynnsam $G_{kj,sup}$	$G_{kj,sup}$
- gynnsam $G_{kj,inf}$	$G_{kj,inf}$
Exceptionell huvudlast A	
A_d	
Samverkande variabel last Q	
- största last Q_{k1}	Känd ³ olyckslast Okänd olyckslast
	$\psi_{1,1}Q_{k,1}$ $\psi_{2,i}Q_{k,i}$
- övriga var. laster $\Sigma\psi_{j,i}Q_{k,i}$	$\psi_{2,i}Q_{k,i}$

¹ Enl EKS 11 skall den variabla huvudlasten sättas till sitt frekventa värde (ψ_1)

² enligt SS-EN 1990

³ med känd olyckslast avses last med kort varaktighet men med av betydande storlek såsom brand, explosion eller påkörning, se EKS 11 för närmare detaljer.

1.3.2 Bruksgränstillståndet

Tabell 1.5. Lastkombinationer i bruksgränstillståndet (EKS 11).

Lastkombination			
	Karakteristisk ²	Frekvent ³	Kvasi-permanent ⁴
Ekvation ¹	6.14b	6.15b	6.16b
Permanent last $G_{k,j}$	$1,0G_{k,j}$	$1,0G_{k,j}$	$1,0G_{k,j}$
Spännkraft P	$1,0P$	$1,0P$	$1,0P$
Variabel last Q			
- huvudlast Q_{k1}	$1,0Q_{k,1}$	$\psi_{1,1}Q_{k,1}$ ¹	-
- övriga var. laster $\Sigma\psi_{j,i}Q_{k,i}$	$\psi_{0,i}Q_{k,i}$ ¹	$\psi_{2,i}Q_{k,i}$ ¹	$\psi_{2,i}Q_{k,i}$

¹ enligt SS-EN 1990

² motsvarar permanent skada – irreversibla gränstillstånd

³ motsvarar tillfällig olägenhet – reversibla gränstillstånd

⁴ motsvarar långtidslast – långtidseffekter och effekter rörande bärverkets utseende

1.3.3 Värden för ψ -faktorer

Tabell 1.6. Rekommenderade värden enligt SS-EN 1990 och EKS 11.

Last	ψ_0	ψ_1	ψ_2
Nyttig last i byggnader, kategori ¹			
A: rum och utrymmen i bostäder	0,7	0,5	0,3
B: kontorslokaler	0,7	0,5	0,3
C: samlingslokaler	0,7	0,7	0,6
D: affärslokaler	0,7	0,7	0,6
E: lagerutrymmen	1,0	0,9	0,8
F: utrymmen med fordonstrafik ≤ 30 kN	0,7	0,7	0,6
G: utrymmen med fordonstrafik $30 \text{ kN} \leq \text{fordonstygnd} \leq 160 \text{ kN}$	0,7	0,5	0,3
H: yttertak	0,0	0,0	0,0
Snölast			
$s_k \geq 3 \text{ kN/m}^2$	0,8	0,6	0,2
$2,0 \leq s_k < 3,0 \text{ kN/m}^2$	0,7	0,4	0,2
$1,0 \leq s_k < 2,0 \text{ kN/m}^2$	0,6	0,3	0,1
Vindlast	0,3	0,2	0,0
Temperaturlast (ej brand) i byggnader	0,6	0,5	0,0

¹ enligt SS-EN 1991-1-1

1.4 Dimensionerande materialvärden

Dimensionerande värde för godtycklig materialegenskap bestämmas enligt

$$X_d = \eta \frac{X_k}{\gamma_m}$$

där

η medelvärde för omräkningsfaktor som beaktar eventuella volym- eller skaleffekter, fukt- och temperatureffekter och/eller andra relevanta parametrar.

X_k materialegenskapens karakteristiska värde enligt viss provningsmetod.

γ_m partialkoefficient som beaktar sannolikheten för ogynnsam avvikelse från X_k .

1.7 Nyttig last

Nyttig last enligt Tabell 1.7 skall vanligtvis klassificeras som variabel fri last. Om laster på andra våningsplan är aktuella kan de antas vara jämnt fördelade (bundna laster).

Vid dimensionering av pelare och väggar som bär upp last från flera våningsplan bör den totala nyttiga lasten på varje våningsplan antas jämnt fördelad.

Nyttig last från enskild kategori (se Tabell 1.7) kan reduceras med en reduktionsfaktor α_A (SS-EN 1991-1-1, 6.3.1.2, EKS 11).

Tabell 1.7. Karakteristisk Nyttig last av inredning och personer enligt EKS 11. Reduktionsfaktor ψ enligt Tabell 1.6. Hela lasten är fri.

Kategori	Utbredd	Konc.
Lokaltyp/utrymme	last (kN/m ²)	last
	q_k	Q_k
A Bostäder o. dyl.		
- Bjälklag	2,0	2,0
- Trappor	2,0	2,0
- Balkonger	3,5	2,0
- Vindsbjälklag I	1,0	1,5
- Vindsbjälklag II	0,5	0,5
B Kontorslokaler	2,5	3,0
C Lokaler där människor kan samlas		
- C1: utrymmen med bord (t.ex. skolor, restauranger, matsalar, lätrum)	2,5	3,0
- C2: utrymmen med fasta sittplatser (t.ex. kyrkor, teatrar, biografteater, konferenslokal, föreläsningssal, samlingslokal, väntrum)	2,5	3,0
- C3: utrymmen utan hinder för människor i rörelse (t.ex. museer, utställningslokaler, kommunikationsutrymme i offentliga byggnader)	3,0	3,0
- C4: utrymmen med fysisk aktivitet (t.ex. danslokaler, gymnastiksal, teaterscen)	4,0	4,0
- C5: utrymmen där stora folksamlingar kan förekomma (t.ex. konserthallar, sporthallar, terrasser)	5,0	4,5
D Affärslokaler		
- D1: lokaler avsedda för detaljhandel	4,0	4,0
- D2: lokaler i varuhus	5,0	7,0

1.8 Snölast

Snölasten ska antas vara variabel och bunden last och den ska bestämmas som tyngden per horisontell area (SS-EN 1991-1-3)

$$s = \mu_i C_e C_t s_k$$

där

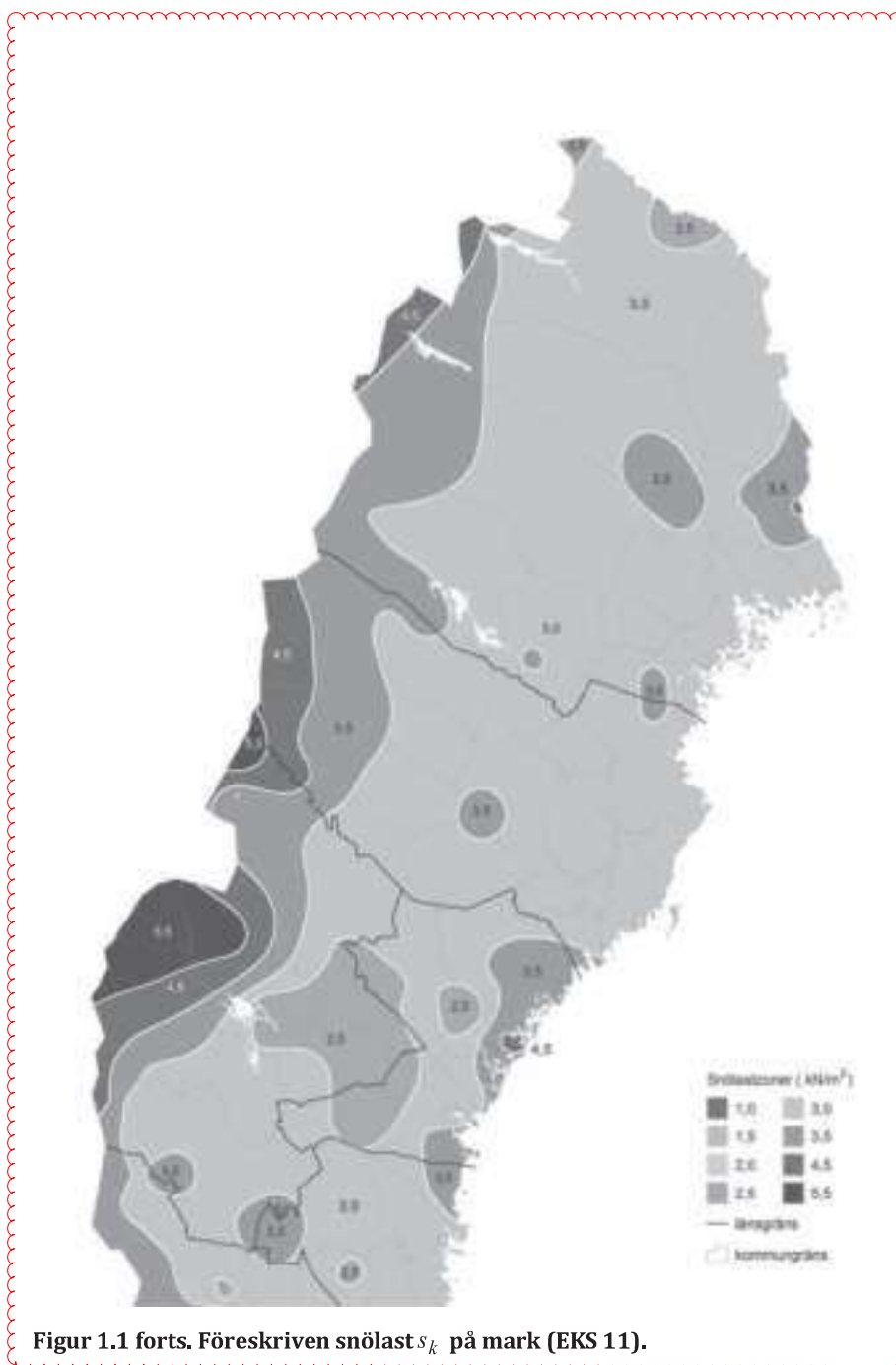
- s_k snölastens grundvärde på mark enligt Figur 1.1
- μ_i formfaktor som beror av takytans form och av risk för snöanhopning till följd av vind, ras och glidning. För enklare fall se Tabell 1.10 och Figur 1.4
- C_e exponeringsfaktorn enligt Tabell 1.8
- C_t termisk koefficient som beror av energiförluster genom taket.
 C_t är normalt 1.0
- ψ lastreduktionsfaktor enligt Tabell 1.6.

Tabell 1.8. Rekommenderade värden på C_e för olika topografier (SS-EN 1991-1-3, 5.2)

Topografi	C_e
Vindutsatt	1,0
Plan, öppen terräng, vindexponerat i alla riktningar utan skydd eller med lite skydd av terräng, träd och högre byggnadsverk	
Normal	1,0
Områden där snön endast i undantagsfall blåser av byggnadsverk, avhängigt terräng, andra byggnadsverk eller träd	
Skyddad	1,2
Område för det aktuella byggnadsverket är väsentligt lägre än omgivande terräng eller omgivet av höga träd och/eller omgivet av högre byggnadsverk	
Enl. EKS 11 får inte C_e väljas lägre än 1,0	



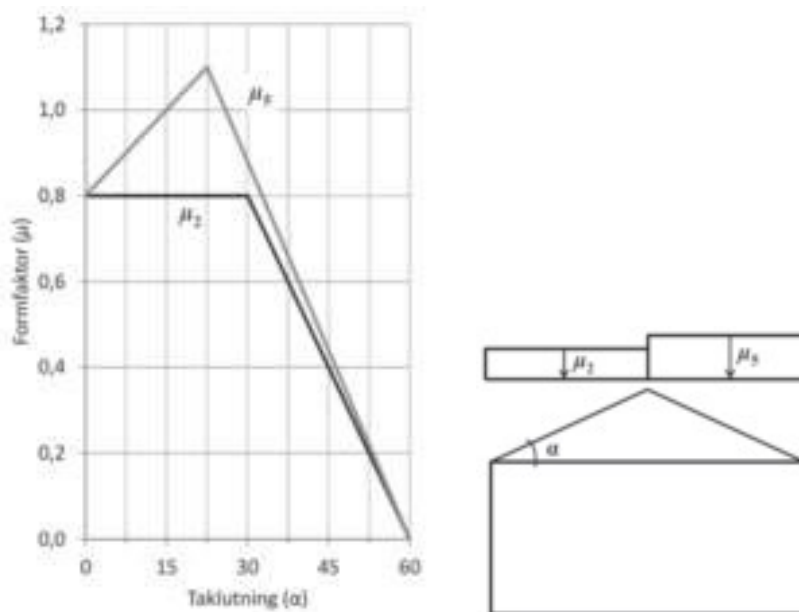
Figur 1.1. Föreskriven snölast s_k på mark (EKS 11).



Figur 1.1 forts. Föreskriven snölast S_k på mark (EKS 11).

1.8.1 Formfaktorer på sadeltak

Formfaktorer för sadeltak bör väljas enligt Figur 1.2 (Figur C-3a och C-3b, EKS 11 5.3.3). För tak med snörasskydd bör inte formfaktorn väljas lägre än 0,2. För övriga taktyper se avsnitt 1.8.3.



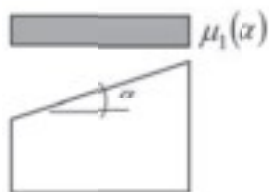
Figur 1.2. Formfaktorer för snölast på sadeltak (EKS 11).

1.8.2 Formfaktorer på pulpettak

Formfaktorer för sadeltak bör väljas enligt Tabell 1.9 och Figur 1.3 (SS-EN 1991-1-3/A1:2015).

Tabell 1.9. Formfaktorer för snölast på pulpettak. För tak med snörasskydd eller andra hinder bör inte formfaktorn väljas lägre än 0,8. (SS-EN 1991-1-3, 5.3.2).

Tacklutning	$0^\circ \leq \alpha \leq 30^\circ$	$30^\circ < \alpha < 60^\circ$	$\alpha \geq 60^\circ$
$\mu_1(\alpha)$	0,8	$0,8(60-\alpha)/30$	0,0
$\mu_2(\alpha)$	$0,8+0,8\alpha/30$	1,6	-

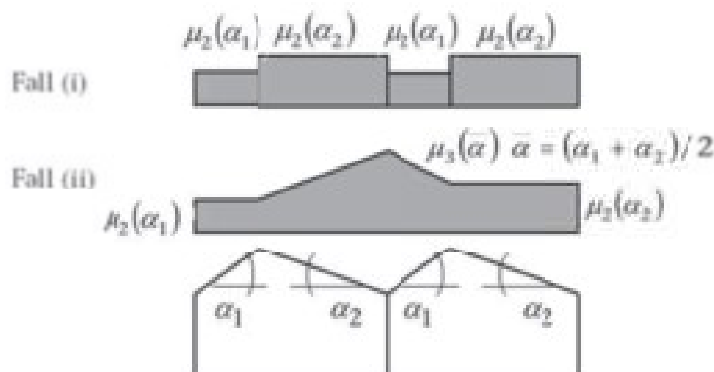


Figur 1.3. Formfaktorer för snölast på pulpettak.

1.8.3 Formfaktorer för övriga taktyper

Tabell 1.10. Formfaktorer för snölast på tak. För tak med snörasskydd eller andra hinder bör inte formfaktorn väljas lägre än 0,8.
(SS-EN 1991-1-3, 5.3).

Taklutning	$0^\circ \leq \alpha \leq 30^\circ$	$30^\circ < \alpha < 60^\circ$	$\alpha \geq 60^\circ$
$\mu_1(\alpha)$	$\mu_1(0^\circ) \geq 0,8$	$\mu_1(0^\circ)(60 - \alpha) / 30$	0,0
$\mu_2(\alpha)$	0,8	$0,8(60 - \alpha) / 30$	0,0
$\mu_3(\alpha)$	$0,8 + 0,8\alpha / 30$	1,6	-



Figur 1.4. Formfaktorer för snölast på multipeltak. För andra takformer och lokala effekter hänvisas till SS-EN 1991-1-3. För multipeltak gäller att fall (i) används för snölast opåverkad av snödrift och fall (ii) för fall med snödrift. Formfaktorernas värde hämtas ur Tabell 1.10
(SS-EN 1991-1-3, 5.3).

1.9 Vindlast

Vindlasten ska antas vara variabel bunden last (SS-EN 1991-1-4).

Utvändig vindlast bestäms enligt

$$w_e = q_p(z_e) c_{pe}$$

där

c_{pe} formfaktor för utvändig vindlast enligt avsnitt 1.9.1-1.9.4

$q_p(z_e)$ karakteristiskt värde på vindens hastighetstryck enligt Tabell 1.12

z_e referenshöjd för utvändig vindlast enligt tabell och figur för respektive formfaktor.

Formfaktorer finns i Figur 1.6 - Figur 1.9 med tillhörande tabeller.

Rekommenderad metod för bestämning av formfaktorn c_{pe} för utvändig vindlast på byggnader beror på referensarea enligt nedan.

$c_{pe,1}$ lokal formfaktor för vindlast på fästdon för infästning av tex. fasader och yttertak. Används oavsett om dessa tar last från 1 m² eller mer.

$c_{pe,10}$ global formfaktor för en belastad area över 1 m² när vindlasten på bärverket som helhet bedöms.

Invändig vindlast bestäms enligt

$$w_i = q_p(z_i) c_{pi}$$

där

c_{pi} formfaktor för invändig vindlast enligt avsnitt 1.9.5

$q_p(z_i)$ karakteristiskt värde på vindens hastighetstryck

z_i referenshöjd för invändig vindlast enligt avsnitt 1.9.5.

Tabell 1.11. Definition av terrängtyper (SS-EN 1991-1-4, 4.3.3).

Terrängtyp	Beskrivning
0	Havs- eller kustområde exponerat för öppet hav
I	Sjö eller plant och horisontellt område med försumbar vegetation och utan hinder
II	Område med låg vegetation som gräs och enstaka hinder (träd, byggnader) med minsta inbördes avstånd lika med 20 gånger hindrens höjd
III	Område täckt med vegetation eller byggnader eller med enstaka hinder med största inbördes avstånd lika med 20 gånger hindrens höjd (t. ex. byar, förorter och skogsmark)
IV	Område där minst 15 % av arean är bebyggd och där byggnadernas medelhöjd är > 15 m

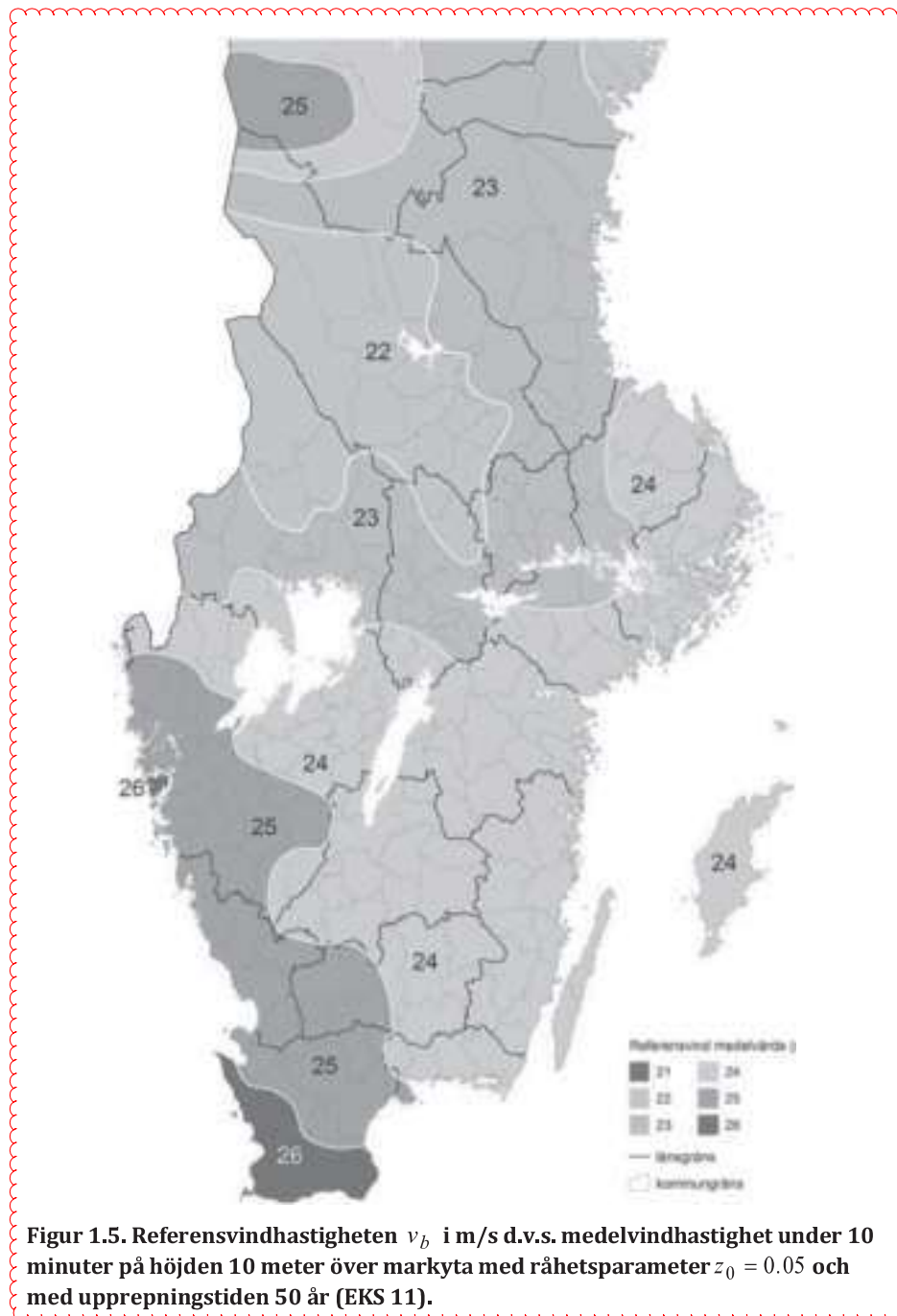
Tabell 1.12. Karakteristiskt vindtryck q_k (kN/m²) (EKS 11).

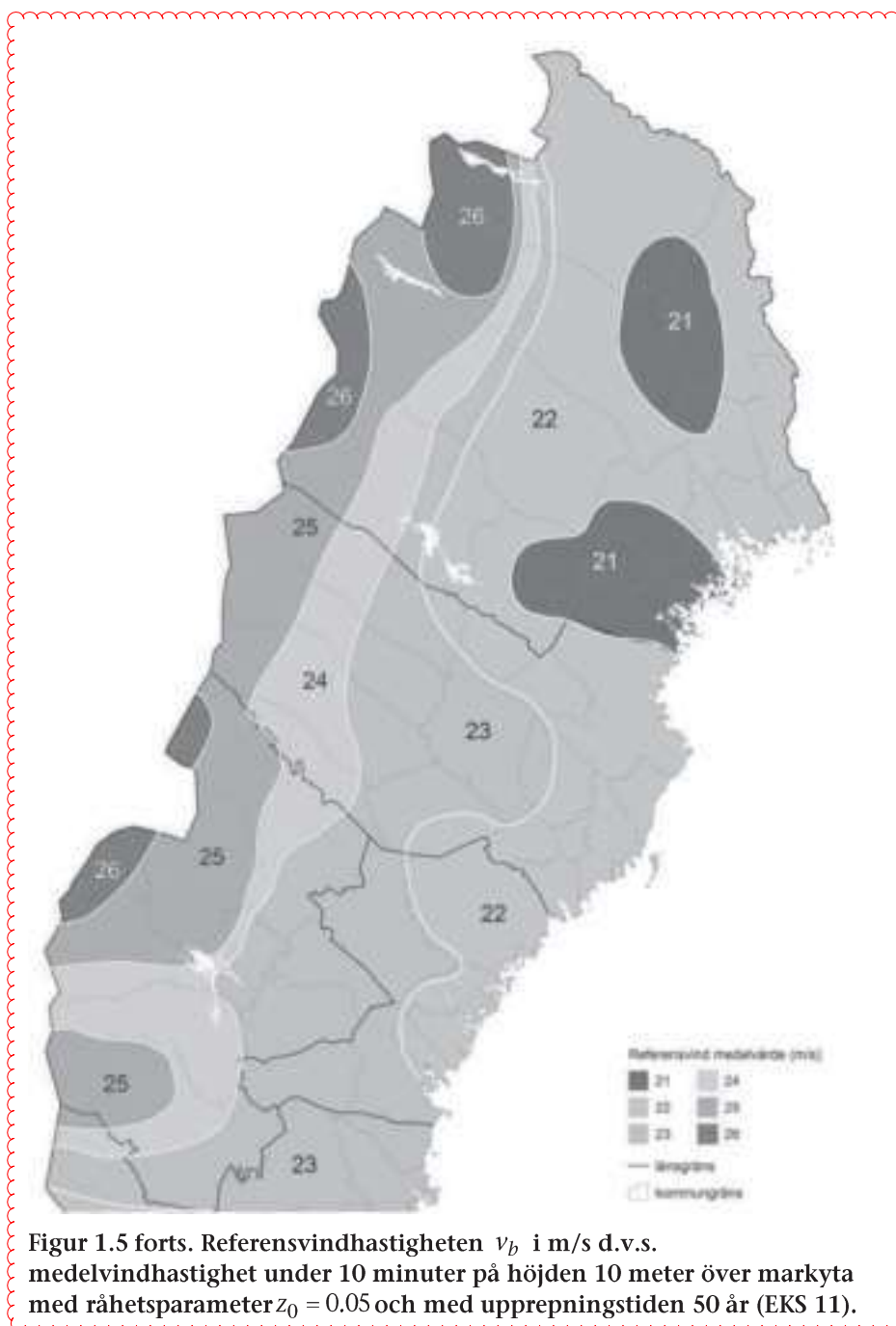
höjd (m)	$v_b = 21\text{m/s}$ Terrängtyp					$v_b = 22\text{m/s}$ Terrängtyp				
	0	I	II	III	IV	0	I	II	III	IV
2	0,55	0,48	0,36	0,32	0,29	0,60	0,52	0,39	0,35	0,32
4	0,64	0,57	0,45	0,32	0,29	0,70	0,63	0,50	0,35	0,32
8	0,74	0,67	0,56	0,39	0,29	0,81	0,74	0,61	0,43	0,32
12	0,80	0,74	0,63	0,46	0,32	0,87	0,81	0,69	0,50	0,35
16	0,84	0,78	0,68	0,51	0,37	0,92	0,86	0,74	0,56	0,40
20	0,87	0,82	0,71	0,55	0,41	0,96	0,90	0,78	0,60	0,45
25	0,91	0,86	0,76	0,59	0,45	1,00	0,94	0,83	0,65	0,49
30	0,94	0,89	0,79	0,62	0,48	1,03	0,98	0,87	0,69	0,53
35	0,97	0,92	0,82	0,65	0,51	1,06	1,01	0,90	0,72	0,56
40	0,99	0,94	0,84	0,68	0,54	1,08	1,03	0,93	0,75	0,59
45	1,01	0,96	0,87	0,71	0,56	1,11	1,06	0,95	0,77	0,62
50	1,03	0,98	0,89	0,73	0,59	1,13	1,08	0,97	0,80	0,64

Tabell 1.12 forts. Karakteristiskt vindtryck q_k (kN/m²) (EKS 11).

höjd	$v_b = 23\text{m/s}$ Terrängtyp					$v_b = 24\text{m/s}$ Terrängtyp				
(m)	0	I	II	III	IV	0	I	II	III	IV
2	0,65	0,57	0,43	0,38	0,35	0,71	0,62	0,46	0,41	0,38
4	0,76	0,68	0,54	0,38	0,35	0,83	0,75	0,59	0,41	0,38
8	0,88	0,81	0,67	0,47	0,35	0,96	0,88	0,73	0,51	0,38
12	0,95	0,88	0,75	0,55	0,38	1,04	0,96	0,82	0,60	0,42
16	1,01	0,94	0,81	0,61	0,44	1,10	1,02	0,88	0,66	0,48
20	1,05	0,98	0,86	0,66	0,49	1,14	1,07	0,93	0,72	0,53
25	1,09	1,03	0,91	0,71	0,54	1,19	1,12	0,99	0,77	0,59
30	1,13	1,07	0,95	0,75	0,58	1,23	1,16	1,03	0,82	0,63
35	1,16	1,10	0,98	0,79	0,62	1,26	1,20	1,07	0,86	0,67
40	1,18	1,13	1,01	0,82	0,65	1,29	1,23	1,10	0,89	0,71
45	1,21	1,16	1,04	0,85	0,68	1,32	1,26	1,13	0,92	0,74
50	1,23	1,18	1,06	0,87	0,70	1,34	1,28	1,16	0,95	0,77

höjd	$v_b = 25\text{m/s}$ Terrängtyp					$v_b = 26\text{m/s}$ Terrängtyp				
(m)	0	I	II	III	IV	0	I	II	III	IV
2	0,77	0,67	0,50	0,45	0,41	0,84	0,73	0,55	0,49	0,44
4	0,90	0,81	0,64	0,45	0,41	0,98	0,87	0,69	0,49	0,44
8	1,04	0,95	0,79	0,55	0,41	1,13	1,03	0,86	0,60	0,44
12	1,13	1,04	0,89	0,65	0,45	1,22	1,13	0,96	0,70	0,49
16	1,19	1,11	0,96	0,72	0,52	1,29	1,20	1,04	0,78	0,56
20	1,24	1,16	1,01	0,78	0,58	1,34	1,26	1,10	0,84	0,63
25	1,29	1,22	1,07	0,84	0,64	1,40	1,32	1,16	0,90	0,69
30	1,33	1,26	1,12	0,89	0,69	1,44	1,37	1,21	0,96	0,74
35	1,37	1,30	1,16	0,93	0,73	1,48	1,41	1,25	1,00	0,79
40	1,40	1,33	1,20	0,97	0,77	1,51	1,44	1,29	1,04	0,83
45	1,43	1,36	1,23	1,00	0,80	1,54	1,48	1,33	1,08	0,87
50	1,45	1,39	1,26	1,03	0,83	1,57	1,51	1,36	1,11	0,90

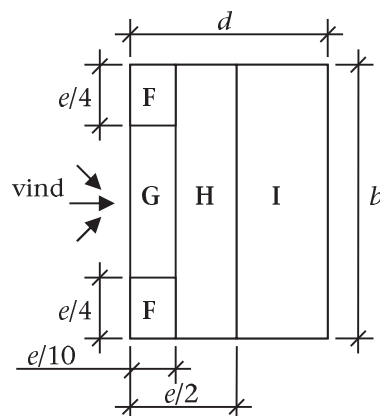




Tabell 1.13. Rekommenderade formfaktorer för utvändig vindlast för vertikala väggar på byggnader med rektangulär planform. (SS-EN 1991-1-4, 7.2.2). För mellanliggande värde på h/d interpoleras linjärt.

Zon	A		B		C		D		E	
h/d	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$
5	-1,2	-1,4	-0,8	-1,1	-0,5		+0,8	+1,0	-0,7	
1	-1,2	-1,4	-0,8	-1,1	-0,5		+0,8	+1,0	-0,5	
$\leq 0,25$	-1,2	-1,4	-0,8	-1,1	-0,5		+0,7	+1,0	-0,3	

1.9.2 Formfaktorer för plana tak



e är det minsta av b och $2h$
 b är bredden vinkelrätt mot vindriktningen

Zon							
F		G		H		I	
$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$
-1,8	-2,5	-1,2	-2,0	-0,7	-1,2	+0,2	
						-0,2	

Figur 1.7. Formfaktorer för utvändig last på plana tak $-5^\circ < \alpha < +5^\circ$ med normal takfot, $z_e = h$. För andra typer av takfot hänvisas till SS-EN 1991-1-4, 7.2.3.

Tabell 1.14. Formfaktorer för utvändig vindlast på pulpettak
(SS-EN 1991-1-4, 7.2.4).

α	Zon för vindriktning $\theta=0^\circ$						Zon för vindriktning $\theta=180^\circ$					
	F		G		H		F		G		H	
	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$
5°	-1,7	-2,5	-1,2	-2,0	-0,6	-1,2	-2,3	-2,5	-1,3	-2,0	-0,8	-1,2
	+0,0		+0,0		+0,0							
15°	-0,9	-2,0	-0,8	-1,5	-0,3		-2,5	-2,8	-1,3	-2,0	-0,9	-1,2
	+0,2		+0,2		+0,2							
30°	-0,5	-1,5	-0,5	-1,5	-0,2		-1,1	-2,3	-0,8	-1,5	-0,8	
	+0,7		+0,7		+0,4							
45°	-0,0		-0,0		-0,0		-0,6	-1,3	-0,5		-0,7	
	+0,7		+0,7		+0,6							
60°	+0,7		+0,7		+0,7		-0,5	-1,0	-0,5		-0,5	
75°	+0,8		+0,8		+0,8		-0,5	-1,0	-0,5		-0,5	

α	Zon för vindriktning $\theta=90^\circ$									
	F_{up}		F_{lo}		G		H		I	
	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$
5°	-2,1	-2,6	-2,1	-2,4	-1,8	-2,0	-0,6	-1,2	-0,5	
15°	-2,4	-2,9	-1,6	-2,4	-1,9	-2,5	-0,8	-1,2	-0,7	-1,2
30°	-2,1	-2,9	-1,3	-2,0	-1,5	-2,0	-1,0	-1,3	-0,8	-1,2
45°	-1,5	-2,4	-1,3	-2,0	-1,4	-2,0	-1,0	-1,3	-0,9	-1,2
60°	-1,2	-2,0	-1,2	-2,0	-1,2	-2,0	-1,0	-1,3	-0,7	-1,2
75°	-1,2	-2,0	-1,2	-2,0	-1,2	-2,0	-1,0	-1,3	-0,5	
Anm. 1	Vid vindriktning $\theta=0^\circ$ och taklutning mellan $\alpha=5^\circ$ och 45° ändras vindlasten snabbt mellan positiva och negativa värden varför både positiva och negativa värden ges. För dessa tak bör två fall beaktas: ett med alla värden positiva och ett med alla värden negativa. Blandning mellan positiva och negativa värden är inte tillåten.									
Anm. 2	För mellanliggande taklutningar kan linjärinterpolation mellan värden med samma tecken tillämpas.									

Tabell 1.15. Formfaktorer för utvändig vindlast på sadel- och motfallstak. Vind mot långsida (SS-EN 1991-1-4, 7.2.5).

α	Zon för vindriktning $\theta=0^\circ$									
	F		G		H		I		J	
	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$
-45°	-0,6		-0,6		-0,8		-0,7		-1,0	-1,5
-30°	-1,1	-2,0	-0,8	-1,5	-0,8		-0,6		-0,8	-1,4
-15°	-2,5	-2,8	-1,3	-2,0	-0,9	-1,2	-0,5		-0,7	-1,2
-5°	-2,3	-2,5	-1,2	-2,0	-0,8	-1,2	+0,2		+0,2	
							-0,6		-0,6	
5°	-1,7	-2,5	-1,2	-2,0	-0,6	-1,2	-0,6		+0,2	
	+0,0		+0,0		+0,0				-0,6	
15°	-0,9	-2,0	-0,8	-1,5	-0,3		-0,4		-1,0	-1,5
	+0,2		+0,2		+0,2		+0,0		+0,0	+0,0
30°	-0,5	-1,5	-0,5	-1,5	-0,2		-0,4		-0,5	
	+0,7		+0,7		+0,4		+0,0		+0,0	
45°	-0,0		-0,0		-0,0		-0,2		-0,3	
	+0,7		+0,7		+0,6		+0,0		+0,0	
60°	+0,7		+0,7		+0,7		-0,2		-0,3	
75°	+0,8		+0,8		+0,8		-0,2		-0,3	
Anm. 1	Vid vindriktning $\theta=0^\circ$ och taklutning mellan $\alpha=-5^\circ$ och $+45^\circ$ ändras vindlasten snabbt mellan positiva och negativa värden varför både positiva och negativa värden ges. För dessa tak bör fyra fall beaktas. De största och minsta värdena inom zon F, G och H kombineras med de största eller minsta värdena inom zonerna I och J. Blandning mellan positiva och negativa värden inom samma takhalva är inte tillåten.									
Anm. 2	För mellanliggande taklutningar med samma tecken kan linjärinterpolation mellan värden med samma tecken tillämpas. För $-5^\circ < \alpha < 5^\circ$ används värdena för plana tak enligt 1.9.2									

Tabell 1.16. Formfaktorer för utvärdig vindlast på sadel- och motfallstak. Vind mot gavel (SS-EN 1991-1-4, 7.2.5).

α	Zon för vindriktning $\theta=90^\circ$							
	F		G		H		I	
	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$
-45°	-1,4	-2,0	-1,2	-2,0	-1,0	-1,3	-0,9	-1,2
-30°	-1,5	-2,1	-1,2	-2,0	-1,0	-1,3	-0,9	-1,2
-15°	-1,9	-2,5	-1,2	-2,0	-0,8	-1,2	-0,8	-1,2
-5°	-1,8	-2,5	-1,2	-2,0	-0,7	-1,2	-0,6	-1,2
5°	-1,6	-2,2	-1,3	-2,0	-0,7	-1,2	-0,6	
15°	-1,3	-2,0	-1,3	-2,0	-0,6	-1,2	-0,5	
30°	-1,1	-1,5	-1,4	-2,0	-0,8	-1,2	-0,5	
45°	-1,1	-1,5	-1,4	-2,0	-0,9	-1,2	-0,5	
60°	-1,1	-1,5	-1,2	-2,0	-0,8	-1,0	-0,5	
75°	-1,1	-1,5	-1,2	-2,0	-0,8	-1,0	-0,5	

1.9.5 Invändig vindlast

In- och utvärdig vindlast skall anses verka samtidigt. Den mest ogynnsamma kombinationen av in- och utvärdig vindlast ska beaktas för varje kombination av möjliga öppningar och läckagevägar.

Formfaktorn för invändigt tryck, c_{pi} , beror på öppningarnas storlek och fördelning över byggnadens omslutande ytor.

För byggnader utan någon dominant sida bör c_{pi} -värdet bestämmas enligt

Figur 1.10 där c_{pi} visas som funktion av förhållandet mellan byggnadens höjd och längd i vindriktningen (h/d) och den relativa öppningsarean μ som för varje vindriktning beräknas enligt

$$\mu = \frac{\sum \text{alla öppningsareor där } c_{pe} \leq 0}{\sum \text{alla öppningsareor}}$$

Om det inte är möjligt eller inte anses motiverat att uppskatta den relativa öppningsarean μ för ett visst objekt, bör det mest ogynnsamma av c_{pi} -värdena +0,2 och -0,3 användas.

2.9.4 Dimensionerande bärförmåga för fästelement

Partialkoefficient för fästelement enligt EKS 11

$$\gamma_{M2} = 1,2$$

Vid långa förband då avståndet mellan centrum för de yttersta fästelementen i ett förband mätt i kraftriktningen är större än $15d$ bör skjuvkapaciteten reduceras enligt SS-EN 1993-1-8, 3.8.

2.9.4.1 Skjuvning per skjuvplan

$$F_{v,Rd} = \frac{\alpha_v f_{ub} A}{\gamma_{M2}}$$

där skjuvplanet går genom den gängade delen av skruven

A skruvens spänningsarea

$\alpha_v = 0,6$ för klass 4.6, 8.8

$\alpha_v = 0,5$ för klass 10.9.

där skjuvplanet går genom den ogängade delen av skruven

A skruvens bruttoarea

$\alpha_v = 0,6$

2.9.4.2 Hållkantryck^{1) 2) 3)}

$$F_{b,Rd} = \frac{k_1 \alpha_b f_u d t}{\gamma_{M2}}$$

där

α_b är det minsta av α_d , $\frac{f_{ub}}{f_u}$ och 1

Med beteckningar enligt Figur 2.3 gäller
- i kraftriktningen

- för skruvar vid ände: $\alpha_d = \frac{e_1}{3d_0}$

- för inre skruvar: $\alpha_d = \frac{p_1}{3d_0} - \frac{1}{4}$

- vinkelrätt kraftriktningen

2.9.5 Data för några skruvar

Tabell 2.12. Tvärsnittsdata för skruvar.

Gänga	Nominell stamdiameter d_n (mm)	Nominell stamarea A_n (mm ²)	Spännings- area A_s (mm ²)
M10	10	78	58
M12	12	113	84
M16	16	201	157
M20	20	314	245
M24	24	452	353

2.10 Svetsförband

2.10.1 Dimensionerande bärförmåga för kälsvets

Kälsvetsens effektiva a-mått sätts till höjden i den största triangel som kan inskrivas mellan fogytorna och svetsytan, mätt vinkelrätt mot den yttre sidan i triangeln.

Svetsens effektiva a-mått bör inte vara mindre än 3 mm.

Partialkoefficient för fästelement enligt EKS 11

$$\gamma_{M2} = 1,2$$

2.10.1.1 Komposantmetoden

Kälsvetsens dimensionerande bärförmåga är tillräcklig om följande två villkor är uppfyllda:

$$\left[\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2) \right]^{0,5} \leq \frac{f_u}{\beta_w \gamma_{M2}}$$

$$\sigma_{\perp} \leq \frac{0,9 f_u}{\gamma_{M2}}$$

Tabell 3.7. Minsta täckande betongskikt $c_{min, dur}$ i mm med hänsyn till beständighet för armering enligt EN 10080. Exponeringsklass enligt Tabell 3.8.

Exponeringsklass	Max $v_{ct, ekv}$	Minsta täckande betongskikt i		
		L100	L50	L20
X0	-	-	-	-
XC1	0,90	15	10	10
	0,60	10	10	10
XC2	0,60	25	20	15
	0,55	20	15	10
	0,50	15	10	10
XC3, XC4	0,55	25	20	15
	0,50	20	15	10
XS1, XD1	0,45	30	25	15
	0,40	25	20	15
XD2	0,45	40	30	25
	0,40	35	30	20
	0,35	30	25	20
XD3	0,40	45	35	25
	0,35	40	30	25
XS2	0,45	50	40	30
	0,40	45	35	25
	0,35	40	30	25
XS3	0,40	45	35	25
	0,35	40	30	25

Tabell 3.8. Exponeringsklasser enligt SS-EN 206-1.

Typ av angrepp		Klass	Beskrivning
Ingen risk		X0	Oarmerat utan frost, eller armerat i mycket torr miljö
Korrosion föranledd av karbonatisering		XC1	Torr eller ständigt våt
		XC2	Våt, sällan torr
		XC3	Måttlig fuktighet
		XC4	Cykliskt våt och torr
Korrosion orsakad av klorider	Andra klorider än från havsvatten	XD1	Måttlig fuktighet
		XD2	Våt, sällan torr
		XD3	Cykliskt våt och torr
	Havsvatten	XS1	Luftburet salt
		XS2	Ständigt under vatten
		XS3	Tidvatten-, skvalp- och stänkzon
		Frostangrepp	
XF2	Inte vattenmättad, med avisningsmedel		
XF3	Nära vattenmättad utan avisningsmedel		
XF4	Nära vattenmättad med avisningsmedel eller havsvatten		
Kemiskt angrepp		XA1	Något aggressiv kemiskt miljö
		XA2	Måttligt aggressiv kemiskt miljö
		XA3	Mycket aggressiv kemiskt miljö

4 Träkonstruktioner

4.1 Lasttyper, klimatklasser

Tabell 4.1. Indelning av laster mht. Varaktighet (EKS 11, SS-EN 1995-1-1, 2.3.1.2).

Lastvaraktighet	Sammanlagd varaktighet	Exempel på olika lasttyper
Permanent (P)	> 10 år	Egentyngd
Lång (L)	6 månader – 10 år	Nyttig last i lagerlokal
Medel (M)	1 vecka – 6 månader	Nyttig last i byggnader förutom i lagerlokal Snölast
Kort (S)	< 1 vecka	Vindlast när den är samverkande variabel last
Momentan (I)	momentan	Vindlast när den är variabel huvudlast Olyckslast Tillfällig koncentrerad last på yttertak

Klimatklasser enligt SS-EN 1995-1-1, 2.3.1.3

Klimatklass 1

Medelfuktkvot för de flesta barrträslag överstiger inte 12 %. Motsvarar en temperatur på 20 °C hos omgivande luft och att den relativ fuktigheten endast under några få veckor per år överskrider 65 %.

Exempel: Ytterväggskonstruktioner som omger varaktigt uppvärmda lokaler och som är skyddade med tät ventilerad ytterbeklädnad.

Klimatklass 2

Medelfuktkvot för de flesta barrträslag överstiger inte 20 %. Motsvarar en temperatur på 20 °C hos omgivande luft och att den relativ fuktigheten endast under några få veckor per år överskrider 85 %.

Limträ med rektangulärt tvärsnitt vid böjning och drag. För tvärsnittshöjder mindre än 600 mm kan $f_{m,k}$ och $f_{t0,k}$ multipliceras med k_h enligt

$$k_h = \min \left\{ \left(\frac{600}{h} \right)^{0,1} \right. \\ \left. \quad \quad \quad 1,1 \right.$$

där h är tvärsnittshöjden (mm)

LVL vid böjning. För tvärsnittshöjder mindre än 300 mm kan $f_{m,k}$ multipliceras med k_h enligt

$$k_h = \min \left\{ \left(\frac{300}{h} \right)^s \right. \\ \left. \quad \quad \quad 1,2 \right.$$

där h är tvärsnittshöjden (mm).

LVL vid drag. För längder mindre än 3000 mm kan $f_{t0,k}$ multipliceras med k_l enligt

$$k_l = \min \left\{ \left(\frac{3000}{l} \right)^{s/2} \right. \\ \left. \quad \quad \quad 1,1 \right.$$

där l är längden (mm).

Värden på exponenten s för storlekseffekt för LVL enligt SS-EN 14374 ska användas.

Tabell 4.2. Partialkoefficient γ_M för olika trämaterial (SS-EN 1995-1-1, 2.4.1).

Materialtyp	γ_M
Konstruktionsvirke	1,3
Limträ	1,25
LVL, plywood, OSB	1,2
Spånskiva	1,3
Träfiberskiva (hård, medium, MDF)	1,3
Träförband	1,3
Spikplåtsförband	1,25

$$N_{c,90,Rd} = k_{c,90} f_{c,90,d} A_{ef}$$

där

$k_{c,90}$ är en förstöringsfaktor som bl.a. beaktar belastningslängden, se t.ex. SS-EN 1995-1-1, 6.1.5.

A_{ef} effektiv kontaktarea.

EKS 11 ger möjlighet att i vissa fall verifiera tryck vinkelrätt fiberriktningen med $\gamma_M=1$ och $k_{mod}=1$.

4.5 Böjmoment och normalkraft

4.5.1 Tryck och böjmoment

Vid böjning och tryck **utan risk för knäckning**, dvs. om $\lambda_{rel} \leq 0,3$ bör följande villkor uppfyllas

$$\frac{M_{y,Ed}}{M_{y,Rd}} + k_m \frac{M_{z,Ed}}{M_{z,Rd}} + \left(\frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \right)^2 \leq 1$$

$$k_m \frac{M_{y,Ed}}{M_{y,Rd}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{z,Rd}} + \left(\frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \right)^2 \leq 1$$

där

$M_{y,Ed}, M_{z,Ed}$ dimensionerande lasteffekt av böjmoment kring y- respektive z-axeln
 $N_{c,Ed}$ dimensionerande lasteffekt av tryckkraft
 $M_{y,Rd}, M_{z,Rd}$ dimensionerande bärförmåga vid böjning
 $N_{c,Rd}$ dimensionerande bärförmåga vid tryck
 k_m reduktionsfaktor = 0.7 för rektangulära tvärsnitt och för övriga tvärsnitt = 1.0

Vid böjning och tryck **där risk för knäckning föreligger**, dvs. om $\lambda_{rel} > 0,3$, bör följande villkor uppfyllas

$$\frac{M_{y,Ed}}{M_{y,Rd}} + k_m \frac{M_{z,Ed}}{M_{z,Rd}} + \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$

$$k_m \frac{M_{y,Ed}}{M_{y,Rd}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{z,Rd}} + \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$

4.9 Tvärsnittsdata för virke och limträ

Tabell 4.19. Hyvlat virke.

Mått (mm)	Area	W_{max}	I_{max}	W_{min}	I_{min}	i_{max}	i_{min}
b	h	mm^2	$\cdot 10^3 \text{ mm}^3$	$\cdot 10^3 \text{ mm}^3$	$\cdot 10^3 \text{ mm}^3$	mm	mm
22	70	1540	17.98	0.6288	5.65	0.0621	20.2
	95	2090	33.09	1.572	7.66	0.0843	27.4
	120	2640	52.80	3.168	9.68	0.1065	34.6
	145	3190	77.09	5.589	11.70	0.1287	41.8
	170	3740	105.9	9.007	13.71	0.1508	49.0
	195	4290	139.4	13.59	15.73	0.1730	56.2
28	70	1960	22.87	0.8003	9.14	0.1280	20.2
	95	2660	42.12	2.001	12.41	0.1738	27.4
	120	3360	67.20	4.032	15.68	0.2195	34.6
	145	4060	98.12	7.114	18.94	0.2652	41.8
	170	4760	134.9	11.46	22.21	0.3109	49.0
	195	5460	177.5	17.30	25.48	0.3567	56.2
34	70	2380	27.77	0.9718	13.49	0.2293	20.2
	95	3230	51.14	2.429	18.31	0.3112	27.4
	120	4080	81.60	4.896	23.12	0.3931	34.6
	145	4930	119.1	8.638	27.94	0.4749	41.8
	170	5780	163.8	13.92	32.75	0.5568	49.0
	195	6630	215.5	21.01	37.57	0.6387	56.2
45	70	3150	36.75	1.286	23.63	0.5316	20.2
	95	4275	67.69	3.215	32.06	0.7214	27.4
	120	5400	108.0	6.480	40.50	0.9113	34.6
	145	6525	157.7	11.43	48.94	1.101	41.8
	170	7650	216.8	18.42	57.38	1.291	49.0
	195	8775	285.2	27.81	65.81	1.481	56.2
70	70	9900	363.0	39.93	74.25	1.671	63.4
	95	6650	105.3	5.001	77.58	2.715	27.4
	120	8400	168.0	10.08	98.00	3.430	34.6
	145	10150	245.3	17.78	118.4	4.145	41.8
	170	11900	337.2	28.66	138.8	4.859	49.0
	195	13650	443.6	43.25	159.3	5.574	56.2
95	220	15400	564.7	62.11	179.7	6.288	63.4
	95	9025	142.9	6.788	142.9	6.788	27.4