



Eurokod laster

Eurocode Software AB



Eurokoder

■ SS-EN 1991 Laster

- SS-EN 1991-1-1 Egentyngd, nyttig last
- SS-EN 1991-1-2 Termisk och mekanisk påverkan vid brand
- SS-EN 1991-1-3 Snölast
- **SS-EN 1991-1-4 Vindlast**
- SS-EN 1991-1-5 Temperaturpåverkan
- SS-EN 1991-1-6 Laster i byggskede
- SS-EN 1991-1-7 Olyckslast

Eurokod 1-1-4: Vindlast



- 1 Allmänt
- 2 Dimensioneringssituationer
- 3 Modellering av vindlast
- 4 Vindhastighet och hastighetstryck
- 5 Vindlast
- 6 Bärverksfaktor c_{scd}
- 7 Formfaktorer
- 8 Vindlast på broar
- Bilaga A Terrängens inverkan
- Bilaga B Metod 1 för bestämning av bärverksfaktorn c_{scd}
- Bilaga C Metod 2 för bestämning av bärverksfaktorn c_{scd}
- Bilaga D c_{scd} -värden för olika typer av bärverk
- Bilaga E Virvelavlösning och aeroelastisk instabilitet
- Bilaga F Bärverkets dynamiska egenskaper

Vindlast

- Referensvindhastighet v_b definieras som karakteristiskt värde för medelvindhastighet under 10 min på höjden 10 m över marken i öppen terräng (terrängtyp II)
- Överskrids i genomsnitt en gång per 50 år
- Inverkan av höjd över havet beaktas direkt i den svenska vindlastkartan

3 Modellering av vindlast

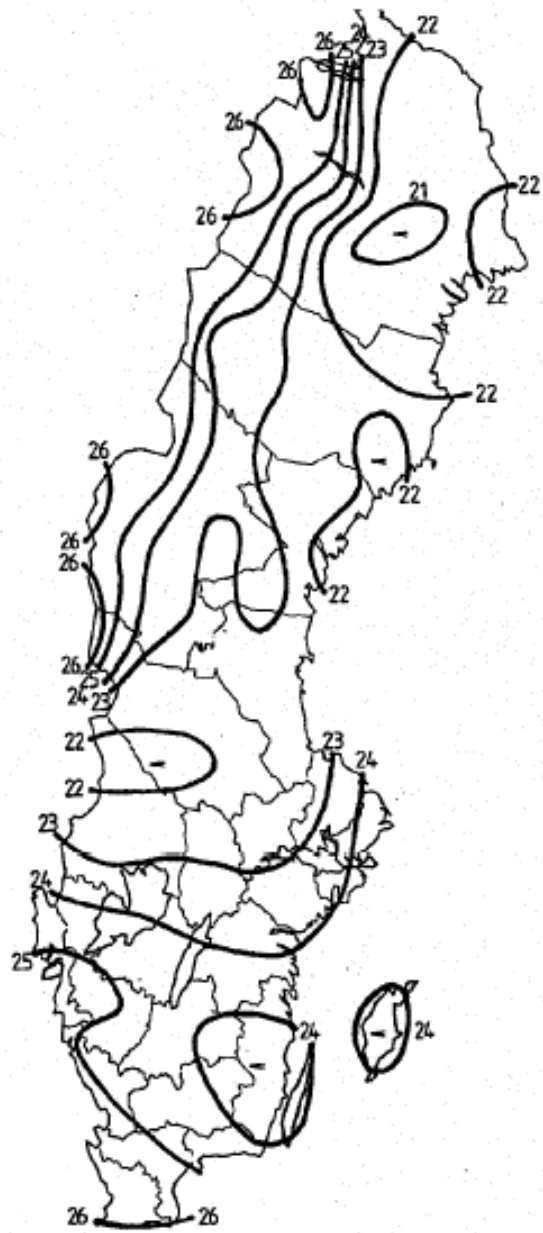


- 3.1 Vindlastens karaktär
- 3.2 Beskrivning av vindlast
- 3.3 Klassificering av vindlast
- 3.4 Karakteristiska värden
- 3.5 Modeller

4 Vindhastighet och hastighetstryck



- 4.1 Beräkningsförutsättningar
- 4.2 Grundvärden
- 4.3 Medelvindhastighet
- 4.4 Vindturbulens
- 4.5 Karakteristiskt hastighetstryck



Referensvindhastighet v_b (EKS)

Tabell C-10 Referensvindhastigheten v_b i m/s för Sveriges kommuner

Kommun	v_b	Kommun	v_b	Kommun	v_b
Ale	25	Falköping	24	Härnösand	22
Alingsås	25	Falun	23	Härryda	25
Alvesta	24	Filipstad	23	Hässleholm	25
Aneby	24	Finspång	24	Höganäs	26
Arboga	23	Flen	24	Högsby	24
Arjeplog	22-26 ^a	Forshaga	23	Hörby	25
Arvidsjaur	21-22 ^a	Färgelanda	25	Höör	25
Arvika	23	Gagnef	22	Jokkmokk	22-26 ^a
Askersund	24	Gislaved	24	Järfälla	24
Avesta	23	Gnesta	24	Jönköping	24
Bengtstors	24	Gnosjö	24	Kalix	22
Berg	24	Gotland	24	Kalmar	24
Bjurholm	22	Grums	23	Karlsborg	24
Bjuv	26	Grästorp	24	Karlshamn	24
Boden	21-22 ^a	Gullspång	24	Karlskoga	23
Bollebygd	25	Gällivare	21-26 ^a	Karlskrona	24
Bollnäs	23	Gävle	23	Karlstad	23
Borgholm	24	Göteborg	25	Katrineholm	24
Borlänge	22	Götene	24	Kil	23
Borås	25	Habo	24	Kinda	24
Botkyrka	24	Hagfors	22	Kiruna	21-26 ^a
Boxholm	24	Hallsberg	23	Klippan	25
Bromölla	25	Hallstahammar	23	Knivsta	24
Bräcke	23	Halmstad	25	Kramfors	22

4.3.2 Terrängtyper



Terrängtyp 0

4.3.2 Terrängtyper



Terrängtyp I
Enstaka byggnader på Varaslätten



Terrängtyp II

4.3.2 Terrängtyper



Terrängtyp III



Terrängtyp IV

4.5 Karakteristiks hastighetstryck (EKS)

$$q_p(z) = [1 + 6 I_v(z)] \left[k_r \ln \left(\frac{z}{z_0} \right) \right]^2 q_b = c_e(z) q_b$$

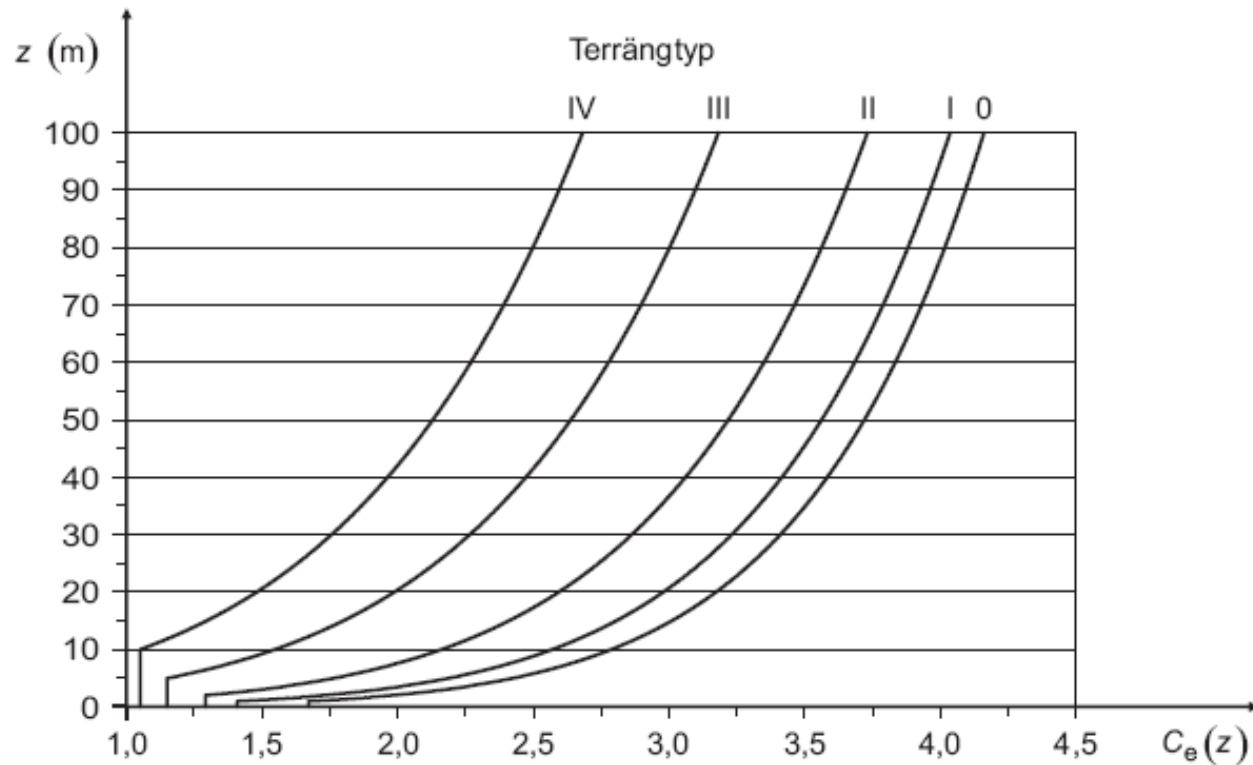
där

$I_v(z)$ turbulensintensiteten på höjden z

k_r terrängfaktor

z_0 råhetslängd

4.5 Exponeringsfaktor (EKS)

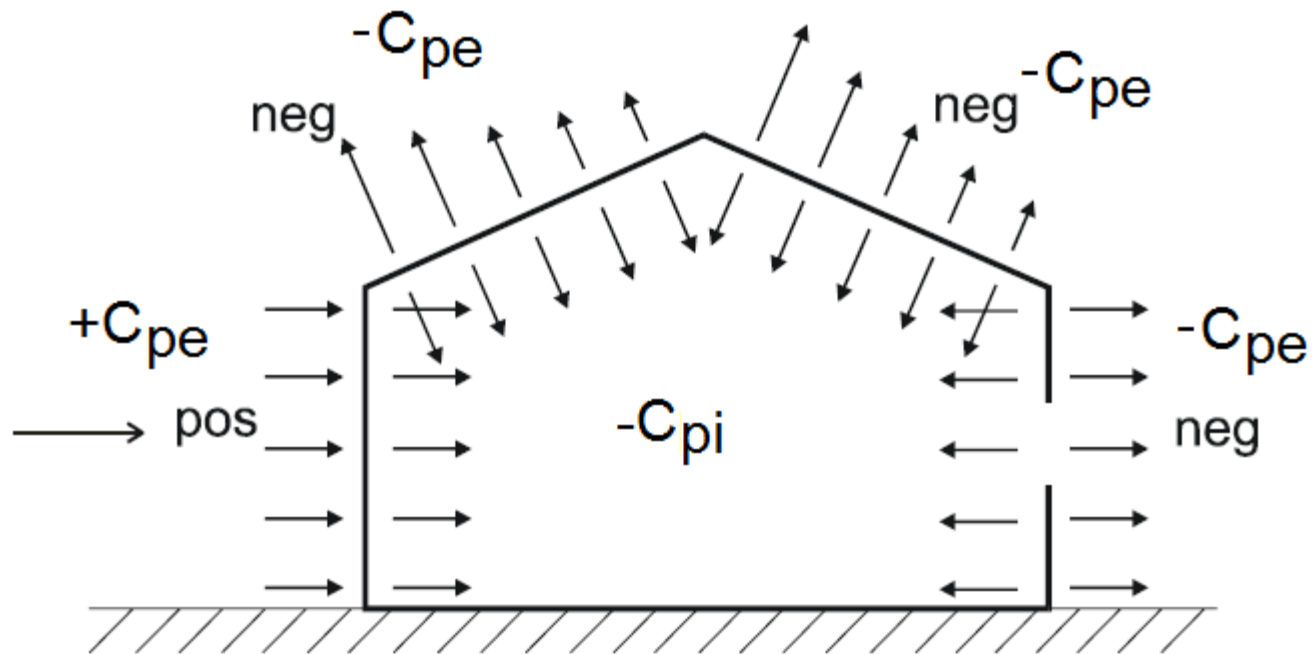


5 Vindlast

- 5.1 Allmänt
- 5.2 Vindlast på ytor
- 5.3 Vindkrafter



5.2 Vindlast på ytor



5.3 Vindkraft på bärverk eller bärverksdel



- $F_w = c_s c_d * c_f * q_p(z_e) * A_{ref}$
- $c_s c_d$ bärverksfaktorn
- c_f formfaktorn för kraft ($c_{pe} + c_{pi}$)
- z_e referenshöjd för vindlast
- A_{ref} bärverksdelens referensarea

Vindlast

- Vid beräkning av vindlastens påverkan på stommen behöver trycklasten på taket räknas ut. Det behöver också undersökas hur stort trycket blir mot väggen på lovert och suget på läsidan i olika vindriktningar för att kunna dimensionera till exempel vindstagen. Den totala vindlasten beräknas med hjälp av följande formel:
- $W_{tot} = W_e + W_i$
- $W_e = q_{p(z)} * c_{pe}$ Yttre vindlasten
- $W_i = q_{p(z)} * c_{pi}$ Inre vindlasten
- c_{pe} Formfaktor för yttre vindlast som bestäms av husets form
- c_{pi} Formfaktor för inre vindlast som bestäms av husets form
- $q_{p(z)}$ Karakteristiska hastighetstrycket som bestäms enligt tabell. För att läsa av tabellen behövs höjd till nock (z) och ett -värde vilket är referensvindhastigheten för orten. Dessutom behövs terrängfaktorn som beror på områdets utseende.

Tabell för $q_p(z)$ (EKS)



Terräng typ	m/s	Höjd												
		5	7	8	9	10	11	12	13	14	15	17,5	20	22,5
I	20	0,55	0,59	0,61	0,63	0,64	0,66	0,67	0,68	0,69	0,70	0,73	0,75	0,77
I	21	0,60	0,65	0,68	0,69	0,71	0,73	0,74	0,75	0,76	0,78	0,80	0,82	0,84
I	22	0,66	0,72	0,74	0,76	0,78	0,80	0,81	0,83	0,84	0,85	0,88	0,90	0,93
I	23	0,73	0,79	0,81	0,83	0,85	0,87	0,89	0,90	0,92	0,93	0,96	0,99	1,01
I	24	0,79	0,86	0,88	0,91	0,93	0,95	0,97	0,98	1,00	1,01	1,05	1,08	1,10
I	25	0,86	0,93	0,96	0,98	1,01	1,03	1,05	1,07	1,08	1,10	1,14	1,17	1,20
I	26	0,93	1,00	1,04	1,06	1,09	1,11	1,13	1,15	1,17	1,19	1,23	1,26	1,29
II	20	0,44	0,49	0,51	0,52	0,54	0,55	0,57	0,58	0,59	0,60	0,63	0,65	0,67
II	21	0,49	0,54	0,56	0,58	0,60	0,61	0,63	0,64	0,65	0,66	0,69	0,71	0,74
II	22	0,53	0,59	0,61	0,63	0,65	0,67	0,69	0,70	0,72	0,73	0,76	0,78	0,81
II	23	0,58	0,65	0,67	0,69	0,71	0,73	0,75	0,77	0,78	0,80	0,83	0,86	0,88
II	24	0,63	0,70	0,73	0,76	0,78	0,80	0,82	0,84	0,85	0,87	0,90	0,93	0,96
II	25	0,69	0,76	0,79	0,82	0,84	0,87	0,89	0,91	0,92	0,94	0,98	1,01	1,04
II	26	0,74	0,82	0,86	0,89	0,91	0,94	0,96	0,98	1,00	1,02	1,06	1,10	1,13
III	20	0,37	0,37	0,37	0,39	0,40	0,42	0,43	0,45	0,46	0,47	0,50	0,52	0,54
III	21	0,41	0,41	0,41	0,43	0,44	0,46	0,48	0,49	0,50	0,52	0,55	0,57	0,59
III	22	0,45	0,45	0,45	0,47	0,49	0,51	0,52	0,54	0,55	0,57	0,60	0,63	0,65
III	23	0,49	0,49	0,49	0,51	0,53	0,55	0,57	0,59	0,61	0,62	0,65	0,69	0,71
III	24	0,53	0,53	0,53	0,56	0,58	0,60	0,62	0,64	0,66	0,68	0,71	0,75	0,78
III	25	0,58	0,58	0,58	0,60	0,63	0,65	0,68	0,70	0,72	0,73	0,77	0,81	0,84
III	26	0,62	0,62	0,62	0,65	0,68	0,71	0,73	0,75	0,77	0,79	0,84	0,88	0,91

ψ -faktorer vindlast (EKS)



Vindlast	Ψ_0	Ψ_1	Ψ_2
	0,3	0,2	0



6 Bärverksfaktor $c_s c_d$

- 6.1 Allmänt
- 6.2 Bestämning av $c_s c_d$
- 6.3 Detaljerad metod

6.2 I följande fall kan $c_s c_d$ sättas till

1

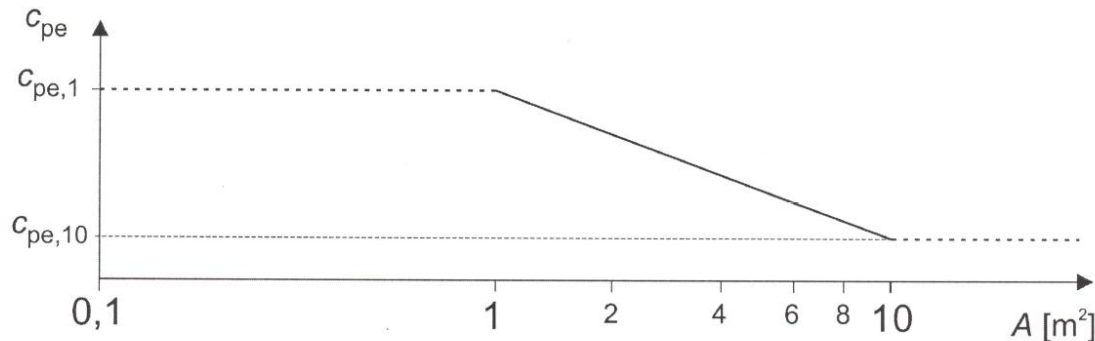
- För byggnader med höjden $h < 15$ m
- För fasad och takelement med egenfrekvensen > 15 Hz
- För avstyvade väggar och stommar med $h < 100$ m om bredden $b \geq 4h$
- För cirkulära skorstenar med $h <$ både 60 m och 6,5 gånger diametern

7 Formfaktorer

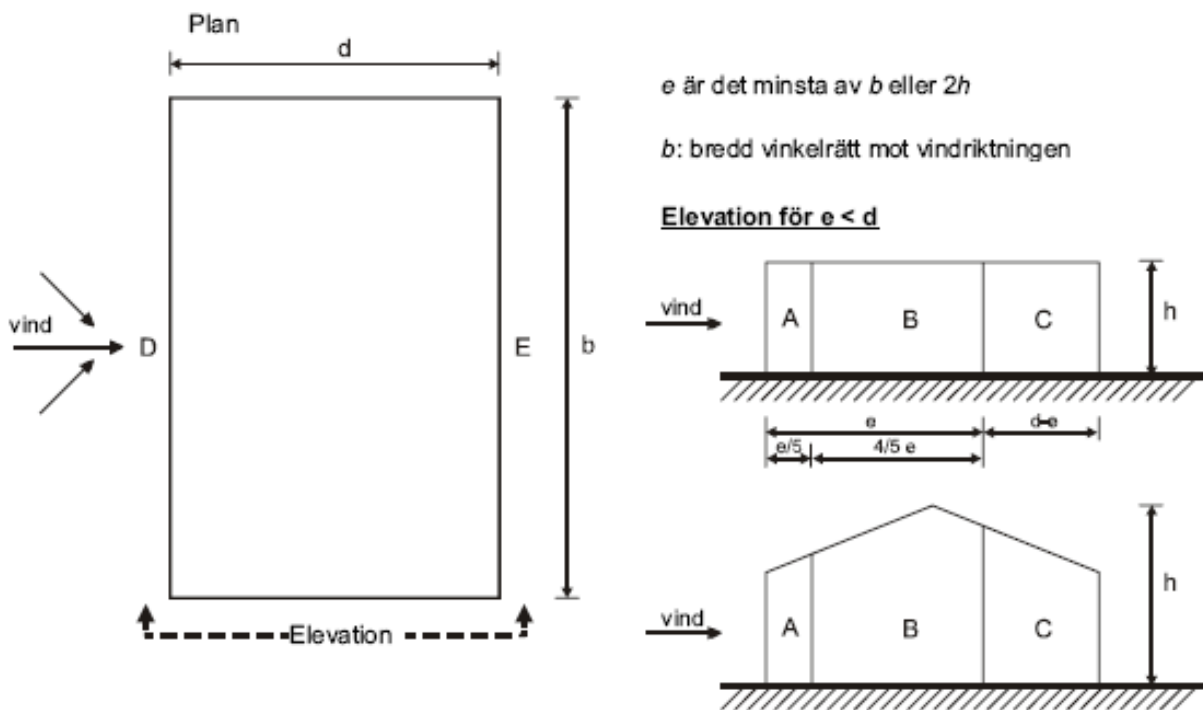
- 7.1 Allmänt
- 7.2 Formfaktorer för byggnader
- 7.3 Fristående skärmtak
- 7.4 Fristående väggar, bröstningar, staket och skärmar
- 7.5 Friktionskoefficienter
- 7.6 Bärverksdelar med rektangulärt tvärsnitt
- 7.7 Bärverksdelar med skarpkantade tvärsnitt
- 7.8 Bärverksdelar med tvärsnitt i form av en regelbunden polygon
- 7.9 Cirkulära cylindrar
- 7.10 Klot
- 7.11 Fackverk och byggnadsställningar
- 7.12 Flaggor
- 7.13 Effektiv slankhet, och reduktionsfaktorn

7.2.1 Vindlast formfaktorn c_{pe}

- Formfaktorer för utvändiga areor ges dels för areor mindre än 1 m² med beteckningen $c_{pe,1}$, och dels för area lika med 10 m² $c_{pe,10}$, för mellanliggande värden på arean A m² interpoleras logaritmiskt enligt följande
- $$c_{pe} = c_{pe,1} - (c_{pe,1} - c_{pe,10}) \log_{10} A$$



7.2.2 Vindlast väggar, formfaktorer



För $h/d < 0,25$

Pelare

$C_{pe} = 0,7$ (D)

$C_{pi} = 0,3$

ger 1,0

Vindstag

$C_{pe} = 0,7$

$C_{pe} = -0,3$

ger $0,7 + 0,3 = 1,0$ (D+E).

Zon	A		B		C		D		E	
	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$
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	

Exempel väggar

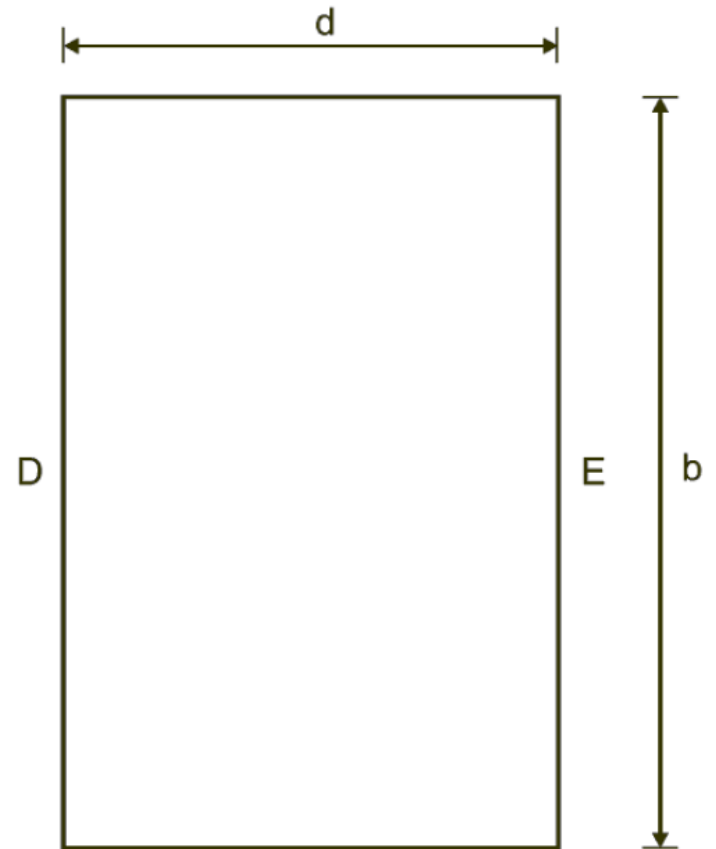
$h=7,3$ m

$d=30$ m

$h/d=7,3/30=0,24$

D: $c_{pe}=0,7$ (tryck)

E: $c_{pe}=-0,3$ (sug)

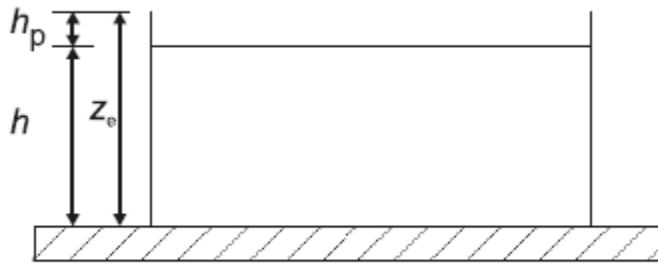




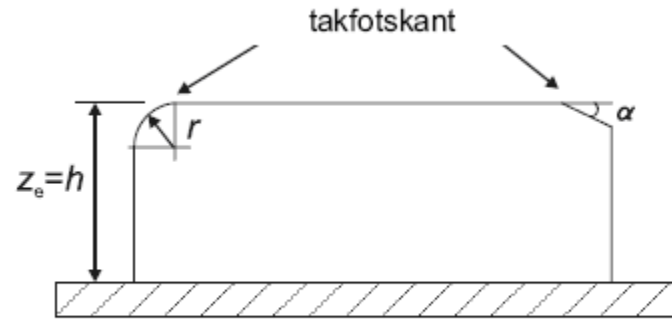
Formfaktorer tak

- Plana tak – $-5^\circ < \alpha < 5^\circ$
- Pulpettak
- Sadel och motfallstak
- Valmade tak
- Multipeltak
- Bågtak och kupoler (NA godkänner inte utan hänvisar till fall i Snö&Vindlast)

7.2.3 Vindlast plana tak

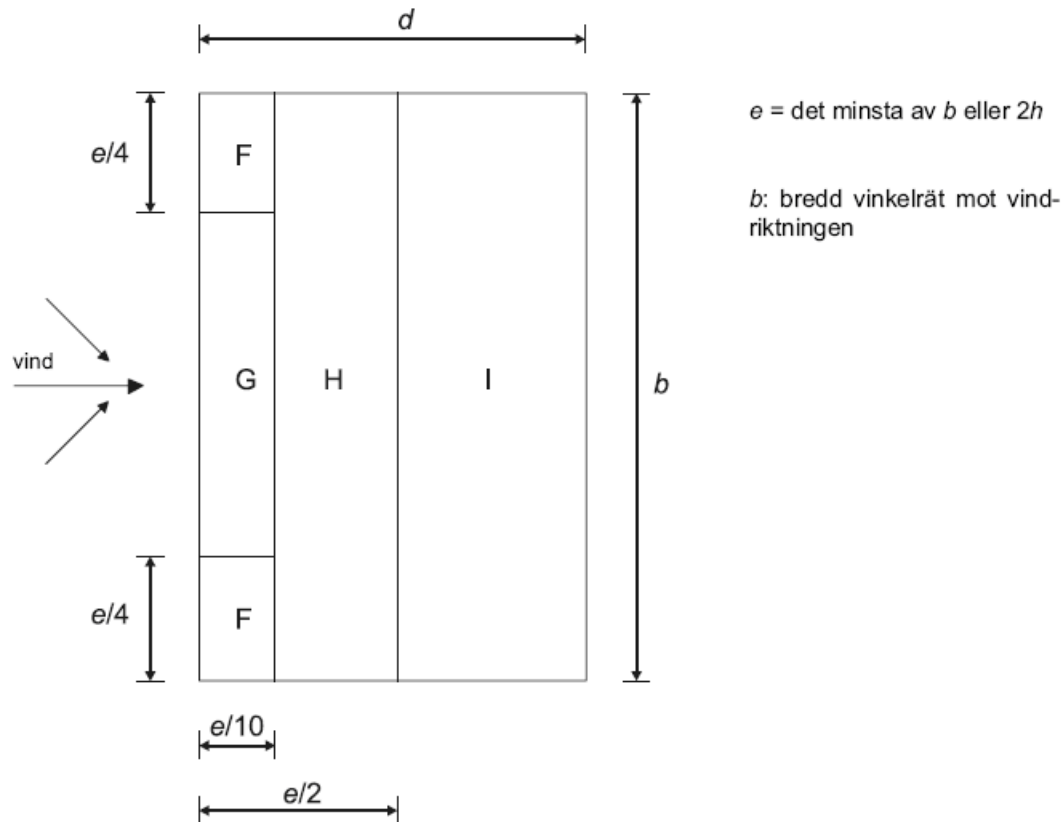


Bröstningar



Avrundad eller avfasad takfot

7.2.3 Vindlast plana tak



7.2.3 Vindlast plana tak



Taktyp		Zon								
		F		G		H		I		
		$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	
Normal takfot		-1,8	-2,5	-1,2	-2,0	-0,7	-1,2	+0,2	-0,2	
		Med bröstning		$h_p/h=0,025$	-1,6	-2,2	-1,1	-1,8	-0,7	-1,2
		$h_p/h=0,05$	-1,4	-2,0	-0,9	-1,6	-0,7	-1,2	+0,2	-0,2
		$h_p/h=0,10$	-1,2	-1,8	-0,8	-1,4	-0,7	-1,2	+0,2	-0,2
Avrundad takfot		$r/h = 0,05$	-1,0	-1,5	-1,2	-1,8	-0,4	+0,2	-0,2	
		$r/h = 0,10$	-0,7	-1,2	-0,8	-1,4	-0,3	+0,2	-0,2	
		$r/h = 0,20$	-0,5	-0,8	-0,5	-0,8	-0,3	+0,2	-0,2	
Mansardformad takfot		$\alpha = 30^\circ$	-1,0	-1,5	-1,0	-1,5	-0,3	+0,2	-0,2	
		$\alpha = 45^\circ$	-1,2	-1,8	-1,3	-1,9	-0,4	+0,2	-0,2	
		$\alpha = 60^\circ$	-1,3	-1,9	-1,3	-1,9	-0,5	+0,2	-0,2	

ANM. 1 För tak med bröstning eller avrundad takfot kan linjär interpolation tillämpas för mellanliggande värden av h_p/h och r/h .

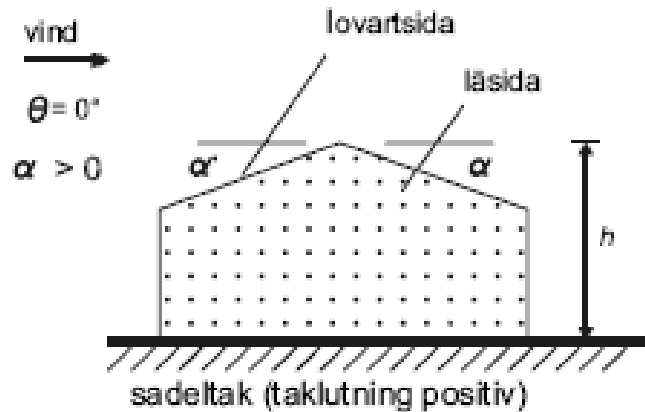
ANM. 2 För tak med takfot av mansardform kan linjär interpolation tillämpas för α mellan 30° , 45° och 60° . För $\alpha > 60^\circ$ kan linjär interpolation tillämpas mellan $\alpha = 60^\circ$ och värden för normal takfot.

ANM. 3 I zon I, där både positiva och negativa värden anges, ska bägge värdena beaktas.

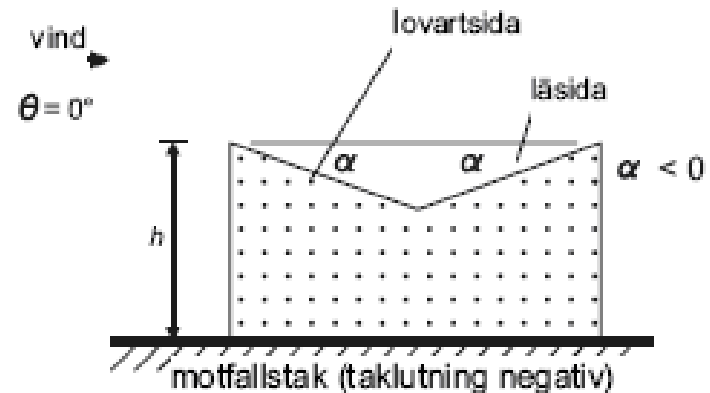
ANM. 4 För själva takfoten på tak med mansardformad takfot kan formfaktorerna i tabell 7.4a tillämpas med $\theta = 0^\circ$ inom zonerna F och G där formfaktorerna är beroende på takfotens lutning.

ANM. 5 För själva takfoten på tak med avrundad takfot kan formfaktorerna längs avrundningen bestämmas med linjär interpolation mellan formfaktorerna för vägg och tak.

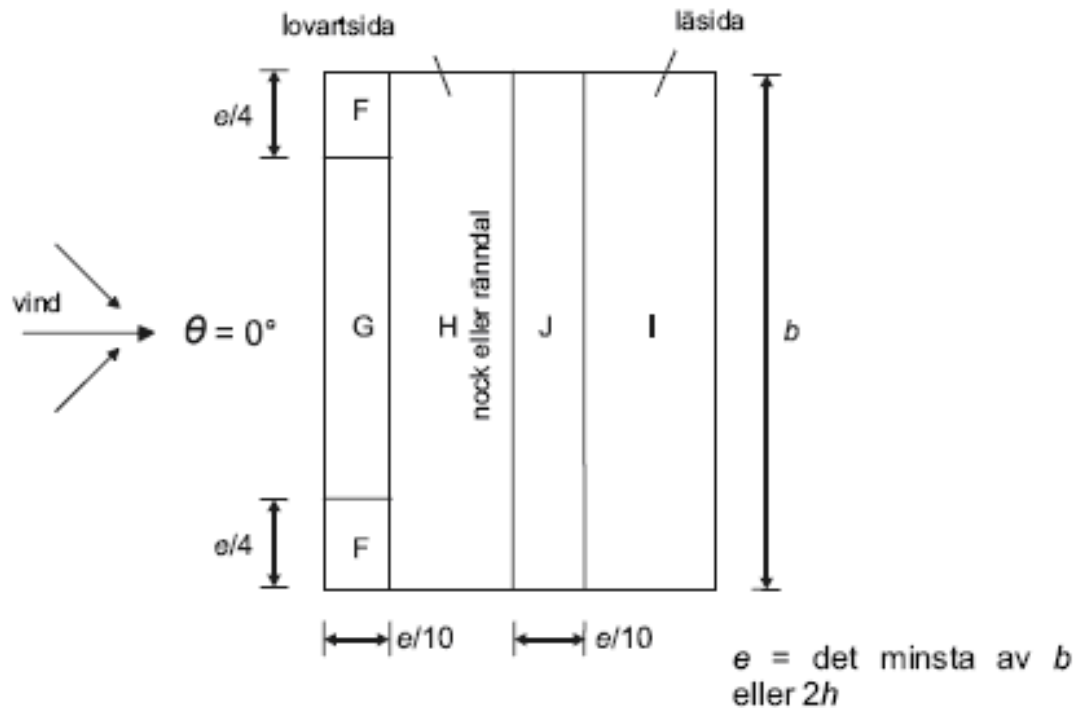
7.2.5 Vindlast sadeltak



(a) allmänt



7.2.5 Vindlast tak, vind mot långsida



(b) vindriktning $\theta = 0^\circ$

b : bredd vinkelrät mot vindriktningen

7.2.5 Vindlast tak, formfaktorer

långsida



Taktlutning 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 vindriktningen $\theta = 0^\circ$ och taktlutning mellan $\alpha = -5^\circ$ och $+45^\circ$ ändras vindlasten snabbt mellan positiva och negativa värden, därför anges både positiva och negativa värden. För dessa tak bör fyra fall beaktas. De största eller minsta värdena inom zonerna F, G och H kombineras med de största eller minsta värdena inom zonerna I och J. Det inte tillåtet att blanda positiva och negativa värden inom samma takhalva.

ANM. 2 För mellanliggande taktlutningar med samma tecken kan linjär interpolation mellan värden med samma tecken tillämpas (interpolera dock inte mellan $\alpha = +5^\circ$ och $\alpha = -5^\circ$ utan använd istället värdena för plana tak enligt 7.2.3). Värdet 0,0 är angivet för att underlätta interpolation.

Exempel sadeltak $\alpha = 5,0^\circ$

$$e = \min(b; 2h) = \min(72,00; 14,60) = 14,60 \text{ m}$$

$$e/10 = 1,46 \text{ m}$$

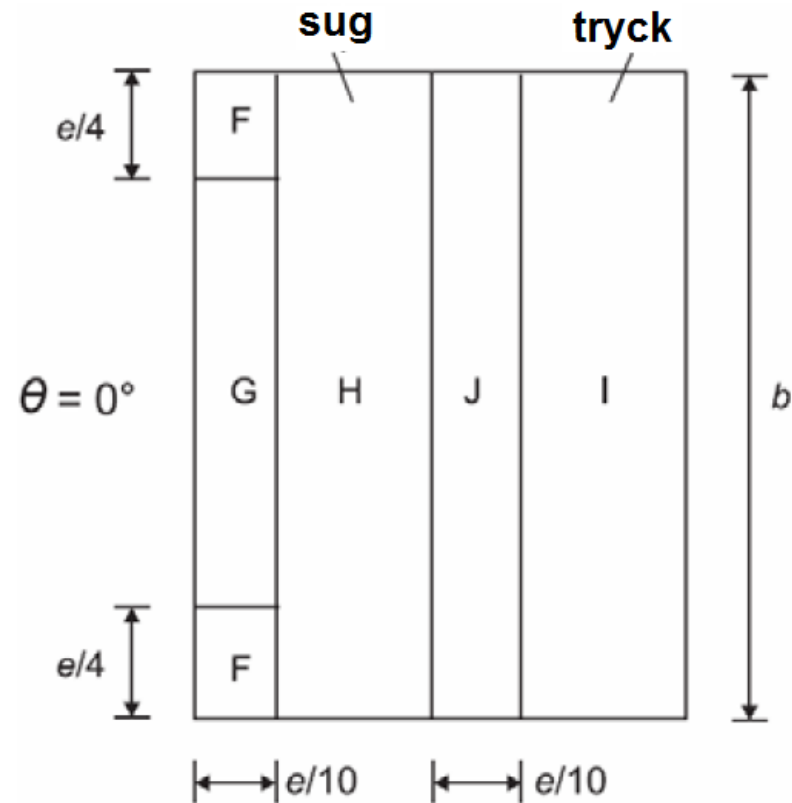
$$e/4 = 3,65 \text{ m}$$

$$G: c_{pe} = -1,2$$

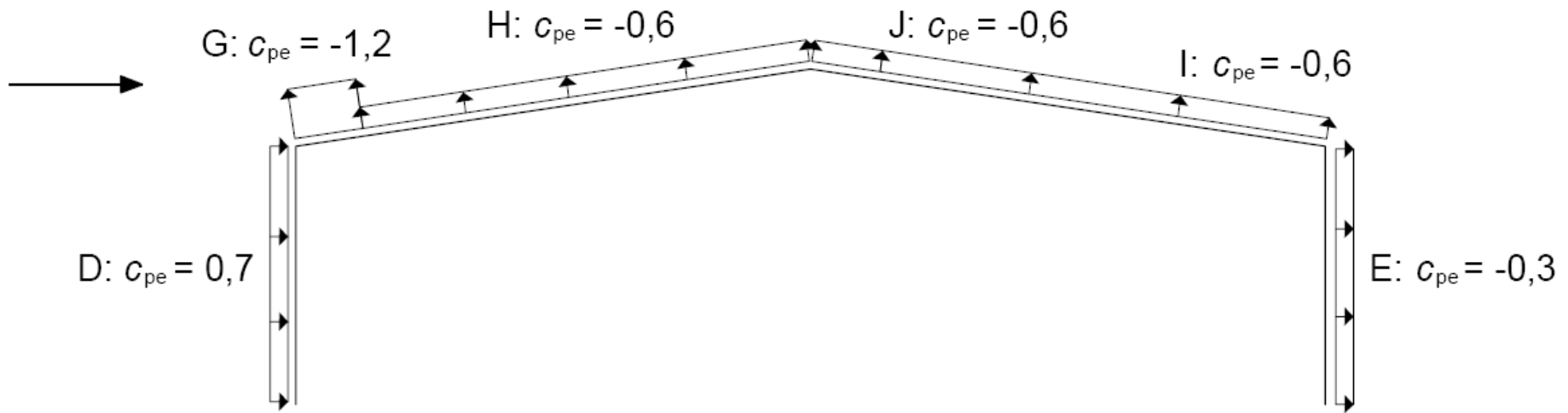
$$H: c_{pe} = -0,6$$

$$I: c_{pe} = -0,6$$

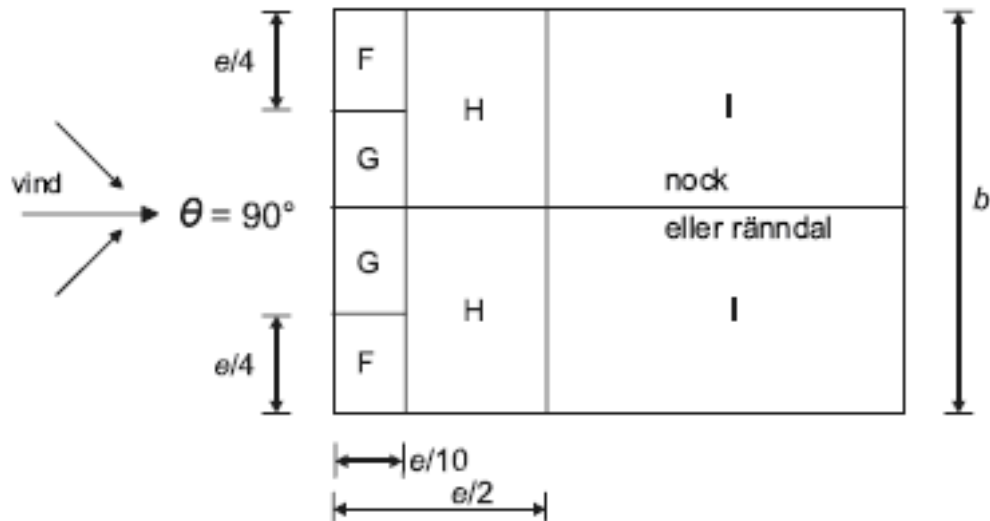
$$J: c_{pe} = 0,2 / -0,6$$



Exempel sammanställning



7.2.5 Vindlast tak, vind mot gavel



(c) vindriktning $\theta = 90^\circ$

7.2.5 Vindlast tak, formfaktorer gavel



Taklutning 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	

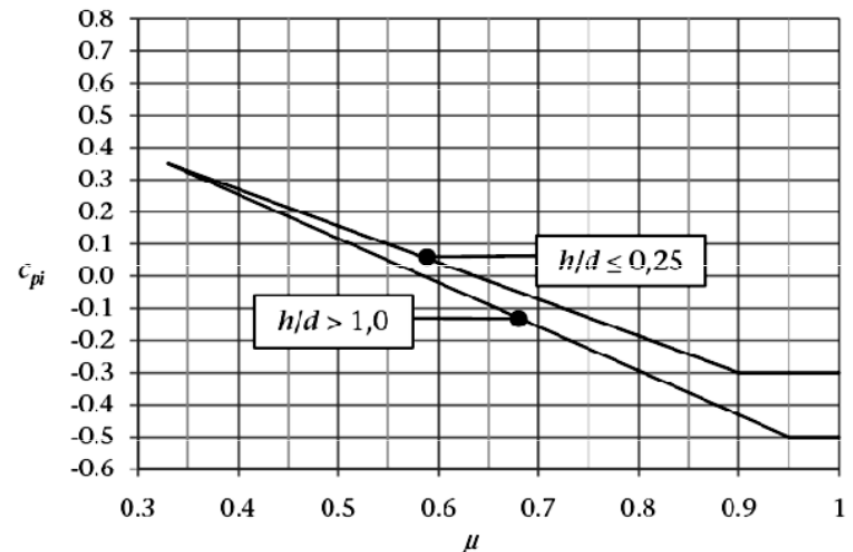
7.2.9 Invändig vindlast, $w = c_{pi} q_{pk}$

- In- och utvändig vindlast skall anses verka samtidigt
- Formfaktorn c_{pi} beror på öppningars storlek och fördelning över byggnadens omslutande ytor
 - Om minst två sidor i en byggnad (fasader eller tak) har öppningar som överstiger 30% av sidans area bör värden på c_{pi} inte användas
 - Om en sida av byggnaden har mer än dubbelt så stor öppningsarea som byggnadens övriga sidor tillsammans anses sidan dominant, och EN 1991-1-4 ger speciella regler för bestämning av c_{pi} i sådana fall
 - I övriga fall kan c_{pi} bestämmas enligt nedan

7.2.9 Formfaktorn c_{pi}

- Formfaktorn c_{pi} bestäms som funktion av relativ öppningsarea μ definierad som

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



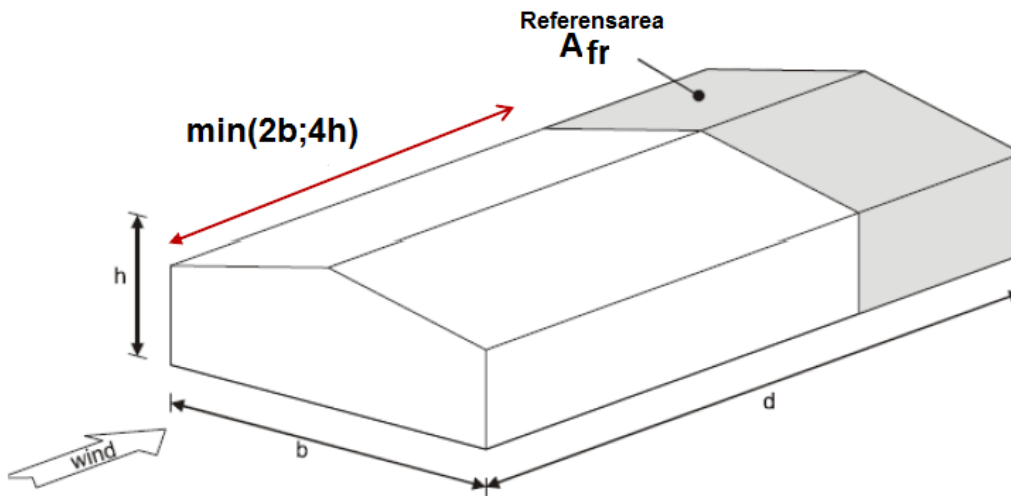
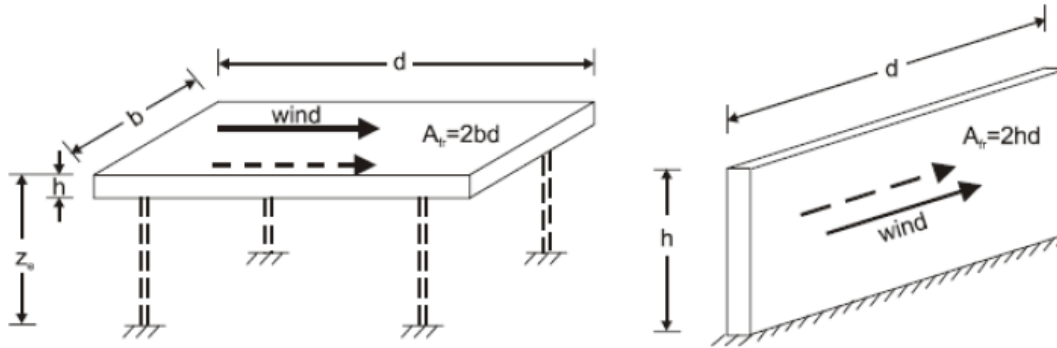
Måste bestämmas för respektive vindriktning



7.2.9 Vindlast, invändigt undertryck

- Om det är 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.

7.5 Friktion



Exempel vindlast

- Vara tätort, terrängtyp III $v_b=25$ m/s
- Hall 10 m hög
- $q=0,58$ kN/m²

Exempel vindlast pelare

- För $h/d < 0,25$ ($h=10$ m, $d=40$ m)
 - $C_{pe}=0,7$ (tryck)
 - $C_{pi}=-0,3$ (undertryck)
 - $q_{p(z_e)}=0,58$ kN/m²
 - $F_w = c_s c_d * c_f * q_p(z_e) * A_{ref}$
 - $q_w = 1,0 * (0,7 + 0,3) * 0,58 * 6 = 3,5$ kN/m