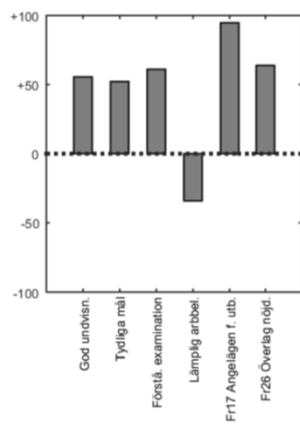


VSMF10 Byggnadskonstruktion 9 hp VT19



F1-F3: Bärande konstruktioners säkerhet och funktion

Krav på konstruktioner

- Säkerhet mot brott
 - Lokalt (balk, pelare etc får ej brista)
 - Globalt (stabilitet, hus får ej blåsa omkull)
 - Olycksfall (ej fortskridande ras)
- Funktion vid normal användning
 - Permanent skada (tex deformationer)
 - Tillfällig olägenhet (tex obehagliga vibrationer)
- Beständighet
 - Säkerhet och funktion skall bibehållas under avsedd livslängd

Olycksfall

- Fortskridande ras får inte inträffa

Ronan Point 1968

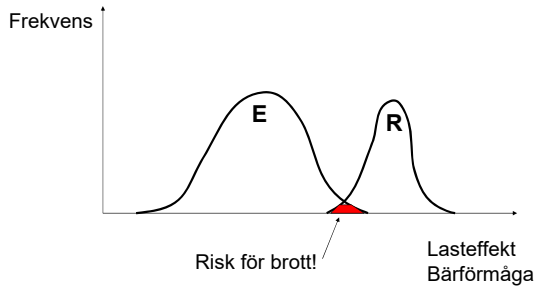


Dimensionering

- Att se till att lasteffekten är mindre än bärförmågan
- E =lasteffekt
- R =bärförmåga

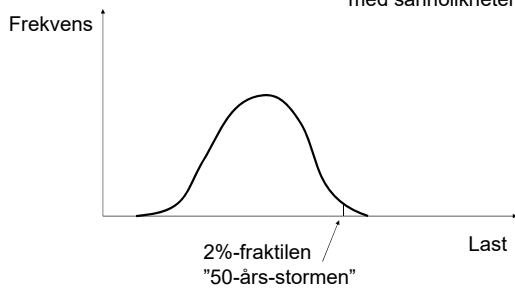
$$E < R$$

Dimensionering



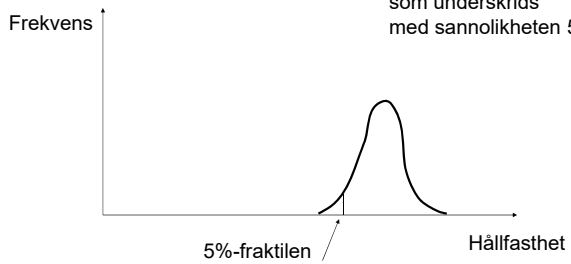
Karakteristiska värden

Karakteristisk last – tex last som överskrids med sannolikheten 2%

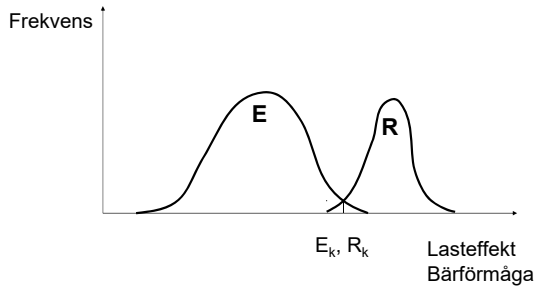


Karakteristiska värden

Karakteristisk hållfasthet – hållfasthet som underskrids med sannolikheten 5%



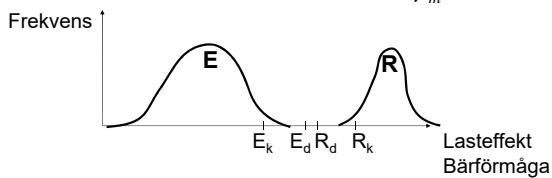
Dimensionering



Partialkoefficientmetoden

- Ytterligare säkerhetsmarginal med partialkoefficientmetoden

$$F_d = \gamma_d \gamma_f F_k \Rightarrow E_d \quad f_d = \eta \frac{f_k}{\gamma_m} \Rightarrow R_d$$



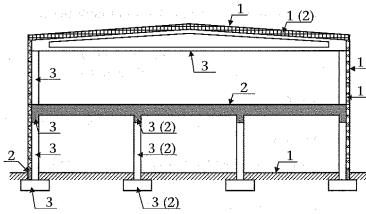
Partialkoefficienter

γ_f Beaktar osäkerhet rörande lastens storlek

Liten osäkerhet	Stor osäkerhet
Egentyngd	Snölast
	Vindlast
	Nyttig last

Partialkoefficienter

γ_d Beaktar konsekvenserna av brott (personskador), beror på säkerhetsklass



sk1: $\gamma_d=0.83$

sk2: $\gamma_d=0.91$

sk3: $\gamma_d=1.0$

Tabell 1.2

Se EKS10 sid 6-7

Partialkoefficienter

γ_m Beaktar osäkerhet i hållfasthetsvärden, tvärsnittsmått mm.

Mindre osäkerhet	Större osäkerhet
Stål	Betong
	Trä

Partialkoefficienter

η Beaktar systematiska skillnader mellan hållfastheten i en provkropp och i en konstruktion. Det kan handla om tex volym-, fukt- och temperatureffekter.

Ofta anges ett värde för η / γ_m

Klassificering av laster

- Variation i tiden
 - Permanent last
 - Variabel last
 - Olyckslast
- Variation i rummet
 - Bunden last
 - Fri last

Karakteristiskt lastvärde

- G_k permanent last – den permanenta lastens tidsmedelvärde
- Q_k variabel last – den last som i genomsnitt överskrider en gång på 50 år
- Q_{ak} Olyckslast – kan ej definieras statistiskt

Samverkande lastvärde

- Ej sannolikt att flera laster är stora samtidigt.
- En last med karakteristiskt värde, övriga med samverkande lastvärde:

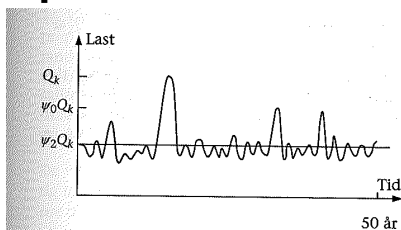
$$\psi Q_k$$

- $\psi \leq 1$ reduktionsfaktor eller lastkombinationsfaktor som beror på lastens varaktighet.

Samverkande lastvärden

- $\psi_0 Q_k$ Kombinationsvärde
- $\psi_1 Q_k$ Frekvent värde
- $\psi_2 Q_k$ Kvasipermanent värde

Representativa lastvärden



- Q_k = Karakteristiskt lastvärde (50 -årslasten)
- $\psi_0 Q_k$ = Kombinationslastvärde (\approx 5-årslasten)
- $\psi_1 Q_k$ = Frekvent lastvärde (överskrids \approx 1 % av tiden)
- $\psi_2 Q_k$ = Kvasipermanent lastvärde (\approx lastens tidsmedelvärde)

Lastkombinationer

I Eurokod finns angivet lastkombinationer för

- Brottgränstillstånd – avser säkerhet mot brott
- Bruksgränstillstånd – avser funktion vid normal användning

Brottgränstillstånd

- EQU – Stjälpning equilibrium
- **STR – Material- eller stabilitetsbrott** structure
- GEO – Brott i undergrunden
- FAT – Utmattning fatigue

Lastkombinationer

	Lastkombination		
	STR ¹	STR ²	EQU ²
Uppsättning ²	B	B	A
Ekvation ²	6.10a ³	6.10b ¹	6.10 ³
Permanent last G			
- ogynnsam $G_{kj,sup}$	$\gamma_d 1,35G_{kj,sup}$	$\gamma_d 1,2G_{kj,sup}$	$\gamma_d 1,1G_{kj,sup}$
- 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}	-	$\gamma_d 1,5Q_{k,1}$	$\gamma_d 1,5Q_{k,1}$
- övriga var. laster $\sum \psi_{0,i} Q_{k,i}$	$\gamma_d 1,5\psi_{0,i} Q_{k,i}$	$\gamma_d 1,5\psi_{0,i} Q_{k,i}$	$\gamma_d 1,5\psi_{0,i} Q_{k,i}$

STR 6.10b: $Q_d = \gamma_d 1,2G_k + \gamma_d 1,5Q_k + \gamma_d 1,5\psi_0 Q_k$ Sid. 3

Huvudlast

- En last räknas som huvudlast.
- Övriga laster räknas med samverkande värde.
- I regel måste man undersöka tex både snö som huvudlast och vind som huvudlast för att vara säker på vilket som är värst.
- Variabel last sätts till 0 om detta är ogynnsamt.

Lastkombinationer

Tabell 1.5. Lastkombinationer i bruksgränstillståndet (EKS 1).

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

¹ Enligt EN 1990

² Motsvarar permanent skada – irreversibla gränstillstånd

³ Motsvarar tillfällig olägenhet – reversibla gränstillstånd

⁴ Motsvarar långtidslast – långtidseffekter och effekter rörande bärverkets utseende

Sid 4

Permanenta laster

- Egentyngd
- Jordlast och jordtryck
- Vattentryck

Variabla laster

- Nyttig last
 - Last relaterad till användningen av lokalen
 - Tex last av inredning och personer
- Snölast
- Vindlast

Nyttig last

Tabell 1.7. Karakteristisk Nyttig last av inredning och personer enligt EKS 1. Reduktionsfaktor γ enligt Tabell 1.6. Hela lasten är fri.

Kategori Lokaltyp/utrymme	Utbredd last (kN/m ²) q_k	Konc. last (kN) Q_k
A Bostäder o. d.		
- Bjällklag	2,0	2,0
- Trappor	2,0	2,0
- Balkonger	3,5	2,0
- Vindsbjällklag I	1,0	1,5
- Vindsbjällklag 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, läsrum)	2,5	3,0
- C2: utrymmen med fasta sittplatser (t.ex. kyrkor, teatrar, biografteater, konferenslokaler, föreläsningssal, samlingslokal, väntrum)	2,5	3,0
- C3: utrymmen utan hinder för människor i rörelse (t.ex. museer, utställningslokaler, ...)	3,0	3,0

Nyttig last

- Vid stor belastad area får nyttig last reduceras
- Vid många våningar får nyttig last reduceras

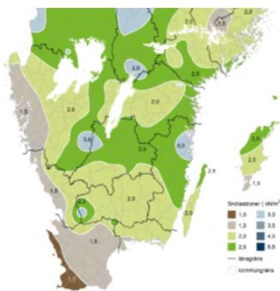
Snölast

$$s = \mu C_e C_t S_k$$



- S karakteristisk snölast på tak [kN/m²]
- S_k snölastens grundvärde på mark [kN/m²]
- C_t termisk koefficient (ofta 1)
- C_e exponeringsfaktor
- μ formfaktor

Snölast



Ex: Helsingborg $s_k = 1.0 \text{ kN/m}^2$
Åre $s_k = 3.5\text{-}5.5 \text{ kN/m}^2$

Se Figur 1.1
Karta med orter utsatta
finns på boverkets hemsida

BFS 2015:61

Snölast

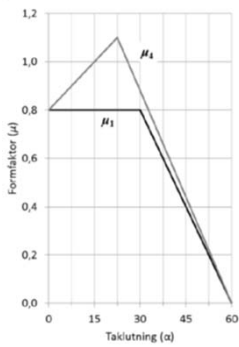
- C_t termisk koefficient
- Beaktar att snön smälter pga värmeläckage genom taket.
- Sätts normalt till 1
- Annat värde kan vara aktuellt för varaktigt uppvärmt, oisolerat utrymme

Snölast

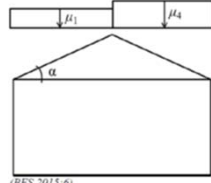
- C_e exponeringsfaktor
- Beaktar skillnad i snömängd på tak jämfört med på mark
- Sätts normalt till 1 (får ej sättas < 1)
- Högre värde kan vara aktuellt tex i fall där snö från högre belägna träd/hus etc kan blåsa ner på taket

Snölast

Figur C-3a Formfaktorer för sadeltak.



Figur C-3b Lastfördelning på sadeltak.



(BFS 2015:6)

Snölast

Reduktionsfaktorer för snölast, se Tabell 1.6
Obs tryckfel i tabellen

Snölast	ψ_0	ψ_1	ψ_2
$s_k \geq 3 \text{ kN/m}^2$	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

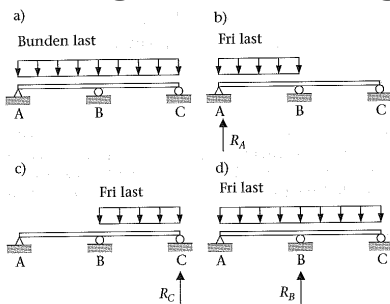
Klassificering av laster

- Variation i tiden
 - Permanent last
 - Variabel last
 - Olyckslast
- Variation i rummet
 - Bunden last
 - Fri last

Farlig lastställning

- Snölast: Variabel, bunden
- Vindlast: Variabel, bunden
- Nyttig last: Variabel, fri
- Variabel last sätts till noll om det är ogynnsamt
- Bunden last belastar alltid hela ytan
- Fri last sätts till noll på del av ytan om det är mer ogynnsamt

Farlig lastställning



Figur 2.7. Illustration av bunden och fri last. a) Bunden last. b - d) Alternativ placering av fri last. a) + b) Ger max moment i fack AB och max R_A . a) + c) Ger max fältmoment i fack BC och max R_C . a) + d) Ger max stödmoment och max R_B .

Vindlast

$$w = w_e + w_i = q_p (c_{pe} + c_{pi})$$

- w karakteristisk vindlast [kN/m²]
- w_e yttre vindlast
- w_i inre vindlast

Vindlast

$$w = w_e + w_i = q_p (c_{pe} + c_{pi})$$

- w karakteristisk vindlast [kN/m²]
- q_p vindens hastighetstryck [kN/m²], beror av geografiskt läge, terrängtyp och byggnadshöjd
- c_{pe} formfaktor för utvändigt vindlast
- c_{pi} formfaktor för invändigt vindlast

höjd (m)	$v_b = 25 \text{ m/s}$ Terrängtyp					$v_b = 26 \text{ m/s}$ Terrängtyp				
	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

q_p

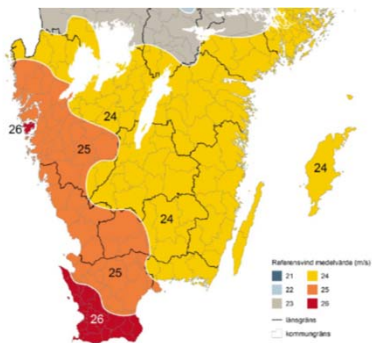
Tabell 1.11

Ex: Helsingborg 26 m/s

Vindlast

- Referensvindhastighet, v_b , för olika orter finns i figur 1.4
- Beskrivning av terrängtyper i tabell 1.10
- Höjden avser byggnadens **högsta** höjd, tex nockhöjd.
- På säkra sidan räknar man ofta med konstant vindlast på hela höjden.

Referensvindhastighet v_b

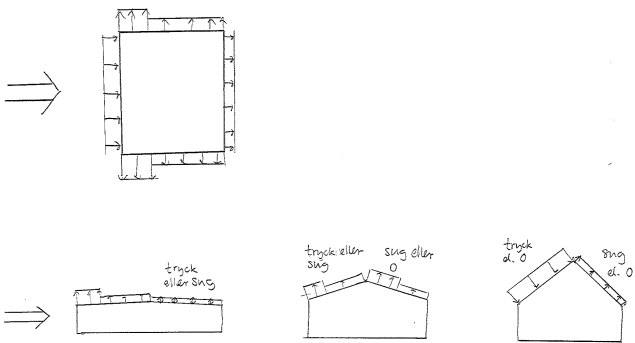


(BFS 2015:6)

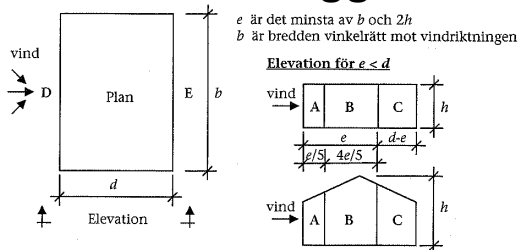
Tabell 1.10 Definition av terrängtyper (SS-EN 1991-1-4, 4.3.3).

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

Principskiss vindlast (förenklat)



Vindlast vägg



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		

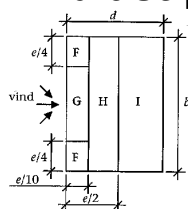
Vindlast

$C_{pe,1}$ Formfaktor för ytor på 1 m² och mindre.
Används tex för fästdon och beklädnads-
element

$C_{pe,10}$ Formfaktor för ytor på 10 m² och mer.
Används för bärverk som helhet.

Mellanliggande ytor: logaritmisk interpolering.

Vindlast plana tak



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

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

Invändig vindlast

C_{pi} beror på öppningsareor med vindsug/total öppningsarea

Om det inte är möjligt eller motiverat att uppskatta öppningsareor används det mest ogynnsamma av:

+0.2 (tryck) och -0.3 (sug).

ψ för vindlast

$$\psi_0 = 0.3$$

$$\psi_1 = 0.2$$
