

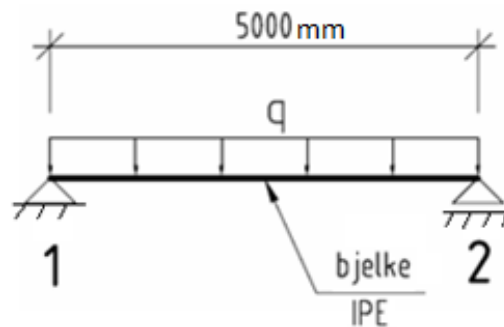
EKSAMEN

Emnekode: IRB21519	Emnenavn: Konstruksjonsteknikk 1
Dato: 07.12.2020 Sensurfrist: 28.12.2020	Eksamenstid: 0900-1300
Antall oppgavesider: 4 Antall vedleggsider: 17	Faglærer: Marius Birkeland tlf. 920 38 772 Oppgaven er kontrollert: Ja
Hjelpemidler: - Egen kalkulator.	
Om eksamensoppgaven: <i>Dersom du savner opplysninger som er nødvendige for at du skal kunne løse oppgavene, gjør nødvendige antagelser og begrunn dette i besvarelsen.</i>	
Kandidaten må selv kontrollere at oppgavesettet er fullstendig	



Oppgave 1 – Enhetslastmetoden (15 + 10 = 25 %)

Gitt en fritt opplagt bjelke med samme tverrsnitt og material over hele lengden:

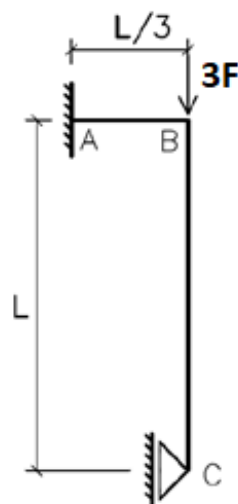


Belastning i **bruks**grensetilstand (SLS), $q = 20 \text{ kN/m}$ (inkl. egenvekt til stålbejelke).

- Finne nedbøyning på midten med bøyestivhet EI som konstant. Bruk enhetslastmetoden.
- Det er valgt IPE240 bjelke av stål med $E = 210\,000 \text{ N/mm}^2$ og $I = 389\,000\,00 \text{ mm}^4$. Nedbøyningskravet til bjelken er $\frac{L}{300}$, der L er spennvidden. Tilfredsstill IPE240 bjelken nedbøyningskravet?

Oppgave 2 – Kraftmetoden (15 + 10 = 25%)

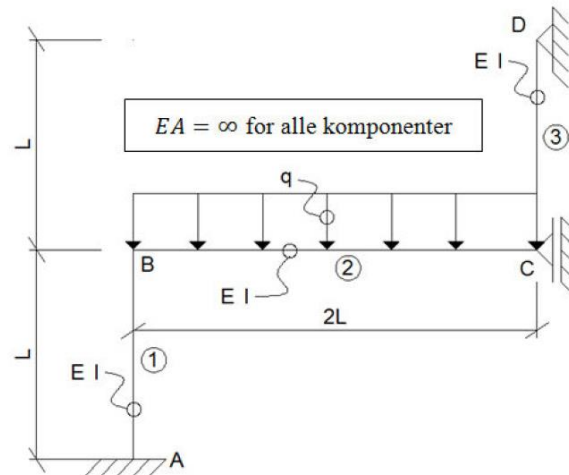
Gitt en ramme med statisk system og påført kraft, $3F$, som vist på figuren under. Forutsett bøyestivhet lik EI for begge bjelkene i rammen.



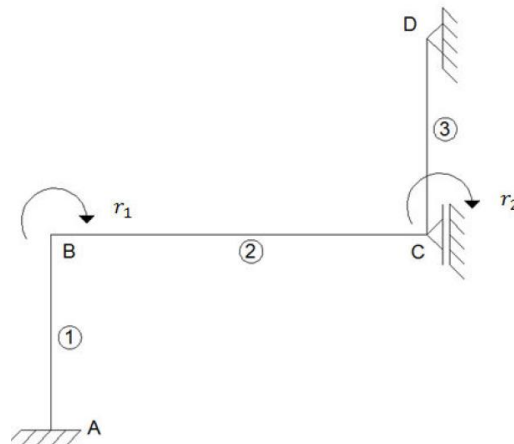
- Vis ved bruk av **kraftmetoden** at reaksjonskraften i punkt C er lik $\frac{1}{4}F$
- Tegn endelig momentdiagram for hele rammen og angi verdiene for momentet i punkt A, B og C.

Oppgave 3 – Matrisestatikk/Forskyvningsmetoden (10 + 10 + 5 = 25%)

Gitt en ramme med et statisk system og påført kraft som vist i figuren under.



Det er tilstrekkelig med to frihetsgrader som vist i figuren under for å for å bestemme lastvirkningene i rammen.



a) Benytt basistilfeller til å beregne stivhetsmatrisen:

$$\mathbf{K} = \begin{bmatrix} K_{11} & K_{12} \\ K_{21} & K_{22} \end{bmatrix}$$

b) Benytt basistilfeller til å løse fastholdingstilstand.
 Benytt resultatet til å finne lastvektoren:

$$\mathbf{R} = \begin{bmatrix} R_1 \\ R_2 \end{bmatrix} \quad \text{hvor} \quad \mathbf{R} = \mathbf{R}_{fri}$$

c) Finn rotasjonene r_1 og r_2 ved å løse likevektslikningen:

$$\mathbf{K}\mathbf{r} = \mathbf{R} \quad \Leftrightarrow \quad \begin{bmatrix} K_{11} & K_{12} \\ K_{21} & K_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} r_1 \\ r_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} R_1 \\ R_2 \end{bmatrix}$$

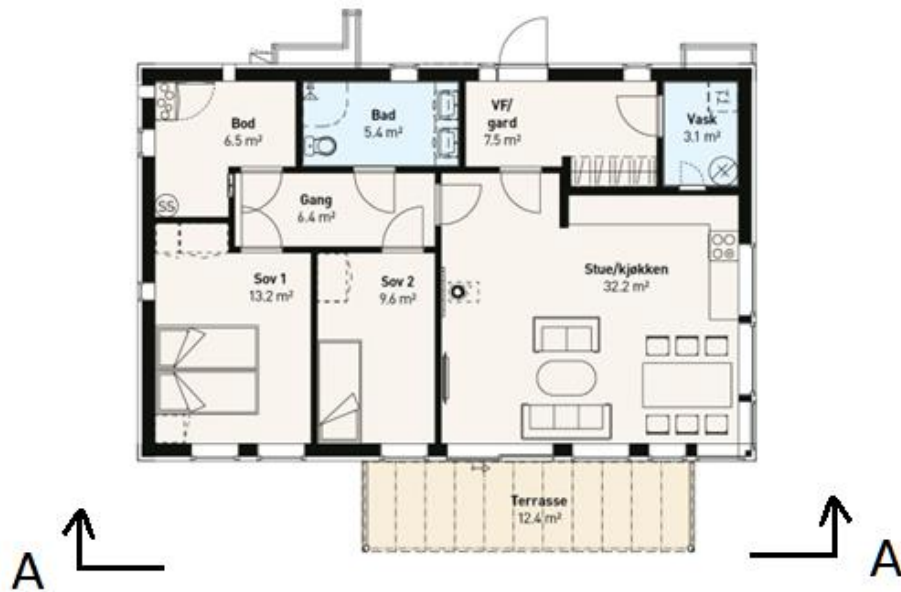
Lag en enkel skisse av deformasjonsmønsteret til rammen i frigjøringsstilstand. Gi en kort begrunnelse for hvorfor $r_2 > r_1$

Oppgave 4 – Lastkombinasjoner (5+10+10 = 25%)

Gitt en funksisbolig i Halden, med bæresystem av tre, som vist på bilde og tegning under:

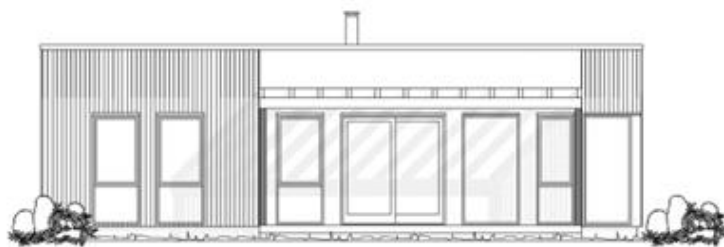


Plantegning fra Arkitekt:



Fasadetegning fra Arkitekt:

Snitt A-A:



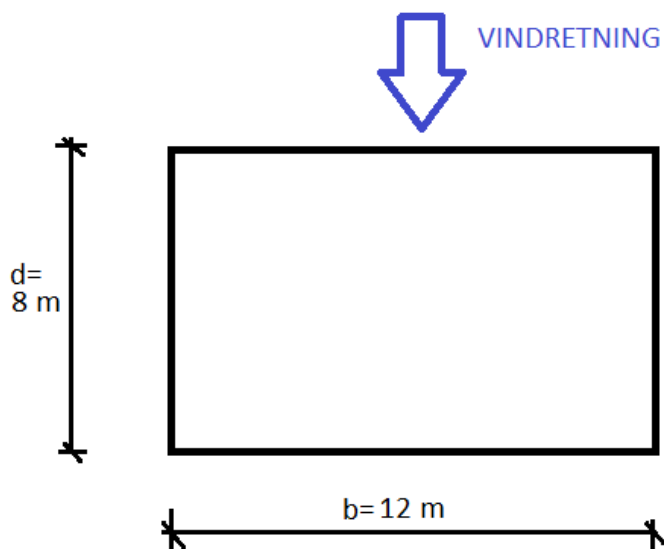
Oppgave 4 – Lastkombinasjoner (5+10+10 = 25%) fortsetter

Funkisboligen i Halden ligger **30 moh**, med **terrengkategori III**.

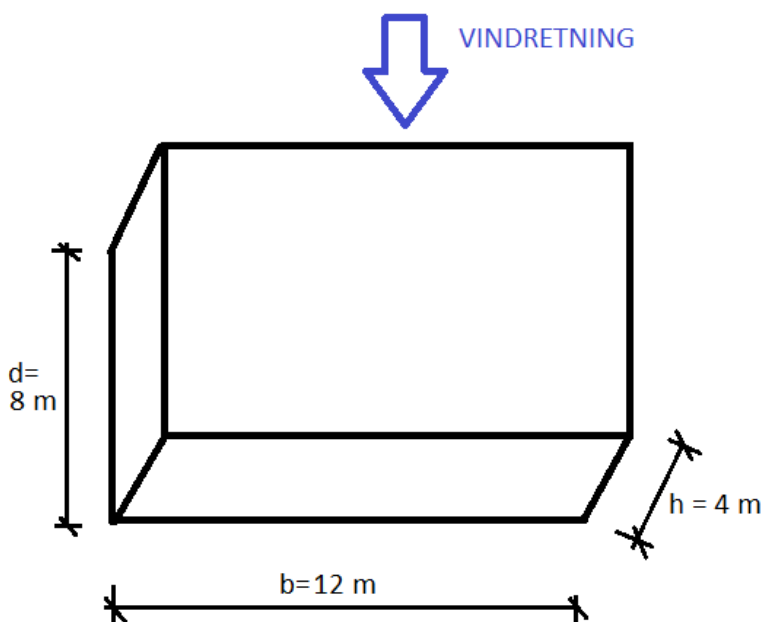
Egenvekt tak, inkl. himling: **1,0 kN/m²**

- Hva blir snølast på tak? Anta $C_e = 1,0$ og $C_t = 1,0$.
- Finn **bruddlast** (ULS) på tak i kN/m².
- Finn vindlast på vegger og tegn lastfigur for vindretning dersom vind blåser på tvers av lengderetningen som vist på figurer under. Bruk $C_{pe,10}$ for formfaktor iht. NS-EN 1991-1-4 og figurer under for å løse oppgaven.

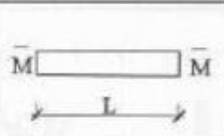
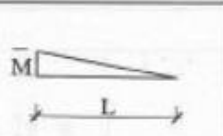
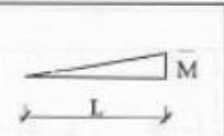
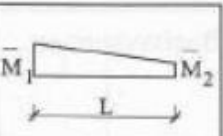
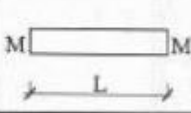

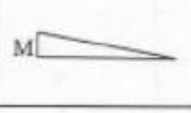
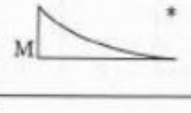
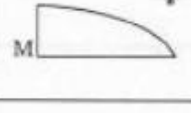
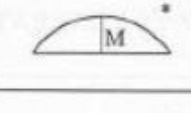
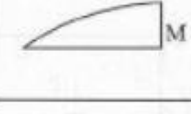
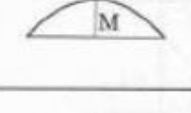
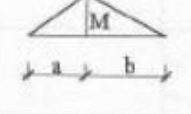
Forenklet plantegning RIB (for beregning av vindlast på vegger):



Forenklet skisse RIB (for beregning av vindlast på vegger):



Vedlegg: Integrasjonstabeller

				
	$M\bar{M}L$	$\frac{1}{2}M\bar{M}L$	$\frac{1}{2}M\bar{M}L$	$\frac{1}{2}M(\bar{M}_1 + \bar{M}_2)L$
	$\frac{1}{2}(M_1 + M_2)\bar{M}L$	$\frac{1}{6}(2M_1 + M_2)\bar{M}L$	$\frac{1}{6}(M_1 + 2M_2)\bar{M}L$	$\frac{1}{6}[M_1(2\bar{M}_1 + \bar{M}_2) + M_2(\bar{M}_1 + 2\bar{M}_2)]L$
	$\frac{1}{2}M\bar{M}L$	$\frac{1}{3}M\bar{M}L$	$\frac{1}{6}M\bar{M}L$	$\frac{1}{6}M(2\bar{M}_1 + \bar{M}_2)L$
	$\frac{1}{3}M\bar{M}L$	$\frac{1}{4}M\bar{M}L$	$\frac{1}{12}M\bar{M}L$	$\frac{1}{12}M(3\bar{M}_1 + \bar{M}_2)L$
	$\frac{2}{3}M\bar{M}L$	$\frac{5}{12}M\bar{M}L$	$\frac{1}{4}M\bar{M}L$	$\frac{1}{12}M(5\bar{M}_1 + 3\bar{M}_2)L$
	$\frac{2}{3}M\bar{M}L$	$\frac{1}{3}M\bar{M}L$	$\frac{1}{3}M\bar{M}L$	$\frac{1}{3}M(\bar{M}_1 + \bar{M}_2)L$
	$\frac{2}{\pi}M\bar{M}L$	$\frac{2\pi - 4}{\pi^2}M\bar{M}L$	$\frac{4}{\pi^2}M\bar{M}L$	$\frac{2}{\pi^2}M[(\pi - 2)\bar{M}_1 + 2\bar{M}_2]L$
	$\frac{2}{\pi}M\bar{M}L$	$\frac{1}{\pi}M\bar{M}L$	$\frac{1}{\pi}M\bar{M}L$	$\frac{1}{\pi}M(\bar{M}_1 + \bar{M}_2)L$
	$\frac{1}{2}M\bar{M}L$	$\frac{1}{6}(1 + \frac{b}{L})M\bar{M}L$	$\frac{1}{6}(1 + \frac{a}{L})M\bar{M}L$	$\frac{1}{6}M[\bar{M}_1(1 + \frac{b}{L}) + \bar{M}_2(1 + \frac{a}{L})]L$
<p>* Momentforløpet er gitt ved et annengrads polynom (parabel) ** Momentforløpet er gitt ved en sinusfunksjon</p> <p>Tabellen gir verdien av integralet: $\int_0^L M(x)\bar{M}(x) dx$</p>				

Vedlegg: Formler Kraftmetoden

Formler:

$$\varphi_{10} + \varphi_{11} \cdot X_1 = 0$$

$$\delta_{10} + \delta_{11} \cdot X_1 = 0$$

$$A = A_0 + A_1 \cdot X_1$$

$$B = B_0 + B_1 \cdot X_1$$

$$C = C_0 + C_1 \cdot X_1$$

$$M_B = M_{B0} + M_{B1} \cdot X_1$$

Vedlegg: Formler matrisestatikk/forskyvningsmetoden

$$\mathbb{K} \mathbb{H} = \mathbb{R} \leftarrow \text{lastvektor}$$

\uparrow \uparrow Forskyvningsvektor
 \uparrow Stivhetsmatrise

Med 2 frihetsgrader:

$$\begin{bmatrix} K_{11} & K_{12} \\ K_{21} & K_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} v_1 \\ v_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} R_1 \\ R_2 \end{bmatrix}$$

$$\mathbb{H} = \mathbb{K}^{-1} \mathbb{R}$$

Hvis $\mathbb{K} = \begin{bmatrix} K_{11} & K_{12} \\ K_{21} & K_{22} \end{bmatrix}$

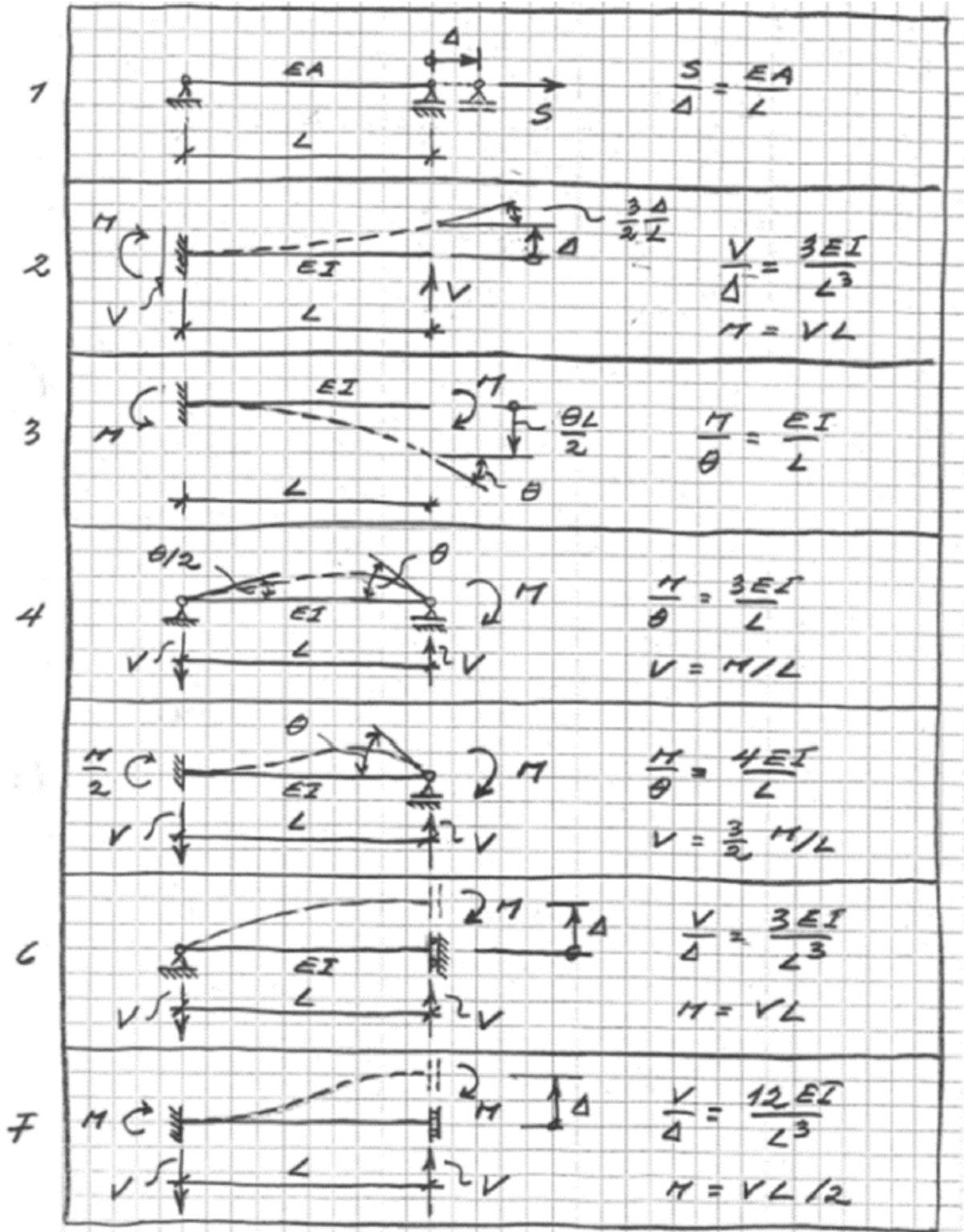
er $\mathbb{K}^{-1} = \frac{1}{K_{11} \cdot K_{22} - K_{12} \cdot K_{21}} \begin{bmatrix} K_{22} & -K_{12} \\ -K_{21} & K_{11} \end{bmatrix}$

Vedlegg: Basistilfeller mht. lastvirkningen

1		$M_A = \frac{qL^2}{2}, V_A = qL$ $\Delta = \frac{qL^4}{8EI}, \theta = \frac{qL^3}{6EI}$
2		$V_A = V_B = \frac{qL}{2}$ $\Delta = \frac{5qL^4}{384EI}, \theta = \frac{qL^3}{24EI}$
3		$M_A = \frac{qL^2}{8}, V_A = \frac{5qL}{8}, V_B = \frac{3qL}{8}$ $\Delta = \frac{qL^4}{192EI}, \theta = \frac{qL^3}{48EI}$
4		$M_A = M_B = \frac{qL^2}{12}$ $V_A = V_B = \frac{qL}{2}$ $\Delta = \frac{qL^4}{384EI}$
5		$V_A = V_B = F/2$ $\Delta = \frac{FL^3}{48EI}, \theta = \frac{FL^2}{16EI}$
6		$M_A = M_B = FL/8$ $V_A = V_B = F/2$ $\Delta = \frac{FL^3}{192EI}$
		$M_A = \frac{3 \cdot F \cdot L}{16}, \theta = \frac{1 \cdot F \cdot L^2}{32 E \cdot I}$ $V_A = \frac{11 \cdot F}{16}, V_B = \frac{5 \cdot F}{16}$

versjon 2

Vedlegg: Basistilfeller mht. stivhetstall



Vedlegg: NS-EN 1990:2002+A1:2005+NA:2016

Tabell NA.A2.4(B) – Dimensjonerende verdier for laster (STR/GEO) (Sett B)

Vedvarende og forbigående dimensjonerende situasjoner	Permanente laster		Forspenning	Dominerende variabel last (*)	Øvrige variable laster (*)
	Ugunstig	Gunstig			
(Ligning 6.10 a)	$\gamma_{G,j,sup} G_{k,j,sup}$	$\gamma_{G,j,inf} G_{k,j,inf}$	γ_p^P	$\gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k,1}$	$\gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$
(Ligning 6.10 b)	$\xi \gamma_{G,j,sup} G_{k,j,sup}$	$\gamma_{G,j,inf} G_{k,j,inf}$	γ_p^P	$\gamma_{Q,1} Q_{k,1}$	$\gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$

(*) Variable laster er de som er oppført i tabellene NA.A2.1 til NA.A2.3.

MERKNAD 1 Det skal i bruddgrenstilstanden påvises ved bruk av ligningene 6.10 a og 6.10 b at bruers konstruksjonsoppførsel er i overensstemmelse med antatt beregningsmodell, ut over mindre endringer (f.eks. oppløft fra lager, strekkpeler som det ses bort fra, flyteledd osv.) som kan aksepteres forutsatt at konstruksjonen dimensjoneres i overensstemmelse med de endrede forutsetningene.

MERKNAD 2 Det benyttes følgende sett med γ - og ξ -verdier ved bruk av uttrykk 6.10a og 6.10b:

$\gamma_{G,sup}$ = 1,35 for permanent last, untatt de som er listet under ^{1) 2)}
1,00 for irreversible deformasjonslaster ³⁾
1,20 for permanent del av vanntrykk

$\gamma_{G,inf}$ = 1,0 for permanent last ^{1) 2)}
0 for irreversible deformasjonslaster ³⁾
1,0 for vanntrykk

ξ = 0,89 for egenvekt ¹⁾

γ_p = verdier gitt i de aktuelle Eurokodene ⁴⁾

γ_Q = 1,35 for vegtrafikk fra kjøretøyer og fotgjengere, hvis ugunstig (0 hvis gunstig)

γ_Q = 1,5 for jernbanetrafikk, hvis ugunstig (0 hvis gunstig). For lastmodell SW/2 benyttes $\gamma_Q = 1,2$

γ_Q = 1,60 for laster fra vind, bølger og strøm, hvis ugunstig (0 hvis gunstig)

γ_Q = 1,20 for temperaturlast, hvis ugunstig (0 hvis gunstig)

γ_Q = 1,35 for last fra lagerfriksjon og variabel del av vanntrykk, hvis ugunstig (0 hvis gunstig)

γ_Q = 1,50 for øvrige variable laster, hvis ugunstig (0 hvis gunstig)

¹⁾ Disse verdiene gjelder for egenvekt av bærende og ikke-bærende konstruksjonsdeler, ballast, jord, flytbare laster osv.

²⁾ De karakteristiske verdiene for laster av samme opprinnelse, for eksempel egenvekt, multipliseres med $\gamma_{G,j,sup}$ hvis resultatet i form av den totale lastvirkningen er ugunstig, og med $\gamma_{G,j,inf}$ hvis resultatet i form av den totale lastvirkningen er gunstig. Dette gjelder også om forskjellige materialer er brukt.

³⁾ Irreversible deformasjonslaster kan være bl.a. differansesetning, kryp og svinn. For γ -verdier for svinn vises til NS-EN 1992-1-1. Se også NS-EN 1991 til NS-EN 1999 for eventuelle øvrige γ -verdier som skal brukes for påførte deformasjoner. Irreversible deformasjonslaster skal alltid tas med dersom de har ugunstig virkning.

⁴⁾ Der dette er aktuelt, gjelder verdiene også for indirekte virkninger av spennkrefter, dvs. som tvangskrefter i statisk ubestemte konstruksjoner.

MERKNAD 3 Jf. fotnote 2 over. Se også A2.3.1 (2).

MERKNAD 4 For spesielle påvisninger kan verdiene for γ_G og γ_Q igjen deles inn i verdiene γ_B og γ_Q og modellens usikkerhetsfaktor γ_{sd} . En verdi for γ_{sd} som ligger mellom 1,05 til 1,15, kan normalt benyttes.

Mer detaljerte regler for dette kan gis for det enkelte prosjekt.

MERKNAD 5 For laster fra vann som ikke er dekket i denne tabellen eller av NS-EN 1997 (f.eks. rennende vann), kan lastkombinasjonene som skal brukes, angis for det enkelte prosjekt.

Vedlegg: NS-EN 1990:2002+A1:2005+NA:2016

Tabell A1.1 – Anbefalte verdier for ψ -faktorer for bygninger

Last	ψ_0	ψ_1	ψ_2
Kategorier for nyttelaster i bygninger (se NS-EN 1991-1-1)			
Kategori A: innendørs bostedsarealer	0,7	0,5	0,3
Kategori B: kontorarealer	0,7	0,5	0,3
Kategori C: arealer hvor personer kan samles	0,7	0,7	0,6
Kategori D: forretningsarealer	0,7	0,7	0,6
Kategori E: lagerarealer	1,0	0,9	0,8
Kategori F: trafikkarealer, kjøretøyvekt $\leq 30\text{kN}$	0,7	0,7	0,6
Kategori G: trafikkarealer, $30\text{kN} < \text{kjøretøyvekt} \leq 160\text{kN}$	0,7	0,5	0,3
Kategori H: tak	0	0	0
Snølaste på bygninger (se NS-EN 1991-1-3)*			
Finland, Island, Norge, Sverige	0,70	0,50	0,20
Øvrige CEN-medlemsland, for steder med beliggenhet $H > 1000\text{ m o.h.}$	0,70	0,50	0,20
Øvrige CEN-medlemsland, for steder med beliggenhet $H \leq 1000\text{ m o.h.}$	0,50	0,20	0
Vindlaste på bygninger (se NS-EN 1991-1-4)	0,6	0,2	0
Temperatur (ikke brann) i bygninger (se NS-EN 1991-1-5)	0,6	0,5	0
MERKNAD ψ -verdiene kan fastsettes i det nasjonale tillegget.			
* For land som ikke er nevnt nedenfor, se relevante lokale vilkår.			

NA.A2.4.1 Generelt

NA.A2.4.1(1) Dimensjonerende verdier for laster i bruksgrensetilstanden er gitt i tabell NA.A2.6.

Tabell NA.A2.6 – Dimensjonerende verdier for laster for bruk i lastkombinasjoner

Kombinasjon	Permanente laster G_d		For-spennning	Variable laster Q_d	
	Ugunstig	Gunstig		Dominerende last	Øvrige laster
Karakteristisk	$G_{k,j,sup}$	$G_{k,j,inf}$	P	$Q_{k,1}$	$\psi_{0,i}Q_{k,i}$
Sjeldent forekommende	$G_{k,j,sup}$	$G_{k,j,inf}$	P	$\psi_{1,inf}Q_{k,1}$	$\psi_{1,i}Q_{k,i}$
Ofte forekommende	$G_{k,j,sup}$	$G_{k,j,inf}$	P	$\psi_{1,1}Q_{k,1}$	$\psi_{2,i}Q_{k,i}$
Tilnærmet permanent	$G_{k,j,sup}$	$G_{k,j,inf}$	P	$\psi_{2,1}Q_{k,1}$	$\psi_{2,i}Q_{k,i}$

NA.A2.4.1(2) Det kan gis særskilte krav og kriterier knyttet til bruksgrensetilstander for det enkelte prosjekt.

Vedlegg: NS-EN 1991:2002+NA:2019

Tabell NA 6.1 – Brukscategorier

Kategori	Spesifikk bruk	Eksempel
A	Arealer for inneaktiviteter og hjemmeaktiviteter	Rom i boligbygg, sengerom og behandlingsrom i sykehus, soverom i hoteller og gjestgiverier, kjøkken og toaletter
B	Kontorarealer	
C	Arealer der personer kan samles (med unntak av arealer som er definert i kategori A, B og D) ¹⁾	<p>C1 Arealer med bord osv., f.eks. i skoler, kafeer, restauranter, spisesaler, leserom, resepsjoner osv.</p> <p>C2 Arealer med faste seter, f.eks. arealer i kirker, teatre eller kinosaler, konferanserom, forelesningssaler, forsamlingsaler, venterom medregnet forhall på jernbanestasjon osv.</p> <p>C3 Arealer uten hindringer for personer i bevegelse, f.eks. arealer i museer, utstillingsrom osv. og ankomstområder i offentlige bygg og administrasjonsbygg, hoteller, sykehus, jernbanestasjonshaller</p> <p>C4 Arealer med mulighet for fysiske aktiviteter, f.eks. dansesaler, gymnastikkrom, scener osv.</p> <p>C5 Arealer som lett overfylles, f.eks. i bygg for offentlig bruk, som konsertsaler, idrettshaller medregnet tribuner og atkomstområder og jernbaneperronger</p>
D	Forretningsarealer	<p>D1 Arealer i vanlig detaljhandel</p> <p>D2 Arealer i varehus</p>
<p>¹⁾ Det gjøres oppmerksom på 6.3.1.1(2), særlig for C4 og C5. Se NS-EN 1990 når det må tas hensyn til dynamiske effekter. For kategori E, se tabell 6.3.</p> <p>MERKNAD 1 Oppdragsgiver kan fastsette at arealer som normalt kan settes i kategori C2, C3, C4, avhengig av bruk, kan settes i kategori C5.</p> <p>MERKNAD 2 Tabellen viser kategoriinndelingen som skal brukes.</p> <p>MERKNAD 3 Se 6.3.2 for lagring eller industrivirksomhet.</p>		

Tabell NA.6.2 – Nyttelaster på gulv, balkonger og trapper i bygninger

Kategorier for belastede områder	q_k [kN/m ²]	Q_k [kN]
Kategori A		
- Gulv	2,0	2,0
- Trapper	3,0	2,0
- Balkonger og verandaer ¹⁾	4,0	2,0
- Loft med liten takhøyde eller begrenset adgang	1,0	1,5
Kategori B		
Kategori C		
- C1	3,0	4,0
- C2	4,0	4,0
- C3	5,0	4,0
- C4	5,0	7,0
- C5	5,0	4,0
Kategori D		
- D1	5,0	4,0
- D2	5,0	7,0
¹⁾ Taktterasse, se kategori I		

Vedlegg: NS-EN 1991:2002+NA:2019

Arealreduksjonsfaktor α_A

NA.6.3.1.2(10) Arealreduksjonsfaktoren α_A for reduksjon av jevnt fordelt nyttelast q_k kan for brukskategoriene A til D bestemmes fra uttrykket

$$\alpha_A = \frac{5}{7}\psi_0 + \frac{A_0}{A} \leq 1,0 \quad (\text{NA.6.1})$$

og slik at både $\alpha_A \geq \psi_0$ og $\alpha_A \geq 0,6$ er oppfylt, der

ψ_0 er en faktor angitt i tabell NA.A1.1 i nasjonalt tillegg til NS-EN 1990

$A_0 = 15,0 \text{ m}^2$

A er arealet som belaster den aktuelle konstruksjonsdelen avgrenset av tilsvarende lastflater for øvrige konstruksjonsdeler. For flatdekker kan arealet regnes lik arealet av ett platefelt, for enveisplater kan det antas en bredde på inntil 0,5 ganger spennvidden ved beregning av arealet, for hulldekkeelementer kan det regnes med elementets areal. For bjelker regnes arealet som summen av lastflatene på hver side av bjelken, for kontinuerlige bjelker regnes kun lastarealet innenfor det enkelte spenn.

For vertikale konstruksjonsdeler kan enten α_A eller α_n brukes.

Etasjereduksjonsfaktor α_n

NA.6.3.1.2 (11) Etasjereduksjonsfaktoren α_n som virker på nyttelasten fra overliggende etasjer, er gitt ved uttrykket

$$\alpha_n = \frac{2 + (n - 2)\psi_0}{n} \quad (\text{NA.6.2})$$

der

n er antallet etasjer (> 2) over de belastede bærende delene fra samme kategori

ψ_0 er en faktor angitt i tabell NA.A1.1 i nasjonalt tillegg til NS-EN 1990

Dersom arealreduksjonsfaktoren α_A brukes ved beregning av laster også i vertikale konstruksjonsdeler slik NA.6.3.1.2(10) gir anledning til, settes $\alpha_n = 1,0$.

Vedlegg: NS-EN 1991-1-3:2003+A1:2015+NA:2018

NA.4.1 Karakteristiske verdier

NA.4.1(1) Tillegg C brukes ikke til å bestemme karakteristiske snølaster i Norge.

Karakteristisk snølast på mark, s_k , med 50 års returperiode bestemmes for alle landets kommuner og for noen steder med bebyggelse på Svalbard som angitt i nedenfor.

For steder der høyden over havet H er mindre eller lik høydegrensen H_g , settes normalt s_k lik grunnverdien s_{k0} . Verdier for parametrene H_g og s_{k0} er gitt i tabell NA.4.1(901).

Dersom høyden over havet $H > H_g$ bestemmes:

$$s_k = s_{k0} + n \Delta s_k ;$$

der

Δs_k for kommunen er angitt i tabell NA.4.1(901), og

$$n = (H - H_g)/100, \text{ der } n \text{ avrundes oppover til nærmeste heltall.}$$

Dersom beregnet $s_k > s_{k, \text{maks}}$ settes $s_k = s_{k, \text{maks}}$

Snøforholdene kan også variere betydelig utover dette i noen kommuner, siden bestemmelse av snøtyngde og regionaliseringen av beregnet karakteristisk snølast på mark er forbundet med usikkerhet.

Det kan også være store variasjoner i snølaster i samme høydenivå mellom ulike steder i en kommune.

Tabell NA.4.1(901) – Karakteristisk snølast på mark for kommuner og Svalbard

Kommune	$s_{k,0}$ kN/m ²	H_g m	Δs_k kN/m ²	$s_{k, \text{maks}}$ kN/m ²
Østfold				
Åremark	3,0	250	0,5	–
Askim	3,0	250	0,5	–
Eidsberg	3,0	250	0,5	–
Fredrikstad	2,5	150	0,5	–
Halden	3,0	150	0,5	–
Hobøl	3,5	150	0,5	–
Hvaler	2,0	150	0,5	–
Marker	3,0	250	0,5	–
Moss	3,0	150	0,5	–
Rakkestad	3,0	250	0,5	–
Rygge	3,0	150	0,5	–
Rømskog	3,0	250	0,5	–
Råde	2,5	150	0,5	–
Sarpsborg	3,0	150	0,5	–
Skiptvedt	3,0	250	0,5	–
Spydeberg	3,0	250	0,5	–
Trøgstad	3,0	250	0,5	–
Våler	3,0	150	0,5	–
Akershus				
Asker	4,0	150	1,0	–
Aurskog-Høland	3,0	250	1,0	6,5
Bærum	3,5	150	1,0	–
Eidsvoll	4,5	250	1,0	6,5
Enebakk	4,0	250	1,0	6,5
Fet	4,0	250	1,0	6,5
Frogn	4,0	150	1,0	–
Gjerdrum	4,5	250	1,0	6,5

Kommune	$s_{k,0}$ kN/m ²	H_g m	Δs_k kN/m ²	$s_{k, \text{maks}}$ kN/m ²
Hurdal	5,0	250	1,0	6,5
Lørenskog	4,0	250	1,0	6,5
Nannestad	4,5	250	1,0	6,5
Nes	3,5	250	1,0	6,5
Nesodden	3,5	150	1,0	–
Nittedal	4,5	250	1,0	6,5
Oppegård	3,5	150	1,0	–
Rælingen	4,0	250	1,0	6,5
Skedsmo	4,0	250	1,0	6,5
Ski	3,5	250	1,0	6,5
Sørum	4,0	250	1,0	6,5
Ullensaker	4,5	350	1,0	6,5
Vestby	3,5	150	1,0	–
Ås	3,5	150	1,0	–
Oslo				
0–150 m.o.h.	3,5	–	–	–
151–250 m.o.h.	4,5	–	–	–
251–350 m.o.h.	5,5	–	–	–
> 350 m.o.h.	6,5	–	–	–
Hedmark				
Alvdal	4,0	650	1,0	6,5
Eidskog	3,5	250	1,0	6,5
Elverum	4,0	250	1,0	6,5
Engerdal	4,0	650	1,0	6,5
– nær Trøndelag	4,0	650	1,0	7,5
Følldal	4,0	850	1,0	6,5
– nær Trøndelag	4,0	850	1,0	7,5
Grue	3,5	250	1,0	6,5

Verdi for snølast på tak:

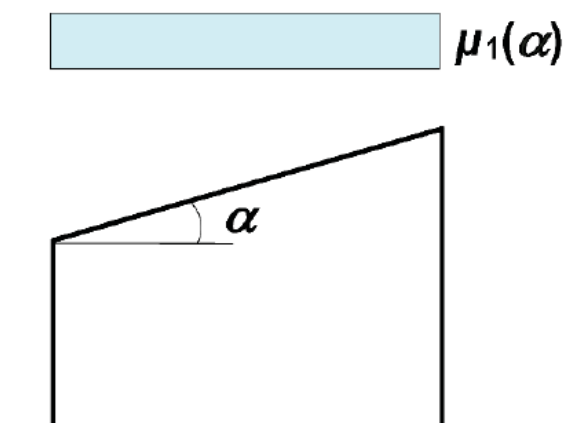
$$S = \mu_i C_e C_t s_k$$

- μ_i er snølastens formfaktor (takest helning)
- s_k er karakteristisk verdi for snølast på mark
- C_e er eksponeringskoeffisienten (vind)
- C_t er den termiske koeffisienten (varmegjennomgang)

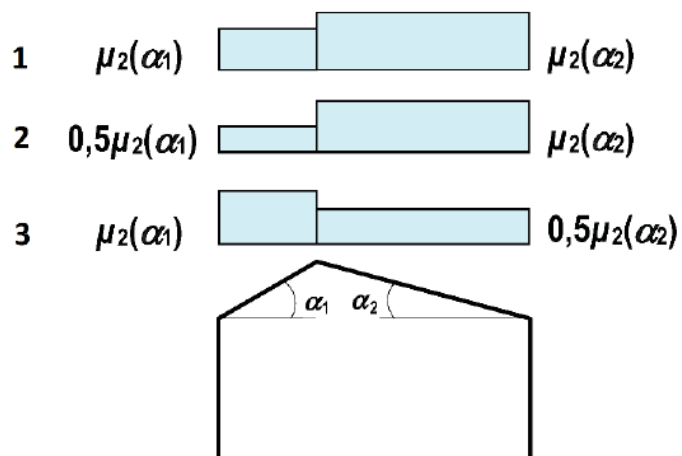
Vedlegg: NS-EN 1991-1-3:2003+A1:2015+NA:2018

A1) Tabell 5.2 Formfaktorer for snølast

Takvinkel α	$0^\circ \leq \alpha \leq 30^\circ$	$30^\circ < \alpha < 60^\circ$	$\alpha \geq 60^\circ$
$\mu_1(\alpha)$	$\mu_1(0^\circ) \geq 0,8$	$\mu_1(0^\circ) \frac{(60^\circ - \alpha)}{30^\circ}$	0,0
$\mu_2(\alpha)$	0,8	$0,8 \frac{(60^\circ - \alpha)}{30^\circ}$	0,0
$\mu_3(\alpha)$	$0,8 + 0,8 \alpha/30$	1,6	--



Figur 5.1 – Formfaktor for snølast – pulttak



Tegnforklaring

- 1 Lasttilfelle 1
- 2 Lasttilfelle 2
- 3 Lasttilfelle 3

Figur 5.2 – Formfaktorer for snølast – saltak

Vedlegg: NS-EN 1991-1-4:2005+NA:2009

V.2 Beregning av q_p

Dersom terrengruheten for byggestedets omgivelser stort sett er den samme innenfor en radius på ca. 10 km, jf. tabell NA.4.1, og selve byggestedet ikke ligger spesielt vindutsatt til for noen av byggestedets retningssektorer, dvs. ikke nær bakketopp av betydning og heller ikke innenfor nærmere angitt avstand til særlig fremtredende bratt terreng, kan hastighetstrykket fra vindkast på byggestedet q_p uten nærmere undersøkelser settes lik grunnverdien $q_{p0}(z)$, bestemt direkte i punkt V.3 med valg av ruhtskategori fra tabell NA.4.1.

Ellers kan q_p bestemmes som følger:

$$q(z)_p = k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot c_{dir}^2 \cdot c_{ait}^2 \cdot c_{season}^2 \cdot c_{prob}^2 \cdot q_{p0}(z) \quad (V.1)$$

der

- k_1 er en faktor $\geq 1,0$ som tar hensyn til vindakselerasjonen over åser og skråninger, og bestemmes her på grunnlag av punkt V.4,
- k_2 er en faktor $\geq 1,0$ som tar hensyn til vindkastøkning på leside av særlig bratt terreng, og bestemmes her på grunnlag av punkt V.5,
- k_3 er en faktor som tar hensyn til tilgrensende område med annen ruhet enn byggestedet i retning mot vinden, og bestemmes fra punkt V.6,
- c_{dir} er retningsfaktoren som kan settes lik 1,0 for alle vindretninger. Lavere verdier for enkelte retningssektorer kan brukes og er angitt i punkt NA.4.2(2)P(901.2),
- c_{ait} er nivåfaktoren som settes lik 1,0 med mindre annet er angitt i punkt NA.4.2(2)P(901.1),
- c_{season} er en faktor mindre enn eller lik 1,0, og som for vanlige konstruksjoner velges lik 1,0, se eventuelt NA.4.2(2)P(901.3),
- c_{prob} er en faktor som for vanlige konstruksjoner velges lik 1,0, se eventuelt NA.4.2(2)P ,
- $q_{p0}(z)$ er en grunnverdi for hastighetstrykket fra vindkast, dvs. dersom alle koeffisienter i ligning NA.4.1 i standarden er lik 1,0 samt $c_0 = k_1 = 1,0$, jf. punkt NA.4.3.3, og overgangssoner jf. punkt NA.4.3.2(2), ikke er av vesentlig betydning.

Tabell NA.4.1 – Terrengruhtskategorier og tilhørende parametere

Kategorinummer	Terrengruhtskategori	k_r	z_0 (m)	z_{min} (m)
0	Åpent opprørt hav	0,16	0,003	2
I	Kystnær, opprørt sjø. Åpne vidder og strandsoner uten trær eller busker	0,17	0,01	2
II	Landbruksområde, område med spredte små bygninger eller trær	0,19	0,05	4
III	Sammenhengende småhusbebyggelse, industriområder eller skogsområder	0,22	0,3	8
IV	Byområde der minst 15 % av arealet er dekket med bygninger og deres gjennomsnittlige høyde overskrider 15 m. Barskogområder	0,24	1,0	16

Vedlegg: NS-EN 1991-1-4:2005+NA:2009

Tabell NA.4(901.1) – Referansevindhastighet $v_{b,0}$ for kommunene

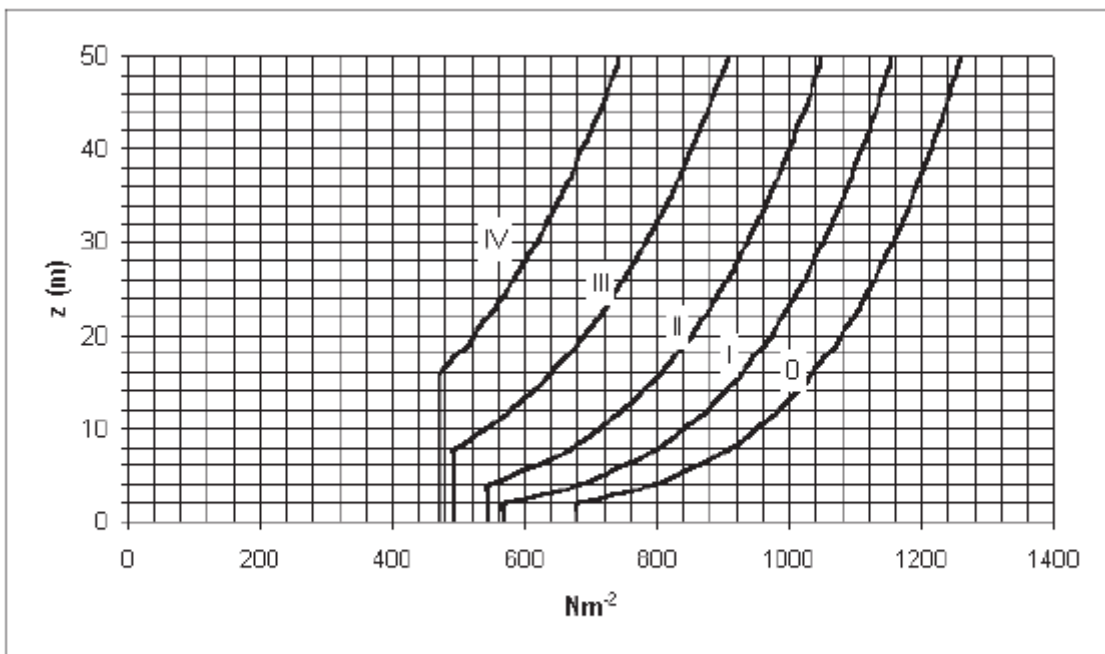
Kommune	$v_{b,0}$ m/s	Fylke
Halden	24	Østfold
Moss	24	Østfold
Sarpsborg	24	Østfold
Fredrikstad	26	Østfold
Hvaler	27	Østfold
Aremark	22	Østfold
Marker	22	Østfold
Rømskog	22	Østfold
Trøgstad	22	Østfold
Spydeberg	22	Østfold
Askim	22	Østfold
Eidsberg	22	Østfold
Skiptvet	22	Østfold
Rakkestad	22	Østfold
Råde	24	Østfold
Rygge	24	Østfold
Våler	24	Østfold
Hobøl	22	Østfold
Vestby	24	Akershus
Ski	22	Akershus

Kommune	$v_{b,0}$ m/s	Fylke
Nord-Odal	22	Hedmark
Sør-Odal	22	Hedmark
Eidskog	22	Hedmark
Grue	22	Hedmark
Åsnes	22	Hedmark
Våler	22	Hedmark
Elverum	22	Hedmark
Trysil	22	Hedmark
Åmot	22	Hedmark
Stor-Elvdal	22	Hedmark
Rendalen	22	Hedmark
Engerdal	22	Hedmark
Tolga	24	Hedmark
Tynset	24	Hedmark
Alvdal	24	Hedmark
Folldal	24	Hedmark
Os	24	Hedmark
Lillehammer	22	Oppland
Gjøvik	22	Oppland
Dovre	24	Oppland

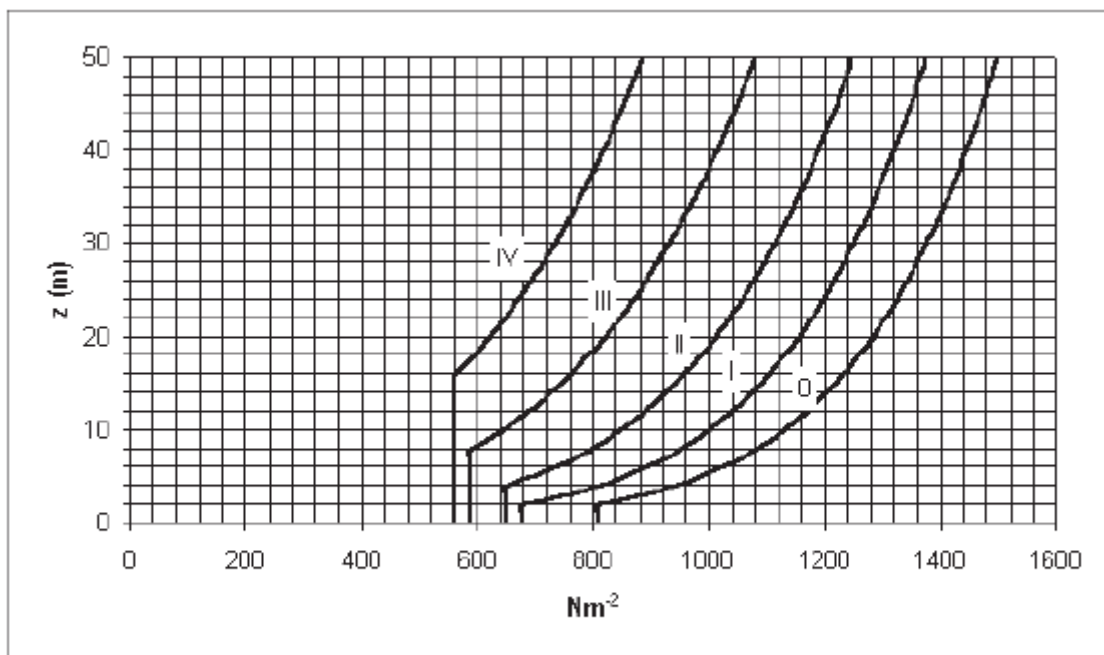
Moskenes	31	Nordland
Harstad	27	Troms
Tromsø	27	Troms
Kvæfjord	28	Troms
Skånland	26	Troms
Bjarkøy	28	Troms
Ibestad	26	Troms
Gratangen	26	Troms
Lavangen	26	Troms
Bardu	24	Troms
Salangen	26	Troms
Målselv	24	Troms
Sørreisa	26	Troms
Dyrøy	27	Troms
Tranøy	27	Troms
Torsken	30	Troms
Berg	30	Troms
Lenvik	27	Troms

Kautokeino	24	Finnmark
Alta	28	Finnmark
Loppa	29	Finnmark
Hasvik	30	Finnmark
Kvalsund	29	Finnmark
Måsøy	30	Finnmark
Nordkapp	30	Finnmark
Porsanger	27	Finnmark
Karasjok	24	Finnmark
Lebesby	29	Finnmark
Gamvik	30	Finnmark
Berlevåg	30	Finnmark
Tana	27	Finnmark
Nesseby	27	Finnmark
Båtsfjord	29	Finnmark
Sør-Varanger	29	Finnmark

Vedlegg: NS-EN 1991-1-4:2005+NA:2009

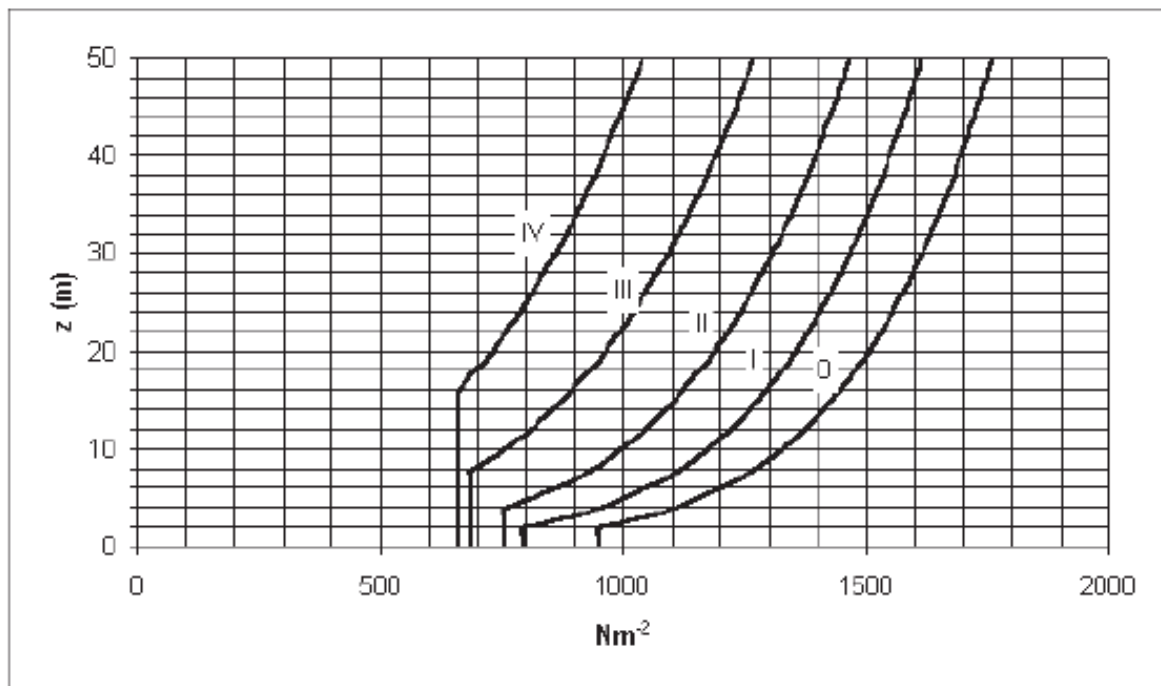


a) Grunnverdi for hastighetstrykk fra vindkast $q_{p0}(z)$ for $v_{b,0} = 22$ m/s

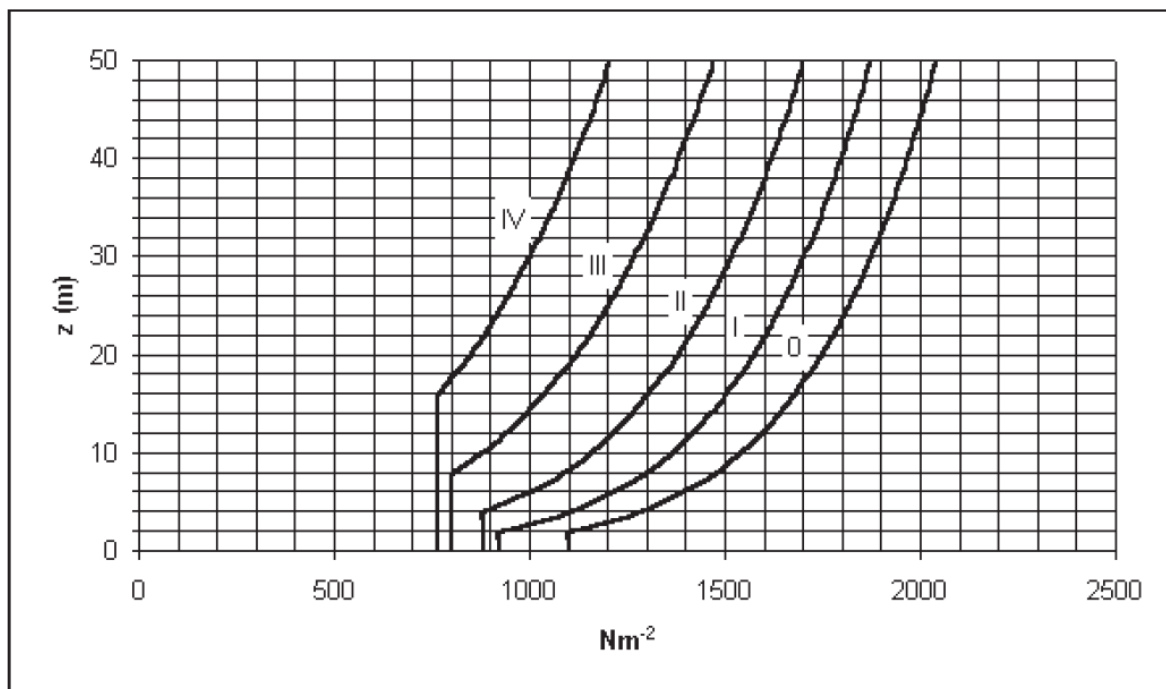


b) Grunnverdi for hastighetstrykk fra vindkast $q_{p0}(z)$ for $v_{b,0} = 24$ m/s

Vedlegg: NS-EN 1991-1-4:2005+NA:2009

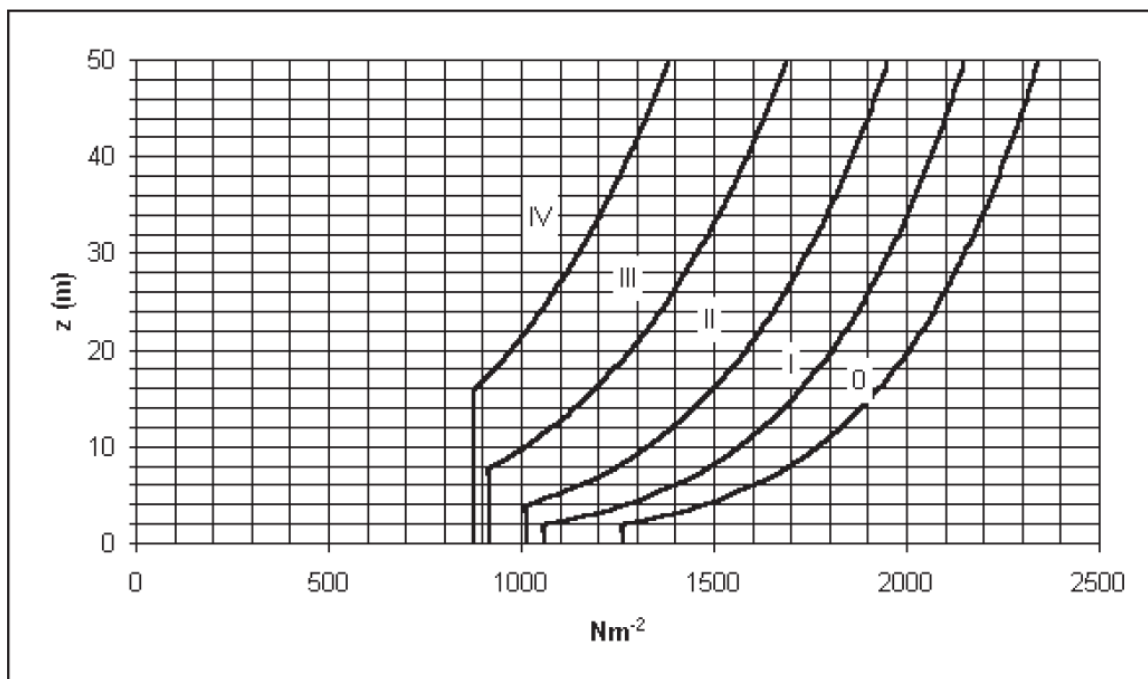


c) Grunnverdi for hastighetstrykk fra vindkast $q_{p0}(z)$ for $v_{b,0} = 26 \text{ m/s}$

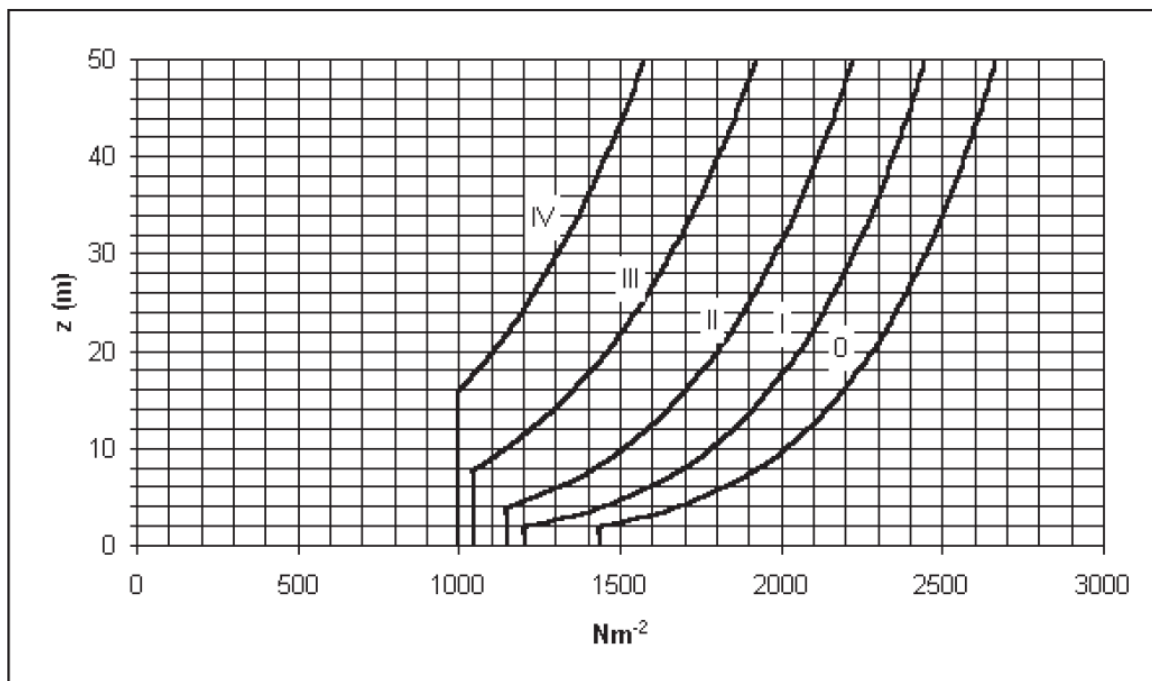


d) Grunnverdi for hastighetstrykk fra vindkast $q_{p0}(z)$ for $v_{b,0} = 28 \text{ m/s}$

Vedlegg: NS-EN 1991-1-4:2005+NA:2009

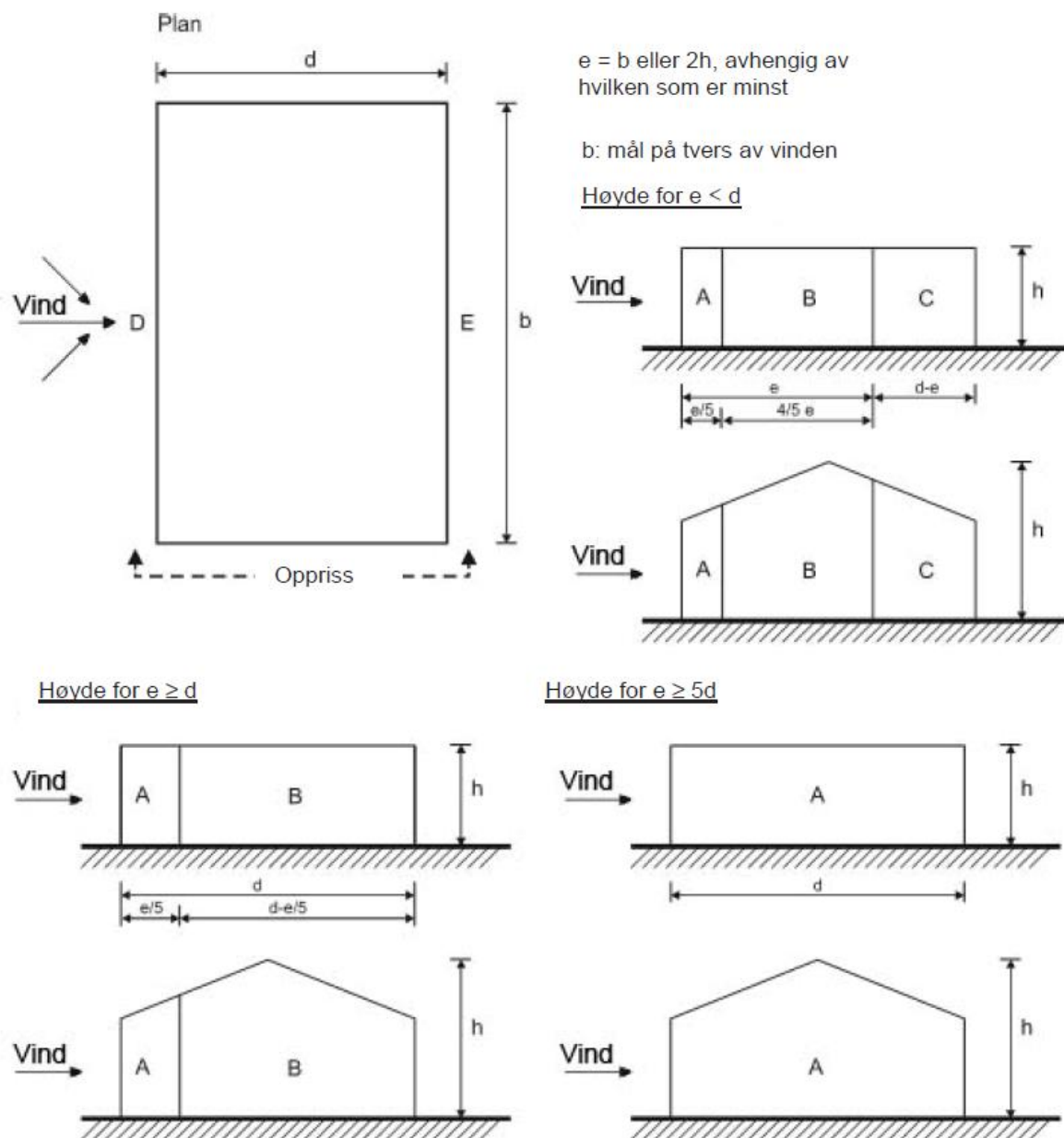


e) Grunnverdi for hastighetstrykk fra vindkast $q_{p0}(z)$ for $v_{b,0} = 30 \text{ m/s}$



f) Grunnverdi for hastighetstrykk fra vindkast $q_{p0}(z)$ for $v_{b,0} = 32 \text{ m/s}$

Vedlegg: NS-EN 1991-1-4:2005+NA:2009



Figur 7.5 – Formfaktor for vertikale vegger

Tabell 7.1 – Anbefalte verdier av utvendige formfaktorer for vertikale vegger i rektangulære bygninger

Sone	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	