

Trekonstruksjoner – dimensjonering etter Eurokoder

Colorline Oslo/Kiel 11. og 12. november 2010

NS-EN 1991-1-3 Snølaster

Snølasttilfeller - også de som ikke dekkes av standarden

Håvard Thorsrud

Kartro - ITW Constuction Products AS

Hvilke andre byggematerialer har slike egenskaper?



SNØLASTER

- 1949 Byggeforskrift 150 kg/m². Formfaktor 1,0 til 30°, lineart til 0 ved 60°
- 1969 Byggeforskrift kommunene bestemmer 100/200/300 kg/m²
- 1970 1. laststandard NS 3052. 1,5 kN/m² generelt. Snøsonekart 1,5/2,5/>2,5 kN/m². Samme formfaktorer
- 1979 NS 3479 med meteorologiske målinger som grunnlag. Formfaktor 1,2 for 30°. Senere redusert til 1,0 i henhold til målinger til Høybø
- 1990 Termisk faktor innført
- 2001 NS 3491-3 tilpasset prEN 1991-1-3 med formfaktor 0,8 til og med 30°
Lastsituasjoner med snødriver, dvs. 0,5μ₁ på hver side av opphoping
Linjelast på utstikk
- 2003 NS-EN 1991-1-3 lastsituasjoner med snøoppopping pga. topografi (tilleggssnø)

Tabell NA.5.1 – Verdier for C_e for forskjellig topografi

Topografi	C_e
Særlig vindutsatt ^a	0,8
Normal ^b	1,0
Skjernet ^c	1,2

^a Særlig vindutsatt topografi: flate, frie områder der alle sidene er eksponert, og der terrenget, høye trær eller byggverk ikke gir noen eller liten beskyttelse mot været. Ved bruk av denne verdien forutsettes at normaltemperaturen for perioden januar-februar er lavere enn null grader Celsius samtidig som normalt minst 10 dager i samme periode har minst én forekomst av 10 minutters middelvind over 8 m/s.

^b Normal topografi: områder der vinden i liten grad fjerner snø fra byggverk pga. terrenget, andre byggverk eller trær.

^c Skjernet topografi: områder der det aktuelle byggverket er betydelig lavere enn terrenget omkring, eller er omgitt av høye trær og/eller høyere byggverk.

Snølast på tak:

$$S = \mu_i C_e C_t s_k$$

Tas vare på av μ_2 og μ_w for lavereliggende takflater

- Eksepsjonell snø som ulykkeslast skal ikke benyttes i Norge
- Formfaktoren μ_i i standarden er rene "topologifaktorer" (tilleggssnø) og representerer ikke omfordeling av snø (snødriver) hvor snø flyttes fra ett område til et annet
- En god regel er at μ i gjennomsnittet på taket ikke skal være større enn 1,0
- Det tas ikke hensyn til μ avtar med økende snølast (Høybø)

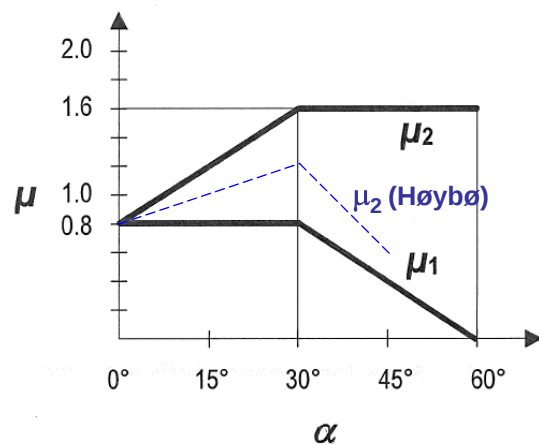


Figure 5.1: Snow load shape coefficients

Table 5.2: Snow load shape coefficients

Angle of pitch of roof α	$0^\circ \leq \alpha \leq 30^\circ$	$30^\circ < \alpha < 60^\circ$	$\alpha \geq 60^\circ$
μ_1	0,8	$0,8(60 - \alpha)/30$	0,0
μ_2	$0,8 + 0,8 \alpha/30$	1,6	--

Table E.1: Mean bulk weight density of snow

Type of snow	Bulk weight density [kN/m³]
Fresh	1,0
Settled (several hours or days after its fall)	2,0
Old (several weeks or months after its fall)	2,5 - 3,5
Wet	4,0

IKKE SNØDRIVER- MEN AVRASING [case (ii) og (iii)]

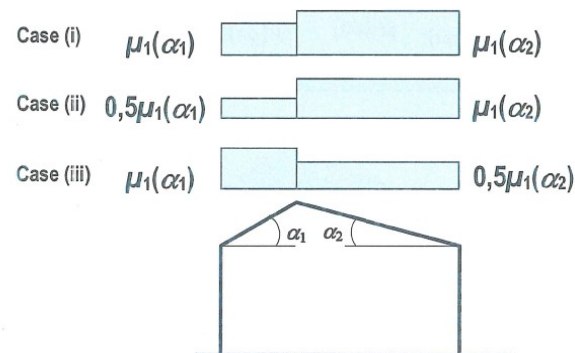


Figure 5.3: Snow load shape coefficients - pitched roofs

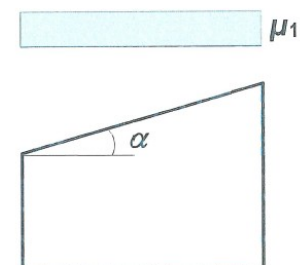
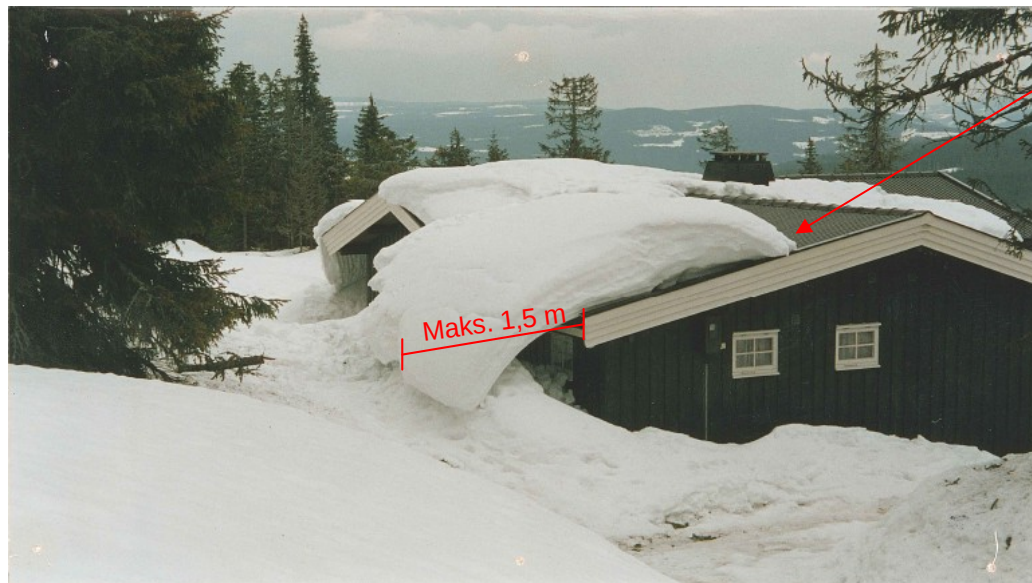


Figure 5.2: Snow load shape coefficient - monopitch roof

Eksempel Hatlestrand (sør for Bergen) 2010

Snølast 2000 N/m² (NS 3491-1-3)

- ▶ Tak 100 m bredde (36000 m²) med 2° takvinkel
- ▶ $t_{\text{snø}} = 0,75 \text{ m} \rightarrow \underline{1500} \text{ N/m}^2$ ($\mu = 0,8$) - noen dager gammel snø, temperatur minus 5 -10°
- ▶ 5 dager med 16,7 mm regn/sludd, $t_{\text{snø}} = 0,67 \text{ m} \rightarrow \underline{2250} \text{ N/m}^2$ ($\mu = 0,8$), temperatur rundt null
- ▶ Ytterligere sludd (0°) i noen dager temperatur rundt null
- ▶ 0,45 m gjennomvåt snø + is/oppdemmet vann
 $\rightarrow \underline{3000} \text{ N/m}^2 > \underline{\text{Bruddlast snø på tak: } 2160 \text{ N/m}^2}$



Kun **lokalt** lasttilfelle på utstikket
Ikke i tillegg til ordinære lastkombinasjoner!

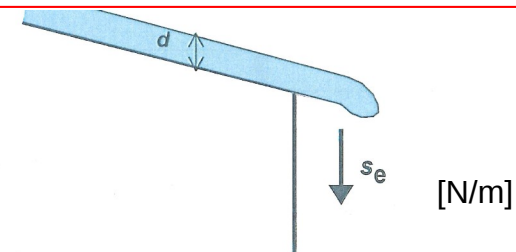


Figure 6.2 Snow overhanging the edge of a roof

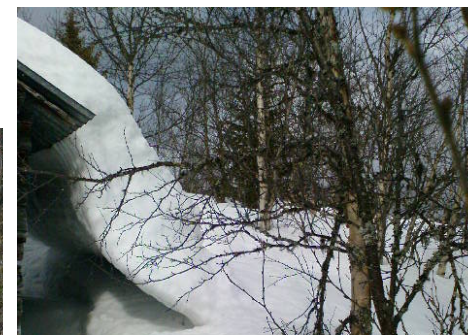
$$s_e = k s^2 / \gamma < 1,5 \times s \text{ [N/m]}$$

> 600 m.o.h.: $k = 1$

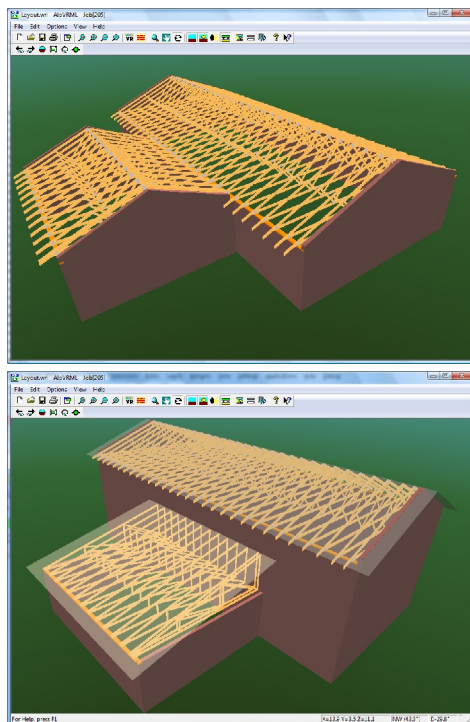
200-600 m.o.h.: $k = (H-200)/400$

(< 200 m.o.h.: $k = 0$)

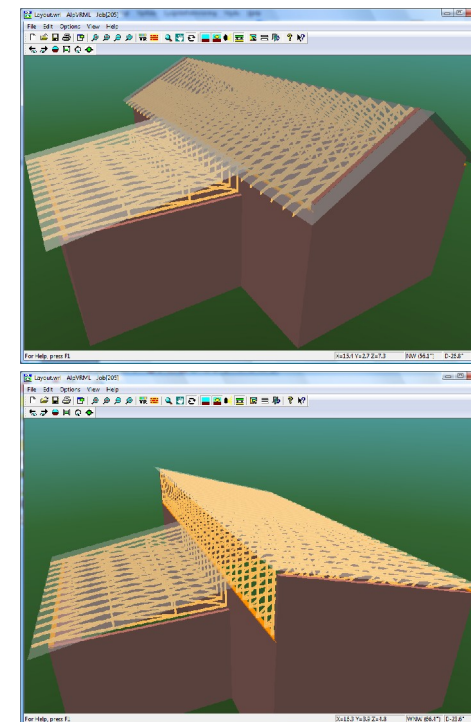
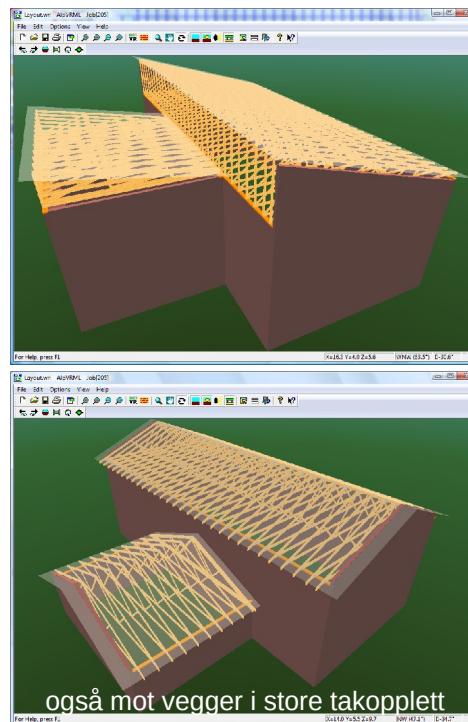
Det kan antas at $\gamma = 3 \text{ kN/m}^3$



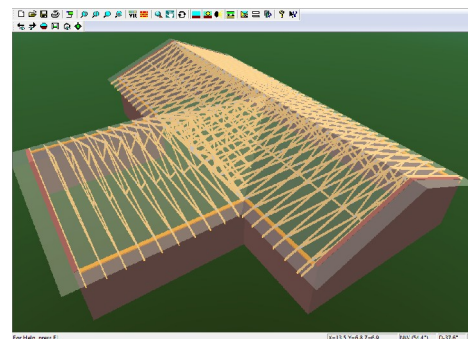
Dekkes av standarden:



Avledes fra standarden:



Dekkes ikke av standarden:



Snøfonner pga. topografi

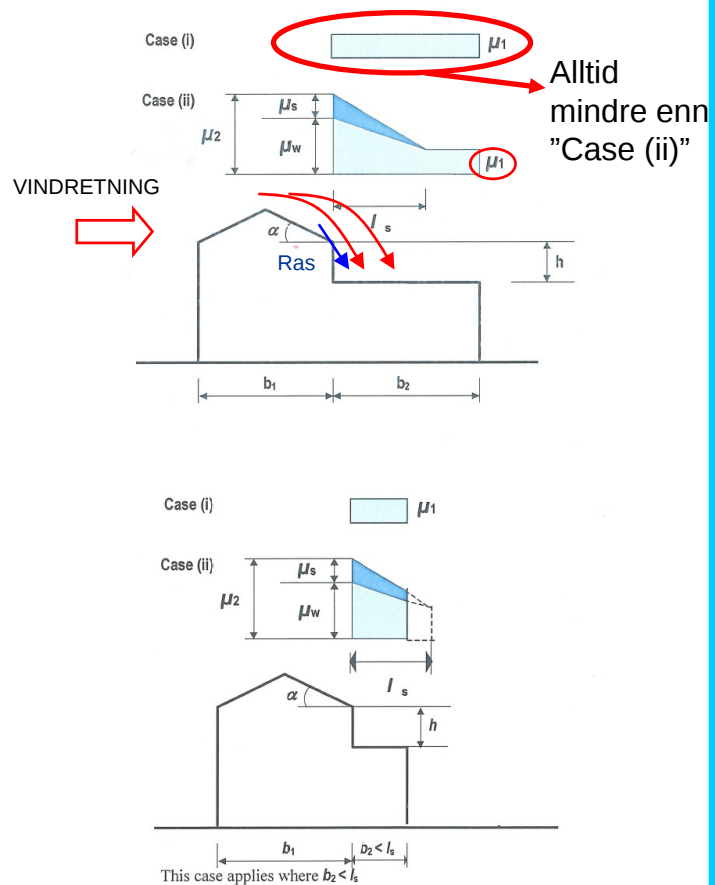
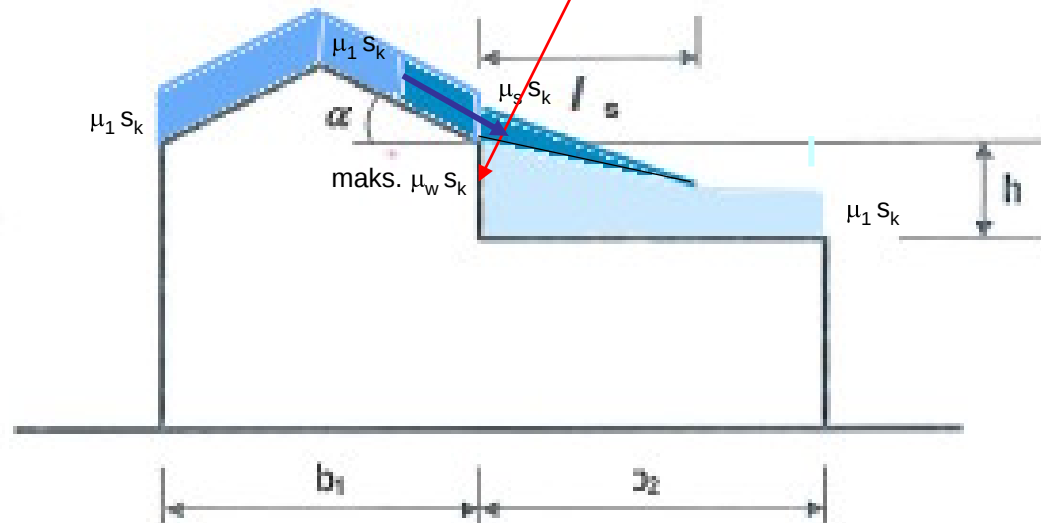


Figure 5.7: Snow load shape coefficients for roofs abutting to taller construction works

$$\mu_s = \mu_1 b_1 / 2 l_s \text{ (halv snø på overliggende tak) } \alpha > 15^\circ$$

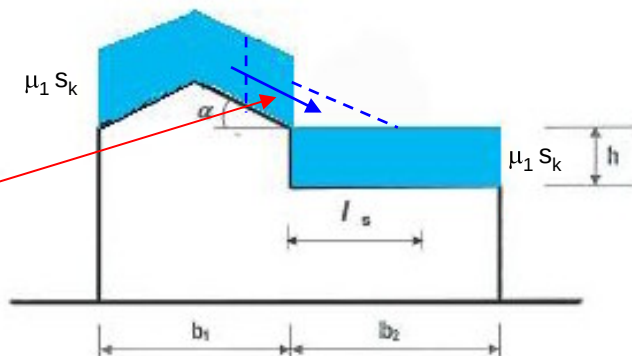
$$\mu_w = (b_1 + b_2) / 2 h < \gamma h / s_k$$

Spørsmålet er om også: $(\mu_s + \mu_w) < \gamma h / s_k$?



Ingen snødriver når $h < \mu_1 s_k / \gamma$

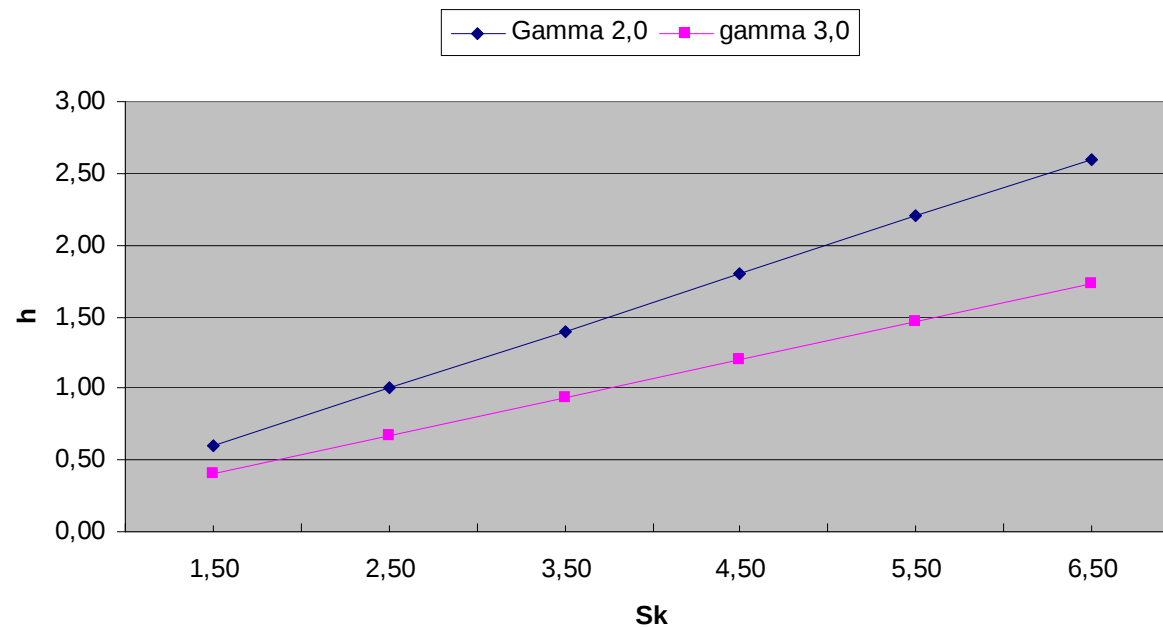
Ingen snødriver
Hva med avrasing?



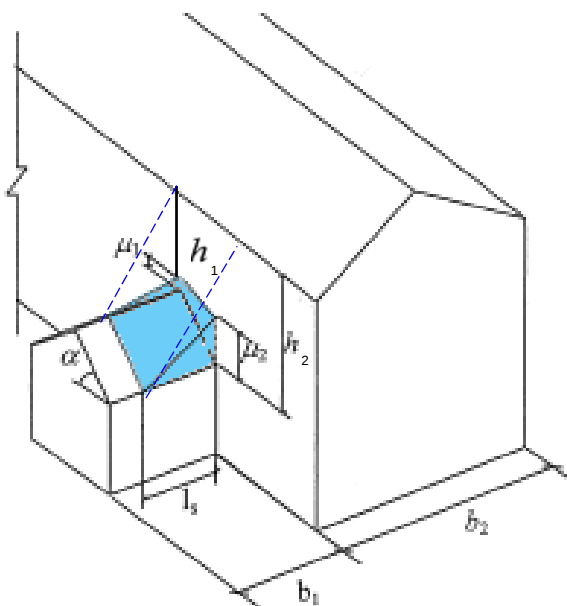
$$h = \mu_1 s_k / \gamma$$

$\gamma = 2,0$ bør benyttes

Maks. høydeforskjell uten snødriver



Som lavtliggende flate tak (se forgående)



$$\mu_s = \mu_1 b_1 / 2 l_s \text{ (halv snø på overliggende tak) } \alpha > 15^\circ$$

$$\mu_{1,w} = (b_1 + b_2) / 2 h_1 < \gamma h_1 / s_k$$

$$\mu_{2,w} = (b_1 + b_2) / 2 h_2 < \gamma h_2 / s_k$$

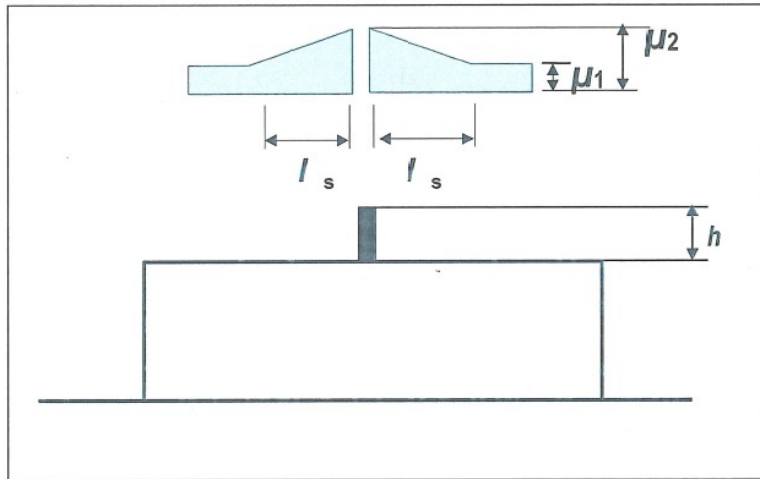


Figure 6.1: Snow load shape coefficients at projections and obstructions

$$\mu_1 = 0,8$$

$$\mu_2 = \gamma h / s_k$$

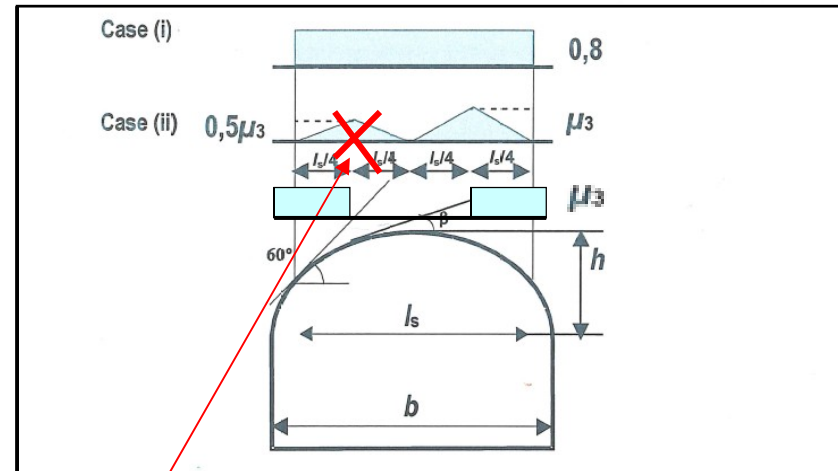
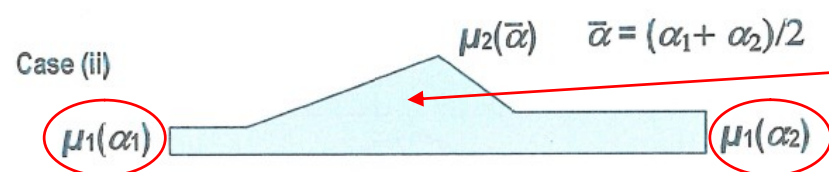
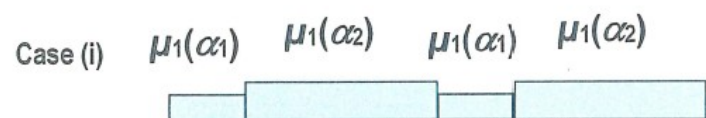


Figure 5.6: Snow load shape coefficients for cylindrical roof

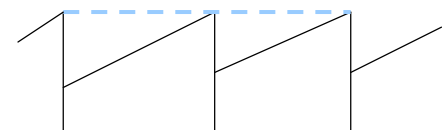
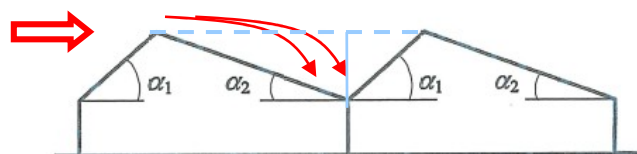
Norsk NA

Det skal tas hensyn til snøfangere og last under avglidning.

(Verdier for μ_3 er ikke definert annet enn for maks. 1,2. Antar som i EN)



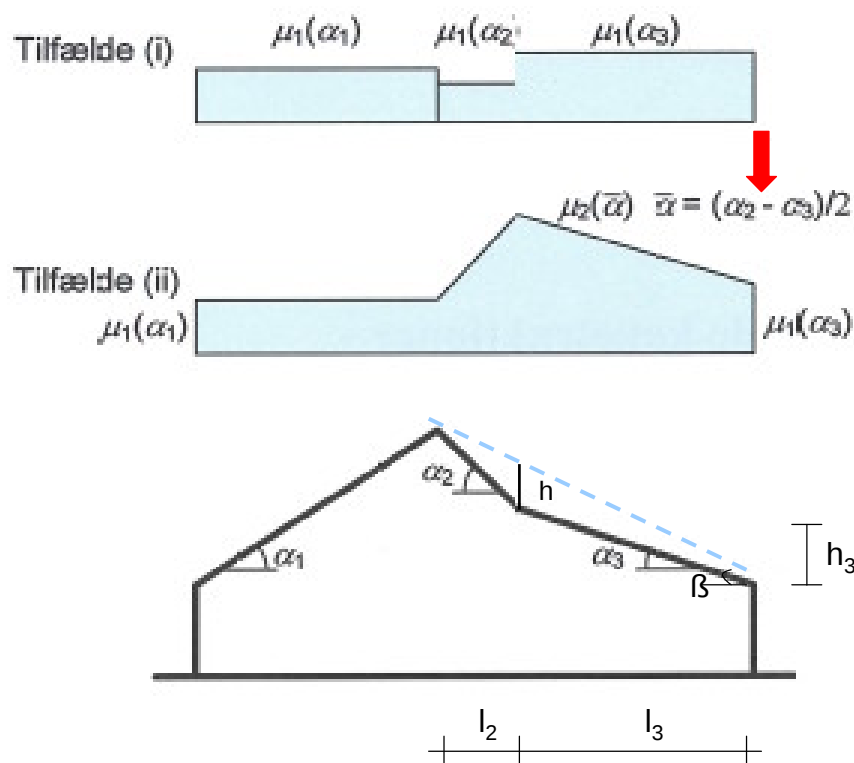
"Angstsnø". Mer snø, ikke bare omfordeling



Spesialtilfelle $\alpha_2 = 90^\circ$

$\bar{\alpha} > 60^\circ \rightarrow \mu_2 = 1,6$

Figure 5.4: Snow load shape coefficients for multi-span roofs

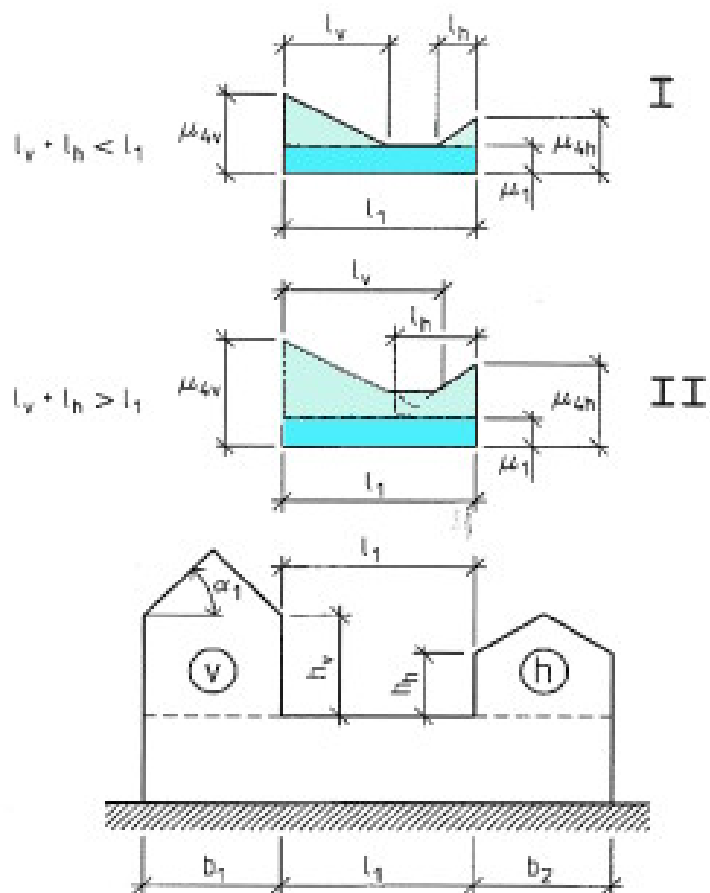


Ingen snøopphoping (ii) når:

$$\mu_2 < \gamma h / s_k$$

$$h = l_3 (\tan \beta - \tan \alpha_3)$$

$$\tan \beta = (l_2 \tan \alpha_2 + l_3 \tan \alpha_3) / (l_2 + l_3)$$



Avvik av snøfonner ved ensidig/tosidig
høyere takflater

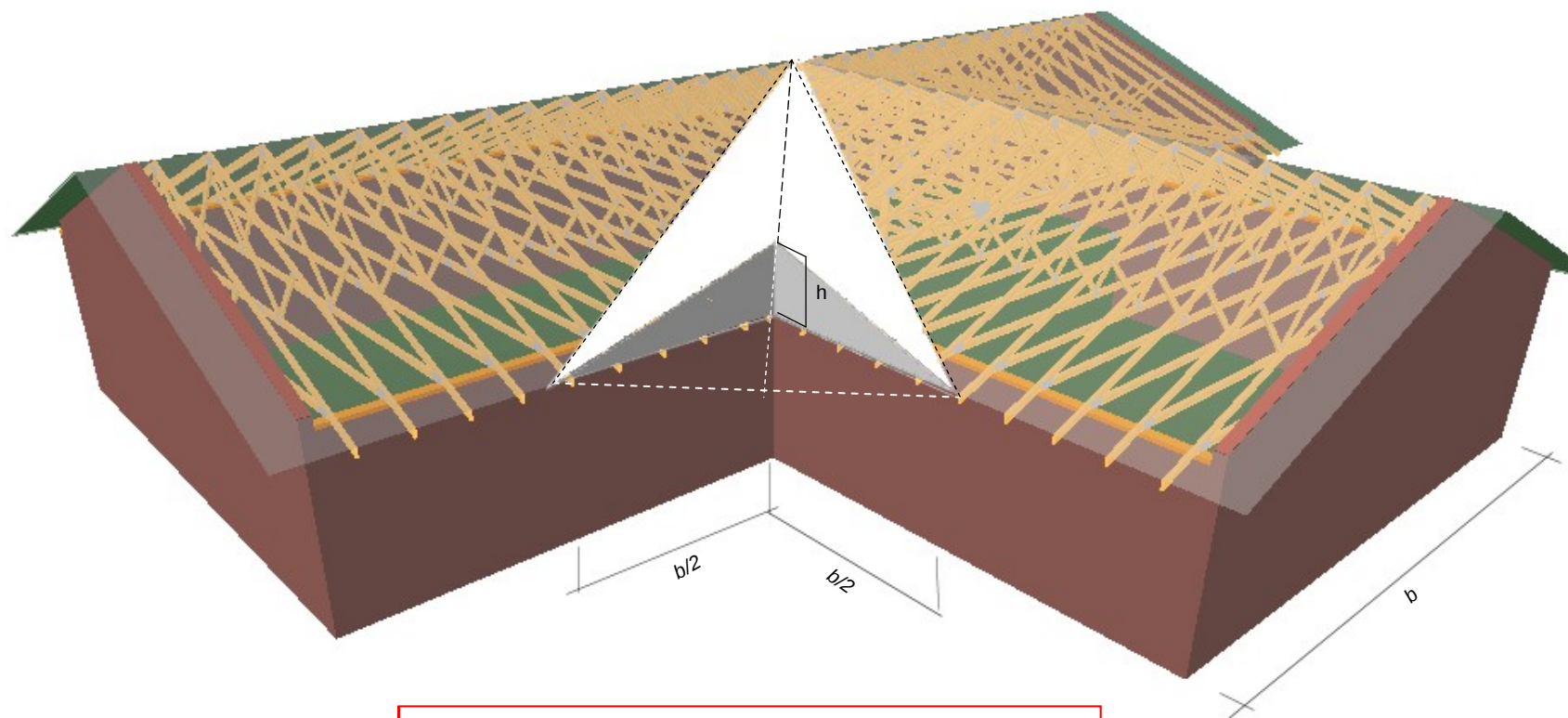
$$\mu_{4v} = (b_1 + l_v)/2 h < \gamma h / s_k$$

ingen avrasing

Beregning for høyere tak bare på en
side (se foregående):

$$\mu_w = (b_1 + l_1)/2 h < \gamma h / s_k$$

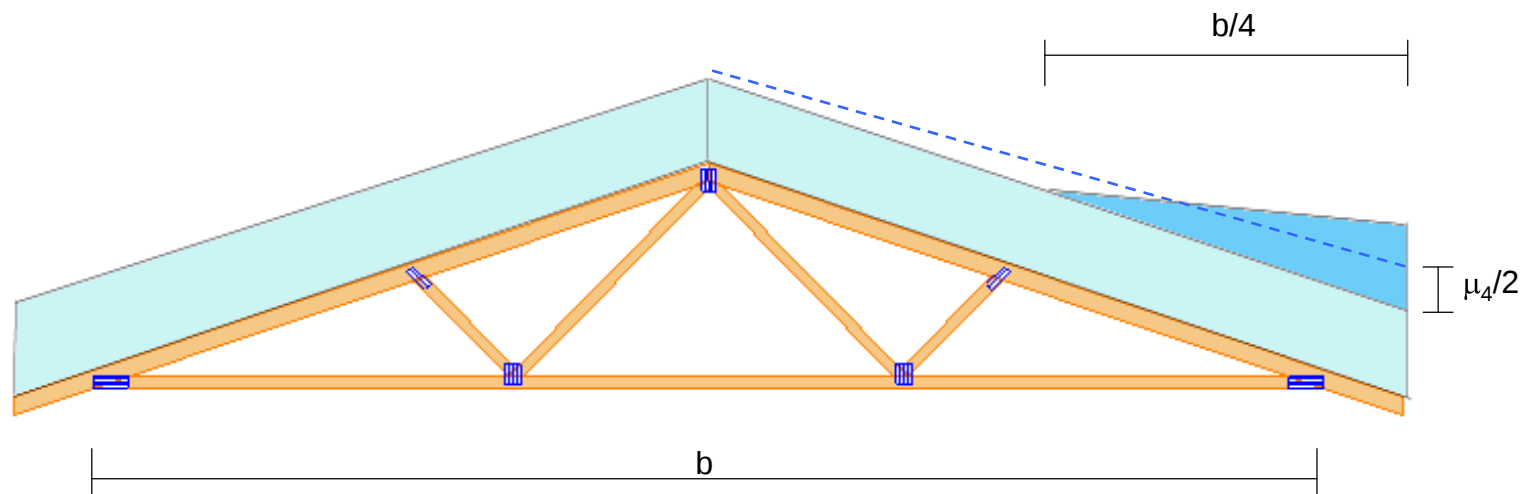
med avrasing



$$h = b \operatorname{tg} \alpha / 2 \rightarrow \mu_4 = b \operatorname{tg} \alpha / s_k$$

μ_4 er i tillegg til ordinær snølast (μ_1)

Kilsperre ville få størst lastøkning

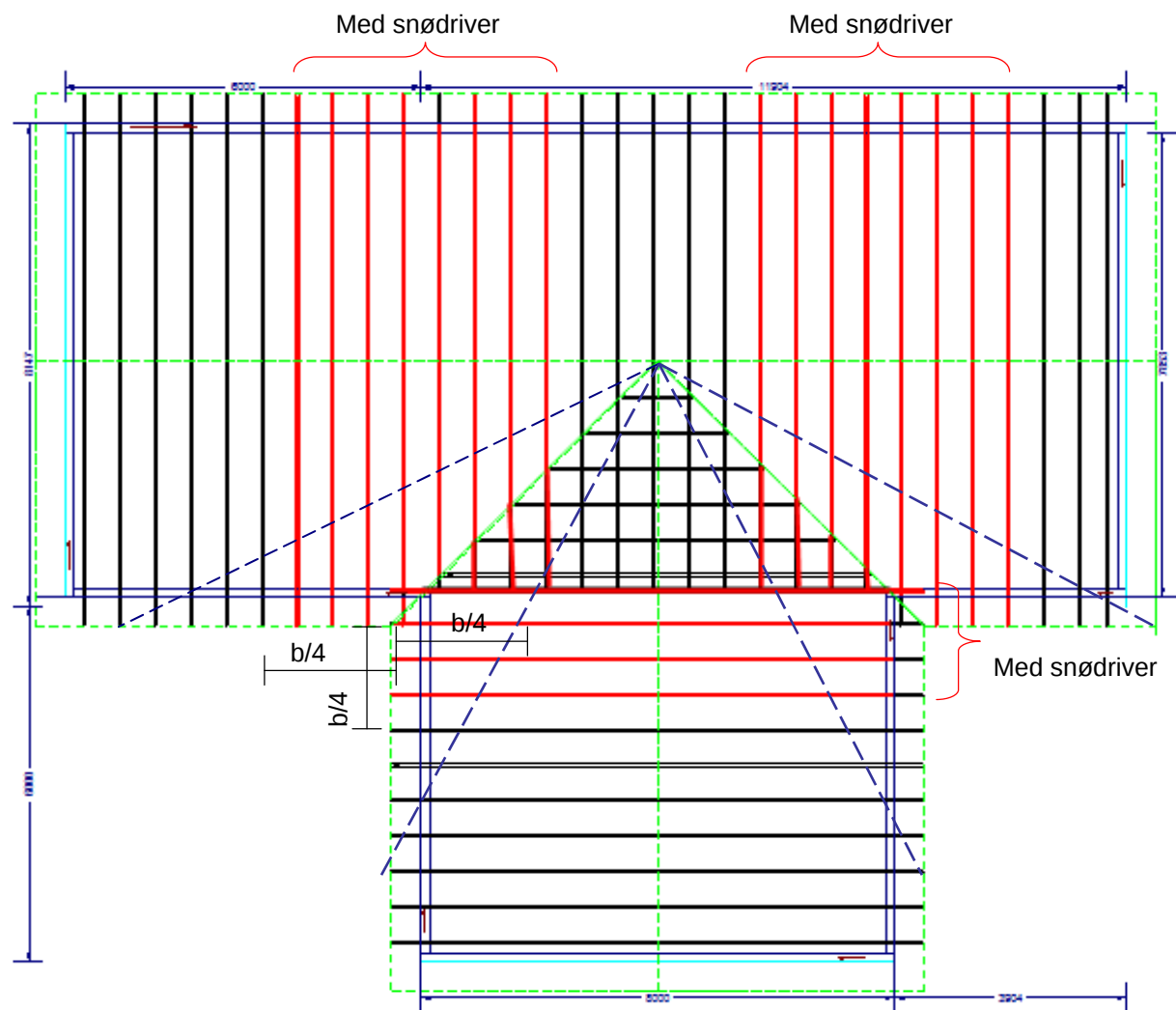


$$h = 0,2 b \operatorname{tg} \alpha \rightarrow \mu_2 = 0,2 \gamma b \operatorname{tg} \alpha / s_k$$

Eksempler:

$$\mu_4 = 0,2 * 2 * 8,0 \operatorname{tg} 30 / 3,5 = 0,5$$

$$\mu_4 = 0,2 * 2 * 4,0 \operatorname{tg} 22 / 3,5 = 0,2$$



Ønsker alle en fin og snørik vinter!

Takk for oppmerksomheten!

