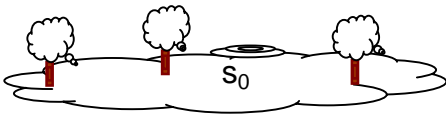
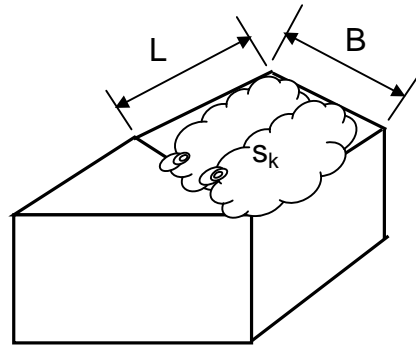


Beräkning snö- och vindlaster på tak och solcellsmodulfält



Under åren har SMHI mätt snödjupet på marken på 40 orter i Sverige och sedan statistiskt bestämt den snölast på marken som i genomsnitt återkommer en gång per 50 år, nämligen S_0 .



Tabell, exempel S_0 -värden för några olika orter i Sverige, kN/m².

Malmö	1,0
Hässleholm	1,0 - 1,5
Göteborg	1,0
Stockholm	2,0
Sundsvall	3,0 - 3,5
Mora	2,5
Umeå	3,0
Arjeplog	3,0 - 5,0
Kiruna	2,5 - 5,5

Snölasten på tak, S_k , beräknas, enligt

$$S_k = \mu C_e C_t S_0 \quad [\text{kN/m}^2]$$

där μ = formfaktor, [dimensionslös].

C_e = exponeringsfaktor för vind, [dimensionslös].

C_t = termisk koefficient, [dimensionslös].

C_e är en faktor som tar hänsyn till omgivande topografi, och är svår att bestämma och sätts till 1,0.

Den termiska koefficienten C_t sätt normalt till 1,0. C_t kan emellertid aldrig bli större än 1,0. För glatta tak med låg värmeisolerande förmåga, t.ex. glastak och om takets lutning är mer än 45° kan C_t sättas till 0. Om värmegenomgångstalet för taket är mindre än 1,0, dvs liten värmetransport genom taket, eller vindtemperaturen lägre än 5 °C, så kan C_t sättas till 1,0. För ett glastak, i en öppen konstruktion, där lufttemperaturen på insidan är ca som inomhustemperaturen, pga att glas leder värme relativt bra, så blir termiska faktorn C_t mindre än 1, dvs snölasten på taket blir mindre. Detta pga att den utläckande värmen smälter snön och även får den att lättare glida av.

Tabell för formfaktorn μ vid takvinkel α .

α [°]	μ
0 till 30	0,8
38	0,6
45	0,4
52	0,2
60 till 90	0

Exempel:

Ett tak på ett vanligt enfamiljshus i Sverige, som ligger i Mora.

Takvinkel $\alpha = 30^\circ$. Öinredd vind.

Antag 12 st solcellsmoduler i en rad monterade i porträtt, varje med bredd $b = 1,0$ m och höjden $H = 1,6$ m. Hela modulfältets bredd B blir då $B = 12$ m och höjden $H = 1,6$ m. Under modulerna löper 2 st alu-profiler. Längs alu-profilerna sitter 1 takkrok var 600 mm. Det blir $12/0,6 + 1 = 21$ takkrokar per alu-profil, och totalt 42 st takkrokar.

C_e sätts till = 1,0.

C_t sätts till 1,0.

μ fås från tabellen till = 0,8

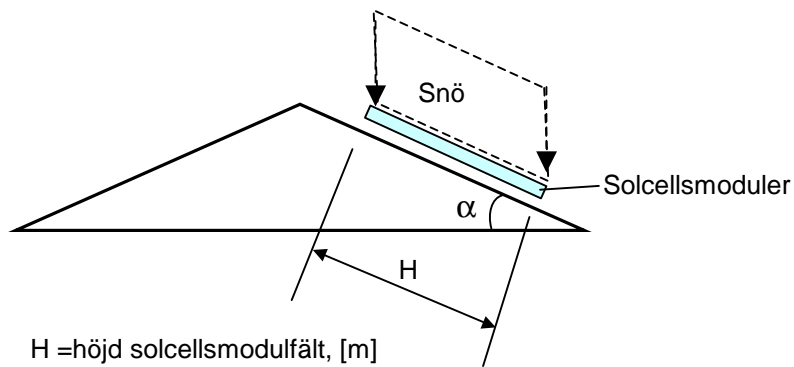
Vi får då snölast på taket:

$$S_k = \mu C_e C_t S_0 = 0,8 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 2,5 = 2,0 \quad [\text{kN/m}^2]$$

Bunden nysnö har en densitet på ca 100 kg/m³. Lasten 2,0 kN/m² motsvarar $2000 / 9,81 = 203,9$ kg/m². Dvs $203,9 / 100 = 2,04$ meter bunden nysnö på taket.

Tabell, snödensiteter för olika snötyper.

Typ	Densitet kg/m ³
Torr nysnö	30 till 50
Bunden nysnö	50 till 100
Starkt bunden nysnö	100 till 200
Torr gammelsnö	200 till 400
Fuktig gammelsnö	400 till 500

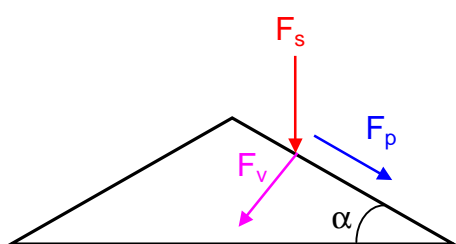


H = höjd solcellsmodulfält, [m]
 B = bredd solcellsmodulfält, [m]

A_p = Projicerad yta för modulfältet, på vilken snön tynger.

$A_p = B \cdot H \cdot \cos(\alpha)$ [m²] och för vårt exempel:

$$A_p = B \cdot H \cdot \cos(\alpha) = 12 \cdot 1,6 \cdot \cos(30^\circ) = 12 \cdot 1,6 \cdot 0,866 = 16,63 \text{ [m}^2\text{]}$$



F_s är kraften på hela takfallet. $A_p = 16,63 \text{ m}^2$ ger då:

$$F_s = S_k \cdot A_p = 2,0 \cdot 16,63 = 33,26 \text{ [kN]}$$

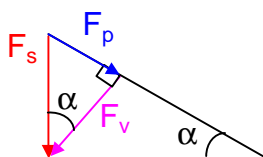
och det är det totala trycket från snön vertikalt mot solcellsmodulfädet.

Kraften parallellt med takfallet,

$$F_p = F_s \cdot \sin(\alpha) = 33,26 \cdot 0,50 = 16,63 \text{ [kN]}$$

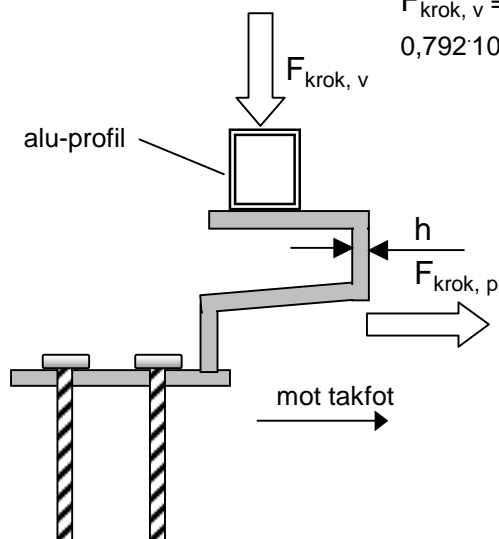
Kraften vinkelrät mot takytan blir:

$$F_v = F_s \cdot \cos(\alpha) = 33,26 \cdot 0,866 = 28,80 \text{ [kN]}$$



Kraften vinkelrät mot varje takkrok blir:

$$F_{\text{krok, v}} = F_v / 42 = 33,26 / 42 = 0,792 \text{ kN, vilket motsvarar } 0,792 \cdot 1000 / 9,81 = 80,74 \text{ kg.}$$



Vore huset istället beläget i Arjeplog med $s_0 = 5,0 \text{ kN/m}^2$, blir $S_k = 4,0 \text{ kN/m}^2$ och kraften den dubbla, nämligen $F_s = 4,0 \cdot 16,63 = 66,52 \text{ kN}$, och $F_v = 57,6 \text{ kN}$, och kraften på varje takkrok $F_{\text{krok, v}} = F_v / 42 = 57,6 / 42 = 1,37 \text{ kN}$, vilket motsvarar hela 139,65 kg

För tak med takvinkel större än 60° , och om inget hindrar snö från att rasa ner, blir $\mu = 0$ och alltså snölasten $S_k = 0$.

Man behöver alltså inte beakta snölast för tak med större takvinkel än 60° . Det finns alltså en anledning till att tak har större takvinkel i snörika regioner.

Som allmän tumregel gäller att snömängden ökar med ca 15 % per 100 m höjdökning.

Hållfashetsberäkning med Schletter montagedetaljer, med Schletter Configurator.

För landskapstyp III t.ex. by, förort, skogsområde

Takbredd, gavel-gavel = 13 m, takfalllängd 6,0 m. Betongpannor, trätakstolar.

3 moduler à 12 st. Moduler 1640 x 991 mm. Vikt per modul 17,7 kg

2 st alu-profiler under varje modulrad.

Ort	Vindlast, v_{ref} , m/s	Snölastzon s_0 , kN/m ²	Takvinkel grader, °	Taksnölast S_k , kN/m ²	Taktstavst. m	Takkrok typ	Alu-skena	Resultat, belastning:	
								alu-profil %	takkrok %
Malmö	26,0	1,0	0	0,8	1,20	rapid2+ univ.	Solo light	36	75
Malmö	26,0	1,0	15	0,8	1,20	rapid2+ univ.	Solo light	45	114
Malmö	26,0	1,0	25	0,8	1,20	rapid2+ univ.	Solo light	47	129
Malmö	26,0	1,0	35	0,67	1,20	rapid2+ univ.	Solo light	40	117
Malmö	26,0	1,0	45	0,4	1,20	rapid2+ univ.	Solo light	27	78
Malmö	26,0	1,0	60	0,0	1,20	rapid2+ univ.	Solo light	19	27
Malmö	26,0	1,0	25	0,8	1,20	rapid2+ 45	Solo light	47	100
Malmö	26,0	1,0	25	0,8	1,20	rapid2+ Max	Solo light	47	60
Uddevalla	25,0	1,5	0	1,2	1,20	rapid2+ univ.	Solo light	52	109
Uddevalla	25,0	1,5	15	1,2	1,20	rapid2+ univ.	Solo light	64	163
Uddevalla	25,0	1,5	25	1,2	1,20	rapid2+ univ.	Solo light	67	184
Uddevalla	25,0	1,5	35	1,0	1,20	rapid2+ univ.	Solo light	55	163
Uddevalla	25,0	1,5	45	0,6	1,20	rapid2+ univ.	Solo light	34	104
Uddevalla	25,0	1,5	60	0,0	1,20	rapid2+ univ.	Solo light	18	27
Uddevalla	25,0	1,5	25	1,2	1,20	rapid2+ 45	Solo light	67	142
Uddevalla	25,0	1,5	25	1,2	1,20	rapid2+ Max	Solo light	67	85
Stockholm	24,0	2,0	0	1,6	1,20	rapid2+ univ.	Solo light	68	143
Stockholm	24,0	2,0	15	1,6	1,20	rapid2+ univ.	Solo light	83	212
Stockholm	24,0	2,0	25	1,6	1,20	rapid2+ univ.	Solo light	86	240
Stockholm	24,0	2,0	35	1,33	1,20	rapid2+ univ.	Solo light	71	210
Stockholm	24,0	2,0	45	0,8	1,20	rapid2+ univ.	Solo light	42	130
Stockholm	24,0	2,0	60	0,0	1,20	rapid2+ univ.	Solo light	17	26
Stockholm	24,0	2,0	25	1,6	1,20	rapid2+ 45	Solo light	86	185
Stockholm	24,0	2,0	25	1,6	1,20	rapid2+ Max	Solo light	86	111
Stockholm	24,0	2,0	25	1,6	1,10	rapid2+ Max	Solo light	72	101
Stockholm	24,0	2,0	25	1,6	1,00	rapid2+ Max	Solo light	86	93
Stockholm	24,0	2,0	25	1,6	0,60	rapid2+ univ.	Solo light	22	120
Stockholm	24,0	2,0	25	1,6	0,60	rapid2+ 45	Solo light	22	92
Luleå	22,0	3,0	0	2,4	1,20	rapid2+ univ.	Solo light	100	210
Luleå	22,0	3,0	15	2,4	1,20	rapid2+ univ.	Solo light	121	311
Luleå	22,0	3,0	25	2,4	1,20	rapid2+ univ.	Solo light	125	350
Luleå	22,0	3,0	25	2,4	1,20	rapid2+ 45	Solo light	125	270
Luleå	22,0	3,0	25	2,4	1,20	rapid2+ Max	Solo light	125	162
Luleå	22,0	3,0	25	2,4	0,60	rapid2+ univ.	Solo light	31	175
Luleå	22,0	3,0	0	2,4	0,60	rapid2+ 45	Solo light	25	140
Luleå	22,0	3,0	25	2,4	0,60	rapid2+ 45	Solo light	31	135
Luleå	22,0	3,0	35	2,0	0,60	rapid2+ 45	Solo light	26	124
Luleå	22,0	3,0	45	1,2	0,60	rapid2+ 45	Solo light	15	77
Luleå	22,0	3,0	60	0,0	0,60	rapid2+ 45	Solo light	4	10
Luleå	22,0	3,0	15	2,4	0,60	rapid2+ Max	Solo light	30	73
Luleå	22,0	3,0	25	2,4	0,60	rapid2+ Max	Solo light	31	81
Luleå	22,0	3,0	35	2,0	0,60	rapid2+ Max	Solo light	26	73
Härnösand	22,0	3,5	25	2,8	1,20	rapid2+ univ.	Solo light	145	405
Härnösand	22,0	3,5	45	1,4	1,20	rapid2+ univ.	Solo light	67	209
Härnösand	22,0	3,5	25	2,8	1,20	rapid2+ 45	Solo light	145	313
Härnösand	22,0	3,5	25	2,8	1,20	rapid2+ Max	Solo light	145	187
Härnösand	22,0	3,5	25	2,8	0,60	rapid2+ univ.	Solo light	36	202
Härnösand	22,0	3,5	25	2,8	0,60	rapid2+ 45	Solo light	36	157
Härnösand	22,0	3,5	35	2,33	0,60	rapid2+ 45	Solo light	29	143
Härnösand	22,0	3,5	25	2,8	0,60	rapid2+ Max	Solo light	36	94
Härnösand	22,0	3,5	35	2,33	0,60	rapid2+ Max	Solo light	30	84
Are	25,0	5,5	25	4,4	1,20	rapid2+ univ.	Solo light	224	627
Are	25,0	5,5	25	4,4	1,20	rapid2+ 45	Solo light	224	485
Are	25,0	5,5	25	4,4	1,20	rapid2+ Max	Solo light	224	290
Are	25,0	5,5	25	4,4	0,60	rapid2+ univ.	Solo light	56	314
Are	25,0	5,5	25	4,4	0,60	rapid2+ 45	Solo light	56	243
Are	25,0	5,5	25	4,4	0,60	rapid2+ Max	Solo light	56	145
Are	25,0	5,5	35	3,65	0,60	rapid2+ Max	Solo light	45	130
Are	25,0	5,5	45	2,2	0,60	rapid2+ Max	Solo light	25	78
Are	25,0	5,5	25	4,4	0,40	rapid2+ Max	Solo light	25	97

Schletter takkrokstyper

Takkroktyp	Tjocklek, arm, h, mm	Bredd, arm, mm
rapid2+ univ.	6	35
rapid2+ 45	6	35
rapid2+ Max	8	35

Belastning lika med eller
lägre än 100 % är OK.

