

# Indholdsfortegnelse

---

<b>Kapitel 1</b>	<b>Laster</b>	<b>1</b>
1.1	Nyttelast . . . . .	1
1.2	Vindlast . . . . .	1
1.2.1	Basisvindhastighed . . . . .	1
1.2.2	Ruhedsfaktor . . . . .	2
1.2.3	Middelvindhastighed . . . . .	3
1.2.4	Turbolensintensitet . . . . .	3
1.2.5	Peakhastighedstryk . . . . .	4
1.2.6	Udvendigt vindtryk . . . . .	4
<b>Kapitel 2</b>	<b>Snelast</b>	<b>5</b>
2.1	Formfaktor . . . . .	5
2.2	Eksponeringsfaktor . . . . .	6
2.3	Termisk faktor . . . . .	6
2.4	Karakteristisk terrænværdi . . . . .	6
2.5	Beregning af snelast . . . . .	6
2.6	Snelast fra sneophobning . . . . .	7



# Laster 1

---

I det følgende afsnit vil de laster der påvirker tilbygningen til Strøbyrbergs Palæ. Lasterne der påvirker konstruktionen er nytte-, egen-, vind- og snelast. Lasterne skal være kendt, før bygningen og fundamentet kan dimensioneres.

## 1.1 Nyttelast

Nyttelast er en last der ikke virker permanent på en bygning, men derimod er varierende og kommer af anvendelse af en bygning. Nyttelast er den last som mennesker og inventar påvirker en konstruktion med. Nyttelast dækker over to laster, den transiente del (laster der varer over en til tre dage) og den vedvarende del (laster der varer over fem til ti år).

Nyttelast regnes på to forskellige måder, en jævnt fordelt fladelast  $q_k$  målt i  $\text{kN/m}^2$  og en punktlast  $Q_k$ , målt i kN. Disse to nyttelaster kan ikke optræde samtidigt. Fladelasten bruges til en global eftervisning af bæreevne og punktlasten bruges til en lokaleftervisning af bæreevne.

Nyttelasten, der virker på tilbygningen, er ens på alle etager. Bygningen er beregnet til boliger og går derfor ind under kategori A, som beskrevet i den tilhørende Eurocode. I kategori A regnes der med en anbefalet karakteristisk jævnt fordelt nyttelast på  $2 \text{ kN/m}^2$  og en punktlast på  $2 \text{ kN/m}^2$

## 1.2 Vindlast

Vindlast er den last som vind påvirker bygninger med og virker vinkelret på bygningers overflader.

NOTE: evt. figur der viser hvordan vind virker på en konstruktion:

Følgende afsnit er beregnet ud fra Eurocode DS/EN-1991-1-4. Værdierne for diverse konstanter og variable er aflæst i det tilhørende danske nationale anneks.

I de følgende afsnit bliver basisvindhastigheden, ruhedsfaktoren, middelvindhastigheden, turbolensintensiteten, peakhastighedstrykket og vindtrykket på tilbygningen beregnet.

### 1.2.1 Basisvindhastighed

Basisvindhastigheden er afhængig af retningsfaktoren, årstidsfaktoren og grundværdien for basisvindhastigheden.

Følgende formel bruges til at beregne basisvindhastigheden:

$$v_b = c_{dir} \cdot c_{season} \cdot v_{b,0}$$

Hvor:

- $v_b$  = basisvindhastigheden.
- $v_{b,0}$  = grundværdien for basisvindhastigheden.
- $c_{season}$  = årstidsfaktoren.
- $c_{dir}$  = retningsfaktoren.

I dette tilfælde er  $v_{b,0}$  24 m/s,  $c_{season}$  er 1,0, da bygningen står året rundt og  $c_{dir}$  sættes til 1,0, da dette er den anbefalede værdi.

$$v_b = 1,0 \cdot 1,0 \cdot 24 \text{ m/s}$$

Dvs. basisvindhastigheden ved tilbygningen til Strøbybergs Palæ er 24 m/s.

### 1.2.2 Ruhedsfaktor

Ruhedsfaktoren er afhængig af ruhedslængden, terrænfaktoren og bygningens højde over terræn.

Følgende formler bruges til at beregne ruhedsfaktoren

$$c_r(z) = k_r \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right)$$

$$k_r = 0,19 \cdot \ln\left(\frac{z_0}{z_{0,II}}\right)^{0,07}$$

Hvor:

- $c_r(z)$  = ruhedsfaktoren i højden  $z$ .
- $k_r$  = terrænfaktoren.
- $z$  = bygningens højde over terræn.
- $z_0$  = ruhedslængden.
- $z_{0,II}$  = 0,05 m, som aflæst i Tabel XX

I dette tilfælde er  $z = 14,85$  m,  $z_0$  er 0,3 m, grundet terrænkategori III er valgt.

Terrænfaktoren beregnes:

$$k_r = 0,19 \cdot \ln\left(\frac{0,3 \text{ m}}{0,05 \text{ m}}\right)^{0,07} = 0,22$$

Ruhedsfaktoren beregnes:

$$c_r(z) = 0,22 \cdot \ln\left(\frac{14,85 \text{ m}}{0,3 \text{ m}}\right) = 0,86$$

Dvs. ruhedsfaktoren i højden  $z$  ved tilbygningen ved Strøbybergs Palæ er 0,86.

### 1.2.3 Middelvindhastighed

Middelvinhastigheden er afhængig af orografifaktoren, ruhedsfaktoren og basisvindhastigheden.

Følgende formel bruges til at beregne middelvindhastigheden:

$$v_m(z) = c_r(z) \cdot c_0(z) \cdot v_b$$

Hvor:

- $v_m(z)$  = middelvindhastighed i højden  $z$ .
- $c_r(z)$  = ruhedsfaktoren i højden  $z$ .
- $c_0(z)$  = orografifaktoren i højden  $z$ .
- $v_b$  = basisvindhastigheden.

I dette tilfælde er  $c_r(z) = 0,86$ ,  $c_0(z) = 1,0$ , da den gennemsnitslige hældning af terrænet til luv er mindre end tre grader.  $v_b = 24$  m/s.

$$v_m(z) = 0,86 \cdot 1,0 \cdot 24 \text{ m/s} = 20,64 \text{ m/s}$$

Dvs. middelvindhastigheden ved tilbygningen til Strøbybergs Palæ i højden  $z$ , er 20,64 m/s.

### 1.2.4 Turbolensintensitet

Turbolensintensiteten er afhængig af bygningens højde over terræn, ruhedslængden, turbolensfaktoren og orografifaktoren.

Følgende formel bruges til at beregne turbolensintensiteten:

$$I_v(z) = \frac{k_l}{c_0(z) \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right)}$$

Hvor:

- $I_v(z)$  = turbolensintensiteten i højden  $z$ .
- $k_l$  = turbolensfaktor.
- $c_0$  = orografifaktor.
- $z_0$  = ruhedslængden.

I dette tilfælde er  $k_l = 1,0$ , da dette er den anbefalede værdi.  $c_0 = 1,0$ , da den gennemsnitslige hældning af terrænet er mindre end tre grader.  $z_0 = 0,3$  m, da terrænkategori III er valgt.

$$I_v(z) = \frac{1,0}{1,0(z) \cdot \ln\left(\frac{14,85 \text{ m}}{0,3 \text{ m}}\right)} = 0,26$$

Dvs. turbolensintensiteten ved tilbygningen til Strøbybergs Palæ er 0,26.

### 1.2.5 Peakhastighedstryk

Peakhastighedstrykket er afhængig af luftens densitet, stødfaktoren, turbolensintensiteten og middelvindhastigheden.

Følgende formel bruges til at beregne peakhastighedstrykket:

$$q_p(z) = [1 + 7 \cdot I_v(z)] \cdot \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot (v_m(z))^2$$

Hvor:

- $[1 + 7 \cdot I_v(z)]$  = stødfaktor.
- $I_v(z)$  = turbolensintensitet.
- $\rho$  = luftens densitet.
- $v_m(z)$  = middelvindhastighed.

I dette tilfælde er  $I_v(z) = 0,26$ .  $\rho = 1,25 \text{ kg/m}^3$ , da dette er den anbefalede værdi.  $v_m(z) = 20,64 \text{ m/s}$ .

$$q_p(z) = [1 + 7 \cdot 0,26] \cdot \frac{1}{2} \cdot 1,25 \text{ kg/m}^3 \cdot (20,64 \text{ m/s})^2 = 0,748 \text{ kN/m}^2$$

Dvs. peakhastighedstrykket ved tilbygningen til Strøbybergs Palæ er  $0,748 \text{ kN/m}^2$

### 1.2.6 Udvendigt vindtryk

Følgende formel bruges til at beregne det udvendige vindtryk:

$$w_e = q_p(z_e) \cdot c_{pe}$$

Hvor:

- $q_p(z_e)$  = peakhastighedstryk i højden  $z_e$ .
- $c_{pe}$  = formfaktor for det udvendige vindtryk.
- $z_e$  = højden af bygningen, da bygningen er lavere end den er bred.

Da tilbygningen til Strøbybergs Palæ, er lavere end den er bred, er  $q_p(z_e) = q_p(z)$ , som blev beregnet tidligere til:

$$q_p(z) = 0,748 \text{ kN/m}^2$$

NOTE: indsæt figur med vindretning og sådan.

h/d forholdet bestemmes, dette er vigtigt at kende, da det bruges til at bestemme hvilken formfaktor der skal benyttes:

# Snelast 2

---

Ved beregning af belastninger på en given konstruktion, så skal man også tage stilling til snelasten. Snelasten på tilbygningen regnes med formlen for vedvarende/midlertidig dimensioneringstilfælde:

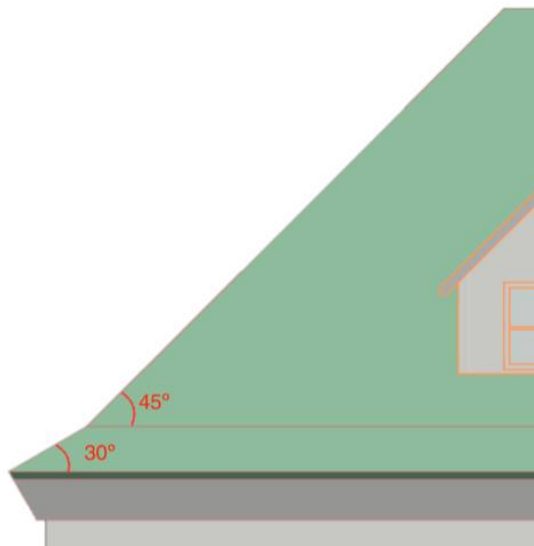
$$s = \mu_i \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k$$

hvor

- $\mu_i$  = formfaktor.
- $C_e$  = eksponeringsfaktor.
- $C_t$  = termisk faktor
- $s_k$  = *karakteristisksnelastpjorden*

## 2.1 Formfaktor

Formfaktoren afhænger af tagtype og dens hældning. Tilbygningen er beklædt med et sadeldag med følgende vinkler som kan ses på figur 1:



**Figur 2.1.** Sadeltag med to forskellige skråninger og dermed to hældninger.

Formfaktoren inddeles i tre dele; den ene med hældning på 30°, den anden med en hældning på 45° og til sidst det flade tagstykke. Form faktoren for den skrå hældning med 30° er 0,8. For den skrå hældning med 45° er værdien 0,4 og for det flade tag er værdien 0,8.

## 2.2 Eksponeringsfaktor

Denne faktor er afhængig af omgivelserne omkring tilbygningen, men også dimensionerne på bygningen spiller en rolle. Deraf kommer formlen:

$$C_e = C_{top} \cdot C_s$$

Topografien inddeles i enten vindblæst, normal eller afskærmet, alt efter hvor blottet konstruktionen. Da tilbygningen delvis er afskærmet og delvis vindblæst, så vælges der her den maksimale mulige værdi for topografien for at tage stilling til den værst mulige belastning der måtte forekomme. Værdien for topografien sættes dermed til 1,25.

Faktoren for dimensionen af konstruktionen sættes til at være lig med 1,0. Dette skyldes at den opfylder følgende sætning:  $2h > l_1$ , hvor  $h$  svarer til højden af konstruktionen og  $l_1$  svarer til den længste side af bygningen.

Eksponeringsfaktor kommer da til at få værdien på 1,25.

## 2.3 Termisk faktor

Følgende faktor bruges som en reduktionsfaktor i det tilfælde hvor der er høj varmeoverførsel såsom et drivhus med glastag. Under normale omstændigheder sættes den termisk faktor til at være 1,0.

## 2.4 Karakteristisk terrænværdi

Denne værdi sættes til at være lig med 1 kN/m<sup>2</sup> i Danmark

## 2.5 Beregning af snelast

De fundende faktor og variabler kan nu bruges til at finde snelasten på tilbygningen. Værdierne kan findes i tabellen forneden:

Beskrivelse	Symbol	Værdi
Formfaktor	$\mu_i$	0,8 (hældning 30°) 0,4 (hældning 45°) 0,8 (fladt tag)
Eksponeringsfaktor	$C_e$	1,25
- Topografi	$C_{top}$	1,25
- Faktor for dimension	$C_s$	1,0
Termisk faktor	$C_t$	1,0
Karakteristisk terrænværdi	$s_k$	1,0 kN/m <sup>2</sup>

**Tabel 2.1.** Oversigt over de fundende værdier til beregning af snelast

De forskellige værdier bruges til at beregne snelasten og følgende resultater kan ses i tabel 2.2 Linjelasten er også beregnet over det stykke som sneen påvirket med.



Tagdel	Last	Længde	Linjelast
Skrå del (hældning på 30°)	1,0 kN/m <sup>2</sup>	0,86 m · 2	1,73 kN/m <sup>2</sup>
Skrå del (hældning på 45°)	0,5 kN/m <sup>2</sup>	2,28 m · 2	4,55 kN/m <sup>2</sup>
Fladt tag	1,0 kN/m <sup>2</sup>	5 m	5,0 kN/m <sup>2</sup>

**Tabel 2.2.** Oversigt over de forskellige laster for de forskellige dele som taget er blevet inddelt i.

## 2.6 Snelast fra sneophobning

For bygningskonstruktioner som både udsættes for sne og vind, så regnes der med en ekstra lastarrangement. Vindsiden på sadeltaget vil have en formfaktor på nul, mens læsiden vil have en formfaktor afhængig af hældningen. Men inden der tages hensyn til den ekstra lastarrangement, så skal følgende sætninger være opfyldte:

1. bygningens orientering vender mod den østlige retning (fra NNØ til SØ)
2. facadehøjden i vindsiden er højst 10 m.
3. bygningens længde på tværs af vindsiden er to gange større end bygningens kiphøjde
4. bygningens dybde er større end bygningens kiphøjde
5. terrænet i vindsiden er åben i en afstand på 400 m.

Da tilbygningen til Strøbybergs Palæ opfylder alle betingelserne, så skal der regnes med ekstra last. Igen ses der på figur 1, da de forskellige formfaktor som bruges til at udregne snelasten afhænger af hældningen på taget. For et tag med hældningen fra 15° til 30° beregnes formfaktoren til at være lig med 1,2. Derimod beregnes formfaktoren til at være 0,60 for taget med hældningen 45°.

Til beregning af den ekstra snelast bruges den samme formel som tidligere anvendt i starten af kapitlet. Igen bruges denne formel til at beregne den ekstra snelast, formfaktoren er blot ændret:

$$s = \mu_i \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k$$

Resultatet kan ses i tabel 2.3 hvor linjelasten også er skrevet ind.

Tagdel	Last	Længde	Linjelast
Skrå del (hældning på 30°)	0,75 kN/m <sup>2</sup>	0,86 m · 2	2,59 kN/m <sup>2</sup>
Skrå del (hældning på 45°)	0,5 kN/m <sup>2</sup>	2,28 m · 2	6,82 kN/m <sup>2</sup>

**Tabel 2.3.** Oversigt over de ekstra snelaster der fremkommer ved læsiden ved vindblæst.

