

Esimerkkilaskelma

Palkin vetopuolen lovi

29.01.2019

Sisällysluettelo

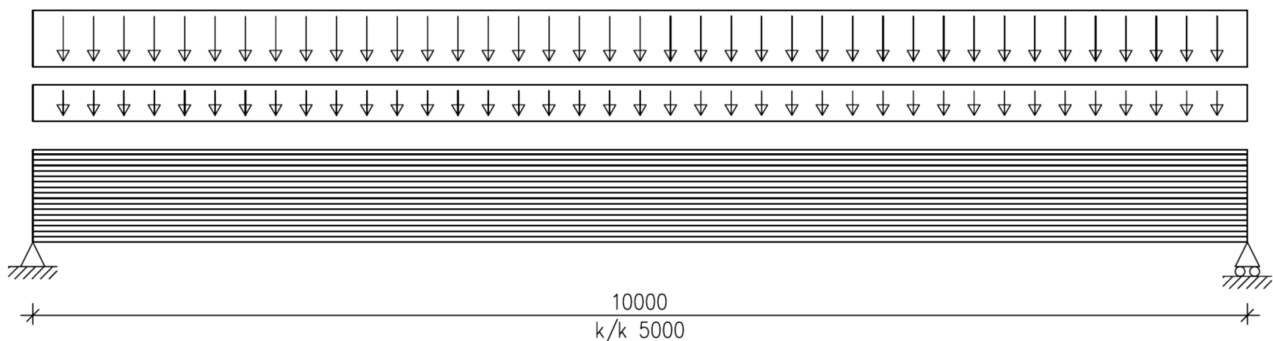
1	LÄHTÖTIEDOT	- 3 -
2	KUORMAT	- 3 -
3	MATERIAALI	- 4 -
4	MITOITUS	- 4 -
4.1	LOVEN MITOITUS.....	- 4 -
4.2	LOVEN VAHVISTUS RUUVITANGOLLA.....	- 6 -

1 LÄHTÖTIEDOT

Rakennuspaikka:	Helsinki
Rakenne:	Suora palkki, jossa lovi tuella
Seuraamusluokka:	CC2
Normit:	Puurakenteet: RIL 205-1-2017, RIL 205-2-2009, SFS EN 1995-1-1, SFS EN 1995-1-2, SFS 7027, DIN 1995-1-1/NA:2013-08
	Kuormat: RIL 201-1-2017, SFS EN 1990, SFS EN 1991-1-1, SFS EN 1991-1-3

2 KUORMAT

KUORMITUSTAPAUSET:



Kuormitustapaus 1: omapaino 100 % + lumi 100 %

LUMIKUORMA:

Lumikuorma maassa $s_k = 2,75 \text{ kN/m}^2$

Katon muotokerroin $\mu = 0,8 \Rightarrow$ lumikuorma katolla $q_{s,k} = \mu \cdot s_k \Rightarrow 0,8 \cdot 2,75 \text{ kN/m}^2 = 2,2 \text{ kN/m}^2$

Palkkijako 5000 mm ja kattorakenne (orret) 1-aukkoisia

\Rightarrow **Lumikuorma palkille, $p_{q,s,k} = k/k \cdot q_{s,k} \Rightarrow 5 \text{ m} \cdot 2,2 \text{ kN/m}^2 = 11,0 \text{ kN/m}$**

OMAPAINO:

Yläpohjan omapaino $g_{k,1} = 0,5 \text{ kN/m}^2$, lisäksi huomioidaan ripustuskuormat $g_{k,2} = 0,5 \text{ kN/m}^2$

Palkkijako 5000 mm ja kattorakenne (orret) 1-aukkoisia

$\Rightarrow p_{g,k,1} = k/k \cdot (g_{k,1} + g_{k,2}) \Rightarrow 5 \text{ m} \cdot (0,5 \text{ kN/m}^2 + 0,5 \text{ kN/m}^2) = 5,0 \text{ kN/m}$

Palkin omapaino $p_{g,k,2} \approx 0,8 \text{ kN/m}$

\Rightarrow **Omapaino palkille $p_{g,k} = p_{g,k,1} + p_{g,k,2} \Rightarrow 5,0 \text{ kN/m} + 0,8 \text{ kN/m} = 5,8 \text{ kN/m}$**

VOIMASUUREET:

Kuorma murtorajatilassa: $P_d = 1,5 \times 11,0 \text{ kN/m} + 1,15 \times 5,8 \text{ kN/m} = 23,2 \text{ kN/m}$

$$\text{Leikkausvoima, } V_d = \frac{P_d \times L}{2} \Rightarrow V_d = \frac{23,2 \times 10}{2} = 115,9 \text{ kN}$$

3 MATERIAALI

Liimapuupalkki GL30c 190x765

$$k_h = \left(\frac{600}{h}\right)^{0,1} \leq 1,1$$

palkin korkeus yli 600 mm

⇒ taivutuslujuuden ominaisarvon korotuskerroin $k_h = 1,0$

Aikaluokka: Keskipitkä

Käyttöluokka: 1

⇒ $k_{mod} = 0,8$

Lujuus- ja jäykkyysominaisuudet

⇒ $\gamma_M = 1,25$

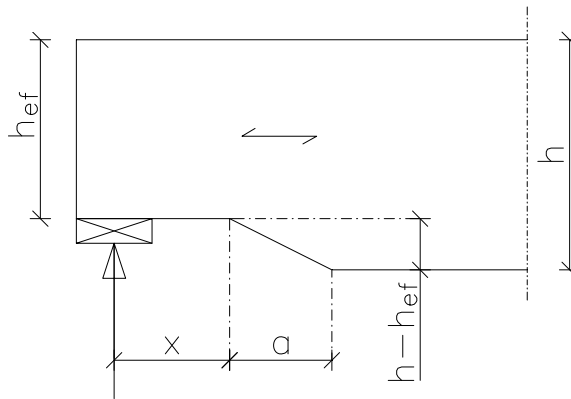
⇒ leikkauskestävyyden ominaisarvo $f_{v,k} = 3,5 \text{ N/mm}^2$

⇒ leikkauskestävyyden mitoitusarvo $f_{v,d} = k_{mod} / \gamma_M \times 3,5 \text{ N/mm}^2 = 2,24 \text{ N/mm}^2$

4 MITOITUS

4.1 LOVEN MITOITUS

(Taulukko- ja kaavaviittaukset ohjeeseen RIL 205-1-2009)



Seuraavan ehdon tulee täyttyä:
$$\tau_d = \frac{1,5 \times V_d}{b_{ef} \times h_{ef}} \leq k_v \times f_{v,d}$$

, jossa

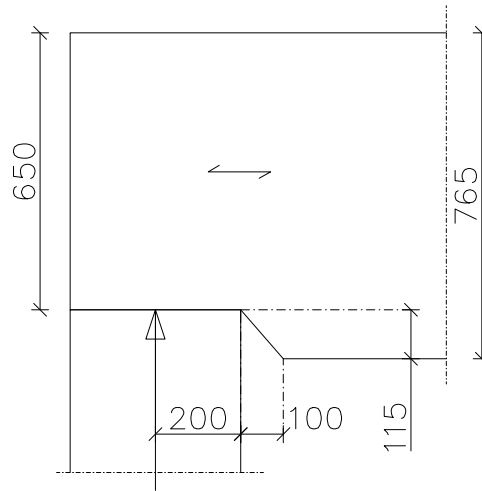
$$k_v = \frac{k_n \times \left(1 + \frac{1,1 \times i^{1,5}}{\sqrt{h}}\right)}{\sqrt{h} \times \left(\sqrt{\alpha \times (1 - \alpha)} + 0,8 \times \frac{x}{h} \times \sqrt{\frac{1}{\alpha} - \alpha^2}\right)} \text{ kuitenkin enintään } 1,0$$

, jossa

$$k_n = \begin{cases} 5,0 \text{ sahatavara} \\ 6,5 \text{ liimapuu} \\ 4,5 \text{ LVL yleensä} \\ 6,0 \text{ Kerto-S -LVL} \\ 16,0 \text{ Kerto-Q -LVL} \end{cases}$$

$$\alpha = \frac{h_{ef}}{h}$$

$$i = \frac{a}{h - h_{ef}}$$



Tarkistetaan käyttöluokan vaatimus palkin teholliseen leveyteen $b_{eff} = k_{cr} \times b$

Liimapuu ja käyttöluokka 1 $\Rightarrow k_{cr} = 1.0$:

$$b_{eff} = k_{cr} \times b \Rightarrow 1.0 \times 190 = 190 \text{ mm}$$

$$h = 765 \text{ mm}$$

$$h_{ef} = 765 - 115 = 650 \text{ mm}$$

$$x = 200 \text{ mm}$$

$$a = 100 \text{ mm}$$

$$h - h_{ef} = 115 \text{ mm}$$

$$\alpha = \frac{h_{ef}}{h} = 0,850$$

$$i = \frac{a}{h - h_{ef}} = 0,870$$

$$k_n = 6,5$$

$$k_v = \frac{k_n \times \left(1 + \frac{1,1 \times i^{1,5}}{\sqrt{h}}\right)}{\sqrt{h} \times \left(\sqrt{\alpha \times (1 - \alpha)} + 0,8 \times \frac{x}{h} \times \sqrt{\frac{1}{\alpha} - \alpha^2}\right)}$$

$$\Rightarrow k_v = \frac{6,5 \times \left(1 + \frac{1,1 \times 0,870^{1,5}}{\sqrt{765}}\right)}{\sqrt{765} \times \left(\sqrt{0,850 \times (1 - 0,850)} + 0,8 \times \frac{200}{765} \times \sqrt{\frac{1}{0,850} - 0,850^2}\right)}$$

$$\Rightarrow k_v = \frac{6,5}{27,659 \times (0,357 + 0,209 \times 0,674)} = 0,472$$

Tarkistetaan ehto:

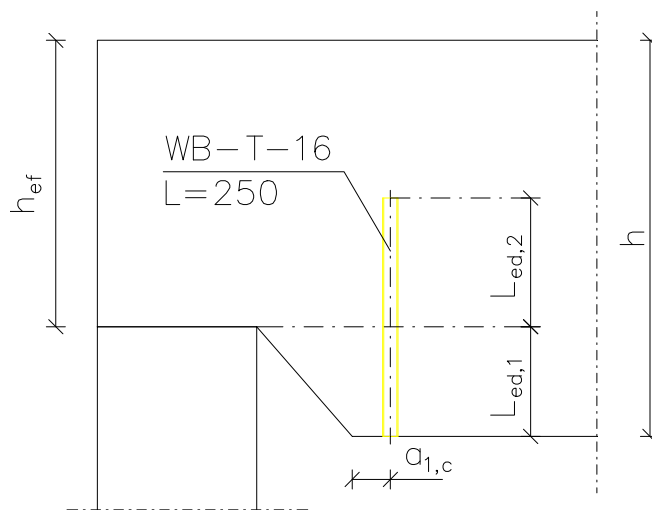
$$\tau_d = \frac{1,5 \times V_d}{b_{ef} \times h_{ef}} \leq k_v \times f_{v,d} \Rightarrow \tau_d = \frac{1,5 \times 115850 \text{ N}}{190 \text{ mm} \times 650 \text{ mm}} \leq 0,472 \times 2,24 \text{ N/mm}^2$$

$$\Rightarrow \tau_d = 1,41 \text{ N/mm}^2 \leq 1,06 \text{ N/mm}^2 \text{ (133\%)}$$

⇒ Ei kestä eli joudutaan vahvistamaan lovea

4.2 LOVEN VAHVISTUS RUUVITANGOLLA

Loven vahvistaminen ruuvitangolla (SFS Intec WB-T-16x250), joka porataan palkin alapuolelta keskelle palkkia:



Vaatus: $L_{ed,2} \geq L_{ed,1} \Rightarrow (250 - 115) \text{ mm} \geq 115 \text{ mm} \Rightarrow \text{OK!}$ Lisäksi ruuvitangon etäisyys loven reunasta, $a_{1,c} \geq 40 \text{ mm}$

Lasketaan ruuville tuleva kuorma (DIN 1995-1-1/NA:2013-08 mukaan):

$$F_{t,90,d} = 1,3 \times V_d \times (3 \times (1 - \alpha)^2 - 2 \times (1 - \alpha)^3)$$

$$\Rightarrow F_{t,90,d} = 1,3 \times 115,9 \times (3 \times (1 - 0,850)^2 - 2 \times (1 - 0,850)^3) = 9,2 \text{ kN}$$

Yhden ruuvitangon vetokapasiteetti lasketaan

$$L_{ef} = \min(L_{ed,1}; L_{ed,2}) \Rightarrow L_{ef} = \min(115 \text{ mm}; 135 \text{ mm}) = 115 \text{ mm}$$

Load-bearing capacities of the WB threaded rod

For $\rho_k = 380 \text{ kg/m}^3$ and $k_{mod} = 0.9$

Other gross densities or modification factors: $R'_{ax,d} = R_{ax,d} \cdot k_F \cdot k_M$

	WB-T-16	WB-T-20
l_{ef}	$R_{ax,d}$	$R_{ax,d}$
100 mm	11.2 kN	14.0 kN
200 mm	22.4 kN	28.0 kN
300 mm	33.6 kN	42.0 kN
400 mm	44.8 kN	56.0 kN
500 mm	56.0 kN	70.0 kN
600 mm	67.2 kN	84.0 kN
700 mm	beyond $l_{ef} = 644 \text{ mm}$: $R_{ax,d,max} = 72.38 \text{ kN}$	98.0 kN
800 mm		112.0 kN
		beyond $l_{ef} = 808 \text{ mm}$: $R_{ax,d,max} = 113.10 \text{ kN}$

Kuva 1: SFS Intec:n suunnitteluohje

Interpoloidaan kapasiteetti tangon pituuden suhteen: $(22,4 \text{ kN} - 11,2 \text{ kN}) / 10 \times 1,15 + 11,2 \text{ kN} = 12,5 \text{ kN}$

Lisäksi on huomioitava puun tiheys (interpoloidaan $\Rightarrow k_F = 1,055$) ja aika- ja kosteusluokkakerroin ($0,9 \Rightarrow 0,8$ eli $k_M = 0,889$):

$$R'_{ax,d} = R_{ax,d} \times k_F \times k_M \Rightarrow R'_{ax,d} = 12,5 \text{ kN} \times 1,055 \times 0,889 = 11,7 \text{ kN}$$

$$F_{t,90,d} \leq R'_{ax,d} \text{ (79\%)}$$