SE2_E16-04

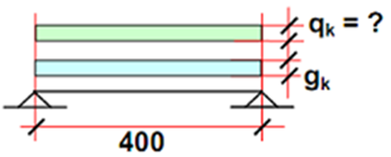
Determinar para a viga de madeira indicada qual o máximo valor da carga uniforme distribuída variável "qk" que pode ser aplicada considerando a condição de segurança quanto à esforços cortantes.
* Considerar travamento lateral ao longo de todo o comprimento da viga;
** Considerar redução de cortantes nos apoios;

- Madeira dicotiledônea classe C-60;
- Dimensões em centímetros;
- Madeira de 2a. categoria;
- Classe 1 de umidade;
- Carregamento de longa duração;

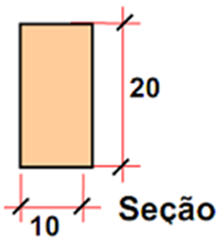
$gk := 2\ \frac{kN}{m}$ (*permanente*)

qk = ??? kN/m (*variável*)

- ELU Combinação Normal;
- Edificação Residencial;



Esquema



Seção

Tensões Resistentes da Madeira:

$fc0k := 60\ MPa$ $fv0k := 8\ MPa$ $Ec0m := 24,5\ GPa$

$kmod1 := 0,7$ Cargas de Longa Duração

$kmod2 := 1,0$ Classe 1 de Umidade

$kmod3 := 0,8$ Peça de 2ª Categoria

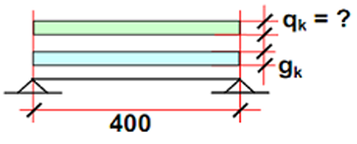
$kmod := kmod1 \cdot kmod2 \cdot kmod3 = 0,56$

$fc0d := \frac{kmod \cdot fc0k}{1,4} = 2,4\ \frac{kN}{cm^2}$ $Ec0ef := kmod \cdot Ec0m = 1372\ \frac{kN}{cm^2}$

$fv0d := \frac{kmod \cdot fv0k}{1,8} = 0,2489\ \frac{kN}{cm^2}$ $fv0d = 2,4889\ MPa$

Combinações de Ações (ELU):

Combinação de Ações ELU:



$L := 400\ cm$ $b := 10\ cm$ $h := 20\ cm$

$\gamma g := 1,4$ $\gamma q := 1,4$

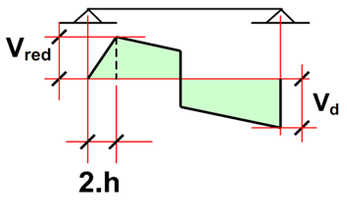
$V_gk := gk \cdot \frac{L}{2} = 4\ kN$ $V_qk = qk \cdot \frac{L}{2}$

Sem a considerção da redução de cortantes nos apoios:

$Vsd_sem_red = \gamma g \cdot V_gk + \gamma q \cdot V_qk$

$Vsd_sem_red(qk) := \gamma g \cdot gk \cdot \frac{L}{2} + \gamma q \cdot qk \cdot \frac{L}{2}$

Com a considerção da redução de cortantes nos apoios:



$$V(x) = \frac{q \cdot L}{2} - q \cdot x$$

$$V(2 \cdot h) = \frac{q \cdot L}{2} - q \cdot 2 \cdot h$$

$$V_gk_red := gk \cdot \frac{L}{2} - gk \cdot 2 \cdot h = 3{,}2\ \text{kN}$$

$$V_gk_red(qk) := qk \cdot \frac{L}{2} - qk \cdot 2 \cdot h$$

$$Vsd_com_red = \gamma g \cdot V_gk_red + \gamma q \cdot V_qk_red$$

$$Vsd_com_red(qk) := \gamma g \cdot \left(gk \cdot \frac{L}{2} - gk \cdot 2 \cdot h \right) + \gamma q \cdot \left(qk \cdot \frac{L}{2} - qk \cdot 2 \cdot h \right)$$

Verificação de Cortantes:

$$\tau_d \leq f_{v0,d}$$

$$\tau_d = \frac{V_d \cdot S}{b \cdot I} = \frac{3}{2} \frac{V_d}{b \cdot h}$$

Na condição limite:

$$\frac{3}{2} \cdot \frac{Vsd}{b \cdot h} = fv0d \quad \text{---> } \quad Vsd = fv0d \cdot \frac{2}{3} \cdot b \cdot h$$

Sem redução de cortantes:

$$Vsd_sem_red(qk) := \gamma g \cdot gk \cdot \frac{L}{2} + \gamma q \cdot qk \cdot \frac{L}{2}$$

$$\gamma g \cdot gk \cdot \frac{L}{2} + \gamma q \cdot qk \cdot \frac{L}{2} = fv0d \cdot \frac{2}{3} \cdot b \cdot h \quad \text{---> } \quad qk = \left(fv0d \cdot \frac{2}{3} \cdot b \cdot h - \gamma g \cdot gk \cdot \frac{L}{2} \right) \cdot \frac{2}{\gamma q \cdot L}$$

$$qk_sem_red := \left(fv0d \cdot \frac{2}{3} \cdot b \cdot h - \gamma g \cdot gk \cdot \frac{L}{2} \right) \cdot \frac{2}{\gamma q \cdot L} = 9{,}8519\ \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Com redução de cortantes:

$$Vsd_com_red(qk) := \gamma g \cdot \left(gk \cdot \frac{L}{2} - gk \cdot 2 \cdot h \right) + \gamma q \cdot \left(qk \cdot \frac{L}{2} - qk \cdot 2 \cdot h \right)$$

$$\gamma g \cdot \left(gk \cdot \frac{L}{2} - gk \cdot 2 \cdot h \right) + \gamma q \cdot \left(qk \cdot \frac{L}{2} - qk \cdot 2 \cdot h \right) = fv0d \cdot \frac{2}{3} \cdot b \cdot h$$

$$qk \cdot \gamma q \cdot \left(\frac{L}{2} - 2 \cdot h \right) = fv0d \cdot \frac{2}{3} \cdot b \cdot h - \gamma g \cdot \left(gk \cdot \frac{L}{2} - gk \cdot 2 \cdot h \right)$$

$$qk = \frac{fv0d \cdot \frac{2}{3} \cdot b \cdot h - \gamma g \cdot \left(gk \cdot \frac{L}{2} - gk \cdot 2 \cdot h \right)}{\gamma q \cdot \left(\frac{L}{2} - 2 \cdot h \right)}$$

$$qk_com_red := \frac{fv0d \cdot \frac{2}{3} \cdot b \cdot h - \gamma g \cdot \left(gk \cdot \frac{L}{2} - gk \cdot 2 \cdot h \right)}{\gamma q \cdot \left(\frac{L}{2} - 2 \cdot h \right)} = 12{,}8148\ \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$\frac{qk_com_red}{qk_sem_red} = 1{,}3008$$

* A redução de cortantes neste caso em específico (mera verificacão de cisalhamento) garante um aumento de capacidade de carga de 30,08%.
