

k.ú. PARDUBICE - 717657, č.parc.1

± 0,000 = 221,980 m n. m. (Bpv)

Generální projektant		
S V I Ž N		
Autor SVIŽN s.r.o. <small>korespondenční adresa</small> Havlíčková 15, 110 00 Praha 1 <small>sídlo</small> Milady Horákové 298/123, 160 00 Praha 6 <small>ičo</small> 033 01 087 <small>kontakt</small> tel.: 606 062 636 mail.: info@svizn.com	HIP Martin Růžicka <small>kontakt</small> tel.: 608 071 908 mail.: ruzicka@svizn.com	Vypracoval Ing. Ladislav Košťál
	Zodp. projektant Ing. Ladislav Košťál	
	<small>číslo autorizace</small> 134	

Akce Zámek Pardubice - využití a obnova zámeckých exteriérů a interiérů č. p. 1 a č. p. 2		
Stavebník Pardubický kraj, Komenského náměstí 125, 532 11 Pardubice		
Stupeň DUR + DSP + DPS	Revize	Datum 12 / 2017

Označení části D.1	Část DOKUMENTACE STAVEBNÍHO OBJEKTU - SO.01
Číslo profese D.1.2	Profese STAVEBNĚ KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ
Číslo přílohy D.1.2.a-02	Příloha STATICKÝ VÝPOČET

Rekonstrukce Zámku Pardubice

Výpočet stávajícího stálého zatížení stropních konstrukcí

Skladba stropu nad 2.NP – míst. 1-3.10, sonda WS1-3.07

popis	tl.(m)	kN/m3	charakter.		výpočtové
keramická dlažba	0,015	18,00	0,270	1,350	0,365
cementový potěr	0,16	23,00	3,680	1,350	4,968
záklap	0,05	5,50	0,275	1,350	0,371
stropní trámy			1,000	1,350	1,350
celkem			5,225	1,350	7,054

Skladba stropu nad 2.NP – míst. 1-3.11, sonda WS1-3.06

popis	tl.(m)	kN/m3	charakter.		výpočtové
keramická dlažba	0,015	18,00	0,270	1,350	0,365
cementový potěr	0,19	23,00	4,370	1,350	5,900
trapézový plech			0,100	1,350	0,135
stropní trámy			1,000	1,350	1,350
celkem			5,740	1,350	7,749

Skladba stropu nad 2.NP – míst. 1-3.15, sonda WS1-3.04

popis	tl.(m)	kN/m3	charakter.		výpočtové
keramická dlažba	0,015	18,00	0,270	1,350	0,365
cementový potěr	0,095	23,00	2,185	1,350	2,950
trapézový plech			0,100	1,350	0,135
stropní trámy			0,500	1,350	0,675
celkem			3,055	1,350	4,124

Skladba stropu nad 2.NP – míst. 1-3.19, sonda WS1-3.02

popis	tl.(m)	kN/m3	charakter.		výpočtové
parkety	0,03	8,00	0,240	1,350	0,324
dřevěná deska	0,025	6,00	0,150	1,350	0,203
dřevěný rošt	0,02	5,50	0,110	1,350	0,149
záklap	0,06	5,50	0,330	1,350	0,446
stropní trámy			0,500	1,350	0,675
celkem			1,330	1,350	1,796

Rekonstrukce Zámku Pardubice

Výpočet nového stálého zatížení stropních konstrukcí

Skladba stropu nad 2.NP – míst. 1-3.10, sonda WS1-3.07

popis	tl.(m)	kN/m3	charakter.		výpočtové
jedlové fošny	0,03	6,00	0,180	1,350	0,243
smrková prkna	0,025	5,50	0,138	1,350	0,186
zásyp Liapor	0,120	5,00	0,600	1,350	0,810
záklap	0,025	5,50	0,138	1,350	0,186
stropní trámy			1,000	1,350	1,350
celkem			2,055	1,350	2,774

Skladba stropu nad 2.NP – míst. 1-3.11, sonda WS1-3.06

popis	tl.(m)	kN/m3	charakter.		výpočtové
jedlové fošny	0,03	6,00	0,180	1,350	0,243
smrková prkna	0,025	5,50	0,138	1,350	0,186
zásyp Liapor	0,120	5,00	0,600	1,350	0,810
záklap	0,025	5,50	0,138	1,350	0,186
stropní trámy			1,000	1,350	1,350
celkem			2,055	1,350	2,774

Skladba stropu nad 2.NP – míst. 1-3.15, sonda WS1-3.04

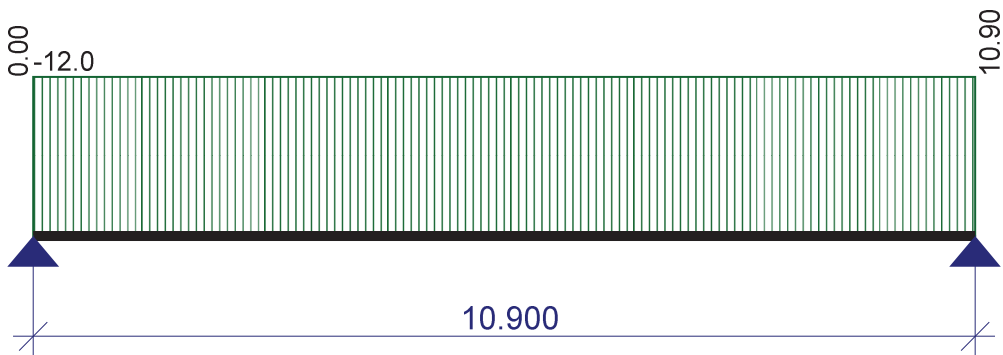
popis	tl.(m)	kN/m3	charakter.		výpočtové
jedlové fošny	0,03	6,00	0,180	1,350	0,243
smrková prkna	0,025	5,50	0,138	1,350	0,186
zásyp Liapor	0,050	5,00	0,250	1,350	0,338
záklap	0,025	5,50	0,138	1,350	0,186
stropní trámy			0,500	1,350	0,675
celkem			1,205	1,350	1,627

Skladba stropu nad 2.NP – míst. 1-3.19, sonda WS1-3.02

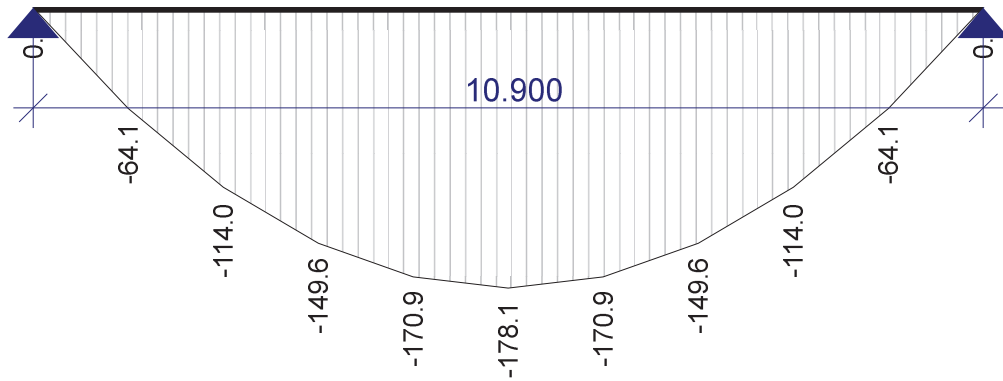
popis	tl.(m)	kN/m3	charakter.		výpočtové
jedlové fošny	0,03	6,00	0,180	1,350	0,243
smrková prkna	0,025	5,50	0,138	1,350	0,186
zásyp Liapor	0,095	5,00	0,475	1,350	0,641
záklap	0,025	5,50	0,138	1,350	0,186
stropní trámy			0,500	1,350	0,675
celkem			1,430	1,350	1,931

SO.01 - míst. č. 1-3.10

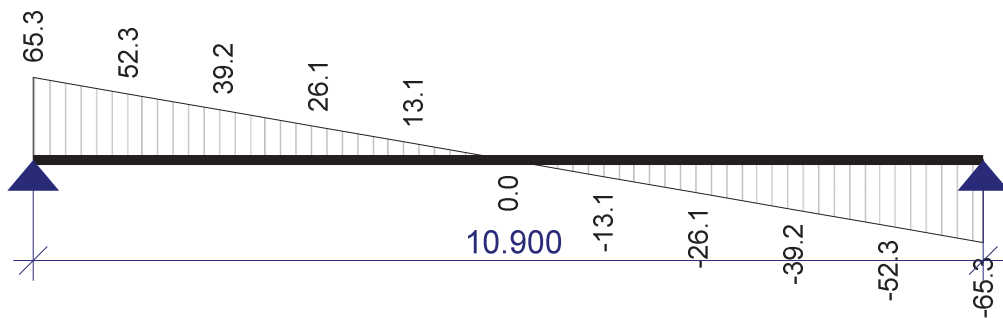
Zatížení



Ohybový moment

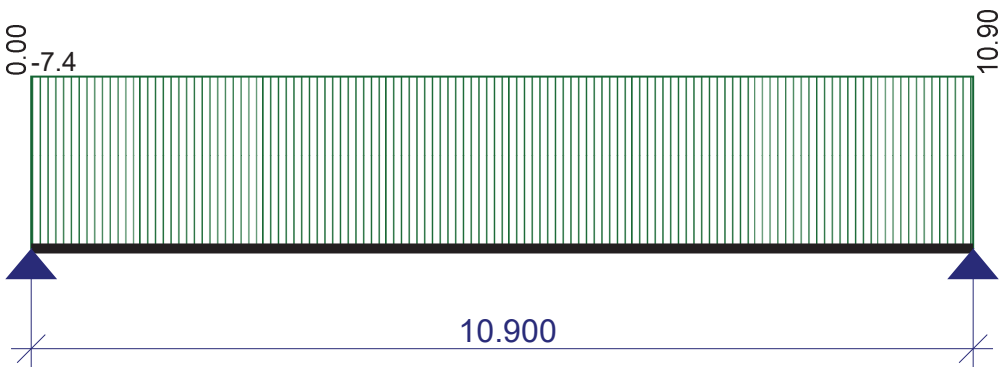


Posouvající síla

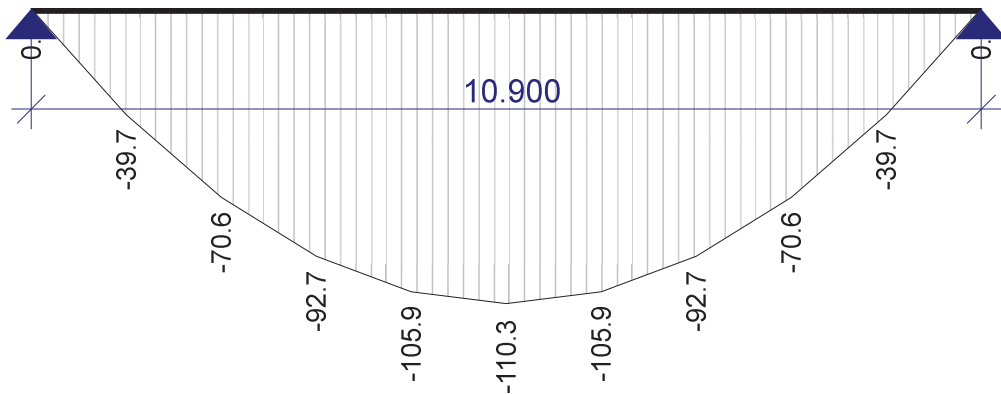


SO.01 - míst. č. 1-3.10 - nová podlaha

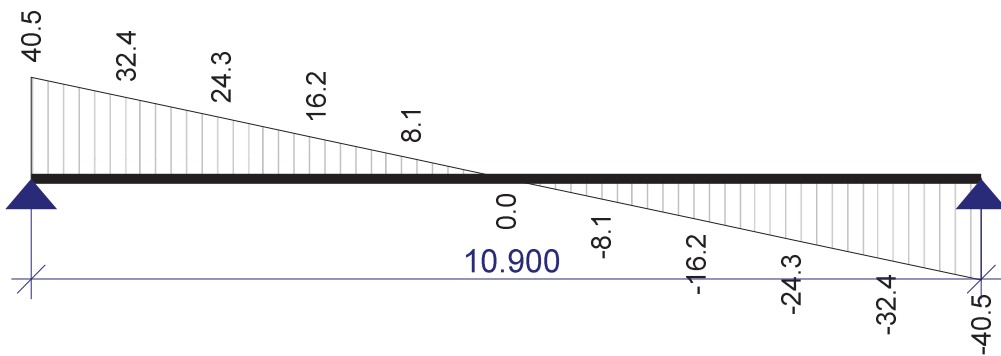
Zatížení



Ohybový moment

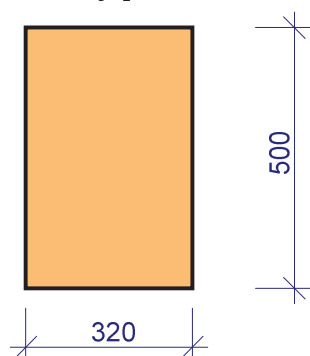


Posouvající síla



SO.01 - míst. č. 1-3.10

Parametry průřezu



Materiálové charakteristiky

Typ dřeva	C 22 (EN 338)
Pevnost rovnoběžně s vlákny	$f_{c,0,k} = 20 \cdot 10^6$
Pevnost za ohybu rovnoběžně s vlákny	$f_{m,y,k} = 22 \cdot 10^6$
Youngův modul (5% kvantil)	$E_{0,05} = 6.7 \cdot 10^9$

Tabulka kombinací vnitřních sil

#	N [kN]	My [kNm]	Mz [kNm]	UC
1	0	178	0	0.987
2	0	110	0	0.611

Extrém vznikne v kombinaci: 1

Posouzení prvku na extrémní kombinaci

Parametry klopení

Osová síla	$N_{Ed} = 0 \text{ kN} > 0 \Rightarrow$ Tahová síla
Reduction factor	$k_{c,y} = 1$
Reduction factor	$k_{c,z} = 1$

Factor used for lateral buckling

Kritické napětí v ohybu

$$\sigma_{m,crit} = \frac{\pi \cdot \sqrt{E_{0,05} \cdot I_z \cdot G_{0,05} \cdot I_{tor}}}{L_{ef} \cdot W_y} = \frac{3.14 \cdot \sqrt{6.7 \cdot 10^9 \cdot 1.37 \cdot 10^{-3} \cdot 630 \cdot 10^6 \cdot 3.29 \cdot 10^{-3}}}{10 \cdot 0.0133} = 103 \text{ MPa}$$

Poměrná štíhlost v ohybu

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{f_{m,y,k}}{\sigma_{m,crit}}} = \sqrt{\frac{22 \cdot 10^6}{103 \cdot 10^6}} = 0.463$$

Součinitel používaný pro příčnou a točivou stabilitu $\lambda_{rel,m} = 0.463 < 0.75 \Rightarrow k_{crit} = 1$

Modifikační součinitel pro dřevo dle Eurokódu 5, tab.2.3. 3.1

Třída trvání zatížení	Střednědobé zatížení
Modifikační součinitel	$k_{\text{mod}} = 0.8$
Třída provozu	Service class 1
Materiál	Solid timber

Výpočet napětí

Napětí rovnoběžné s vlákny	$\sigma_{c,0,d} = \frac{N_{Ed}}{A} = \frac{0}{0.16} = 0 \text{ MPa}$
Návrhová napětí v ohybu	$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_{y,Ed}}{W_y} = \frac{178100}{0.0133} = 13.4 \text{ MPa}$ $\sigma_{m,z,d} = \frac{M_{z,Ed}}{W_z} = \frac{0}{8.53 \cdot 10^{-3}} = 0 \text{ MPa}$
Pevnost rovnoběžně s vlákny	$f_{c,0,d} = \frac{k_{\text{mod}} \cdot f_{c,0,k}}{\gamma_M} = \frac{0.8 \cdot 20}{1.3} = 12.3 \text{ MPa}$
Návrhová pevnost v ohybu	$f_{m,d} = \frac{k_{\text{mod}} \cdot k_h \cdot f_{m,y,k}}{\gamma_M} = \frac{0.8 \cdot 1 \cdot 22}{1.3} = 13.5 \text{ MPa}$

Posouzení

$$s_1 = \frac{\text{abs}(\sigma_{c,0,d})}{k_{c,\text{min}} \cdot f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{k_{\text{crit}} \cdot f_{m,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,d}} = \frac{\text{abs}(0)}{1 \cdot 12.3} + \frac{13.4}{1 \cdot 13.5} + 0.7 \cdot \frac{0}{13.5} = 0.987$$
$$s_2 = \frac{\text{abs}(\sigma_{c,0,d})}{k_{c,\text{min}} \cdot f_{c,0,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{k_{\text{crit}} \cdot f_{m,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,d}} = \frac{\text{abs}(0)}{1 \cdot 12.3} + 0.7 \cdot \frac{13.4}{1 \cdot 13.5} + \frac{0}{13.5} = 0.691$$
$$s = \max(0.987; 0.691) = 0.987 < 1 \Rightarrow \text{Únosnost je dostatečná} \quad \checkmark$$

Prostý nosník - dřevo - rovnoměrné zatížení

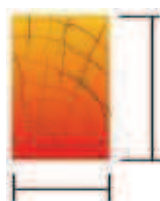
ČSN EN 1993-1-1

SO.01 - míst. č. 1-3.10

Modifikační součinitel pro dřevo dle Eurokódu 5, tab.2.3, 3.1

Třída trvání zatížení	Střednědobé zatížení
Modifikační součinitel	$k_{\text{mod}} = \mathbf{0.8}$ (tab. 3.1)
Třída provozu	Service class 1
Materiál	Solid timber

Průřez



B = 320

H = 500

Pevnost dřeva

$$f_{m,d} = \frac{k_{\text{mod}} \cdot k_h \cdot f_{m,k}}{\gamma_M} = \frac{0.8 \cdot 1 \cdot 22 \cdot 10^6}{1.3} = 13.5 \text{ MPa}$$

Moment setrvačnosti - osa y $I_y = \frac{1}{12} \cdot B \cdot H^3 = \frac{1}{12} \cdot 0.32 \cdot 0.5^3 = 3.33 \cdot 10^{-3} \text{ m}^4$

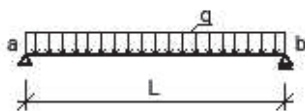
Průřezový modul k ose y

$$W_y = \frac{1}{6} \cdot B \cdot H^2 = \frac{1}{6} \cdot 0.32 \cdot 0.5^2 = 0.0133 \text{ m}^3$$

Únosnost průřezu

$$M_{Rd} = W_y \cdot f_{m,d} = 0.0133 \cdot 13.5 \cdot 10^6 = \mathbf{181 \text{ kNm}}$$

Statické schéma



$$q_d = 7.36 \text{ kN/m}$$

$$q_k = 5.38 \text{ kN/m}$$

$$L = 10.9 \text{ m}$$

Reakce

$$R_a = 0.5 \cdot q_d \cdot L = 0.5 \cdot 7.360 \cdot 10.9 = 40.1 \text{ kN}$$

$$R_b = 0.5 \cdot q_d \cdot L = 0.5 \cdot 7.360 \cdot 10.9 = 40.1 \text{ kN}$$

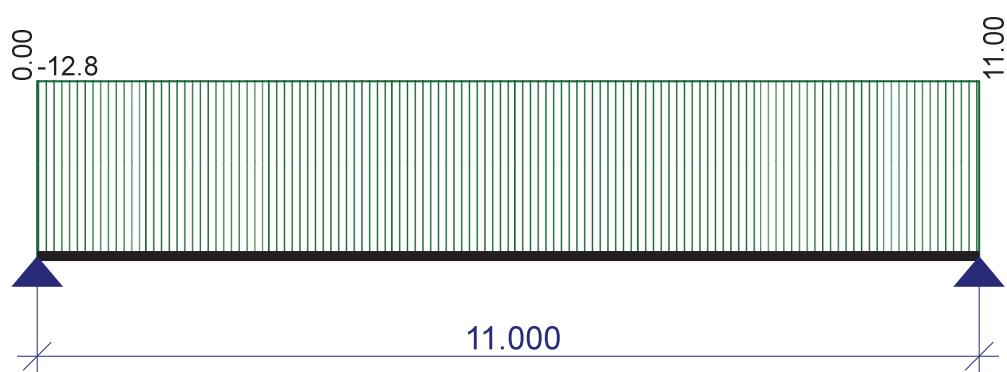
Posouzení mezního stavu použitelnosti

$$w = \frac{\frac{5}{384} \cdot q_k \cdot L^4}{E \cdot I_y} = \frac{\frac{5}{384} \cdot 5380 \cdot 10.9^4}{6.7 \cdot 10^9 \cdot 3.33 \cdot 10^{-3}} = 44.3 \text{ mm} = \mathbf{1 / 246 L}$$

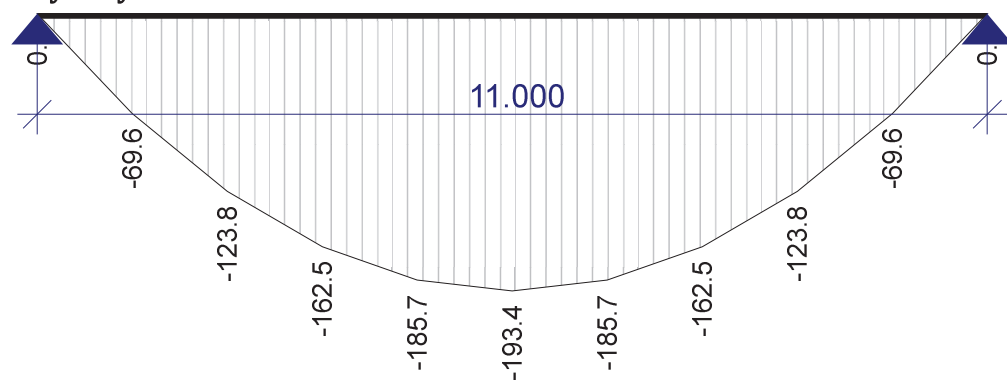
$$\phi_{ab} = \frac{\frac{1}{24} \cdot q_k \cdot L^3}{E \cdot I_y} = \frac{\frac{1}{24} \cdot 5380 \cdot 10.9^3}{6.7 \cdot 10^9 \cdot 3.33 \cdot 10^{-3}} = \mathbf{0.013 \text{ rad}}$$

SO.01 - míst. č. 1-3.11

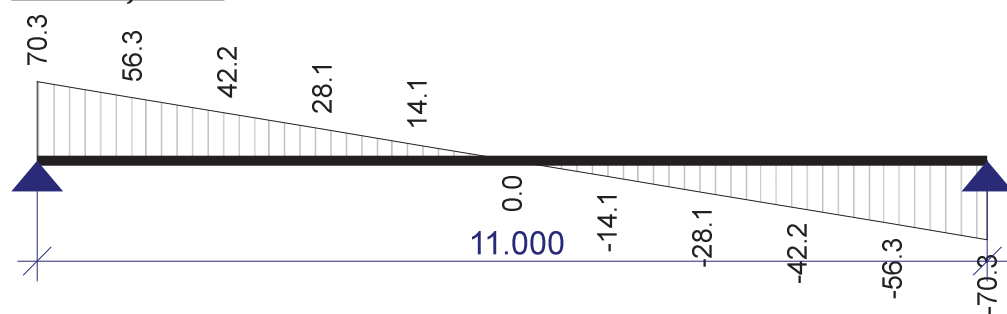
Zatížení



Ohybový moment

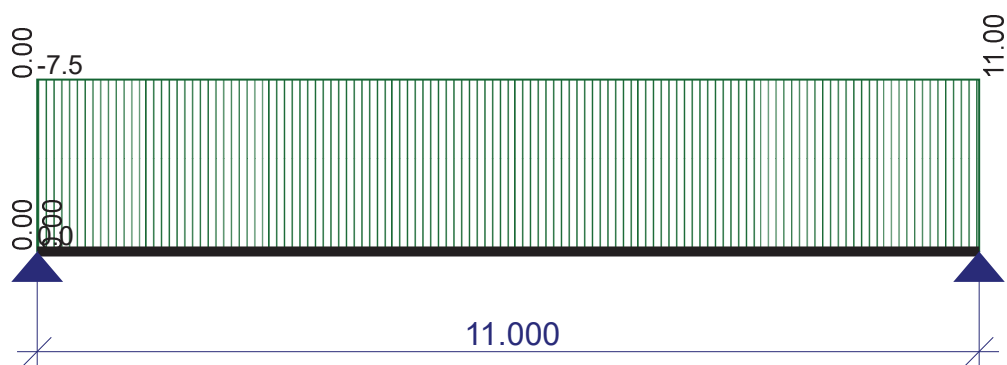


Posouvající síla

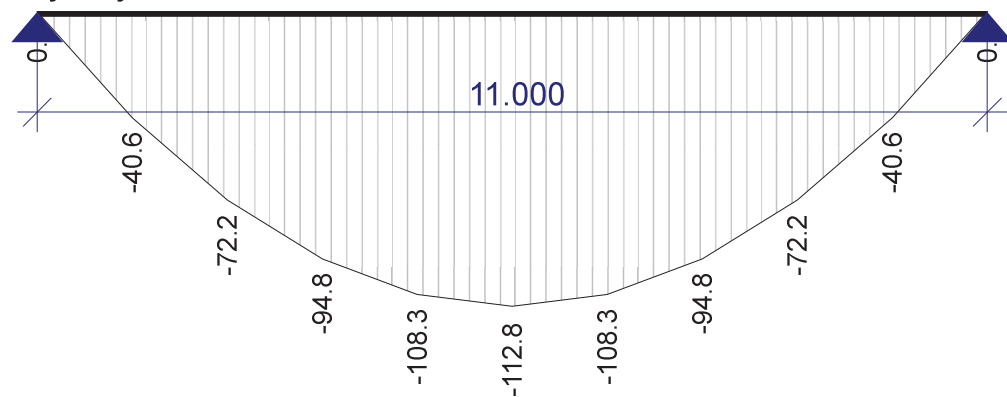


SO.01 - míst. č. 1-3.11 - nová podlaha

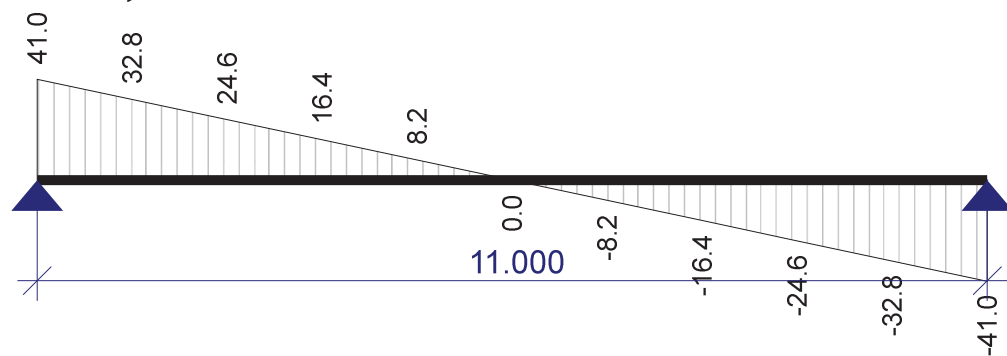
Zatížení



Ohybový moment

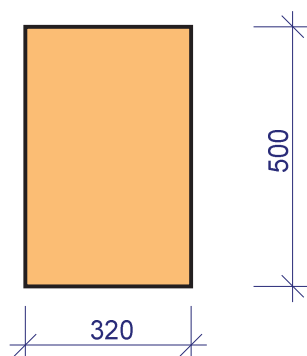


Posouvající síla



SO.01 - míst. č. 1-3.11

Parametry průřezu



Materiálové charakteristiky

Typ dřeva	C 22 (EN 338)
Pevnost rovnoběžně s vlákny	$f_{c,0,k} = 20 \cdot 10^6$
Pevnost za ohybu rovnoběžně s vlákny	$f_{m,y,k} = 22 \cdot 10^6$
Youngův modul (5% kvantil)	$E_{0,05} = 6.7 \cdot 10^9$

Tabulka kombinací vnitřních sil

#	N [kN]	My [kNm]	Mz [kNm]	UC
1	0	193	0	1.07
2	0	113	0	0.625

Extrém vznikne v kombinaci: 1

Posouzení prvku na extrémní kombinaci

Parametry klopení

Osová síla	$N_{Ed} = 0 \text{ kN} > 0 \Rightarrow$ Tahová síla
Reduction factor	$k_{c,y} = 1$
Reduction factor	$k_{c,z} = 1$

Factor used for lateral buckling

Kritické napětí v ohybu

$$\sigma_{m,crit} = \frac{\pi \cdot \sqrt{E_{0,05} \cdot I_z \cdot G_{0,05} \cdot I_{tor}}}{L_{ef} \cdot W_y} = \frac{3.14 \cdot \sqrt{6.7 \cdot 10^9 \cdot 1.37 \cdot 10^{-3} \cdot 630 \cdot 10^6 \cdot 3.29 \cdot 10^{-3}}}{11 \cdot 0.0133} = 93.3 \text{ MPa}$$

Poměrná štíhlost v ohybu

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{f_{m,y,k}}{\sigma_{m,crit}}} = \sqrt{\frac{22 \cdot 10^6}{93.3 \cdot 10^6}} = 0.486$$

Součinitel používaný pro příčnou a torzní stabilitu $\lambda_{rel,m} = 0.486 < 0.75 \Rightarrow k_{crit} = 1$

Modifikační součinitel pro dřevo dle Eurokódu 5, tab.2.3, 3.1

Třída trvání zatížení	Střednědobé zatížení
Modifikační součinitel	$k_{\text{mod}} = 0.8$
Třída provozu	Service class 1
Materiál	Solid timber

Výpočet napětí

Napětí rovnoběžné s vlákny	$\sigma_{c,0,d} = \frac{N_{\text{Ed}}}{A} = \frac{0}{0.16} = 0 \text{ MPa}$
Návrhová napětí v ohybu	$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_{y,\text{Ed}}}{W_y} = \frac{193400}{0.0133} = 14.5 \text{ MPa}$
	$\sigma_{m,z,d} = \frac{M_{z,\text{Ed}}}{W_z} = \frac{0}{8.53 \cdot 10^{-3}} = 0 \text{ MPa}$
Pevnost rovnoběžně s vlákny	$f_{c,0,d} = \frac{k_{\text{mod}} \cdot f_{c,0,k}}{\gamma_M} = \frac{0.8 \cdot 20}{1.3} = 12.3 \text{ MPa}$
Návrhová pevnost v ohybu	$f_{m,d} = \frac{k_{\text{mod}} \cdot k_h \cdot f_{m,y,k}}{\gamma_M} = \frac{0.8 \cdot 1 \cdot 22}{1.3} = 13.5 \text{ MPa}$

Posouzení

$$s_1 = \frac{\text{abs}(\sigma_{c,0,d})}{k_{c,\text{min}} \cdot f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{k_{\text{crit}} \cdot f_{m,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,d}} = \frac{\text{abs}(0)}{1 \cdot 12.3} + \frac{14.5}{1 \cdot 13.5} + 0.7 \cdot \frac{0}{13.5} = 1.07$$

$$s_2 = \frac{\text{abs}(\sigma_{c,0,d})}{k_{c,\text{min}} \cdot f_{c,0,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{k_{\text{crit}} \cdot f_{m,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,d}} = \frac{\text{abs}(0)}{1 \cdot 12.3} + 0.7 \cdot \frac{14.5}{1 \cdot 13.5} + \frac{0}{13.5} = 0.75$$

$$s = \max(1.07; 0.75) = 1.07 > 1 \Rightarrow \text{Únosnost je NEDOSTATEČNÁ}$$



Prostý nosník - dřevo - rovnoměrné zatížení

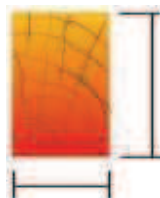
ČSN EN 1993-1-1

SO.01 - míst. č. 1-3.11

Modifikační součinitel pro dřevo dle Eurokódu 5, tab.2.3, 3.1

Třída trvání zatížení	Střednědobé zatížení
Modifikační součinitel	$k_{\text{mod}} = \mathbf{0.8}$ (tab. 3.1)
Třída provozu	Service class 1
Materiál	Solid timber

Průřez



B = 320

Pevnost dřeva

$$f_{m,d} = \frac{k_{\text{mod}} \cdot k_h \cdot f_{m,k}}{\gamma_M} = \frac{0.8 \cdot 1 \cdot 22 \cdot 10^6}{1.3} = 13.5 \text{ MPa}$$

Moment setrvačnosti - osa y $I_y = \frac{1}{12} \cdot B \cdot H^3 = \frac{1}{12} \cdot 0.32 \cdot 0.5^3 = 3.33 \cdot 10^{-3} \text{ m}^4$

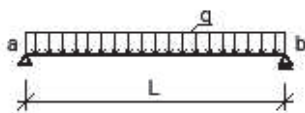
Průřezový modul k ose y

$$W_y = \frac{1}{6} \cdot B \cdot H^2 = \frac{1}{6} \cdot 0.32 \cdot 0.5^2 = 0.0133 \text{ m}^3$$

Únosnost průřezu

$$M_{Rd} = W_y \cdot f_{m,d} = 0.0133 \cdot 13.5 \cdot 10^6 = \mathbf{181 \text{ kNm}}$$

Statické schéma



$$q_d = 7.39 \text{ kN/m}$$

$$q_k = 5.41 \text{ kN/m}$$

$$L = 11 \text{ m}$$

Reakce

$$R_a = 0.5 \cdot q_d \cdot L = 0.5 \cdot 7390 \cdot 11 = 40.6 \text{ kN}$$

$$R_b = 0.5 \cdot q_d \cdot L = 0.5 \cdot 7390 \cdot 11 = 40.6 \text{ kN}$$

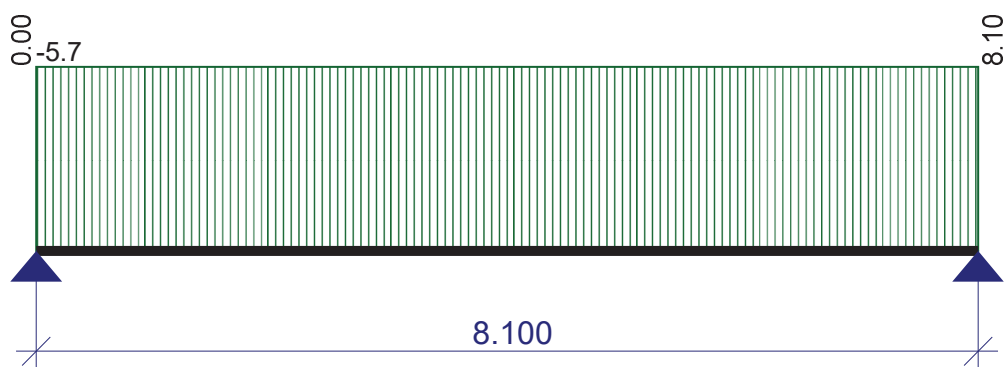
Posouzení mezního stavu použitelnosti

$$w = \frac{\frac{5}{384} \cdot q_k \cdot L^4}{E \cdot I_y} = \frac{\frac{5}{384} \cdot 5410 \cdot 11^4}{6.7 \cdot 10^9 \cdot 3.33 \cdot 10^{-3}} = 46.2 \text{ mm} = \mathbf{1 / 238 L}$$

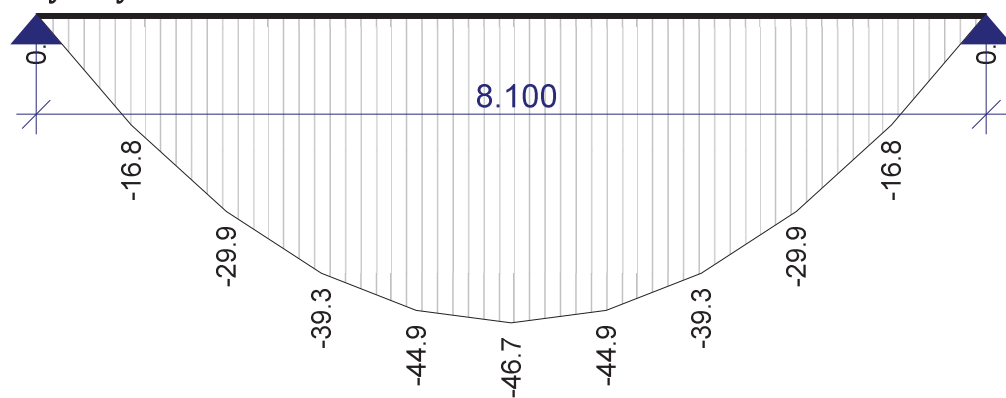
$$\phi_{ab} = \frac{\frac{1}{24} \cdot q_k \cdot L^3}{E \cdot I_y} = \frac{\frac{1}{24} \cdot 5410 \cdot 11^3}{6.7 \cdot 10^9 \cdot 3.33 \cdot 10^{-3}} = \mathbf{0.0134 \text{ rad}}$$

SO.01 - míst. č. 1-3.15

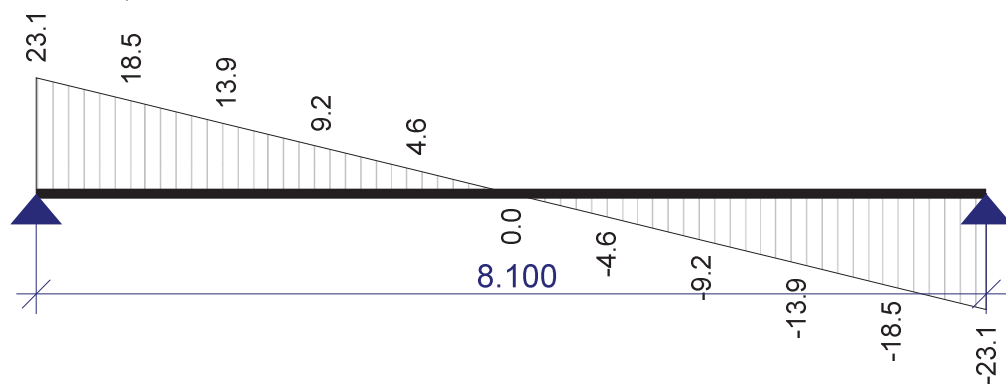
Zatížení



Ohybový moment

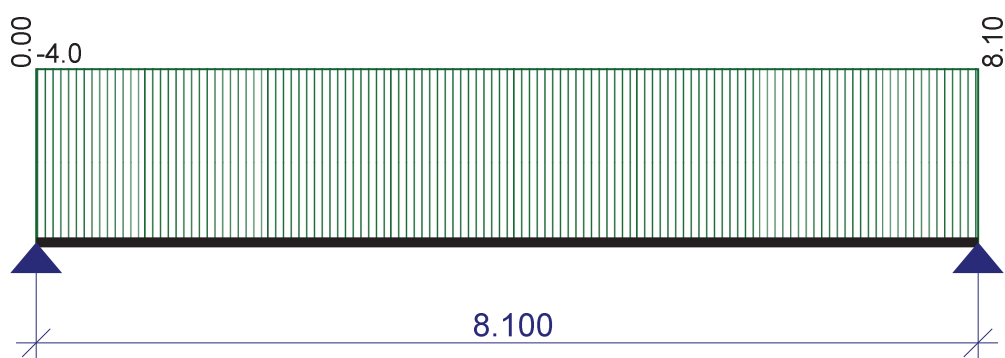


Posouvající síla

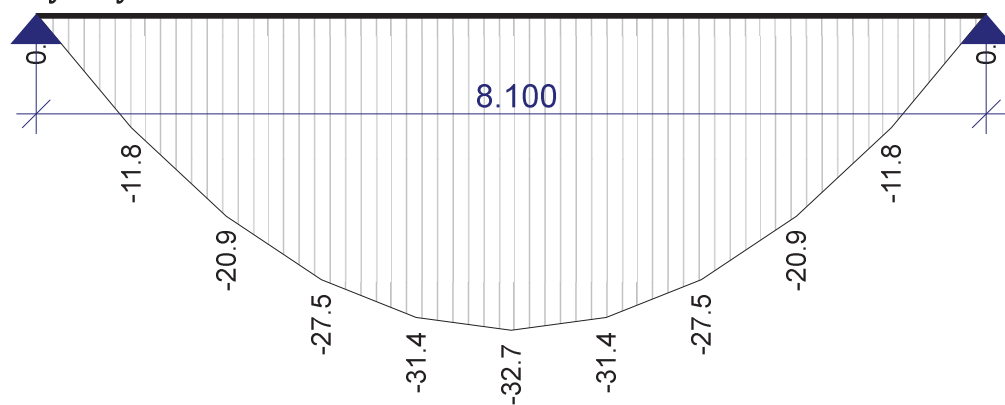


S0.01 - míst. č. 1-3.15 - nová podlaha

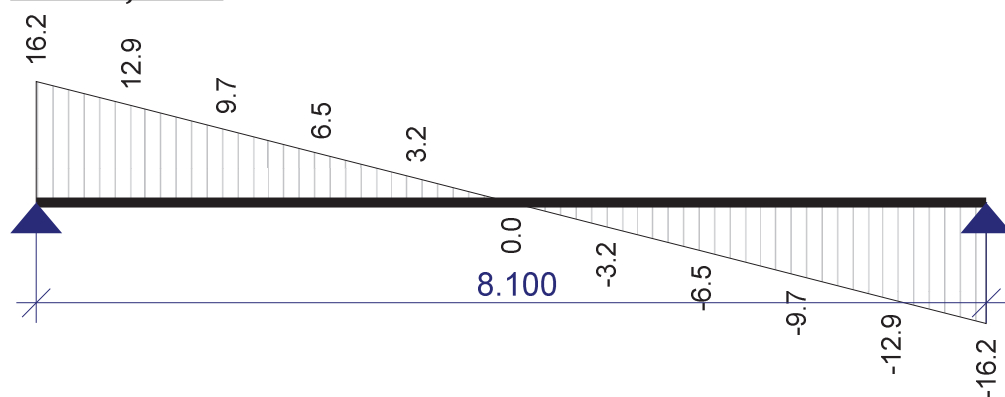
Zatížení



Ohybový moment

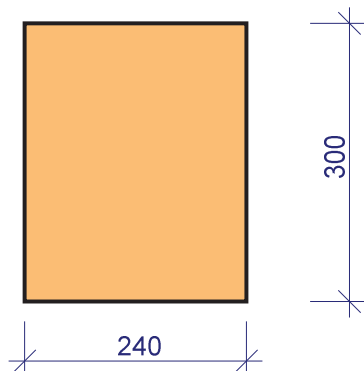


Posouvající síla



S0.01 - míst. č. 1-3.15

Parametry průřezu



Materiálové charakteristiky

Typ dřeva	C 22 (EN 338)
Pevnost rovnoběžně s vlákny	$f_{c,0,k} = 20 \cdot 10^6$
Pevnost za ohybu rovnoběžně s vlákny	$f_{m,y,k} = 22 \cdot 10^6$
Youngův modul (5% kvantil)	$E_{0,05} = 6.7 \cdot 10^9$

Tabulka kombinací vnitřních sil

#	N [kN]	My [kNm]	Mz [kNm]	UC
1	0	46.7	0	0.958
2	0	32.7	0	0.671

Extrém vznikne v kombinaci: 1

Posouzení prvku na extrémní kombinaci

Parametry klopení

Osová síla	$N_{Ed} = 0 \text{ kN} > 0 \Rightarrow$ Tahová síla
Reduction factor	$k_{c,y} = 1$
Reduction factor	$k_{c,z} = 1$

Factor used for lateral buckling

Kritické napětí v ohybu

$$\sigma_{m,crit} = \frac{\pi \cdot \sqrt{E_{0,05} \cdot I_z \cdot G_{0,05} \cdot I_{tor}}}{L_{ef} \cdot W_y} = \frac{3.14 \cdot \sqrt{6.7 \cdot 10^9 \cdot 346 \cdot 10^{-6} \cdot 630 \cdot 10^6 \cdot 709 \cdot 10^{-6}}}{8 \cdot 3.6 \cdot 10^{-3}} = 111 \text{ MPa}$$

Poměrná štíhlost v ohybu

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{f_{m,y,k}}{\sigma_{m,crit}}} = \sqrt{\frac{22 \cdot 10^6}{111 \cdot 10^6}} = 0.445$$

Součinitel používaný pro příčnou a torzní stabilitu $\lambda_{rel,m} = 0.445 \Rightarrow k_{crit} = 1$

Modifikační součinitel pro dřevo dle Eurokódu 5, tab.2.3, 3.1

Třída trvání zatížení	Střednědobé zatížení
Modifikační součinitel	$k_{mod} = 0.8$
Třída provozu	Service class 1
Materiál	Solid timber

Výpočet napětí

Napětí rovnoběžné s vlákny	$\sigma_{c,0,d} = \frac{N_{Ed}}{A} = \frac{0}{0.072} = 0 \text{ MPa}$
Návrhová napětí v ohybu	$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_{y,Ed}}{W_y} = \frac{46700}{3.6 \cdot 10^{-3}} = 13 \text{ MPa}$
	$\sigma_{m,z,d} = \frac{M_{z,Ed}}{W_z} = \frac{0}{2.88 \cdot 10^{-3}} = 0 \text{ MPa}$
Pevnost rovnoběžně s vlákny	$f_{c,0,d} = \frac{k_{mod} \cdot f_{c,0,k}}{\gamma_M} = \frac{0.8 \cdot 20}{1.3} = 12.3 \text{ MPa}$
Návrhová pevnost v ohybu	$f_{m,d} = \frac{k_{mod} \cdot k_h \cdot f_{m,y,k}}{\gamma_M} = \frac{0.8 \cdot 1 \cdot 22}{1.3} = 13.5 \text{ MPa}$

Posouzení

$$s_1 = \frac{\text{abs}(\sigma_{c,0,d})}{k_{c,min} \cdot f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{k_{crit} \cdot f_{m,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,d}} = \frac{\text{abs}(0)}{1 \cdot 12.3} + \frac{13}{1 \cdot 13.5} + 0.7 \cdot \frac{0}{13.5} = 0.958$$

$$s_2 = \frac{\text{abs}(\sigma_{c,0,d})}{k_{c,min} \cdot f_{c,0,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{k_{crit} \cdot f_{m,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,d}} = \frac{\text{abs}(0)}{1 \cdot 12.3} + 0.7 \cdot \frac{13}{1 \cdot 13.5} + \frac{0}{13.5} = 0.671$$

$$s = \max(0.958; 0.671) = 0.958 < 1 \Rightarrow \text{Únosnost je dostatečná} \quad \checkmark$$

Prostý nosník - dřevo - rovnoměrné zatížení

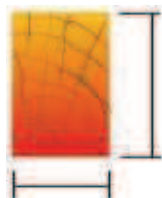
ČSN EN 1993-1-1

SO.01 - míst. č. 1-3.15

Modifikační součinitel pro dřevo dle Eurokódu 5, tab.2.3, 3.1

Třída trvání zatížení	Střednědobé zatížení
Modifikační součinitel	$k_{\text{mod}} = \mathbf{0.8}$ (tab. 3.1)
Třída provozu	Service class 1
Materiál	Solid timber

Průřez



B = 240

Pevnost dřeva

$$f_{m,d} = \frac{k_{\text{mod}} \cdot k_h \cdot f_{m,k}}{\gamma_M} = \frac{0.8 \cdot 1 \cdot 22 \cdot 10^6}{1.3} = 13.5 \text{ MPa}$$

Moment setrvačnosti - osa y $I_y = \frac{1}{12} \cdot B \cdot H^3 = \frac{1}{12} \cdot 0.24 \cdot 0.3^3 = 540 \cdot 10^{-6} \text{ m}^4$

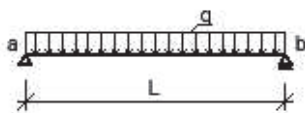
Průřezový modul k ose y

$$W_y = \frac{1}{6} \cdot B \cdot H^2 = \frac{1}{6} \cdot 0.24 \cdot 0.3^2 = 3.6 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$$

Únosnost průřezu

$$M_{Rd} = W_y \cdot f_{m,d} = 3.6 \cdot 10^{-3} \cdot 13.5 \cdot 10^6 = \mathbf{48.7 \text{ kNm}}$$

Statické schéma



$$q_d = 3.49 \text{ kN/m}$$

$$q_k = 2.88 \text{ kN/m}$$

$$L = 8.1 \text{ m}$$

Reakce

$$R_a = 0.5 \cdot q_d \cdot L = 0.5 \cdot 3490 \cdot 8.1 = 14.1 \text{ kN}$$

$$R_b = 0.5 \cdot q_d \cdot L = 0.5 \cdot 3490 \cdot 8.1 = 14.1 \text{ kN}$$

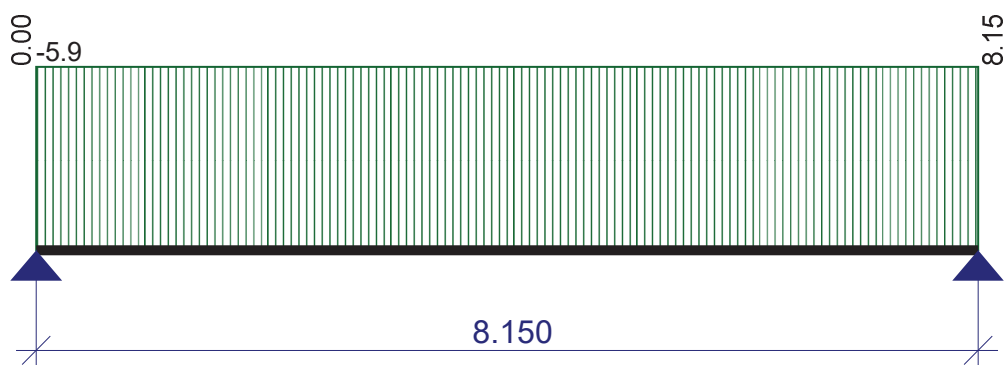
Posouzení mezního stavu použitelnosti

$$w = \frac{\frac{5}{384} \cdot q_k \cdot L^4}{E \cdot I_y} = \frac{\frac{5}{384} \cdot 2880 \cdot 8.1^4}{6.7 \cdot 10^9 \cdot 540 \cdot 10^{-6}} = 44.6 \text{ mm} = \mathbf{1 / 182 L}$$

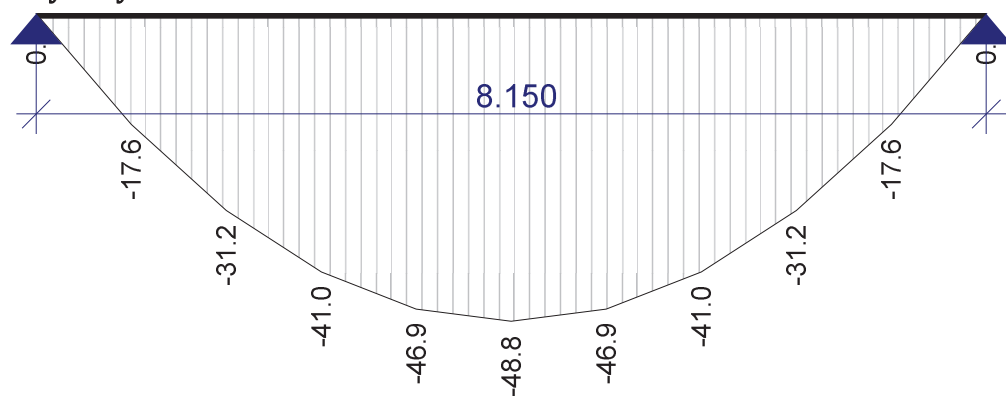
$$\phi_{ab} = \frac{\frac{1}{24} \cdot q_k \cdot L^3}{E \cdot I_y} = \frac{\frac{1}{24} \cdot 2880 \cdot 8.1^3}{6.7 \cdot 10^9 \cdot 540 \cdot 10^{-6}} = \mathbf{0.0176 \text{ rad}}$$

SO.01 - míst. č. 1-3.19

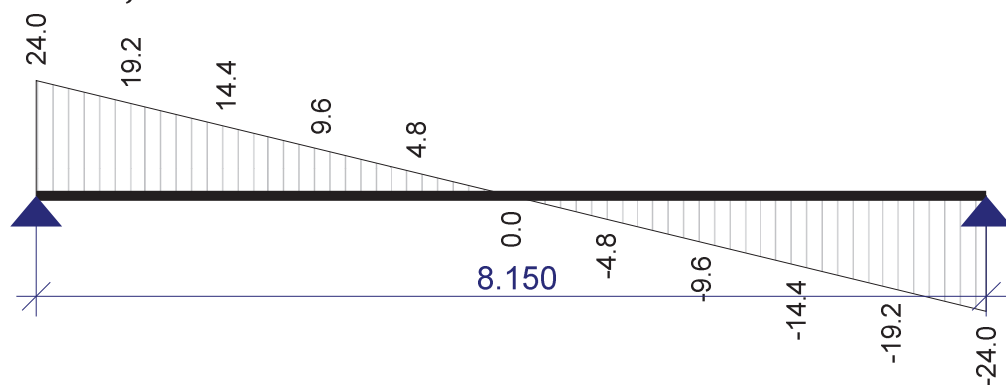
Zatížení



Ohybový moment

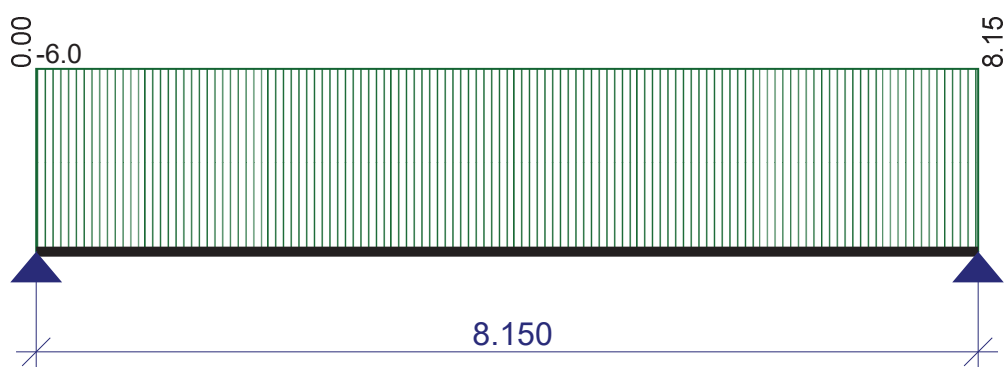


Posouvající síla

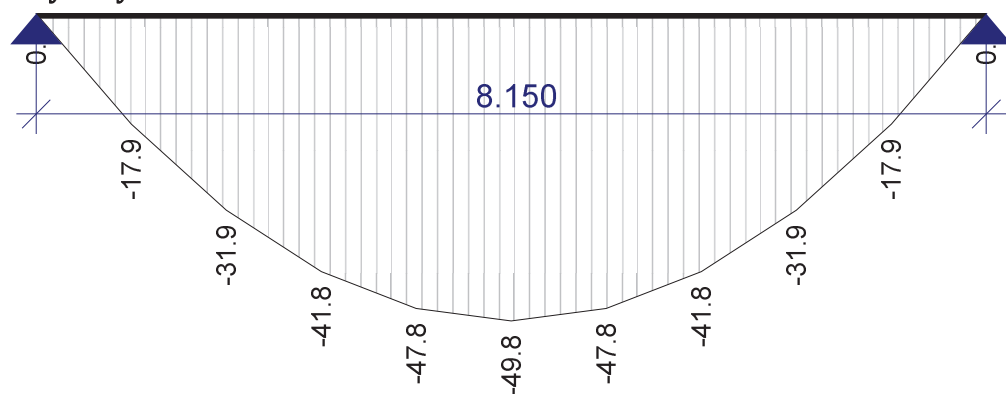


SO.01 - míst. č. 1-3.19 - nová podlaha

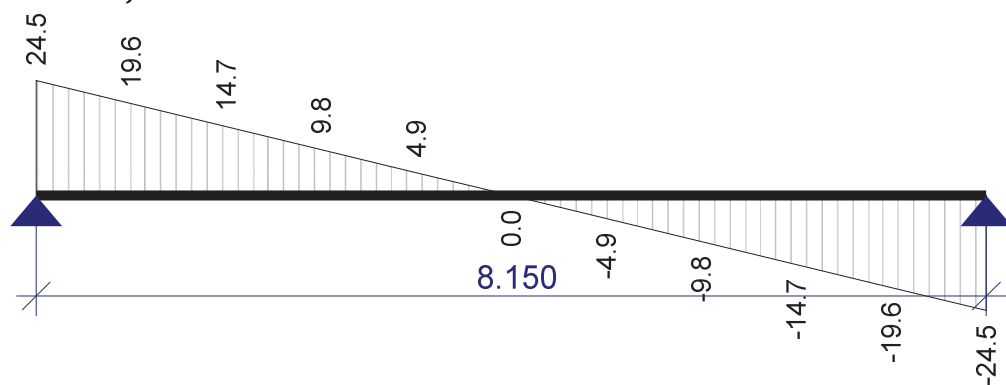
Zatížení



Ohybový moment

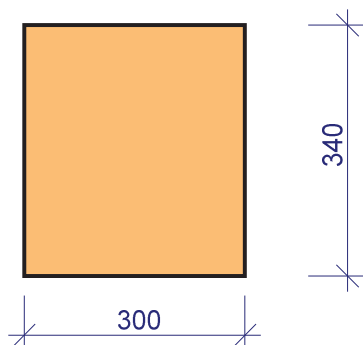


Posouvající síla



SO.01 - míst. č. 1-3.19

Parametry průřezu



Materiálové charakteristiky

Typ dřeva	C 22 (EN 338)
Pevnost rovnoběžně s vlákny	$f_{c,0,k} = 20 \cdot 10^6$
Pevnost za ohybu rovnoběžně s vlákny	$f_{m,y,k} = 22 \cdot 10^6$
Youngův modul (5% kvantil)	$E_{0,05} = 6.7 \cdot 10^9$

Tabulka kombinací vnitřních sil

#	N [kN]	My [kNm]	Mz [kNm]	UC
1	0	48.8	0	0.624
2	0	49.8	0	0.636

Extrém vznikne v kombinaci: 2

Posouzení prvku na extrémní kombinaci

Parametry klopení

Osová síla	$N_{Ed} = 0 \text{ kN} > 0 \Rightarrow$ Tahová síla
Reduction factor	$k_{c,y} = 1$
Reduction factor	$k_{c,z} = 1$

Factor used for lateral buckling

Kritické napětí v ohybu

$$\sigma_{m,crit} = \frac{\pi \cdot \sqrt{E_{0,05} \cdot I_z \cdot G_{0,05} \cdot I_{tor}}}{L_{ef} \cdot W_y} = \frac{3.14 \cdot \sqrt{6.7 \cdot 10^9 \cdot 765 \cdot 10^{-6} \cdot 630 \cdot 10^6 \cdot 1.44 \cdot 10^{-3}}}{8 \cdot 5.78 \cdot 10^{-3}} = 147 \text{ MPa}$$

Poměrná štíhlost v ohybu

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{f_{m,y,k}}{\sigma_{m,crit}}} = \sqrt{\frac{22 \cdot 10^6}{147 \cdot 10^6}} = 0.387$$

Součinitel používaný pro příčnou a torzní stabilitu $\chi_{rel,m} = 1.075 \Rightarrow k_{crit} = 1$

Modifikační součinitel pro dřevo dle Eurokódu 5, tab.2.3, 3.1

Třída trvání zatížení	Střednědobé zatížení
Modifikační součinitel	$k_{\text{mod}} = 0.8$
Třída provozu	Service class 1
Materiál	Solid timber

Výpočet napětí

Napětí rovnoběžné s vlákny	$\sigma_{c,0,d} = \frac{N_{\text{Ed}}}{A} = \frac{0}{0.102} = 0 \text{ MPa}$
Návrhová napětí v ohybu	$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_{y,\text{Ed}}}{W_y} = \frac{49800}{5.78 \cdot 10^{-3}} = 8.62 \text{ MPa}$
	$\sigma_{m,z,d} = \frac{M_{z,\text{Ed}}}{W_z} = \frac{0}{5.1 \cdot 10^{-3}} = 0 \text{ MPa}$
Pevnost rovnoběžně s vlákny	$f_{c,0,d} = \frac{k_{\text{mod}} \cdot f_{c,0,k}}{\gamma_M} = \frac{0.8 \cdot 20}{1.3} = 12.3 \text{ MPa}$
Návrhová pevnost v ohybu	$f_{m,d} = \frac{k_{\text{mod}} \cdot k_h \cdot f_{m,y,k}}{\gamma_M} = \frac{0.8 \cdot 1 \cdot 22}{1.3} = 13.5 \text{ MPa}$

Posouzení

$$s_1 = \frac{\text{abs}(\sigma_{c,0,d})}{k_{c,\text{min}} \cdot f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{k_{\text{crit}} \cdot f_{m,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,d}} = \frac{\text{abs}(0)}{1 \cdot 12.3} + \frac{8.62}{1 \cdot 13.5} + 0.7 \cdot \frac{0}{13.5} = 0.636$$
$$s_2 = \frac{\text{abs}(\sigma_{c,0,d})}{k_{c,\text{min}} \cdot f_{c,0,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{k_{\text{crit}} \cdot f_{m,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,d}} = \frac{\text{abs}(0)}{1 \cdot 12.3} + 0.7 \cdot \frac{8.62}{1 \cdot 13.5} + \frac{0}{13.5} = 0.445$$
$$s = \max(0.636; 0.445) = 0.636 < 1 \Rightarrow \text{Únosnost je dostatečná} \quad \checkmark$$

Prostý nosník - dřevo - rovnoměrné zatížení

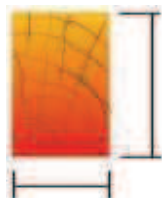
ČSN EN 1993-1-1

SO.01 - míst. č. 1-3.19

Modifikační součinitel pro dřevo dle Eurokódu 5, tab.2.3, 3.1

Třída trvání zatížení	Střednědobé zatížení
Modifikační součinitel	$k_{\text{mod}} = \mathbf{0.8}$ (tab. 3.1)
Třída provozu	Service class 1
Materiál	Solid timber

Průřez



B = 300

H = 340

Pevnost dřeva

$$f_{m,d} = \frac{k_{\text{mod}} \cdot k_h \cdot f_{m,k}}{\gamma_M} = \frac{0.8 \cdot 1 \cdot 22 \cdot 10^6}{1.3} = 13.5 \text{ MPa}$$

Moment setrvačnosti - osa y $I_y = \frac{1}{12} \cdot B \cdot H^3 = \frac{1}{12} \cdot 0.3 \cdot 0.34^3 = 983 \cdot 10^{-6} \text{ m}^4$

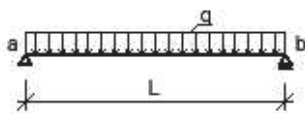
Průřezový modul k ose y

$$W_y = \frac{1}{6} \cdot B \cdot H^2 = \frac{1}{6} \cdot 0.3 \cdot 0.34^2 = 5.78 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$$

Únosnost průřezu

$$M_{Rd} = W_y \cdot f_{m,d} = 5.78 \cdot 10^{-3} \cdot 13.5 \cdot 10^6 = \mathbf{78.3 \text{ kNm}}$$

Statické schéma



$$q_d = 5.71 \text{ kN/m}$$

$$q_k = 4.34 \text{ kN/m}$$

$$L = 8.15 \text{ m}$$

Reakce

$$R_a = 0.5 \cdot q_d \cdot L = 0.5 \cdot 5.710 \cdot 8.15 = 23.3 \text{ kN}$$

$$R_b = 0.5 \cdot q_d \cdot L = 0.5 \cdot 5.710 \cdot 8.15 = 23.3 \text{ kN}$$

Posouzení mezního stavu použitelnosti

$$w = \frac{\frac{5}{384} \cdot q_k \cdot L^4}{E \cdot I_y} = \frac{\frac{5}{384} \cdot 4340 \cdot 8.15^4}{6.7 \cdot 10^9 \cdot 983 \cdot 10^{-6}} = 37.9 \text{ mm} = \mathbf{1 / 215 L}$$

$$\phi_{ab} = \frac{\frac{1}{24} \cdot q_k \cdot L^3}{E \cdot I_y} = \frac{\frac{1}{24} \cdot 4340 \cdot 8.15^3}{6.7 \cdot 10^9 \cdot 983 \cdot 10^{-6}} = \mathbf{0.0149 \text{ rad}}$$