

# 1 Dimenzace - Ing. Jiří Novotný

## 2 Norma

**Norma výpočtu** EN 1995-1-1

Výpočet je proveden podle České národní přílohy.

Součinitel  $\gamma_M$  pro základní kombinace : 1,300

Součinitel  $\gamma_M$  pro mimořádné kombinace : 1,000

## 3 Řez B vpravo (4,580m)

### 3.1 Vstupní data

**Délka dílce:** 4,580 m

**Třída provozu:** 1

#### Průřez

**Název:** celistvý obdélník

DŘEVO, CELISTVÝ HRANĚNÝ - CELISTVÝ OBDÉLNÍK	
Rozměry průřezu	
výška průřezu	h = 200,0 mm
šířka průřezu	b = 150,0 mm
Průřezové charakteristiky	
průřezová plocha	A = 3,000E+04 mm <sup>2</sup>
vzdálenost těžiště od levé strany min. obálky průřezu	y <sub>cg</sub> = 75,0 mm
vzdálenost těžiště od dolní strany min. obálky průřezu	z <sub>cg</sub> = 100,0 mm
moment setrvačnosti k vodorovné těžišťové ose	I <sub>y</sub> = 1,000E+08 mm <sup>4</sup>
moment setrvačnosti ke svislé těžišťové ose	I <sub>z</sub> = 5,625E+07 mm <sup>4</sup>
poloměr setrvačnosti kolmý k vodorovné těžišťové ose	i <sub>y</sub> = 57,7 mm
poloměr setrvačnosti kolmý ke svislé těžišťové ose	i <sub>z</sub> = 43,3 mm

#### Materiál

**Název:** C22 - jehličnaté

Při výpočtu není použit součinitel  $k_h$  pro zvětšení pevnosti dřeva.

#### Materiálové charakteristiky:

Modul pružnosti	$E_{0,mean}$ : 10000 MPa
Modul pružnosti ve smyku	$G_{mean}$ : 630 MPa
Pevnost v ohybu	$f_{m,k}$ : 22,0 MPa
Pevnost v tahu ve směru vláken	$f_{t,0,k}$ : 13,0 MPa
Pevnost v tlaku ve směru vláken	$f_{c,0,k}$ : 20,0 MPa
Pevnost ve smyku	$f_{v,k}$ : 2,4 MPa
Pevnost v tlaku kolmo na vlákna	$f_{c,90,k}$ : 2,4 MPa
Pevnost v tahu kolmo na vlákna	$f_{t,90,k}$ : 0,5 MPa
5% kvantil modulu pružnosti	$E_{0,05}$ : 6700 MPa
Charakteristická hodnota hustoty	$\rho_k$ : 340,0 kg/m <sup>3</sup>

#### Zatížení - vnitřní síly

**Celkový počet zatěžovacích případů: 2**

Zatěžovací případ	Charakter zatížení	N [kN]	V <sub>3</sub> [kN]	M <sub>2</sub> [kNm]	V <sub>2</sub> [kN]	M <sub>3</sub> [kNm]
ZP1 tlak+ohyb	Dlouhodobé	-152,000	-10,000	0,000	0,000	0,000

Zatěžovací případ	Charakter zatížení	N [kN]	V <sub>3</sub> [kN]	M <sub>2</sub> [kNm]	V <sub>2</sub> [kN]	M <sub>3</sub> [kNm]
ZP 2 tah	Krátkodobé	160,000	0,000	0,000	0,000	0,000

### Vzpěr

Počítá se se vzpěrem

Délka úseku pro vzpěr  $L_z = 2,290$  m

Součinitel vzpěrné délky  $k_z = 1,000$

Délka úseku pro vzpěr  $L_y = 2,290$  m

Součinitel vzpěrné délky  $k_y = 1,000$

Vzpěrná délka  $L_{cr,z} = 2,290$  m

Vzpěrná délka  $L_{cr,y} = 2,290$  m

## 3.2 Výsledky

### Posouzení vzpěrného tlaku:

Štíhlost pro vybočení kolmo k ose z  $\lambda_z = 52,9$

Štíhlost pro vybočení kolmo k ose y  $\lambda_y = 39,7$

Rozhodující štíhlost  $\lambda = 52,9$

Výpočet vlivu vzpěru:

Poměrná štíhlost  $\lambda_{rel,y} = 0,690$

Poměrná štíhlost  $\lambda_{rel,z} = 0,920$

$k_y = 0,777$

$k_z = 0,985$

$k_{c,y} = 0,882$

$k_{c,z} = 0,748$

Rozhodující součinitel vzpěrnosti  $k_c = 0,748$

Součinitel vlastností materiálu  $\gamma_M = 1,300$

Modifikační součinitel  $k_{mod} = 0,700$

Návrhová pevnost v tlaku  $f_{c,0,d} = 10,8$  MPa

$\sigma_{c,0,d}/(k_c * f_{c,0,d}) = -0,629$

$|-0,629| < 1$  Vyhovuje

### Posouzení smyku od posouvajících sil:

Posouvající síla  $V_z = -10,000$  kN

Posouvající síla  $V_y = 0,000$  kNm

Součinitel vlastností materiálu  $\gamma_M = 1,300$

Modifikační součinitel  $k_{mod} = 0,700$

Návrhová pevnost ve smyku  $f_{v,d} = 1,3$

Posudek v těžišti průřezu:

statický moment  $S_y = 7,500E+02$  cm<sup>3</sup>

tloušťka  $t_y = 15,00$  cm

napětí  $\tau_{Vz} = V_z * S_y / (I_y * t_y) = 0,5$  MPa

statický moment  $S_z = 5,625E+02$  cm<sup>3</sup>

tloušťka  $t_z = 20,00$  cm

napětí  $\tau_{Vy} = V_y * S_z / (I_z * t_z) = 0,0$  MPa

$\text{sqrt}(\tau_{Vz}^2 + \tau_{Vy}^2) / f_{v,d} = 0,387$

$0,387 < 1$  Vyhovuje

### Kontrola štíhlosti

Vypočtená štíhlost dílce: 52,9

Mezní štíhlost dílce: 120,0

### Štíhlost vyhovuje

### Posouzení osového tahu:

Součinitel zvětšení charakteristické pevnosti v tahu  $k_h = 1,000$

Součinitel vlastností materiálu  $\gamma_M = 1,300$

Modifikační součinitel  $k_{mod} = 0,900$

Návrhová pevnost v tahu  $f_{t,0,d} = 9,0 \text{ MPa}$

$\sigma_{t,0,d}/f_{t,0,d} = 0,593$

$0,593 < 1$  Vyhovuje

#### Kontrola štíhlosti

Vypočtená štíhlost dílce: 52,9

Mezní štíhlost dílce: 120,0

**Štíhlost vyhovuje**

#### Celkové posouzení

**Rozhodující zatěžovací případ:** ZP1 tlak+ohyb

Vnitřní síly:  $N = -152,000 \text{ kN}$ ;  $M_y = 0,000 \text{ kNm}$ ;  $M_z = 0,000 \text{ kNm}$ ;  $V_z = -10,000 \text{ kN}$ ;  $V_y = 0,000 \text{ kN}$

#### Posudek vzpěrného tlaku:

Únosnost:  $N_R = 241,587 \text{ kN}$

$|-0,629| < 1$  **Vyhovuje**

#### Posudek smyku od posouvajících sil:

Únosnost:  $Q_R = 25,846 \text{ kN}$

$0,387 < 1$  **Vyhovuje**

#### Posouzení štíhlosti:

štíhlost dílce: 52,9

mezní štíhlost: 120,0

**Štíhlost dílce vyhovuje**

#### Průřez vyhovuje

#### Využití

Využití průřezu: 62,9 %

## 4 Dílec 1

### 4.1 Vstupní data

Délka dílce: 4,580 m

Třída provozu: 1

#### Průřez

Název: celistvý obdélník

#### DŘEVO, CELISTVÝ HRANĚNÝ - CELISTVÝ OBDÉLNÍK

Rozměry průřezu	
výška průřezu	$h = 200,0 \text{ mm}$
šířka průřezu	$b = 150,0 \text{ mm}$
Průřezové charakteristiky	
průřezová plocha	$A = 3,000\text{E}+04 \text{ mm}^2$
vzdálenost těžiště od levé strany min. obálky průřezu	$y_{cg} = 75,0 \text{ mm}$
vzdálenost těžiště od dolní strany min. obálky průřezu	$z_{cg} = 100,0 \text{ mm}$
moment setrvačnosti k vodorovné těžišťové ose	$I_y = 1,000\text{E}+08 \text{ mm}^4$
moment setrvačnosti ke svislé těžišťové ose	$I_z = 5,625\text{E}+07 \text{ mm}^4$
poloměr setrvačnosti kolmý k vodorovné těžišťové ose	$i_y = 57,7 \text{ mm}$
poloměr setrvačnosti kolmý ke svislé těžišťové ose	$i_z = 43,3 \text{ mm}$

**Materiál****Název:** C22 - jehličnatéPři výpočtu není použit součinitel  $k_n$  pro zvětšení pevnosti dřeva.**Materiálové charakteristiky:**

Modul pružnosti	$E_{0,mean}$ :	10000 MPa
Modul pružnosti ve smyku	$G_{mean}$ :	630 MPa
Pevnost v ohybu	$f_{m,k}$ :	22,0 MPa
Pevnost v tahu ve směru vláken	$f_{t,0,k}$ :	13,0 MPa
Pevnost v tlaku ve směru vláken	$f_{c,0,k}$ :	20,0 MPa
Pevnost ve smyku	$f_{v,k}$ :	2,4 MPa
Pevnost v tlaku kolmo na vlákna	$f_{c,90,k}$ :	2,4 MPa
Pevnost v tahu kolmo na vlákna	$f_{t,90,k}$ :	0,5 MPa
5% kvantil modulu pružnosti	$E_{0,05}$ :	6700 MPa
Charakteristická hodnota hustoty	$\rho_k$ :	340,0 kg/m <sup>3</sup>

**Zatížení - vnitřní síly****Celkový počet zatěžovacích případů: 2****ZP1 tlak+ohyb:**

	N[kN]	V <sub>3</sub> [kN]	M <sub>2</sub> [kNm]	V <sub>2</sub> [kN]	M <sub>3</sub> [kNm]
Max. hodnota	0,000	10,000	3,500	0,000	0,000
Min. hodnota	-152,000	-10,000	0,000	0,000	0,000

**ZP 2 tah:**

	N[kN]	V <sub>3</sub> [kN]	M <sub>2</sub> [kNm]	V <sub>2</sub> [kN]	M <sub>3</sub> [kNm]
Max. hodnota	160,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Min. hodnota	160,000	0,000	0,000	0,000	0,000

**ZP1 tlak+ohyb:**

Dlouhodobé zatížení

X[m]	N[kN]	V <sub>3</sub> [kN]	M <sub>2</sub> [kNm]	V <sub>2</sub> [kN]	M <sub>3</sub> [kNm]
0,000	-95,000	10,000	0,000	0,000	0,000
2,290	-123,500	10,000	3,500		
2,290		-10,000			
4,580	-152,000	-10,000	0,000	0,000	0,000

**ZP 2 tah:**

Krátkodobé zatížení

X[m]	N[kN]	V <sub>3</sub> [kN]	M <sub>2</sub> [kNm]	V <sub>2</sub> [kN]	M <sub>3</sub> [kNm]
0,000	160,000	0,000	0,000	0,000	0,000
4,580	160,000	0,000	0,000	0,000	0,000

**Vzpěr****Vzpěr při vybočení kolmo k ose z:**

Úsek č.	Počátek [m]	Konec [m]	Délka pro vzpěr [m]	Souč. vzp. délky $k_z$	Vzpěrná délka $L_{cr,z}$ [m]
1	0,000	2,290	2,290	1,000	2,290
2	2,290	4,580	2,290	1,000	2,290

**Vzpěr při vybočení kolmo k ose y:**

Úsek č.	Počátek [m]	Konec [m]	Délka pro vzpěr [m]	Souč. vzp. délky $k_y$	Vzpěrná délka $L_{cr,y}$ [m]
1	0,000	2,290	2,290	1,000	2,290
2	2,290	4,580	2,290	1,000	2,290

**Klopení**

S klopením se nepočítá

## 4.2 Výsledky

### Mezivýsledky

#### Posouzení kombinace tlaku a ohybu:

Normálová síla  $N = -123,500 \text{ kN}$

Ohybový moment  $M_y = 3,500 \text{ kNm}$

Ohybový moment  $M_z = 0,000 \text{ kNm}$

Štíhlost pro vybočení kolmo k ose z  $\lambda_z = 52,9$

Štíhlost pro vybočení kolmo k ose y  $\lambda_y = 39,7$

Rozhodující štíhlost  $\lambda = 52,9$

Výpočet vlivu vzpěru:

Poměrná štíhlost  $\lambda_{rel,y} = 0,690$

Poměrná štíhlost  $\lambda_{rel,z} = 0,920$

$k_y = 0,777$

$k_z = 0,985$

$k_{c,y} = 0,882$

$k_{c,z} = 0,748$

Součinitel vlastností materiálu  $\gamma_M = 1,300$

Modifikační součinitel  $k_{mod} = 0,700$

Návrhová pevnost v tlaku  $f_{c,0,d} = 10,8 \text{ MPa}$

Posudek v levém horním rohu průřezu:

$W_y = -1,000E+03 \text{ cm}^3$

$W_z = -7,500E+02 \text{ cm}^3$

$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) = -0,434$

$\sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = -0,295$

$k_m \cdot \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0,000$

$|-0,434 + -0,295 + 0,000| < 1$  Vyhovuje

#### Posouzení smyku od posouvajících sil:

Posouvající síla  $V_z = 10,000 \text{ kN}$

Posouvající síla  $V_y = 0,000 \text{ kNm}$

Součinitel vlastností materiálu  $\gamma_M = 1,300$

Modifikační součinitel  $k_{mod} = 0,700$

Návrhová pevnost ve smyku  $f_{v,d} = 1,3$

Posudek v těžišti průřezu:

statický moment  $S_y = 7,500E+02 \text{ cm}^3$

tloušťka  $t_y = 15,00 \text{ cm}$

napětí  $\tau_{Vz} = V_z \cdot S_y / (I_y \cdot t_y) = 0,5 \text{ MPa}$

statický moment  $S_z = 5,625E+02 \text{ cm}^3$

tloušťka  $t_z = 20,00 \text{ cm}$

napětí  $\tau_{Vy} = V_y \cdot S_z / (I_z \cdot t_z) = 0,0 \text{ MPa}$

$\text{sqrt}(\tau_{Vz}^2 + \tau_{Vy}^2) / f_{v,d} = 0,387$

$0,387 < 1$  Vyhovuje

#### Kontrola štíhlosti

Vypočtená štíhlost dílce: 52,9

Mezní štíhlost dílce: 120,0

#### Štíhlost vyhovuje

#### Posouzení osového tahu:

Součinitel zvětšení charakteristické pevnosti v tahu  $k_t = 1,000$

Součinitel vlastností materiálu  $\gamma_M = 1,300$

Modifikační součinitel  $k_{mod} = 0,900$

Návrhová pevnost v tahu  $f_{t,0,d} = 9,0$  MPa

$\sigma_{t,0,d}/f_{t,0,d} = 0,593$

$0,593 < 1$  Vyhovuje

#### Kontrola štíhlosti

Vypočtená štíhlost dílce: 52,9

Mezní štíhlost dílce: 120,0

**Štíhlost vyhovuje**

#### Celkové posouzení

**Rozhodující zatěžovací případ:** ZP1 tlak+ohyb

Vnitřní síly:  $N = -123,500$  kN;  $M_y = 3,500$  kNm;  $M_z = 0,000$  kNm;  $V_z = 10,000$  kN;  $V_y = 0,000$  kN

#### Posudek kombinace tlaku a ohybu:

Únosnosti:  $N_R = 284,826$  kN;  $M_{y,R} = -11,846$  kNm

$|-0,434 + -0,295 + 0,000| = |-0,729| < 1$  **Vyhovuje**

#### Posudek smyku od posouvajících sil:

Únosnost:  $Q_R = 25,846$  kN

$0,387 < 1$  **Vyhovuje**

#### Posouzení štíhlosti:

štíhlost dílce: 52,9

mezní štíhlost: 120,0

**Štíhlost dílce vyhovuje**

#### Průřez vyhovuje

#### Využití

**Využití průřezu:** 72,9 %