

1 Spissky hrad

Popis: nosnikovy rost pod podlahou

Poznámka: podrobny staticky vypocet

2 Norma

Norma výpočtu EN 1993-1-1

Výpočet je proveden podle České národní přílohy.

Součinitel únosnosti průřezu $\gamma_{M0} = 1,000$

Součinitel únosnosti při posouzení stability $\gamma_{M1} = 1,000$

Součinitel únosnosti oslabeného průřezu $\gamma_{M2} = 1,250$

3 hlavný prierez - po 2,5 m

3.1 Vstupní data

Délka dílce: 12,000 m

Průřez

Název: IPE 550

TYČE PRŮŘEZU IPE - IPE 550	
Rozměry průřezu	
výška průřezu	$h = 550,0 \text{ mm}$
šířka horní pásnice	$b_{ft} = 210,0 \text{ mm}$
šířka spodní pásnice	$b_{fb} = 210,0 \text{ mm}$
tloušťka stojiny	$t_w = 11,1 \text{ mm}$
tloušťka horní pásnice	$t_{ft} = 17,2 \text{ mm}$
tloušťka spodní pásnice	$t_{fb} = 17,2 \text{ mm}$
poloměr zaoblení mezi stojinou a pásnicemi	$R_1 = 24,0 \text{ mm}$
Průřezové charakteristiky	
průřezová plocha	$A = 1,340E+04 \text{ mm}^2$
vzdálenost těžiště od levé strany min. obálky průřezu	$y_{cg} = 105,0 \text{ mm}$
vzdálenost těžiště od dolní strany min. obálky průřezu	$z_{cg} = 275,0 \text{ mm}$
moment setrvačnosti k vodorovné těžišťové ose	$I_y = 6,710E+08 \text{ mm}^4$
moment setrvačnosti ke svislé těžišťové ose	$I_z = 2,670E+07 \text{ mm}^4$
poloměr setrvačnosti kolmý k vodorovné těžišťové ose	$i_y = 223,8 \text{ mm}$
poloměr setrvačnosti kolmý ke svislé těžišťové ose	$i_z = 44,6 \text{ mm}$
moment tuhosti v prostém kroucení	$I_k = 1,230E+06 \text{ mm}^4$
Výsečové charakteristiky	
y-ová souřadnice středu smyku v těžišťovém souřadném systému	$y_{sc} = 0,0 \text{ mm}$
z-ová souřadnice středu smyku v těžišťovém souřadném systému	$z_{sc} = 0,0 \text{ mm}$
výsečový moment setrvačnosti ke středu smyku	$I_{w,s} = 1,880E+12 \text{ mm}^6$

Materiál

Název: EN 10210-1 : S 235

Materiálové charakteristiky:

Modul pružnosti $E : 210000 \text{ MPa}$

Modul pružnosti ve smyku $G : 81000 \text{ MPa}$

Mez kluzu $f_y : 235,0 \text{ MPa}$

Mez pevnosti $f_u : 360,0 \text{ MPa}$

Zatížení - vnitřní síly

Celkový počet zatěžovacích případů: 1

Zatěžovací případ	N [kN]	V ₃ [kN]	M ₂ [kNm]	V ₂ [kN]	M ₃ [kNm]	T _t [kNm]	T _ω [kNm]	Bimoment [kNm ²]
Zat. případ 1	0,000	150,000	450,000	0,000	0,000	8,000	0,000	0,000

Vzpěr

Délka úseku pro vzpěr $L_z = 12,000$ m
Součinitel vzpěrné délky k_z Nezádáno
Délka úseku pro vzpěr $L_y = 12,000$ m
Součinitel vzpěrné délky k_y Nezádáno
Délka úseku pro vzpěr $L_\omega = 12,000$ m
Součinitel vzpěrné délky k_ω Nezádáno

Klopení

Součinitele uložení konců: $k_y = -$ $k_z = 1.0$ $k_w = 1.0$

Klopení M_y :

$l_{z1} = 1,250$ m

Tvar mom.plochy: Prostý nosník, spojitě zatížen

Poloha zatížení: $z_p = 1,000$

Klopení M_z :

$l_{y1} =$ Nezádáno

Tvar mom.plochy: Nezádáno

Výztuhy stěn průřezu

Zadány ve vzdálenostech 0,000 m

3.2 Výsledky

Celkové posouzení

Rozhodující zatěžovací případ: Zat. případ 1

Třída průřezu: 1 podle zadání počítáno jako třída 3

Posudek smyku od kroucení:

Napětí: $\tau_t = 111,870$ MPa; $\tau_w = 0,000$ MPa

Pevnost: $\tau_{Rd} = 135,677$ MPa

$111,870 + 0,000 < 135,677$ **Vyhovuje**

Posudek smyku od posouvající síly V_z :

$150,000$ kN $< 739,542$ kN **Vyhovuje**

Vnitřní síly: $N = 0,000$ kN; $M_y = 450,000$ kNm; $M_z = 0,000$ kNm

Posudek nejnepríznivější kombinace prostého tahu a ohybu:

Únosnosti: $M_{y,R} = -573,400$ kNm

$|0,000 + -0,785 + 0,000| = |-0,785| < 1$ **Vyhovuje**

Štíhlost dílce: 268,8

Průřez vyhovuje

Využití

Využití průřezu: 82,5 %

4 pozdlznik - po 1,25 m

4.1 Vstupní data

Délka dílce: 2,500 m

Průřez

Název: IPE 200

TYČE PRŮŘEZU IPE - IPE 200	
Rozměry průřezu	
výška průřezu	$h = 200,0 \text{ mm}$
šířka horní pásnice	$b_{ft} = 100,0 \text{ mm}$
šířka spodní pásnice	$b_{fb} = 100,0 \text{ mm}$
tloušťka stojiny	$t_w = 5,6 \text{ mm}$
tloušťka horní pásnice	$t_{ft} = 8,5 \text{ mm}$
tloušťka spodní pásnice	$t_{fb} = 8,5 \text{ mm}$
poloměr zaoblení mezi stojinou a pásnicemi	$R_1 = 12,0 \text{ mm}$
Průřezové charakteristiky	
průřezová plocha	$A = 2,850\text{E}+03 \text{ mm}^2$
vzdálenost těžiště od levé strany min. obálky průřezu	$y_{cg} = 50,0 \text{ mm}$
vzdálenost těžiště od dolní strany min. obálky průřezu	$z_{cg} = 100,0 \text{ mm}$
moment setrvačnosti k vodorovné těžišťové ose	$I_y = 1,940\text{E}+07 \text{ mm}^4$
moment setrvačnosti ke svislé těžišťové ose	$I_z = 1,420\text{E}+06 \text{ mm}^4$
poloměr setrvačnosti kolmý k vodorovné těžišťové ose	$i_y = 82,5 \text{ mm}$
poloměr setrvačnosti kolmý ke svislé těžišťové ose	$i_z = 22,3 \text{ mm}$
moment tuhosti v prostém kroucení	$I_k = 6,980\text{E}+04 \text{ mm}^4$
Výsečové charakteristiky	
y-ová souřadnice středu smyku v těžišťovém souřadném systému	$y_{sc} = 0,0 \text{ mm}$
z-ová souřadnice středu smyku v těžišťovém souřadném systému	$z_{sc} = 0,0 \text{ mm}$
výsečový moment setrvačnosti ke středu smyku	$I_{w,s} = 1,300\text{E}+10 \text{ mm}^6$

Materiál

Název: EN 10210-1 : S 235

Materiálové charakteristiky:

Modul pružnosti	$E : 210000 \text{ MPa}$
Modul pružnosti ve smyku	$G : 81000 \text{ MPa}$
Mez kluzu	$f_y : 235,0 \text{ MPa}$
Mez pevnosti	$f_u : 360,0 \text{ MPa}$

Zatížení - vnitřní síly

Celkový počet zatěžovacích případů: 1

Zatěžovací případ	N [kN]	V ₃ [kN]	M ₂ [kNm]	V ₂ [kN]	M ₃ [kNm]	T _t [kNm]	T _ω [kNm]	Bimoment [kNm ²]
Zat. případ 1	0,000	15,600	9,800	0,000	0,000	0,980	0,000	0,000

Vzpěr

Délka úseku pro vzpěr	$L_z = 2,500 \text{ m}$
Součinitel vzpěrné délky	k_z Nežadáno
Délka úseku pro vzpěr	$L_y = 2,500 \text{ m}$
Součinitel vzpěrné délky	k_y Nežadáno
Délka úseku pro vzpěr	$L_{\omega} = 2,500 \text{ m}$

Součinitel vzpěrné délky k_w Nežadáno

Klopení

Součinitele uložení konců: $k_y = -$ $k_z = 1.0$ $k_w = 1.0$

Klopení M_y :

$l_{z1} = 2,500$ m

Tvar mom.plochy: Prostý nosník, spojitě zatížení

Poloha zatížení: $z_p = 1,000$

Klopení M_z :

$l_{y1} =$ Nežadáno

Tvar mom.plochy: Nežadáno

4.2 Výsledky

Celkové posouzení

Rozhodující zatěžovací případ: Zat. případ 1

Třída průřezu: 1 podle zadání počítáno jako třída 3

Posudek smyku od kroucení:

Napětí: $\tau_t = 119,341$ MPa; $\tau_w = 0,000$ MPa

Pevnost: $\tau_{Rd} = 135,677$ MPa

$119,341 + 0,000 < 135,677$ **Vyhovuje**

Posudek smyku od posouvající síly V_z :

$15,597$ kN $< 139,276$ kN **Vyhovuje**

Posudek smyku od posouvající síly V_y :

$0,327$ kN $< 106,974$ kN **Vyhovuje**

Vnitřní síly: $N = 0,000$ kN; $M_y = 9,798$ kNm; $M_z = -0,205$ kNm

Posudek nejnepriznivější kombinace prostého tahu a ohybu:

Únosnosti: $M_{y,R} = -33,561$ kNm; $M_{z,R} = 6,674$ kNm

$|0,000 + -0,292 + -0,031| = |-0,323| < 1$ **Vyhovuje**

Posouzení štíhlosti dílce:

štíhlost dílce: 112,0

mezní štíhlost: 120,0

Štíhlost dílce vyhovuje

Průřez vyhovuje

Využití

Využití průřezu: 88,0 %

5 priecnik - po 0,625 m

5.1 Vstupní data

Délka dílce: 1,250 m

Průřez

Název: IPE 100

TYČE PRŮŘEZU IPE - IPE 100	
Rozměry průřezu	
výška průřezu	$h = 100,0$ mm
šířka horní pásnice	$b_{ft} = 55,0$ mm
šířka spodní pásnice	$b_{fb} = 55,0$ mm
tloušťka stojiny	$t_w = 4,1$ mm

TYČE PRŮŘEZU IPE - IPE 100	
tloušťka horní pásnice	$t_{ft} = 5,7 \text{ mm}$
tloušťka spodní pásnice	$t_{fb} = 5,7 \text{ mm}$
poloměr zaoblení mezi stojinou a pásnicemi	$R_1 = 7,0 \text{ mm}$
Průřezové charakteristiky	
průřezová plocha	$A = 1,030E+03 \text{ mm}^2$
vzdálenost těžiště od levé strany min. obálky průřezu	$y_{cg} = 27,5 \text{ mm}$
vzdálenost těžiště od dolní strany min. obálky průřezu	$z_{cg} = 50,0 \text{ mm}$
moment setrvačnosti k vodorovné těžišťové ose	$I_y = 1,710E+06 \text{ mm}^4$
moment setrvačnosti ke svislé těžišťové ose	$I_z = 1,590E+05 \text{ mm}^4$
poloměr setrvačnosti kolmý k vodorovné těžišťové ose	$i_y = 40,7 \text{ mm}$
poloměr setrvačnosti kolmý ke svislé těžišťové ose	$i_z = 12,4 \text{ mm}$
moment tuhosti v prostém kroucení	$I_k = 1,160E+04 \text{ mm}^4$
Výsečové charakteristiky	
y-ová souřadnice středu smyku v těžišťovém souřadném systému	$y_{sc} = 0,0 \text{ mm}$
z-ová souřadnice středu smyku v těžišťovém souřadném systému	$z_{sc} = 0,0 \text{ mm}$
výsečový moment setrvačnosti ke středu smyku	$I_{w,s} = 3,510E+08 \text{ mm}^6$

Materiál

Název: EN 10210-1 : S 235

Materiálové charakteristiky:

Modul pružnosti	E	: 210000 MPa
Modul pružnosti ve smyku	G	: 81000 MPa
Mez kluzu	f_y	: 235,0 MPa
Mez pevnosti	f_u	: 360,0 MPa

Zatížení - vnitřní síly

Celkový počet zatěžovacích případů: 1

Zatěžovací případ	N [kN]	V ₃ [kN]	M ₂ [kNm]	V ₂ [kN]	M ₃ [kNm]	T _t [kNm]	T _ω [kNm]	Bimoment [kNm ²]
Zat. případ 1	0,000	3,940	1,230	0,000	0,000	0,250	0,000	0,000

Vzpěr

Délka úseku pro vzpěr	$L_z = 1,250 \text{ m}$
Součinitel vzpěrné délky	k_z Nežadáno
Délka úseku pro vzpěr	$L_y = 1,250 \text{ m}$
Součinitel vzpěrné délky	k_y Nežadáno
Délka úseku pro vzpěr	$L_\omega = 1,250 \text{ m}$
Součinitel vzpěrné délky	k_ω Nežadáno

Klopení

Součinitele uložení konců: $k_y = -$ $k_z = 1.0$ $k_w = 1.0$

Klopení M_y :

$l_{z1} = 1,250 \text{ m}$

Tvar mom.plochy: Prostý nosník, spojitě zatížení

Poloha zatížení: $z_p = 1,000$

Klopení M_z :

$l_{y1} =$ Nežadáno

Tvar mom.plochy: Nežadáno

5.2 Výsledky

Celkové posouzení

Rozhodující zatěžovací případ: Zat. případ 1

Třída průřezu: 1 podle zadání počítáno jako třída 3

Posudek smyku od kroucení:

Napětí: $\tau_t = 122,845 \text{ MPa}$; $\tau_w = 0,000 \text{ MPa}$

Pevnost: $\tau_{Rd} = 135,677 \text{ MPa}$

$122,845 + 0,000 < 135,677$ **Vyhovuje**

Posudek smyku od posouvající síly V_z :

$3,940 \text{ kN} < 47,530 \text{ kN}$ **Vyhovuje**

Vnitřní síly: $N = 0,000 \text{ kN}$; $M_y = 1,230 \text{ kNm}$; $M_z = 0,000 \text{ kNm}$

Posudek nejneprůznivější kombinace prostého tahu a ohybu:

Únosnosti: $M_{y,R} = -6,661 \text{ kNm}$

$|0,000 + -0,185 + 0,000| = |-0,185| < 1$ **Vyhovuje**

Posouzení štíhlosti dílce:

štíhlost dílce: 100,6

mezní štíhlost: 120,0

Štíhlost dílce vyhovuje

Průřez vyhovuje

Využití

Využití průřezu: 90,5 %

6 hlavní nosník - po 2,5 m

6.1 Vstupní data

Délka dílce: 12,000 m

Průřez

Úsek č.	Počátek [m]	Konec [m]	Průřez	Natočení [°]
1	0,000	12,000	IPE 550	0,0

TYČE PRŮŘEZU IPE - IPE 550

Rozměry průřezu	
výška průřezu	$h = 550,0 \text{ mm}$
šířka horní pásnice	$b_{ft} = 210,0 \text{ mm}$
šířka spodní pásnice	$b_{fb} = 210,0 \text{ mm}$
tloušťka stojiny	$t_w = 11,1 \text{ mm}$
tloušťka horní pásnice	$t_{ft} = 17,2 \text{ mm}$
tloušťka spodní pásnice	$t_{fb} = 17,2 \text{ mm}$
poloměr zaoblení mezi stojinou a pásnicemi	$R_1 = 24,0 \text{ mm}$
Průřezové charakteristiky	
průřezová plocha	$A = 1,340\text{E}+04 \text{ mm}^2$
vzdálenost těžiště od levé strany min. obálky průřezu	$y_{cg} = 105,0 \text{ mm}$
vzdálenost těžiště od dolní strany min. obálky průřezu	$z_{cg} = 275,0 \text{ mm}$
moment setrvačnosti k vodorovné těžišťové ose	$I_y = 6,710\text{E}+08 \text{ mm}^4$
moment setrvačnosti ke svislé těžišťové ose	$I_z = 2,670\text{E}+07 \text{ mm}^4$

TYČE PRŮŘEZU IPE - IPE 550	
poloměr setrvačnosti kolmý k vodorovné těžišťové ose	$i_y = 223,8 \text{ mm}$
poloměr setrvačnosti kolmý ke svislé těžišťové ose	$i_z = 44,6 \text{ mm}$
moment tuhosti v prostém kroucení	$I_k = 1,230E+06 \text{ mm}^4$
Výšečové charkteristiky	
y-ová souřadnice středu smyku v těžišťovém souřadném systému	$y_{sc} = 0,0 \text{ mm}$
z-ová souřadnice středu smyku v těžišťovém souřadném systému	$z_{sc} = 0,0 \text{ mm}$
výšečový moment setrvačnosti ke středu smyku	$I_{w.s} = 1,880E+12 \text{ mm}^6$

Materiál

Název: EN 10210-1 : S 235

Materiálové charakteristiky:

Modul pružnosti	E : 210000 MPa
Modul pružnosti ve smyku	G : 81000 MPa
Mez kluzu	f_y : 235,0 MPa
Mez pevnosti	f_u : 360,0 MPa

Zatížení - vnitřní síly

Celkový počet zatěžovacích případů: 1

Zat. případ 1:

	N[kN]	V ₃ [kN]	M ₂ [kNm]	V ₂ [kN]	M ₃ [kNm]	T _t [kNm]	T _ω [kNm]	B[kNm ²]
Max. hodnota	0,000	150,000	450,000	0,000	0,000	8,000	0,000	0,000
Min. hodnota	0,000	-150,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

Zat. případ 1:

X[m]	N[kN]	V ₃ [kN]	M ₂ [kNm]	V ₂ [kN]	M ₃ [kNm]	T _t [kNm]	T _ω [kNm]	B[kNm ²]
0,000	0,000	150,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
3,000		75,000	300,000					
6,000		0,000	450,000			8,000		
9,000		-75,000	300,000					
12,000	0,000	-150,000	0,000	0,000	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	12,000	12,000	1,000	12,000

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	12,000	12,000	1,000	12,000

Klopení

Klopení od momentu M_y :

Úsek č.	Počátek [m]	Konec [m]	$l_{z1} =$ [m]	Tvar momentové plochy	Poloha zatížení
1	0,000	12,000	1,250	Prostý nosník, spojitě zatížení	1,000

Klopení od momentu M_z :

Úsek č.	Počátek [m]	Konec [m]	$l_{y1} = [m]$	Tvar momentové plochy	Poloha zatížení
1	0,000	12,000	6,000	Prostý nosník, spojitě zatížení	0,500

6.2 Výsledky

Mezivýsledky

Zatřídění průřezu:

$$\varepsilon = \sqrt{(235,0 / f_y)} = \sqrt{(235,0 / 235,0)} = 1,000$$

Zatřídění stojiny:

$$c = 467,6 \text{ mm}$$

$$t = 11,1 \text{ mm}$$

Průřez je namáhán kombinací ohybu a osově síly:

$$\alpha = 0,500$$

$$c/t = 42,1; \quad 42,1 < 72,0; \quad \text{Třída 1}$$

Zatřídění levé části horní pásnice:

$$c = 75,4 \text{ mm}$$

$$t = 17,2 \text{ mm}$$

$$c/t = 4,4; \quad 4,4 < 9,0; \quad \text{Třída 1}$$

Zatřídění pravé části horní pásnice:

$$c = 75,4 \text{ mm}$$

$$t = 17,2 \text{ mm}$$

$$c/t = 4,4; \quad 4,4 < 9,0; \quad \text{Třída 1}$$

Zatřídění levé části dolní pásnice:

$$c = 75,4 \text{ mm}$$

$$t = 17,2 \text{ mm}$$

$$c/t = 4,4; \quad 4,4 < 9,0; \quad \text{Třída 1}$$

Zatřídění pravé části dolní pásnice:

$$c = 75,4 \text{ mm}$$

$$t = 17,2 \text{ mm}$$

$$c/t = 4,4; \quad 4,4 < 9,0; \quad \text{Třída 1}$$

Průřez spadá do třídy 1

Podle zadání bude posouzen jako průřez třídy 3

Výpočet smykového napětí od kroucení

$$\text{Návrhová smyková pevnost } \tau_{Rd} = f_y / \sqrt{3} / \gamma_{M0} = 135,677 \text{ MPa}$$

horní pás:

$$\text{Napětí od volného kroucení } \tau_t = 111,870 \text{ MPa}$$

stojina průřezu:

$$\text{Napětí od volného kroucení } \tau_t = 72,195 \text{ MPa}$$

dolní pás:

$$\text{Napětí od volného kroucení } \tau_t = 111,870 \text{ MPa}$$

Výpočet smykové únosnosti ve směru osy z

$$\text{Smyková plocha } A_{v,z} = 7,193 \text{E}03 \text{ mm}^2$$

$$\text{Smyková únosnost průřezu } V_{pl,Rd,z} = 975,862 \text{ kN}$$

Smyková únosnost při boulení:

$$d/t_w = 42,1 < 69,0$$

Boulení stojiny průřezu nemusí být posuzováno

$$\text{Smyková únosnost při boulení } V_{ba,Rd,z} = 975,862 \text{ kN}$$

$$\text{Výpočtová únosnost ve smyku } V_{Rd,z} = 975,862 \text{ kN}$$

Redukce únosnosti ve smyku vlivem kroucení:

$$\text{Napětí od volného kroucení } \tau_t = 72,195 \text{ MPa}$$

$$\text{Napětí od vázaného kroucení } \tau_w = 0,000 \text{ MPa}$$

$$\text{Redukce únosnosti} = 0,758$$

$$\text{Smyková únosnost redukována vlivem kroucení } V_{pl,T,Rd,z} = 739,542 \text{ kN}$$

Výpočet smykové únosnosti ve směru osy y

Smyková plocha $A_{v,y} = 6,207E03 \text{ mm}^2$

Smyková únosnost průřezu $V_{pl,Rd,y} = 842,214 \text{ kN}$

Redukce únosnosti ve smyku vlivem kroucení:

Napětí od volného kroucení $\tau_t = 111,870 \text{ MPa}$

Napětí od vázaného kroucení $\tau_w = 0,000 \text{ MPa}$

Redukce únosnosti = 0,583

Smyková únosnost redukovaná vlivem kroucení $V_{pl,T,Rd,y} = 491,363 \text{ kN}$

Výpočet únosnosti v tahu

$V_z \leq 0.5 \cdot 739,542 \text{ kN}$

$V_y \leq 0.5 \cdot 491,363 \text{ kN}$

Výpočtová únosnost v tahu $N_{t,Rd} = 3149,000 \text{ kN}$

Výpočet únosnosti v ohybu od momentu M_y

$V_z \leq 0.5 \cdot 739,542 \text{ kN}$

$V_y \leq 0.5 \cdot 491,363 \text{ kN}$

Průřezový modul W_y (v rozích průřezu):

$W_{y[1]} = 2,440E06 \text{ mm}^3$

$W_{y[2]} = 2,440E06 \text{ mm}^3$

$W_{y[3]} = -2,440E06 \text{ mm}^3$

$W_{y[4]} = -2,440E06 \text{ mm}^3$

Moment únosnosti průřezu $M_{c,Rd,y}$ (v rozích průřezu):

$M_{c,Rd,y[1]} = 573,400 \text{ kNm}$

$M_{c,Rd,y[2]} = 573,400 \text{ kNm}$

$M_{c,Rd,y[3]} = 573,400 \text{ kNm}$

$M_{c,Rd,y[4]} = 573,400 \text{ kNm}$

Výpočtový moment únosnosti $M_{c,Rd,y}$ (v rozích průřezu):

$M_{c,Rd,y[1]} = 573,400 \text{ kNm}$

$M_{c,Rd,y[2]} = 573,400 \text{ kNm}$

$M_{c,Rd,y[3]} = 573,400 \text{ kNm}$

$M_{c,Rd,y[4]} = 573,400 \text{ kNm}$

Výpočet vlivu klopení:

Vzdálenost bodů zajištěných proti klopení $L_{z1} = 1,250 \text{ m}$

Poloha zatížení na průřezu $z_p = 550,0 \text{ mm}$

Součinitele vzpěrné délky: $k = 1,000$; $k_w = 1,000$

$z_g = 275,0 \text{ mm}$

$z_j = 0,0 \text{ mm}$

Bezrozměrný parametr kroucení: $\kappa_{wt} = 5,003$

Bezrozměrný parametr působíště zatížení vzhledem ke středu smyku: $\zeta_g = 5,185$

Bezrozměrný parametr nesymetrie průřezu: $\zeta_j = 0,000$

Parametr nesymetrie průřezu: $\psi_f = 0,000$

Součinitele zatížení a uložení konců:

$C_1 = 1,130$; $C_2 = 0,460$; $C_3 = 0,530$

Bezrozměrný kritický moment: $\mu_{cr} = 3,669$

Pružný kritický moment $M_{cr} = 6892,004 \text{ kNm}$

Poměrná štíhlost $\lambda_{bar,LT} = 0,288$

$0,288 < 0.4$; vliv klopení neuvažujeme

Moment únosnosti s vlivem klopení $M_{b,Rd,y}$ (v rozích průřezu):

$M_{b,Rd,y[1]} = 573,400 \text{ kNm}$

$M_{b,Rd,y[2]} = 573,400 \text{ kNm}$

$M_{b,Rd,y[3]} = 573,400 \text{ kNm}$

$M_{b,Rd,y[4]} = 573,400 \text{ kNm}$

Výpočet únosnosti v ohybu od momentu M_z

$$V_z \leq 0.5 \cdot 739,542 \text{ kN}$$

$$V_y \leq 0.5 \cdot 491,363 \text{ kN}$$

Průřezový modul W_z (v rozích průřezu):

$$W_{z[1]} = -2,543E05 \text{ mm}^3$$

$$W_{z[2]} = 2,543E05 \text{ mm}^3$$

$$W_{z[3]} = 2,543E05 \text{ mm}^3$$

$$W_{z[4]} = -2,543E05 \text{ mm}^3$$

Moment únosnosti průřezu $M_{c,Rd,z}$ (v rozích průřezu):

$$M_{c,Rd,z[1]} = 59,757 \text{ kNm}$$

$$M_{c,Rd,z[2]} = 59,757 \text{ kNm}$$

$$M_{c,Rd,z[3]} = 59,757 \text{ kNm}$$

$$M_{c,Rd,z[4]} = 59,757 \text{ kNm}$$

Výpočtový moment únosnosti $M_{c,Rd,z}$ (v rozích průřezu):

$$M_{c,Rd,z[1]} = 59,757 \text{ kNm}$$

$$M_{c,Rd,z[2]} = 59,757 \text{ kNm}$$

$$M_{c,Rd,z[3]} = 59,757 \text{ kNm}$$

$$M_{c,Rd,z[4]} = 59,757 \text{ kNm}$$

Posouzení smyku od kroucení

$$\tau_t + \tau_w = 111,870 + 0,000 = 111,870 \text{ MPa}$$

$$\tau_{Rd} = 135,677 \text{ MPa}$$

$$111,870 \leq 135,677 \quad \text{Vyhovuje}$$

Posouzení smykové únosnosti

Veličina	Zatížení	Únosnost	Využití	
V_z	0,000 kN	739,542 kN	0,0 %	Vyhovuje
V_y	0,000 kN	491,363 kN	0,0 %	Vyhovuje

Posouzení kombinace osových síly a ohybových momentů

Posudek nejnepríznivější kombinace prostého tahu a ohybu:

Posouzení pro vzpěr Y:

$$|0,000 + -0,785 + 0,000| < 1$$

$$0,785 < 1 \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

Celkové posouzení

Výsledky pro zatěžovací případ: Zat. případ 1

Třída průřezu: 1 podle zadání počítáno jako třída 3

Posudek smyku od kroucení:

$$\text{Napětí: } \tau_t = 111,870 \text{ MPa; } \tau_w = 0,000 \text{ MPa}$$

$$\text{Pevnost: } \tau_{Rd} = 135,677 \text{ MPa}$$

$$111,870 + 0,000 < 135,677 \quad \text{Vyhovuje}$$

$$\text{Vnitřní síly: } N = 0,000 \text{ kN; } M_y = 450,000 \text{ kNm; } M_z = 0,000 \text{ kNm}$$

Posudek nejnepríznivější kombinace prostého tahu a ohybu:

$$\text{Únosnosti: } M_{y,R} = -573,400 \text{ kNm}$$

$$|0,000 + -0,785 + 0,000| = |-0,785| < 1 \quad \text{Vyhovuje}$$

Štíhlost dílce: 268,8

Průřez vyhovuje

Využití

Využití průřezu: 82,5 %