

STUPEŇ		DOKUMENTACE PRO PROVEDENÍ STAVBY	
NÁZEV AKCE			
Dvůr Králové nad Labem, rekonstrukce budov č.p.2 a č.p.3			
ČÁST DOKUMENTACE		D.1.2. STAVEBNĚ KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ	
STAVEBNÍK		HIP	
Město Dvůr Králové nad Labem nám. T.G. Masaryka 38 544 17 Dvůr Králové nad Labem		Ing. Pavel Veverka	
		PROJEKTANT	
		FAPAL s.r.o. Stará Mostecká 250/2 412 01 Litoměřice IČ 06083927	
LOKALITA		VYPRACOVAL	
-		Ing. Pavel Veverka	
ČÍSLO ZAKÁZKY		ZODPOVĚDNÝ PROJEKTANT	
055-2023		Ing. Jan Vlnář (ČKAIT 0000769)	
DATUM		MĚŘÍTKO	
08/2024		1:50	
NÁZEV VÝKRESU		ČÍSLO PŘÍLOHY	ČÍSLO VÝKRESU
Statický výpočet		D.1.2.c	---
			PARÉ

OBSAH

1. Úvod	2
2. Použité normy	2
3. Návrh konstrukce	2
3.1 Výpočet zatížení	2
3.1.1 Zatížení stálé	2
3.1.2 Zatížení nahodilé	3
3.2 Výpočet vnitřních sil	7
3.3 Posouzení navržených prvků	11
4. Závěr posouzení	17
5. Závěr	17

1. Úvod

Ve statickém výpočtu je popsáno návrh a posouzení nosných konstrukcí na objektu č.p. 2 v obci Králův Dvůr nad Labem. Objekt se nachází ve obci, která je v 4.sněhové oblasti a 2.větrné oblasti.

Nové prvky budou z rostlého dřeva, třídy pevnosti C22. Dřevo bude ošetřeno preventivními přípravky proti dřevokaznému hmyzu, plísním a hnilobě.

2. Použité normy

- ČSN EN 1991-1-1 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-1: Obecná zatížení – Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb
- ČSN EN 1991-1-3 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-3: Obecná zatížení – Zatížení sněhem
- ČSN EN 1991-1-4 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-3: Obecná zatížení – Zatížení větrem
- ČSN EN 1993-1-1 Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla – Společná pravidla a pravidla pro pozemní stavby

3. Návrh a posouzení

3.1 Výpočet zatížení

3.1.1 Zatížení stálé a) střešní plášť

Strop

	f_k (kN/m ²)	γ	f_d (kN/m ²)
Dřevěná konstrukce roštu a posezení	0,40	1,35	0,54
Dřevěná podlaha	0,10	1,35	0,13
Deska 2x OSB, tl. 2x 15 mm	0,30	1,35	0,41
Systém podlahového vytápění	1,25	1,35	1,69
Kročejová izolace, tl. 20 mm	0,05	1,35	0,07
Deska OSB, tl. 1x 32 mm	0,30	1,35	0,41
Ocelový nosník	-	1,35	-
Σ	2,40	X	3,24

Krov

	f_k (kN/m ²)	γ	f_d (kN/m ²)
Plechové šablony	0,10	1,35	0,13
Latě 60/40 mm	0,07	1,35	0,10
Kontralatě 60/40 mm	0,03	1,35	0,05
Pojistná hydroizolace	-	1,35	-
Nadkroevní tepelná izolace	0,15	1,35	0,20
Parozábrana	-	1,35	-
Deskové pobití krokví, tl. 27 mm	0,10	1,35	0,14
Σ	0,45	X	0,61

3.1.2 Zatížení nahodilé

Užitné

Využití sál, zatížení $5 \text{ kN/m}^2 = 5 \times 1,5 = 7,5 \text{ kN/m}^2$

4. Sněhová oblast, sklon střešní roviny je 48°

Zatížení sněhem

$$s = \mu_1 \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k = 0,32 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 2,0 = \underline{0,64 \text{ kN/m}^2}$$

$$C_e = 1,0$$

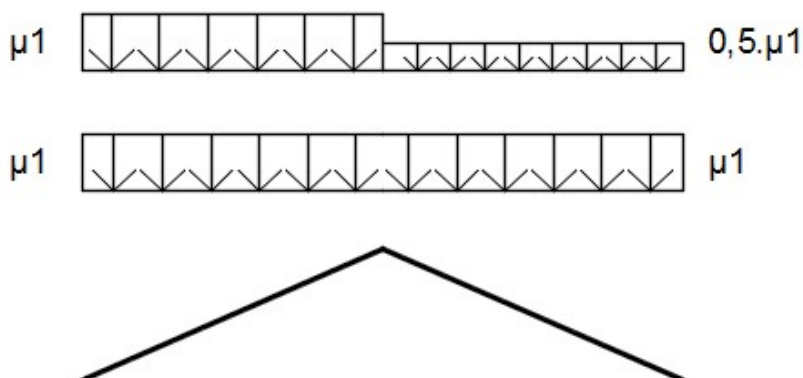
$$C_t = 1,0$$

$$\mu_1 = 0,8 (60-a)/30 = 0,8 (60-48) / 30 = 0,32$$

$$s_k = 2,0 \text{ kN/m}^2$$

pro výpočet je uvažována hodnota $0,64 \cdot 1,5 = \underline{0,96 \text{ kN/m}^2}$

Zatěžovací stavy



Zatížení větrem

2. Větrná oblast $v_{b,0} = 25,0$ m/s

Základní rychlost větru

$$V_b = C_{dir} \cdot C_{season} \cdot V_{b,0} = 1 \cdot 1 \cdot 25,0 = \underline{25,0 \text{ m/s}}$$

Kategorie terénu	Z_0 [m]	Z_{min} [m]
0 Moře nebo oblasti vystavené otevřenému moři	0,003	1
I Jezera nebo vodorovné oblasti se zanedbatelnou vegetací a bez překážek	0,01	1
II Oblasti s nízkou vegetací jako je tráva a s izolovanými překážkami (stromy, budovy), jejichž vzdálenost je větší než 20násobek výšky překážek	0,05	2
III Oblasti rovnoměrně pokryté vegetací nebo budovami nebo izolovanými překážkami, jejichž vzdálenost je maximálně 20násobek výšky překážek (jako jsou vesnice předměstský terén, souvislý les)	0,3	5
IV Oblasti, ve kterých je nejméně 15% povrchu pokryto pozemními stavbami jejichž průměrná výška je větší než 15m	1	10

Kategorie terénu – III., $z_0 = 0,3$ m, $z_{min} = 9,42$ m

Základní tlak větru

$$q_b = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_{b,0}^2 = \frac{1}{2} \cdot 1,25 \cdot 25,0^2 = \underline{0,390 \text{ kN/m}^2}$$

Charakteristický dynamický tlak

$$q_{p(z)} = C_{e(z)} \cdot q_b = 1,75 \cdot 0,390 = \underline{0,827 \text{ kN/m}^2}$$

$$C_{e(z)} = 1,75 \text{ (odečteno z grafu)}$$

Rozměr střešní konstrukce 11x31 m

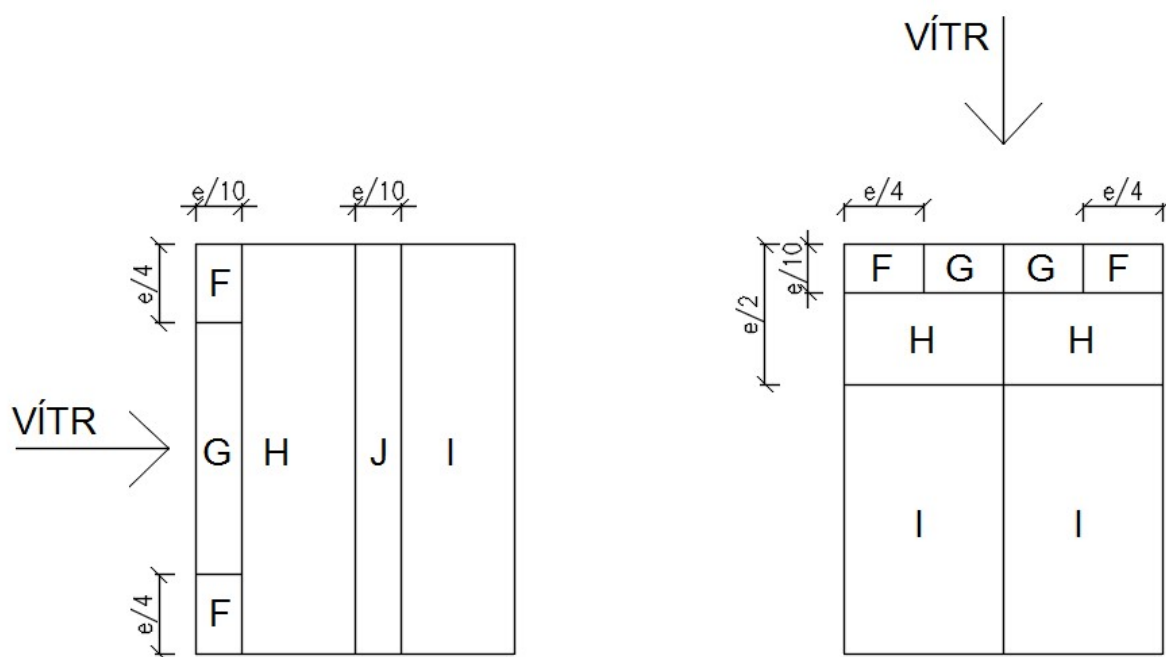
$$b = 31 \text{ m}$$

$$h = 14 \text{ m}$$

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

$$e = \min(b, 2h) = 28 \text{ m}$$

Schéma působení tlaků větru



Podélný směr větru

$$F = e/4 = 28/4 = 7,0 \text{ m}$$

$$F = e/10 = 28/10 = 2,8 \text{ m}$$

Příčný směr větru

$$F = e/4 = 28/4 = 7,0 \text{ m}$$

$$F = e/10 = 28/10 = 2,8 \text{ m}$$

$$H = e/2 = 21/2 = 10,5 \text{ m}$$

typ střechy - 2 varinty	oblasti				
	F	G	H	I	J
	$C_{pe,10}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,10}$
podélný směr 1	-0,5	-0,5	-0,2	-0,4	-0,5
podélný směr 2	0,7	0,7	0,4	0	0
příčný směr 1	-1,1	-1,4	-0,8	-0,5	-

Tlak větru

$$w_e = q_p(z) \cdot C_{pe,10}$$

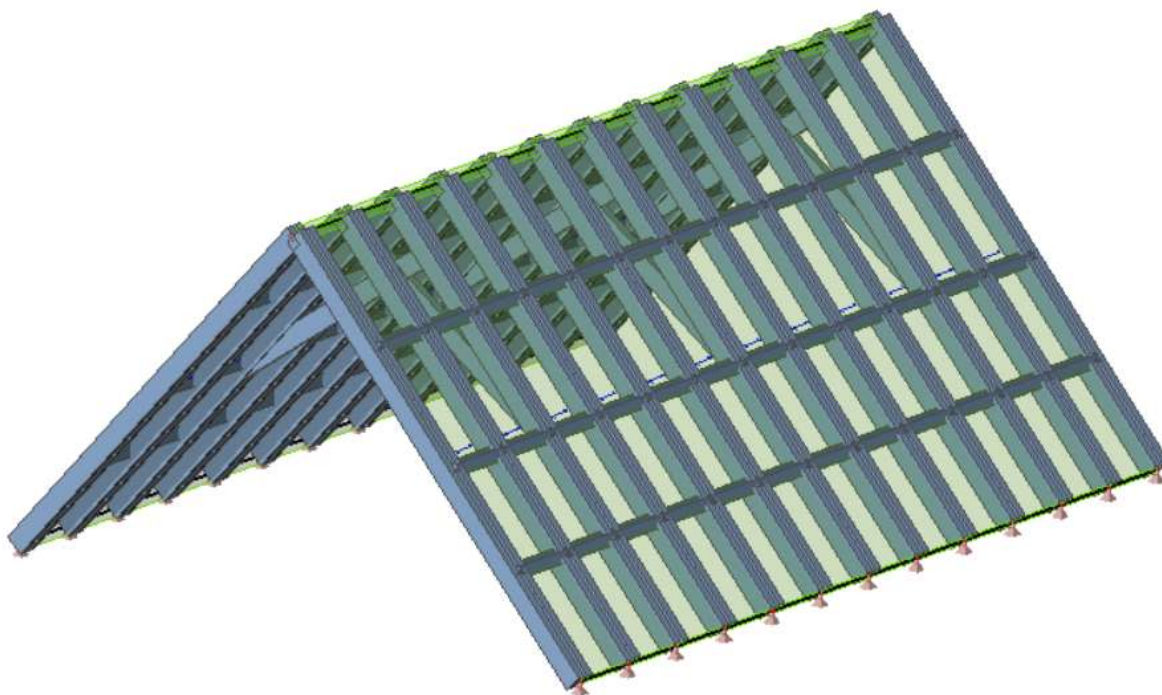
	Podélný směr w_e (kN/m ²)	Podélný směr w_e (kN/m ²)	Příčný směr w_e (kN/m ²)
Oblast F	-0,342	0,478	-0,751
Oblast G	-0,342	0,478	-0,956
Oblast H	-0,137	0,273	-0,546
Oblast I	-0,273	0,00	-0,342
Oblast J	-0,342	0,00	-

Tlak větru se součinitelem nahodilého zatížení (1,5)

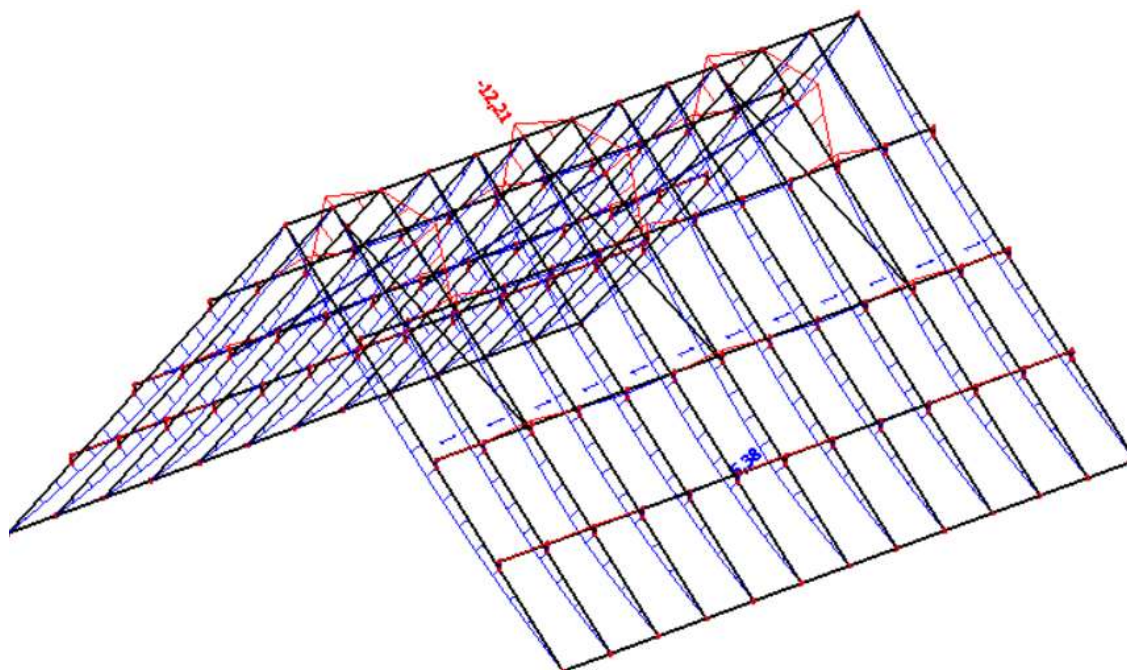
	Podélný směr we (kN/m ²)	Podélný směr we (kN/m ²)	Příčný směr we (kN/m ²)
Oblast F	-0,512	0,717	-1,127
Oblast G	-0,512	0,717	-1,434
Oblast H	-0,205	0,410	-0,820
Oblast I	-0,410	0,00	-0,512
Oblast J	-0,512	0,00	-

3.2 Výpočet vnitřních sil

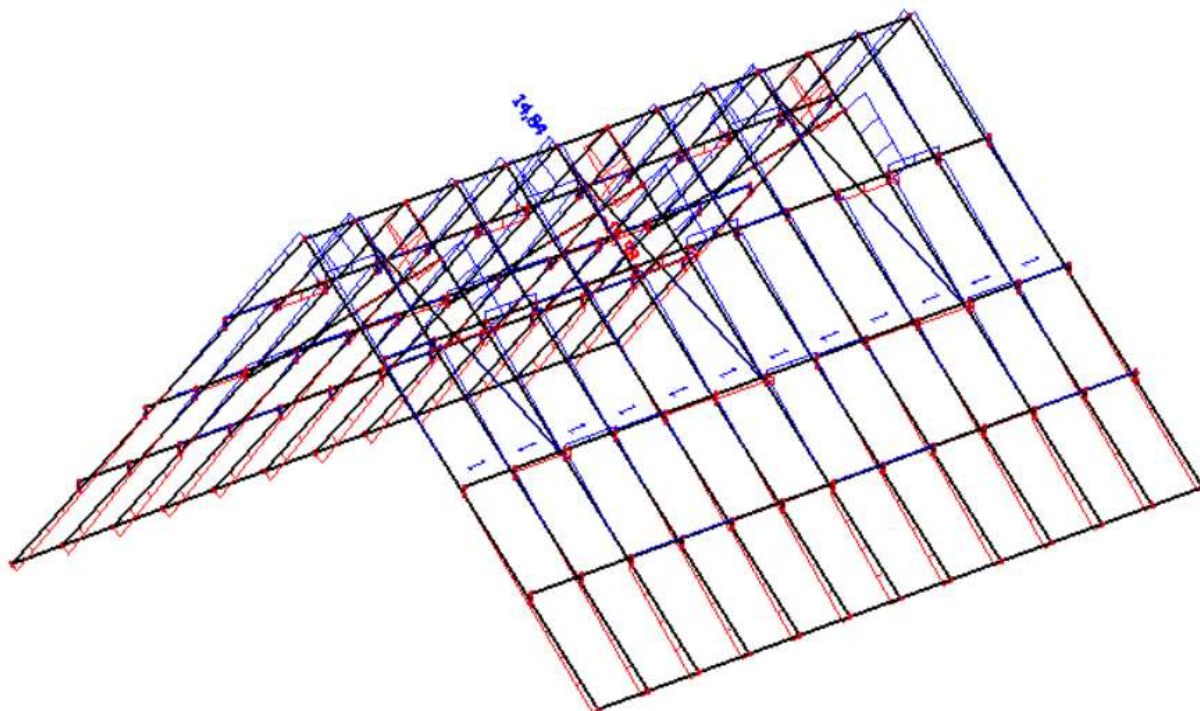
Posuzovaná konstrukce - krov



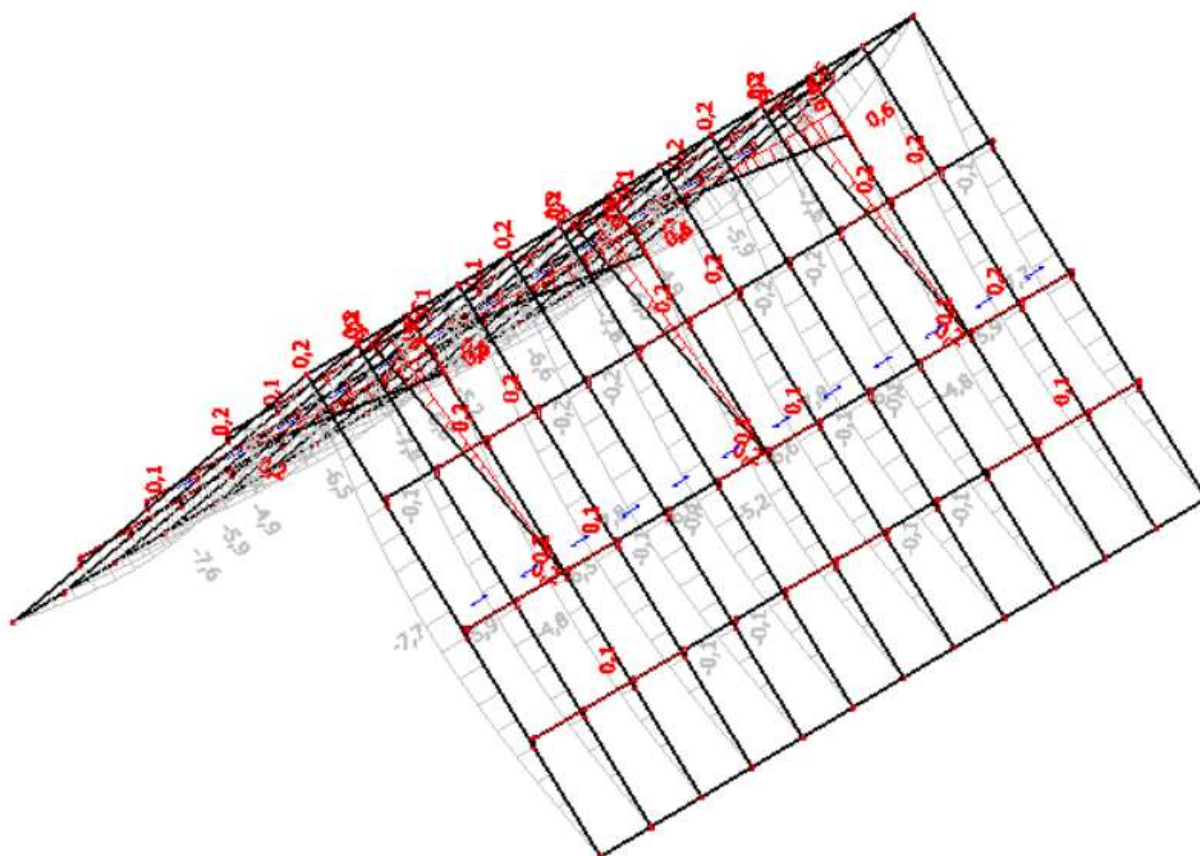
Ohybové momenty



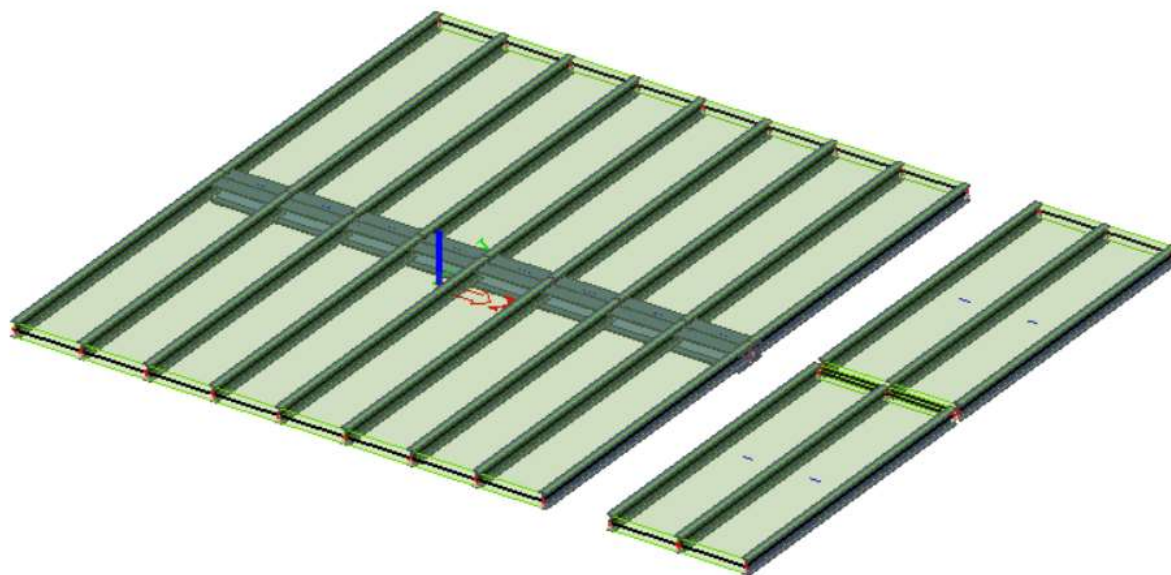
Posouvající síly



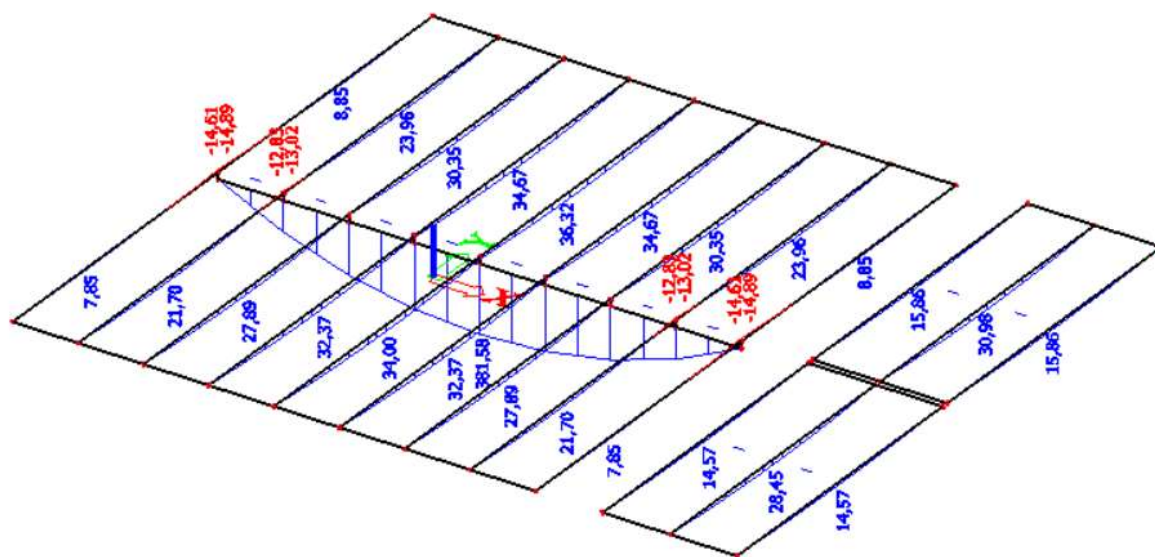
Deformace (uz, mm)



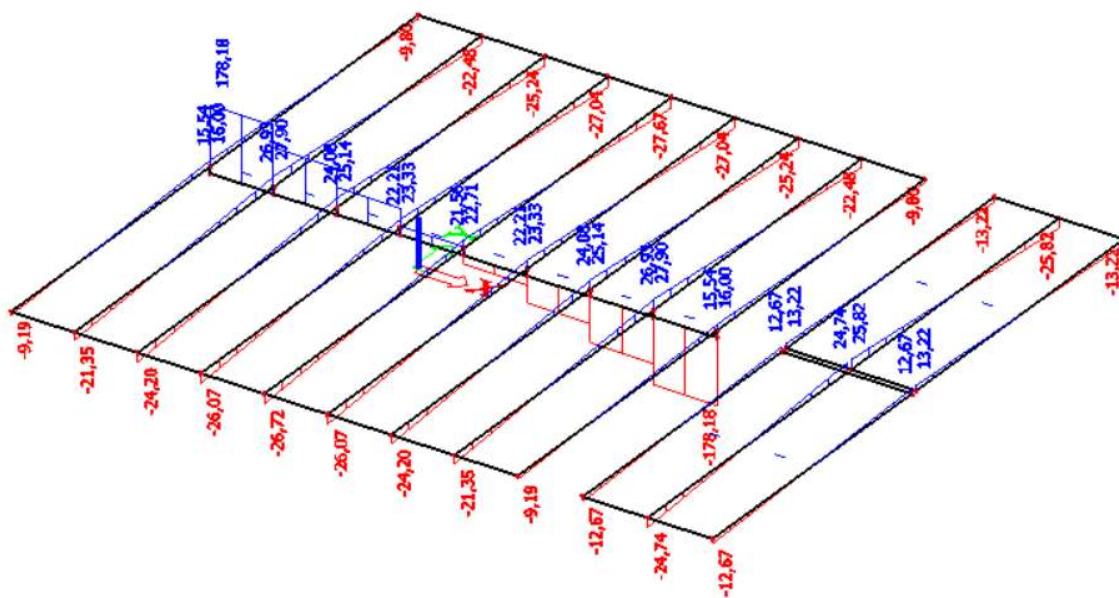
Posuzovaná konstrukce - strop



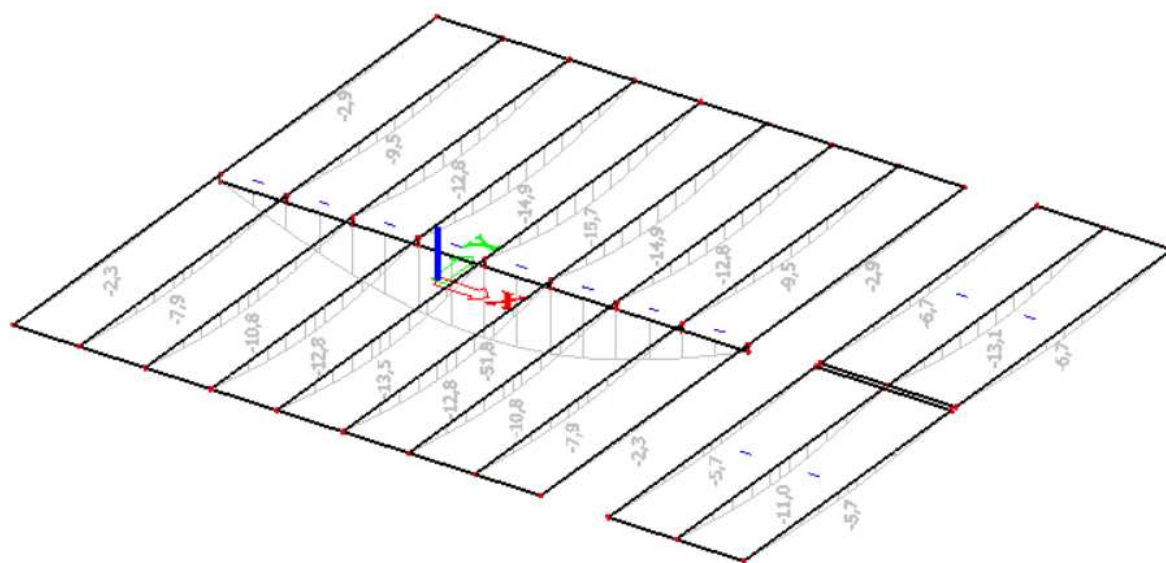
Ohybové momenty



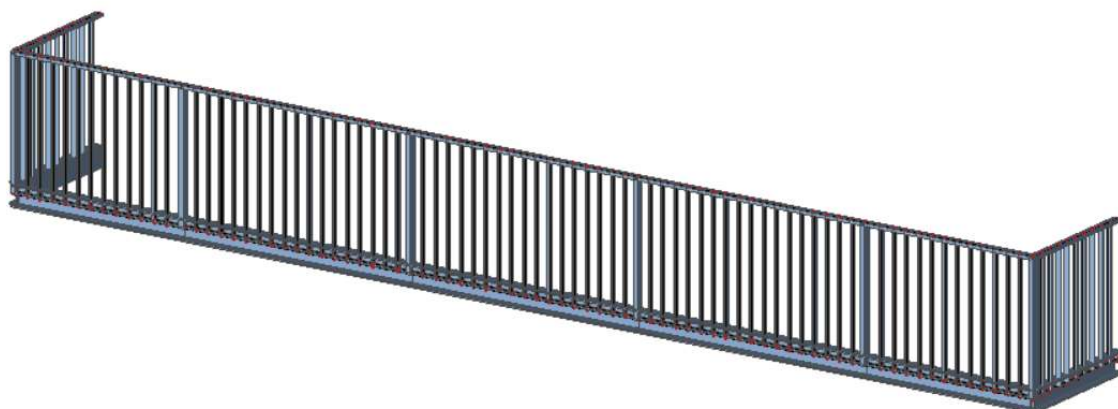
Posouvající síly



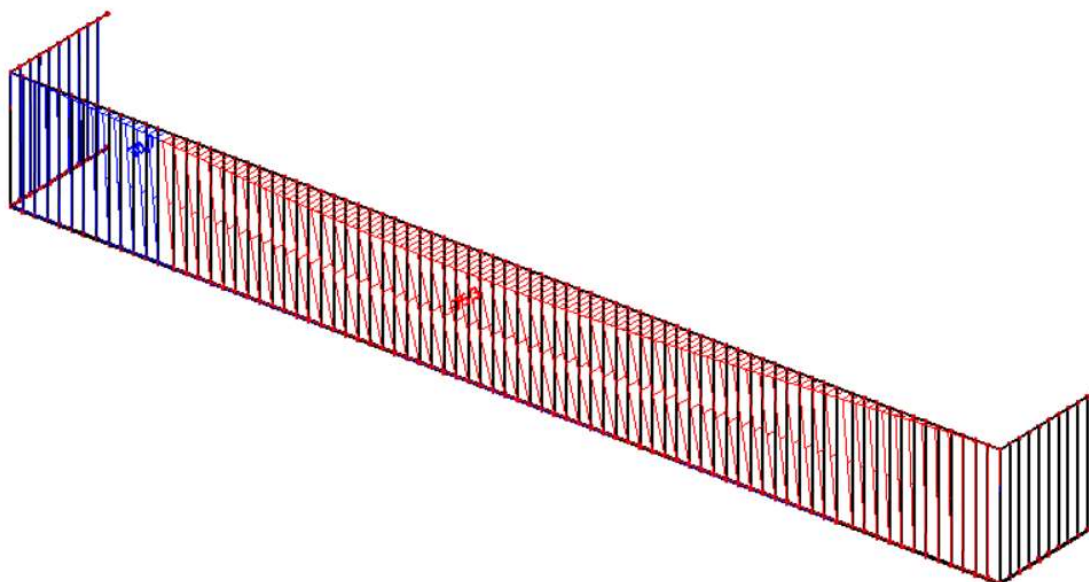
Deformace (uz, mm)



Posuzovaná konstrukce - zábradlí



Deformace (uz, mm)



Maximální hodnoty působících sil v konstrukci

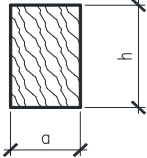
Označení	Prvek	M (kNm)	V (kN)	N (kN)	Rozměr (b/h) mm
	Krov				
P1	Krokev – plná vazba	12,2	14,8	-	Dřevo 2x 100/260
P2	Krokev – prázdná vazba	5,38	2,4	-	Dřevo 2x 100/260
P3	Kleštiny	0,1	-	-31,8	Dřevo 100/260
	Strop				
P4	Podélný nosník	381,2	24,2	-	Ocel 2x HEB 240
P5	Příčný nosník	36,2	2,0	-	Ocel HEB 240

3.3 Posouzení prvků

P1 Krok - plná vazba - Posouzení na ohyb, smyk a průhyb

rozpětí nosníku	L	4,35	m
Vlastnosti materiálů:			
třída provozu (1-3)		1	
třída trvání zatížení		Střednědobé	
modifikační součinitel pro třídy vlhkosti a trvání zatížení	k_{mod}	0,8	
dílní součinitel pro vlastnosti materiálu	γ_M	1,3	
Charakteristické hodnoty pevností pro rostlé dřevo:	třída pevnosti	C22	
ohyb	$f_{(m,k)}$	22	MPa
smyk	$f_{(v,k)}$	3,8	MPa
modul pružnosti	$E_{(0,mean)}$	10000	MPa
	$E_{(0,05)}$	6700	MPa
Návrhové hodnoty pevností pro rostlé dřevo:			
$X_{m,d} = k_{mod} * X_{m,k} / \gamma_M$	$f_{(m,d)}$	13,5	MPa
	$f_{(v,d)}$	2,3	MPa

Vnitřní síly:			
maximální ohybový moment	$M_{e,d}$	12,20	kNm
maximální posouvající síla	V_d	14,80	kN

Průřez:			
	šířka	b	200 mm
	výška	h	260 mm
	plocha průřezu	A	12 mm ²
	průřezový modul	W_y	2253333 mm ³
	moment setrvačnosti	I_y	292933333 mm ⁴

Posouzení na smyk

smykové napětí (pro obdelníkový průřez)	$T_{v,d} = 3V_d / (2A * k_{cr})$	$T_{v,d}$	0,64	Mpa
součinitel výsušných trhlin		k_{cr}	0,67	

0,64	$T_{v,d} \leq f_{v,d}$	2,3	VYHOVUJE
Průřez vyhovuje na smyk!		dřevo třídy	C22

Posouzení na ohyb (zajištění proti příční a torzní stabilitě):

normálová napětí za ohybu	$\sigma_{m,d} = M_d / W$	$\sigma_{m,d}$	5,41	MPa
---------------------------	--------------------------	----------------	------	-----

5,41	$\sigma_{m,d} \leq f_{m,d}$	13,5	VYHOVUJE
Průřez vyhovuje na ohyb!		dřevo třídy	C22

Posouzení na ohyb se smykem: (pouze spojitý nosník)

kombinace ohybu se smykem	$\sigma_{m,d} / f_{m,d} + T_{v,d} / f_{v,d}$	\leq	1
Ohyb			
0,400	+	Smyk	
		0,272	
		\leq	1
	0,672	\leq	1
Průřez vyhovuje v kombinaci zatížení ohybu a smyku			VYHOVUJE

Posouzení na ohyb (nosník není zajištěn proti příčné a torzní stabilitě):

kritické napětí za ohybu	$\sigma_{m,crit} = (0,78 * b^2 * E_{0,05}) / (h * I_{ef})$	$\sigma_{m,crit}$	194,56	MPa
(obdelníkový průřez, jehličnaté dřevo)				
poměrná štíhlost	$\lambda_{rel,m} = \sqrt{(f_{m,k} / \sigma_{m,crit})}$	$\lambda_{rel,m}$	0,34	-

		nedochází ke ztrátě stability		
součinitel příčné a torzní stability	1	$(\lambda_{rel,m} \leq 0,75)$		
	$k_{crit} = 1,56 - 0,75\lambda_{rel,m}$	$(0,75 < \lambda_{rel,m} \leq 1,4)$	k_{crit}	1,00 -
	$1/\lambda_{rel,m}^2$	$(1,4 < \lambda_{rel,m})$		
redukováná návrhová pevnost			$k_{crit} f_{m,d}$	13,54 MPa

5,41 $\sigma_{m,d} \leq k_{crit} f_{m,d}$ **13,54** **VYHOVUJE**
Průřez vyhovuje na ohyb se ztrátou stability!
dřevo třídy C22

Posouzení na průhyb:

součinitel zvětšení deformace v čase (dotvarování a vlhkost)		k_{1def}	0,6	-
		k_{2def}	0,6	-
součinitel pro kvazistálou hodnotu proměnného zatížení		$\psi_{2,1}$	0,3	-
průhyb od jednotkového rovnoměrného zatížení $q_{ref}=1,0\text{kN/m}$				
$w_{ref} = (5/384) \cdot (1 \cdot l^4) / EI$		w_{ref}	1,59	mm
		g_k	1,19	kN/m
průhyb od stálého zatížení $w_{inst,1} = g_k \cdot u_{ref}$		$w_{inst,1}$	1,89	mm
		q_k	1,5	kN/m
průhyb od proměnného zatížení $w_{inst,2} = q_k \cdot u_{ref}$		$w_{inst,2}$	2,39	mm

4,28 $w_{inst} \leq l/300$ **14,50** **VYHOVUJE**

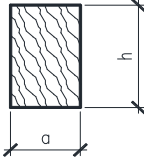
konečný průhyb od stálého a nahodilého zatížení				
$w_{net,fin} = w_{1,inst}(1 + k_{1,def}) + w_{2,inst}(1 + \psi_{2,1}k_{2,def})$		$w_{net,fin}$	5,85	mm

5,8 $w_{net,fin} \leq l/200$ **21,8** **VYHOVUJE**
Průřez vyhovuje na průhyb!
dřevo třídy C22

P2 Krok - prázdná vazba - Posouzení na ohyb, smyk a průhyb

rozpětí nosníku	L	6,50	m
Vlastnosti materiálů:			
třída provozu (1-3)		1	
třída trvání zatížení		Střednědobé	
modifikační součinitel pro třídy vlhkosti a trvání zatížení	k_{mod}	0,8	
dílní součinitel pro vlastnosti materiálu	γ_M	1,3	
Charakteristické hodnoty pevností pro rostlé dřevo:	třída pevnosti	C22	
ohyb	$f_{(m,k)}$	22	MPa
smyk	$f_{(v,k)}$	3,8	MPa
modul pružnosti	$E_{(0,mean)}$	10000	MPa
	$E_{(0,05)}$	6700	MPa
Návrhové hodnoty pevností pro rostlé dřevo:			
$X_{m,d} = k_{mod} * X_{m,k} / \gamma_M$	$f_{(m,d)}$	13,5	MPa
	$f_{(v,d)}$	2,3	MPa

Vnitřní síly:			
maximální ohybový moment	$M_{e,d}$	5,38	kNm
maximální posouvající síla	V_d	2,40	kN

Průřez:			
	šířka	b	200 mm
	výška	h	260 mm
	plocha průřezu	A	52000 mm ²
	průřezový modul	W_y	2253333 mm ³
	moment setrvačnosti	I_y	292933333 mm ⁴

Posouzení na smyk			
smykové napětí (pro obdelníkový průřez)	$T_{v,d} = 3V_d / (2A * k_{cr})$	$T_{v,d}$	0,10 Mpa
součinitel výsušných trhlin		k_{cr}	0,67

0,10	$T_{v,d} \leq f_{v,d}$	2,3	VYHOVUJE
Průřez vyhovuje na smyk!		dřevo třídy	C22

Posouzení na ohyb (zajištění proti příční a torzní stabilitě):

normálová napětí za ohybu	$\sigma_{m,d} = M_d / W$	$\sigma_{m,d}$	2,39 MPa
---------------------------	--------------------------	----------------	----------

2,39	$\sigma_{m,d} \leq f_{m,d}$	13,5	VYHOVUJE
Průřez vyhovuje na ohyb!		dřevo třídy	C22

Posouzení na ohyb se smykem: (pouze spojitý nosník)

kombinace ohybu se smykem	$\sigma_{m,d} / f_{m,d} + T_{v,d} / f_{v,d}$	\leq	1
Ohyb			
0,176	+	Smyk	
		0,044	
		\leq	1
	0,221	\leq	1
Průřez vyhovuje v kombinaci zatížení ohybu a smyku			VYHOVUJE

Posouzení na ohyb (nosník není zajištěn proti příčné a torzní stabilitě):

kritické napětí za ohybu	$\sigma_{m,crit} = (0,78 * b^2 * E_{0,05}) / (h * I_{ef})$	$\sigma_{m,crit}$	130,20 MPa
(obdelníkový průřez, jehličnaté dřevo)			
poměrná štíhlost	$\lambda_{rel,m} = \sqrt{(f_{m,k} / \sigma_{m,crit})}$	$\lambda_{rel,m}$	0,41 -

		nedochází ke ztrátě stability		
součinitel příčné a torzní stability	1	$(\lambda_{rel,m} \leq 0,75)$		
	$k_{crit} = 1,56 - 0,75\lambda_{rel,m}$	$(0,75 < \lambda_{rel,m} \leq 1,4)$	k_{crit}	1,00 -
	$1/\lambda_{rel,m}^2$	$(1,4 < \lambda_{rel,m})$		
redukováná návrhová pevnost			$k_{crit} f_{m,d}$	13,54 MPa

2,39 $\sigma_{m,d} \leq k_{crit} f_{m,d}$ **13,54** **VYHOVUJE**
Průřez vyhovuje na ohyb se ztrátou stability!
dřevo třídy C22

Posouzení na průhyb:

součinitel zvětšení deformace v čase (dotvarování a vlhkost)		k_{1def}	0,6	-
		k_{2def}	0,6	-
součinitel pro kvazistálou hodnotu proměnného zatížení		$\psi_{2,1}$	0,3	-
průhyb od jednotkového rovnoměrného zatížení $q_{ref}=1,0\text{kN/m}$				
$w_{ref} = (5/384) \cdot (1 \cdot l^4) / EI$		w_{ref}	7,93	mm
		g_k	1,19	kN/m
průhyb od stálého zatížení $w_{inst,1} = g_k \cdot u_{ref}$		$w_{inst,1}$	9,44	mm
		q_k	1,5	kN/m
průhyb od proměnného zatížení $w_{inst,2} = q_k \cdot u_{ref}$		$w_{inst,2}$	11,90	mm

21,34 $w_{inst} \leq l/300$ **21,67** **VYHOVUJE**

konečný průhyb od stálého a nahodilého zatížení				
$w_{net,fin} = w_{1,inst}(1 + k_{1,def}) + w_{2,inst}(1 + \psi_{2,1}k_{2,def})$		$w_{net,fin}$	29,15	mm

29,2 $w_{net,fin} \leq l/200$ **32,5** **VYHOVUJE**
Průřez vyhovuje na průhyb!
dřevo třídy C22

P3 Kleština

Statické schéma:



délka nosníku	Ly	2,20	m
	Lz	2,20	m

Vlastnosti materiálů:

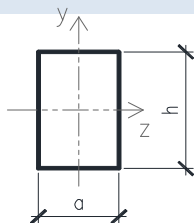
třída provozu (1-3)	1
třída trvání zatížení	Střednědobé
modifikační součinitel pro třídy vlhkosti a trvání zatížení	k _{mod} 0,8
dílčí součinitel pro vlastnosti materiálu	γ _M 1,3

Charakteristické hodnoty pevností pro rostlé dřevo:	třída pevnosti (C16, C22, C27)	C22
tlak	f _{_(c,0,k)}	20 MPa
modul pružnosti	E _{_(0,05)}	6700 MPa
Návrhové hodnoty pevností pro rostlé dřevo:	X _{m,d} = k _{mod} * X _{m,k} /γ _M	f _{_(c,0,d)} 12,3 MPa

Vnitřní síla

normálová síla	Ned	31,8	kN
----------------	-----	------	----

Průřez:



šířka	b	100	mm
výška	h	200	mm
plocha průřezu	A	20000	mm ²
moment setrvačnosti	I _y	6666666,7	mm ⁴
	I _z	16666666,7	mm ⁴
	I _y	57,7	mm
	I _z	28,9	mm

Posouzení na vzpěr:

poměrná štíhlost (vybočení ve směru osy "z")	$\lambda_y = l_y/i_y$	λ_y	38,1	-
poměrná štíhlost (vybočení ve směru osy "y")	$\lambda_z = l_z/i_z$	λ_z	76,2	-
kritické napětí v tlaku (vypočteno pro rozhodující - maximální štíhlost)	$\sigma_{c,crit} = \pi^2 * E_{0,05} / \lambda_{max}^2$	$\sigma_{c,crit}$	11,39	MPa
relativní štíhlost	$\lambda_{rel} = \sqrt{(f_{c,0,k} / \sigma_{c,crit})}$	λ_{rel}	1,33	-
	$k = 0,5 * [1 + \beta_c (\lambda_{rel} - 0,3) + \lambda_{rel}^2]$	k	1,46	-
součinitel vzpěru	$k_c = 1 / (k + \sqrt{(k^2 - \lambda_{rel}^2)})$	k _c	0,48	-
normálová napětí v tlaku	$\sigma_{c,0,d} = N_{Ed} / A$	$\sigma_{c,0,d}$	1,59	MPa

1,59

$\sigma_{c,0,d} \leq k_c * f_{c,0,d}$

5,93

VYHOVUJE

Průřez vyhovuje na vzpěr!
 dřevo třídy C22

P4 Podélný nosník - posouzení na únosnost a průhyb

délka nosníku při klopení L 7,80 m

Vlastnosti materiálů:

třída oceli (S235, S355) S355

součinitel materiálu γ_{M1} 1,0

Charakteristické hodnoty pevností: mez kluzu f_y 355 MPa

Vnitřní síly

ohybový moment M_{Ed} 190,6 kNm

posouvající síla V_{Ed} 12,1 kNm

Průřez:

HEB 240 plocha průřezu A 12720,0 mm²

třída průřezu: 1 modul pružnosti $W_{pl,y}$ 1053000 mm³

působení: ohyb moment setrvačnosti I_y 168900000 mm⁴

I_z 58845000 mm⁴

I_t 1540500 mm⁴

I_w 7,3035E+11 mm⁶

A_{vz} 4980 mm²

Posouzení smyku:

$V_{pl,Rd} = A_{vz} \cdot f_y / 3^{0,5}$ $V_{pl,Rd} = 1020,7$ kN

$V_{Ed} < 0,5 \cdot V_{pl,Rd}$

12,1 < 510,3 VYHOVUJE - MALÝ SMYK

Kritický moment v průřezu:

$M_{cr} = \mu_{cr} \frac{\pi \sqrt{EI_z G I_t}}{L}$ $M_{cr} = 1341,12$ kNm

$\mu_{cr} = \frac{C_1}{k_z} \left[\sqrt{1 + \kappa_{wt}^2 + (C_2 \zeta_g - C_3 \zeta_j)^2} - (C_2 \zeta_g - C_3 \zeta_j) \right]$ $\mu_{cr} = 2,681$ -

bezrozměrný kritický moment

bezrozměrný parametr kroucení $\kappa_{wt} = \frac{\pi}{k_w L} \sqrt{\frac{EI_w}{GI_t}}$ $\kappa_{wt} = 0,893$ -

natočení průřezu $k_z = 0,5$ bráněno natočením $C_1 = 1,0$ -

deplanace $k_w = 0,5$ bráněno pootočením

Posouzení na ohyb s vlivem klopení:

poměrná štíhlost $\bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_y f_y}{M_{cr}}}$ $\lambda_{LT} = 0,53$ -

součinitele imperfekce pro křivky klopení (a, b, c, d) a

součinitel imperfekce při klopení $\alpha_{LT} = 0,21$ -

$\Phi_{LT} = 0,5 [1 + \alpha_{LT} (\bar{\lambda}_{LT} - \bar{\lambda}_{LT,0}) + \beta \bar{\lambda}_{LT}^2]$ $\Phi_{LT} = 0,62$ -

součinitel klopení $\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \beta \bar{\lambda}_{LT}^2}}$ $\chi_{LT} = 0,967$ -

Návrhový moment únosnosti při klopení $M_{b,Rd} = \frac{\chi_{LT} W_y f_y}{\gamma_{M1}}$ $M_{b,Rd} = 361,6$ kNm

$M_{Ed} / M_{b,Rd} = 0,53 < 1,00$

Průřez HEB 240 vyhovuje na ohyb s vlivem klopení

P5 Příčný nosník - posouzení na únosnost a průhyb

délka nosníku při klopení L 4,50 m

Vlastnosti materiálů:

třída oceli (S235, S355) S355

součinitel materiálu γ_{M1} 1,0

Charakteristické hodnoty pevností: mez kluzu f_y 355 MPa

Vnitřní síly

ohybový moment M_{Ed} 36,2 kNm

posouvající síla V_{Ed} 2,0 kNm

Průřez:

HEB 240 plocha průřezu A 12720,0 mm²

třída průřezu: 1 modul pružnosti $W_{pl,y}$ 1053000 mm³

působení: ohyb moment setrvačnosti I_y 168900000 mm⁴

I_z 58845000 mm⁴

I_t 1540500 mm⁴

I_w 7,3035E+11 mm⁶

A_{vz} 4980 mm²

Posouzení smyku:

$V_{pl,Rd} = A_{vz} \cdot f_y / 3^{0,5}$ $V_{pl,Rd} = 1020,7$ kN

$V_{Ed} < 0,5 \cdot V_{pl,Rd}$

2,0 < 510,3 VYHOVUJE - MALÝ SMYK

Kritický moment v průřezu:

$M_{cr} = \mu_{cr} \frac{\pi \sqrt{EI_z G I_t}}{L}$ $M_{cr} = 3195,27$ kNm

$\mu_{cr} = \frac{C_1}{k_z} \left[\sqrt{1 + \kappa_{wt}^2 + (C_2 \zeta_g - C_3 \zeta_j)^2} - (C_2 \zeta_g - C_3 \zeta_j) \right]$ $\mu_{cr} = 3,686$ -

bezrozměrný kritický moment

bezrozměrný parametr kroucení $\kappa_{wt} = \frac{\pi}{k_w L} \sqrt{\frac{EI_w}{GI_t}}$ $\kappa_{wt} = 1,548$ -

natočení průřezu $k_z = 0,5$ bráněno natočením $C_1 = 1,0$ -

deplanace $k_w = 0,5$ bráněno pootočením

Posouzení na ohyb s vlivem klopení:

poměrná štíhlost $\bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_y f_y}{M_{cr}}}$ $\lambda_{LT} = 0,34$ -

součinitele imperfekce pro křivky klopení (a, b, c, d) a

součinitel imperfekce při klopení $\alpha_{LT} = 0,21$ -

$\Phi_{LT} = 0,5 [1 + \alpha_{LT} (\bar{\lambda}_{LT} - \bar{\lambda}_{LT,0}) + \beta \bar{\lambda}_{LT}^2]$ $\Phi_{LT} = 0,54$ -

součinitel klopení $\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \beta \bar{\lambda}_{LT}^2}}$ $\chi_{LT} = 1,000$ -

Návrhový moment únosnosti při klopení $M_{b,Rd} = \frac{\chi_{LT} W_y f_y}{\gamma_{M1}}$ $M_{b,Rd} = 373,8$ kNm

$M_{Ed} / M_{b,Rd} = 0,10 < 1,00$

Průřez HEB 240 vyhovuje na ohyb s vlivem klopení

4. Závěr posouzení

Navržené prvky byly posouzeny na jejich v jejich primární zatěžování a dále na kombinaci více zatížení.

V tabulce jsou uvedeny výsledky:

Označení	Prvek	Posudek
P1	Krokev – plná vazba	Vyhovuje
P2	Krokev – prázdná vazba	Vyhovuje
P3	Kleštiny	Vyhovuje
P4	Podélný nosník	Vyhovuje
P5	Příčný nosník	Vyhovuje

V posouzení vyhověly všechny navržené prvky. Součástí výstupu je podrobná výkresová dokumentace.

5. Závěr

Statický výpočet a návrh prvků je navržen dle dostupných informací. Vzhledem k charakteru stavby mohou být při stavební činnosti zjištěny skutečnosti, které mohou ovlivnit předpoklad a rozsah stavebních prací. Pokud tato skutečnost nastane, bude projektant bez odkladu upozorněn.

V Praze 8/2024

Ing. Pavel Veverka, Ing. Jan Vinař
FAPAL s.r.o. projekční a statická kancelář