

234--17.1.2025

NÁZEV AKCE

PD na obnovu střech objektů bývalého areálu
pivovaru čp. 1, čp. 2, čp. 228 v Bílině - II.

LOKALITA

Bílina
p.č.: 782, 784/1, 785; k.ú.: 604208 Bílina

INVESTOR

Město Bílina
Břežánská 50/4
418 01 Bílina
IČ: 00266230

STUPEŇ DOKUMENTACE

Projektová dokumentace ke stavebnímu povolení

ČÍSLO VÝKRESU

NÁZEV VÝKRESU

D.1.2

Stavebně konstrukční řešení

GENERÁLNÍ PROJEKTANT

FAPAL s.r.o.
Stará Mostecká 250/2, 412 01 Litoměřice
IČ: 06083927



HIP

Ing. Pavel Veverka

PROJEKTANT ČÁSTI

FAPAL s.r.o.
Stará Mostecká 250/2
412 01 Litoměřice
IČ: 06083927

ZODPOVĚDNÝ PROJEKTANT

Ing. Ondřej Žák (ČKA 05414)

VYPRACOVAL

Ing. Pavel Veverka

ČÍSLO ZAKÁZKY

002_2024

DATUM

06/2024

MĚŘÍTKO

PARÉ

OBSAH

1. Úvod	2
2. Použité normy	2
3. Návrh a posouzení	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 prvků	30
4. Závěr posouzení krovů	88
5. Materiál	91
6. Závěr	92

1. Úvod

Ve statickém výpočtu je posouzena konstrukce všech krovů v areálu bývalého pivovaru v Bílině. Jednotlivé krovy jsou označeny písmeny dle stavebního řešení.

Objekt se nachází v 1.sněhové oblasti a 2.větrné oblasti. Při výpočtu je uvažováno s rostlým dřevem pevnosti C20.

Nové prvky krovu budou hoblované, se sraženými hranami. Prvky budou ošetřeny preventivním přípravkem proti dřevokazným houbám, plísním a dřevokazným škůdcům. Ocelové prvky budou ošetřeny základním nátěrem a vrchním krycím nátěrem v odstínu dle architekta. Statický výpočet neřeší ochranu proti požáru, je třeba zohlednit v celkovém řešení stavby.

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 1995-1-1 Eurokód 5: Navrhování dřevěných 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

	fk (kN/m ²)	γ	fd (kN/m ²)
Střešní krytina – bobrovka	0,65	1,35	0,87
Latě	0,10	1,35	0,14
Konstrukce krovu (viz výpočetní model)	-	1,35	-
Σ	0,75	X	1,01

1. Sněhová oblast, sklon střešní roviny je 42°

Zatížení sněhem

$$s = \mu_1 \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k = 0,48 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,7 = \underline{0,34 \text{ kN/m}^2}$$

$$C_e = 1,0$$

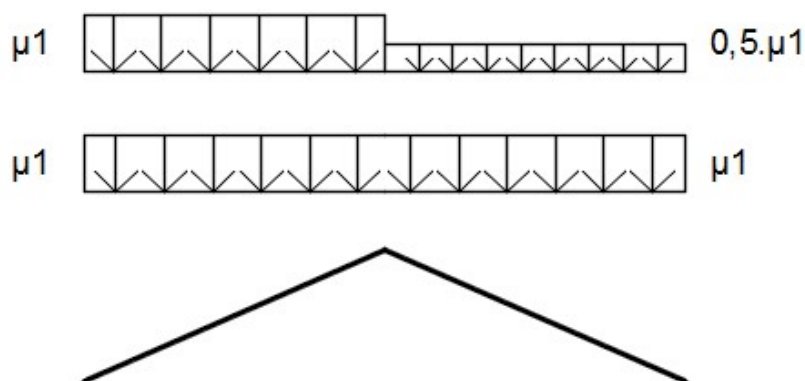
$$C_t = 1,0$$

$$\mu_1 = 0,8 (60 - \alpha) / 30 = 0,8 (60 - 42) / 30 = 0,48$$

$$s_k = 0,7 \text{ kN/m}^2$$

pro výpočet je uvažována hodnota $0,34 \cdot 1,5 = \underline{0,5 \text{ kN/m}^2}$

Zatěžovací stavy



Zatížení větrem

2. Větrná oblast $v_{b,0} = 25 \text{ m/s}$

Základní rychlost větru

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

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 – II., $z_0 = 0,3\text{m}$, $z_{min} = 9,42\text{m}$

Základní tlak větru

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

Charakteristický dynamický tlak

$$q_{p(z)} = C_{e(z)} \cdot q_b = 1,7 \cdot 0,390 = \underline{0,66 \text{ kN/m}^2}$$

$$C_{e(z)} = 1,7 \text{ (odečteno z grafu)}$$

Rozměr střešní konstrukce 12x17,3 m

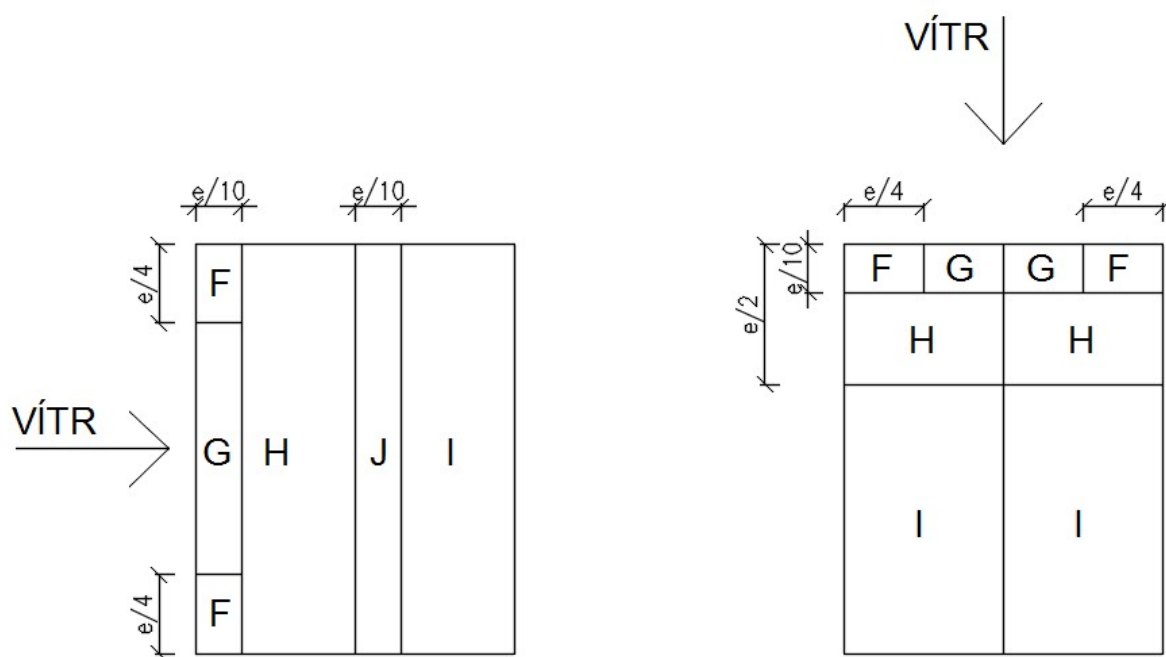
$$b = 12 \text{ m}$$

$$h = 12 \text{ m}$$

$$d = 17 \text{ m}$$

$$e = \min(b, 2h) = 12 \text{ m}$$

Schéma působení tlaků větru



Podélný směr větru

$$F = e/4 = 12/4 = 3,0 \text{ m}$$

$$F = e/10 = 12/10 = 1,2 \text{ m}$$

Příčný směr větru

$$F = e/4 = 12/4 = 3,0 \text{ m}$$

$$F = e/10 = 12/10 = 1,2 \text{ m}$$

$$H = e/2 = 12/2 = 6 \text{ m}$$

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	-0,330	0,462	-0,726
Oblast G	-0,330	0,462	-0,924
Oblast H	-0,132	0,264	-0,528
Oblast I	-0,264	0,00	-0,330
Oblast J	-0,330	0,00	-

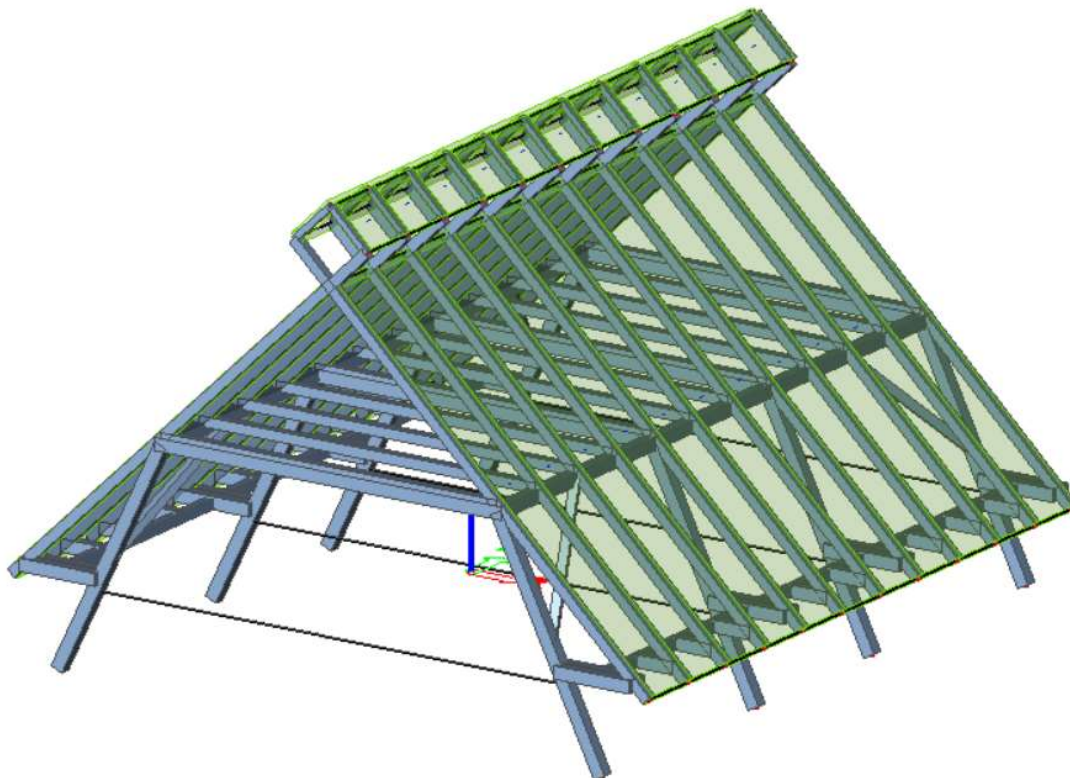
Tlak větru se součinitelem nahodilého zatížení (1,5)

	Podélný směr we (kN/m ²)	Podélný směr we (kN/m ²)	Příčný směr we (kN/m ²)
Oblast F	-0,495	0,693	-1,089
Oblast G	-0,495	0,693	-1,386
Oblast H	-0,198	0,396	-0,792
Oblast I	-0,396	0,00	-0,495
Oblast J	-0,495	0,00	-

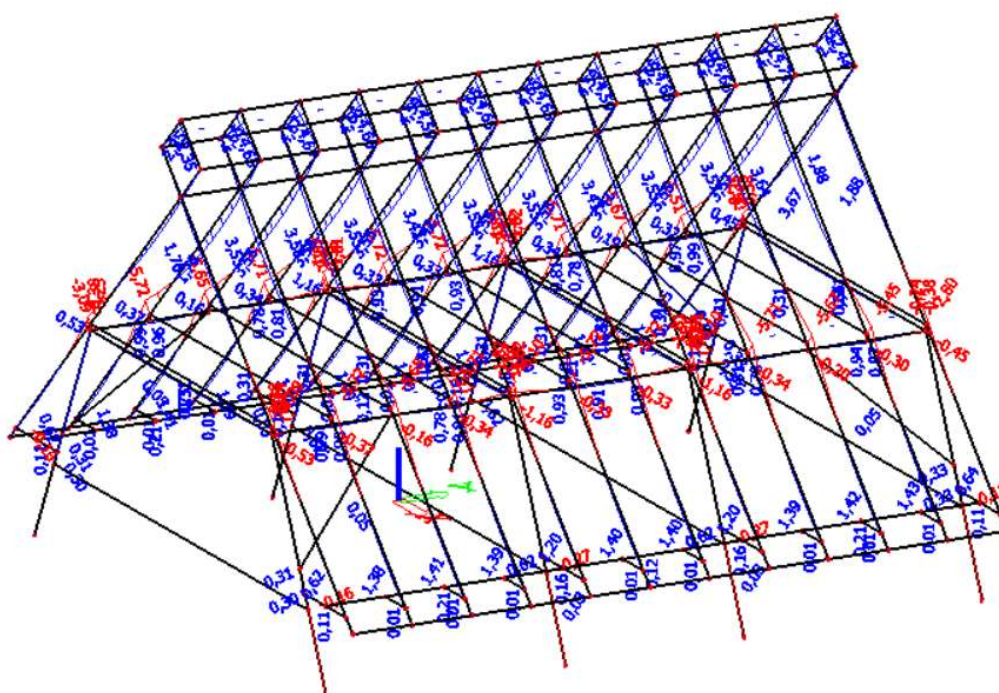
3.2 Výpočet vnitřních sil

Krov B

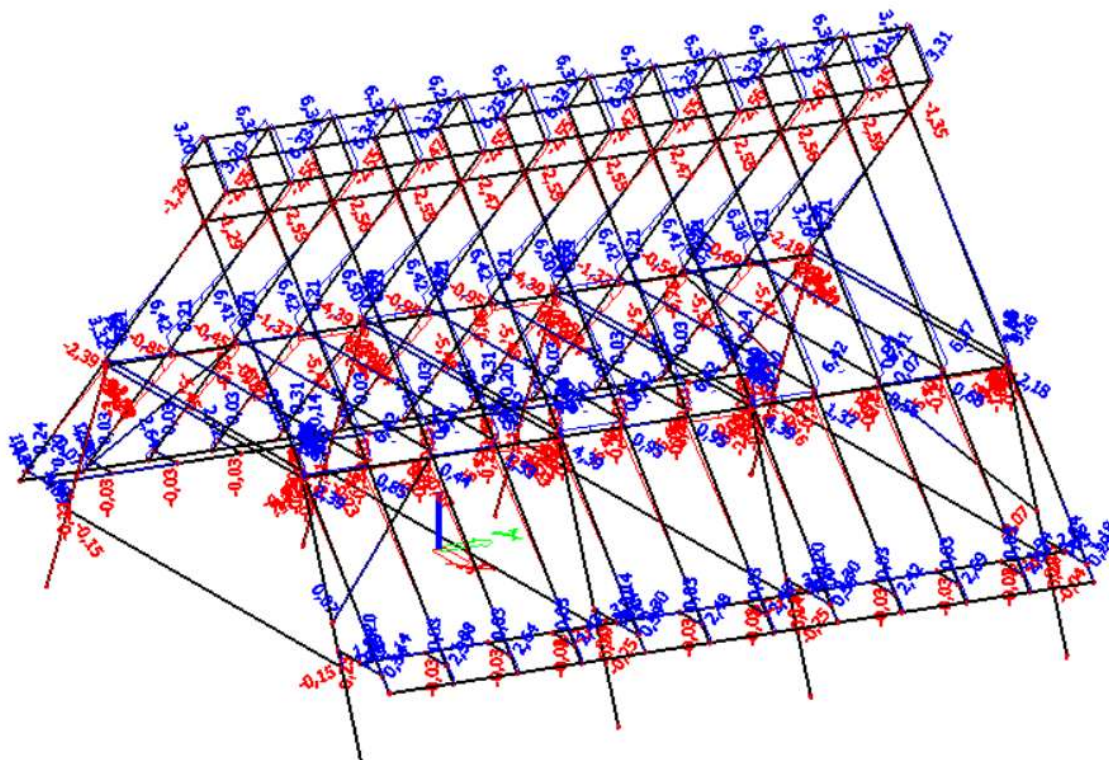
Posuzovaná konstrukce



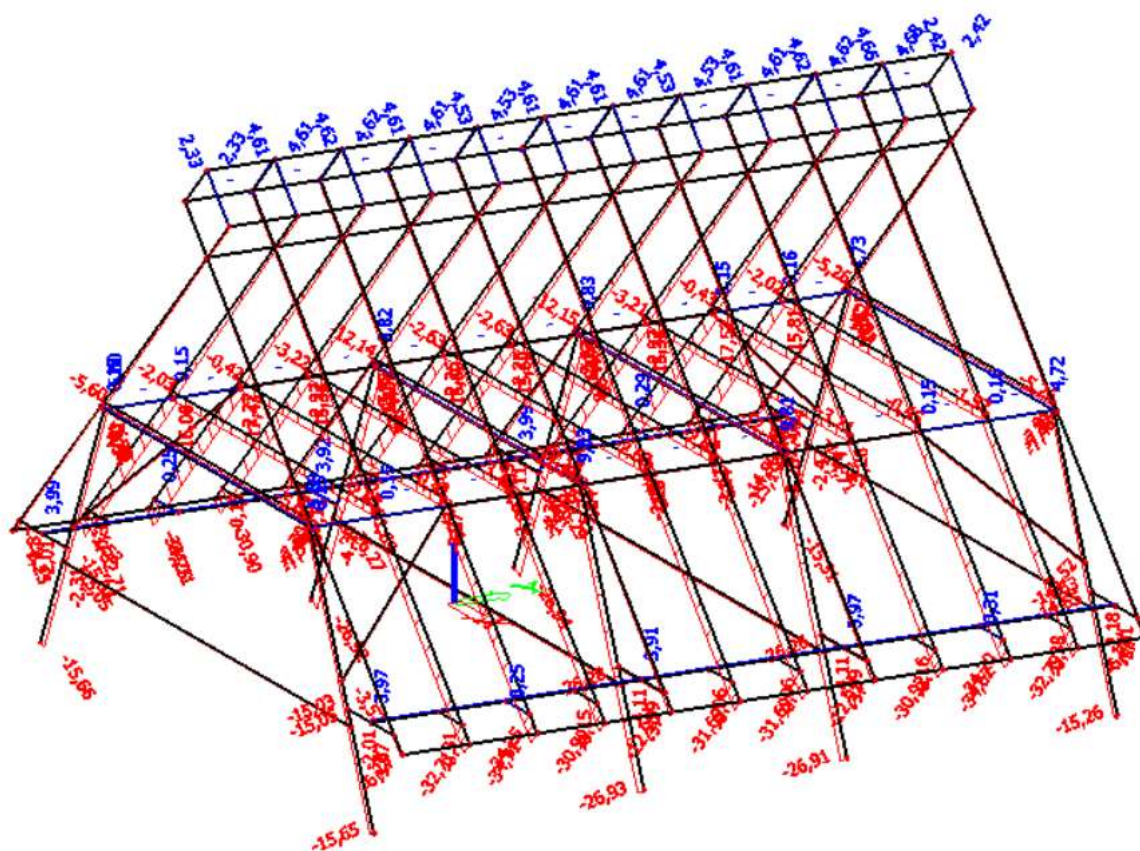
Ohybové momenty



Posouvající síly

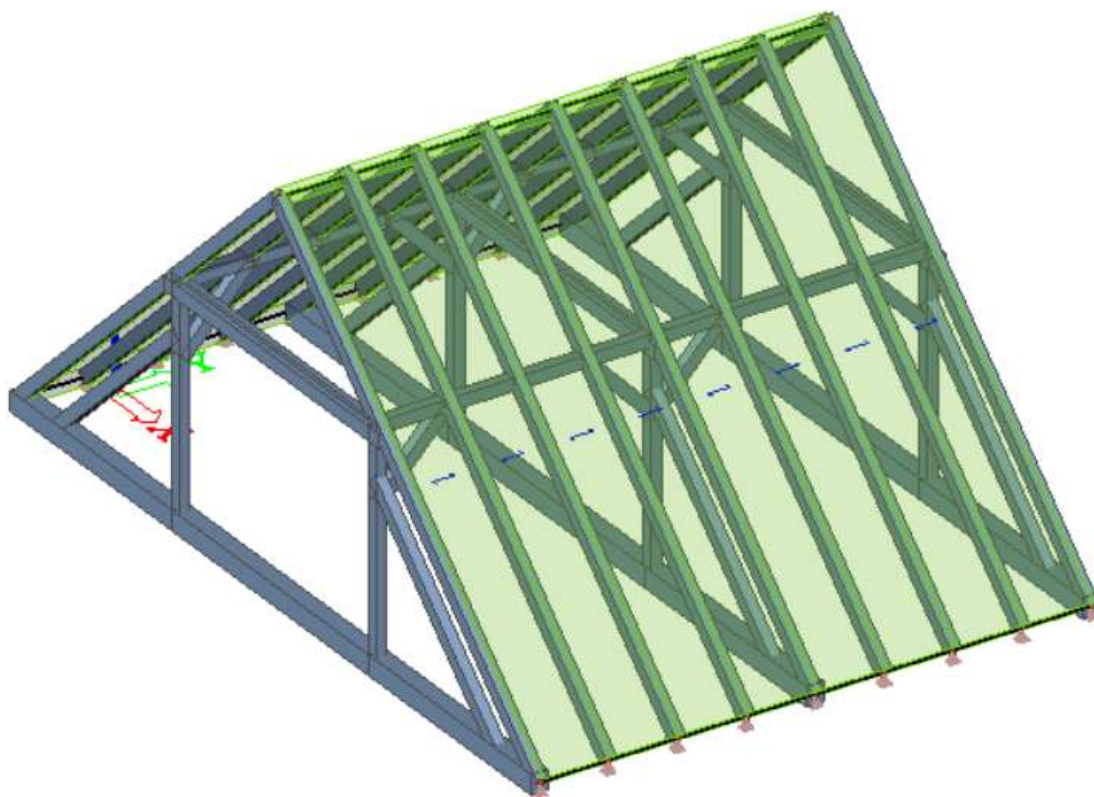


Normálové síly

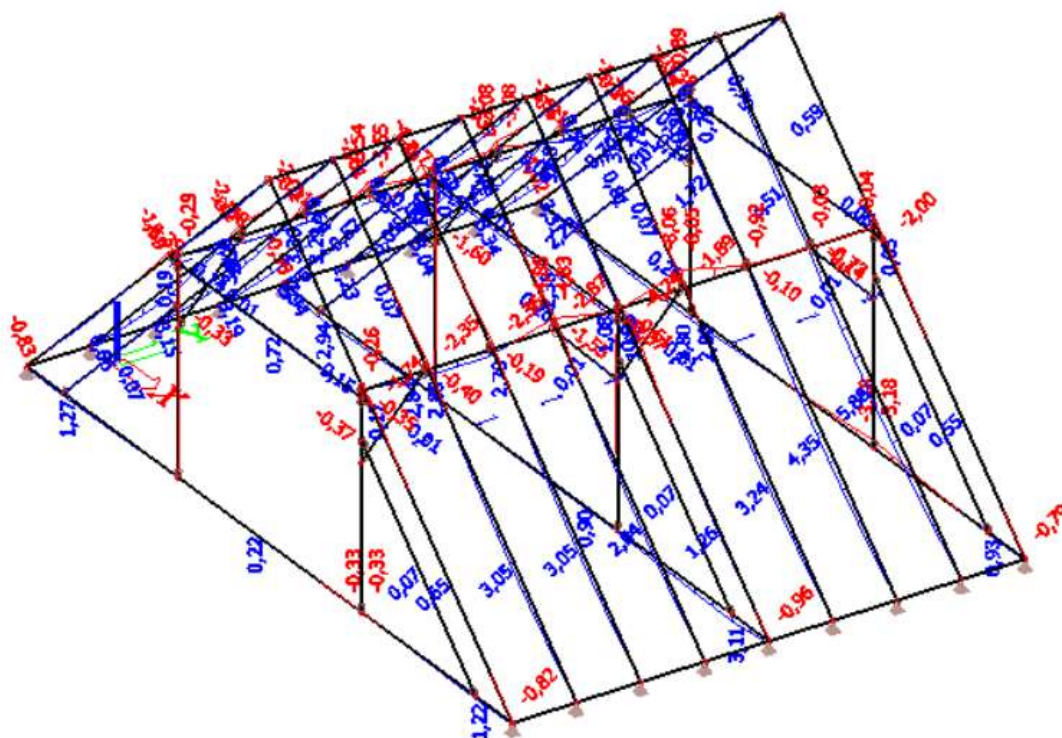


Krov C

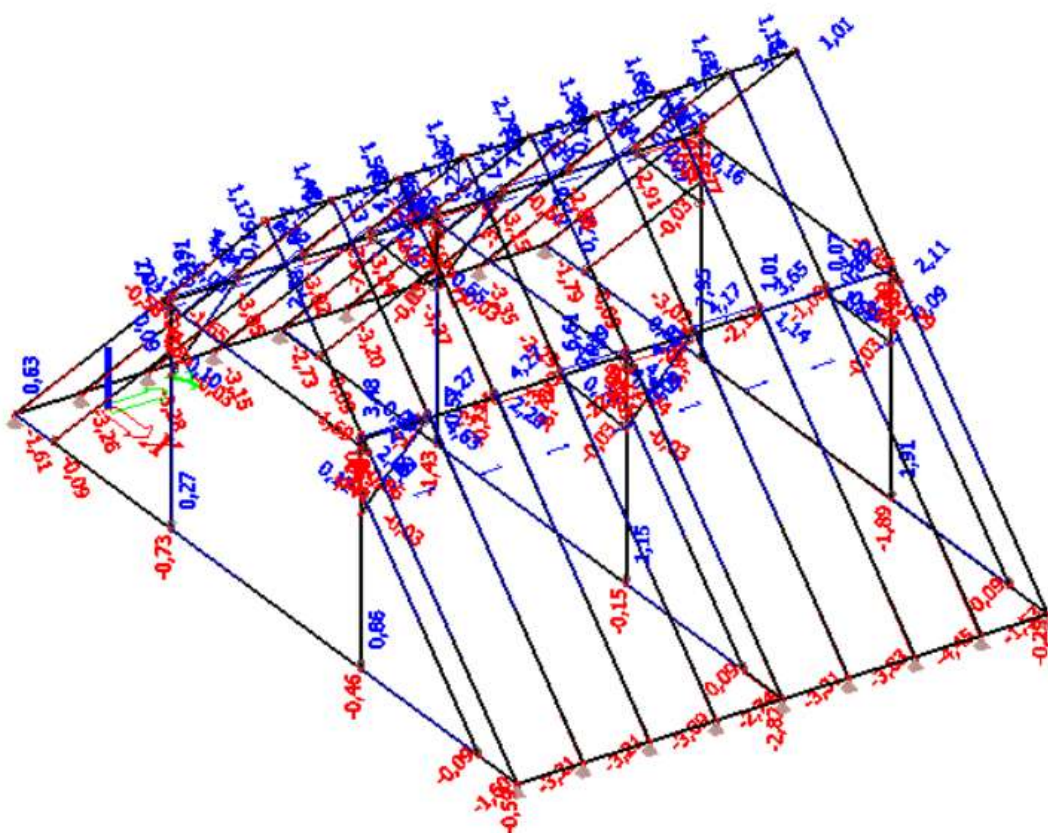
Posuzovaná konstrukce



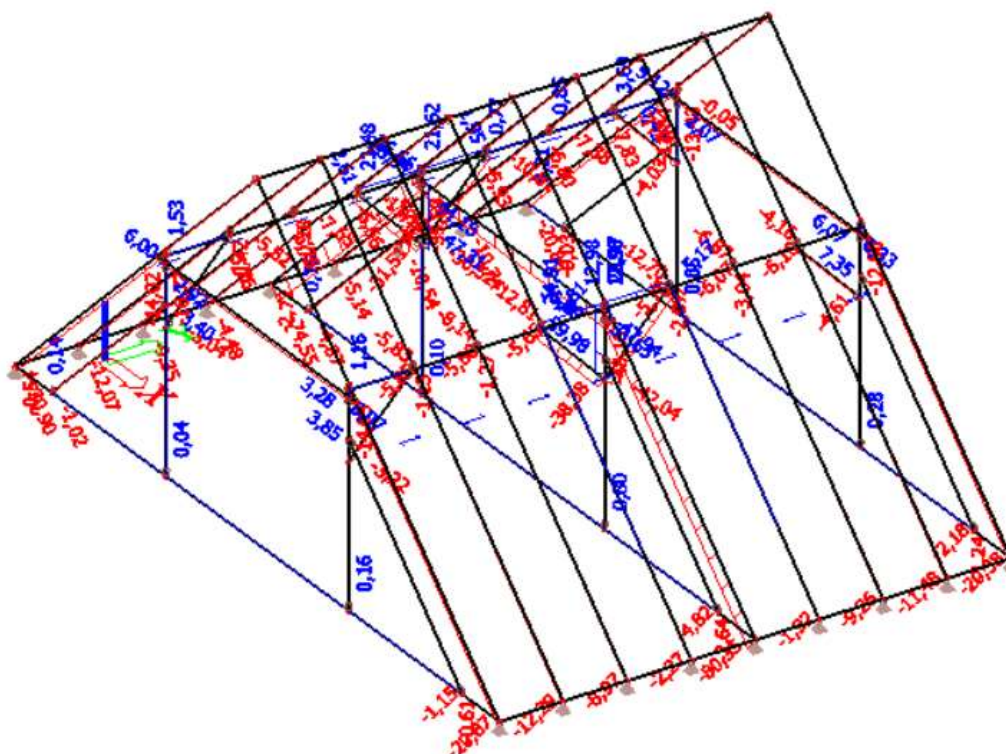
Ohybové momenty



Posouvající síly

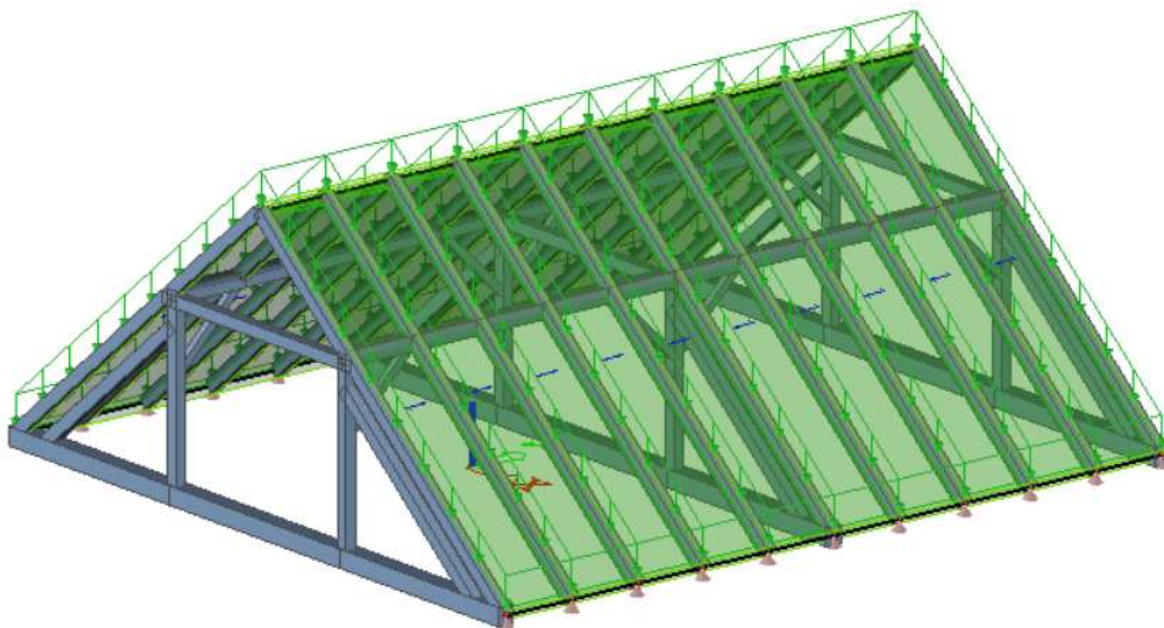


Normálové síly

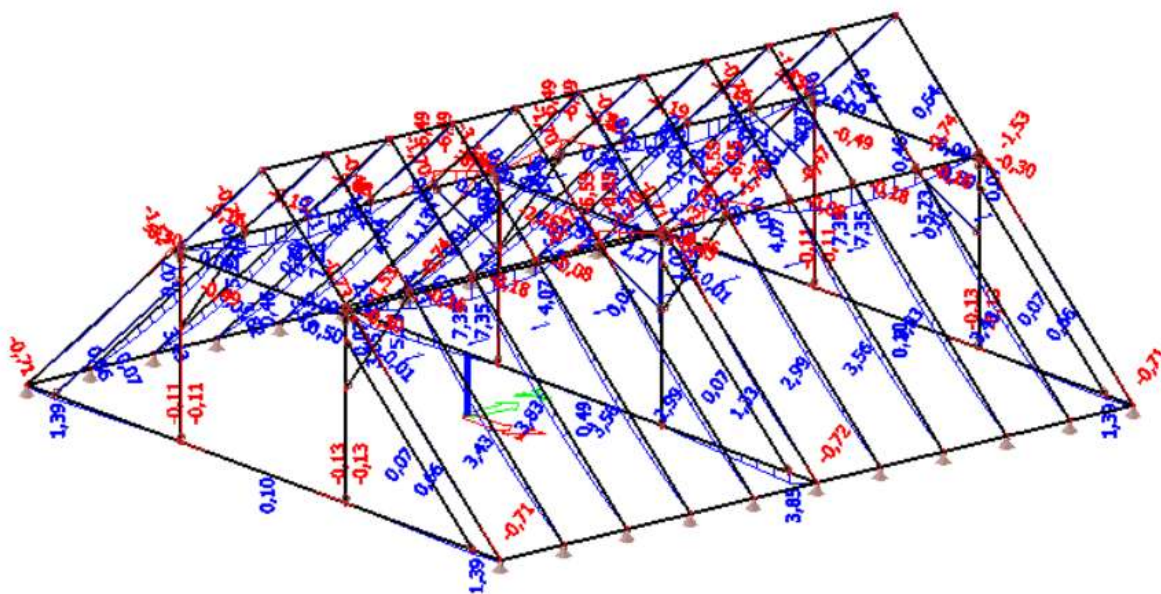


Krov D

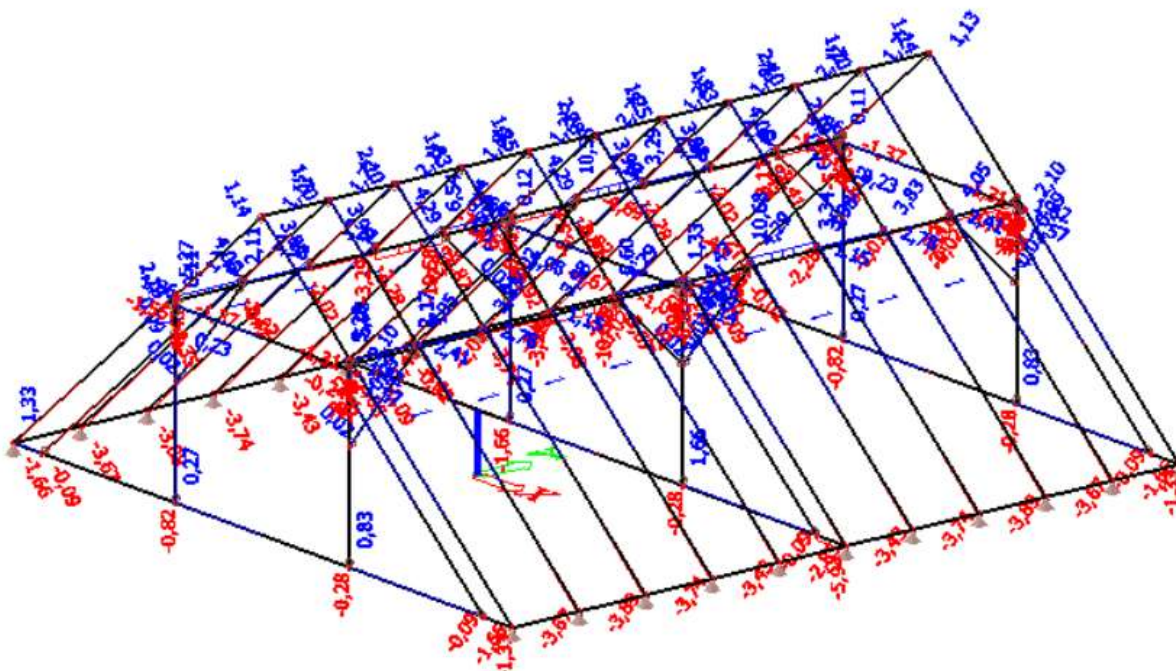
Posuzovaná konstrukce



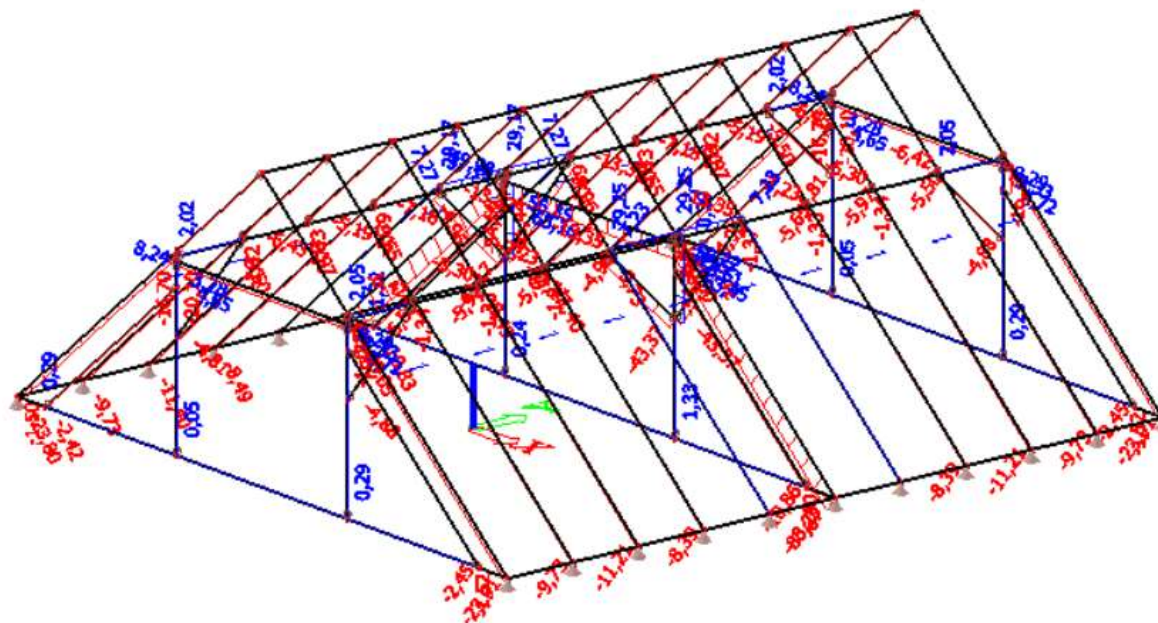
Ohybové momenty



Posouvající síly

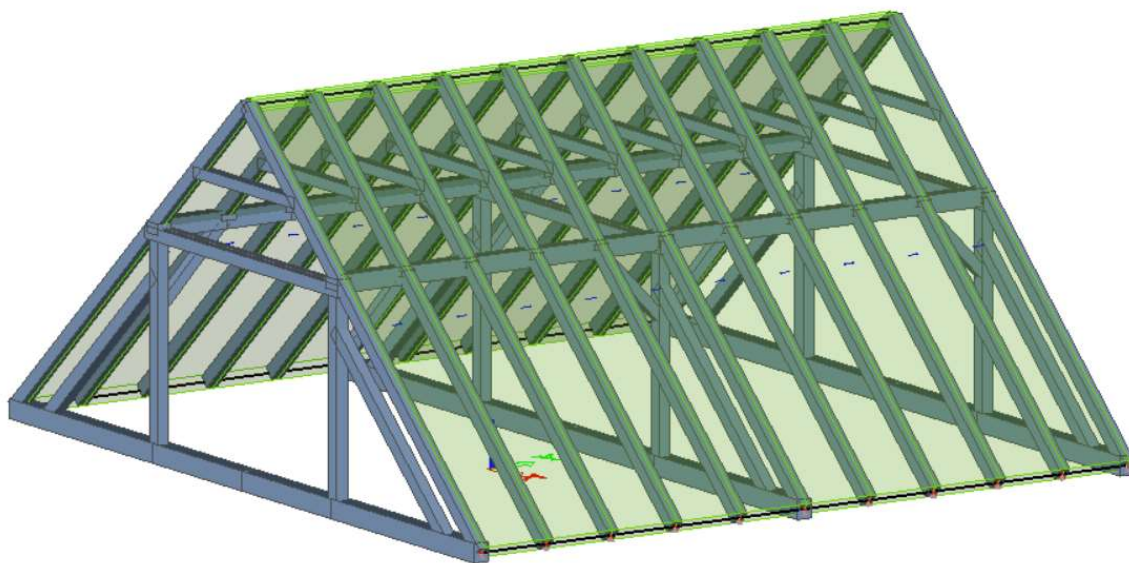


Normálové síly

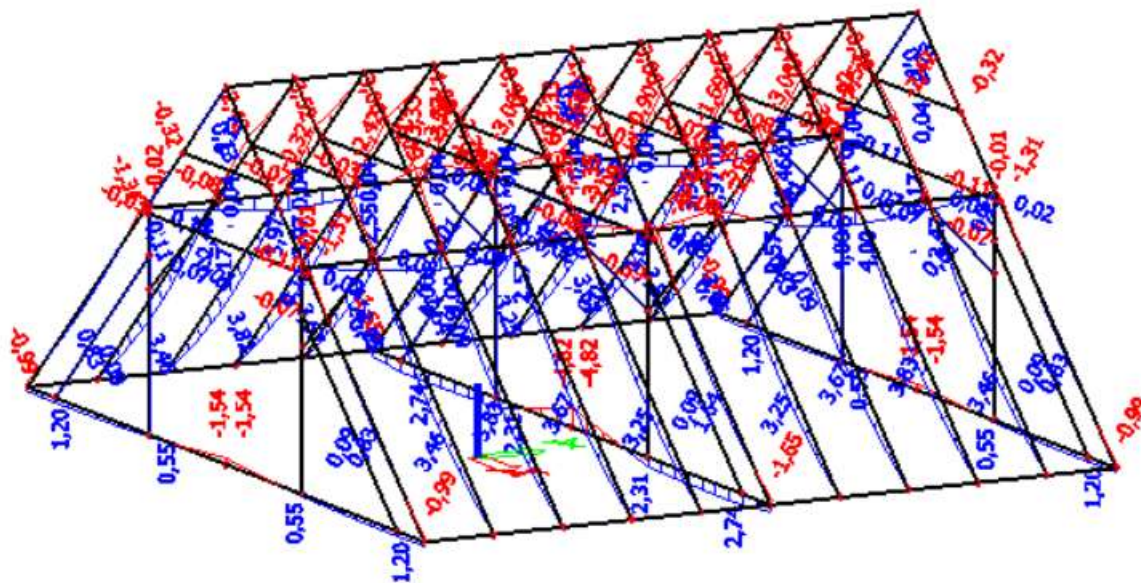


Krov E

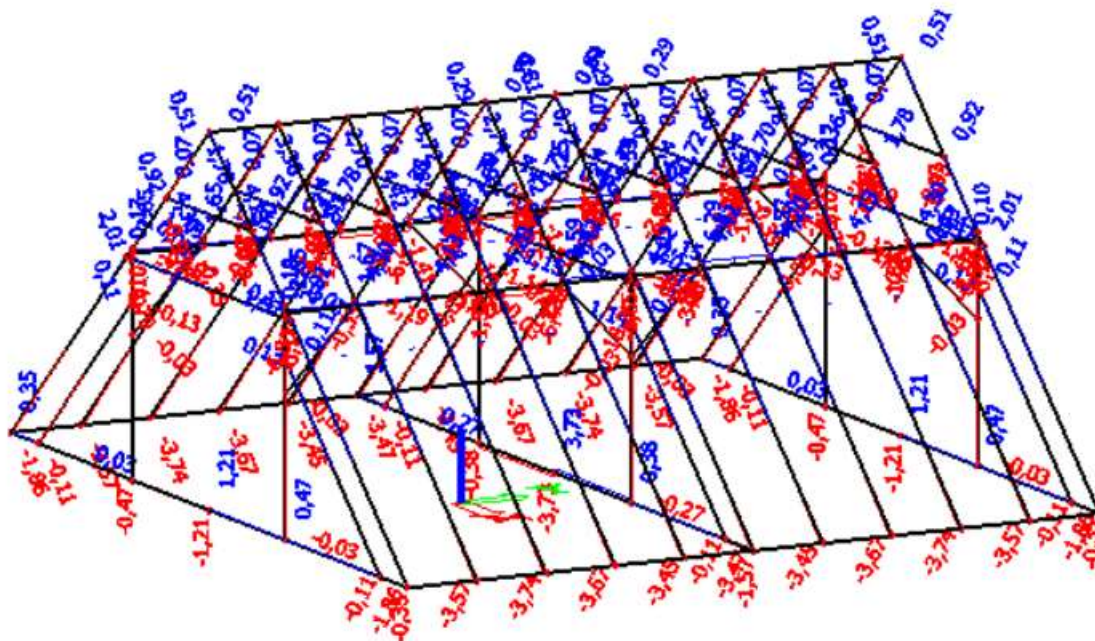
Posuzovaná konstrukce



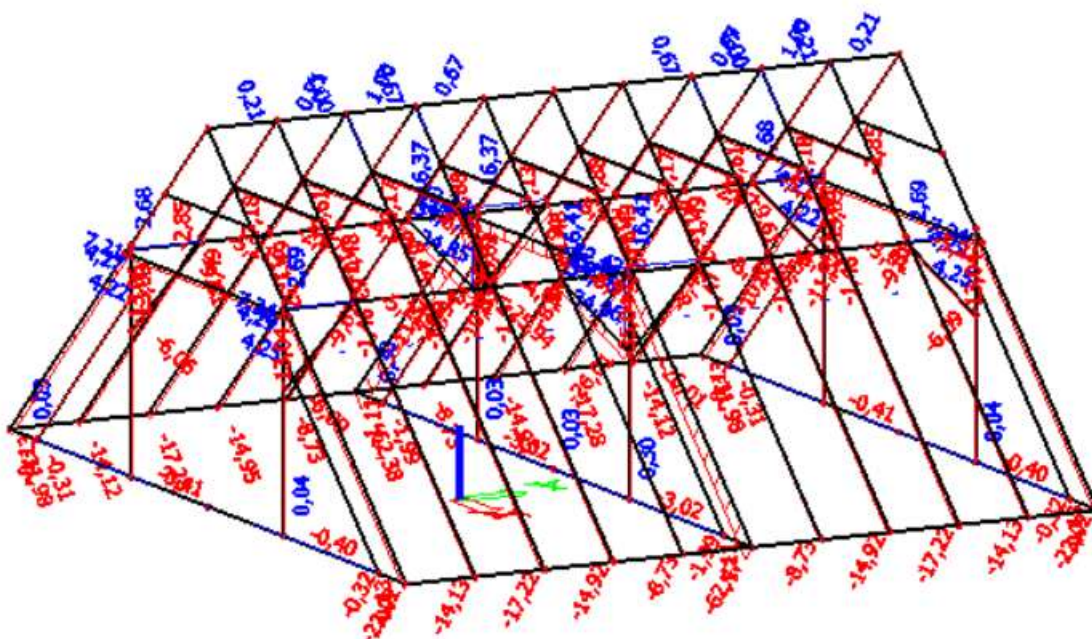
Ohybové momenty



Posouvající síly

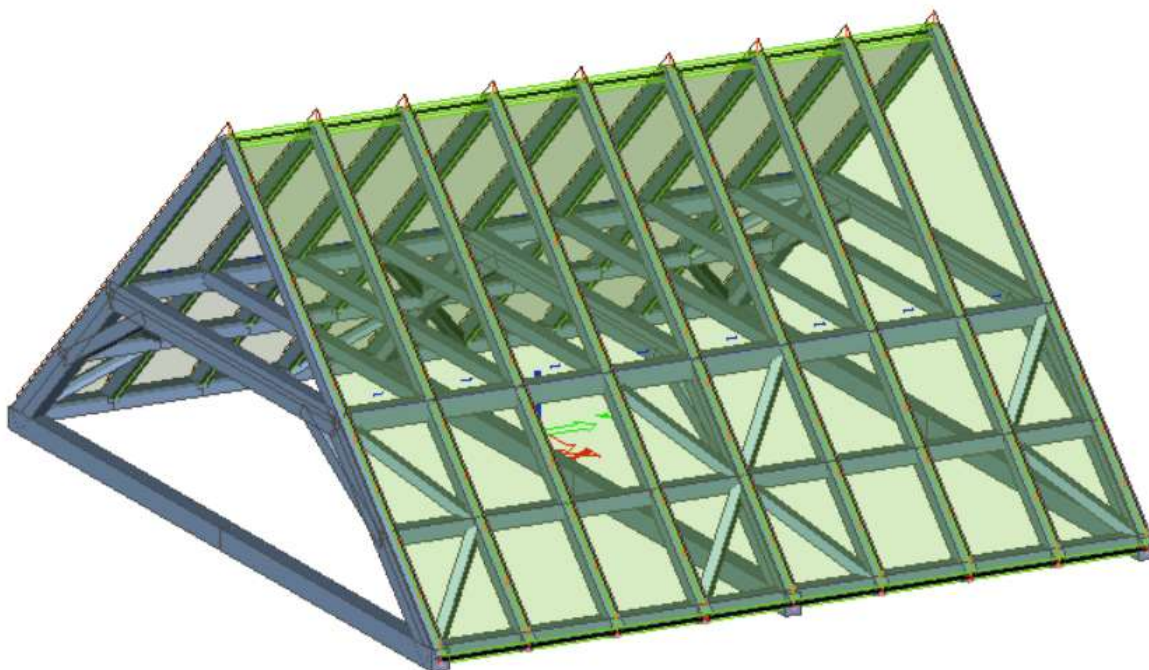


Normálové síly

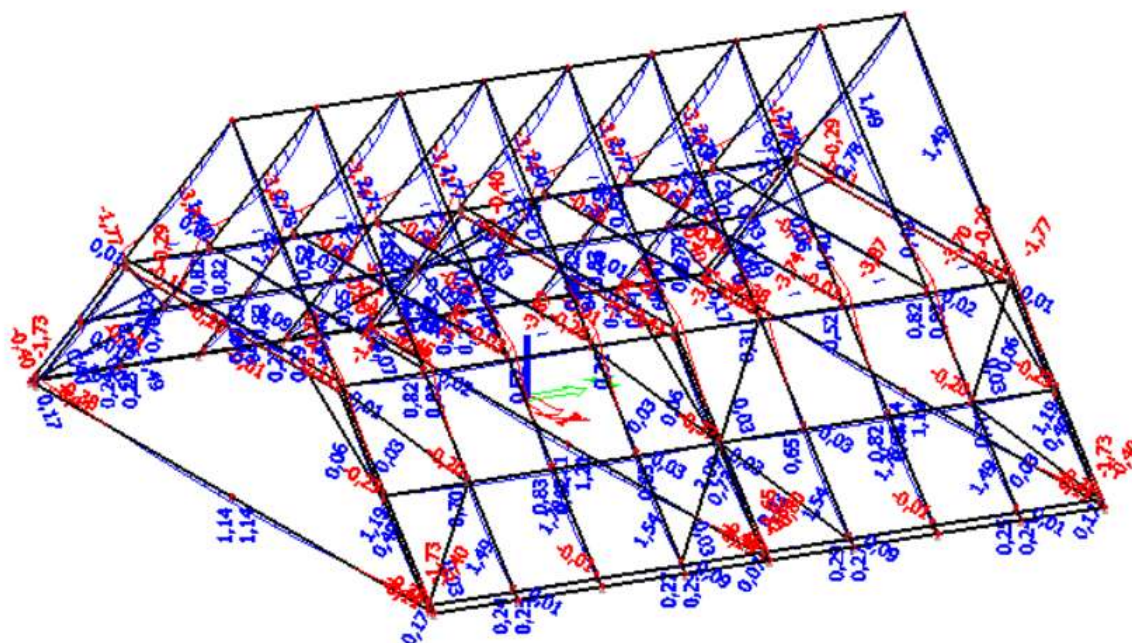


Krov F

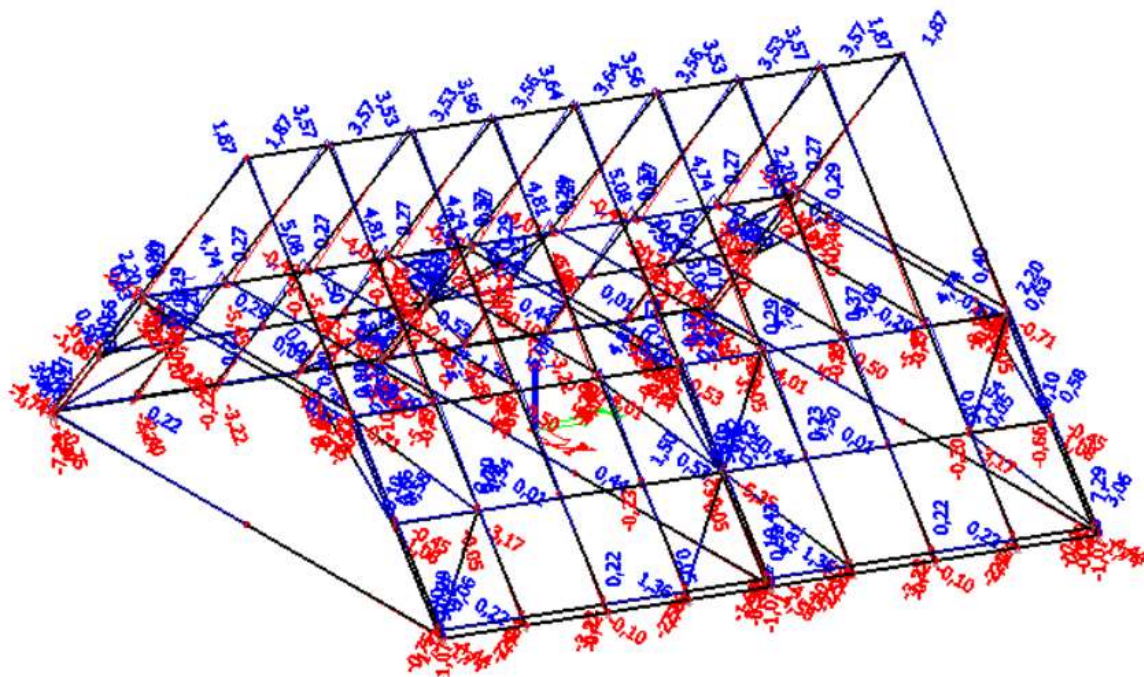
Posuzovaná konstrukce



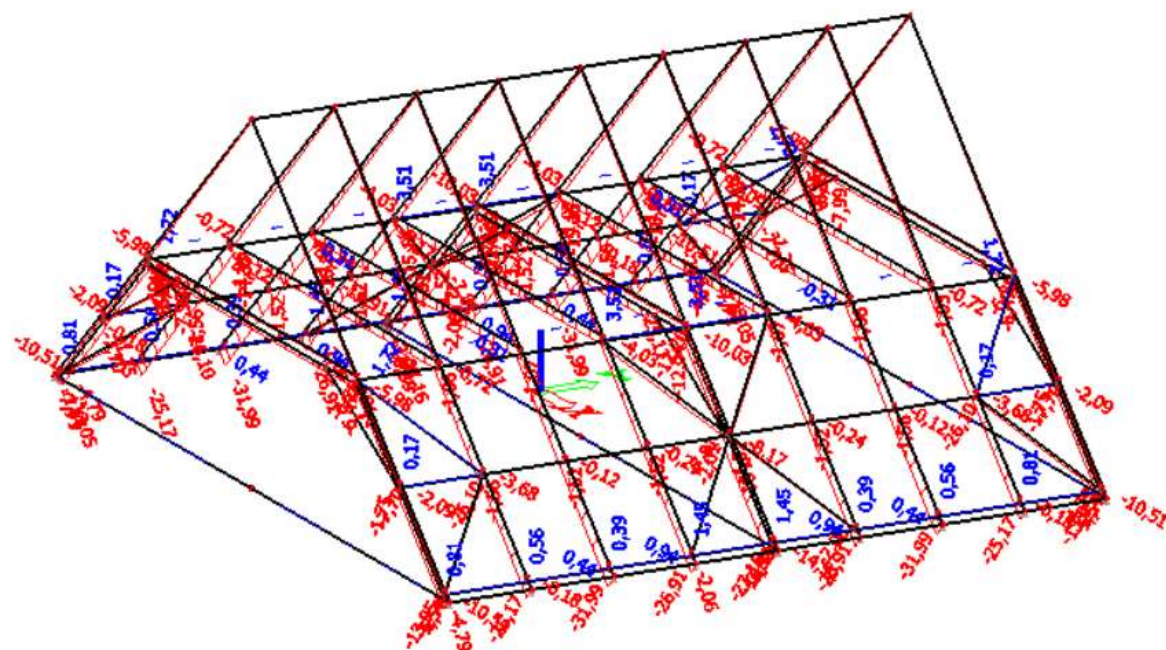
Ohybové momenty



Posouvající síly

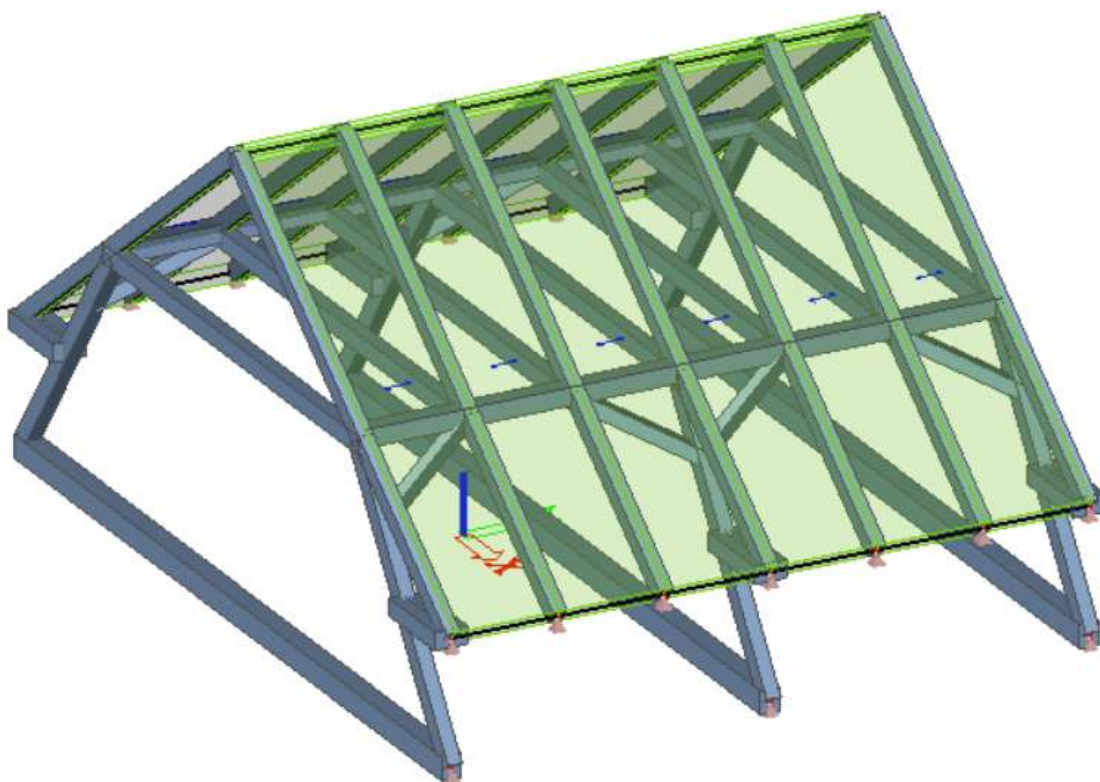


Normálové síly

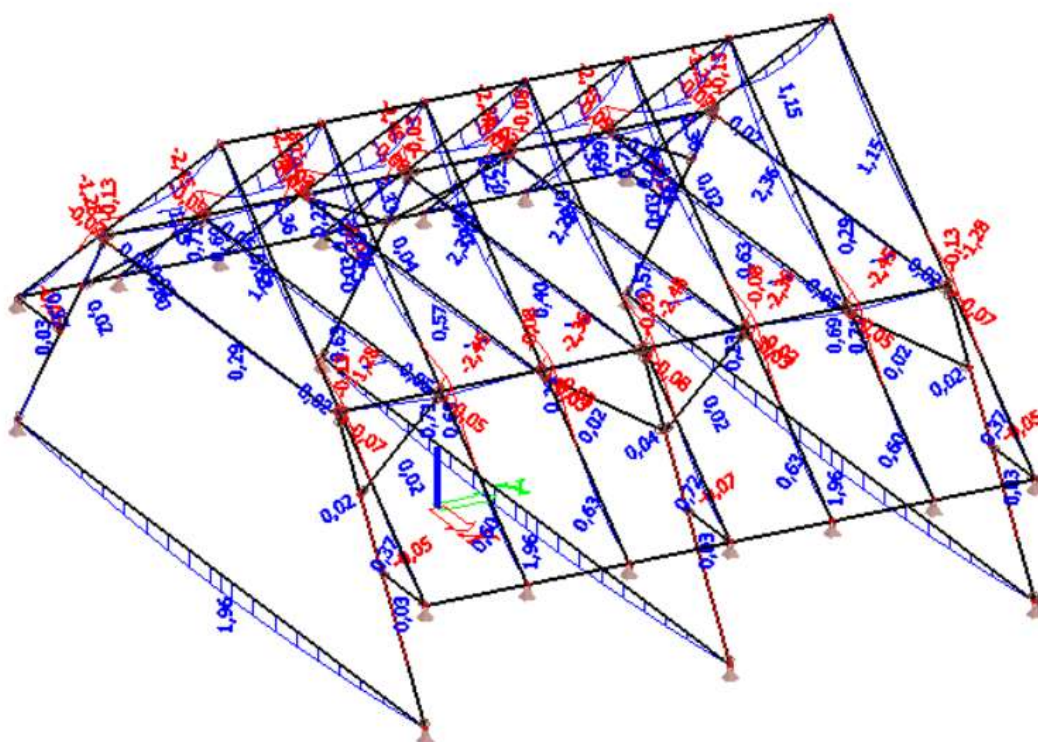


Krov G

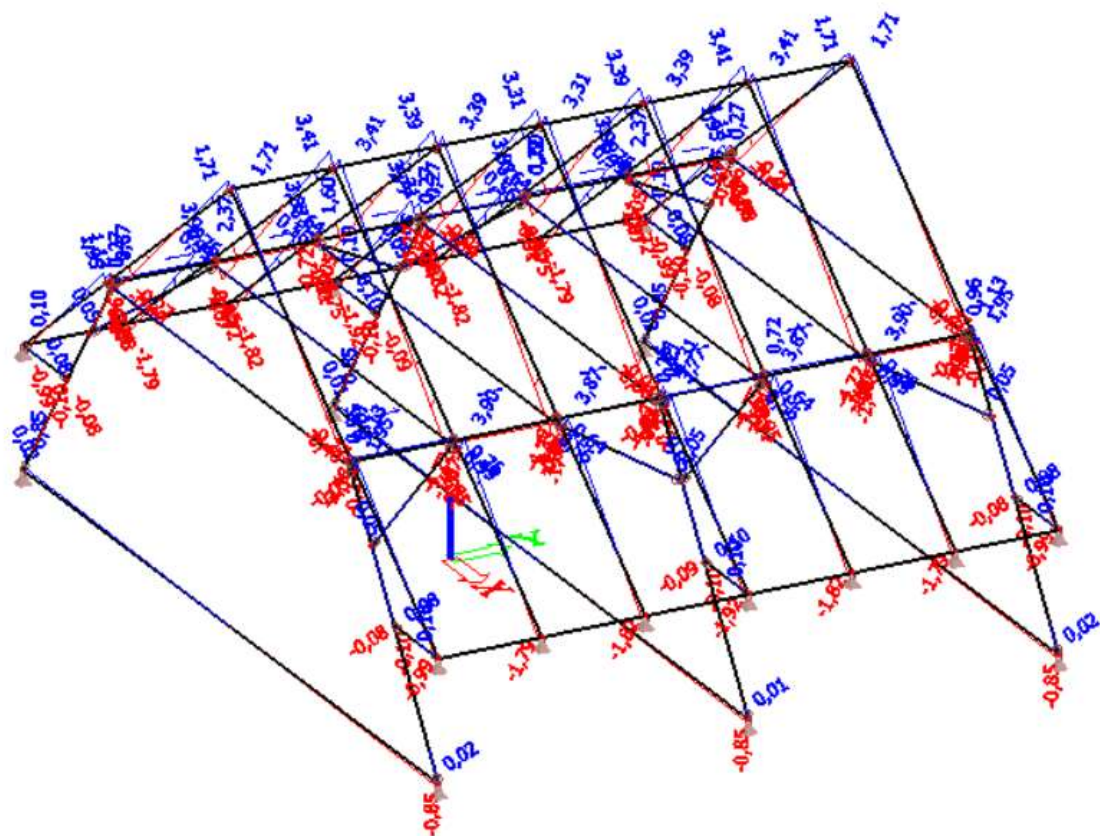
Posuzovaná konstrukce



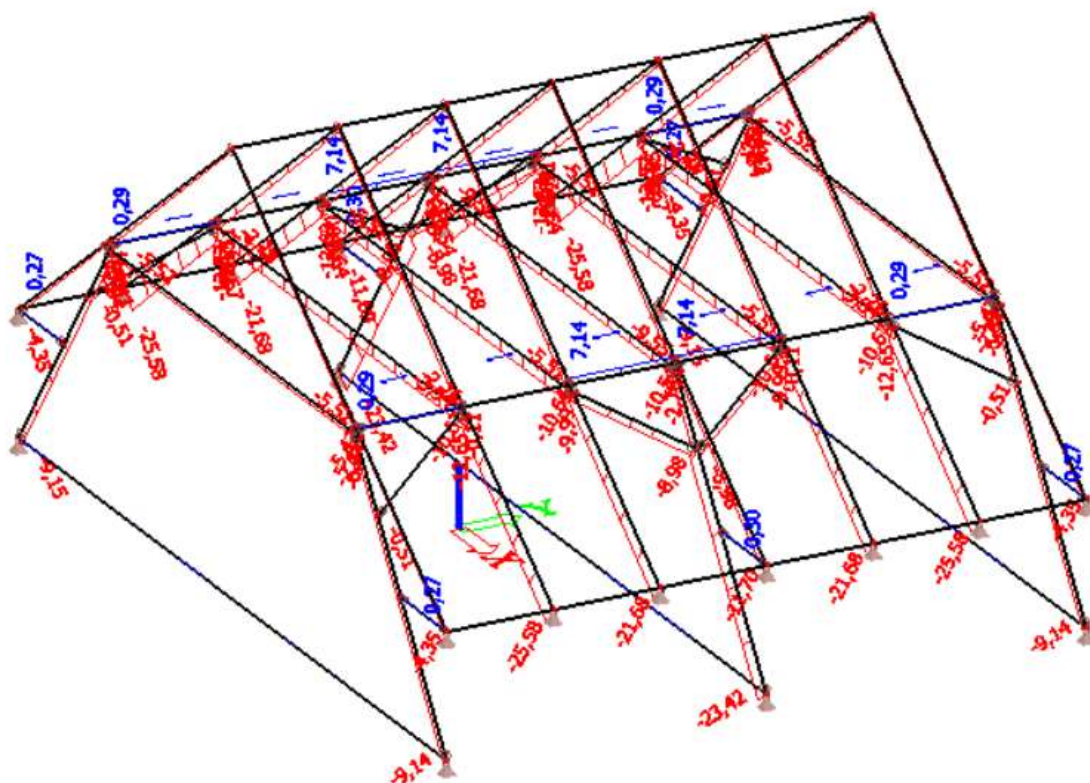
Ohybové momenty



Posouvající síly

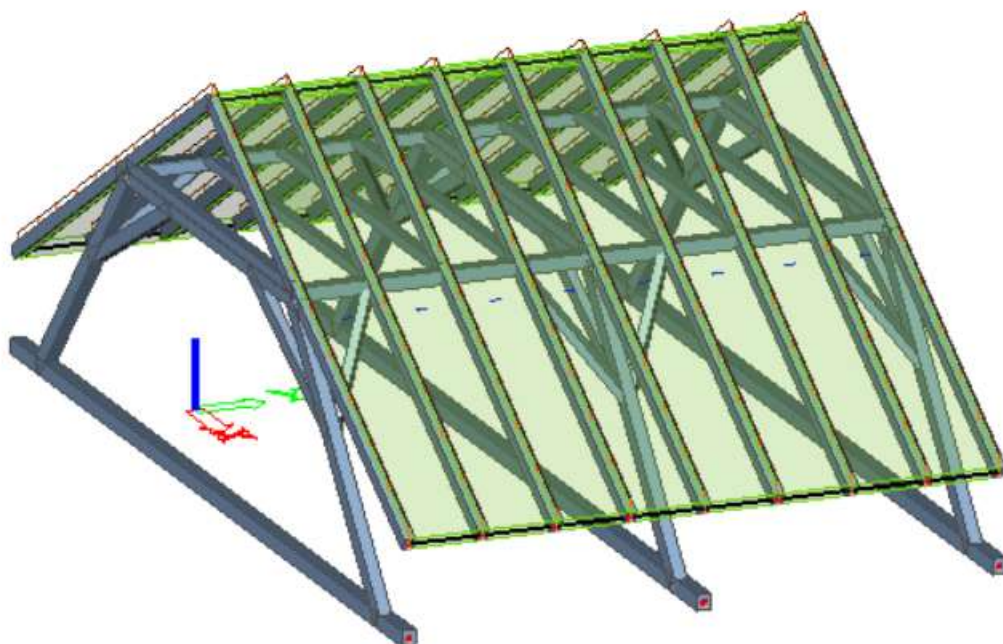


Normálové síly

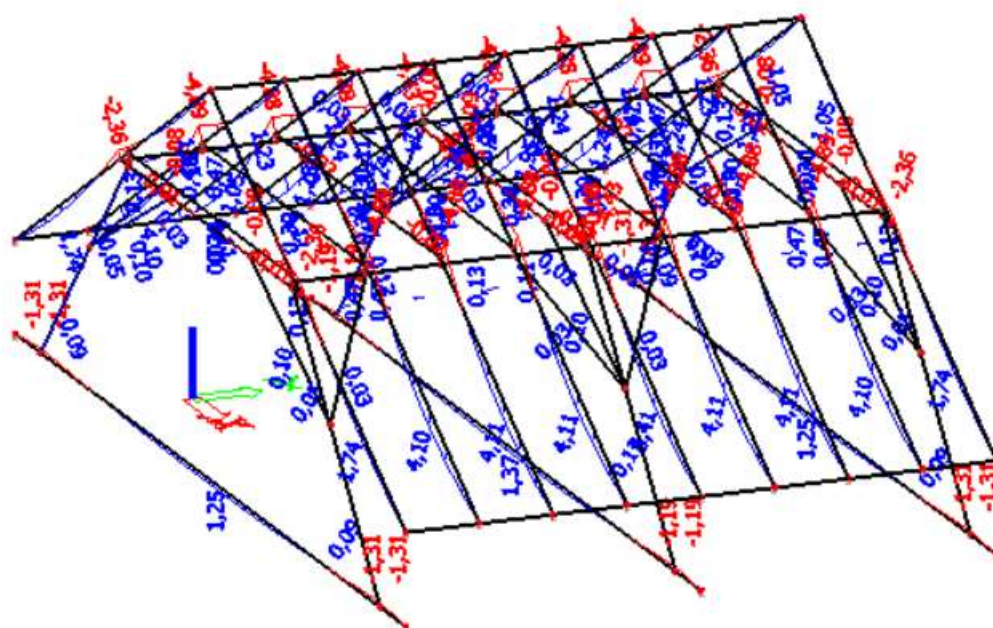


Krov H

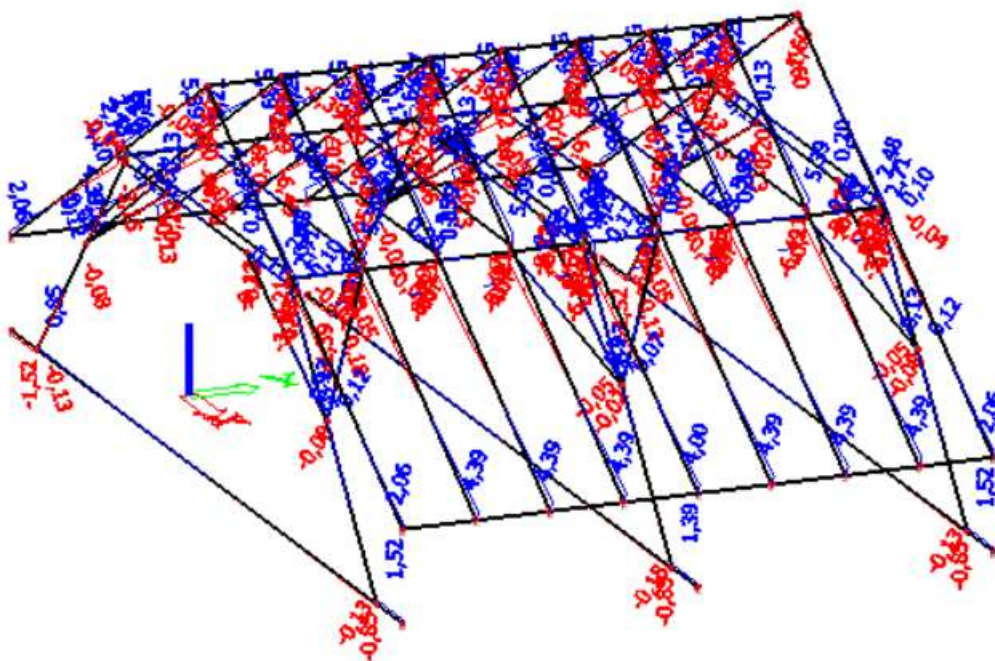
Posuzovaná konstrukce



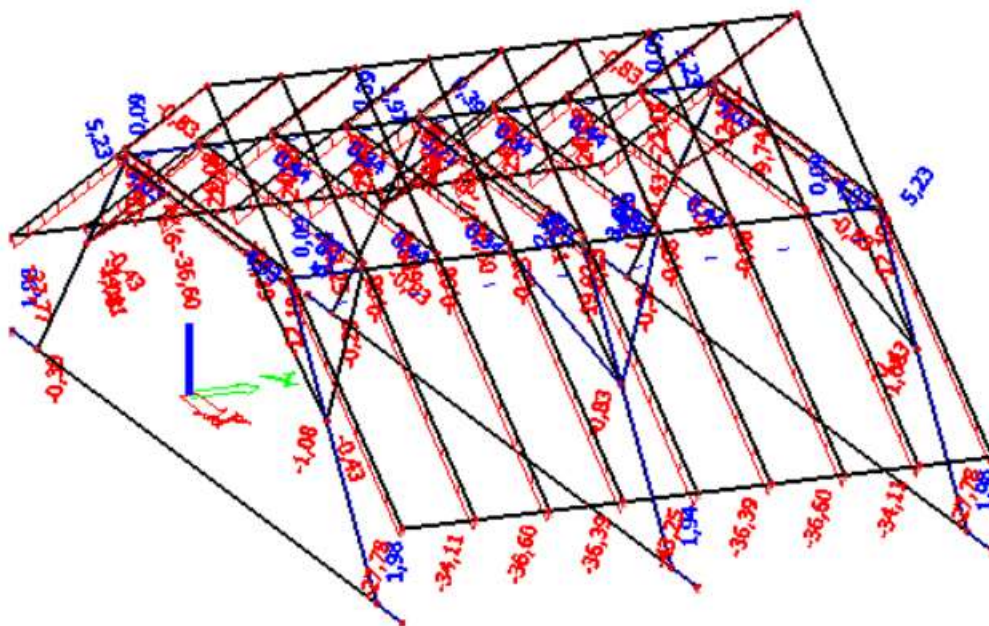
Ohybové momenty



Posouvající síly

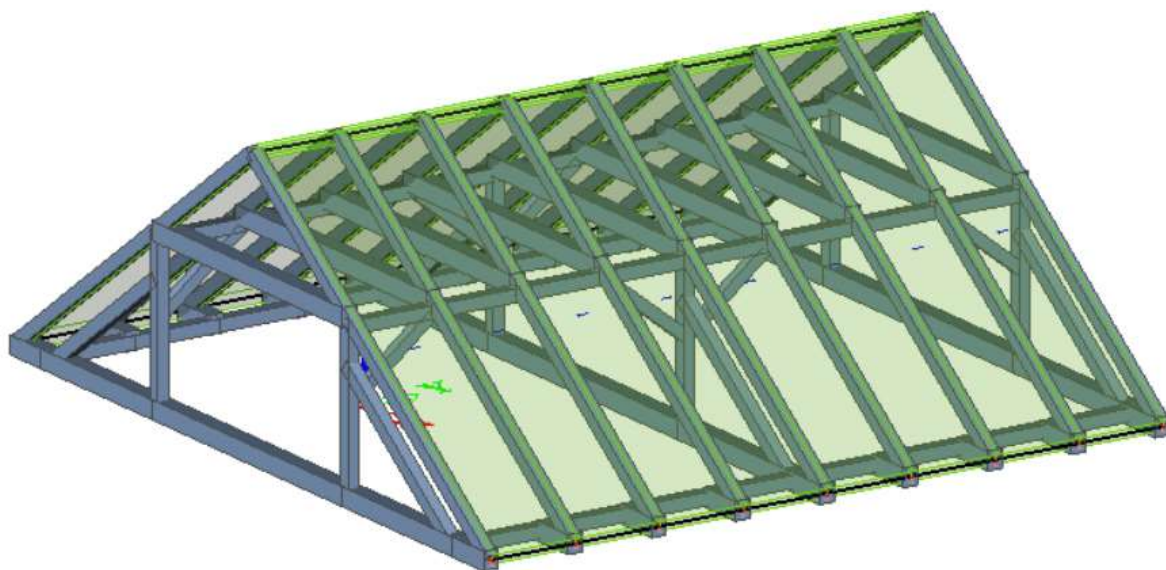


Normálové síly

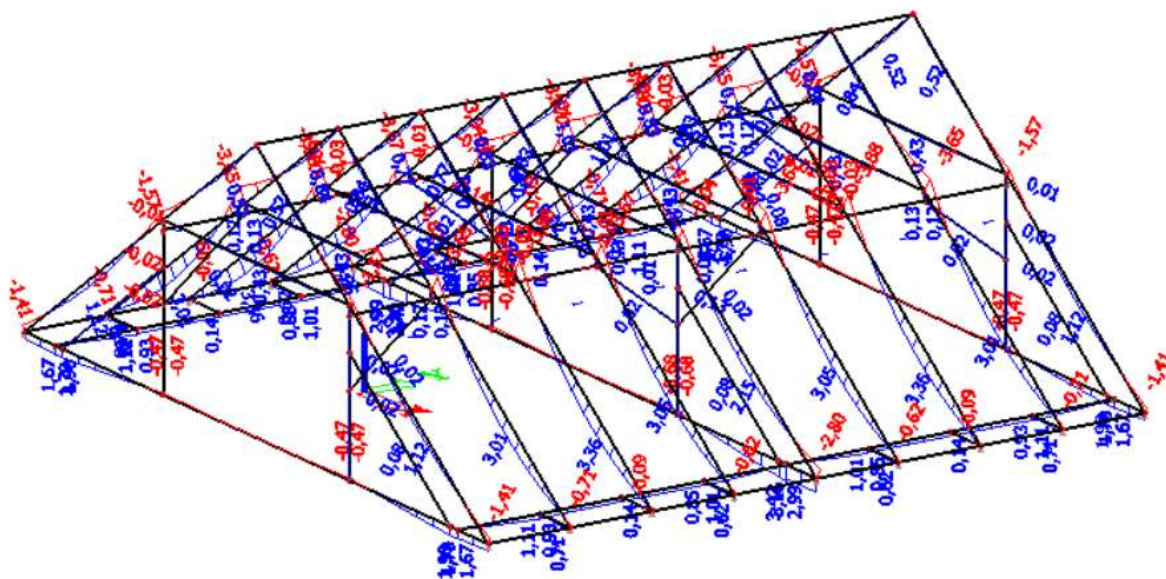


Krov CH + I

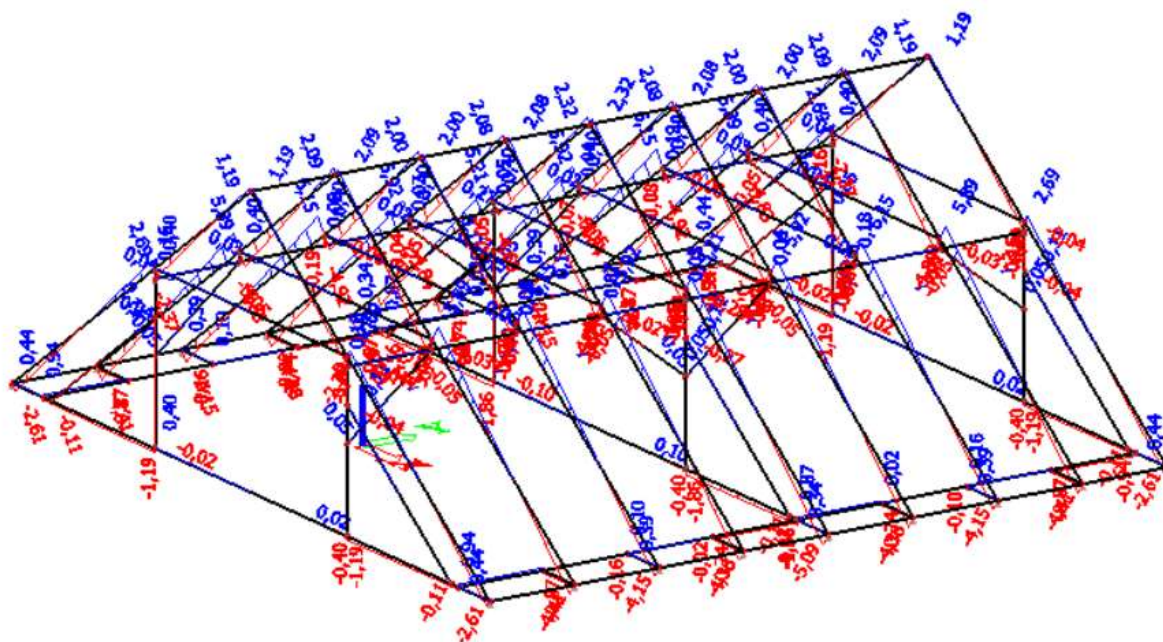
Posuzovaná konstrukce



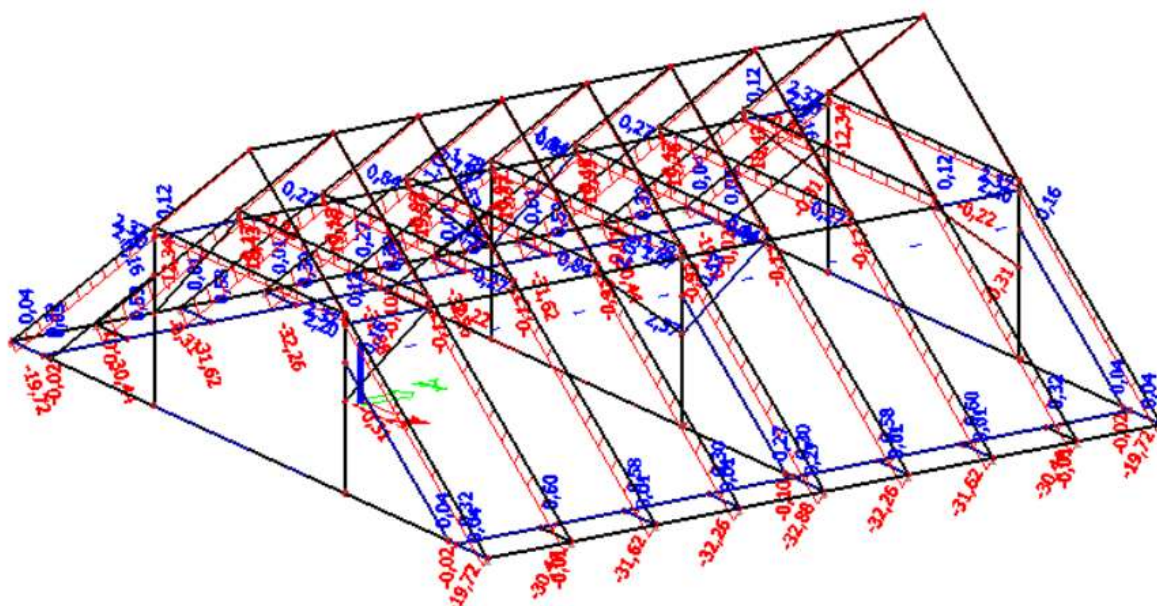
Ohybové momenty



Posouvající síly

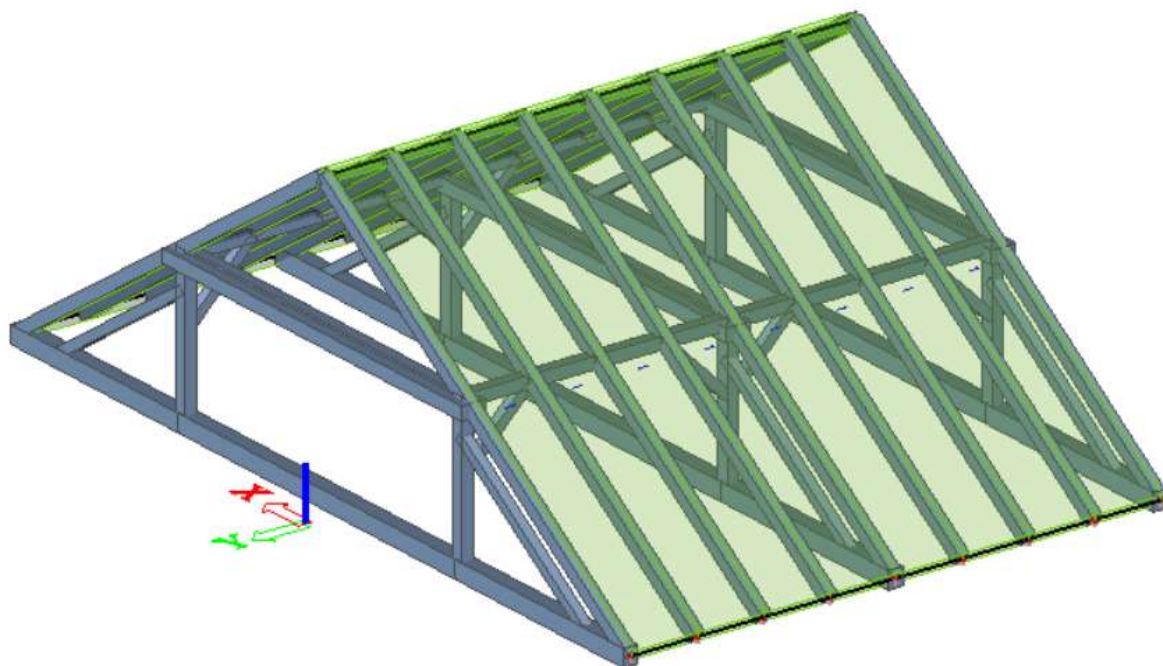


Normálové síly

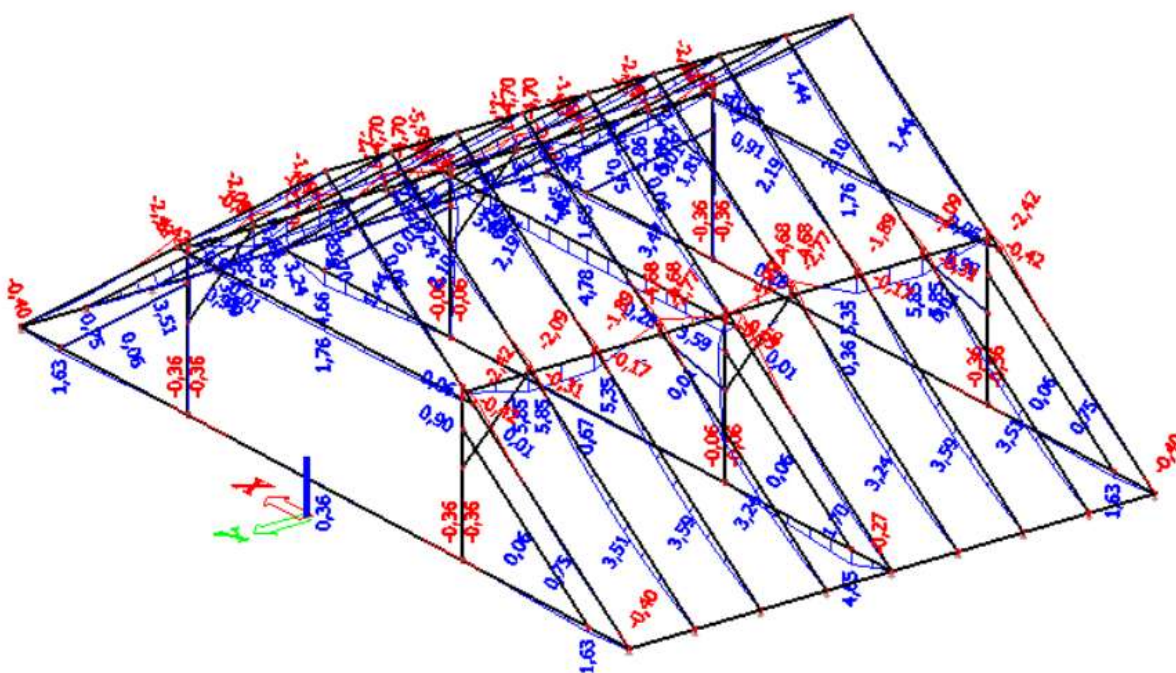


Krov J

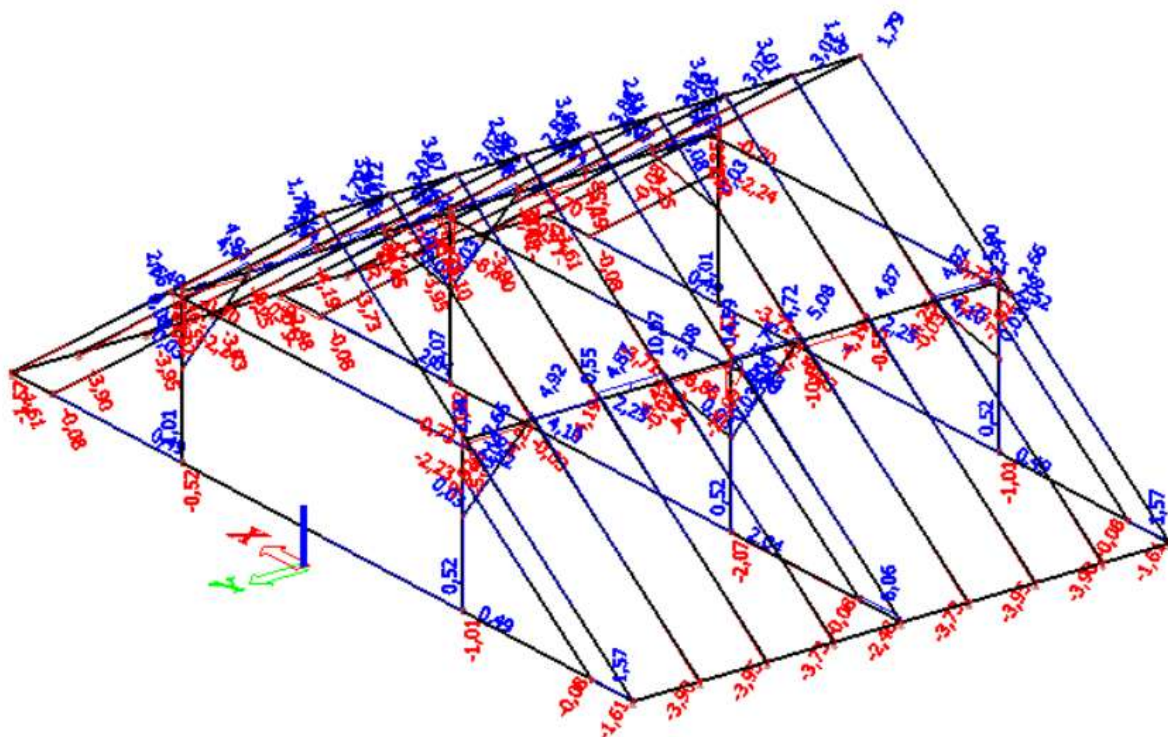
Posuzovaná konstrukce



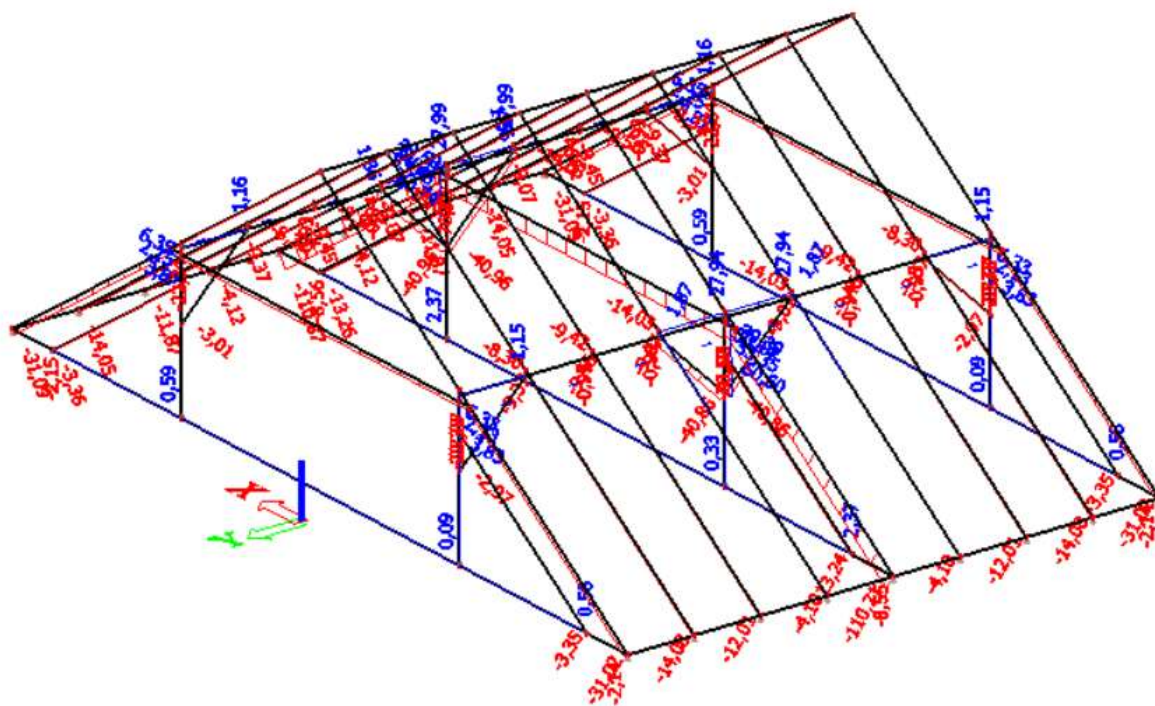
Ohybové momenty



Posouvající síly

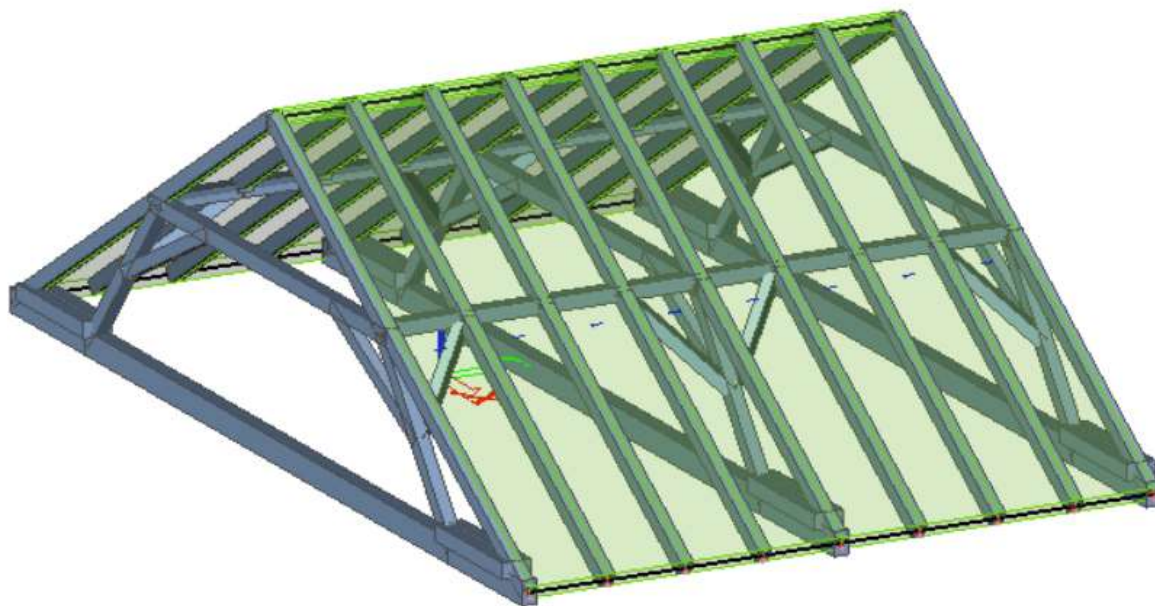


Normálové síly

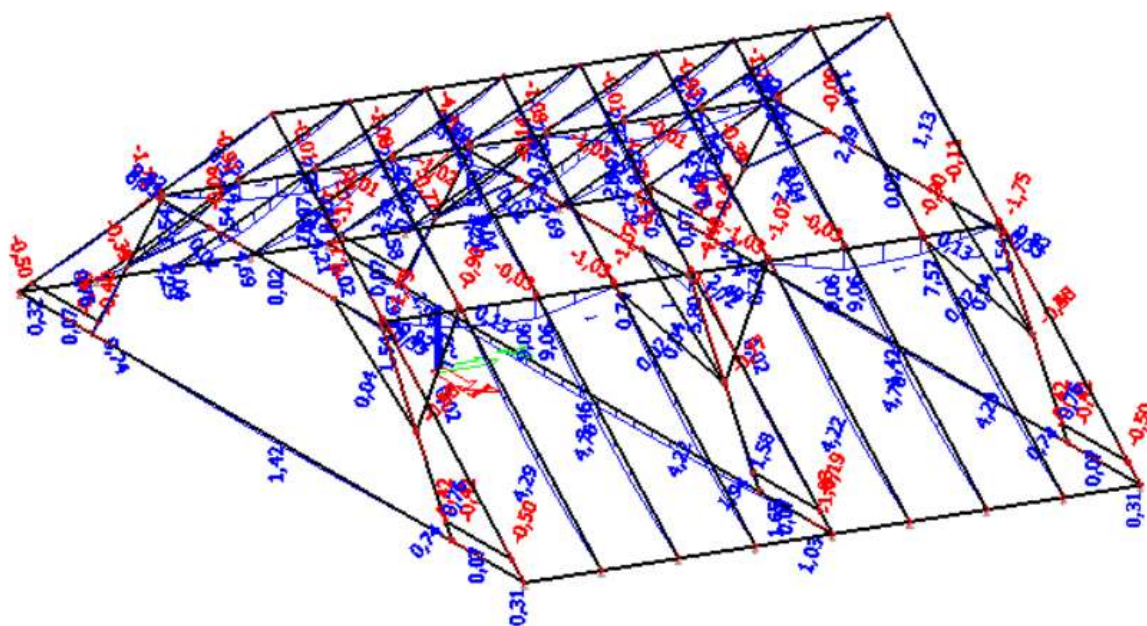


Krov K

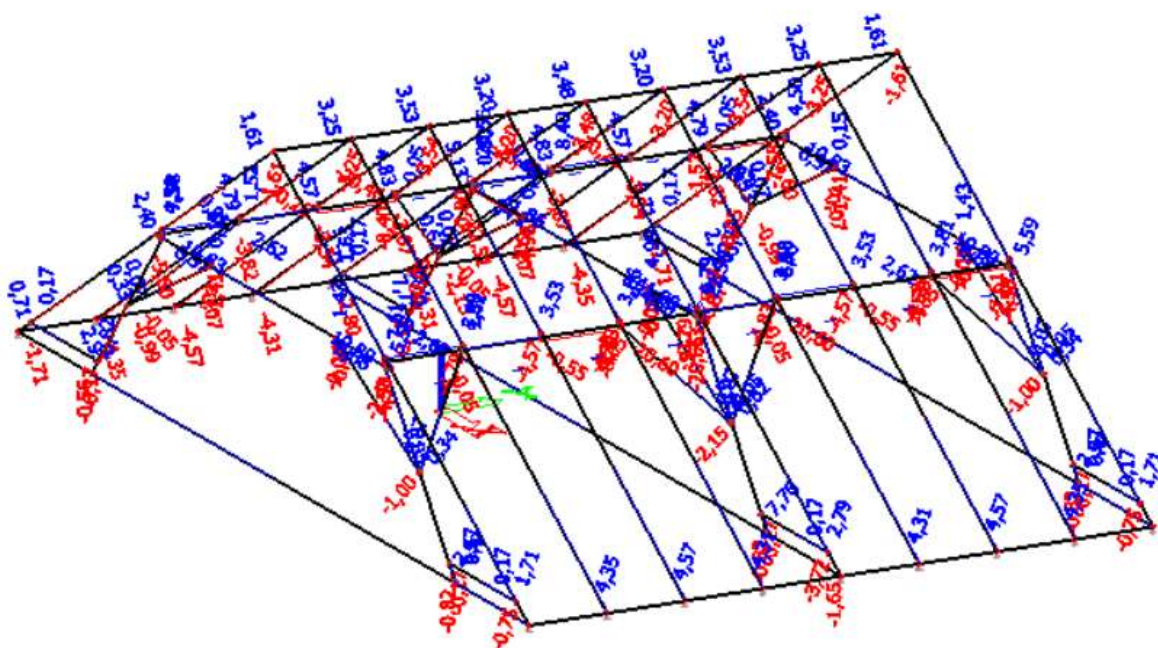
Posuzovaná konstrukce



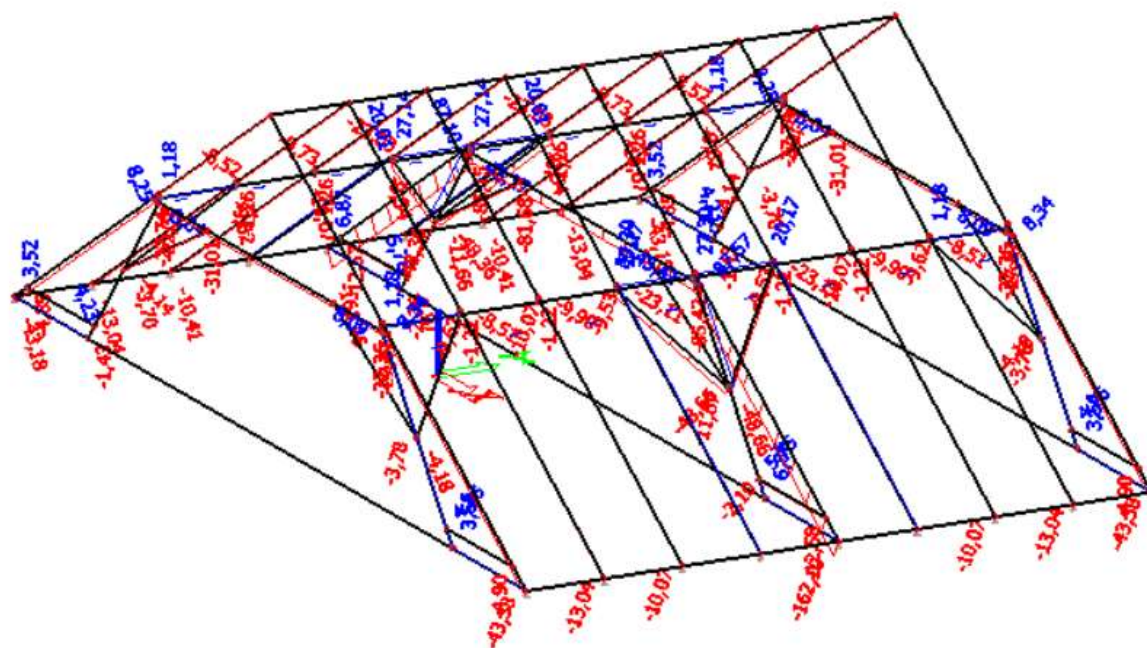
Ohybové momenty



Posouvající síly

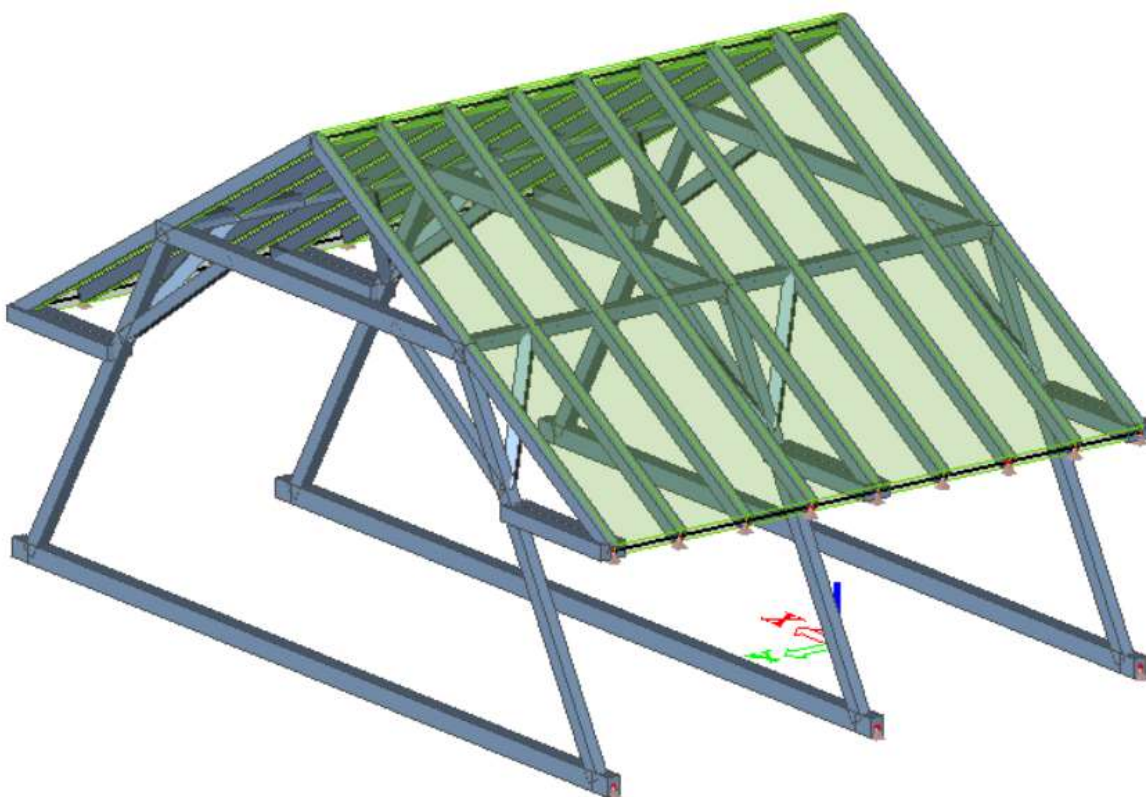


Normálové síly

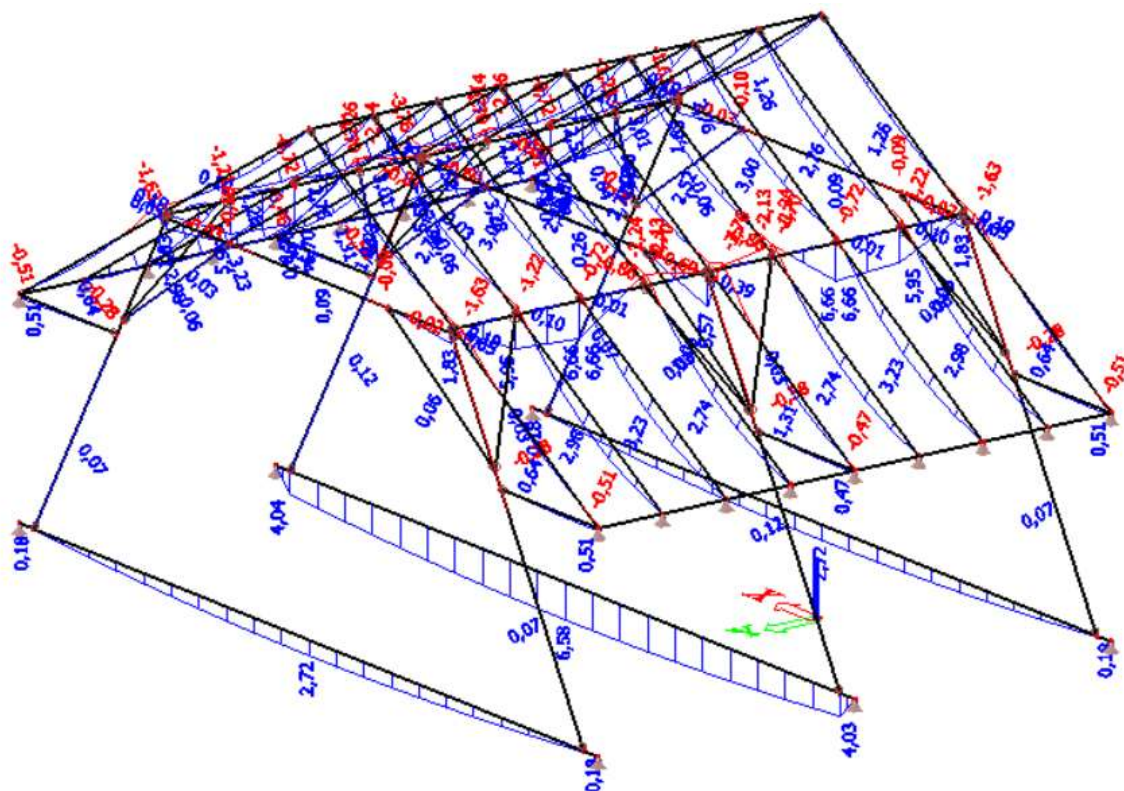


Krov L

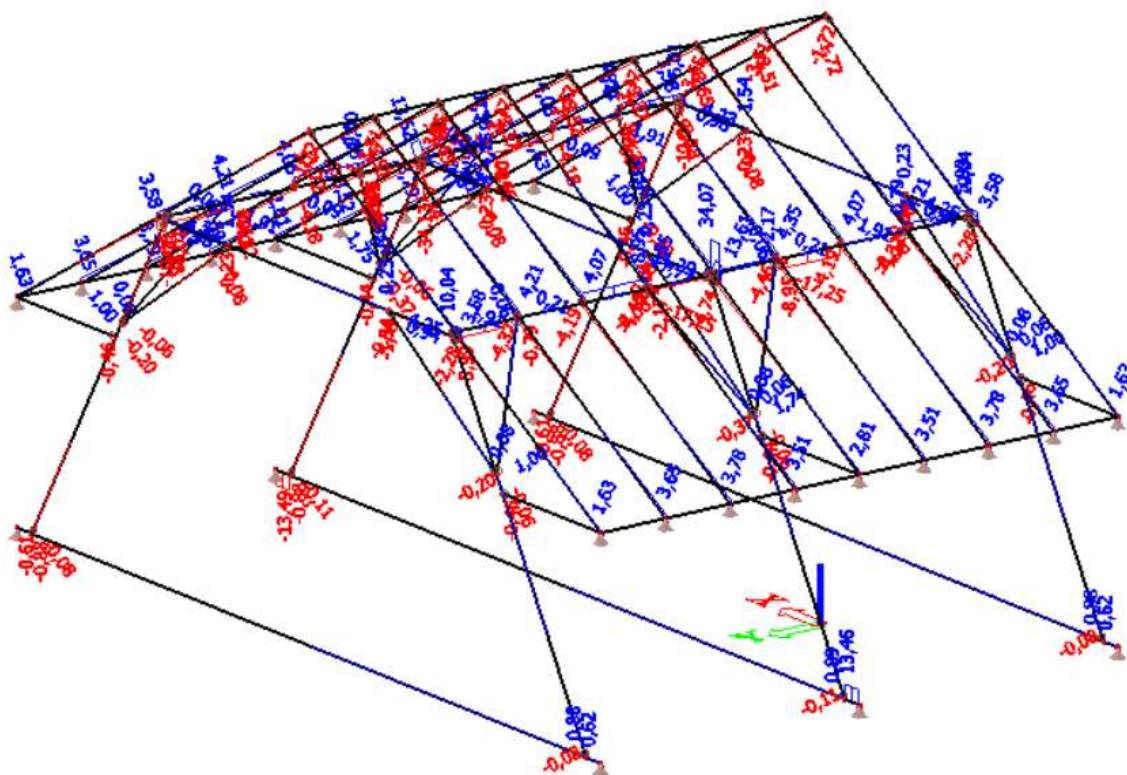
Posuzovaná konstrukce



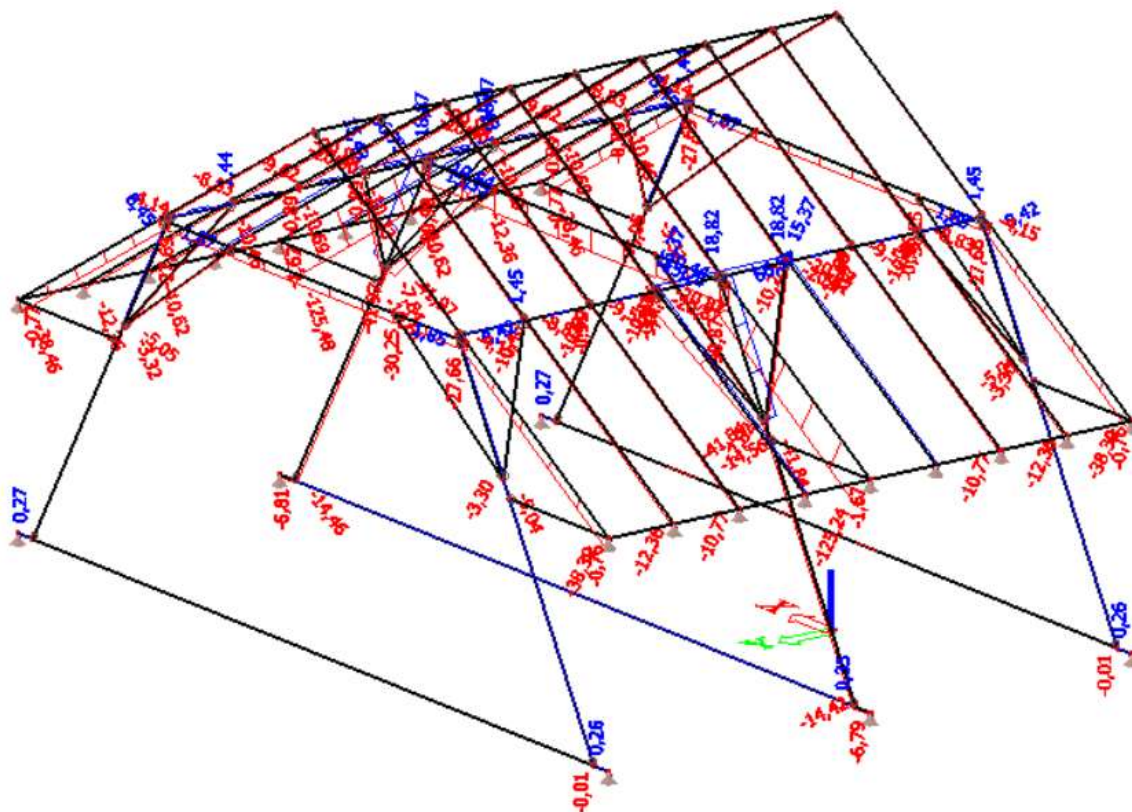
Ohybové momenty



Posouvající síly



Normálové síly



Maximální hodnoty působících sil v konstrukci

Typ krovu	Označení prvku	Prvek	Rozměr (b/h)	M (kNm)	V (kN)	N (kN)
Krov B						
	P1	Krokev	140/160	4,1	4,5	-
	P2	Vaznice	140/160	0,9	2,8	-
	P3	Vzpěra	180/200	0,1	-	26,9
	P4	Hambálek	140/160	0,1	-	2,9
Krov C						
	P5	Krokev	150/160	5,88	2,1	-
	P6	Vaznice	180/200	8,16	4,1	-
	P7	Vazný trám	220/260	3,18	2,8	-
	P8	Vzpěra	140/180	0,1	-	79
	P9	Hambálek	160/160	0,1	-	48
Krov D						
	P10	Krokev	140/160	3,56	1,8	-
	P11	Vaznice	160/180	7,35	4,31	-
	P12	Vazný trám	220/240	3,56	2,8	-
	P13	Vzpěra	140/140	0,1	-	88,2
	P14	Svislý sloupek	170/190	0,1	-	13,3
	P15	Hambálek	160/160	0,1	-	54,1
Krov E						
	P16	Krokev	150/170	3,83	1,4	-
	P17	Vaznice	160/230	4	6,2	-
	P18	Vazný trám	200/250	4,82	3,73	-
	P19	Vzpěra	180/170	0,1	-	62,4
	P20	Rozpěra	160/160	0,1	-	35
	P21	Horní hambálek	140/140	0,1	-	4,5
Krov F						
	P22	Krokev	160/180	3,87	4,74	-
	P23	Vaznice	200/260	0,8	0,9	-
	P24	Vazný trám	220/280	11,2	1,8	-
	P25	Šikmá vzpěra	180/330	0,1	-	27,7
	P26	Rozpěra	180/240	0,1	-	12,3
	P27	Hambálek	150/180	0,1	-	15,6
Krov G						
	P28	Krokev	140/170	2,45	3,87	-
	P29	Vaznice	200/220	0,7	0,8	-
	P30	Vazný trám	210/250	1,96	1,7	-
	P31	Šikmý sloupek	170/200	-	-	23,4
	P32	Hambálek	170/200	-	-	10,4
Krov H						
	P33	Krokev	160/180	4,88	5,39	-
	P34	Vaznice	180/200	0,6	0,5	-
	P35	Vazný trám	200/220	1,4	1,5	-

	P36	Šikmý sloupek	180/220	0,1	-	43,3
	P37	Hambálek	140/160	0,1	-	19,9
Krov CH + I						
	P38	Krokev	170/180	3,88	6,15	-
	P39	Vaznice	170/180	1,5	0,6	-
	P40	Vazný trám	240/260	3,6	1,9	-
	P41	Svislý sloupek	170/220	0,1	-	14,3
	P42	Hambálek	180/190	0,1	-	19,9
Krov J						
	P43	Krokev	150/170	3,24	4,87	-
	P44	Vaznice	150/170	5,85	8,4	-
	P45	Vazný trám	210/250	4,65	2,48	-
	P46	Svislý sloupek	160/190	0,1	-	5,2
	P47	Hambálek	160/170	0,1	-	36,25
Krov K						
	P48	Krokev	150/170	4,7	3,53	-
	P49	Vaznice	150/190	7,06	7,5	-
	P50	Vazný trám	190/300	3,46	3,72	-
	P51	Šikmý sloupek	180/210	0,1	-	128
	P52	Hambálek	180/200	0,1	-	85,4
Krov L						
	P53	Krokev	150/170	3,23	4,07	-
	P54	Vaznice	150/190	6,66	8,1	-
	P55	Vazný trám	190/250	2,72	2,8	-
	P56	Šikmý sloupek	160/210	0,1	-	14,5
	P57	Hambálek	180/220	0,1	-	90,1

3.3 Posouzení prvků

P1 Krok - Posouzení na ohyb, smyk a průhyb

rozpětí nosníku L 3,65 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	C20
ohyb	$f_{(m,k)}$ 20 MPa
smyk	$f_{(v,k)}$ 3,6 MPa
modul pružnosti	$E_{(0,mean)}$ 9500 MPa
	$E_{(0,05)}$ 6400 MPa

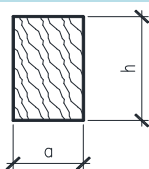
Návrhové hodnoty pevností pro rostlé dřevo:

$X_{m,d} = k_{mod} * X_{m,k} / \gamma_M$	$f_{(m,d)}$ 12,3 MPa
	$f_{(v,d)}$ 2,2 MPa

Vnitřní síly:

maximální ohybový moment	$M_{e,d}$ 4,10 kNm
maximální posouvající síla	V_d 4,50 kN

Průřez:



šířka	b 140 mm
výška	h 160 mm
plocha průřezu	A 22400 mm ²
průřezový modul	W_y 597333 mm ³
moment setrvačnosti	I_y 47786667 mm ⁴

Posouzení na smyk

smykové napětí (pro obdelníkový průřez)	$T_{v,d} = 3V_d / (2A * k_{cr})$	$T_{v,d}$ 0,45 Mpa
součinitel výsušných trhlin		k_{cr} 0,67

0,45	$T_{v,d} \leq f_{v,d}$	2,2	VYHOVUJE
Průřez vyhovuje na smyk!		dřevo třídy	C20

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

normálová napětí za ohybu	$\sigma_{m,d} = M_d / W$	$\sigma_{m,d}$ 6,86 MPa
---------------------------	--------------------------	-------------------------

6,86	$\sigma_{m,d} \leq f_{m,d}$	12,3	VYHOVUJE
Průřez vyhovuje na ohyb!		dřevo třídy	C20

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	Smyk		
0,558	+	0,203	\leq 1
		0,761	\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	$\sigma_{m,crit} = (0,78 * b^2 * E_{0,05}) / (h * I_{ef})$	$\sigma_{m,crit}$ 176,36 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 $k_{crit} = 1,56 - 0,75\lambda_{rel,m}$ $1/\lambda_{rel,m}^2$ ($\lambda_{rel,m} \leq 0,75$) ($0,75 < \lambda_{rel,m} \leq 1,4$) ($1,4 < \lambda_{rel,m}$)	k_{crit}	1,00	-
redukováná návrhová pevnost		$k_{crit} f_{m,d}$	12,31	MPa

6,86 $\sigma_{m,d} \leq k_{crit} f_{m,d}$ **12,31** **VYHOVUJE**
Průřez vyhovuje na ohyb se ztrátou stability!
dřevo třídy C20

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}	5,09	mm
		g_k	1,19	kN/m
průhyb od stálého zatížení	$w_{inst,1} = g_k \cdot u_{ref}$	$w_{inst,1}$	6,06	mm
		q_k	1,5	kN/m
průhyb od proměnného zatížení	$w_{inst,2} = q_k \cdot u_{ref}$	$w_{inst,2}$	7,64	mm
		13,69	$w_{inst} \leq l/300$	12,17 NEVYHOVUJE !

konečný průhyb od stálého a nahodilého zatížení

$w_{net,fin} = w_{1,inst}(1+k_{1,def}) + w_{2,inst}(1+\psi_{2,1}k_{2,def})$	$w_{net,fin}$	18,70	mm
---	---------------	-------	----

18,7 $w_{net,fin} \leq l/200$ **18,3** **NEVYHOVUJE !**
Průřez nevyhovuje na průhyb!
dřevo třídy C20

P2 Vaznice - Posouzení na ohyb, smyk a průhyb

rozpětí nosníku L 2,00 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	C20
ohyb	$f_{(m,k)}$ 20 MPa
smyk	$f_{(v,k)}$ 3,6 MPa
modul pružnosti	$E_{(0,mean)}$ 9500 MPa
	$E_{(0,05)}$ 6400 MPa

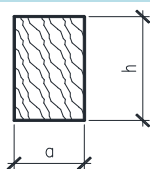
Návrhové hodnoty pevností pro rostlé dřevo:

$X_{m,d} = k_{mod} * X_{m,k} / \gamma_M$	$f_{(m,d)}$ 12,3 MPa
	$f_{(v,d)}$ 2,2 MPa

Vnitřní síly:

maximální ohybový moment	$M_{e,d}$ 0,90 kNm
maximální posouvající síla	V_d 2,80 kN

Průřez:



šířka	b 140 mm
výška	h 160 mm
plocha průřezu	A 22400 mm ²
průřezový modul	W_y 597333 mm ³
moment setrvačnosti	I_y 47786667 mm ⁴

Posouzení na smyk

smykové napětí (pro obdelníkový průřez)	$T_{v,d} = 3V_d / (2A * k_{cr})$	$T_{v,d}$ 0,28 Mpa
součinitel výsušných trhlin		k_{cr} 0,67

0,28	$T_{v,d} \leq f_{v,d}$	2,2	VYHOVUJE
Průřez vyhovuje na smyk!		dřevo třídy	C20

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

normálová napětí za ohybu	$\sigma_{m,d} = M_d / W$	$\sigma_{m,d}$ 1,51 MPa
---------------------------	--------------------------	-------------------------

1,51	$\sigma_{m,d} \leq f_{m,d}$	12,3	VYHOVUJE
Průřez vyhovuje na ohyb!		dřevo třídy	C20

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	Smyk		
0,122	+	0,126	\leq 1
		0,249	\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	$\sigma_{m,crit} = (0,78 * b^2 * E_{0,05}) / (h * I_{ef})$	$\sigma_{m,crit}$ 321,85 MPa
(obdelníkový průřez, jehličnaté dřevo)		

poměrná štíhlost	$\lambda_{rel,m} = \sqrt{f_{m,k}/\sigma_{m,crit}}$	$\lambda_{rel,m}$	0,25	-
nedochází ke ztrátě stability				
součinitel příčné a torzní stability	1 $k_{crit} = 1,56 - 0,75\lambda_{rel,m}$ $1/\lambda_{rel,m}^2$	$(\lambda_{rel,m} \leq 0,75)$ $(0,75 < \lambda_{rel,m} \leq 1,4)$ $(1,4 < \lambda_{rel,m})$	k_{crit}	1,00 -
redukovaná návrhová pevnost		$k_{crit} f_{m,d}$	12,31	MPa

1,51 $\sigma_{m,d} \leq k_{crit} f_{m,d}$ **12,31** **VYHOVUJE**
Průřez vyhovuje na ohyb se ztrátou stability!
dřevo třídy C20

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}	0,46	mm
		g_k	1,19	kN/m
průhyb od stálého zatížení	$w_{inst,1} = g_k \cdot u_{ref}$	$w_{inst,1}$	0,55	mm
		q_k	1,5	kN/m
průhyb od proměnného zatížení	$w_{inst,2} = q_k \cdot u_{ref}$	$w_{inst,2}$	0,69	mm
<hr/>				
	1,23	$w_{inst} \leq l/300$	6,67	VYHOVUJE

konečný průhyb od stálého a nahodilého zatížení	$w_{net,fin} = w_{1,inst}(1+k_{1,def}) + w_{2,inst}(1+\psi_{2,1}k_{2,def})$	$w_{net,fin}$	1,69	mm
<hr/>				
	1,7	$w_{net,fin} \leq l/200$	10,0	VYHOVUJE
Průřez vyhovuje na průhyb!				
dřevo třídy C20				

P3 Vzpěra - posouzení tlak

Statické schéma:



délka nosníku	Ly	3,40	m
	Lz	3,40	m

Vlastnosti materiálů:

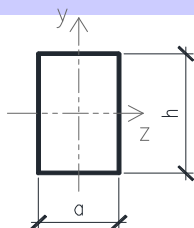
třída provozu (1-3)		1
třída trvání zatížení		Střednědobé
modifikační součinitel pro třídy vlhkosti a trvání zatížení	k_{mod}	0,8
dílní součinitel pro vlastnosti materiálu	γ_M	1,3

Charakteristické hodnoty pevností pro rostlé dřevo:	třída pevnosti (C16, C22, C27)	C20	
tlak	f_(c,0,k)	19	MPa
modul pružnosti	E_(0,05)	6400	MPa
Návrhové hodnoty pevností pro rostlé dřevo:			
X _{m,d} = k _{mod} * X _{m,k} /γ _M	f_(c,0,d)	11,7	MPa

Vnitřní síla

normálová síla	Ned	26,9	kN
----------------	-----	------	----

Průřez:



šířka	b	180	mm
výška	h	200	mm
plocha průřezu	A	36000	mm ²
moment setrvačnosti	I_y	120000000	mm ⁴
	I_z	97200000	mm ⁴
	i_y	57,7	mm
	i_z	52,0	mm

Posouzení na vzpěr:

poměrná štíhlost (vybočení ve směru osy "z")	$\lambda_y = l_y / i_y$	λ_y	58,9	-
poměrná štíhlost (vybočení ve směru osy "y")	$\lambda_z = l_z / i_z$	λ_z	65,4	-
kritické napětí v tlaku (vypočteno pro rozhodující - maximální štíhlost)	$\sigma_{c,crit} = \pi^2 * E_{0,05} / \lambda_{max}^2$	$\sigma_{c,crit}$	14,75	MPa
relativní štíhlost	$\lambda_{rel} = \sqrt{f_{c,0,k} / \sigma_{c,crit}}$	λ_{rel}	1,13	-
	$k = 0,5 * [1 + \beta_c (\lambda_{rel} - 0,3) + \lambda_{rel}^2]$	k	1,21	-
součinitel vzpěru	$k_c = 1 / (k + \sqrt{k^2 - \lambda_{rel}^2})$	k_c	0,62	-
normálová napětí v tlaku	$\sigma_{c,0,d} = N_{Ed} / A$	$\sigma_{c,0,d}$	0,75	MPa

0,75 $\sigma_{c,0,d} \leq k_c * f_{c,0,d}$ 7,22 **vyhovuje**
Průřez vyhovuje na vzpěr!
dřevo třídy C20

P4 Hambálek - posouzení tlak

Statické schéma:



délka nosníku

Ly	3,40	m
Lz	3,40	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)

C20

tlak $f_{c,0,k}$ 19 MPa

modul pružnosti $E_{0,05}$ 6400 MPa

Návrhové hodnoty pevností pro rostlé dřevo:

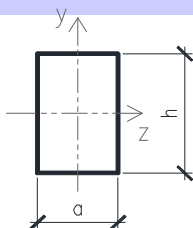
$X_{m,d} = k_{mod} * X_{m,k} / \gamma_M$ $f_{c,0,d}$ 11,7 MPa

Vnitřní síla

normálová síla

Ned 2,9 kN

Průřez:



šířka	b	140	mm
výška	h	160	mm
plocha průřezu	A	22400	mm ²
moment setrvačnosti	I_y	47786666,7	mm ⁴
	I_z	36586666,7	mm ⁴
	i_y	46,2	mm
	i_z	40,4	mm

Posouzení na vzpěr:

poměrná štíhlost (vybočení ve směru osy "z")

$$\lambda_y = l_y / i_y$$

λ_y 73,6 -

poměrná štíhlost (vybočení ve směru osy "y")

$$\lambda_z = l_z / i_z$$

λ_z 84,1 -

kritické napětí v tlaku (vypočteno pro rozhodující - maximální štíhlost)

$$\sigma_{c,crit} = \pi^2 * E_{0,05} / \lambda_{max}^2$$

$\sigma_{c,crit}$ 8,92 MPa

relativní štíhlost

$$\lambda_{rel} = \sqrt{f_{c,0,k} / \sigma_{c,crit}}$$

λ_{rel} 1,46 -

prvek posuzujeme na vzpěr

$$k = 0,5 * [1 + \beta_c (\lambda_{rel} - 0,3) + \lambda_{rel}^2]$$

k 1,66 -

součinitel vzpěru

$$k_c = 1 / (k + \sqrt{k^2 - \lambda_{rel}^2})$$

k_c 0,41 -

normálová napětí v tlaku

$$\sigma_{c,0,d} = N_{Ed} / A$$

$\sigma_{c,0,d}$ 0,13 MPa

0,13

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

4,77

VYHOVUJE

Průřez vyhovuje na vzpěr!
dřevo třídy C20

P5 Krok - Posouzení na ohyb, smyk a průhyb

rozpětí nosníku L 3,70 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	C20
ohyb	$f_{(m,k)}$ 20 MPa
smyk	$f_{(v,k)}$ 3,6 MPa
modul pružnosti	$E_{(0,mean)}$ 9500 MPa
	$E_{(0,05)}$ 6400 MPa

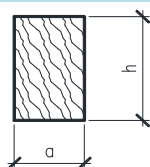
Návrhové hodnoty pevností pro rostlé dřevo:

$X_{m,d} = k_{mod} * X_{m,k} / \gamma_M$	$f_{(m,d)}$ 12,3 MPa
	$f_{(v,d)}$ 2,2 MPa

Vnitřní síly:

maximální ohybový moment	$M_{e,d}$ 5,88 kNm
maximální posouvající síla	V_d 2,10 kN

Průřez:



šířka	b 150 mm
výška	h 160 mm
plocha průřezu	A 24000 mm ²
průřezový modul	W_y 640000 mm ³
moment setrvačnosti	I_y 5120000 mm ⁴

Posouzení na smyk

smykové napětí (pro obdelníkový průřez)	$T_{v,d} = 3V_d / (2A * k_{cr})$	$T_{v,d}$ 0,20 Mpa
součinitel výsušných trhlin		k_{cr} 0,67

0,20	$T_{v,d} \leq f_{v,d}$	2,2	VYHOVUJE
Průřez vyhovuje na smyk!		dřevo třídy	C20

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

normálová napětí za ohybu	$\sigma_{m,d} = M_d / W$	$\sigma_{m,d}$ 9,19 MPa
---------------------------	--------------------------	-------------------------

9,19	$\sigma_{m,d} \leq f_{m,d}$	12,3	VYHOVUJE
Průřez vyhovuje na ohyb!		dřevo třídy	C20

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	Smyk		
0,746	+	0,088	\leq 1
		0,835	\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	$\sigma_{m,crit} = (0,78 * b^2 * E_{0,05}) / (h * I_{ef})$	$\sigma_{m,crit}$ 199,72 MPa
(obdelníkový průřez, jehličnaté dřevo)		

poměrná štíhlost	$\lambda_{rel,m} = \sqrt{f_{m,k}/\sigma_{m,crit}}$	$\lambda_{rel,m}$	0,32	-
		nedochází ke ztrátě stability		
součinitel příčné a torzní stability	1 $k_{crit} = 1,56 - 0,75\lambda_{rel,m}$ $1/\lambda_{rel,m}^2$	$(\lambda_{rel,m} \leq 0,75)$ $(0,75 < \lambda_{rel,m} \leq 1,4)$ $(1,4 < \lambda_{rel,m})$	k_{crit}	1,00 -
redukováná návrhová pevnost		$k_{crit} f_{m,d}$	12,31	MPa

9,19 $\sigma_{m,d} \leq k_{crit} f_{m,d}$ **12,31** **VYHOVUJE**
Průřez vyhovuje na ohyb se ztrátou stability!
dřevo třídy C20

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}	5,02	mm
		g_k	1,19	kN/m
průhyb od stálého zatížení	$w_{inst,1} = g_k \cdot u_{ref}$	$w_{inst,1}$	5,97	mm
		q_k	1,5	kN/m
průhyb od proměnného zatížení	$w_{inst,2} = q_k \cdot u_{ref}$	$w_{inst,2}$	7,53	mm
		13,50	$w_{inst} \leq l/300$	12,33 NEVYHOVUJE !

konečný průhyb od stálého a nahodilého zatížení

$w_{net,fin} = w_{1,inst}(1+k_{1,def}) + w_{2,inst}(1+\psi_{2,1}k_{2,def})$	$w_{net,fin}$	18,43	mm
---	---------------	-------	----

18,4 $w_{net,fin} \leq l/200$ **18,5** **VYHOVUJE**
Průřez vyhovuje na průhyb!
dřevo třídy C20

P6 Vaznice - Posouzení na ohyb, smyk a průhyb

rozpětí nosníku L 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	C20
ohyb	$f_{(m,k)}$ 20 MPa
smyk	$f_{(v,k)}$ 3,6 MPa
modul pružnosti	$E_{(0,mean)}$ 9500 MPa
	$E_{(0,05)}$ 6400 MPa

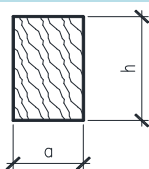
Návrhové hodnoty pevností pro rostlé dřevo:

$X_{m,d} = k_{mod} * X_{m,k} / \gamma_M$	$f_{(m,d)}$ 12,3 MPa
	$f_{(v,d)}$ 2,2 MPa

Vnitřní síly:

maximální ohybový moment	$M_{e,d}$ 8,16 kNm
maximální posouvající síla	V_d 4,10 kN

Průřez:



šířka	b 180 mm
výška	h 200 mm
plocha průřezu	A 36000 mm ²
průřezový modul	W_y 1200000 mm ³
moment setrvačnosti	I_y 120000000 mm ⁴

Posouzení na smyk

smykové napětí (pro obdelníkový průřez)	$T_{v,d} = 3V_d / (2A * k_{cr})$	$T_{v,d}$ 0,25 Mpa
součinitel výsušných trhlin		k_{cr} 0,67

0,25	$T_{v,d} \leq f_{v,d}$	2,2	VYHOVUJE
Průřez vyhovuje na smyk!		dřevo třídy	C20

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

normálová napětí za ohybu	$\sigma_{m,d} = M_d / W$	$\sigma_{m,d}$ 6,80 MPa
---------------------------	--------------------------	-------------------------

6,80	$\sigma_{m,d} \leq f_{m,d}$	12,3	VYHOVUJE
Průřez vyhovuje na ohyb!		dřevo třídy	C20

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	Smyk		
0,553	+	0,115	\leq 1
		0,668	\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	$\sigma_{m,crit} = (0,78 * b^2 * E_{0,05}) / (h * I_{ef})$	$\sigma_{m,crit}$ 386,94 MPa
(obdelníkový průřez, jehličnaté dřevo)		

poměrná štíhlost	$\lambda_{rel,m} = \sqrt{(f_{m,k}/\sigma_{m,crit})}$	$\lambda_{rel,m}$	0,23	-
nedochází ke ztrátě stability				
součinitel příčné a torzní stability	1 $k_{crit} = 1,56 - 0,75\lambda_{rel,m}$ $1/\lambda_{rel,m}^2$	$(\lambda_{rel,m} \leq 0,75)$ $(0,75 < \lambda_{rel,m} \leq 1,4)$ $(1,4 < \lambda_{rel,m})$	k_{crit}	1,00 -
redukovaná návrhová pevnost		$k_{crit} f_{m,d}$	12,31	MPa

6,80 $\sigma_{m,d} \leq k_{crit} f_{m,d}$ **12,31** **VYHOVUJE**
Průřez vyhovuje na ohyb se ztrátou stability!
dřevo třídy C20

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}	0,27	mm
		g_k	1,19	kN/m
průhyb od stálého zatížení	$w_{inst,1} = g_k \cdot u_{ref}$	$w_{inst,1}$	0,32	mm
		q_k	1,5	kN/m
průhyb od proměnného zatížení	$w_{inst,2} = q_k \cdot u_{ref}$	$w_{inst,2}$	0,40	mm
0,72		$w_{inst} \leq l/300$	7,33	VYHOVUJE

konečný průhyb od stálého a nahodilého zatížení	$w_{net,fin} = w_{1,inst}(1+k_{1,def}) + w_{2,inst}(1+\psi_{2,1}k_{2,def})$	$w_{net,fin}$	0,98	mm
1,0		$w_{net,fin} \leq l/200$	11,0	VYHOVUJE
Průřez vyhovuje na průhyb!				
dřevo třídy C20				

P7 Vazný trám - Posouzení na ohyb, smyk a průhyb

rozpětí nosníku L 8,80 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	C20
ohyb	$f_{(m,k)}$ 20 MPa
smyk	$f_{(v,k)}$ 3,6 MPa
modul pružnosti	$E_{(0,mean)}$ 9500 MPa
	$E_{(0,05)}$ 6400 MPa

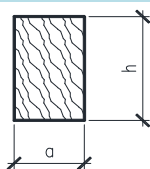
Návrhové hodnoty pevností pro rostlé dřevo:

$X_{m,d} = k_{mod} * X_{m,k} / \gamma_M$	$f_{(m,d)}$ 12,3 MPa
	$f_{(v,d)}$ 2,2 MPa

Vnitřní síly:

maximální ohybový moment	$M_{e,d}$ 3,18 kNm
maximální posouvající síla	V_d 2,80 kN

Průřez:



šířka	b 220 mm
výška	h 260 mm
plocha průřezu	A 57200 mm ²
průřezový modul	W_y 2478667 mm ³
moment setrvačnosti	I_y 322226667 mm ⁴

Posouzení na smyk

smykové napětí (pro obdelníkový průřez)	$T_{v,d} = 3V_d / (2A * k_{cr})$	$T_{v,d}$ 0,11 Mpa
součinitel výsušných trhlin		k_{cr} 0,67

0,11 $T_{v,d} \leq f_{v,d}$ 2,2 **VYHOVUJE**
Průřez vyhovuje na smyk! **dřevo třídy C20**

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

normálová napětí za ohybu	$\sigma_{m,d} = M_d / W$	$\sigma_{m,d}$ 1,28 MPa
---------------------------	--------------------------	-------------------------

1,28 $\sigma_{m,d} \leq f_{m,d}$ 12,3 **VYHOVUJE**
Průřez vyhovuje na ohyb! **dřevo třídy C20**

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	Smyk	
0,104	0,049	\leq 1
	0,154	\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	$\sigma_{m,crit} = (0,78 * b^2 * E_{0,05}) / (h * I_{ef})$	$\sigma_{m,crit}$ 111,16 MPa
(obdelníkový průřez, jehličnaté dřevo)		

poměrná štíhlost	$\lambda_{rel,m} = \sqrt{(f_{m,k}/\sigma_{m,crit})}$	$\lambda_{rel,m}$	0,42	-
		nedochází ke ztrátě stability		
součinitel příčné a torzní stability	1 $k_{crit} = 1,56 - 0,75\lambda_{rel,m}$ $1/\lambda_{rel,m}^2$ ($\lambda_{rel,m} \leq 0,75$) ($0,75 < \lambda_{rel,m} \leq 1,4$) ($1,4 < \lambda_{rel,m}$)	k_{crit}	1,00	-
redukovaná návrhová pevnost		$k_{crit} f_{m,d}$	12,31	MPa

1,28 $\sigma_{m,d} \leq k_{crit} f_{m,d}$ **12,31** **VYHOVUJE**
Průřez vyhovuje na ohyb se ztrátou stability!
dřevo třídy C20

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}	25,51	mm
		g_k	1,19	kN/m
průhyb od stálého zatížení	$w_{inst,1} = g_k \cdot u_{ref}$	$w_{inst,1}$	30,36	mm
		q_k	1,5	kN/m
průhyb od proměnného zatížení	$w_{inst,2} = q_k \cdot u_{ref}$	$w_{inst,2}$	38,26	mm
		68,62	$w_{inst} \leq l/300$	29,33 NEVYHOVUJE !

konečný průhyb od stálého a nahodilého zatížení

$w_{net,fin} = w_{1,inst}(1+k_{1,def}) + w_{2,inst}(1+\psi_{2,1}k_{2,def})$	$w_{net,fin}$	93,72	mm
---	---------------	-------	----

93,7 $w_{net,fin} \leq l/200$ **44,0** **NEVYHOVUJE !**
Průřez nevyhovuje na průhyb!
dřevo třídy C20

P8 Vzpěra - posouzení tlak

Statické schéma:



délka nosníku

Ly	3,20	m
Lz	3,20	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)

C20

tlak $f_{c,0,k}$ 19 MPa

modul pružnosti $E_{0,05}$ 6400 MPa

Návrhové hodnoty pevností pro rostlé dřevo:

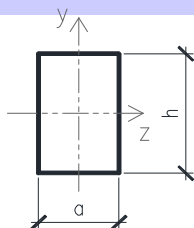
$X_{m,d} = k_{mod} * X_{m,k} / \gamma_M$ $f_{c,0,d}$ 11,7 MPa

Vnitřní síla

normálová síla

Ned 79 kN

Průřez:



šířka	b	140	mm
výška	h	180	mm
plocha průřezu	A	25200	mm ²
moment setrvačnosti	I_y	68040000	mm ⁴
	I_z	41160000	mm ⁴
	i_y	52,0	mm
	i_z	40,4	mm

Posouzení na vzpěr:

poměrná štíhlost (vybočení ve směru osy "z") $\lambda_y = l_y / i_y$ λ_y 61,6 -

poměrná štíhlost (vybočení ve směru osy "y") $\lambda_z = l_z / i_z$ λ_z 79,2 -

kritické napětí v tlaku (vypočteno pro rozhodující - maximální štíhlost)

$\sigma_{c,crit} = \pi^2 * E_{0,05} / \lambda_{max}^2$ $\sigma_{c,crit}$ 10,08 MPa

relativní štíhlost

$\lambda_{rel} = \sqrt{f_{c,0,k} / \sigma_{c,crit}}$ λ_{rel} 1,37 -

prvek posuzujeme na vzpěr

$k = 0,5 * [1 + \beta_c (\lambda_{rel} - 0,3) + \lambda_{rel}^2]$ k 1,53 -

součinitel vzpěru

$k_c = 1 / (k + \sqrt{k^2 - \lambda_{rel}^2})$ k_c 0,45 -

normálová napětí v tlaku

$\sigma_{c,0,d} = N_{Ed} / A$ $\sigma_{c,0,d}$ 3,13 MPa

3,13

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

5,30

VYHOVUJE

Průřez vyhovuje na vzpěr!
dřevo třídy C20

P9 Hambálek - posouzení tlak

Statické schéma:



délka nosníku

Ly	3,80	m
Lz	3,80	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)

C20

tlak $f_{c,0,k}$ 19 MPa

modul pružnosti $E_{0,05}$ 6400 MPa

Návrhové hodnoty pevností pro rostlé dřevo:

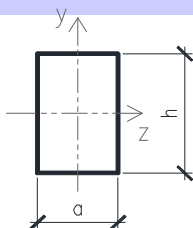
$X_{m,d} = k_{mod} * X_{m,k} / \gamma_M$ $f_{c,0,d}$ 11,7 MPa

Vnitřní síla

normálová síla

Ned 48 kN

Průřez:



šířka	b	160	mm
výška	h	160	mm
plocha průřezu	A	25600	mm ²
moment setrvačnosti	I_y	54613333,3	mm ⁴
	I_z	54613333,3	mm ⁴
	i_y	46,2	mm
	i_z	46,2	mm

Posouzení na vzpěr:

poměrná štíhlost (vybočení ve směru osy "z")

$$\lambda_y = l_y / i_y$$

λ_y 82,3 -

poměrná štíhlost (vybočení ve směru osy "y")

$$\lambda_z = l_z / i_z$$

λ_z 82,3 -

kritické napětí v tlaku (vypočteno pro rozhodující - maximální štíhlost)

$$\sigma_{c,crit} = \pi^2 * E_{0,05} / \lambda_{max}^2$$

$\sigma_{c,crit}$ 9,33 MPa

relativní štíhlost

$$\lambda_{rel} = \sqrt{f_{c,0,k} / \sigma_{c,crit}}$$

λ_{rel} 1,43 -

prvek posuzujeme na vzpěr

$$k = 0,5 * [1 + \beta_c (\lambda_{rel} - 0,3) + \lambda_{rel}^2]$$

k 1,61 -

součinitel vzpěru

$$k_c = 1 / (k + \sqrt{k^2 - \lambda_{rel}^2})$$

k_c 0,42 -

normálová napětí v tlaku

$$\sigma_{c,0,d} = N_{Ed} / A$$

$\sigma_{c,0,d}$ 1,88 MPa

1,88

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

4,96

VYHOVUJE

Průřez vyhovuje na vzpěr!
dřevo třídy C20

P10 Krok - Posouzení na ohyb, smyk a průhyb

rozpětí nosníku L 3,80 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	C20
ohyb	$f_{m,k}$ 20 MPa
smyk	$f_{v,k}$ 3,6 MPa
modul pružnosti	$E_{(0,mean)}$ 9500 MPa
	$E_{(0,05)}$ 6400 MPa

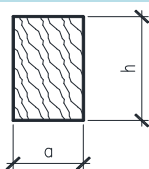
Návrhové hodnoty pevností pro rostlé dřevo:

$X_{m,d} = k_{mod} * X_{m,k} / \gamma_M$	$f_{m,d}$ 12,3 MPa
	$f_{v,d}$ 2,2 MPa

Vnitřní síly:

maximální ohybový moment	$M_{e,d}$ 3,56 kNm
maximální posouvající síla	V_d 1,80 kN

Průřez:



šířka	b 140 mm
výška	h 160 mm
plocha průřezu	A 22400 mm ²
průřezový modul	W_y 597333 mm ³
moment setrvačnosti	I_y 47786667 mm ⁴

Posouzení na smyk

smykové napětí (pro obdelníkový průřez)	$T_{v,d} = 3V_d / (2A * k_{cr})$	$T_{v,d}$ 0,18 Mpa
součinitel výsušných trhlin		k_{cr} 0,67

0,18	$T_{v,d} \leq f_{v,d}$	2,2	VYHOVUJE
Průřez vyhovuje na smyk!		dřevo třídy	C20

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

normálová napětí za ohybu	$\sigma_{m,d} = M_d / W$	$\sigma_{m,d}$ 5,96 MPa
---------------------------	--------------------------	-------------------------

5,96	$\sigma_{m,d} \leq f_{m,d}$	12,3	VYHOVUJE
Průřez vyhovuje na ohyb!		dřevo třídy	C20

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	Smyk		
0,484	+	0,081	\leq 1
		0,565	\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	$\sigma_{m,crit} = (0,78 * b^2 * E_{0,05}) / (h * I_{ef})$	$\sigma_{m,crit}$ 169,40 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 $k_{crit} = 1,56 - 0,75\lambda_{rel,m}$ $1/\lambda_{rel,m}^2$	$(\lambda_{rel,m} \leq 0,75)$ $(0,75 < \lambda_{rel,m} \leq 1,4)$ $(1,4 < \lambda_{rel,m})$	k_{crit}	1,00 -
redukovaná návrhová pevnost		$k_{crit} f_{m,d}$	12,31	MPa

5,96 $\sigma_{m,d} \leq k_{crit} f_{m,d}$ **12,31** **VYHOVUJE**
Průřez vyhovuje na ohyb se ztrátou stability!
dřevo třídy C20

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}	5,98	mm
		g_k	1,19	kN/m
průhyb od stálého zatížení	$w_{inst,1} = g_k \cdot u_{ref}$	$w_{inst,1}$	7,12	mm
		q_k	1,5	kN/m
průhyb od proměnného zatížení	$w_{inst,2} = q_k \cdot u_{ref}$	$w_{inst,2}$	8,97	mm
<hr/>				
	16,09	$w_{inst} \leq l/300$	12,67	NEVYHOVUJE !

konečný průhyb od stálého a nahodilého zatížení	$w_{net,fin} = w_{1,inst}(1+k_{1,def}) + w_{2,inst}(1+\psi_{2,1}k_{2,def})$	$w_{net,fin}$	21,97	mm
<hr/>				
	22,0	$w_{net,fin} \leq l/200$	19,0	NEVYHOVUJE !
Průřez nevyhovuje na průhyb!				
dřevo třídy C20				

P11 Vaznice - Posouzení na ohyb, smyk a průhyb

rozpětí nosníku L 2,00 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	C20
ohyb	$f_{(m,k)}$ 20 MPa
smyk	$f_{(v,k)}$ 3,6 MPa
modul pružnosti	$E_{(0,mean)}$ 9500 MPa
	$E_{(0,05)}$ 6400 MPa

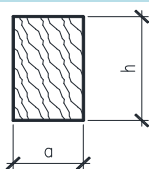
Návrhové hodnoty pevností pro rostlé dřevo:

$X_{m,d} = k_{mod} * X_{m,k} / \gamma_M$	$f_{(m,d)}$ 12,3 MPa
	$f_{(v,d)}$ 2,2 MPa

Vnitřní síly:

maximální ohybový moment	$M_{e,d}$ 7,35 kNm
maximální posouvající síla	V_d 4,31 kN

Průřez:



šířka	b 160 mm
výška	h 180 mm
plocha průřezu	A 28800 mm ²
průřezový modul	W_y 864000 mm ³
moment setrvačnosti	I_y 77760000 mm ⁴

Posouzení na smyk

smykové napětí (pro obdelníkový průřez)	$T_{v,d} = 3V_d / (2A * k_{cr})$	$T_{v,d}$ 0,34 Mpa
součinitel výsušných trhlin		k_{cr} 0,67

0,34	$T_{v,d} \leq f_{v,d}$	2,2	VYHOVUJE
Průřez vyhovuje na smyk!		dřevo třídy	C20

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

normálová napětí za ohybu	$\sigma_{m,d} = M_d / W$	$\sigma_{m,d}$ 8,51 MPa
---------------------------	--------------------------	-------------------------

8,51	$\sigma_{m,d} \leq f_{m,d}$	12,3	VYHOVUJE
Průřez vyhovuje na ohyb!		dřevo třídy	C20

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	Smyk		
0,691	+	0,151	\leq 1
		0,842	\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	$\sigma_{m,crit} = (0,78 * b^2 * E_{0,05}) / (h * I_{ef})$	$\sigma_{m,crit}$ 373,67 MPa
(obdelníkový průřez, jehličnaté dřevo)		

poměrná štíhlost	$\lambda_{rel,m} = \sqrt{(f_{m,k}/\sigma_{m,crit})}$	$\lambda_{rel,m}$	0,23	-
		nedochází ke ztrátě stability		
součinitel příčné a torzní stability	1 $k_{crit} = 1,56 - 0,75 \lambda_{rel,m}$ ($0,75 < \lambda_{rel,m} \leq 1,4$) $1/\lambda_{rel,m}^2$ ($1,4 < \lambda_{rel,m}$)	k_{crit}	1,00	-
redukováná návrhová pevnost		$k_{crit} f_{m,d}$	12,31	MPa

Posouzení na průhyb:

P12 Vazný trám - Posouzení na ohyb, smyk a průhyb

rozpětí nosníku L 8,90 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	C20
ohyb	$f_{(m,k)}$ 20 MPa
smyk	$f_{(v,k)}$ 3,6 MPa
modul pružnosti	$E_{(0,mean)}$ 9500 MPa
	$E_{(0,05)}$ 6400 MPa

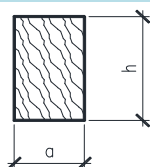
Návrhové hodnoty pevností pro rostlé dřevo:

$X_{m,d} = k_{mod} * X_{m,k} / \gamma_M$	$f_{(m,d)}$ 12,3 MPa
	$f_{(v,d)}$ 2,2 MPa

Vnitřní síly:

maximální ohybový moment	$M_{e,d}$ 3,56 kNm
maximální posouvající síla	V_d 2,80 kN

Průřez:



šířka	b	220 mm
výška	h	240 mm
plocha průřezu	A	52800 mm ²
průřezový modul	W_y	2112000 mm ³
moment setrvačnosti	I_y	253440000 mm ⁴

Posouzení na smyk

smykové napětí (pro obdelníkový průřez)	$T_{v,d} = 3V_d / (2A * k_{cr})$	$T_{v,d}$ 0,12 Mpa
součinitel výsušných trhlin		k_{cr} 0,67

0,12	$T_{v,d} \leq f_{v,d}$	2,2	VYHOVUJE
Průřez vyhovuje na smyk!		dřevo třídy	C20

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

normálová napětí za ohybu	$\sigma_{m,d} = M_d / W$	$\sigma_{m,d}$ 1,69 MPa
---------------------------	--------------------------	-------------------------

1,69	$\sigma_{m,d} \leq f_{m,d}$	12,3	VYHOVUJE
Průřez vyhovuje na ohyb!		dřevo třídy	C20

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	Smyk		
0,137	+	0,054	\leq 1
		0,191	\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	$\sigma_{m,crit} = (0,78 * b^{2*} E_{0,05}) / (h * I_{ef})$	$\sigma_{m,crit}$ 119,07 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 $k_{crit} = 1,56 - 0,75\lambda_{rel,m}$ $1/\lambda_{rel,m}^2$	$(\lambda_{rel,m} \leq 0,75)$ $(0,75 < \lambda_{rel,m} \leq 1,4)$ $(1,4 < \lambda_{rel,m})$	k_{crit}	1,00 -
redukovaná návrhová pevnost		$k_{crit} f_{m,d}$	12,31	MPa

1,69 $\sigma_{m,d} \leq k_{crit} f_{m,d}$ **12,31** **VYHOVUJE**
Průřez vyhovuje na ohyb se ztrátou stability!
dřevo třídy C20

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 $q_{ref}=1,0\text{kN/m}$	$w_{ref} = (5/384) \cdot (1^4)/EI$	w_{ref}	33,93	mm
		g_k	1,19	kN/m
průhyb od stálého zatížení	$w_{inst,1} = g_k \cdot u_{ref}$	$w_{inst,1}$	40,38	mm
		q_k	1,5	kN/m
průhyb od proměnného zatížení	$w_{inst,2} = q_k \cdot u_{ref}$	$w_{inst,2}$	50,90	mm
<hr/>				
	91,28	$w_{inst} \leq l/300$	29,67	NEVYHOVUJE !

konečný průhyb od stálého a nahodilého zatížení	$w_{net,fin} = w_{1,inst}(1+k_{1,def}) + w_{2,inst}(1+\psi_{2,1}k_{2,def})$	$w_{net,fin}$	124,66	mm
<hr/>				
	124,7	$w_{net,fin} \leq l/200$	44,5	NEVYHOVUJE !
Průřez nevyhovuje na průhyb!				
dřevo třídy C20				

P13 Vzpěra - posouzení tlak

Statické schéma:



délka nosníku

Ly	3,00	m
Lz	3,00	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)

C20

tlak $f_{c,0,k}$ 19 MPa

modul pružnosti $E_{0,05}$ 6400 MPa

Návrhové hodnoty pevností pro rostlé dřevo:

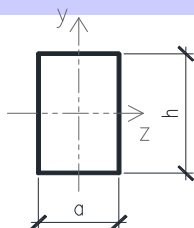
$X_{m,d} = k_{mod} * X_{m,k} / \gamma_M$ $f_{c,0,d}$ 11,7 MPa

Vnitřní síla

normálová síla

Ned 88,2 kN

Průřez:



šířka	b	140	mm
výška	h	140	mm
plocha průřezu	A	19600	mm ²
moment setrvačnosti	Iy	32013333,3	mm ⁴
	Iz	32013333,3	mm ⁴
	Iy	40,4	mm
	Iz	40,4	mm

Posouzení na vzpěr:

poměrná štíhlost (vybočení ve směru osy "z")

$$\lambda_y = l_y / i_y$$

λ_y 74,2 -

poměrná štíhlost (vybočení ve směru osy "y")

$$\lambda_z = l_z / i_z$$

λ_z 74,2 -

kritické napětí v tlaku (vypočteno pro rozhodující - maximální štíhlost)

$$\sigma_{c,crit} = \pi^2 * E_{0,05} / \lambda_{max}^2$$

$\sigma_{c,crit}$ 11,46 MPa

relativní štíhlost

$$\lambda_{rel} = \sqrt{f_{c,0,k} / \sigma_{c,crit}}$$

λ_{rel} 1,29 -

prvek posuzujeme na vzpěr

$$k = 0,5 * [1 + \beta_c (\lambda_{rel} - 0,3) + \lambda_{rel}^2]$$

k 1,41 -

součinitel vzpěru

$$k_c = 1 / (k + \sqrt{k^2 - \lambda_{rel}^2})$$

k_c 0,51 -

normálová napětí v tlaku

$$\sigma_{c,0,d} = N_{Ed} / A$$

$\sigma_{c,0,d}$ 4,50 MPa

4,50

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

5,92

VYHOVUJE

Průřez vyhovuje na vzpěr!
dřevo třídy C20

P14 Svislý sloupek - posouzení tlak

Statické schéma:



délka nosníku

Ly	1,20	m
Lz	1,20	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)

C20

tlak

$f_{c,0,k}$ 19 MPa

modul pružnosti

$E_{0,05}$ 6400 MPa

Návrhové hodnoty pevností pro rostlé dřevo:

$X_{m,d} = k_{mod} \cdot X_{m,k} / \gamma_M$

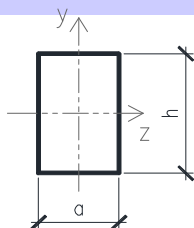
$f_{c,0,d}$ 11,7 MPa

Vnitřní síla

normálová síla

Ned 13,3 kN

Průřez:



šířka

b 170 mm

výška

h 190 mm

plocha průřezu

A 32300 mm²

moment setrvačnosti

I_y 97169166,7 mm⁴

I_z 77789166,7 mm⁴

i_y 54,8 mm

i_z 49,1 mm

Posouzení na vzpěr:

poměrná štíhlost (vybočení ve směru osy "z")

$\lambda_y = l_y / i_y$

λ_y 21,9 -

poměrná štíhlost (vybočení ve směru osy "y")

$\lambda_z = l_z / i_z$

λ_z 24,5 -

kritické napětí v tlaku (vypočteno pro rozhodující - maximální štíhlost)

$\sigma_{c,crit} = \pi^2 \cdot E_{0,05} / \lambda_{max}^2$

$\sigma_{c,crit}$ 105,64 MPa

relativní štíhlost

$\lambda_{rel} = \sqrt{f_{c,0,k} / \sigma_{c,crit}}$

λ_{rel} 0,42 -

$k = 0,5 \cdot [1 + \beta_c (\lambda_{rel} - 0,3) + \lambda_{rel}^2]$

k 0,58 -

součinitel vzpěru

$k_c = 1 / (k + \sqrt{k^2 - \lambda_{rel}^2})$

k_c 1,02 -

normálová napětí v tlaku

$\sigma_{c,0,d} = N_{Ed} / A$

$\sigma_{c,0,d}$ 0,41 MPa

0,41

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

11,91

vyhovuje

Průřez vyhovuje na vzpěr!
dřevo třídy C20

P15 Hambálek - posouzení tlak

Statické schéma:



délka nosníku

Ly	3,10	m
Lz	3,10	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 (C16, C22, C27)

C20

tlak $f_{c,0,k}$ 19 MPa

modul pružnosti $E_{0,05}$ 6400 MPa

Návrhové hodnoty pevností pro rostlé dřevo:

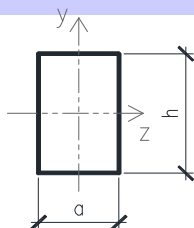
$X_{m,d} = k_{mod} * X_{m,k} / \gamma_M$ $f_{c,0,d}$ 11,7 MPa

Vnitřní síla

normálová síla

Ned 54,1 kN

Průřez:



šířka	b	160	mm
výška	h	160	mm
plocha průřezu	A	25600	mm ²
moment setrvačnosti	I_y	54613333,3	mm ⁴
	I_z	54613333,3	mm ⁴
	i_y	46,2	mm
	i_z	46,2	mm

Posouzení na vzpěr:

poměrná štíhlost (vybočení ve směru osy "z")

$$\lambda_y = l_y / i_y$$

λ_y 67,1 -

poměrná štíhlost (vybočení ve směru osy "y")

$$\lambda_z = l_z / i_z$$

λ_z 67,1 -

kritické napětí v tlaku (vypočteno pro rozhodující - maximální štíhlost)

$$\sigma_{c,crit} = \pi^2 * E_{0,05} / \lambda_{max}^2$$

$\sigma_{c,crit}$ 14,02 MPa

relativní štíhlost

$$\lambda_{rel} = \sqrt{f_{c,0,k} / \sigma_{c,crit}}$$

λ_{rel} 1,16 -

prvek posuzujeme na vzpěr

$$k = 0,5 * [1 + \beta_c (\lambda_{rel} - 0,3) + \lambda_{rel}^2]$$

k 1,24 -

součinitel vzpěru

$$k_c = 1 / (k + \sqrt{k^2 - \lambda_{rel}^2})$$

k_c 0,59 -

normálová napětí v tlaku

$$\sigma_{c,0,d} = N_{Ed} / A$$

$\sigma_{c,0,d}$ 2,11 MPa

2,11

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

6,95

VYHOVUJE

Průřez vyhovuje na vzpěr!
dřevo třídy C20

P16 Krok - Posouzení na ohyb, smyk a průhyb

rozpětí nosníku L 3,60 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	C20
ohyb	$f_{m,k}$ 20 MPa
smyk	$f_{v,k}$ 3,6 MPa
modul pružnosti	$E_{(0,mean)}$ 9500 MPa
	$E_{(0,05)}$ 6400 MPa

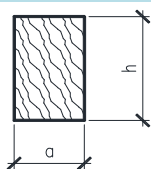
Návrhové hodnoty pevností pro rostlé dřevo:

$X_{m,d} = k_{mod} * X_{m,k} / \gamma_M$	$f_{m,d}$ 12,3 MPa
	$f_{v,d}$ 2,2 MPa

Vnitřní síly:

maximální ohybový moment	$M_{e,d}$ 3,83 kNm
maximální posouvající síla	V_d 1,40 kN

Průřez:



šířka	b 150 mm
výška	h 170 mm
plocha průřezu	A 25500 mm ²
průřezový modul	W_y 722500 mm ³
moment setrvačnosti	I_y 61412500 mm ⁴

Posouzení na smyk

smykové napětí (pro obdelníkový průřez)	$T_{v,d} = 3V_d / (2A * k_{cr})$	$T_{v,d}$ 0,12 Mpa
součinitel výsušných trhlin		k_{cr} 0,67

0,12	$T_{v,d} \leq f_{v,d}$	2,2	VYHOVUJE
Průřez vyhovuje na smyk!		dřevo třídy	C20

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

normálová napětí za ohybu	$\sigma_{m,d} = M_d / W$	$\sigma_{m,d}$ 5,30 MPa
---------------------------	--------------------------	-------------------------

5,30	$\sigma_{m,d} \leq f_{m,d}$	12,3	VYHOVUJE
Průřez vyhovuje na ohyb!		dřevo třídy	C20

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			
0,431	+	Smyk	
		0,055	
		\leq	1
	0,486	\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	$\sigma_{m,crit} = (0,78 * b^2 * E_{0,05}) / (h * I_{ef})$	$\sigma_{m,crit}$ 193,19 MPa
(obdelníkový průřez, jehličnaté dřevo)		

poměrná štíhlost	$\lambda_{rel,m} = \sqrt{f_{m,k}/\sigma_{m,crit}}$	$\lambda_{rel,m}$	0,32	-
nedochází ke ztrátě stability				
součinitel příčné a torzní stability	1 $k_{crit} = 1,56 - 0,75\lambda_{rel,m}$ $1/\lambda_{rel,m}^2$	$(\lambda_{rel,m} \leq 0,75)$ $(0,75 < \lambda_{rel,m} \leq 1,4)$ $(1,4 < \lambda_{rel,m})$	k_{crit}	1,00 -
redukovaná návrhová pevnost		$k_{crit} f_{m,d}$	12,31	MPa

5,30 $\sigma_{m,d} \leq k_{crit} f_{m,d}$ **12,31** **VYHOVUJE**
Průřez vyhovuje na ohyb se ztrátou stability!
dřevo třídy C20

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}	3,75	mm
		g_k	1,19	kN/m
průhyb od stálého zatížení	$w_{inst,1} = g_k \cdot u_{ref}$	$w_{inst,1}$	4,46	mm
		q_k	1,5	kN/m
průhyb od proměnného zatížení	$w_{inst,2} = q_k \cdot u_{ref}$	$w_{inst,2}$	5,62	mm
<hr/>				
	10,08	$w_{inst} \leq l/300$	12,00	VYHOVUJE

konečný průhyb od stálého a nahodilého zatížení	$w_{net,fin} = w_{1,inst}(1+k_{1,def}) + w_{2,inst}(1+\psi_{2,1}k_{2,def})$	$w_{net,fin}$	13,77	mm
<hr/>				
	13,8	$w_{net,fin} \leq l/200$	18,0	VYHOVUJE
Průřez vyhovuje na průhyb!				
dřevo třídy C20				

P17 Vaznice - Posouzení na ohyb, smyk a průhyb

rozpětí nosníku L 2,00 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	C20
ohyb	$f_{(m,k)}$ 20 MPa
smyk	$f_{(v,k)}$ 3,6 MPa
modul pružnosti	$E_{(0,mean)}$ 9500 MPa
	$E_{(0,05)}$ 6400 MPa

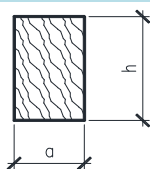
Návrhové hodnoty pevností pro rostlé dřevo:

$X_{m,d} = k_{mod} * X_{m,k} / \gamma_M$	$f_{(m,d)}$ 12,3 MPa
	$f_{(v,d)}$ 2,2 MPa

Vnitřní síly:

maximální ohybový moment	$M_{e,d}$ 4,00 kNm
maximální posouvající síla	V_d 6,20 kN

Průřez:



šířka	b 160 mm
výška	h 230 mm
plocha průřezu	A 36800 mm ²
průřezový modul	W_y 1410667 mm ³
moment setrvačnosti	I_y 162226667 mm ⁴

Posouzení na smyk

smykové napětí (pro obdelníkový průřez)	$T_{v,d} = 3V_d / (2A * k_{cr})$	$T_{v,d}$ 0,38 MPa
součinitel výsušných trhlin		k_{cr} 0,67

0,38	$T_{v,d} \leq f_{v,d}$	2,2	VYHOVUJE
Průřez vyhovuje na smyk!		dřevo třídy	C20

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

normálová napětí za ohybu	$\sigma_{m,d} = M_d / W$	$\sigma_{m,d}$ 2,84 MPa
---------------------------	--------------------------	-------------------------

2,84	$\sigma_{m,d} \leq f_{m,d}$	12,3	VYHOVUJE
Průřez vyhovuje na ohyb!		dřevo třídy	C20

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	Smyk		
0,230	0,170	\leq	1
	0,401	\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	$\sigma_{m,crit} = (0,78 * b^2 * E_{0,05}) / (h * I_{ef})$	$\sigma_{m,crit}$ 292,44 MPa
(obdelníkový průřez, jehličnaté dřevo)		

poměrná štíhlost	$\lambda_{rel,m} = \sqrt{f_{m,k}/\sigma_{m,crit}}$	$\lambda_{rel,m}$	0,26	-
nedochází ke ztrátě stability				
součinitel příčné a torzní stability	1 $k_{crit} = 1,56 - 0,75\lambda_{rel,m}$ $1/\lambda_{rel,m}^2$	$(\lambda_{rel,m} \leq 0,75)$ $(0,75 < \lambda_{rel,m} \leq 1,4)$ $(1,4 < \lambda_{rel,m})$	k_{crit}	1,00 -
redukovaná návrhová pevnost		$k_{crit} f_{m,d}$	12,31	MPa

2,84 $\sigma_{m,d} \leq k_{crit} f_{m,d}$ **12,31** **VYHOVUJE**
Průřez vyhovuje na ohyb se ztrátou stability!
dřevo třídy C20

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}	0,14	mm
		g_k	1,19	kN/m
průhyb od stálého zatížení	$w_{inst,1} = g_k \cdot u_{ref}$	$w_{inst,1}$	0,16	mm
		q_k	1,5	kN/m
průhyb od proměnného zatížení	$w_{inst,2} = q_k \cdot u_{ref}$	$w_{inst,2}$	0,20	mm
0,36		$w_{inst} \leq l/300$	6,67	VYHOVUJE

konečný průhyb od stálého a nahodilého zatížení	$w_{net,fin} = w_{1,inst}(1+k_{1,def}) + w_{2,inst}(1+\psi_{2,1}k_{2,def})$	$w_{net,fin}$	0,50	mm
0,5		$w_{net,fin} \leq l/200$	10,0	VYHOVUJE
Průřez vyhovuje na průhyb!				
dřevo třídy C20				

P18 Vazný trám - Posouzení na ohyb, smyk a průhyb

rozpětí nosníku L 5,10 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	C20
ohyb	$f_{(m,k)}$ 20 MPa
smyk	$f_{(v,k)}$ 3,6 MPa
modul pružnosti	$E_{(0,mean)}$ 9500 MPa
	$E_{(0,05)}$ 6400 MPa

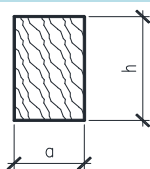
Návrhové hodnoty pevností pro rostlé dřevo:

$X_{m,d} = k_{mod} * X_{m,k} / \gamma_M$	$f_{(m,d)}$ 12,3 MPa
	$f_{(v,d)}$ 2,2 MPa

Vnitřní síly:

maximální ohybový moment	$M_{e,d}$ 4,82 kNm
maximální posouvající síla	V_d 3,73 kN

Průřez:



šířka	b 200 mm
výška	h 250 mm
plocha průřezu	A 50000 mm ²
průřezový modul	W_y 2083333 mm ³
moment setrvačnosti	I_y 260416667 mm ⁴

Posouzení na smyk

smykové napětí (pro obdelníkový průřez)	$T_{v,d} = 3V_d / (2A * k_{cr})$	$T_{v,d}$ 0,17 Mpa
součinitel výsušných trhlin		k_{cr} 0,67

0,17 $T_{v,d} \leq f_{v,d}$ 2,2 **VYHOVUJE**
Průřez vyhovuje na smyk! **dřevo třídy** **C20**

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

normálová napětí za ohybu	$\sigma_{m,d} = M_d / W$	$\sigma_{m,d}$ 2,31 MPa
---------------------------	--------------------------	-------------------------

2,31 $\sigma_{m,d} \leq f_{m,d}$ 12,3 **VYHOVUJE**
Průřez vyhovuje na ohyb! **dřevo třídy** **C20**

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	Smyk	
0,188	0,075	\leq 1
	0,263	\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	$\sigma_{m,crit} = (0,78 * b^2 * E_{0,05}) / (h * I_{ef})$	$\sigma_{m,crit}$ 164,85 MPa
(obdelníkový průřez, jehličnaté dřevo)		

poměrná štíhlost	$\lambda_{rel,m} = \sqrt{(f_{m,k}/\sigma_{m,crit})}$	$\lambda_{rel,m}$	0,35	-
nedochází ke ztrátě stability				
součinitel příčné a torzní stability	1 $k_{crit} = 1,56 - 0,75\lambda_{rel,m}$ $1/\lambda_{rel,m}^2$	$(\lambda_{rel,m} \leq 0,75)$ $(0,75 < \lambda_{rel,m} \leq 1,4)$ $(1,4 < \lambda_{rel,m})$	k_{crit}	1,00 -
redukovaná návrhová pevnost		$k_{crit} f_{m,d}$	12,31	MPa

2,31 $\sigma_{m,d} \leq k_{crit} f_{m,d}$ **12,31** **VYHOVUJE**
Průřez vyhovuje na ohyb se ztrátou stability!
dřevo třídy C20

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}	3,56	mm
		g_k	1,19	kN/m
průhyb od stálého zatížení	$w_{inst,1} = g_k \cdot u_{ref}$	$w_{inst,1}$	4,24	mm
		q_k	1,5	kN/m
průhyb od proměnného zatížení	$w_{inst,2} = q_k \cdot u_{ref}$	$w_{inst,2}$	5,34	mm
9,58		$w_{inst} \leq l/300$	17,00	VYHOVUJE

konečný průhyb od stálého a nahodilého zatížení	$w_{net,fin} = w_{1,inst}(1+k_{1,def}) + w_{2,inst}(1+\psi_{2,1}k_{2,def})$	$w_{net,fin}$	13,08	mm
13,1		$w_{net,fin} \leq l/200$	25,5	VYHOVUJE
Průřez vyhovuje na průhyb!				
dřevo třídy C20				

P19 Vzpěra - posouzení tlak

Statické schéma:



délka nosníku

Ly	3,10	m
Lz	3,10	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)

C20

tlak $f_{c,0,k}$ 19 MPa

modul pružnosti $E_{0,05}$ 6400 MPa

Návrhové hodnoty pevností pro rostlé dřevo:

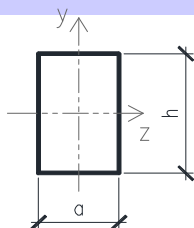
$X_{m,d} = k_{mod} * X_{m,k} / \gamma_M$ $f_{c,0,d}$ 11,7 MPa

Vnitřní síla

normálová síla

Ned 62,4 kN

Průřez:



šířka	b	180	mm
výška	h	170	mm
plocha průřezu	A	30600	mm ²
moment setrvačnosti	I_y	73695000	mm ⁴
	I_z	82620000	mm ⁴
	i_y	49,1	mm
	i_z	52,0	mm

Posouzení na vzpěr:

poměrná štíhlost (vybočení ve směru osy "z")

$$\lambda_y = l_y / i_y$$

λ_y 63,2 -

poměrná štíhlost (vybočení ve směru osy "y")

$$\lambda_z = l_z / i_z$$

λ_z 59,7 -

kritické napětí v tlaku (vypočteno pro rozhodující - maximální štíhlost)

$$\sigma_{c,crit} = \pi^2 * E_{0,05} / \lambda_{max}^2$$

$\sigma_{c,crit}$ 15,83 MPa

relativní štíhlost

$$\lambda_{rel} = \sqrt{f_{c,0,k} / \sigma_{c,crit}}$$

λ_{rel} 1,10 -

prvek posuzujeme na vzpěr

$$k = 0,5 * [1 + \beta_c (\lambda_{rel} - 0,3) + \lambda_{rel}^2]$$

k 1,16 -

součinitel vzpěru

$$k_c = 1 / (k + \sqrt{k^2 - \lambda_{rel}^2})$$

k_c 0,65 -

normálová napětí v tlaku

$$\sigma_{c,0,d} = N_{Ed} / A$$

$\sigma_{c,0,d}$ 2,04 MPa

2,04

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

7,59

VYHOVUJE

Průřez vyhovuje na vzpěr!
dřevo třídy C20

P20 Rozpěra - posouzení tlak

Statické schéma:



délka nosníku

Ly	3,80	m
Lz	3,80	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)

C20

tlak $f_{c,0,k}$ 19 MPa

modul pružnosti $E_{0,05}$ 6400 MPa

Návrhové hodnoty pevností pro rostlé dřevo:

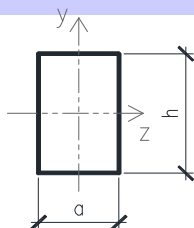
$X_{m,d} = k_{mod} * X_{m,k} / \gamma_M$ $f_{c,0,d}$ 11,7 MPa

Vnitřní síla

normálová síla

Ned 12,3 kN

Průřez:



šířka	b	160	mm
výška	h	160	mm
plocha průřezu	A	25600	mm ²
moment setrvačnosti	I_y	54613333,3	mm ⁴
	I_z	54613333,3	mm ⁴
	i_y	46,2	mm
	i_z	46,2	mm

Posouzení na vzpěr:

poměrná štíhlost (vybočení ve směru osy "z")

$$\lambda_y = l_y / i_y$$

λ_y 82,3 -

poměrná štíhlost (vybočení ve směru osy "y")

$$\lambda_z = l_z / i_z$$

λ_z 82,3 -

kritické napětí v tlaku (vypočteno pro rozhodující - maximální štíhlost)

$$\sigma_{c,crit} = \pi^2 * E_{0,05} / \lambda_{max}^2$$

$\sigma_{c,crit}$ 9,33 MPa

relativní štíhlost

$$\lambda_{rel} = \sqrt{f_{c,0,k} / \sigma_{c,crit}}$$

λ_{rel} 1,43 -

prvek posuzujeme na vzpěr

$$k = 0,5 * [1 + \beta_c (\lambda_{rel} - 0,3) + \lambda_{rel}^2]$$

k 1,61 -

součinitel vzpěru

$$k_c = 1 / (k + \sqrt{k^2 - \lambda_{rel}^2})$$

k_c 0,42 -

normálová napětí v tlaku

$$\sigma_{c,0,d} = N_{Ed} / A$$

$\sigma_{c,0,d}$ 0,48 MPa

0,48

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

4,96

VYHOVUJE

Průřez vyhovuje na vzpěr!
dřevo třídy C20

P21 Horní hambálek - posouzení tlak

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)

C20

tlak $f_{c,0,k}$ 19 MPa

modul pružnosti $E_{0,05}$ 6400 MPa

Návrhové hodnoty pevností pro rostlé dřevo:

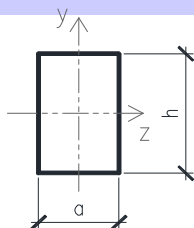
$X_{m,d} = k_{mod} * X_{m,k} / \gamma_M$ $f_{c,0,d}$ 11,7 MPa

Vnitřní síla

normálová síla

Ned 4,5 kN

Průřez:



šířka	b	140	mm
výška	h	140	mm
plocha průřezu	A	19600	mm ²
moment setrvačnosti	I_y	3201333,3	mm ⁴
	I_z	3201333,3	mm ⁴
	i_y	40,4	mm
	i_z	40,4	mm

Posouzení na vzpěr:

poměrná štíhlost (vybočení ve směru osy "z")

$$\lambda_y = l_y / i_y$$

λ_y 54,4 -

poměrná štíhlost (vybočení ve směru osy "y")

$$\lambda_z = l_z / i_z$$

λ_z 54,4 -

kritické napětí v tlaku (vypočteno pro rozhodující - maximální štíhlost)

$$\sigma_{c,crit} = \pi^2 * E_{0,05} / \lambda_{max}^2$$

$\sigma_{c,crit}$ 21,32 MPa

relativní štíhlost

$$\lambda_{rel} = \sqrt{f_{c,0,k} / \sigma_{c,crit}}$$

λ_{rel} 0,94 -

prvek posuzujeme na vzpěr

$$k = 0,5 * [1 + \beta_c (\lambda_{rel} - 0,3) + \lambda_{rel}^2]$$

k 0,99 -

součinitel vzpěru

$$k_c = 1 / (k + \sqrt{k^2 - \lambda_{rel}^2})$$

k_c 0,78 -

normálová napětí v tlaku

$$\sigma_{c,0,d} = N_{Ed} / A$$

$\sigma_{c,0,d}$ 0,23 MPa

0,23

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

9,08

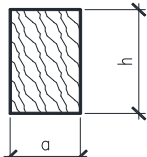
vyhovuje

Průřez vyhovuje na vzpěr!
dřevo třídy C20

P22 Krok - Posouzení na ohyb, smyk a průhyb

rozpětí nosníku	L	3,40	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	C20
ohyb	$f_{(m,k)}$	20	MPa
smyk	$f_{(v,k)}$	3,6	MPa
modul pružnosti	$E_{(0,mean)}$	9500	MPa
	$E_{(0,05)}$	6400	MPa
Návrhové hodnoty pevností pro rostlé dřevo:			
$X_{m,d} = k_{mod} * X_{m,k} / \gamma_M$	$f_{(m,d)}$	12,3	MPa
	$f_{(v,d)}$	2,2	MPa

Vnitřní síly:			
maximální ohybový moment	$M_{e,d}$	3,87	kNm
maximální posouvající síla	V_d	4,74	kN

Průřez:			
	šířka	b	160 mm
	výška	h	180 mm
	plocha průřezu	A	28800 mm ²
	průřezový modul	W_y	864000 mm ³
	moment setrvačnosti	I_y	77760000 mm ⁴

Posouzení na smyk

smykové napětí (pro obdelníkový průřez)	$T_{v,d} = 3V_d / (2A * k_{cr})$	$T_{v,d}$	0,37	MPa
součinitel výsušných trhlin		k_{cr}	0,67	

0,37	$T_{v,d} \leq f_{v,d}$	2,2	VYHOVUJE
Průřez vyhovuje na smyk!		dřevo třídy	C20

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

normálová napětí za ohybu	$\sigma_{m,d} = M_d / W$	$\sigma_{m,d}$	4,48	MPa
4,48	$\sigma_{m,d} \leq f_{m,d}$	12,3	VYHOVUJE	
Průřez vyhovuje na ohyb!		dřevo třídy	C20	

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			
0,364	+	Smyk	
		0,166	
		\leq	1
	0,530	\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	$\sigma_{m,crit} = (0,78 * b^2 * E_{0,05}) / (h * I_{ef})$	$\sigma_{m,crit}$	219,81	MPa
(obdelníkový průřez, jehličnaté dřevo)				

poměrná štíhlost	$\lambda_{rel,m} = \sqrt{f_{m,k}/\sigma_{m,crit}}$	$\lambda_{rel,m}$	0,30	-
		nedochází ke ztrátě stability		
součinitel příčné a torzní stability	1 $k_{crit} = 1,56 - 0,75\lambda_{rel,m}$ $1/\lambda_{rel,m}^2$	$(\lambda_{rel,m} \leq 0,75)$ $(0,75 < \lambda_{rel,m} \leq 1,4)$ $(1,4 < \lambda_{rel,m})$	k_{crit}	1,00 -
redukovaná návrhová pevnost		$k_{crit} f_{m,d}$	12,31	MPa

4,48 $\sigma_{m,d} \leq k_{crit} f_{m,d}$ **12,31** **VYHOVUJE**
Průřez vyhovuje na ohyb se ztrátou stability!
dřevo třídy C20

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}	2,36	mm
		g_k	1,19	kN/m
průhyb od stálého zatížení	$w_{inst,1} = g_k \cdot u_{ref}$	$w_{inst,1}$	2,80	mm
		q_k	1,5	kN/m
průhyb od proměnného zatížení	$w_{inst,2} = q_k \cdot u_{ref}$	$w_{inst,2}$	3,53	mm
		6,34	$w_{inst} \leq l/300$	11,33 VYHOVUJE

konečný průhyb od stálého a nahodilého zatížení

$w_{net,fin} = w_{1,inst}(1+k_{1,def}) + w_{2,inst}(1+\psi_{2,1}k_{2,def})$	$w_{net,fin}$	8,65	mm
---	---------------	------	----

8,7 $w_{net,fin} \leq l/200$ **17,0** **VYHOVUJE**
Průřez vyhovuje na průhyb!
dřevo třídy C20

P23 Vaznice - Posouzení na ohyb, smyk a průhyb

rozpětí nosníku L 2,30 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	C20
ohyb	$f_{(m,k)}$ 20 MPa
smyk	$f_{(v,k)}$ 3,6 MPa
modul pružnosti	$E_{(0,mean)}$ 9500 MPa
	$E_{(0,05)}$ 6400 MPa

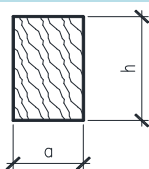
Návrhové hodnoty pevností pro rostlé dřevo:

$X_{m,d} = k_{mod} * X_{m,k} / \gamma_M$	$f_{(m,d)}$ 12,3 MPa
	$f_{(v,d)}$ 2,2 MPa

Vnitřní síly:

maximální ohybový moment	$M_{e,d}$ 0,80 kNm
maximální posouvající síla	V_d 0,90 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)	$T_{v,d} = 3V_d / (2A * k_{cr})$	$T_{v,d}$ 0,04 Mpa
součinitel výsušných trhlin		k_{cr} 0,67

0,04	$T_{v,d} \leq f_{v,d}$	2,2	VYHOVUJE
Průřez vyhovuje na smyk!		dřevo třídy	C20

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

normálová napětí za ohybu	$\sigma_{m,d} = M_d / W$	$\sigma_{m,d}$ 0,36 MPa
---------------------------	--------------------------	-------------------------

0,36	$\sigma_{m,d} \leq f_{m,d}$	12,3	VYHOVUJE
Průřez vyhovuje na ohyb!		dřevo třídy	C20

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	Smyk		
0,029	+	0,017	\leq 1
		0,046	\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	$\sigma_{m,crit} = (0,78 * b^2 * E_{0,05}) / (h * I_{ef})$	$\sigma_{m,crit}$ 351,49 MPa
(obdelníkový průřez, jehličnaté dřevo)		

poměrná štíhlost	$\lambda_{rel,m} = \sqrt{(f_{m,k}/\sigma_{m,crit})}$	$\lambda_{rel,m}$	0,24	-
		nedochází ke ztrátě stability		
součinitel příčné a torzní stability	1 $k_{crit} = 1,56 - 0,75\lambda_{rel,m}$ $1/\lambda_{rel,m}^2$	$(\lambda_{rel,m} \leq 0,75)$ $(0,75 < \lambda_{rel,m} \leq 1,4)$ $(1,4 < \lambda_{rel,m})$	k_{crit}	1,00 -
redukovaná návrhová pevnost		$k_{crit} f_{m,d}$	12,31	MPa

0,36 $\sigma_{m,d} \leq k_{crit} f_{m,d}$ **12,31** **VYHOVUJE**
Průřez vyhovuje na ohyb se ztrátou stability!
dřevo třídy C20

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}	0,13	mm
		g_k	1,19	kN/m
průhyb od stálého zatížení	$w_{inst,1} = g_k \cdot u_{ref}$	$w_{inst,1}$	0,16	mm
		q_k	1,5	kN/m
průhyb od proměnného zatížení	$w_{inst,2} = q_k \cdot u_{ref}$	$w_{inst,2}$	0,20	mm
		0,35	$w_{inst} \leq l/300$	7,67 VYHOVUJE

konečný průhyb od stálého a nahodilého zatížení	$w_{net,fin} = w_{1,inst}(1+k_{1,def}) + w_{2,inst}(1+\psi_{2,1}k_{2,def})$	$w_{net,fin}$	0,48	mm
		0,5	$w_{net,fin} \leq l/200$	11,5 VYHOVUJE
	Průřez vyhovuje na průhyb!			
	dřevo třídy C20			

P24 Vazný trám - Posouzení na ohyb, smyk a průhyb

rozpětí nosníku L 4,90 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	C20
ohyb	$f_{(m,k)}$ 20 MPa
smyk	$f_{(v,k)}$ 3,6 MPa
modul pružnosti	$E_{(0,mean)}$ 9500 MPa
	$E_{(0,05)}$ 6400 MPa

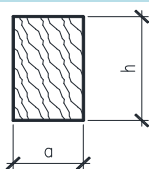
Návrhové hodnoty pevností pro rostlé dřevo:

$X_{m,d} = k_{mod} * X_{m,k} / \gamma_M$	$f_{(m,d)}$ 12,3 MPa
	$f_{(v,d)}$ 2,2 MPa

Vnitřní síly:

maximální ohybový moment	$M_{e,d}$ 11,20 kNm
maximální posouvající síla	V_d 1,80 kN

Průřez:



šířka	b 220 mm
výška	h 280 mm
plocha průřezu	A 61600 mm ²
průřezový modul	W_y 2874667 mm ³
moment setrvačnosti	I_y 402453333 mm ⁴

Posouzení na smyk

smykové napětí (pro obdelníkový průřez)	$T_{v,d} = 3V_d / (2A * k_{cr})$	$T_{v,d}$ 0,07 MPa
součinitel výsušných trhlin		k_{cr} 0,67

0,07	$T_{v,d} \leq f_{v,d}$	2,2	VYHOVUJE
Průřez vyhovuje na smyk!		dřevo třídy	C20

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

normálová napětí za ohybu	$\sigma_{m,d} = M_d / W$	$\sigma_{m,d}$ 3,90 MPa
---------------------------	--------------------------	-------------------------

3,90	$\sigma_{m,d} \leq f_{m,d}$	12,3	VYHOVUJE
Průřez vyhovuje na ohyb!		dřevo třídy	C20

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			
0,317	+	Smyk	
		0,030	
		\leq	1
	0,346	\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	$\sigma_{m,crit} = (0,78 * b^2 * E_{0,05}) / (h * I_{ef})$	$\sigma_{m,crit}$ 185,37 MPa
(obdelníkový průřez, jehličnaté dřevo)		

poměrná štíhlost	$\lambda_{rel,m} = \sqrt{(f_{m,k}/\sigma_{m,crit})}$	$\lambda_{rel,m}$	0,33	-
součinitel příčné a torzní stability	1 $k_{crit} = 1,56 - 0,75 \lambda_{rel,m}$ $1/\lambda_{rel,m}^2$	$(\lambda_{rel,m} \leq 0,75)$ $(0,75 < \lambda_{rel,m} \leq 1,4)$ $(1,4 < \lambda_{rel,m})$	k_{crit}	1,00
redukováná návrhová pevnost			$k_{crit} f_{m,d}$	12,31 MPa

3,90	$\sigma_{m,d} \leq k_{crit} f_{m,d}$	12,31	VYHOVUJE
Průřez vyhovuje na ohyb se ztrátou stability!			
dřevo třídy C20			

Posouzení na průhyb:

konečný průhyb od stálého a nahodilého zatížení			
$w_{net,fin} = w_{1,inst}(1+k_{1,def}) + w_{2,inst}(1+\psi_{2,1}k_{2,def})$	$w_{net,fin}$	7,21	mm
7,2	$w_{net,fin} \leq l/200$	24,5	VYHOVUJE
Průřez vyhovuje na průhyb!			
dřevo třídy C20			

**Průřez vyhovuje na průhyb!
dřevo třídy C20**

P25 Šikmá vzpěra - posouzení tlak

Statické schéma:



délka nosníku

Ly	3,00	m
Lz	3,00	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)

C20

tlak $f_{c,0,k}$ 19 MPa

modul pružnosti $E_{0,05}$ 6400 MPa

Návrhové hodnoty pevností pro rostlé dřevo:

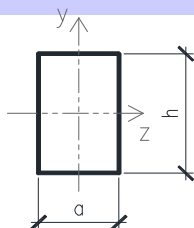
$X_{m,d} = k_{mod} * X_{m,k} / \gamma_M$ $f_{c,0,d}$ 11,7 MPa

Vnitřní síla

normálová síla

Ned 27,7 kN

Průřez:



šířka	b	180	mm
výška	h	330	mm
plocha průřezu	A	59400	mm ²
moment setrvačnosti	I_y	539055000	mm ⁴
	I_z	160380000	mm ⁴
	i_y	95,3	mm
	i_z	52,0	mm

Posouzení na vzpěr:

poměrná štíhlost (vybočení ve směru osy "z")

$$\lambda_y = l_y / i_y$$

λ_y 31,5 -

poměrná štíhlost (vybočení ve směru osy "y")

$$\lambda_z = l_z / i_z$$

λ_z 57,7 -

kritické napětí v tlaku (vypočteno pro rozhodující - maximální štíhlost)

$$\sigma_{c,crit} = \pi^2 * E_{0,05} / \lambda_{max}^2$$

$\sigma_{c,crit}$ 18,95 MPa

relativní štíhlost

$$\lambda_{rel} = \sqrt{f_{c,0,k} / \sigma_{c,crit}}$$

λ_{rel} 1,00 -

prvek posuzujeme na vzpěr

$$k = 0,5 * [1 + \beta_c (\lambda_{rel} - 0,3) + \lambda_{rel}^2]$$

k 1,05 -

součinitel vzpěru

$$k_c = 1 / (k + \sqrt{k^2 - \lambda_{rel}^2})$$

k_c 0,73 -

normálová napětí v tlaku

$$\sigma_{c,0,d} = N_{Ed} / A$$

$\sigma_{c,0,d}$ 0,47 MPa

0,47

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

8,52

VYHOVUJE

Průřez vyhovuje na vzpěr!
dřevo třídy C20

P26 Rozpěra - posouzení tlak

Statické schéma:



délka nosníku

Ly	3,60	m
Lz	3,60	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)

C20

tlak $f_{c,0,k}$ 19 MPa

modul pružnosti $E_{0,05}$ 6400 MPa

Návrhové hodnoty pevností pro rostlé dřevo:

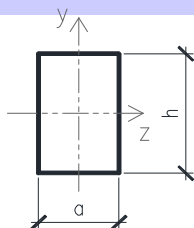
$X_{m,d} = k_{mod} * X_{m,k} / \gamma_M$ $f_{c,0,d}$ 11,7 MPa

Vnitřní síla

normálová síla

Ned 12,3 kN

Průřez:



šířka	b	180	mm
výška	h	240	mm
plocha průřezu	A	43200	mm ²
moment setrvačnosti	I_y	207360000	mm ⁴
	I_z	116640000	mm ⁴
	i_y	69,3	mm
	i_z	52,0	mm

Posouzení na vzpěr:

poměrná štíhlost (vybočení ve směru osy "z")

$$\lambda_y = l_y / i_y$$

λ_y 52,0 -

poměrná štíhlost (vybočení ve směru osy "y")

$$\lambda_z = l_z / i_z$$

λ_z 69,3 -

kritické napětí v tlaku (vypočteno pro rozhodující - maximální štíhlost)

$$\sigma_{c,crit} = \pi^2 * E_{0,05} / \lambda_{max}^2$$

$\sigma_{c,crit}$ 13,16 MPa

relativní štíhlost

$$\lambda_{rel} = \sqrt{f_{c,0,k} / \sigma_{c,crit}}$$

λ_{rel} 1,20 -

prvek posuzujeme na vzpěr

$$k = 0,5 * [1 + \beta_c (\lambda_{rel} - 0,3) + \lambda_{rel}^2]$$

k 1,29 -

součinitel vzpěru

$$k_c = 1 / (k + \sqrt{k^2 - \lambda_{rel}^2})$$

k_c 0,57 -

normálová napětí v tlaku

$$\sigma_{c,0,d} = N_{Ed} / A$$

$\sigma_{c,0,d}$ 0,28 MPa

0,28

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

6,62

VYHOVUJE

Průřez vyhovuje na vzpěr!
dřevo třídy C20

P27 Hambálek - posouzení tlak

Statické schéma:



délka nosníku

Ly	3,80	m
Lz	3,80	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)

C20

tlak $f_{c,0,k}$ 19 MPa

modul pružnosti $E_{(0,05)}$ 6400 MPa

Návrhové hodnoty pevností pro rostlé dřevo:

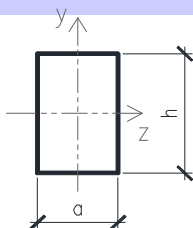
$X_{m,d} = k_{mod} * X_{m,k} / \gamma_M$ $f_{c,0,d}$ 11,7 MPa

Vnitřní síla

normálová síla

Ned 15,6 kN

Průřez:



šířka	b	150	mm
výška	h	180	mm
plocha průřezu	A	27000	mm ²
moment setrvačnosti	I_y	72900000	mm ⁴
	I_z	50625000	mm ⁴
	i_y	52,0	mm
	i_z	43,3	mm

Posouzení na vzpěr:

poměrná štíhlost (vybočení ve směru osy "z")

$$\lambda_y = l_y / i_y$$

λ_y 73,1 -

poměrná štíhlost (vybočení ve směru osy "y")

$$\lambda_z = l_z / i_z$$

λ_z 87,8 -

kritické napětí v tlaku (vypočteno pro rozhodující - maximální štíhlost)

$$\sigma_{c,crit} = \pi^2 * E_{0,05} / \lambda_{max}^2$$

$\sigma_{c,crit}$ 8,20 MPa

relativní štíhlost

$$\lambda_{rel} = \sqrt{f_{c,0,k} / \sigma_{c,crit}}$$

λ_{rel} 1,52 -

prvek posuzujeme na vzpěr

$$k = 0,5 * [1 + \beta_c (\lambda_{rel} - 0,3) + \lambda_{rel}^2]$$

k 1,76 -

součinitel vzpěru

$$k_c = 1 / (k + \sqrt{k^2 - \lambda_{rel}^2})$$

k_c 0,38 -

normálová napětí v tlaku

$$\sigma_{c,0,d} = N_{Ed} / A$$

$\sigma_{c,0,d}$ 0,58 MPa

0,58

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

4,42

VYHOVUJE

Průřez vyhovuje na vzpěr!
dřevo třídy C20

P28 Krok - Posouzení na ohyb, smyk a průhyb

rozpětí nosníku L 3,30 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	C20
ohyb	$f_{m,k}$ 20 MPa
smyk	$f_{v,k}$ 3,6 MPa
modul pružnosti	$E_{(0,mean)}$ 9500 MPa
	$E_{(0,05)}$ 6400 MPa

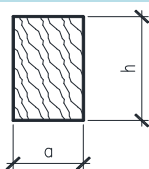
Návrhové hodnoty pevností pro rostlé dřevo:

$X_{m,d} = k_{mod} * X_{m,k} / \gamma_M$	$f_{m,d}$ 12,3 MPa
	$f_{v,d}$ 2,2 MPa

Vnitřní síly:

maximální ohybový moment	$M_{e,d}$ 2,45 kNm
maximální posouvající síla	V_d 3,87 kN

Průřez:



šířka	b 140 mm
výška	h 170 mm
plocha průřezu	A 23800 mm ²
průřezový modul	W_y 674333 mm ³
moment setrvačnosti	I_y 57318333 mm ⁴

Posouzení na smyk

smykové napětí (pro obdelníkový průřez)	$T_{v,d} = 3V_d / (2A * k_{cr})$	$T_{v,d}$ 0,36 Mpa
součinitel výsušných trhlin		k_{cr} 0,67

0,36	$T_{v,d} \leq f_{v,d}$	2,2	VYHOVUJE
Průřez vyhovuje na smyk!		dřevo třídy	C20

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

normálová napětí za ohybu	$\sigma_{m,d} = M_d / W$	$\sigma_{m,d}$ 3,63 MPa
---------------------------	--------------------------	-------------------------

3,63	$\sigma_{m,d} \leq f_{m,d}$	12,3	VYHOVUJE
Průřez vyhovuje na ohyb!		dřevo třídy	C20

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	Smyk		
0,295	+	0,164	\leq 1
		0,460	\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	$\sigma_{m,crit} = (0,78 * b^2 * E_{0,05}) / (h * I_{ef})$	$\sigma_{m,crit}$ 183,59 MPa
(obdelníkový průřez, jehličnaté dřevo)		

poměrná štíhlost	$\lambda_{rel,m} = \sqrt{(f_{m,k}/\sigma_{m,crit})}$	$\lambda_{rel,m}$	0,33	-
nedochází ke ztrátě stability				
součinitel příčné a torzní stability	1 $k_{crit} = 1,56 - 0,75\lambda_{rel,m}$ $1/\lambda_{rel,m}^2$	$(\lambda_{rel,m} \leq 0,75)$ $(0,75 < \lambda_{rel,m} \leq 1,4)$ $(1,4 < \lambda_{rel,m})$	k_{crit}	1,00 -
redukováná návrhová pevnost		$k_{crit} f_{m,d}$	12,31	MPa

3,63 $\sigma_{m,d} \leq k_{crit} f_{m,d}$ **12,31** **VYHOVUJE**
Průřez vyhovuje na ohyb se ztrátou stability!
dřevo třídy C20

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}	2,84	mm
		g_k	1,19	kN/m
průhyb od stálého zatížení	$w_{inst,1} = g_k \cdot u_{ref}$	$w_{inst,1}$	3,37	mm
		q_k	1,5	kN/m
průhyb od proměnného zatížení	$w_{inst,2} = q_k \cdot u_{ref}$	$w_{inst,2}$	4,25	mm
<hr/>				
	7,63	$w_{inst} \leq l/300$	11,00	VYHOVUJE

konečný průhyb od stálého a nahodilého zatížení	$w_{net,fin} = w_{1,inst}(1+k_{1,def}) + w_{2,inst}(1+\psi_{2,1}k_{2,def})$	$w_{net,fin}$	10,42	mm
<hr/>				
	10,4	$w_{net,fin} \leq l/200$	16,5	VYHOVUJE
Průřez vyhovuje na průhyb!				
dřevo třídy C20				

P29 Vaznice - Posouzení na ohyb, smyk a průhyb

rozpětí nosníku L 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	C20
ohyb	$f_{(m,k)}$ 20 MPa
smyk	$f_{(v,k)}$ 3,6 MPa
modul pružnosti	$E_{(0,mean)}$ 9500 MPa
	$E_{(0,05)}$ 6400 MPa

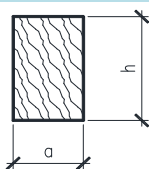
Návrhové hodnoty pevností pro rostlé dřevo:

$X_{m,d} = k_{mod} * X_{m,k} / \gamma_M$	$f_{(m,d)}$ 12,3 MPa
	$f_{(v,d)}$ 2,2 MPa

Vnitřní síly:

maximální ohybový moment	$M_{e,d}$ 0,70 kNm
maximální posouvající síla	V_d 0,80 kN

Průřez:



šířka	b	200 mm
výška	h	220 mm
plocha průřezu	A	44000 mm ²
průřezový modul	W_y	1613333 mm ³
moment setrvačnosti	I_y	177466667 mm ⁴

Posouzení na smyk

smykové napětí (pro obdelníkový průřez)	$T_{v,d} = 3V_d / (2A * k_{cr})$	$T_{v,d}$ 0,04 Mpa
součinitel výsušných trhlin		k_{cr} 0,67

0,04	$T_{v,d} \leq f_{v,d}$	2,2	VYHOVUJE
Průřez vyhovuje na smyk!		dřevo třídy	C20

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

normálová napětí za ohybu	$\sigma_{m,d} = M_d / W$	$\sigma_{m,d}$ 0,43 MPa
---------------------------	--------------------------	-------------------------

0,43	$\sigma_{m,d} \leq f_{m,d}$	12,3	VYHOVUJE
Průřez vyhovuje na ohyb!		dřevo třídy	C20

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	Smyk		
0,035	+	0,018	\leq 1
		0,054	\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	$\sigma_{m,crit} = (0,78 * b^2 * E_{0,05}) / (h * I_{ef})$	$\sigma_{m,crit}$ 434,28 MPa
(obdelníkový průřez, jehličnaté dřevo)		

poměrná štíhlost	$\lambda_{rel,m} = \sqrt{(f_{m,k}/\sigma_{m,crit})}$	$\lambda_{rel,m}$	0,21	-
		nedochází ke ztrátě stability		
součinitel příčné a torzní stability	1 $k_{crit} = 1,56 - 0,75\lambda_{rel,m}$ $1/\lambda_{rel,m}^2$	$(\lambda_{rel,m} \leq 0,75)$ $(0,75 < \lambda_{rel,m} \leq 1,4)$ $(1,4 < \lambda_{rel,m})$	k_{crit}	1,00 -
redukovaná návrhová pevnost		$k_{crit} f_{m,d}$	12,31	MPa

0,43 $\sigma_{m,d} \leq k_{crit} f_{m,d}$ **12,31** **VYHOVUJE**
Průřez vyhovuje na ohyb se ztrátou stability!
dřevo třídy C20

Posouzení na průhyb:

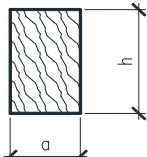
součinitel zvětšení deformace v čase (dotvarování a vlhkost)		k_{1def}	0,6	-
		k_{2def}	0,6	-
součinitel pro kvazistálou hodnotu proměnného zatížení		$\psi_{2,1}$	0,3	-
průhyb od jednotkového rovnoměrného zatížení $q_{ref}=1,0\text{kN/m}$	$w_{ref} = (5/384) \cdot (1 \cdot l^4) / EI$	w_{ref}	0,18	mm
		g_k	1,19	kN/m
průhyb od stálého zatížení	$w_{inst,1} = g_k \cdot u_{ref}$	$w_{inst,1}$	0,22	mm
		q_k	1,5	kN/m
průhyb od proměnného zatížení	$w_{inst,2} = q_k \cdot u_{ref}$	$w_{inst,2}$	0,27	mm
		0,49	$w_{inst} \leq l/300$	7,33 VYHOVUJE

konečný průhyb od stálého a nahodilého zatížení	$w_{net,fin} = w_{1,inst}(1+k_{1,def}) + w_{2,inst}(1+\psi_{2,1}k_{2,def})$	$w_{net,fin}$	0,66	mm
		0,7	$w_{net,fin} \leq l/200$	11,0 VYHOVUJE
	Průřez vyhovuje na průhyb!			
	dřevo třídy C20			

P30 Vazný trám - Posouzení na ohyb, smyk a průhyb

rozpětí nosníku	L	9,30	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	C20
ohyb	$f_{(m,k)}$	20	MPa
smyk	$f_{(v,k)}$	3,6	MPa
modul pružnosti	$E_{(0,mean)}$	9500	MPa
	$E_{(0,05)}$	6400	MPa
Návrhové hodnoty pevností pro rostlé dřevo:			
$X_{m,d} = k_{mod} * X_{m,k} / \gamma_M$	$f_{(m,d)}$	12,3	MPa
	$f_{(v,d)}$	2,2	MPa

Vnitřní síly:			
maximální ohybový moment	$M_{e,d}$	1,96	kNm
maximální posouvající síla	V_d	1,70	kN

Průřez:			
	šířka	b	210 mm
	výška	h	250 mm
	plocha průřezu	A	52500 mm ²
	průřezový modul	W_y	2187500 mm ³
	moment setrvačnosti	I_y	273437500 mm ⁴

Posouzení na smyk

smykové napětí (pro obdelníkový průřez)	$T_{v,d} = 3V_d / (2A * k_{cr})$	$T_{v,d}$	0,07	Mpa
součinitel výsušných trhlin		k_{cr}	0,67	

0,07	$T_{v,d} \leq f_{v,d}$	2,2	VYHOVUJE
Průřez vyhovuje na smyk!		dřevo třídy	C20

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

normálová napětí za ohybu	$\sigma_{m,d} = M_d / W$	$\sigma_{m,d}$	0,90	MPa
---------------------------	--------------------------	----------------	------	-----

0,90	$\sigma_{m,d} \leq f_{m,d}$	12,3	VYHOVUJE
Průřez vyhovuje na ohyb!		dřevo třídy	C20

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			
0,073	+	Smyk	
		0,033	
		\leq	1
	0,106	\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	$\sigma_{m,crit} = (0,78 * b^2 * E_{0,05}) / (h * I_{ef})$	$\sigma_{m,crit}$	99,67	MPa
(obdelníkový průřez, jehličnaté dřevo)				

poměrná štíhlost	$\lambda_{rel,m} = \sqrt{(f_{m,k}/\sigma_{m,crit})}$	$\lambda_{rel,m}$	0,45	-
		nedochází ke ztrátě stability		
součinitel příčné a torzní stability	1 $k_{crit} = 1,56 - 0,75\lambda_{rel,m}$ $1/\lambda_{rel,m}^2$ ($\lambda_{rel,m} \leq 0,75$) ($0,75 < \lambda_{rel,m} \leq 1,4$) ($1,4 < \lambda_{rel,m}$)	k_{crit}	1,00	-
redukovaná návrhová pevnost		$k_{crit} f_{m,d}$	12,31	MPa

0,90 $\sigma_{m,d} \leq k_{crit} f_{m,d}$ **12,31** **VYHOVUJE**
Průřez vyhovuje na ohyb se ztrátou stability!
dřevo třídy C20

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}	37,50	mm
		g_k	1,19	kN/m
průhyb od stálého zatížení	$w_{inst,1} = g_k \cdot u_{ref}$	$w_{inst,1}$	44,62	mm
		q_k	1,5	kN/m
průhyb od proměnného zatížení	$w_{inst,2} = q_k \cdot u_{ref}$	$w_{inst,2}$	56,24	mm
		100,87	$w_{inst} \leq l/300$	31,00 NEVYHOVUJE !

konečný průhyb od stálého a nahodilého zatížení

$w_{net,fin} = w_{1,inst}(1+k_{1,def}) + w_{2,inst}(1+\psi_{2,1}k_{2,def})$	$w_{net,fin}$	137,76	mm
---	---------------	--------	----

137,8 $w_{net,fin} \leq l/200$ **46,5** **NEVYHOVUJE !**
Průřez nevyhovuje na průhyb!
dřevo třídy C20

P31 Šikmý sloupek - posouzení tlak

Statické schéma:



délka nosníku

Ly	1,50	m
Lz	1,50	m

Vlastnosti materiálů:

třída provozu (1-3)

1

třída trvání zatížení

Střednědobé

modifikační součinitel pro třídy vlhkosti a trvání zatížení

k_{mod} 0,8

dílčí součinitel pro vlastnosti materiálu

γ_M 1,3

Charakteristické hodnoty pevností pro rostlé dřevo:

třída pevnosti (C16, C22, C27)

C20

tlak $f_{c,0,k}$ 19 MPa

modul pružnosti $E_{0,05}$ 6400 MPa

Návrhové hodnoty pevností pro rostlé dřevo:

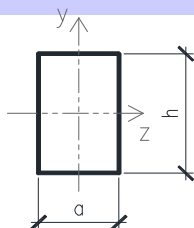
$X_{m,d} = k_{mod} * X_{m,k} / \gamma_M$ $f_{c,0,d}$ 11,7 MPa

Vnitřní síla

normálová síla

Ned 23,4 kN

Průřez:



šířka	b	170	mm
výška	h	200	mm
plocha průřezu	A	34000	mm ²
moment setrvačnosti	I_y	11333333	mm ⁴
	I_z	8188333,3	mm ⁴
	i_y	57,7	mm
	i_z	49,1	mm

Posouzení na vzpěr:

poměrná štíhlost (vybočení ve směru osy "z")

$$\lambda_y = l_y / i_y$$

λ_y 26,0 -

poměrná štíhlost (vybočení ve směru osy "y")

$$\lambda_z = l_z / i_z$$

λ_z 30,6 -

kritické napětí v tlaku (vypočteno pro rozhodující - maximální štíhlost)

$$\sigma_{c,crit} = \pi^2 * E_{0,05} / \lambda_{max}^2$$

$\sigma_{c,crit}$ 67,61 MPa

relativní štíhlost

$$\lambda_{rel} = \sqrt{f_{c,0,k} / \sigma_{c,crit}}$$

λ_{rel} 0,53 -

prvek posuzujeme na vzpěr

$$k = 0,5 * [1 + \beta_c (\lambda_{rel} - 0,3) + \lambda_{rel}^2]$$

k 0,64 -

součinitel vzpěru

$$k_c = 1 / (k + \sqrt{k^2 - \lambda_{rel}^2})$$

k_c 0,99 -

normálová napětí v tlaku

$$\sigma_{c,0,d} = N_{Ed} / A$$

$\sigma_{c,0,d}$ 0,69 MPa

0,69

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

11,60

VYHOVUJE

Průřez vyhovuje na vzpěr!
dřevo třídy C20

P32 Hambálek - posouzení tlak

Statické schéma:



délka nosníku

Ly	4,40	m
Lz	4,40	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)

C20

tlak $f_{c,0,k}$ 19 MPa

modul pružnosti $E_{0,05}$ 6400 MPa

Návrhové hodnoty pevností pro rostlé dřevo:

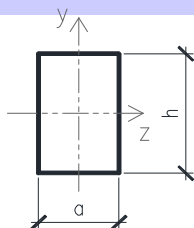
$X_{m,d} = k_{mod} * X_{m,k} / \gamma_M$ $f_{c,0,d}$ 11,7 MPa

Vnitřní síla

normálová síla

Ned 10,4 kN

Průřez:



šířka	b	170	mm
výška	h	200	mm
plocha průřezu	A	34000	mm ²
moment setrvačnosti	I_y	11333333	mm ⁴
	I_z	8188333,3	mm ⁴
	i_y	57,7	mm
	i_z	49,1	mm

Posouzení na vzpěr:

poměrná štíhlost (vybočení ve směru osy "z")

$$\lambda_y = l_y / i_y$$

λ_y 76,2 -

poměrná štíhlost (vybočení ve směru osy "y")

$$\lambda_z = l_z / i_z$$

λ_z 89,7 -

kritické napětí v tlaku (vypočteno pro rozhodující - maximální štíhlost)

$$\sigma_{c,crit} = \pi^2 * E_{0,05} / \lambda_{max}^2$$

$\sigma_{c,crit}$ 7,86 MPa

relativní štíhlost

$$\lambda_{rel} = \sqrt{f_{c,0,k} / \sigma_{c,crit}}$$

λ_{rel} 1,56 -

prvek posuzujeme na vzpěr

$$k = 0,5 * [1 + \beta_c (\lambda_{rel} - 0,3) + \lambda_{rel}^2]$$

k 1,81 -

součinitel vzpěru

$$k_c = 1 / (k + \sqrt{k^2 - \lambda_{rel}^2})$$

k_c 0,36 -

normálová napětí v tlaku

$$\sigma_{c,0,d} = N_{Ed} / A$$

$\sigma_{c,0,d}$ 0,31 MPa

0,31

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

4,25

VYHOVUJE

Průřez vyhovuje na vzpěr!
dřevo třídy C20

P33 Krok - Posouzení na ohyb, smyk a průhyb

rozpětí nosníku L 4,40 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 C20
ohyb $f_{(m,k)}$ 20 MPa
smyk $f_{(v,k)}$ 3,6 MPa
modul pružnosti $E_{(0,mean)}$ 9500 MPa
 $E_{(0,05)}$ 6400 MPa

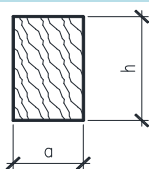
Návrhové hodnoty pevností pro rostlé dřevo:

$X_{m,d} = k_{mod} * X_{m,k} / \gamma_M$
 $f_{(m,d)}$ 12,3 MPa
 $f_{(v,d)}$ 2,2 MPa

Vnitřní síly:

maximální ohybový moment $M_{e,d}$ 4,88 kNm
maximální posouvající síla V_d 5,39 kN

Průřez:



šířka b 160 mm
výška h 180 mm
plocha průřezu A 28800 mm²
průřezový modul W_y 864000 mm³
moment setrvačnosti I_y 77760000 mm⁴

Posouzení na smyk

smykové napětí (pro obdelníkový průřez) $T_{v,d} = 3V_d / (2A * k_{cr})$ $T_{v,d}$ 0,42 MPa
součinitel výsušných trhlin k_{cr} 0,67

0,42 $T_{v,d} \leq f_{v,d}$ 2,2 **VYHOVUJE**
Průřez vyhovuje na smyk! dřevo třídy C20

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

normálová napětí za ohybu $\sigma_{m,d} = M_d / W$ $\sigma_{m,d}$ 5,65 MPa

5,65 $\sigma_{m,d} \leq f_{m,d}$ 12,3 **VYHOVUJE**
Průřez vyhovuje na ohyb! dřevo třídy C20

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 0,459 + Smyk 0,189 ≤ 1
0,648 ≤ 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 $\sigma_{m,crit} = (0,78 * b^2 * E_{0,05}) / (h * I_{ef})$ $\sigma_{m,crit}$ 169,85 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	-
	$1/\lambda_{rel,m}^2$	$(1,4 < \lambda_{rel,m})$			
redukovaná návrhová pevnost			$k_{crit} f_{m,d}$	12,31	MPa

5,65 $\sigma_{m,d} \leq k_{crit} f_{m,d}$ **12,31** **VYHOVUJE**
Průřez vyhovuje na ohyb se ztrátou stability!
dřevo třídy C20

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}	6,61 mm
	g_k		1,19	kN/m
průhyb od stálého zatížení	$w_{inst,1} = g_k \cdot u_{ref}$	$w_{inst,1}$	7,86	mm
	q_k		1,5	kN/m
průhyb od proměnného zatížení	$w_{inst,2} = q_k \cdot u_{ref}$	$w_{inst,2}$	9,91	mm
		$w_{inst} \leq l/300$	17,77	14,67 NEVYHOVUJE !

konečný průhyb od stálého a nahodilého zatížení

$w_{net,fin} = w_{1,inst}(1+k_{1,def}) + w_{2,inst}(1+\psi_{2,1}k_{2,def})$	$w_{net,fin}$	24,27	mm
---	---------------	-------	----

24,3 $w_{net,fin} \leq l/200$ **22,0** **NEVYHOVUJE !**
Průřez nevyhovuje na průhyb!
dřevo třídy C20

P34 Vaznice - Posouzení na ohyb, smyk a průhyb

rozpětí nosníku L 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	C20
ohyb	$f_{(m,k)}$ 20 MPa
smyk	$f_{(v,k)}$ 3,6 MPa
modul pružnosti	$E_{(0,mean)}$ 9500 MPa
	$E_{(0,05)}$ 6400 MPa

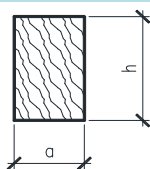
Návrhové hodnoty pevností pro rostlé dřevo:

$X_{m,d} = k_{mod} * X_{m,k} / \gamma_M$	$f_{(m,d)}$ 12,3 MPa
	$f_{(v,d)}$ 2,2 MPa

Vnitřní síly:

maximální ohybový moment	$M_{e,d}$ 0,60 kNm
maximální posouvající síla	V_d 0,50 kN

Průřez:



šířka	b 180 mm
výška	h 200 mm
plocha průřezu	A 36000 mm ²
průřezový modul	W_y 1200000 mm ³
moment setrvačnosti	I_y 120000000 mm ⁴

Posouzení na smyk

smykové napětí (pro obdelníkový průřez)	$T_{v,d} = 3V_d / (2A * k_{cr})$	$T_{v,d}$ 0,03 Mpa
součinitel výsušných trhlin		k_{cr} 0,67

0,03	$T_{v,d} \leq f_{v,d}$	2,2	VYHOVUJE
Průřez vyhovuje na smyk!		dřevo třídy	C20

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

normálová napětí za ohybu	$\sigma_{m,d} = M_d / W$	$\sigma_{m,d}$ 0,50 MPa
---------------------------	--------------------------	-------------------------

0,50	$\sigma_{m,d} \leq f_{m,d}$	12,3	VYHOVUJE
Průřez vyhovuje na ohyb!		dřevo třídy	C20

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	Smyk		
0,041	+	0,014	\leq 1
		0,055	\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	$\sigma_{m,crit} = (0,78 * b^2 * E_{0,05}) / (h * I_{ef})$	$\sigma_{m,crit}$ 386,94 MPa
(obdelníkový průřez, jehličnaté dřevo)		

poměrná štíhlost	$\lambda_{rel,m} = \sqrt{(f_{m,k}/\sigma_{m,crit})}$	$\lambda_{rel,m}$	0,23	-
nedochází ke ztrátě stability				
součinitel příčné a torzní stability	1 $k_{crit} = 1,56 - 0,75\lambda_{rel,m}$ $1/\lambda_{rel,m}^2$	$(\lambda_{rel,m} \leq 0,75)$ $(0,75 < \lambda_{rel,m} \leq 1,4)$ $(1,4 < \lambda_{rel,m})$	k_{crit}	1,00 -
redukovaná návrhová pevnost		$k_{crit} f_{m,d}$	12,31	MPa

0,50 $\sigma_{m,d} \leq k_{crit} f_{m,d}$ **12,31** **VYHOVUJE**
Průřez vyhovuje na ohyb se ztrátou stability!
dřevo třídy C20

Posouzení na průhyb:

součinitel zvětšení deformace v čase (dotvarování a vlhkost)	k_{1def}	0,6	-
součinitel pro kvazistálou hodnotu proměnného zatížení	k_{2def}	0,6	-
průhyb od jednotkového rovnoměrného zatížení $q_{ref}=1,0\text{kN/m}$	$\psi_{2,1}$	0,3	-
$w_{ref} = (5/384) \cdot (1 \cdot l^4) / EI$	w_{ref}	0,27	mm
průhyb od stálého zatížení $w_{inst,1} = g_k \cdot u_{ref}$	g_k	1,19	kN/m
	$w_{inst,1}$	0,32	mm
průhyb od proměnného zatížení $w_{inst,2} = q_k \cdot u_{ref}$	q_k	1,5	kN/m
	$w_{inst,2}$	0,40	mm
0,72 $w_{inst} \leq l/300$ 7,33 VYHOVUJE			

konečný průhyb od stálého a nahodilého zatížení
 $w_{net,fin} = w_{1,inst}(1+k_{1,def}) + w_{2,inst}(1+\psi_{2,1}k_{2,def})$ $w_{net,fin}$ 0,98 mm

1,0 $w_{net,fin} \leq l/200$ **11,0** **VYHOVUJE**
Průřez vyhovuje na průhyb!
dřevo třídy C20

P35 Vazný trám - Posouzení na ohyb, smyk a průhyb

rozpětí nosníku L 6,10 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	C20
ohyb	$f_{(m,k)}$ 20 MPa
smyk	$f_{(v,k)}$ 3,6 MPa
modul pružnosti	$E_{(0,mean)}$ 9500 MPa
	$E_{(0,05)}$ 6400 MPa

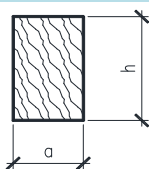
Návrhové hodnoty pevností pro rostlé dřevo:

$X_{m,d} = k_{mod} * X_{m,k} / \gamma_M$	$f_{(m,d)}$ 12,3 MPa
	$f_{(v,d)}$ 2,2 MPa

Vnitřní síly:

maximální ohybový moment	$M_{e,d}$ 1,40 kNm
maximální posouvající síla	V_d 1,50 kN

Průřez:



šířka	b	200 mm
výška	h	220 mm
plocha průřezu	A	44000 mm ²
průřezový modul	W_y	1613333 mm ³
moment setrvačnosti	I_y	177466667 mm ⁴

Posouzení na smyk

smykové napětí (pro obdelníkový průřez)	$T_{v,d} = 3V_d / (2A * k_{cr})$	$T_{v,d}$ 0,08 Mpa
součinitel výsušných trhlin		k_{cr} 0,67

0,08	$T_{v,d} \leq f_{v,d}$	2,2	VYHOVUJE
Průřez vyhovuje na smyk!		dřevo třídy	C20

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

normálová napětí za ohybu	$\sigma_{m,d} = M_d / W$	$\sigma_{m,d}$ 0,87 MPa
---------------------------	--------------------------	-------------------------

0,87	$\sigma_{m,d} \leq f_{m,d}$	12,3	VYHOVUJE
Průřez vyhovuje na ohyb!		dřevo třídy	C20

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			
0,071	+	Smyk	
		0,034	
		\leq	1
	0,105	\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	$\sigma_{m,crit} = (0,78 * b^2 * E_{0,05}) / (h * I_{ef})$	$\sigma_{m,crit}$ 156,62 MPa
(obdelníkový průřez, jehličnaté dřevo)		

poměrná štíhlost	$\lambda_{rel,m} = \sqrt{(f_{m,k}/\sigma_{m,crit})}$	$\lambda_{rel,m}$	0,36	-
		nedochází ke ztrátě stability		
součinitel příčné a torzní stability	1 $k_{crit} = 1,56 - 0,75\lambda_{rel,m}$ $1/\lambda_{rel,m}^2$	$(\lambda_{rel,m} \leq 0,75)$ $(0,75 < \lambda_{rel,m} \leq 1,4)$ $(1,4 < \lambda_{rel,m})$	k_{crit}	1,00 -
redukovaná návrhová pevnost		$k_{crit} f_{m,d}$	12,31	MPa

0,87 $\sigma_{m,d} \leq k_{crit} f_{m,d}$ **12,31** **VYHOVUJE**
Průřez vyhovuje na ohyb se ztrátou stability!
dřevo třídy C20

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}	10,69	mm
		g_k	1,19	kN/m
průhyb od stálého zatížení	$w_{inst,1} = g_k \cdot u_{ref}$	$w_{inst,1}$	12,73	mm
		q_k	1,5	kN/m
průhyb od proměnného zatížení	$w_{inst,2} = q_k \cdot u_{ref}$	$w_{inst,2}$	16,04	mm
		28,77	$w_{inst} \leq l/300$	20,33 NEVYHOVUJE !

konečný průhyb od stálého a nahodilého zatížení

$w_{net,fin} = w_{1,inst}(1+k_{1,def}) + w_{2,inst}(1+\psi_{2,1}k_{2,def})$	$w_{net,fin}$	39,29	mm
---	---------------	-------	----

39,3 $w_{net,fin} \leq l/200$ **30,5** **NEVYHOVUJE !**
Průřez nevyhovuje na průhyb!
dřevo třídy C20

P36 Šikmý sloupek - posouzení tlak

Statické schéma:



délka nosníku

Ly	1,20	m
Lz	1,20	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)

C20

tlak $f_{c,0,k}$ 19 MPa

modul pružnosti $E_{0,05}$ 6400 MPa

Návrhové hodnoty pevností pro rostlé dřevo:

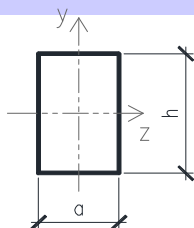
$X_{m,d} = k_{mod} * X_{m,k} / \gamma_M$ $f_{c,0,d}$ 11,7 MPa

Vnitřní síla

normálová síla

Ned 43,3 kN

Průřez:



šířka	b	180	mm
výška	h	220	mm
plocha průřezu	A	39600	mm ²
moment setrvačnosti	I_y	159720000	mm ⁴
	I_z	106920000	mm ⁴
	i_y	63,5	mm
	i_z	52,0	mm

Posouzení na vzpěr:

poměrná štíhlost (vybočení ve směru osy "z")

$$\lambda_y = l_y / i_y$$

λ_y 18,9 -

poměrná štíhlost (vybočení ve směru osy "y")

$$\lambda_z = l_z / i_z$$

λ_z 23,1 -

kritické napětí v tlaku (vypočteno pro rozhodující - maximální štíhlost)

$$\sigma_{c,crit} = \pi^2 * E_{0,05} / \lambda_{max}^2$$

$\sigma_{c,crit}$ 118,44 MPa

relativní štíhlost

$$\lambda_{rel} = \sqrt{f_{c,0,k} / \sigma_{c,crit}}$$

λ_{rel} 0,40 -

$$k = 0,5 * [1 + \beta_c (\lambda_{rel} - 0,3) + \lambda_{rel}^2]$$

k 0,57 -

součinitel vzpěru

$$k_c = 1 / (k + \sqrt{k^2 - \lambda_{rel}^2})$$

k_c 1,02 -

normálová napětí v tlaku

$$\sigma_{c,0,d} = N_{Ed} / A$$

$\sigma_{c,0,d}$ 1,09 MPa

1,09

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

11,98

VYHOVUJE

Průřez vyhovuje na vzpěr!
dřevo třídy C20

P37 Hambálek - posouzení tlak

Statické schéma:



délka nosníku

Ly	5,90	m
Lz	5,90	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)

C20

tlak $f_{c,0,k}$ 19 MPa

modul pružnosti $E_{0,05}$ 6400 MPa

Návrhové hodnoty pevností pro rostlé dřevo:

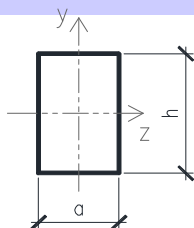
$X_{m,d} = k_{mod} * X_{m,k} / \gamma_M$ $f_{c,0,d}$ 11,7 MPa

Vnitřní síla

normálová síla

Ned 19,9 kN

Průřez:



šířka	b	140	mm
výška	h	160	mm
plocha průřezu	A	22400	mm ²
moment setrvačnosti	Iy	47786666,7	mm ⁴
	Iz	36586666,7	mm ⁴
	iy	46,2	mm
	iz	40,4	mm

Posouzení na vzpěr:

poměrná štíhlost (vybočení ve směru osy "z")

$$\lambda_y = l_y / i_y$$

λ_y 127,7 -

poměrná štíhlost (vybočení ve směru osy "y")

$$\lambda_z = l_z / i_z$$

λ_z 146,0 -

kritické napětí v tlaku (vypočteno pro rozhodující - maximální štíhlost)

$$\sigma_{c,crit} = \pi^2 * E_{0,05} / \lambda_{max}^2$$

$\sigma_{c,crit}$ 2,96 MPa

relativní štíhlost

$$\lambda_{rel} = \sqrt{f_{c,0,k} / \sigma_{c,crit}}$$

λ_{rel} 2,53 -

prvek posuzujeme na vzpěr

$$k = 0,5 * [1 + \beta_c (\lambda_{rel} - 0,3) + \lambda_{rel}^2]$$

k 3,91 -

součinitel vzpěru

$$k_c = 1 / (k + \sqrt{k^2 - \lambda_{rel}^2})$$

k_c 0,15 -

normálová napětí v tlaku

$$\sigma_{c,0,d} = N_{Ed} / A$$

$\sigma_{c,0,d}$ 0,89 MPa

0,89

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

1,70

VYHOVUJE

Průřez vyhovuje na vzpěr!
dřevo třídy C20

P38 Krok - Posouzení na ohyb, smyk a průhyb

rozpětí nosníku L 3,50 m

Vlastnosti materiálů:

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

Charakteristické hodnoty pevností pro rostlé dřevo:

třída pevnosti	C20
ohyb	$f_{m,k}$ 20 MPa
smyk	$f_{v,k}$ 3,6 MPa
modul pružnosti	$E_{(0,mean)}$ 9500 MPa
	$E_{(0,05)}$ 6400 MPa

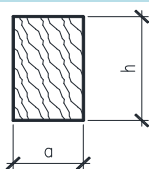
Návrhové hodnoty pevností pro rostlé dřevo:

$X_{m,d} = k_{mod} * X_{m,k} / \gamma_M$	$f_{m,d}$ 12,3 MPa
	$f_{v,d}$ 2,2 MPa

Vnitřní síly:

maximální ohybový moment	$M_{e,d}$ 3,88 kNm
maximální posouvající síla	V_d 6,15 kN

Průřez:



šířka	b 170 mm
výška	h 180 mm
plocha průřezu	A 30600 mm ²
průřezový modul	W_y 918000 mm ³
moment setrvačnosti	I_y 82620000 mm ⁴

Posouzení na smyk

smykové napětí (pro obdelníkový průřez)	$T_{v,d} = 3V_d / (2A * k_{cr})$	$T_{v,d}$ 0,45 Mpa
součinitel výsušných trhlin		k_{cr} 0,67

0,45	$T_{v,d} \leq f_{v,d}$	2,2	VYHOVUJE
Průřez vyhovuje na smyk!		dřevo třídy	C20

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

normálová napětí za ohybu	$\sigma_{m,d} = M_d / W$	$\sigma_{m,d}$ 4,23 MPa
---------------------------	--------------------------	-------------------------

4,23	$\sigma_{m,d} \leq f_{m,d}$	12,3	VYHOVUJE
Průřez vyhovuje na ohyb!		dřevo třídy	C20

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	Smyk		
0,343	+	0,203	\leq 1
		0,547	\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	$\sigma_{m,crit} = (0,78 * b^2 * E_{0,05}) / (h * I_{ef})$	$\sigma_{m,crit}$ 241,05 MPa
(obdelníkový průřez, jehličnaté dřevo)		

P39 Vaznice - Posouzení na ohyb, smyk a průhyb

rozpětí nosníku L 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	C20
ohyb	$f_{(m,k)}$ 20 MPa
smyk	$f_{(v,k)}$ 3,6 MPa
modul pružnosti	$E_{(0,mean)}$ 9500 MPa
	$E_{(0,05)}$ 6400 MPa

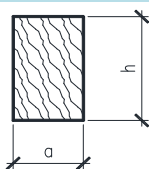
Návrhové hodnoty pevností pro rostlé dřevo:

$X_{m,d} = k_{mod} * X_{m,k} / \gamma_M$	$f_{(m,d)}$ 12,3 MPa
	$f_{(v,d)}$ 2,2 MPa

Vnitřní síly:

maximální ohybový moment	$M_{e,d}$ 1,50 kNm
maximální posouvající síla	V_d 0,60 kN

Průřez:



šířka	b 170 mm
výška	h 180 mm
plocha průřezu	A 30600 mm ²
průřezový modul	W_y 918000 mm ³
moment setrvačnosti	I_y 82620000 mm ⁴

Posouzení na smyk

smykové napětí (pro obdelníkový průřez)	$T_{v,d} = 3V_d / (2A * k_{cr})$	$T_{v,d}$ 0,04 Mpa
součinitel výsušných trhlin		k_{cr} 0,67

0,04	$T_{v,d} \leq f_{v,d}$	2,2	VYHOVUJE
Průřez vyhovuje na smyk!		dřevo třídy	C20

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

normálová napětí za ohybu	$\sigma_{m,d} = M_d / W$	$\sigma_{m,d}$ 1,63 MPa
---------------------------	--------------------------	-------------------------

1,63	$\sigma_{m,d} \leq f_{m,d}$	12,3	VYHOVUJE
Průřez vyhovuje na ohyb!		dřevo třídy	C20

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			
0,133	+		
Smyk			
0,020		\leq	1
	0,153	\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	$\sigma_{m,crit} = (0,78 * b^2 * E_{0,05}) / (h * I_{ef})$	$\sigma_{m,crit}$ 383,49 MPa
(obdelníkový průřez, jehličnaté dřevo)		

poměrná štíhlost	$\lambda_{rel,m} = \sqrt{(f_{m,k}/\sigma_{m,crit})}$	$\lambda_{rel,m}$	0,23	-
		nedochází ke ztrátě stability		
součinitel příčné a torzní stability	1 $k_{crit} = 1,56 - 0,75\lambda_{rel,m}$ ($0,75 < \lambda_{rel,m} \leq 1,4$) $1/\lambda_{rel,m}^2$ ($1,4 < \lambda_{rel,m}$)	k_{crit}	1,00	-
redukováná návrhová pevnost		$k_{crit} f_{m,d}$	12,31	MPa

Posouzení na průhyb:

P40 Vazný trám - Posouzení na ohyb, smyk a průhyb

rozpětí nosníku L 10,30 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	C20
ohyb	$f_{(m,k)}$ 20 MPa
smyk	$f_{(v,k)}$ 3,6 MPa
modul pružnosti	$E_{(0,mean)}$ 9500 MPa
	$E_{(0,05)}$ 6400 MPa

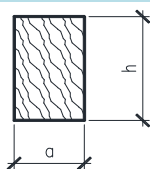
Návrhové hodnoty pevností pro rostlé dřevo:

$X_{m,d} = k_{mod} * X_{m,k} / \gamma_M$	$f_{(m,d)}$ 12,3 MPa
	$f_{(v,d)}$ 2,2 MPa

Vnitřní síly:

maximální ohybový moment	$M_{e,d}$ 3,60 kNm
maximální posouvající síla	V_d 1,90 kN

Průřez:



šířka	b 240 mm
výška	h 260 mm
plocha průřezu	A 62400 mm ²
průřezový modul	W_y 2704000 mm ³
moment setrvačnosti	I_y 351520000 mm ⁴

Posouzení na smyk

smykové napětí (pro obdelníkový průřez)	$T_{v,d} = 3V_d / (2A * k_{cr})$	$T_{v,d}$ 0,07 Mpa
součinitel výsušných trhlin		k_{cr} 0,67

0,07 $T_{v,d} \leq f_{v,d}$ 2,2 **VYHOVUJE**
Průřez vyhovuje na smyk! **dřevo třídy C20**

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

normálová napětí za ohybu	$\sigma_{m,d} = M_d / W$	$\sigma_{m,d}$ 1,33 MPa
---------------------------	--------------------------	-------------------------

1,33 $\sigma_{m,d} \leq f_{m,d}$ 12,3 **VYHOVUJE**
Průřez vyhovuje na ohyb! **dřevo třídy C20**

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	Smyk	
0,108	0,031	\leq 1
	0,139	\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	$\sigma_{m,crit} = (0,78 * b^2 * E_{0,05}) / (h * I_{ef})$	$\sigma_{m,crit}$ 113,02 MPa
(obdelníkový průřez, jehličnaté dřevo)		

poměrná štíhlost	$\lambda_{rel,m} = \sqrt{(f_{m,k}/\sigma_{m,crit})}$	$\lambda_{rel,m}$	0,42	-
		nedochází ke ztrátě stability		
součinitel příčné a torzní stability	1 $k_{crit} = 1,56 - 0,75\lambda_{rel,m}$ $1/\lambda_{rel,m}^2$ ($\lambda_{rel,m} \leq 0,75$) ($0,75 < \lambda_{rel,m} \leq 1,4$) ($1,4 < \lambda_{rel,m}$)	k_{crit}	1,00	-
redukovaná návrhová pevnost		$k_{crit} f_{m,d}$	12,31	MPa

1,33 $\sigma_{m,d} \leq k_{crit} f_{m,d}$ **12,31** **VYHOVUJE**
Průřez vyhovuje na ohyb se ztrátou stability!
dřevo třídy C20

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}	43,88	mm
		g_k	1,19	kN/m
průhyb od stálého zatížení	$w_{inst,1} = g_k \cdot u_{ref}$	$w_{inst,1}$	52,22	mm
		q_k	1,5	kN/m
průhyb od proměnného zatížení	$w_{inst,2} = q_k \cdot u_{ref}$	$w_{inst,2}$	65,83	mm
		118,05	$w_{inst} \leq l/300$	34,33 NEVYHOVUJE !

konečný průhyb od stálého a nahodilého zatížení

$w_{net,fin} = w_{1,inst}(1+k_{1,def}) + w_{2,inst}(1+\psi_{2,1}k_{2,def})$	$w_{net,fin}$	161,23	mm
---	---------------	--------	----

161,2 $w_{net,fin} \leq l/200$ **51,5** **NEVYHOVUJE !**
Průřez nevyhovuje na průhyb!
dřevo třídy C20

P41 Šikmý sloupek - posouzení tlak

Statické schéma:



délka nosníku

Ly	1,20	m
Lz	1,20	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)

C20

tlak $f_{c,0,k}$ 19 MPa

modul pružnosti $E_{0,05}$ 6400 MPa

Návrhové hodnoty pevností pro rostlé dřevo:

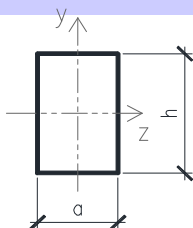
$X_{m,d} = k_{mod} * X_{m,k} / \gamma_M$ $f_{c,0,d}$ 11,7 MPa

Vnitřní síla

normálová síla

Ned 14,3 kN

Průřez:



šířka	b	170	mm
výška	h	220	mm
plocha průřezu	A	37400	mm ²
moment setrvačnosti	I_y	15084667	mm ⁴
	I_z	90071666,7	mm ⁴
	i_y	63,5	mm
	i_z	49,1	mm

Posouzení na vzpěr:

poměrná štíhlost (vybočení ve směru osy "z")	$\lambda_y = l_y / i_y$	λ_y	18,9	-
poměrná štíhlost (vybočení ve směru osy "y")	$\lambda_z = l_z / i_z$	λ_z	24,5	-
kritické napětí v tlaku (vypočteno pro rozhodující - maximální štíhlost)	$\sigma_{c,crit} = \pi^2 * E_{0,05} / \lambda_{max}^2$	$\sigma_{c,crit}$	105,64	MPa
relativní štíhlost	$\lambda_{rel} = \sqrt{f_{c,0,k} / \sigma_{c,crit}}$	λ_{rel}	0,42	-
	$k = 0,5 * [1 + \beta_c (\lambda_{rel} - 0,3) + \lambda_{rel}^2]$	k	0,58	-
součinitel vzpěru	$k_c = 1 / (k + \sqrt{k^2 - \lambda_{rel}^2})$	k_c	1,02	-
normálová napětí v tlaku	$\sigma_{c,0,d} = N_{Ed} / A$	$\sigma_{c,0,d}$	0,38	MPa

0,38

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

11,91

VYHOVUJE

Průřez vyhovuje na vzpěr!
dřevo třídy C20

P42 Hambálek - posouzení tlak

Statické schéma:



délka nosníku

Ly	4,10	m
Lz	4,10	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 (C16, C22, C27)

C20

tlak $f_{c,0,k}$ 19 MPa

modul pružnosti $E_{(0,05)}$ 6400 MPa

Návrhové hodnoty pevností pro rostlé dřevo:

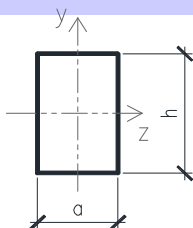
$X_{m,d} = k_{mod} * X_{m,k} / \gamma_M$ $f_{c,0,d}$ 11,7 MPa

Vnitřní síla

normálová síla

Ned 19,9 kN

Průřez:



šířka	b	180	mm
výška	h	190	mm
plocha průřezu	A	34200	mm ²
moment setrvačnosti	I _y	102885000	mm ⁴
	I _z	92340000	mm ⁴
	i _y	54,8	mm
	i _z	52,0	mm

Posouzení na vzpěr:

poměrná štíhlost (vybočení ve směru osy "z")

$$\lambda_y = l_y / i_y$$

λ_y 74,8 -

poměrná štíhlost (vybočení ve směru osy "y")

$$\lambda_z = l_z / i_z$$

λ_z 78,9 -

kritické napětí v tlaku (vypočteno pro rozhodující - maximální štíhlost)

$$\sigma_{c,crit} = \pi^2 * E_{0,05} / \lambda_{max}^2$$

$\sigma_{c,crit}$ 10,15 MPa

relativní štíhlost

$$\lambda_{rel} = \sqrt{f_{c,0,k} / \sigma_{c,crit}}$$

λ_{rel} 1,37 -

prvek posuzujeme na vzpěr

$$k = 0,5 * [1 + \beta_c (\lambda_{rel} - 0,3) + \lambda_{rel}^2]$$

k 1,52 -

součinitel vzpěru

$$k_c = 1 / (k + \sqrt{k^2 - \lambda_{rel}^2})$$

k_c 0,46 -

normálová napětí v tlaku

$$\sigma_{c,0,d} = N_{Ed} / A$$

$\sigma_{c,0,d}$ 0,58 MPa

0,58

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

5,33

VYHOVUJE

Průřez vyhovuje na vzpěr!
dřevo třídy C20

P43 Krok - Posouzení na ohyb, smyk a průhyb

rozpětí nosníku L 3,50 m

Vlastnosti materiálů:

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

Charakteristické hodnoty pevností pro rostlé dřevo:

třída pevnosti	C20
ohyb	$f_{(m,k)}$ 20 MPa
smyk	$f_{(v,k)}$ 3,6 MPa
modul pružnosti	$E_{(0,mean)}$ 9500 MPa
	$E_{(0,05)}$ 6400 MPa

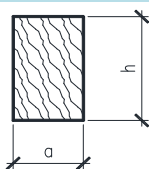
Návrhové hodnoty pevností pro rostlé dřevo:

$X_{m,d} = k_{mod} * X_{m,k} / \gamma_M$	$f_{(m,d)}$ 12,3 MPa
	$f_{(v,d)}$ 2,2 MPa

Vnitřní síly:

maximální ohybový moment	$M_{e,d}$ 3,24 kNm
maximální posouvající síla	V_d 4,87 kN

Průřez:



šířka	b 150 mm
výška	h 170 mm
plocha průřezu	A 25500 mm ²
průřezový modul	W_y 722500 mm ³
moment setrvačnosti	I_y 61412500 mm ⁴

Posouzení na smyk

smykové napětí (pro obdelníkový průřez)	$T_{v,d} = 3V_d / (2A * k_{cr})$	$T_{v,d}$ 0,43 Mpa
součinitel výsušných trhlin		k_{cr} 0,67

0,43	$T_{v,d} \leq f_{v,d}$	2,2	VYHOVUJE
Průřez vyhovuje na smyk!		dřevo třídy	C20

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

normálová napětí za ohybu	$\sigma_{m,d} = M_d / W$	$\sigma_{m,d}$ 4,48 MPa
---------------------------	--------------------------	-------------------------

4,48	$\sigma_{m,d} \leq f_{m,d}$	12,3	VYHOVUJE
Průřez vyhovuje na ohyb!		dřevo třídy	C20

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	Smyk		
0,364	0,193	\leq	1
	0,557	\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	$\sigma_{m,crit} = (0,78 * b^2 * E_{0,05}) / (h * I_{ef})$	$\sigma_{m,crit}$ 198,71 MPa
(obdelníkový průřez, jehličnaté dřevo)		

poměrná štíhlost		$\lambda_{rel,m} = \sqrt{(f_{m,k}/\sigma_{m,crit})}$	$\lambda_{rel,m}$	0,32	-
součinitel příčné a torzní stability	1 $k_{crit}= 1,56 - 0,75 \lambda_{rel,m}$ $1/\lambda^2_{rel,m}$	($\lambda_{rel,m} \leq 0,75$) ($0,75 < \lambda_{rel,m} \leq 1,4$) ($1,4 < \lambda_{rel,m}$)			
redukováná návrhová pevnost			$k_{crit} f_{m,d}$	12,31	MPa

Posouzení na průhyb:

P44 Vaznice - Posouzení na ohyb, smyk a průhyb

rozpětí nosníku L 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	C20
ohyb	$f_{(m,k)}$ 20 MPa
smyk	$f_{(v,k)}$ 3,6 MPa
modul pružnosti	$E_{(0,mean)}$ 9500 MPa
	$E_{(0,05)}$ 6400 MPa

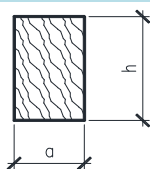
Návrhové hodnoty pevností pro rostlé dřevo:

$X_{m,d} = k_{mod} * X_{m,k} / \gamma_M$	$f_{(m,d)}$ 12,3 MPa
	$f_{(v,d)}$ 2,2 MPa

Vnitřní síly:

maximální ohybový moment	$M_{e,d}$ 5,85 kNm
maximální posouvající síla	V_d 8,40 kN

Průřez:



šířka	b 150 mm
výška	h 170 mm
plocha průřezu	A 25500 mm ²
průřezový modul	W_y 722500 mm ³
moment setrvačnosti	I_y 61412500 mm ⁴

Posouzení na smyk

smykové napětí (pro obdelníkový průřez)	$T_{v,d} = 3V_d / (2A * k_{cr})$	$T_{v,d}$ 0,74 Mpa
součinitel výsušných trhlin		k_{cr} 0,67

0,74	$T_{v,d} \leq f_{v,d}$	2,2	VYHOVUJE
Průřez vyhovuje na smyk!		dřevo třídy	C20

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

normálová napětí za ohybu	$\sigma_{m,d} = M_d / W$	$\sigma_{m,d}$ 8,10 MPa
---------------------------	--------------------------	-------------------------

8,10	$\sigma_{m,d} \leq f_{m,d}$	12,3	VYHOVUJE
Průřez vyhovuje na ohyb!		dřevo třídy	C20

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	Smyk		
0,658	+	0,333	\leq 1
		0,991	\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	$\sigma_{m,crit} = (0,78 * b^2 * E_{0,05}) / (h * I_{ef})$	$\sigma_{m,crit}$ 316,13 MPa
(obdelníkový průřez, jehličnaté dřevo)		

poměrná štíhlost	$\lambda_{rel,m} = \sqrt{f_{m,k}/\sigma_{m,crit}}$	$\lambda_{rel,m}$	0,25	-
		nedochází ke ztrátě stability		
součinitel příčné a torzní stability	1 $k_{crit} = 1,56 - 0,75\lambda_{rel,m}$ $1/\lambda_{rel,m}^2$	$(\lambda_{rel,m} \leq 0,75)$ $(0,75 < \lambda_{rel,m} \leq 1,4)$ $(1,4 < \lambda_{rel,m})$	k_{crit}	1,00 -
redukovaná návrhová pevnost		$k_{crit} f_{m,d}$	12,31	MPa

8,10	$\sigma_{m,d} \leq k_{crit} f_{m,d}$	12,31	VYHOVUJE
------	--------------------------------------	-------	-----------------

**Průřez vyhovuje na ohyb se ztrátou stability!
dřevo třídy C20**

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}	0,52	mm
		g_k	1,19	kN/m
průhyb od stálého zatížení	$w_{inst,1} = g_k \cdot u_{ref}$	$w_{inst,1}$	0,62	mm
		q_k	1,5	kN/m
průhyb od proměnného zatížení	$w_{inst,2} = q_k \cdot u_{ref}$	$w_{inst,2}$	0,78	mm
		1,41	$w_{inst} \leq l/300$	7,33 VYHOVUJE

konečný průhyb od stálého a nahodilého zatížení	$w_{net,fin} = w_{1,inst}(1+k_{1,def}) + w_{2,inst}(1+\psi_{2,1}k_{2,def})$	$w_{net,fin}$	1,92	mm
		1,9	$w_{net,fin} \leq l/200$	11,0 VYHOVUJE

**Průřez vyhovuje na průhyb!
dřevo třídy C20**

P45 Vazný trám - 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
dílčí součinitel pro vlastnosti materiálu	γ_M 1,3

Charakteristické hodnoty pevností pro rostlé dřevo:

třída pevnosti	C20
ohyb	$f_{(m,k)}$ 20 MPa
smyk	$f_{(v,k)}$ 3,6 MPa
modul pružnosti	$E_{(0,mean)}$ 9500 MPa
	$E_{(0,05)}$ 6400 MPa

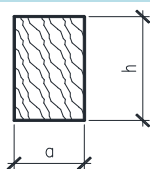
Návrhové hodnoty pevností pro rostlé dřevo:

$X_{m,d} = k_{mod} * X_{m,k} / \gamma_M$	$f_{(m,d)}$ 12,3 MPa
	$f_{(v,d)}$ 2,2 MPa

Vnitřní síly:

maximální ohybový moment	$M_{e,d}$ 4,65 kNm
maximální posouvající síla	V_d 2,48 kN

Průřez:



šířka	b 210 mm
výška	h 250 mm
plocha průřezu	A 52500 mm ²
průřezový modul	W_y 2187500 mm ³
moment setrvačnosti	I_y 273437500 mm ⁴

Posouzení na smyk

smykové napětí (pro obdelníkový průřez)	$T_{v,d} = 3V_d / (2A * k_{cr})$	$T_{v,d}$ 0,11 Mpa
součinitel výsušných trhlin		k_{cr} 0,67

0,11 $T_{v,d} \leq f_{v,d}$ 2,2 **VYHOVUJE**
Průřez vyhovuje na smyk! **dřevo třídy C20**

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

normálová napětí za ohybu	$\sigma_{m,d} = M_d / W$	$\sigma_{m,d}$ 2,13 MPa
---------------------------	--------------------------	-------------------------

2,13 $\sigma_{m,d} \leq f_{m,d}$ 12,3 **VYHOVUJE**
Průřez vyhovuje na ohyb! **dřevo třídy C20**

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	Smyk	
0,173	0,048	\leq 1
	0,220	\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	$\sigma_{m,crit} = (0,78 * b^2 * E_{0,05}) / (h * I_{ef})$	$\sigma_{m,crit}$ 142,61 MPa
(obdelníkový průřez, jehličnaté dřevo)		

poměrná štíhlost	$\lambda_{rel,m} = \sqrt{(f_{m,k}/\sigma_{m,crit})}$	$\lambda_{rel,m}$	0,37	-
		nedochází ke ztrátě stability		
součinitel příčné a torzní stability	1 $k_{crit} = 1,56 - 0,75\lambda_{rel,m}$ $1/\lambda_{rel,m}^2$ ($\lambda_{rel,m} \leq 0,75$) ($0,75 < \lambda_{rel,m} \leq 1,4$) ($1,4 < \lambda_{rel,m}$)	k_{crit}	1,00	-
redukovaná návrhová pevnost		$k_{crit} f_{m,d}$	12,31	MPa

2,13 $\sigma_{m,d} \leq k_{crit} f_{m,d}$ **12,31** **VYHOVUJE**
Průřez vyhovuje na ohyb se ztrátou stability!
dřevo třídy C20

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}	8,95	mm
		g_k	1,19	kN/m
průhyb od stálého zatížení	$w_{inst,1} = g_k \cdot u_{ref}$	$w_{inst,1}$	10,65	mm
		q_k	1,5	kN/m
průhyb od proměnného zatížení	$w_{inst,2} = q_k \cdot u_{ref}$	$w_{inst,2}$	13,42	mm
		24,07	$w_{inst} \leq l/300$	21,67 NEVYHOVUJE !

konečný průhyb od stálého a nahodilého zatížení

$w_{net,fin} = w_{1,inst}(1+k_{1,def}) + w_{2,inst}(1+\psi_{2,1}k_{2,def})$	$w_{net,fin}$	32,87	mm
---	---------------	-------	----

32,9 $w_{net,fin} \leq l/200$ **32,5** **NEVYHOVUJE !**
Průřez nevyhovuje na průhyb!
dřevo třídy C20

P46 Šikmý sloupek - posouzení tlak

Statické schéma:



délka nosníku

Ly	1,00	m
Lz	1,00	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)

C20

tlak $f_{c,0,k}$ 19 MPa

modul pružnosti $E_{0,05}$ 6400 MPa

Návrhové hodnoty pevností pro rostlé dřevo:

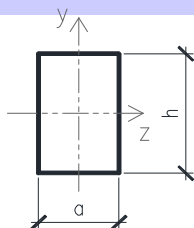
$X_{m,d} = k_{mod} * X_{m,k} / \gamma_M$ $f_{c,0,d}$ 11,7 MPa

Vnitřní síla

normálová síla

Ned 5,2 kN

Průřez:



šířka	b	160	mm
výška	h	190	mm
plocha průřezu	A	30400	mm ²
moment setrvačnosti	I_y	91453333,3	mm ⁴
	I_z	64853333,3	mm ⁴
	i_y	54,8	mm
	i_z	46,2	mm

Posouzení na vzpěr:

poměrná štíhlost (vybočení ve směru osy "z")

$$\lambda_y = l_y / i_y$$

λ_y 18,2 -

poměrná štíhlost (vybočení ve směru osy "y")

$$\lambda_z = l_z / i_z$$

λ_z 21,7 -

kritické napětí v tlaku (vypočteno pro rozhodující - maximální štíhlost)

$$\sigma_{c,crit} = \pi^2 * E_{0,05} / \lambda_{max}^2$$

$\sigma_{c,crit}$ 134,75 MPa

relativní štíhlost

$$\lambda_{rel} = \sqrt{f_{c,0,k} / \sigma_{c,crit}}$$

λ_{rel} 0,38 -

$$k = 0,5 * [1 + \beta_c (\lambda_{rel} - 0,3) + \lambda_{rel}^2]$$

k 0,56 -

součinitel vzpěru

$$k_c = 1 / (k + \sqrt{k^2 - \lambda_{rel}^2})$$

k_c 1,03 -

normálová napětí v tlaku

$$\sigma_{c,0,d} = N_{Ed} / A$$

$\sigma_{c,0,d}$ 0,17 MPa

0,17

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

12,04

vyhovuje

Průřez vyhovuje na vzpěr!
dřevo třídy C20

P47 Hambálek - posouzení tlak

Statické schéma:



délka nosníku

Ly	5,40	m
Lz	5,40	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)

C20

tlak $f_{c,0,k}$ 19 MPa

modul pružnosti $E_{0,05}$ 6400 MPa

Návrhové hodnoty pevností pro rostlé dřevo:

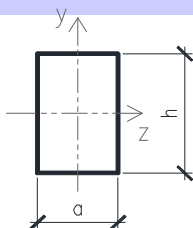
$X_{m,d} = k_{mod} * X_{m,k} / \gamma_M$ $f_{c,0,d}$ 11,7 MPa

Vnitřní síla

normálová síla

Ned 36,25 kN

Průřez:



šířka	b	160	mm
výška	h	170	mm
plocha průřezu	A	27200	mm ²
moment setrvačnosti	I_y	6550666,7	mm ⁴
	I_z	5802666,7	mm ⁴
	i_y	49,1	mm
	i_z	46,2	mm

Posouzení na vzpěr:

poměrná štíhlost (vybočení ve směru osy "z") $\lambda_y = l_y / i_y$ λ_y 110,0 -

poměrná štíhlost (vybočení ve směru osy "y") $\lambda_z = l_z / i_z$ λ_z 116,9 -

kritické napětí v tlaku (vypočteno pro rozhodující - maximální štíhlost)

$\sigma_{c,crit} = \pi^2 * E_{0,05} / \lambda_{max}^2$ $\sigma_{c,crit}$ 4,62 MPa

relativní štíhlost

$\lambda_{rel} = \sqrt{f_{c,0,k} / \sigma_{c,crit}}$ λ_{rel} 2,03 -

$k = 0,5 * [1 + \beta_c (\lambda_{rel} - 0,3) + \lambda_{rel}^2]$ k 2,71 -

prvek posuzujeme na vzpěr

součinitel vzpěru

$k_c = 1 / (k + \sqrt{k^2 - \lambda_{rel}^2})$ k_c 0,22 -

normálová napětí v tlaku

$\sigma_{c,0,d} = N_{Ed} / A$ $\sigma_{c,0,d}$ 1,33 MPa

1,33

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

2,60

VYHOVUJE

Průřez vyhovuje na vzpěr!
dřevo třídy C20

P48 Krok - Posouzení na ohyb, smyk a průhyb

rozpětí nosníku L 3,60 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	C20
ohyb	$f_{m,k}$ 20 MPa
smyk	$f_{v,k}$ 3,6 MPa
modul pružnosti	$E_{(0,mean)}$ 9500 MPa
	$E_{(0,05)}$ 6400 MPa

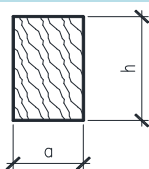
Návrhové hodnoty pevností pro rostlé dřevo:

$X_{m,d} = k_{mod} * X_{m,k} / \gamma_M$	$f_{m,d}$ 12,3 MPa
	$f_{v,d}$ 2,2 MPa

Vnitřní síly:

maximální ohybový moment	$M_{e,d}$ 4,70 kNm
maximální posouvající síla	V_d 3,53 kN

Průřez:



šířka	b 150 mm
výška	h 170 mm
plocha průřezu	A 25500 mm ²
průřezový modul	W_y 722500 mm ³
moment setrvačnosti	I_y 61412500 mm ⁴

Posouzení na smyk

smykové napětí (pro obdelníkový průřez)	$T_{v,d} = 3V_d / (2A * k_{cr})$	$T_{v,d}$ 0,31 Mpa
součinitel výsušných trhlin		k_{cr} 0,67

0,31 $T_{v,d} \leq f_{v,d}$ 2,2 **VYHOVUJE**
Průřez vyhovuje na smyk! **dřevo třídy C20**

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

normálová napětí za ohybu	$\sigma_{m,d} = M_d / W$	$\sigma_{m,d}$ 6,51 MPa
---------------------------	--------------------------	-------------------------

6,51 $\sigma_{m,d} \leq f_{m,d}$ 12,3 **VYHOVUJE**
Průřez vyhovuje na ohyb! **dřevo třídy C20**

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	Smyk	
0,529	0,140	\leq 1
	0,668	\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	$\sigma_{m,crit} = (0,78 * b^2 * E_{0,05}) / (h * I_{ef})$	$\sigma_{m,crit}$ 193,19 MPa
(obdelníkový průřez, jehličnaté dřevo)		

poměrná štíhlost	$\lambda_{rel,m} = \sqrt{f_{m,k}/\sigma_{m,crit}}$	$\lambda_{rel,m}$	0,32	-
nedochází ke ztrátě stability				
součinitel příčné a torzní stability	1 $k_{crit} = 1,56 - 0,75\lambda_{rel,m}$ $1/\lambda_{rel,m}^2$	$(\lambda_{rel,m} \leq 0,75)$ $(0,75 < \lambda_{rel,m} \leq 1,4)$ $(1,4 < \lambda_{rel,m})$	k_{crit}	1,00 -
redukovaná návrhová pevnost		$k_{crit} f_{m,d}$	12,31	MPa

6,51 $\sigma_{m,d} \leq k_{crit} f_{m,d}$ **12,31** **VYHOVUJE**
Průřez vyhovuje na ohyb se ztrátou stability!
dřevo třídy C20

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}	3,75	mm
		g_k	1,19	kN/m
průhyb od stálého zatížení	$w_{inst,1} = g_k \cdot u_{ref}$	$w_{inst,1}$	4,46	mm
		q_k	1,5	kN/m
průhyb od proměnného zatížení	$w_{inst,2} = q_k \cdot u_{ref}$	$w_{inst,2}$	5,62	mm
<hr/>				
	10,08	$w_{inst} \leq l/300$	12,00	VYHOVUJE

konečný průhyb od stálého a nahodilého zatížení	$w_{net,fin} = w_{1,inst}(1+k_{1,def}) + w_{2,inst}(1+\psi_{2,1}k_{2,def})$	$w_{net,fin}$	13,77	mm
<hr/>				
	13,8	$w_{net,fin} \leq l/200$	18,0	VYHOVUJE
Průřez vyhovuje na průhyb!				
dřevo třídy C20				

P49 Vaznice - Posouzení na ohyb, smyk a průhyb

rozpětí nosníku L 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	C20
ohyb	$f_{(m,k)}$ 20 MPa
smyk	$f_{(v,k)}$ 3,6 MPa
modul pružnosti	$E_{(0,mean)}$ 9500 MPa
	$E_{(0,05)}$ 6400 MPa

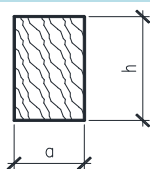
Návrhové hodnoty pevností pro rostlé dřevo:

$X_{m,d} = k_{mod} * X_{m,k} / \gamma_M$	$f_{(m,d)}$ 12,3 MPa
	$f_{(v,d)}$ 2,2 MPa

Vnitřní síly:

maximální ohybový moment	$M_{e,d}$ 7,06 kNm
maximální posouvající síla	V_d 7,50 kN

Průřez:



šířka	b 150 mm
výška	h 190 mm
plocha průřezu	A 28500 mm ²
průřezový modul	W_y 902500 mm ³
moment setrvačnosti	I_y 85737500 mm ⁴

Posouzení na smyk

smykové napětí (pro obdelníkový průřez)	$T_{v,d} = 3V_d / (2A * k_{cr})$	$T_{v,d}$ 0,59 Mpa
součinitel výsušných trhlin		k_{cr} 0,67

0,59	$T_{v,d} \leq f_{v,d}$	2,2	VYHOVUJE
Průřez vyhovuje na smyk!		dřevo třídy	C20

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

normálová napětí za ohybu	$\sigma_{m,d} = M_d / W$	$\sigma_{m,d}$ 7,82 MPa
---------------------------	--------------------------	-------------------------

7,82	$\sigma_{m,d} \leq f_{m,d}$	12,3	VYHOVUJE
Průřez vyhovuje na ohyb!		dřevo třídy	C20

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			
0,636	+		
Smyk			
0,266		\leq	1
	0,902	\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	$\sigma_{m,crit} = (0,78 * b^2 * E_{0,05}) / (h * I_{ef})$	$\sigma_{m,crit}$ 282,85 MPa
(obdelníkový průřez, jehličnaté dřevo)		

poměrná štíhlost	$\lambda_{rel,m} = \sqrt{(f_{m,k}/\sigma_{m,crit})}$	$\lambda_{rel,m}$	0,27	-
nedochází ke ztrátě stability				
součinitel příčné a torzní stability	1 $k_{crit} = 1,56 - 0,75\lambda_{rel,m}$ $1/\lambda_{rel,m}^2$	$(\lambda_{rel,m} \leq 0,75)$ $(0,75 < \lambda_{rel,m} \leq 1,4)$ $(1,4 < \lambda_{rel,m})$	k_{crit}	1,00 -
redukovaná návrhová pevnost			$k_{crit} f_{m,d}$	12,31 MPa

7,82 $\sigma_{m,d} \leq k_{crit} f_{m,d}$ **12,31** **VYHOVUJE**
Průřez vyhovuje na ohyb se ztrátou stability!
dřevo třídy C20

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}	0,37	mm
		g_k	1,19	kN/m
průhyb od stálého zatížení	$w_{inst,1} = g_k \cdot u_{ref}$	$w_{inst,1}$	0,45	mm
		q_k	1,5	kN/m
průhyb od proměnného zatížení	$w_{inst,2} = q_k \cdot u_{ref}$	$w_{inst,2}$	0,56	mm
<hr/>				
	1,01	$w_{inst} \leq l/300$	7,33	VYHOVUJE

konečný průhyb od stálého a nahodilého zatížení	$w_{net,fin} = w_{1,inst}(1+k_{1,def}) + w_{2,inst}(1+\psi_{2,1}k_{2,def})$	$w_{net,fin}$	1,38	mm
<hr/>				
	1,4	$w_{net,fin} \leq l/200$	11,0	VYHOVUJE
Průřez vyhovuje na průhyb!				
dřevo třídy C20				

P50 Vazný trám - Posouzení na ohyb, smyk a průhyb

rozpětí nosníku L 11,50 m

Vlastnosti materiálů:

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

Charakteristické hodnoty pevností pro rostlé dřevo:

třída pevnosti	C20
ohyb	$f_{(m,k)}$ 20 MPa
smyk	$f_{(v,k)}$ 3,6 MPa
modul pružnosti	$E_{(0,mean)}$ 9500 MPa
	$E_{(0,05)}$ 6400 MPa

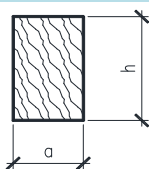
Návrhové hodnoty pevností pro rostlé dřevo:

$X_{m,d} = k_{mod} * X_{m,k} / \gamma_M$	$f_{(m,d)}$ 12,3 MPa
	$f_{(v,d)}$ 2,2 MPa

Vnitřní síly:

maximální ohybový moment	$M_{e,d}$ 3,46 kNm
maximální posouvající síla	V_d 3,72 kN

Průřez:



šířka	b 190 mm
výška	h 300 mm
plocha průřezu	A 57000 mm ²
průřezový modul	W_y 2850000 mm ³
moment setrvačnosti	I_y 427500000 mm ⁴

Posouzení na smyk

smykové napětí (pro obdelníkový průřez)	$T_{v,d} = 3V_d / (2A * k_{cr})$	$T_{v,d}$ 0,15 Mpa
součinitel výsušných trhlin		k_{cr} 0,67

0,15	$T_{v,d} \leq f_{v,d}$	2,2	VYHOVUJE
Průřez vyhovuje na smyk!		dřevo třídy	C20

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

normálová napětí za ohybu	$\sigma_{m,d} = M_d / W$	$\sigma_{m,d}$ 1,21 MPa
---------------------------	--------------------------	-------------------------

1,21	$\sigma_{m,d} \leq f_{m,d}$	12,3	VYHOVUJE
Průřez vyhovuje na ohyb!		dřevo třídy	C20

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	Smyk		
0,099	+	0,066	\leq 1
		0,165	\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	$\sigma_{m,crit} = (0,78 * b^2 * E_{0,05}) / (h * I_{ef})$	$\sigma_{m,crit}$ 54,98 MPa
(obdelníkový průřez, jehličnaté dřevo)		

poměrná štíhlost	$\lambda_{rel,m} = \sqrt{(f_{m,k}/\sigma_{m,crit})}$	$\lambda_{rel,m}$	0,60	-
nedochází ke ztrátě stability				
součinitel příčné a torzní stability	1 $k_{crit} = 1,56 - 0,75\lambda_{rel,m}$ $1/\lambda_{rel,m}^2$	$(\lambda_{rel,m} \leq 0,75)$ $(0,75 < \lambda_{rel,m} \leq 1,4)$ $(1,4 < \lambda_{rel,m})$	k_{crit}	1,00 -
redukovaná návrhová pevnost		$k_{crit} f_{m,d}$	12,31	MPa

1,21 $\sigma_{m,d} \leq k_{crit} f_{m,d}$ **12,31** **VYHOVUJE**
Průřez vyhovuje na ohyb se ztrátou stability!
dřevo třídy C20

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}	56,08	mm
		g_k	1,19	kN/m
průhyb od stálého zatížení	$w_{inst,1} = g_k \cdot u_{ref}$	$w_{inst,1}$	66,73	mm
		q_k	1,5	kN/m
průhyb od proměnného zatížení	$w_{inst,2} = q_k \cdot u_{ref}$	$w_{inst,2}$	84,11	mm
<hr/>				
	150,84	$w_{inst} \leq l/300$	38,33	NEVYHOVUJE !

konečný průhyb od stálého a nahodilého zatížení	$w_{net,fin} = w_{1,inst}(1+k_{1,def}) + w_{2,inst}(1+\psi_{2,1}k_{2,def})$	$w_{net,fin}$	206,02	mm
<hr/>				
	206,0	$w_{net,fin} \leq l/200$	57,5	NEVYHOVUJE !
Průřez nevyhovuje na průhyb!				
dřevo třídy C20				

P51 Šikmý sloupek - posouzení tlak

Statické schéma:



délka nosníku

Ly	0,90	m
Lz	0,90	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)

C20

tlak $f_{c,0,k}$ 19 MPa

modul pružnosti $E_{0,05}$ 6400 MPa

Návrhové hodnoty pevností pro rostlé dřevo:

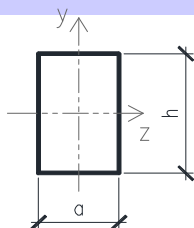
$X_{m,d} = k_{mod} * X_{m,k} / \gamma_M$ $f_{c,0,d}$ 11,7 MPa

Vnitřní síla

normálová síla

Ned 128 kN

Průřez:



šířka	b	180	mm
výška	h	210	mm
plocha průřezu	A	37800	mm ²
moment setrvačnosti	I_y	138915000	mm ⁴
	I_z	102060000	mm ⁴
	i_y	60,6	mm
	i_z	52,0	mm

Posouzení na vzpěr:

poměrná štíhlost (vybočení ve směru osy "z")

$$\lambda_y = l_y / i_y$$

λ_y 14,8 -

poměrná štíhlost (vybočení ve směru osy "y")

$$\lambda_z = l_z / i_z$$

λ_z 17,3 -

kritické napětí v tlaku (vypočteno pro rozhodující - maximální štíhlost)

$$\sigma_{c,crit} = \pi^2 * E_{0,05} / \lambda_{max}^2$$

$\sigma_{c,crit}$ 210,55 MPa

relativní štíhlost

$$\lambda_{rel} = \sqrt{f_{c,0,k} / \sigma_{c,crit}}$$

λ_{rel} 0,30 -

$$k = 0,5 * [1 + \beta_c (\lambda_{rel} - 0,3) + \lambda_{rel}^2]$$

k 0,53 -

součinitel vzpěru

$$k_c = 1 / (k + \sqrt{k^2 - \lambda_{rel}^2})$$

k_c 1,05 -

normálová napětí v tlaku

$$\sigma_{c,0,d} = N_{Ed} / A$$

$\sigma_{c,0,d}$ 3,39 MPa

3,39

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

12,23

vyhovuje

Průřez vyhovuje na vzpěr!
dřevo třídy C20

P52 Hambálek - posouzení tlak

Statické schéma:



délka nosníku

Ly	2,80	m
Lz	2,80	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)

C20

tlak $f_{c,0,k}$ 19 MPa

modul pružnosti $E_{0,05}$ 6400 MPa

Návrhové hodnoty pevností pro rostlé dřevo:

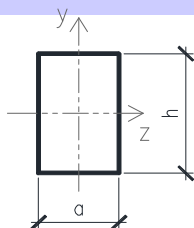
$X_{m,d} = k_{mod} * X_{m,k} / \gamma_M$ $f_{c,0,d}$ 11,7 MPa

Vnitřní síla

normálová síla

Ned 85,4 kN

Průřez:



šířka	b	180	mm
výška	h	200	mm
plocha průřezu	A	36000	mm ²
moment setrvačnosti	I_y	120000000	mm ⁴
	I_z	97200000	mm ⁴
	i_y	57,7	mm
	i_z	52,0	mm

Posouzení na vzpěr:

poměrná štíhlost (vybočení ve směru osy "z")

$$\lambda_y = l_y / i_y$$

λ_y 48,5 -

poměrná štíhlost (vybočení ve směru osy "y")

$$\lambda_z = l_z / i_z$$

λ_z 53,9 -

kritické napětí v tlaku (vypočteno pro rozhodující - maximální štíhlost)

$$\sigma_{c,crit} = \pi^2 * E_{0,05} / \lambda_{max}^2$$

$\sigma_{c,crit}$ 21,75 MPa

relativní štíhlost

$$\lambda_{rel} = \sqrt{f_{c,0,k} / \sigma_{c,crit}}$$

λ_{rel} 0,93 -

prvek posuzujeme na vzpěr

$$k = 0,5 * [1 + \beta_c (\lambda_{rel} - 0,3) + \lambda_{rel}^2]$$

k 0,98 -

součinitel vzpěru

$$k_c = 1 / (k + \sqrt{k^2 - \lambda_{rel}^2})$$

k_c 0,78 -

normálová napětí v tlaku

$$\sigma_{c,0,d} = N_{Ed} / A$$

$\sigma_{c,0,d}$ 2,37 MPa

2,37

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

9,17

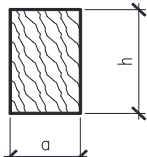
VYHOVUJE

Průřez vyhovuje na vzpěr!
dřevo třídy C20

P53 Krok - Posouzení na ohyb, smyk a průhyb

rozpětí nosníku	L	4,00	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	C20
ohyb	$f_{(m,k)}$	20	MPa
smyk	$f_{(v,k)}$	3,6	MPa
modul pružnosti	$E_{(0,mean)}$	9500	MPa
	$E_{(0,05)}$	6400	MPa
Návrhové hodnoty pevností pro rostlé dřevo:			
$X_{m,d} = k_{mod} * X_{m,k} / \gamma_M$	$f_{(m,d)}$	12,3	MPa
	$f_{(v,d)}$	2,2	MPa

Vnitřní síly:			
maximální ohybový moment	$M_{e,d}$	3,23	kNm
maximální posouvající síla	V_d	4,07	kN

Průřez:			
	šířka	b	150 mm
	výška	h	170 mm
	plocha průřezu	A	25500 mm ²
	průřezový modul	W_y	722500 mm ³
	moment setrvačnosti	I_y	61412500 mm ⁴

Posouzení na smyk

smykové napětí (pro obdelníkový průřez)	$T_{v,d} = 3V_d / (2A * k_{cr})$	$T_{v,d}$	0,36	MPa
součinitel výsušných trhlin		k_{cr}	0,67	

0,36	$T_{v,d} \leq f_{v,d}$	2,2	VYHOVUJE
Průřez vyhovuje na smyk!		dřevo třídy	C20

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

normálová napětí za ohybu	$\sigma_{m,d} = M_d / W$	$\sigma_{m,d}$	4,47	MPa
---------------------------	--------------------------	----------------	------	-----

4,47	$\sigma_{m,d} \leq f_{m,d}$	12,3	VYHOVUJE
Průřez vyhovuje na ohyb!		dřevo třídy	C20

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			
0,363	+	Smyk	
		0,161	
		\leq	1
	0,525	\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	$\sigma_{m,crit} = (0,78 * b^2 * E_{0,05}) / (h * I_{ef})$	$\sigma_{m,crit}$	173,87	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 $k_{crit} = 1,56 - 0,75\lambda_{rel,m}$ $1/\lambda_{rel,m}^2$ ($\lambda_{rel,m} \leq 0,75$) ($0,75 < \lambda_{rel,m} \leq 1,4$) ($1,4 < \lambda_{rel,m}$)	k_{crit}	1,00	-
redukovaná návrhová pevnost		$k_{crit} f_{m,d}$	12,31	MPa

4,47 $\sigma_{m,d} \leq k_{crit} f_{m,d}$ **12,31** **VYHOVUJE**
Průřez vyhovuje na ohyb se ztrátou stability!
dřevo třídy C20

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}	5,71	mm
		g_k	1,19	kN/m
průhyb od stálého zatížení	$w_{inst,1} = g_k \cdot u_{ref}$	$w_{inst,1}$	6,80	mm
		q_k	1,5	kN/m
průhyb od proměnného zatížení	$w_{inst,2} = q_k \cdot u_{ref}$	$w_{inst,2}$	8,57	mm
		15,37	$w_{inst} \leq l/300$	13,33 NEVYHOVUJE !

konečný průhyb od stálého a nahodilého zatížení

$w_{net,fin} = w_{1,inst}(1+k_{1,def}) + w_{2,inst}(1+\psi_{2,1}k_{2,def})$	$w_{net,fin}$	20,99	mm
---	---------------	-------	----

21,0 $w_{net,fin} \leq l/200$ **20,0** **NEVYHOVUJE !**
Průřez nevyhovuje na průhyb!
dřevo třídy C20

P54 Vaznice - Posouzení na ohyb, smyk a průhyb

rozpětí nosníku L 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	C20
ohyb	$f_{(m,k)}$ 20 MPa
smyk	$f_{(v,k)}$ 3,6 MPa
modul pružnosti	$E_{(0,mean)}$ 9500 MPa
	$E_{(0,05)}$ 6400 MPa

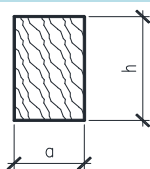
Návrhové hodnoty pevností pro rostlé dřevo:

$X_{m,d} = k_{mod} * X_{m,k} / \gamma_M$	$f_{(m,d)}$ 12,3 MPa
	$f_{(v,d)}$ 2,2 MPa

Vnitřní síly:

maximální ohybový moment	$M_{e,d}$ 6,66 kNm
maximální posouvající síla	V_d 8,10 kN

Průřez:



šířka	b 150 mm
výška	h 190 mm
plocha průřezu	A 28500 mm ²
průřezový modul	W_y 902500 mm ³
moment setrvačnosti	I_y 85737500 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 $T_{v,d} \leq f_{v,d}$ **2,2** **VYHOVUJE**
Průřez vyhovuje na smyk! **dřevo třídy** **C20**

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

normálová napětí za ohybu	$\sigma_{m,d} = M_d / W$	$\sigma_{m,d}$ 7,38 MPa
---------------------------	--------------------------	-------------------------

7,38 $\sigma_{m,d} \leq f_{m,d}$ **12,3** **VYHOVUJE**
Průřez vyhovuje na ohyb! **dřevo třídy** **C20**

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	Smyk	
0,600	0,287	\leq 1
	0,887	\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	$\sigma_{m,crit} = (0,78 * b^2 * E_{0,05}) / (h * I_{ef})$	$\sigma_{m,crit}$ 282,85 MPa
(obdelníkový průřez, jehličnaté dřevo)		

poměrná štíhlost	$\lambda_{rel,m} = \sqrt{(f_{m,k}/\sigma_{m,crit})}$	$\lambda_{rel,m}$	0,27	-
		nedochází ke ztrátě stability		
součinitel příčné a torzní stability	1 $k_{crit} = 1,56 - 0,75 \lambda_{rel,m}$ $1/\lambda_{rel,m}^2$	$(\lambda_{rel,m} \leq 0,75)$ $(0,75 < \lambda_{rel,m} \leq 1,4)$ $(1,4 < \lambda_{rel,m})$	k_{crit}	1,00 -
redukováná návrhová pevnost		$k_{crit} f_{m,d}$	12,31	MPa

Posouzení na průhyb:

konečný průhyb od stálého a nahodilého zatížení			
$w_{\text{net,fin}} = w_{1,\text{inst}}(1 + k_{1,\text{def}}) + w_{2,\text{inst}}(1 + \psi_{2,1}k_{2,\text{def}})$	$w_{\text{net,fin}}$	1,38	mm
1,4	$w_{\text{net,fin}} \leq l/200$	11,0	VYHOVUJE
Průřez vyhovuje na průhyb!			
dřevo třídy C20			

P55 Vazný trám - Posouzení na ohyb, smyk a průhyb

rozpětí nosníku L 11,51 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	C20
ohyb	$f_{(m,k)}$ 20 MPa
smyk	$f_{(v,k)}$ 3,6 MPa
modul pružnosti	$E_{(0,mean)}$ 9500 MPa
	$E_{(0,05)}$ 6400 MPa

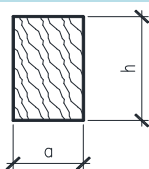
Návrhové hodnoty pevností pro rostlé dřevo:

$X_{m,d} = k_{mod} * X_{m,k} / \gamma_M$	$f_{(m,d)}$ 12,3 MPa
	$f_{(v,d)}$ 2,2 MPa

Vnitřní síly:

maximální ohybový moment	$M_{e,d}$ 2,72 kNm
maximální posouvající síla	V_d 2,80 kN

Průřez:



šířka	b	190 mm
výška	h	250 mm
plocha průřezu	A	47500 mm ²
průřezový modul	W_y	1979167 mm ³
moment setrvačnosti	I_y	247395833 mm ⁴

Posouzení na smyk

smykové napětí (pro obdelníkový průřez)	$T_{v,d} = 3V_d / (2A * k_{cr})$	$T_{v,d}$ 0,13 Mpa
součinitel výsušných trhlin		k_{cr} 0,67

0,13	$T_{v,d} \leq f_{v,d}$	2,2	VYHOVUJE
Průřez vyhovuje na smyk!		dřevo třídy	C20

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

normálová napětí za ohybu	$\sigma_{m,d} = M_d / W$	$\sigma_{m,d}$ 1,37 MPa
---------------------------	--------------------------	-------------------------

1,37	$\sigma_{m,d} \leq f_{m,d}$	12,3	VYHOVUJE
Průřez vyhovuje na ohyb!		dřevo třídy	C20

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			
0,112	+		
Smyk			
0,060		\leq	1
	0,171	\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	$\sigma_{m,crit} = (0,78 * b^2 * E_{0,05}) / (h * I_{ef})$	$\sigma_{m,crit}$ 65,92 MPa
(obdelníkový průřez, jehličnaté dřevo)		

poměrná štíhlost	$\lambda_{rel,m} = \sqrt{(f_{m,k}/\sigma_{m,crit})}$	$\lambda_{rel,m}$	0,55	-
		nedochází ke ztrátě stability		
součinitel příčné a torzní stability	1 $k_{crit} = 1,56 - 0,75\lambda_{rel,m}$ $1/\lambda_{rel,m}^2$	$(\lambda_{rel,m} \leq 0,75)$ $(0,75 < \lambda_{rel,m} \leq 1,4)$ $(1,4 < \lambda_{rel,m})$	k_{crit}	1,00 -
redukovaná návrhová pevnost		$k_{crit} f_{m,d}$	12,31	MPa

1,37 $\sigma_{m,d} \leq k_{crit} f_{m,d}$ **12,31** **VYHOVUJE**
Průřez vyhovuje na ohyb se ztrátou stability!
dřevo třídy C20

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}	97,24	mm
		g_k	1,19	kN/m
průhyb od stálého zatížení	$w_{inst,1} = g_k \cdot u_{ref}$	$w_{inst,1}$	115,71	mm
		q_k	1,5	kN/m
průhyb od proměnného zatížení	$w_{inst,2} = q_k \cdot u_{ref}$	$w_{inst,2}$	145,85	mm
		261,56	$w_{inst} \leq l/300$	38,37 NEVYHOVUJE !

konečný průhyb od stálého a nahodilého zatížení	$w_{net,fin} = w_{1,inst}(1+k_{1,def}) + w_{2,inst}(1+\psi_{2,1}k_{2,def})$	$w_{net,fin}$	357,24	mm
		357,2	$w_{net,fin} \leq l/200$	57,6 NEVYHOVUJE !
	Průřez nevyhovuje na průhyb!			
	dřevo třídy C20			

P56 Šikmý sloupek - posouzení tlak

Statické schéma:



délka nosníku

Ly	3,50	m
Lz	3,50	m

Vlastnosti materiálů:

třída provozu (1-3)

1

třída trvání zatížení

Střednědobé

modifikační součinitel pro třídy vlhkosti a trvání zatížení

k_{mod} 0,8

dílčí součinitel pro vlastnosti materiálu

γ_M 1,3

Charakteristické hodnoty pevností pro rostlé dřevo:

třída pevnosti (C16, C22, C27)

C20

tlak $f_{c,0,k}$ 19 MPa

modul pružnosti $E_{0,05}$ 6400 MPa

Návrhové hodnoty pevností pro rostlé dřevo:

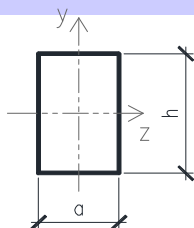
$X_{m,d} = k_{mod} * X_{m,k} / \gamma_M$ $f_{c,0,d}$ 11,7 MPa

Vnitřní síla

normálová síla

Ned 14,5 kN

Průřez:



šířka	b	160	mm
výška	h	210	mm
plocha průřezu	A	33600	mm ²
moment setrvačnosti	I_y	123480000	mm ⁴
	I_z	71680000	mm ⁴
	i_y	60,6	mm
	i_z	46,2	mm

Posouzení na vzpěr:

poměrná štíhlost (vybočení ve směru osy "z")

$$\lambda_y = l_y / i_y$$

λ_y 57,7 -

poměrná štíhlost (vybočení ve směru osy "y")

$$\lambda_z = l_z / i_z$$

λ_z 75,8 -

kritické napětí v tlaku (vypočteno pro rozhodující - maximální štíhlost)

$$\sigma_{c,crit} = \pi^2 * E_{0,05} / \lambda_{max}^2$$

$\sigma_{c,crit}$ 11,00 MPa

relativní štíhlost

$$\lambda_{rel} = \sqrt{f_{c,0,k} / \sigma_{c,crit}}$$

λ_{rel} 1,31 -

prvek posuzujeme na vzpěr

$$k = 0,5 * [1 + \beta_c (\lambda_{rel} - 0,3) + \lambda_{rel}^2]$$

k 1,45 -

součinitel vzpěru

$$k_c = 1 / (k + \sqrt{k^2 - \lambda_{rel}^2})$$

k_c 0,49 -

normálová napětí v tlaku

$$\sigma_{c,0,d} = N_{Ed} / A$$

$\sigma_{c,0,d}$ 0,43 MPa

0,43

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

5,72

VYHOVUJE

Průřez vyhovuje na vzpěr!
dřevo třídy C20

P57 Hambálek - posouzení tlak

Statické schéma:



délka nosníku

Ly	2,75	m
Lz	2,75	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)

C20

tlak

$f_{c,0,k}$ 19 MPa

modul pružnosti

$E_{0,05}$ 6400 MPa

Návrhové hodnoty pevností pro rostlé dřevo:

$X_{m,d} = k_{mod} * X_{m,k} / \gamma_M$

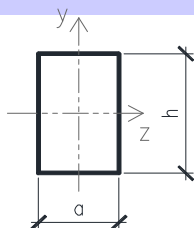
$f_{c,0,d}$ 11,7 MPa

Vnitřní síla

normálová síla

Ned 90,1 kN

Průřez:



šířka

b 180 mm

výška

h 220 mm

plocha průřezu

A 39600 mm²

moment setrvačnosti

I_y 159720000 mm⁴

I_z 106920000 mm⁴

i_y 63,5 mm

i_z 52,0 mm

Posouzení na vzpěr:

poměrná štíhlost (vybočení ve směru osy "z")

$\lambda_y = l_y / i_y$

λ_y 43,3 -

poměrná štíhlost (vybočení ve směru osy "y")

$\lambda_z = l_z / i_z$

λ_z 52,9 -

kritické napětí v tlaku (vypočteno pro rozhodující - maximální štíhlost)

$\sigma_{c,crit} = \pi^2 * E_{0,05} / \lambda_{max}^2$

$\sigma_{c,crit}$ 22,55 MPa

relativní štíhlost

$\lambda_{rel} = \sqrt{f_{c,0,k} / \sigma_{c,crit}}$

λ_{rel} 0,92 -

prvek posuzujeme na vzpěr

$k = 0,5 * [1 + \beta_c (\lambda_{rel} - 0,3) + \lambda_{rel}^2]$

k 0,96 -

součinitel vzpěru

$k_c = 1 / (k + \sqrt{k^2 - \lambda_{rel}^2})$

k_c 0,80 -

normálová napětí v tlaku

$\sigma_{c,0,d} = N_{Ed} / A$

$\sigma_{c,0,d}$ 2,28 MPa

2,28

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

9,32

VYHOVUJE

Průřez vyhovuje na vzpěr!
dřevo třídy C20

4. Závěr posouzení krovu

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

Typ krovu	Označení prvku	Prvek	Rozměr (b/h)	M (kNm)	V (kN)	N (kN)	Posudek
Krov B							
	P1	Krokev	140/160	4,1	4,5	-	Vyhovuje
	P2	Vaznice	140/160	0,9	2,8	-	Vyhovuje
	P3	Vzpěra	180/200	0,1	-	26,9	Vyhovuje
	P4	Hambálek	140/160	0,1	-	2,9	Vyhovuje
Krov C							
	P5	Krokev	150/160	5,88	2,1	-	Vyhovuje
	P6	Vaznice	180/200	8,16	4,1	-	Vyhovuje
	P7	Vazný trám	220/260	3,18	2,8	-	Vyhovuje
	P8	Vzpěra	140/180	0,1	-	79	Vyhovuje
	P9	Hambálek	160/160	0,1	-	48	Vyhovuje
Krov D							
	P10	Krokev	140/160	3,56	1,8	-	Vyhovuje
	P11	Vaznice	160/180	7,35	4,31	-	Vyhovuje
	P12	Vazný trám	220/240	3,56	2,8	-	Vyhovuje
	P13	Vzpěra	140/140	0,1	-	88,2	Vyhovuje
	P14	Svislý sloupek	170/190	0,1	-	13,3	Vyhovuje
	P15	Hambálek	160/160	0,1	-	54,1	Vyhovuje
Krov E							
	P16	Krokev	150/170	3,83	1,4	-	Vyhovuje
	P17	Vaznice	160/230	4	6,2	-	Vyhovuje
	P18	Vazný trám	200/250	4,82	3,73	-	Vyhovuje
	P19	Vzpěra	180/170	0,1	-	62,4	Vyhovuje
	P20	Rozpěra	160/160	0,1	-	35	Vyhovuje
	P21	Horní hambálek	140/140	0,1	-	4,5	Vyhovuje
Krov F							
	P22	Krokev	160/180	3,87	4,74	-	Vyhovuje
	P23	Vaznice	200/260	0,8	0,9	-	Vyhovuje
	P24	Vazný trám	220/280	11,2	1,8	-	Vyhovuje
	P25	Šikmá vzpěra	180/330	0,1	-	27,7	Vyhovuje
	P26	Rozpěra	180/240	0,1	-	12,3	Vyhovuje
	P27	Hambálek	150/180	0,1	-	15,6	Vyhovuje
Krov G							
	P28	Krokev	140/170	2,45	3,87	-	Vyhovuje
	P29	Vaznice	200/220	0,7	0,8	-	Vyhovuje
	P30	Vazný trám	210/250	1,96	1,7	-	Vyhovuje

	P31	Šikmý sloupek	170/200	-	-	23,4	Vyhovuje
	P32	Hambálek	170/200	-	-	10,4	Vyhovuje
Krov H							
	P33	Krokev	160/180	4,88	5,39	-	Vyhovuje
	P34	Vaznice	180/200	0,6	0,5	-	Vyhovuje
	P35	Vazný trám	200/220	1,4	1,5	-	Vyhovuje
	P36	Šikmý sloupek	180/220	0,1	-	43,3	Vyhovuje
	P37	Hambálek	140/160	0,1	-	19,9	Vyhovuje
Krov CH + I							
	P38	Krokev	170/180	3,88	6,15	-	Vyhovuje
	P39	Vaznice	170/180	1,5	0,6	-	Vyhovuje
	P40	Vazný trám	240/260	3,6	1,9	-	Vyhovuje
	P41	Svislý sloupek	170/220	0,1	-	14,3	Vyhovuje
	P42	Hambálek	180/190	0,1	-	19,9	Vyhovuje
Krov J							
	P43	Krokev	150/170	3,24	4,87	-	Vyhovuje
	P44	Vaznice	150/170	5,85	8,4	-	Vyhovuje
	P45	Vazný trám	210/250	4,65	2,48	-	Vyhovuje
	P46	Svislý sloupek	160/190	0,1	-	5,2	Vyhovuje
	P47	Hambálek	160/170	0,1	-	36,25	Vyhovuje
Krov K							
	P48	Krokev	150/170	4,7	3,53	-	Vyhovuje
	P49	Vaznice	150/190	7,06	7,5	-	Vyhovuje
	P50	Vazný trám	190/300	3,46	3,72	-	Vyhovuje
	P51	Šikmý sloupek	180/210	0,1	-	128	Vyhovuje
	P52	Hambálek	180/200	0,1	-	85,4	Vyhovuje
Krov L							
	P53	Krokev	150/170	3,23	4,07	-	Vyhovuje
	P54	Vaznice	150/190	6,66	8,1	-	Vyhovuje
	P55	Vazný trám	190/250	2,72	2,8	-	Vyhovuje
	P56	Šikmý sloupek	160/210	0,1	-	14,5	Vyhovuje
	P57	Hambálek	180/220	0,1	-	90,1	Vyhovuje

Komentář k závěrům výpočtu jednotlivých krovů:

Všechny krovy vyhověli v posouzení únosnosti. U jednotlivých v některých případech nevyhověl prvek na průhyb. To dále neřešíme, protože průhyby jsou v čase u této historické konstrukce již ustáleny a dále k nim v rámci výměny střešní krytiny nebude docházet.

Krov B

Konstrukce krovu B vyhoví v posouzení únosnosti. V posouzení průhybu nevyhoví pouze krokve (o 5 %), nicméně počítám s tím, že průhyb krokví v čase již proběhl, a proto **nenavrhujeme zesílení krokví.**

Krov C

Konstrukce krovu C vyhoví v posouzení únosnosti. V posouzení průhybu nevyhoví pouze krokve a vazné trámy (o 5 % a vazný trám o 105 %), nicméně počítám s tím, že průhyby v čase již proběhly, a proto **nenavrhujeme zesílení konstrukce.**

Krov D

Konstrukce krovu D vyhoví v posouzení únosnosti. V posouzení průhybu nevyhoví pouze krokve a vazný trám (o 12 % a vazný trám o 190 %), nicméně počítám s tím, že průhyby v čase již proběhly, a proto **nenavrhujeme zesílení konstrukce.**

Krov E

Konstrukce krovu E vyhoví v posouzení únosnosti i průhybu.

Krov F

Konstrukce krovu F vyhoví v posouzení únosnosti i průhybu.

Krov G

Konstrukce krovu G vyhoví v posouzení únosnosti. V posouzení průhybu nevyhoví pouze vazné trámy (o 210 %), nicméně počítám s tím, že průhyby v čase již proběhly, a proto **nenavrhujeme zesílení konstrukce.**

Krov H

Konstrukce krovu H vyhoví v posouzení únosnosti. V posouzení průhybu nevyhoví pouze krokve a vazný trám (o 20 % a vazný trám o 160 %), nicméně počítám s tím, že průhyby v čase již proběhly, a proto **nenavrhujeme zesílení konstrukce**.

Krov CH + I

Konstrukce krovu CH + I vyhoví v posouzení únosnosti. V posouzení průhybu nevyhoví pouze vazné trámy (o 205 %), nicméně počítám s tím, že průhyby v čase již proběhly, a proto **nenavrhujeme zesílení konstrukce**.

Krov J

Konstrukce krovu J vyhoví v posouzení únosnosti. V posouzení průhybu nevyhoví pouze vazné trámy (o 25 %), nicméně počítám s tím, že průhyby v čase již proběhly, a proto **nenavrhujeme zesílení konstrukce**.

Krov K

Konstrukce krovu K vyhoví v posouzení únosnosti. V posouzení průhybu nevyhoví pouze vazné trámy (o 280 %), nicméně počítám s tím, že průhyby v čase již proběhly, a proto **nenavrhujeme zesílení konstrukce**.

Krov L

Konstrukce krovu L vyhoví v posouzení únosnosti. V posouzení průhybu nevyhoví pouze krokve a vazné trámy (o 12 % a vazný trám o 305 %), nicméně počítám s tím, že průhyby v čase již proběhly, a proto **nenavrhujeme zesílení konstrukce**.

7. Materiál

Dřevo: C22, rostlé

Nové a doplněné prvky krovu budou hoblované, se sraženými hranami. Prvky budou ošetřeny preventivním přípravkem proti dřevokazným houbám, plísním a dřevokazným škůdcům.

8. Závěr

Vzhledem k charakteru stavby mohou být při stavební činnosti zjištěny skutečnosti, které mohou ovlivnit předpoklad a rozsah stavebních prací. Pokud tato skutečnost nastane, bude statik bez odkladu upozorněn.

V Litoměřicích 8/2024

Ing. Pavel Veverka

FAPAL s.r.o. projekční a statická kancelář