

SO 661

ZMĚNA	DATUM	POZNÁMKA

zhotovitel:	Ing. Michal Kubalík STATIKA POZEMNÍCH STAVEB	adresa: Jarníkova 1872/20, 148 00 Praha 4 - Chodov tel.: 777 891 331 e-mail: michalkubalik@seznam.cz
-------------	--	--

název stavby:	REKONSTRUKCE VÝPRAVNÍ BUDOVY V ŽST PÍSEK POZEMNÍ OBJEKTY BUDOV Hlavní nádraží č.p. 308, 397 01 Písek - Budějovické Předměstí parc. č.: st.789, st.1930, st.1588, 1067/1, 2691/1, k.ú. Písek	
investor:	Správa železnic, státní organizace Dlážděná 1003/7, 110 00 Praha 1	č.paré:
zodp. projektant:	Ing. Michal Kubalík	
část dokumentace:	E.2.1 - STATIKA	
stup. dokumentace:	PDPS	datum: 6/2020
název přílohy:	STATICKÝ VÝPOČET	číslo přílohy: 7

Obsah	strana
1. Úvod	2
1.1 Identifikační údaje	2
1.2 Podklady	2
1.3 Normy navrhování	2
1.4 Technické pomůcky	2
1.5 Výpočetní technika a programy	2
1.6 Popis výpočtu konstrukce	3
2. Návrh a posouzení konstrukcí	4
2.1 Zatížení střechy	4
2.2 Zatížení stropu nad 2.NP	5
2.3 Zatížení stropu nad 1.NP	5
2.4 Zatížení stropu nad 1.PP	6
2.5 Zatížení nosnou stěnou	6
2.6 Zatížení těžkou příčkou ve 2.NP	6
2.7 Návrh a posouzení krokve	6
2.8 Návrh a posouzení vaznice	9
2.9 Návrh a posouzení úžlabní krokve	13
2.10 Návrh a posouzení pozednice krakorce	16
2.11 Návrh a posouzení kotvení vrcholové vaznice vikýře do běžné vaznice	18
2.12 Návrh a posouzení sloupku střechy	18
2.13 Návrh a posouzení nosníku pod sloupkem střechy	19
2.14 Orientační posouzení stávajícího trámu stropu nad 2.NP pro stávající využití	22
2.15 Orientační posouzení stávajícího trámu stropu nad 1.NP pod obytnou částí	23
2.16 Orientační posouzení stávajícího trámu stropu nad 1.NP pod kanceláři	25
2.17 Návrh a posouzení nosníku pod těžkou příčkou 2.NP	28
2.18 Návrh a posouzení překladu 1 v nosné stěně	29
2.19 Návrh a posouzení překladu 2 v nosné stěně	31
2.20 Návrh a posouzení zděného pilíře v 1.NP	33
2.21 Návrh a posouzení překladu nenosné příčky	35
2.22 Návrh a posouzení ocelového nosníku klenby v 1.PP	38

1. Úvod

1.1 Identifikační údaje:

Stavba:	Rekonstrukce výpravní budovy v žst Písek Pozemní objekty budov
Místo stavby:	Hlavní nádraží č.p. 308, 397 01 Písek – Budějovické Před-městí parc. č.: st.789, st.1930, st.1588, 1067/1, 2691/1, k.ú. Písek
Investor:	Správa železnic, státní organizace Dlážděná 1003/7, 110 00 Praha 1

1.2 Podklady

Projektové podklady:	Rozpracovaná stavební část projektu, Aprea s.r.o., Ing. Petr Legner, Ing. arch. Lukáš Stříteský, Ocelářská 35/1354, 190 00 Praha 9, květen 2020
Průzkumy:	osobní prohlídka na místě, únor 2018 Odborný posudek, Zhodnocení biologického napadení konstrukce krovu, žst Písek, Hlavní nádraží č.p. 308, 397 01 Písek – Budějovické Předměstí, Ing. Jakub Lukavec, Atelier DEK, Tiskařská 10, Praha 10, březen 2018

1.3 Normy navrhování

ČSN EN 1990	Zásady navrhování konstrukcí
ČSN EN 1991-1-1	Zatížení konstrukcí, Část 1-1: Obecná zatížení - objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb
ČSN EN 1991-1-3	Zatížení konstrukcí, Část 1-3: Obecná zatížení – Zatížení sněhem
ČSN EN 1991-1-4	Zatížení konstrukcí, Část 1-4: Obecná zatížení – Zatížení větrem
ČSN EN 1992-1-1	Navrhování betonových konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
ČSN EN 1993-1-1	Navrhování ocelových konstrukcí, Část 1-1: Obecná pravidla pro pozemní stavby
ČSN EN 1993-1-8	Navrhování ocelových konstrukcí, Část 1-8: Navrhování styčníků
ČSN EN 1995-1-1	Navrhování dřevěných konstrukcí, Část 1-1: Obecná pravidla - Společná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
ČSN EN 1996-1-1	Navrhování zděných konstrukcí, Část 1-1: Obecná pravidla pro pozemní stavby – Pravidla pro vyztužené a nevyztužené zděné konstrukce
ČSN EN 206	Beton - Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda
ČSN EN 10080	Ocel pro výtuz do betonu - Svařitelná betonářská ocel - Všeobecně
ČSN EN 338	Konstrukční dřevo - Třídy pevnosti
ČSN EN 1194	Dřevěné konstrukce - Lepené lamelové dřevo - Třídy pevnosti a stanovení charakteristických hodnot
ČSN 73 1701	Navrhování dřevěných stavebních konstrukcí
ČSN ISO 13822	Zásady navrhování konstrukcí - Hodnocení existujících konstrukcí

1.4 Technické pomůcky

- TP 51 J. Hořejší, J. Šafka: Statické tabulky, SNTL, Praha 1987
- Studnička, Wald: Ocelové konstrukce - Ocelářské tabulky, Vydavatelství ČVUT, Praha, 1996
- www.snehovamapa.cz, Digitální mapa zatížení sněhem na zemi, Český hydrometeorologický ústav
- www.strongtie.cz, Technické podklady pro navrhování prvků pro spoje dřevěných konstrukcí

1.5 Výpočetní technika a programy

- Vlastní tabulky pro dimenzování konstrukcí podle výše uvedených norem v programu Microsoft Excel.

1.6 Popis výpočtu konstrukce

Kategorie návrhové životnosti: **4** budovy a další běžné stavby

Informativní návrhová životnost **50 let**

Mezní stavy únosnosti:

STR představuje případ vnitřního porušení nebo nadměrného přetvoření konstrukce nebo nosných prvků, kde rozhoduje pevnost materiálů konstrukce;

Popis výpočtu:

Ve statickém výpočtu jsou navrženy a posouzeny typické prvky horní konstrukce objektu pro mezní stav únosnosti (STR) a na mezní stav použitelnosti.

2. Návrh a posouzení konstrukcí

2.1 Zatížení střechy

Skladba střechy		tloušťka	objemová tíha	charakteristické	γ_G	návrhové				
krytina				0,10 kN/m ²	1,35	0,14 kN/m ²				
OSB záklop		0,022	7,00	= 0,15 kN/m ²	1,35	0,21 kN/m ²				
izolace		0,180	1,00	= 0,18 kN/m ²	1,35	0,24 kN/m ²				
tíha konstrukce				0,30 kN/m ²	1,35	0,41 kN/m ²				
sádkrokarton		0,013	8,50	= 0,11 kN/m ²	1,35	0,15 kN/m ²				
g ₁ celkem stálé zatížení - šikmý průmět				0,84 kN/m ²	1,35	1,14 kN/m ²				
g celkem stálé zatížení - svislý průmět		0,84	/ cos 27°	= 0,95 kN/m ²	1,35	1,28 kN/m ²				
Zatížení sněhem										
Tvarový součinitel pro pultové a sedlové střechy v případě pokud není bráněno sklouzávání sněhu ze střechy										
sklon střechy	α	= 27,00 °	μ_1	= 0,80						
Součinitel expozice	Typ krajiny:	normální			C_e	= 1,00				
	Tepelný součinitel				C_t	= 1,00				
Charakteristická hodnota zatížení sněhem na zemi dle www.snehovamapa.cz					s_k	= 0,61 kN/m ²				
	μ_i	.	C_e	.	C_t	.	s_k		γ_Q	
s sněh	0,80	.	1,00	.	1,00	.	0,61	= 0,49 kN/m ²	1,50	0,73 kN/m ²
Zatížení větrem										
Základní rychlost větru	oblast:	2		v_b	= 25,00 m/s					
Kategorie terénu:		3		z_0	= 0,300 m		z_{min}	= 5,00 m		
pomocný součinitel fluktuační složky tlaku				C_{fl}	= 1,508 m					
Referenční výška	z_e	= 12,00 m								
Základní dynamický tlak větru	q_b	=	1/2	.	ρ	.	v_b^2			
	q_b	=	1/2	.	1,25	.	25,00 ²	= 0,39 kN/m ²		
Součinitel orografie	$c_0(z_e)$	= 1,00								
Součinitel drsnosti terénu	k_r	=	0,19	.	$(z_0 / 0,05)$	^{0,07}				
	k_r	=	0,19	.	$(0,300 / 0,05)$	^{0,07}		= 0,22		
	$c_r(z_e)$	=	k_r	.	$\ln (z_e / z_0)$					
	$c_r(z_e)$	=	0,22	.	$\ln (12,00 / 0,300)$	= 0,795				
Intenzita turbulence větru										
	$I_{v(z_e)}$	=	$\frac{C_{fl}}{7 \cdot c_r(z_e) \cdot c_0(z_e)}$			=	$\frac{1,508}{7 \cdot 0,795 \cdot 1,00}$			= 0,271
Součinitel expozice										
	$c_e(z_e)$	=	$c_0(z_e)^2$.	$c_r(z_e)^2$.	$(1 + 7 \cdot I_{v(z_e)})$			
	$c_e(z_e)$	=	1,00 ²	.	0,79 ²	.	$(1 + 7 \cdot 0,271)$	= 1,829		
Maximální dynamický tlak	$q_p(z_e)$	=	q_b	.	$c_e(z_e)$	=	0,39	.	1,829	= 0,71 kN/m ²
Tlak větru pro sedlové střechy										
Zatížená plocha		A	= 150,00 m ²	sklon střechy	α	= Typ krajiny:				
oblast G - tlak	$C_{pe,10}$	= 0,60		$C_{pe,1}$	= 0,60					
			$q_p(z_e)$.	C_{pe}		γ_Q			
w _{G,tlak} (z _e)	tlak větru kolmo na povrch kce	0,71	.	0,60	= 0,43 kN/m ²	1,50	0,64 kN/m ²			
w _{G,tlak} (z _e)	tlak větru - svislá složka	0,43	.	cos 27°	= 0,38 kN/m ²	1,50	0,57 kN/m ²			
Svislé proměnné zatížení		Ψ_0		charakteristické	γ_Q		návrhové			
q ₁ komb. větru se sněhem	0,49	+	0,60	.	0,38	= 0,72 kN/m ²	1,50	1,08 kN/m ²		
q ₂ užité zátížení	kategorie H	nepřístupná střecha			0,75 kN/m ²	1,50	1,13 kN/m ²			
rozhoduje užité zátížení oproti kombinaci sněhu s větrem										

2.2 Zatížení stropu nad 2.NP

Stávající využití

Skladba	tloušťka	objemová tíha	charakteristické	γ_G	návrhové
OSB desky	0,030	7,00	= 0,21 kN/m ²	1,35	0,28 kN/m ²
izolace	0,030	2,00	= 0,06 kN/m ²	1,35	0,08 kN/m ²
OSB záklop	0,025	7,00	= 0,18 kN/m ²	1,35	0,24 kN/m ²
zásyp liapor	0,175	5,00	= 0,88 kN/m ²	1,35	1,18 kN/m ²
záklop	0,025	5,00	= 0,13 kN/m ²	1,35	0,17 kN/m ²
vlastní tíha trámů			0,40 kN/m ²	1,35	0,54 kN/m ²
OSB záklop	0,015	7,00	= 0,11 kN/m ²	1,35	0,14 kN/m ²
SDK podhled	0,015	8,50	= 0,13 kN/m ²	1,35	0,17 kN/m ²
g celkem stálé zatížení			2,08 kN/m²	1,35	2,80 kN/m²
Proměnné zatížení			charakteristické	γ_Q	návrhové
q užité zatížení	půdní prostor		1,00 kN/m²	1,50	1,50 kN/m²

Případné budoucí využití (pro návrh konstrukcí ve spodních patrech)

Skladba	tloušťka	objemová tíha	charakteristické	γ_G	návrhové
nášlapná vrstva	0,015	22,00	= 0,33 kN/m ²	1,35	0,45 kN/m ²
betonová mazanina	0,050	23,00	= 1,15 kN/m ²	1,35	1,55 kN/m ²
OSB desky	0,030	7,00	= 0,21 kN/m ²	1,35	0,28 kN/m ²
izolace	0,030	2,00	= 0,06 kN/m ²	1,35	0,08 kN/m ²
OSB záklop	0,025	7,00	= 0,18 kN/m ²	1,35	0,24 kN/m ²
zásyp liapor	0,175	5,00	= 0,88 kN/m ²	1,35	1,18 kN/m ²
záklop	0,025	5,00	= 0,13 kN/m ²	1,35	0,17 kN/m ²
vlastní tíha stávajících trámů			0,40 kN/m ²	1,35	0,54 kN/m ²
vlastní tíha nových nosníků			0,50 kN/m ²	1,35	0,68 kN/m ²
OSB záklop	0,015	7,00	= 0,11 kN/m ²	1,35	0,14 kN/m ²
SDK podhled	0,015	8,50	= 0,13 kN/m ²	1,35	0,17 kN/m ²
g₀ celkem skladba			4,06 kN/m²	1,35	5,48 kN/m²
g₁ plošné zatížení přemístitelnými příčkami			1,20 kN/m²	1,35	1,62 kN/m²
g celkem stálé zatížení			5,26 kN/m²	1,35	7,10 kN/m²
Proměnné zatížení			charakteristické	γ_Q	návrhové
q užité zatížení	kategorie B	kancelářské plochy	2,50 kN/m²	1,50	3,75 kN/m²

2.3 Zatížení stropu nad 1.NP

Skladba stropu	tloušťka	objemová tíha	charakteristické	γ_G	návrhové
nášlapná vrstva	0,015	22,00	= 0,33 kN/m ²	1,35	0,45 kN/m ²
prkna	0,025	6,50	= 0,16 kN/m ²	1,35	0,22 kN/m ²
zásyp liapor	0,060	5,00	= 0,30 kN/m ²	1,35	0,41 kN/m ²
zásyp	0,050	10,00	= 0,50 kN/m ²	1,35	0,68 kN/m ²
záklop	0,025	5,00	= 0,13 kN/m ²	1,35	0,17 kN/m ²
vlastní tíha konstrukce			0,60 kN/m ²	1,35	0,81 kN/m ²
záklop	0,025	6,50	= 0,16 kN/m ²	1,35	0,22 kN/m ²
OSB záklop	0,015	7,00	= 0,11 kN/m ²	1,35	0,14 kN/m ²
SDK podhled	0,015	8,50	= 0,13 kN/m ²	1,35	0,17 kN/m ²
g₀ celkem skladba			2,41 kN/m²	1,35	3,26 kN/m²
g₁ plošné zatížení přemístitelnými příčkami			1,20 kN/m²	1,35	1,62 kN/m²
g celkem stálé zatížení			3,61 kN/m²	1,35	4,88 kN/m²
Proměnné zatížení			charakteristické	γ_Q	návrhové
q₁ užité zatížení	kategorie A	obytné plochy	1,50 kN/m²	1,50	2,25 kN/m²
q₂ užité zatížení	kategorie B	kancelářské plochy	2,50 kN/m²	1,50	3,75 kN/m²

2.4 Zatížení stropu nad 1.PP

Skladba stropu	tloušťka	objemová tíha	charakteristické	γ_G	návrhové
nášlapná vrstva	0,015	22,00	= 0,33 kN/m ²	1,35	0,45 kN/m ²
podkladní deska	0,010	15,00	= 0,15 kN/m ²	1,35	0,20 kN/m ²
prkna	0,024	5,00	= 0,12 kN/m ²	1,35	0,16 kN/m ²
zásyp	0,200	5,00	= 1,00 kN/m ²	1,35	1,35 kN/m ²
izolace	0,100	1,00	= 0,10 kN/m ²	1,35	0,14 kN/m ²
tíha klenby	0,300	18,00	= 5,40 kN/m ²	1,35	7,29 kN/m ²
omítka	0,020	18,00	= 0,36 kN/m ²	1,35	0,49 kN/m ²
g₀ celkem skladba			7,46 kN/m²	1,35	10,07 kN/m²
g₁ plošné zatížení přemístitelnými příčkami			1,50 kN/m²	1,35	2,03 kN/m²
g celkem stálé zatížení			8,96 kN/m²	1,35	12,10 kN/m²
Proměnné zatížení			charakteristické	γ_Q	návrhové
q užité zatížení	kategorie C3	přístupová plocha veřejn. budovy	5,00 kN/m²	1,50	7,50 kN/m²

2.5 Zatížení nosnou stěnou

Skladba stěny	tloušťka	objemová tíha	charakteristické	γ_G	návrhové
omítka	0,020	18,00	= 0,36 kN/m ²	1,35	0,49 kN/m ²
tíha stěny	0,600	18,00	= 10,80 kN/m ²	1,35	14,58 kN/m ²
omítka	0,020	18,00	= 0,36 kN/m ²	1,35	0,49 kN/m ²
g zatížení na m² stěny			11,52 kN/m²	1,35	15,55 kN/m²

2.6 Zatížení těžkou příčkou ve 2.NP

Skladba stěny	tloušťka	objemová tíha	charakteristické	γ_G	návrhové
omítka	0,020	18,00	= 0,36 kN/m ²	1,35	0,49 kN/m ²
tíha stěny	0,200	18,00	= 3,60 kN/m ²	1,35	4,86 kN/m ²
omítka	0,020	18,00	= 0,36 kN/m ²	1,35	0,49 kN/m ²
g zatížení na m² stěny			4,32 kN/m²	1,35	5,83 kN/m²

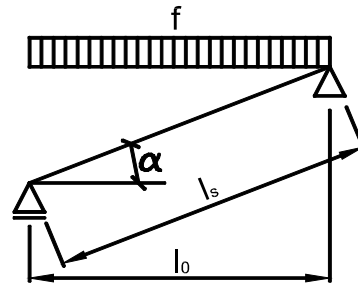
2.7 Návrh a posouzení krokve

Zatížení	Kombinace zatížení jako méně příznivá kombinace z následujících dvou výrazů				
$\gamma_G = 1,35$	$\gamma_Q = 1,50$	$\psi_{0,1} = 0,50$	$\xi_1 = 0,85$		
Kombinace 1	$\gamma_Q \cdot \psi_{0,1} = 1,50 \cdot 0,50 = 0,75$	zatěžovací šířka			
g₁ stálé zatížení	0,95	1,00	= 0,95 kN/m	γ_G	1,35
q₁ proměnné zatížení	0,75	1,00	= 0,75 kN/m	$\gamma_Q \cdot \psi_{0,1}$	0,75
f₁ celkové zatížení			1,70 kN/m	1,08	1,84 kN/m
Kombinace 2	$\xi_1 \cdot \gamma_G = 0,85 \cdot 1,35 = 1,15$	zatěžovací šířka			
g₂ stálé zatížení	0,95	1,00	= 0,95 kN/m	$\xi_1 \cdot \gamma_G$	1,15
q₂ proměnné zatížení	0,75	1,00	= 0,75 kN/m	γ_Q	1,50
f₂ celkové zatížení			1,70 kN/m	1,30	2,21 kN/m

Rozhodující kombinace:
kombinace 2
Schéma konstrukce

rozpětí konstrukce $l_0 = 3,25 \text{ m}$

úhel sklonu $\alpha = 27^\circ$

délka nosníku $l_s = 3,65 \text{ m}$

Vnitřní síly a reakce

$M =$	$1/8 \cdot f \cdot l_0^2$					
$M_g =$	$1/8 \cdot 0,95 \cdot 3,25^2$	$=$	$1,25 \text{ kNm}$	$1,15$	$=$	$1,44 \text{ kNm}$
$M_q =$	$1/8 \cdot 0,75 \cdot 3,25^2$	$=$	$0,99 \text{ kNm}$	$1,50$	$=$	$1,49 \text{ kNm}$

celkový moment $M_f = 2,24 \text{ kNm} \quad 1,30 \quad 2,92 \text{ kNm}$

$R =$	$1/2 \cdot f \cdot l_0$					
$R_g =$	$1/2 \cdot 0,95 \cdot 3,25$	$=$	$1,54 \text{ kN}$	$1,15$	$=$	$1,77 \text{ kN}$
$R_q =$	$1/2 \cdot 0,75 \cdot 3,25$	$=$	$1,22 \text{ kN}$	$1,50$	$=$	$1,83 \text{ kN}$

celková reakce $R_f = 2,76 \text{ kN} \quad 1,30 \quad 3,60 \text{ kN}$

$N =$	$R \cdot \sin \alpha$					
$N_g =$	$1,54 \cdot \sin 27^\circ$	$=$	$0,70 \text{ kN}$	$1,15$	$=$	$0,80 \text{ kN}$
$N_q =$	$1,22 \cdot \sin 27^\circ$	$=$	$0,55 \text{ kN}$	$1,50$	$=$	$0,83 \text{ kN}$

celková normálová síla $N_f = 1,25 \text{ kN} \quad 1,30 \quad 1,63 \text{ kN}$

$V =$	$R \cdot \cos \alpha$					
$V_g =$	$1,54 \cdot \cos 27^\circ$	$=$	$1,37 \text{ kN}$	$1,15$	$=$	$1,57 \text{ kN}$
$V_q =$	$1,22 \cdot \cos 27^\circ$	$=$	$1,09 \text{ kN}$	$1,50$	$=$	$1,63 \text{ kN}$

celková posouvající síla $V_f = 2,46 \text{ kN} \quad 1,30 \quad 3,20 \text{ kN}$
Pružné deformace

$$w_g = \frac{5}{48} \cdot \frac{M_g}{E} \cdot \frac{l_s^2}{I} = \frac{5}{48} \cdot \frac{1,25}{10,00} \cdot \frac{3,65^2}{38,88}$$

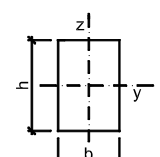
$$w_g = 4,5 \text{ mm}$$

$$w_q = \frac{5}{48} \cdot \frac{M_q}{E} \cdot \frac{l_s^2}{I} = \frac{5}{48} \cdot \frac{0,99}{10,00} \cdot \frac{3,65^2}{38,88}$$

$$w_q = 3,5 \text{ mm}$$

Zatížení	moment k ose y	$M_{yd} = 2,92 \text{ kNm}$	moment k ose z	$M_{zd} = 0,00 \text{ kNm}$
	normálová síla	$N_d = 1,63 \text{ kN}$	posouvající síla	$V_d = 3,20 \text{ kN}$

Prostředí - třída provozu
1
Třída trvání zatížení
střednědobé
Návrh průřezu a dřeva

Dřevo	typ dřeva	rostlé dřevo	$E_{0,mean} = 10,00 \text{ GPa}$	$f_{c,0,k} = 20,00 \text{ MPa}$
	třída dřeva	C22	$E_{0,05} = 6,70 \text{ GPa}$	$f_{m,k} = 22,00 \text{ MPa}$
Průřez	modifikační součinitel		$k_{mod} = 0,80$	$f_{v,k} = 2,40 \text{ MPa}$
	typ	obdélníkový průřez	$k_m = 0,70$	$\gamma_M = 1,30$
	šířka průřezu	$b = 80 \text{ mm}$		
	výška průřezu	$h = 180 \text{ mm}$		

	plocha	$A = 14,40 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^2$		
	moment setrvačnosti	$I_y = 38,88 \cdot 10^6 \cdot \text{mm}^4$		
	poloměr setrvačnosti	$i_y = 51,96 \text{ mm}$	$i_z = 23,09 \text{ mm}$	
	průřezový modul	$W_y = 432,00 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^3$	$W_z = 192,00 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^3$	

Geometrie	délka nosníku	$l = 3,65 \text{ m}$	Podmínky
	vzpěrná délka k ose y-y	$l_{cr,y} = 3,65 \text{ m}$	
	vzpěrná délka k ose z-z	$l_{cr,z} = 1,00 \text{ m}$	

vzpěr nezajištěn
vzpěr nezajištěn

Posouzení - MSÚ - Kombinace tlaku a ohybu

Součinitelé vzpěrnosti

$$k_{cy} = 0,53$$

$$k_{cz} = 0,85$$

Návrhové pevnosti

$$f_{c,0,d} = \frac{k_{mod} \cdot f_{c,0,k}}{\gamma_M} = \frac{0,80 \cdot 20,00}{1,30} = 12,31 \text{ MPa}$$

$$f_{m,d} = \frac{k_{mod} \cdot f_{m,k}}{\gamma_M} = \frac{0,80 \cdot 22,00}{1,30} = 13,54 \text{ MPa}$$

$$\frac{N_d}{k_{cy} \cdot A \cdot f_{c,0,d}} + \frac{M_{yd}}{W_y \cdot f_{m,d}} + \frac{k_m \cdot M_{zd}}{W_z \cdot f_{m,d}} = \frac{14,40}{1,63 \cdot 0,53 \cdot 12,31} + \frac{2,92}{432,00 \cdot 13,54} + \frac{0,00}{192,00 \cdot 13,54} = 0,02 + 0,50 + 0,00 = 0,52 < 1,00$$

podmínka kombinace 1 **0,02 + 0,50 + 0,00 = 0,52 < 1,00**

$$\frac{N_d}{k_{cz} \cdot A \cdot f_{c,0,d}} + \frac{k_m \cdot M_{yd}}{W_y \cdot f_{m,d}} + \frac{M_{zd}}{W_z \cdot f_{m,d}} = \frac{14,40}{1,63 \cdot 0,85 \cdot 12,31} + \frac{2,92}{432,00 \cdot 13,54} + \frac{0,00}{192,00 \cdot 13,54} = 0,01 + 0,35 + 0,00 = 0,36 < 1,00$$

podmínka kombinace 2 **0,01 + 0,35 + 0,00 = 0,36 < 1,00**

vyhovuje

Posouzení - MSÚ - Smyk

součinitel vlivu vysušených trhlin

$$k_{cr} = 0,67$$

efektivní šířka průřezu

$$b_{ef} = k_{cr} \cdot b = 0,67 \cdot 80,00 = 54 \text{ mm}$$

efektivní plocha

$$A_{ef} = 9,65 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^2$$

Návrhové pevnosti

$$f_{v,d} = \frac{k_{mod} \cdot f_{v,k}}{\gamma_M} = \frac{0,80 \cdot 2,40}{1,30} = 1,48 \text{ MPa}$$

$$\frac{3 \cdot V_d}{2 \cdot A_{ef} \cdot f_{v,d}} = \frac{3 \cdot 3,20}{2 \cdot 9,65 \cdot 1,48} = 0,34 < 1,00$$

vyhovuje

Posouzení - MSP - Deformace

Okamžitý průhyb od stálých zatížení

$$w_{inst,g} = 4,5 \text{ mm}$$

Okamžitý průhyb od proměnného zatížení

$$w_{inst,q} = 3,5 \text{ mm}$$

Celkový okamžitý průhyb

$$w_{inst,f} = 8,0 \text{ mm}$$

součinitel pro kvazistatou hodnotu proměnného zatížení:

$$\psi_{2,q} = 0,0$$

modifikační součinitel deformace

$$k_{def} = 0,60$$

Okamžitý průhyb

$$w_{inst,f} = 8,0 \text{ mm} < w_{lim,inst} = \frac{l}{300} = \frac{3648}{300} = 12,2 \text{ mm}$$

vyhovuje

Konečný průhyb

Konečný průhyb od stálých zatížení

$$w_{fin,g} = w_{inst,g} \cdot \left(1 + k_{def} \right) = 4,5 \cdot (1 + 0,60) = 7,1 \text{ mm}$$

Konečný průhyb od proměnného zatížení

$$w_{fin,q} = w_{inst,q} \cdot \left(1 + \psi_{2,q} \cdot k_{def} \right) = 3,5 \cdot (1 + 0,0 \cdot 0,60) = 3,5 \text{ mm}$$

Celkový konečný průhyb

$$w_{fin,f} = 10,7 \text{ mm}$$

$$w_{fin,f} = 10,7 \text{ mm} < w_{lim,fin} = \frac{l}{250} = \frac{3648}{250} = 14,6 \text{ mm}$$

vyhovuje

2.8 Návrh a posouzení vaznice

Půřez 1

Zatížení Kombinace zatížení jako méně příznivá kombinace z následujících dvou výrazů

$$\gamma_G = 1,35 \quad \gamma_Q = 1,50 \quad \psi_{0,1} = 0,50 \quad \xi_1 = 0,85$$

Kombinace 1 $\gamma_Q \cdot \psi_{0,1} = 1,50 \cdot 0,50 = 0,75$

g₁ stálé zatížení $0,95 \cdot 4,20 = 3,98 \text{ kN/m}$ γ_G 1,35 5,37 kN/m

q₁ proměnné zatížení $0,75 \cdot 4,20 = 3,15 \text{ kN/m}$ $\gamma_Q \cdot \psi_{0,1}$ 0,75 2,36 kN/m

f₁ celkové zatížení **7,13 kN/m** **1,08** **7,74 kN/m**

Kombinace 2 $\xi_1 \cdot \gamma_G = 0,85 \cdot 1,35 = 1,15$

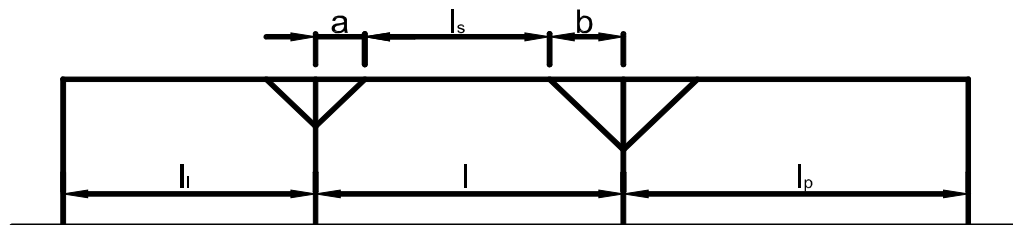
g₂ stálé zatížení $0,95 \cdot 4,20 = 3,98 \text{ kN/m}$ $\xi_1 \cdot \gamma_G$ 1,15 4,57 kN/m

q₂ proměnné zatížení $0,75 \cdot 4,20 = 3,15 \text{ kN/m}$ γ_Q 1,50 4,73 kN/m

f₂ celkové zatížení **7,13 kN/m** **1,30** **9,29 kN/m**

Rozhodující kombinace: kombinace 2

Rozpětí nosníku zesílené vzpěrami dle dřívě platné normy ČSN 73 1701



rozpětí nosníku $l = 4,75 \text{ m}$

rozpětí nosníku v levém poli $l_1 = 4,75 \text{ m}$ předpoklad splněn $a = 0,90 \text{ m}$

rozpětí nosníku v pravém poli $l_p = 4,75 \text{ m}$ předpoklad splněn $b = 0,90 \text{ m}$

$l_s = 2,95 \text{ m}$

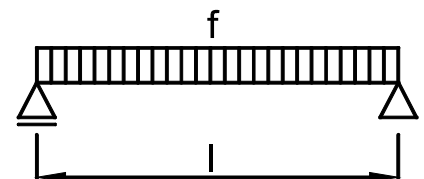
$$l_{i,1} = \frac{l^2}{2 \cdot l - l_s} = \frac{4,75^2}{2 \cdot 4,75 - 2,95} = 3,44$$

$$l_{i,2} = 0,6 \cdot l = 0,6 \cdot 4,75 = 2,85 \text{ m}$$

$$l_{i,max} = \left(\frac{4,75 + 3,44}{2} \right) = 4,10 \text{ m}$$

Schéma konstrukce

rozpětí konstrukce $l = 4,10 \text{ m}$



Vnitřní síly a reakce

$$M = \frac{1}{8} \cdot f \cdot l^2$$

$$M_g = \frac{1}{8} \cdot 3,98 \cdot 4,10^2 = 8,35 \text{ kNm} \quad 1,15 = 9,59 \text{ kNm}$$

$$M_q = \frac{1}{8} \cdot 3,15 \cdot 4,10^2 = 6,61 \text{ kNm} \quad 1,50 = 9,92 \text{ kNm}$$

celkový moment **M_f = 14,96 kNm** **1,30** **19,50 kNm**

$$V = \frac{1}{2} \cdot f \cdot l$$

$$V_g = \frac{1}{2} \cdot 3,98 \cdot 4,10 = 9,45 \text{ kN} \quad 1,15 = 10,85 \text{ kN}$$

$$V_q = \frac{1}{2} \cdot 3,15 \cdot 4,10 = 7,48 \text{ kN} \quad 1,50 = 11,22 \text{ kN}$$

celková posouvající síla a reakce **V_f = 16,94 kN** **1,30** **22,07 kN**

délka při
působení
pásku jen z
jedné strany

Posouzení - MSP - Deformace

$$w_g = \frac{5}{48} \cdot \frac{M_q}{E} \cdot \frac{l^2}{I} = \frac{5}{48} \cdot \frac{8,35}{10,00} \cdot \frac{4,10^2}{234,35} = 6,2 \text{ mm}$$

$$w_q = \frac{5}{48} \cdot \frac{M_q}{E} \cdot \frac{l^2}{I} = \frac{5}{48} \cdot \frac{6,61}{10,00} \cdot \frac{4,10^2}{234,35} = 4,9 \text{ mm}$$

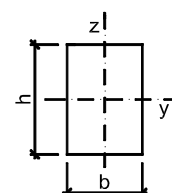
Zatížení moment k ose y $M_{yd} = 19,50 \text{ kNm}$ posouvající síla $V_d = 22,07 \text{ kN}$

Prostředí - třída provozu **1** Třída trvání zatížení **střednědobé**

Návrh průřezu a dřeva

Dřevo typ dřeva **rostlé dřevo** $E_{0,mean} = 10,00 \text{ GPa}$ $f_{m,k} = 22,00 \text{ MPa}$
třída dřeva **C22** $E_{0,05} = 6,70 \text{ GPa}$ $f_{v,k} = 2,40 \text{ MPa}$
modifikační součinitel $k_{mod} = 0,80$ $\gamma_M = 1,30$

Průřez šířka průřezu $b = 160 \text{ mm}$
výška průřezu $h = 260 \text{ mm}$
plocha $A = 41,60 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^2$
moment setrvačnosti $I_y = 234,35 \cdot 10^6 \cdot \text{mm}^4$
průřezový modul $W_y = 1802,67 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^3$



Geometrie délka nosníku $l = 4,10 \text{ m}$
délka nosníku nezajištěná proti příčné a torzní nestabilitě
 $l_t = 0,00 \text{ m}$

Podmínky

klopení zajištěné

Posouzení - MSÚ - Ohyb s příčnou a torzní stabilitou

Součinitel příčné a torzní stability

typ nosníku **prostě podepřený** typ zatížení **spojité zatížení**
 $k_{crit} = 1,00$

Návrhové pevnosti

$$f_{m,d} = \frac{k_{mod} \cdot f_{m,k}}{\gamma_M} = \frac{0,80 \cdot 22,00}{1,30} = 13,54 \text{ MPa}$$

$$\frac{M_{yd}}{k_{crit} \cdot W_y \cdot f_{m,d}} = \frac{19,50}{1,00 \cdot 1802,67 \cdot 13,54} = 0,80 < 1,00$$

vyhovuje

Posouzení - MSÚ - Smyk

součinitel vlivu vysušených trhlin $k_{cr} = 0,67$
efektivní šířka průřezu $b_{ef} = k_{cr} \cdot b = 0,67 \cdot 160,00 = 107 \text{ mm}$
efektivní plocha $A_{ef} = 27,87 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^2$

Návrhové pevnosti

$$f_{v,d} = \frac{k_{mod} \cdot f_{v,k}}{\gamma_M} = \frac{0,80 \cdot 2,40}{1,30} = 1,48 \text{ MPa}$$

$$\frac{3 \cdot V_d}{2 \cdot A_{ef} \cdot f_{v,d}} = \frac{3 \cdot 22,07}{2 \cdot 27,87 \cdot 1,48} = 0,80 < 1,00$$

vyhovuje

Posouzení - MSP - Deformace

Okamžitý průhyb od stálých zatížení

$$w_{inst,g} = 6,2 \text{ mm}$$

Okamžitý průhyb od proměnného zatížení

$$w_{inst,q} = 4,9 \text{ mm}$$

Celkový okamžitý průhyb

$$w_{inst,f} = 11,2 \text{ mm}$$

součinitel pro kvazistatou hodnotu proměnného zatížení:

střecha

$$\psi_{2,q} = 0,0$$

modifikační součinitel deformace

$$k_{def} = 0,60$$

Okamžitý průhyb

$$w_{inst,f} = 11,2 \text{ mm} < w_{lim,inst} = \frac{l}{300} = \frac{4097}{300} = 13,7 \text{ mm}$$

vyhovuje

Konečný průhyb

Konečný průhyb od stálých zatížení

$$w_{fin,g} = w_{inst,g} \cdot \left(1 + k_{def} \right) = 6,2 \cdot \left(1 + 0,60 \right) = 10,0 \text{ mm}$$

Konečný průhyb od proměnného zatížení

$$w_{fin,q} = w_{inst,q} \cdot \left(1 + \psi_{2,q} \cdot k_{def} \right) = 4,9 \cdot \left(1 + 0,0 \cdot 0,60 \right) = 4,9 \text{ mm}$$

Celkový konečný průhyb

$$w_{fin,f} = 14,9 \text{ mm}$$

$$w_{fin,f} = 14,9 \text{ mm} < w_{lim,fin} = \frac{l}{250} = \frac{4097}{250} = 16,4 \text{ mm}$$

vyhovuje

Půřez 2

Zatížení Kombinace zatížení jako méně příznivá kombinace z následujících dvou výrazů

$$\gamma_G = 1,35$$

$$\gamma_Q = 1,50$$

$$\psi_{0,1} = 0,50$$

$$\xi_1 = 0,85$$

Kombinace 1

$$\gamma_Q \cdot \psi_{0,1} = 1,50 \cdot 0,50 = 0,75$$

zatěžovací šířka

 γ_G
 g_1 stálé zatížení

$$0,95 \cdot 4,20 = 3,98 \text{ kN/m}$$

$$1,35 \cdot 5,37 \text{ kN/m}$$

 $\gamma_Q \cdot \psi_{0,1}$
 q_1 proměnné zatížení

$$0,75 \cdot 4,20 = 3,15 \text{ kN/m}$$

$$0,75 \cdot 2,36 \text{ kN/m}$$

 f_1 celkové zatížení

$$7,13 \text{ kN/m}$$

$$1,08 \cdot 7,74 \text{ kN/m}$$

Kombinace 2

$$\xi_1 \cdot \gamma_G = 0,85 \cdot 1,35 = 1,15$$

zatěžovací šířka

 $\xi_1 \cdot \gamma_G$
 g_2 stálé zatížení

$$0,95 \cdot 4,20 = 3,98 \text{ kN/m}$$

$$1,15 \cdot 4,57 \text{ kN/m}$$

 γ_Q
 q_2 proměnné zatížení

$$0,75 \cdot 4,20 = 3,15 \text{ kN/m}$$

$$1,50 \cdot 4,73 \text{ kN/m}$$

 f_2 celkové zatížení

$$7,13 \text{ kN/m}$$

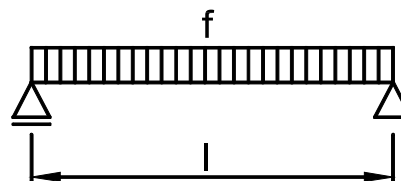
$$1,30 \cdot 9,29 \text{ kN/m}$$

Rozhodující kombinace: kombinace 2

Schéma konstrukce

rozpětí konstrukce

$$l = 5,05 \text{ m}$$



Vnitřní síly a reakce

$$M = \frac{1}{8} \cdot f \cdot l^2$$

$$M_g = \frac{1}{8} \cdot 3,98 \cdot 5,05^2 = 12,69 \text{ kNm} \quad 1,15 = 14,56 \text{ kNm}$$

$$M_q = \frac{1}{8} \cdot 3,15 \cdot 5,05^2 = 10,04 \text{ kNm} \quad 1,50 = 15,06 \text{ kNm}$$

celkový moment

$$M_f = 22,73 \text{ kNm} \quad 1,30 = 29,62 \text{ kNm}$$

$$V = \frac{1}{2} \cdot f \cdot l$$

$$V_g = \frac{1}{2} \cdot 3,98 \cdot 5,05 = 10,05 \text{ kN} \quad 1,15 = 11,53 \text{ kN}$$

$$V_q = \frac{1}{2} \cdot 3,15 \cdot 5,05 = 7,95 \text{ kN} \quad 1,50 = 11,93 \text{ kN}$$

celková posouvající síla a reakce

$$V_f = 18,01 \text{ kN} \quad 1,30 = 23,46 \text{ kN}$$

Posouzení - MSP - Deformace

$$w_g = \frac{5}{48} \cdot \frac{M_q}{E} \cdot \frac{l^2}{I} = \frac{5}{48} \cdot \frac{12,69}{11,60} \cdot \frac{5,05^2}{360,00} = 8,1 \text{ mm}$$

$$w_q = \frac{5}{48} \cdot \frac{M_q}{E} \cdot \frac{l^2}{I} = \frac{5}{48} \cdot \frac{10,04}{11,60} \cdot \frac{5,05^2}{360,00} = 6,4 \text{ mm}$$

Zatížení moment k ose y $M_{yd} = 29,62 \text{ kNm}$ posouvající síla $V_d = 23,46 \text{ kN}$

Prostředí - třída provozu

1

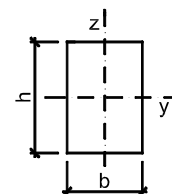
Třída trvání zatížení

střednědobé

Návrh průřezu a dřeva

Dřevo typ dřeva **lepené lamelové dřevo** $E_{0,mean} = 11,60 \text{ GPa}$ $f_{m,k} = 24,00 \text{ MPa}$
třída dřeva **GL 24h** $E_{0,05} = 9,40 \text{ GPa}$ $f_{v,k} = 2,70 \text{ MPa}$
modifikační součinitel $k_{mod} = 0,80$ $\gamma_M = 1,25$

Průřez šířka průřezu $b = 160 \text{ mm}$
výška průřezu $h = 300 \text{ mm}$
plocha $A = 48,00 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^2$
moment setrvačnosti $I_y = 360,00 \cdot 10^6 \cdot \text{mm}^4$
průřezový modul $W_y = 2400,00 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^3$



Geometrie délka nosníku $l = 5,05 \text{ m}$
délka nosníku nezajištěná proti příčné a torzní nestabilitě
 $l_t = 0,00 \text{ m}$

Podmínky

klopení zajištěné

Posouzení - MSÚ - Ohyb s příčnou a torzní stabilitou

Součinitel příčné a torzní stability

typ nosníku **prostě podepřený** typ zatížení **spojité zatížení**
 $k_{crit} = 1,00$

Návrhové pevnosti

$$f_{m,d} = \frac{k_{mod} \cdot f_{m,k}}{\gamma_M} = \frac{0,80 \cdot 24,00}{1,25} = 15,36 \text{ MPa}$$

$$\frac{M_{yd}}{k_{crit} \cdot W_y \cdot f_{m,d}} = \frac{29,62}{1,00 \cdot 2400,00 \cdot 15,36} = 0,80 < 1,00$$

vyhovuje

Posouzení - MSÚ - Smyk

součinitel vlivu vysušených trhlin $k_{cr} = 0,67$
efektivní šířka průřezu $b_{ef} = k_{cr} \cdot b = 0,67 \cdot 160,00 = 107 \text{ mm}$
efektivní plocha $A_{ef} = 32,16 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^2$

Návrhové pevnosti

$$f_{v,d} = \frac{k_{mod} \cdot f_{v,k}}{\gamma_M} = \frac{0,80 \cdot 2,70}{1,25} = 1,73 \text{ MPa}$$

$$\frac{3 \cdot V_d}{2 \cdot A_{ef} \cdot f_{v,d}} = \frac{3 \cdot 23,46}{2 \cdot 32,16 \cdot 1,73} = 0,63 < 1,00$$

vyhovuje

Posouzení - MSP - Deformace

Okamžitý průhyb od stálých zatížení

$$w_{inst,g} = 8,1 \text{ mm}$$

Okamžitý průhyb od proměnného zatížení

$$w_{inst,q} = 6,4 \text{ mm}$$

Celkový okamžitý průhyb

$$w_{inst,f} = 14,5 \text{ mm}$$

součinitel pro kvazistalou hodnotu proměnného zatížení:

střecha

$$\psi_{2,q} = 0,0$$

modifikační součinitel deformace

$$k_{def} = 0,60$$

Okamžitý průhyb

$$w_{inst,f} = 14,5 \text{ mm} < w_{lim,inst} = \frac{l}{300} = \frac{5050}{300} = 16,8 \text{ mm}$$

vyhovuje

Konečný průhyb

Konečný průhyb od stálých zatížení

$$w_{fin,g} = w_{inst,g} \cdot \left(1 + k_{def} \right) = 8,1 \cdot (1 + 0,60) = 12,9 \text{ mm}$$

Konečný průhyb od proměnného zatížení

$$w_{fin,q} = w_{inst,q} \cdot \left(1 + \psi_{2,q} \cdot k_{def} \right) = 6,4 \cdot (1 + 0,0 \cdot 0,60) = 6,4 \text{ mm}$$

Celkový konečný průhyb

$$w_{fin,f} = 19,3 \text{ mm}$$

$$w_{fin,f} = 19,3 \text{ mm} < w_{lim,fin} = \frac{l}{250} = \frac{5050}{250} = 20,2 \text{ mm}$$

vyhovuje

2.9 Návrh a posouzení úžlabní krokve

Zatížení Kombinace zatížení jako méně příznivá kombinace z následujících dvou výrazů

$$\gamma_G = 1,35$$

$$\gamma_Q = 1,50$$

$$\psi_{0,1} = 0,50$$

$$\xi_1 = 0,85$$

Kombinace 1

$$\gamma_Q \cdot \psi_{0,1} = 1,50 \cdot 0,50 = 0,75$$

zatěžovací šířka

 γ_G
 g_1 stálé zatížení

$$0,95 \cdot 3,25 = 3,08 \text{ kN/m}$$

$$1,35 \cdot 4,16 \text{ kN/m}$$

 $\gamma_Q \cdot \psi_{0,1}$
 q_1 proměnné zatížení

$$0,75 \cdot 3,25 = 2,44 \text{ kN/m}$$

$$0,75 \cdot 1,83 \text{ kN/m}$$

 f_1 celkové zatížení

$$5,52 \text{ kN/m}$$

$$1,08 \cdot 5,99 \text{ kN/m}$$

Kombinace 2

$$\xi_1 \cdot \gamma_G = 0,85 \cdot 1,35 = 1,15$$

zatěžovací šířka

 $\xi_1 \cdot \gamma_G$
 g_2 stálé zatížení

$$0,95 \cdot 3,25 = 3,08 \text{ kN/m}$$

$$1,15 \cdot 3,53 \text{ kN/m}$$

 γ_Q
 q_2 proměnné zatížení

$$0,75 \cdot 3,25 = 2,44 \text{ kN/m}$$

$$1,50 \cdot 3,66 \text{ kN/m}$$

 f_2 celkové zatížení

$$5,52 \text{ kN/m}$$

$$1,30 \cdot 7,19 \text{ kN/m}$$

Rozhodující kombinace:

kombinace 2

Schéma konstrukce

rozpětí krokve

$$l_k = 3,25 \text{ m}$$

úhel sklonu krokve

$$\alpha_k = 27^\circ$$

úhel svírající běžná a úžlabní krokev

$$\beta = 45^\circ$$

rozpětí konstrukce

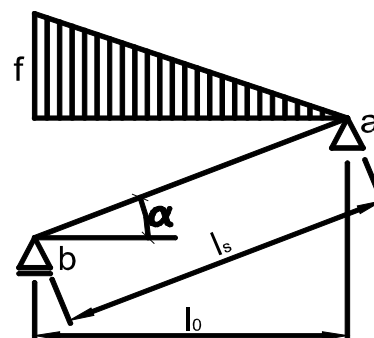
$$l_0 = 4,60 \text{ m}$$

úhel sklonu

$$\alpha = 19,81^\circ$$

délka nosníku

$$l_s = 4,89 \text{ m}$$



Vnitřní síly a reakce

$M =$	61/951	.	f	.	l_0^2				
$M_g =$	61/951	.	3,08	.	4,60 ²	$=$	4,17 kNm	1,15	$=$ 4,79 kNm
$M_q =$	61/951	.	2,44	.	4,60 ²	$=$	3,30 kNm	1,50	$=$ 4,95 kNm
celkový moment						$M_f =$	7,48 kNm	1,30	9,74 kNm
$R_a =$	1/6	.	f	.	l_0				
$R_{a,g} =$	1/6	.	3,08	.	4,60	$=$	2,36 kN	1,15	$=$ 2,71 kN
$R_{a,q} =$	1/6	.	2,44	.	4,60	$=$	1,87 kN	1,50	$=$ 2,80 kN
celková reakce v podpoře A						$R_a =$	4,23 kN	1,30	5,51 kN
$R_b =$	1/3	.	f	.	l_0				
$R_{b,g} =$	1/3	.	3,08	.	4,60	$=$	4,72 kN	1,15	$=$ 5,42 kN
$R_{b,q} =$	1/3	.	2,44	.	4,60	$=$	3,73 kN	1,50	$=$ 5,60 kN
celková reakce v podpoře B						$R_b =$	8,45 kN	1,30	11,02 kN
$N_b =$	R_b	.	$\sin \alpha$						
$N_{b,g} =$	4,72	.	$\sin 20^\circ$	$=$	1,60 kN	1,15	$=$	1,84 kN	
$N_{b,q} =$	3,73	.	$\sin 20^\circ$	$=$	1,27 kN	1,50	$=$	1,90 kN	
celková normálová síla na levé straně						$N_f =$	2,87 kN	1,30	3,73 kN
$V_b =$	R_b	.	$\cos \alpha$						
$V_{b,g} =$	4,72	.	$\cos 20^\circ$	$=$	4,44 kN	1,15	$=$	5,09 kN	
$V_{b,q} =$	3,73	.	$\cos 20^\circ$	$=$	3,51 kN	1,50	$=$	5,27 kN	
celková posouvající síla na levé straně						$V_f =$	7,95 kN	1,30	10,36 kN

Pružné deformace

$$w_g = \frac{37}{364} \cdot \frac{M_g}{E} \cdot \frac{l_s^2}{I} = \frac{37}{364} \cdot \frac{4,17}{10,00} \cdot \frac{4,89^2}{124,23}$$

$$w_g = 8,2 \text{ mm}$$

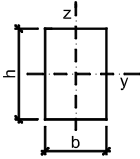
$$w_q = \frac{37}{364} \cdot \frac{M_q}{E} \cdot \frac{l_s^2}{I} = \frac{37}{364} \cdot \frac{3,30}{10,00} \cdot \frac{4,89^2}{124,23}$$

$$w_q = 6,5 \text{ mm}$$

Zatížení	moment k ose y	$M_{yd} = 9,74 \text{ kNm}$	moment k ose z	$M_{zd} = 0,00 \text{ kNm}$
	normálová síla	$N_d = 3,73 \text{ kN}$	posouvající síla	$V_d = 10,36 \text{ kN}$

Prostředí - třída provozu	1	Třída trvání zatížení	střednědobé
---------------------------	---	-----------------------	-------------

Návrh průřezu a dřeva

Dřevo	typ dřeva	rostlé dřevo	$E_{0,mean} = 10,00 \text{ GPa}$	$f_{c,0,k} = 20,00 \text{ MPa}$
	třída dřeva	C22	$E_{0,05} = 6,70 \text{ GPa}$	$f_{m,k} = 22,00 \text{ MPa}$
Průřez	modifikační součinitel		$k_{mod} = 0,80$	$f_{v,k} = 2,40 \text{ MPa}$
	typ	obdélníkový průřez	$k_m = 0,70$	$\gamma_M = 1,30$
	šířka průřezu	$b = 140 \text{ mm}$		
	výška průřezu	$h = 220 \text{ mm}$		
	plocha	$A = 30,80 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^2$		
	moment setrvačnosti	$I_y = 124,23 \cdot 10^6 \cdot \text{mm}^4$		
Geometrie	poloměr setrvačnosti	$i_y = 63,51 \text{ mm}$	$i_z = 40,41 \text{ mm}$	$\beta_c = 0,20$
	průřezový modul	$W_y = 1129,33 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^3$	$W_z = 718,67 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^3$	
	délka nosníku	$l = 4,89 \text{ m}$	Podmínky	
	vzpěrná délka k ose y-y	$l_{cr,y} = 4,89 \text{ m}$	vzpěr nezajištěn	
	vzpěrná délka k ose z-z	$l_{cr,z} = 1,00 \text{ m}$	vzpěr nezajištěn	

Posouzení - MSÚ - Kombinace tlaku a ohybu

Součinitelé vzpěrnosti

$$k_{cy} = 0,46$$

$$k_{cz} = 0,97$$

Návrhové pevnosti

$$f_{c,0,d} = \frac{k_{mod} \cdot f_{c,0,k}}{\gamma_M} = \frac{0,80 \cdot 20,00}{1,30} = 12,31 \text{ MPa}$$

$$f_{m,d} = \frac{k_{mod} \cdot f_{m,k}}{\gamma_M} = \frac{0,80 \cdot 22,00}{1,30} = 13,54 \text{ MPa}$$

$$\frac{N_d}{k_{cy} \cdot A \cdot f_{c,0,d}} + \frac{M_{yd}}{W_y \cdot f_{m,d}} + \frac{k_m \cdot M_{zd}}{W_z \cdot f_{m,d}} = \frac{3,73}{0,46 \cdot 30,80 \cdot 12,31} + \frac{9,74}{1129,33 \cdot 13,54} + \frac{0,70 \cdot 0,00}{718,67 \cdot 13,54}$$

$$\text{podmínka kombinace 1} \quad 0,02 + 0,64 + 0,00 = 0,66 < 1,00$$

$$\frac{N_d}{k_{cz} \cdot A \cdot f_{c,0,d}} + \frac{k_m \cdot M_{yd}}{W_y \cdot f_{m,d}} + \frac{M_{zd}}{W_z \cdot f_{m,d}} = \frac{3,73}{0,97 \cdot 30,80 \cdot 12,31} + \frac{0,70 \cdot 9,74}{1129,33 \cdot 13,54} + \frac{0,00}{718,67 \cdot 13,54}$$

$$\text{podmínka kombinace 2} \quad 0,01 + 0,45 + 0,00 = 0,46 < 1,00 \quad \text{vyhovuje}$$

Posouzení - MSÚ - Smyk

součinitel vlivu vysušených trhlin

$$k_{cr} = 0,67$$

efektivní šířka průřezu

$$b_{ef} = k_{cr} \cdot b = 0,67 \cdot 140,00 = 94 \text{ mm}$$

efektivní plocha

$$A_{ef} = 20,64 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^2$$

Návrhové pevnosti

$$f_{v,d} = \frac{k_{mod} \cdot f_{v,k}}{\gamma_M} = \frac{0,80 \cdot 2,40}{1,30} = 1,48 \text{ MPa}$$

$$\frac{3 \cdot V_d}{2 \cdot A_{ef} \cdot f_{v,d}} = \frac{3 \cdot 10,36}{2 \cdot 20,64 \cdot 1,48} = 0,51 < 1,00$$

vyhovuje

Posouzení - MSP - Deformace

Okamžitý průhyb od stálých zatížení

$$w_{inst,g} = 8,2 \text{ mm}$$

Okamžitý průhyb od proměnného zatížení

$$w_{inst,q} = 6,5 \text{ mm}$$

Celkový okamžitý průhyb

$$w_{inst,f} = 14,6 \text{ mm}$$

součinitel pro kvazistatou hodnotu proměnného zatížení:

sníh H<1000

$$\psi_{2,q} = 0,0$$

modifikační součinitel deformace

$$k_{def} = 0,60$$

Okamžitý průhyb

$$w_{inst,f} = 14,6 \text{ mm} < w_{lim,inst} = \frac{l}{300} = \frac{4885}{300} = 16,3 \text{ mm}$$

vyhovuje

Konečný průhyb

Konečný průhyb od stálých zatížení

$$w_{fin,g} = w_{inst,g} \cdot \left(1 + k_{def} \right) = 8,2 \cdot (1 + 0,60) = 13,0 \text{ mm}$$

Konečný průhyb od proměnného zatížení

$$w_{fin,q} = w_{inst,q} \cdot \left(1 + \psi_{2,q} \cdot k_{def} \right) = 6,5 \cdot (1 + 0,0 \cdot 0,60) = 6,5 \text{ mm}$$

Celkový konečný průhyb

$$w_{fin,f} = 19,5 \text{ mm}$$

$$w_{fin,f} = 19,5 \text{ mm} < w_{lim,fin} = \frac{l}{250} = \frac{4885}{250} = 19,5 \text{ mm}$$

vyhovuje

2.10 Návrh a posouzení pozednice krakorce

Zatížení Kombinace zatížení jako méně příznivá kombinace z následujících dvou výrazů

$$\gamma_G = 1,35 \quad \gamma_Q = 1,50 \quad \psi_{0,1} = 0,50 \quad \xi_1 = 0,85$$

Kombinace 1 $\gamma_Q \cdot \psi_{0,1} = 1,50 \cdot 0,50 = 0,75$

G₁ stálé zatížení $0,95 \cdot 2,70 \cdot 0,50 = 1,28 \text{ kN}$ $\gamma_G = 1,35$ $1,73 \text{ kN}$

Q₁ proměnné zatížení $0,75 \cdot 2,70 \cdot 0,50 = 1,01 \text{ kN}$ $\gamma_Q \cdot \psi_{0,1} = 0,75$ $0,76 \text{ kN}$

F₁ celkové zatížení **2,29 kN** **1,08** **2,49 kN**

Kombinace 2 $\xi_1 \cdot \gamma_G = 0,85 \cdot 1,35 = 1,15$

G₂ stálé zatížení $0,95 \cdot 2,70 \cdot 0,50 = 1,28 \text{ kN}$ $\xi_1 \cdot \gamma_G = 1,15$ $1,47 \text{ kN}$

Q₂ proměnné zatížení $0,75 \cdot 2,70 \cdot 0,50 = 1,01 \text{ kN}$ $\gamma_Q = 1,50$ $1,52 \text{ kN}$

F₂ celkové zatížení **2,29 kN** **1,30** **2,99 kN**

Rozhodující kombinace: kombinace 2

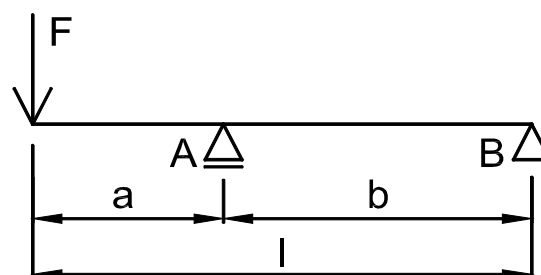
Schéma konstrukce

geometrie konstrukce

$$a = 0,90 \text{ m}$$

$$b = 1,50 \text{ m}$$

$$l = 2,40 \text{ m}$$



Vnitřní síly

$$M = F \cdot a$$

$$M_g = 1,28 \cdot 0,90 = 1,15 \text{ kNm} \quad 1,15 = 1,32 \text{ kNm}$$

$$M_q = 1,01 \cdot 0,90 = 0,91 \text{ kNm} \quad 1,50 = 1,37 \text{ kNm}$$

celkový moment $M_F = 2,06 \text{ kNm}$ **1,30** **2,69 kNm**

$$V = F$$

$$V_g = 1,28 = 1,28 \text{ kN} \quad 1,15 = 1,47 \text{ kN}$$

$$V_q = 1,01 = 1,01 \text{ kN} \quad 1,50 = 1,52 \text{ kN}$$

celková posouvající síla $V_F = 2,29 \text{ kN}$ **1,30** **2,99 kN**

Reakce

$$R_A = F \cdot l / b$$

$$R_{A,g} = 1,28 \cdot 2,40 / 1,50 = 2,05 \text{ kN} \quad 1,15 = 2,35 \text{ kN}$$

$$R_{A,q} = 1,01 \cdot 2,40 / 1,50 = 1,62 \text{ kN} \quad 1,50 = 2,43 \text{ kN}$$

celková reakce $R_A = 3,67 \text{ kN}$ **1,30** **4,78 kN**

$$R_B = -F \cdot a / b$$

$$R_{B,g} = -1,28 \cdot 0,90 / 1,50 = -0,77 \text{ kN} \quad 1,15 = -0,88 \text{ kN}$$

$$R_{B,q} = -1,01 \cdot 0,90 / 1,50 = -0,61 \text{ kN} \quad 1,50 = -0,91 \text{ kN}$$

celková reakce $R_B = -1,38 \text{ kN}$ **1,30** **-1,79 kN**

Pružné deformace

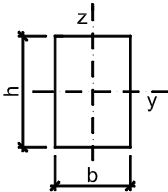
$$w_f = \frac{F \cdot a^2 \cdot (a + b)}{3 \cdot E \cdot I}$$

$$w_g = \frac{1,28 \cdot 0,90^2 \cdot (0,90 + 1,50)}{3 \cdot 10,00 \cdot 32,01}$$

$$w_g = 2,6 \text{ mm}$$

$$w_q = \frac{1,01 \cdot 0,90^2 \cdot (0,90 + 1,50)}{3 \cdot 10,00 \cdot 32,01}$$

$$w_q = 2,0 \text{ mm}$$

Zatížení	moment k ose y	$M_{yd} = 2,69 \text{ kNm}$	posouvající síla	$V_d = 2,99 \text{ kN}$
Prostředí - třída provozu	2	Třída trvání zatížení	střednědobé	
Návrh průřezu a dřeva				
Dřevo	typ dřeva	rostlé dřevo	$E_{0,mean} = 10,00 \text{ GPa}$	$f_{m,k} = 22,00 \text{ MPa}$
	třída dřeva	C22	$E_{0,05} = 6,70 \text{ GPa}$	$f_{v,k} = 2,40 \text{ MPa}$
		modifikační součinitel	$k_{mod} = 0,80$	$\gamma_M = 1,30$
Průřez	šířka průřezu	$b = 140 \text{ mm}$		
	výška průřezu	$h = 140 \text{ mm}$		
	plocha	$A = 19,60 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^2$		
	moment setrvačnosti	$I_y = 32,01 \cdot 10^6 \cdot \text{mm}^4$		
	průřezový modul	$W_y = 457,33 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^3$		
Geometrie	délka nosníku	$l = 0,90 \text{ m}$	Podmínky	
	délka nosníku nezajištěná proti příčné a torzní nestabilitě		klopení nezajištěné	
		$l_t = 0,90 \text{ m}$		
Posouzení - MSÚ - Ohyb s příčnou a torzní stabilitou				
Součinitel příčné a torzní stability				
typ nosníku	konzola	typ zatížení	síla	
	$k_{crit} = 1,00$			
Návrhové pevnosti				
$f_{m,d} = \frac{k_{mod} \cdot f_{m,k}}{\gamma_M} = \frac{0,80 \cdot 22,00}{1,30} = 13,54 \text{ MPa}$				
$\frac{M_{yd}}{k_{crit} \cdot W_y \cdot f_{m,d}} = \frac{2,69}{1,00 \cdot 457,33 \cdot 13,54} = 0,43 < 1,00$				
vyhovuje				
Posouzení - MSÚ - Smyk				
součinitel vlivu vysušených trhlin		$k_{cr} = 0,67$		
efektivní šířka průřezu		$b_{ef} = k_{cr} \cdot b = 0,67 \cdot 140,00 = 94 \text{ mm}$		
efektivní plocha		$A_{ef} = 13,13 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^2$		
Návrhové pevnosti				
$f_{v,d} = \frac{k_{mod} \cdot f_{v,k}}{\gamma_M} = \frac{0,80 \cdot 2,40}{1,30} = 1,48 \text{ MPa}$				
$\frac{3 \cdot V_d}{2 \cdot A_{ef} \cdot f_{v,d}} = \frac{3 \cdot 2,99}{2 \cdot 13,13 \cdot 1,48} = 0,23 < 1,00$				
vyhovuje				
Posouzení - MSP - Deformace				
Okamžitý průhyb od stálých zatížení			$w_{inst,g} = 2,6 \text{ mm}$	
Okamžitý průhyb od proměnného zatížení			$w_{inst,q} = 2,0 \text{ mm}$	
Celkový okamžitý průhyb			$w_{inst,f} = 4,6 \text{ mm}$	
součinitel pro kvazistalou hodnotu proměnného zatížení:			sníh H<1000	$\psi_{2,q} = 0,0$
modifikační součinitel deformace			$k_{def} = 0,80$	
Okamžitý průhyb				
$w_{inst,f} = 4,6 \text{ mm} < w_{lim,inst} = \frac{l}{150} = \frac{900}{150} = 6,0 \text{ mm}$				
vyhovuje				

Konečný průhyb

Konečný průhyb od stálých zatížení

$$w_{fin,g} = w_{inst,g} \cdot \left(1 + k_{def} \right) = 2,6 \cdot (1 + 0,80) = 4,7 \text{ mm}$$

Konečný průhyb od proměnného zatížení

$$w_{fin,q} = w_{inst,q} \cdot \left(1 + \psi_{2,q} \cdot k_{def} \right) = 2,0 \cdot (1 + 0,0 \cdot 0,80) = 2,0 \text{ mm}$$

Celkový konečný průhyb

$$w_{fin,f} = 6,7 \text{ mm}$$

$$w_{fin,f} = 6,7 \text{ mm} < w_{lim,fin} = \frac{l}{125} = \frac{900}{125} = 7,2 \text{ mm}$$

vyhovuje

2.11 Návrh a posouzení kotvení vrcholové vaznice vikýře do běžné vaznice

Zatížení Kombinace zatížení jako méně příznivá kombinace z následujících dvou výrazů

$$\gamma_G = 1,35 \quad \gamma_Q = 1,50 \quad \psi_{0,1} = 0,70 \quad \xi_1 = 0,85$$

$$\text{Kombinace 1} \quad \gamma_Q \cdot \psi_{0,1} = 1,50 \cdot 0,70 = 1,05$$

zatěžovací plocha

 γ_G

$$G_1 \text{ stálé zatížení} \quad 0,95 \cdot 1,70 \cdot 4,00 = 6,45 \text{ kN} \quad 1,35 \quad 8,70 \text{ kN}$$

 $\gamma_Q \cdot \psi_{0,1}$

$$Q_1 \text{ proměnné zatížení} \quad 0,75 \cdot 1,70 \cdot 4,00 = 5,10 \text{ kN} \quad 1,05 \quad 5,36 \text{ kN}$$

$$F_1 \text{ celkové zatížení} \quad 11,55 \text{ kN} \quad 1,22 \quad 14,06 \text{ kN}$$

$$\text{Kombinace 2} \quad \xi_1 \cdot \gamma_G = 0,85 \cdot 1,35 = 1,15$$

 $\xi_1 \cdot \gamma_G$

$$G_2 \text{ stálé zatížení} \quad 0,95 \cdot 1,70 \cdot 4,00 = 6,45 \text{ kN} \quad 1,15 \quad 7,40 \text{ kN}$$

 γ_Q

$$Q_2 \text{ proměnné zatížení} \quad 0,75 \cdot 1,70 \cdot 4,00 = 5,10 \text{ kN} \quad 1,50 \quad 7,65 \text{ kN}$$

$$F_2 \text{ celkové zatížení} \quad 11,55 \text{ kN} \quad 1,30 \quad 15,05 \text{ kN}$$

Rozhodující kombinace: kombinace 2

$$F_{max} = 15,05 \text{ kN}$$

$$\text{Zatížení} \quad V_d = 15,05 \text{ kN}$$

třída trvání zatížení

střednědobé

Prostředí - třída provozu 1

Návrh dřeva typ dřeva rostlé dřevo

$$\gamma_M = 1,30$$

$$k_{mod} = 0,80$$

Geometrie připojovaného nosníku

$$\text{šířka} \quad b_1 = 140 \text{ mm}$$

$$\text{sklon nosníku} \quad \beta = 0^\circ$$

Návrh kování

typ BSD 140/180

únosnost dle tabulek výrobce

$$R_k = 30,40 \text{ kN}$$

charakteristická únosnost

Návrhová pevnost spoje

$$R_d = \frac{k_{mod} \cdot R_k}{\gamma_M} = \frac{0,80 \cdot 30,40}{1,30} = 18,71 \text{ kN}$$

$$R_d = 18,71 \text{ kN} > V_d = 15,05 \text{ kN}$$

spoj vyhovuje

2.12 Návrh a posouzení sloupku střechy

Zatížení Kombinace zatížení jako méně příznivá kombinace z následujících dvou výrazů

$$\gamma_G = 1,35 \quad \gamma_Q = 1,50 \quad \psi_{0,1} = 0,70 \quad \xi_1 = 0,85$$

$$\text{Kombinace 1} \quad \gamma_Q \cdot \psi_{0,1} = 1,50 \cdot 0,70 = 1,05$$

zatěžovací plocha

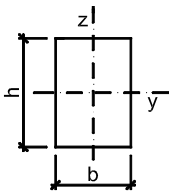
 γ_G

$$G_1 \text{ stálé zatížení} \quad 0,95 \cdot 4,20 \cdot 4,90 = 19,51 \text{ kN} \quad 1,35 \quad 26,33 \text{ kN}$$

 $\gamma_Q \cdot \psi_{0,1}$

$$Q_1 \text{ proměnné zatížení} \quad 0,75 \cdot 4,20 \cdot 4,90 = 15,44 \text{ kN} \quad 1,05 \quad 16,21 \text{ kN}$$

$$F_1 \text{ celkové zatížení} \quad 34,94 \text{ kN} \quad 1,22 \quad 42,54 \text{ kN}$$

Kombinace 2		$\xi_1 \cdot \gamma_G = 0,85 \cdot 1,35 = 1,15$		
			$\xi_1 \cdot \gamma_G$	
G₂	stálé zatížení	$0,95 \cdot 4,20 \cdot 4,90 = 19,51 \text{ kN}$	$1,15$	$22,38 \text{ kN}$
			γ_Q	
Q₂	proměnné zatížení	$0,75 \cdot 4,20 \cdot 4,90 = 15,44 \text{ kN}$	$1,50$	$23,15 \text{ kN}$
F₂ celkové zatížení		34,94 kN	1,30	45,54 kN
Rozhodující kombinace:		kombinace 2	N_d =	F_{max} =
				45,54 kN
Prostředí - třída provozu		1	Třída trvání zatížení	střednědobé
Návrh průřezu a dřeva				
Dřevo	typ dřeva	rostlé dřevo	$E_{0,05} = 6,70 \text{ GPa}$	$f_{c,0,k} = 20,00 \text{ MPa}$
	třída dřeva	C22	$\beta_c = 0,20$	$\gamma_M = 1,30$
modifikační součinitel			$k_{mod} = 0,80$	
Průřez	šířka průřezu	$b = 160 \text{ mm}$		
	výška průřezu	$h = 160 \text{ mm}$		
	plocha	$A = 25,60 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^2$		
	poloměr setrvačnosti k ose y	$i_y = 46,19 \text{ mm}$		
	poloměr setrvačnosti k ose z	$i_z = 46,19 \text{ mm}$		
Geometrie	délka nosníku	$l = 3,00 \text{ m}$		
	vzpěrná délka k ose y-y	$l_{cr,y} = 3,00 \text{ m}$		
	vzpěrná délka k ose z-z	$l_{cr,z} = 3,00 \text{ m}$		
Posouzení - MSÚ - Tlak				
$k_{cy} = 0,59$		$k_{cz} = 0,59$	$k_{cmin} = 0,59$	rozhoduje vzpěr k ose z
Návrhové pevnosti				
$f_{c,0,d} = \frac{k_{mod} \cdot f_{c,0,k}}{\gamma_M} = \frac{0,80 \cdot 20,00}{1,30} = 12,31 \text{ MPa}$				
$\frac{N_d}{k_{cmin} \cdot A \cdot f_{c,0,d}} = \frac{45,54}{0,59 \cdot 25,60 \cdot 12,31} = 0,24 < 1,00$				
vyhovuje				

2.13 Návrh a posouzení nosníku pod sloupkem střechy

Zatížení - líniové		Kombinace zatížení jako méně příznivá kombinace z následujících dvou výrazů		
$\gamma_G = 1,35$		$\gamma_Q = 1,50$	$\psi_{0,1} = 0,50$	$\xi_1 = 0,85$
Kombinace 1		$\gamma_Q \cdot \psi_{0,1} = 1,50 \cdot 0,50 = 0,75$		
		zatěžovací šířka		γ_G
stálé stropu		$5,26 \cdot 0,60 = 3,15 \text{ kN/m}$		
vlastní tíha		0,60 kN/m		
g₁ stálé zatížení - vlastní tíha		3,75 kN/m	$1,35$	5,07 kN/m
q₁ proměnné zatížení		$2,50 \cdot 0,60 = 1,50 \text{ kN/m}$	$\gamma_Q \cdot \psi_{0,1}$	1,13 kN/m
f₁ celkové zatížení		5,25 kN/m	1,18	6,19 kN/m
Kombinace 2		$\xi_1 \cdot \gamma_G = 0,85 \cdot 1,35 = 1,15$		
g₂ stálé zatížení		3,75 kN/m	$\xi_1 \cdot \gamma_G$	4,31 kN/m
q₂ proměnné zatížení		1,50 kN/m	γ_Q	2,25 kN/m
f₂ celkové zatížení		5,25 kN/m	1,25	6,56 kN/m

Zatížení - osamělé břemeno Kombinace zatížení jako méně příznivá kombinace z následujících dvou výrazů

Kombinace 1

G₁ stálé zatížení	19,51 kN	γ_G 1,35	26,33 kN
Q₁ proměnné zatížení	15,44 kN	$\gamma_Q \cdot \psi_{0,1}$ 0,75	11,58 kN

F₁ celkové zatížení **34,94 kN** **1,08** **37,91 kN**
Kombinace 2

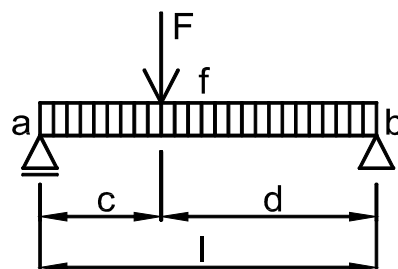
G₂ stálé zatížení	19,51 kN	$\xi_1 \cdot \gamma_G$ 1,15	22,38 kN
Q₂ proměnné zatížení	15,44 kN	γ_Q 1,50	23,15 kN

F₂ celkové zatížení **34,94 kN** **1,30** **45,54 kN**
Rozhodující kombinace pro spojitě zatížení: kombinace 2

Rozhodující kombinace pro osamělé břemeno: kombinace 2

Schéma konstrukce

geometrie konstrukce $c = 2,70 \text{ m}$
 $l = 6,00 \text{ m}$ $d = 3,30 \text{ m}$


Vnitřní síly a reakce

$M_f =$	$1/2 \cdot f \cdot c \cdot d$		
$M_F =$	$F \cdot c \cdot d / l$		
$M_{f,q} =$	$1/2 \cdot 3,75 \cdot 8,91$	$= 16,73 \text{ kNm}$	$1,15 = 19,19 \text{ kNm}$
$M_{F,q} =$	$19,51 \cdot 8,91 / 6,00$	$= 28,97 \text{ kNm}$	$1,15 = 33,24 \text{ kNm}$
moment od stálého zatížení		$M_{f,F,q} = 45,69 \text{ kNm}$	1,15 = 52,43 kNm
$M_{f,q} =$	$1/2 \cdot 1,50 \cdot 8,91$	$= 6,68 \text{ kNm}$	$1,50 = 10,02 \text{ kNm}$
$M_{F,q} =$	$15,44 \cdot 8,91 / 6,00$	$= 22,92 \text{ kNm}$	$1,50 = 34,38 \text{ kNm}$
moment od proměnného zatížení		$M_{f,F,q} = 29,60 \text{ kNm}$	1,50 = 44,41 kNm
moment v místě síly F		$M_{f,F} = 75,30 \text{ kNm}$	1,29 = 96,84 kNm

$V_f =$	$1/2 \cdot f \cdot l$		
$V_F =$	$F \cdot d / l$		
$V_{f,q} =$	$1/2 \cdot 3,75 \cdot 6,00$	$= 11,26 \text{ kN}$	$1,15 = 12,92 \text{ kN}$
$V_{F,q} =$	$19,51 \cdot 3,30 / 6,00$	$= 10,73 \text{ kN}$	$1,15 = 12,31 \text{ kN}$
posouvající síla od stálého zatížení		$V_{f,F,q} = 21,99 \text{ kN}$	1,15 = 25,24 kN
$V_{f,q} =$	$1/2 \cdot 1,50 \cdot 6,00$	$= 4,50 \text{ kN}$	$1,50 = 6,75 \text{ kN}$
$V_{F,q} =$	$15,44 \cdot 3,30 / 6,00$	$= 8,49 \text{ kN}$	$1,50 = 12,73 \text{ kN}$
posouvající síla od proměnného zatížení		$V_{f,F,q} = 12,99 \text{ kN}$	1,50 = 19,48 kN
posouvající síla a reakce v podpoře A		$V_{f,F} = 34,98 \text{ kN}$	1,28 = 44,72 kN

Zatížení $M_d = 96,84 \text{ kNm}$
 $V_d = 44,72 \text{ kN}$
Návrh průřezu a oceli

Průřez	typ HEA	Ocel S 235	$f_y = 235,00 \text{ MPa}$
označení průřezu	240	$E = 210,00 \text{ GPa}$	$\gamma_{M1} = 1,00$
složený průřez	samostatný průřez	$G = 81,00 \text{ GPa}$	$f_{yd} = 235,00 \text{ MPa}$
třída průřezu:	pro ohyb 1	pro tlak 1	

Průřezové charakteristiky pro 1 ks

výška průřezu	$h =$	230 mm		
šířka průřezu	$b =$	240 mm		
plocha	$A =$	$7,68 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^2$		
smyková plocha	$A_{vz} =$	$1,93 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^2$		
moment setrvačnosti	$I_y =$	$77,63 \cdot 10^6 \cdot \text{mm}^4$	$I_z =$	$27,69 \cdot 10^6 \cdot \text{mm}^4$
poloměr setrvačnosti	$i_y =$	100,50 mm	$i_z =$	60,03 mm
průřezový modul	$W_y =$	$675,10 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^3$		
plastický průřezový modul	$W_{pl,y} =$	$744,60 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^3$		
moment tuh. v prostém kroucení	$I_t =$	$415,50 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^4$		
výsečový moment setrvačnosti	$I_w =$	$328,50 \cdot 10^9 \cdot \text{mm}^6$		
vzdálenost těžišť	$y_e =$	120,00 mm		
Geometrie	Vzpěrná délka	$L_{LT} =$	6 000 mm	délka na klopení

Posouzení - MSÚ - Vliv smyku

$$V_{pl,Rd} = A_{vz} \cdot f_{yd} / 3 \frac{1}{2} = 1,93 \cdot 235,00 / 3 \frac{1}{2}$$

$$V_{pl,Rd} = 261,60 \text{ kN} > 2 \cdot V_d = 2 \cdot 44,72 = 89,44 \text{ kN}$$

účinek smykové síly se nemusí uvažovat

Posouzení - MSÚ - Ohyb se ztrátou stability

Součinitelé závisející na zatížení a podmínkách uložení konců

$$C_{1,0} = 1,35 \quad C_{1,1} = 1,36 \quad C_2 = 0,55 \quad C_3 = 0,41$$

$$\text{Součinitelé vzpěrné délky} \quad k_y = 1,0 \quad k_z = 1,0 \quad k_w = 1,0$$

typ průřezu symetrický

Pružný kritický moment

$$M_{cr} = 279,26 \text{ kNm}$$

Součinitel klopení

$$\chi_{LT} = 0,80$$

Posouzení pro třídu 1 a 2

$$M_{pl,Rd} = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd} = 0,80 \cdot 744,60 \cdot 235,00$$

$$M_{pl,Rd} = 140,07 \text{ kNm} > M_d = 96,84 \text{ kNm} \quad \text{vyhovuje}$$

Posouzení - MSP - Deformace v místě síly F

$$w_{f,F} = \frac{5}{48} \cdot \frac{M_f}{E} \cdot \frac{l^2}{I} + \frac{M_F}{3} \cdot \frac{c}{E} \cdot \frac{d}{I}$$

$$w_g = \frac{5}{48} \cdot \frac{16,73}{210,00} \cdot \frac{6,00^2}{77,63} + \frac{28,97}{3} \cdot \frac{2,70}{210,00} \cdot \frac{3,30}{77,63}$$

$$w_g = 9,1 \text{ mm}$$

$$w_q = \frac{5}{48} \cdot \frac{6,68}{210,00} \cdot \frac{6,00^2}{77,63} + \frac{22,92}{3} \cdot \frac{2,70}{210,00} \cdot \frac{3,30}{77,63}$$

$$w_q = 5,7 \text{ mm}$$

$$w_{f,F} = 14,8 \text{ mm} < w_{lim,f} = l / 400 = 15,0 \text{ mm} \quad \text{vyhovuje}$$

2.14 Orientační posouzení stávajícího trámu stropu nad 2.NP pro stávající využití

Zatížení Kombinace zatížení jako méně příznivá kombinace z následujících dvou výrazů

$$\gamma_G = 1,35$$

$$\gamma_Q = 1,50$$

$$\psi_{0,1} = 0,70$$

$$\xi_1 = 0,85$$

Kombinace 1

$$\gamma_Q \cdot \psi_{0,1} = 1,50 \cdot 0,70 = 1,05$$

zatěžovací šířka

γ_G

g₁ stálé zatížení

$$2,08 \cdot 0,95 = 1,97 \text{ kN/m}$$

$$1,35 \cdot 2,66 \text{ kN/m}$$

$\gamma_Q \cdot \psi_{0,1}$

q₁ proměnné zatížení

$$1,00 \cdot 0,95 = 0,95 \text{ kN/m}$$

$$1,05 \cdot 1,00 \text{ kN/m}$$

f₁ celkové zatížení

$$2,92 \text{ kN/m}$$

$$1,25 \cdot 3,66 \text{ kN/m}$$

Kombinace 2

$$\xi_1 \cdot \gamma_G = 0,85 \cdot 1,35 = 1,15$$

zatěžovací šířka

$\xi_1 \cdot \gamma_G$

g₂ stálé zatížení

$$2,08 \cdot 0,95 = 1,97 \text{ kN/m}$$

$$1,15 \cdot 2,26 \text{ kN/m}$$

γ_Q

q₂ proměnné zatížení

$$1,00 \cdot 0,95 = 0,95 \text{ kN/m}$$

$$1,50 \cdot 1,43 \text{ kN/m}$$

f₂ celkové zatížení

$$2,92 \text{ kN/m}$$

$$1,26 \cdot 3,69 \text{ kN/m}$$

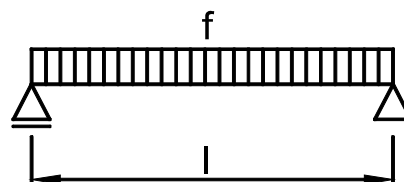
Rozhodující kombinace:

kombinace 2

Schéma konstrukce

rozpětí konstrukce

$$l = 6,00 \text{ m}$$



Vnitřní síly a reakce

$$M = \frac{1}{8} \cdot f \cdot l^2$$

$$M_g = \frac{1}{8} \cdot 1,97 \cdot 6,00^2 = 8,88 \text{ kNm} \quad 1,15 = 10,19 \text{ kNm}$$

$$M_q = \frac{1}{8} \cdot 0,95 \cdot 6,00^2 = 4,28 \text{ kNm} \quad 1,50 = 6,41 \text{ kNm}$$

celkový moment

$$M_f = 13,16 \text{ kNm} \quad 1,26 = 16,60 \text{ kNm}$$

$$V = \frac{1}{2} \cdot f \cdot l$$

$$V_g = \frac{1}{2} \cdot 1,97 \cdot 6,00 = 5,92 \text{ kN} \quad 1,15 = 6,79 \text{ kN}$$

$$V_q = \frac{1}{2} \cdot 0,95 \cdot 6,00 = 2,85 \text{ kN} \quad 1,50 = 4,28 \text{ kN}$$

celková posouvající síla a reakce

$$V_f = 8,77 \text{ kN} \quad 1,26 = 11,07 \text{ kN}$$

Pružné deformace

$$w_g = \frac{5}{48} \cdot \frac{M_g}{E} \cdot \frac{l^2}{I} = \frac{5}{48} \cdot \frac{8,88}{10,00} \cdot \frac{6,00^2}{278,84}$$

$$w_g = 11,9 \text{ mm}$$

$$w_q = \frac{5}{48} \cdot \frac{M_q}{E} \cdot \frac{l^2}{I} = \frac{5}{48} \cdot \frac{4,28}{10,00} \cdot \frac{6,00^2}{278,84}$$

$$w_q = 5,7 \text{ mm}$$

Zatížení

moment k ose y

$$M_{yd} = 16,60 \text{ kNm}$$

posouvající síla

$$V_d = 11,07 \text{ kN}$$

Prostředí - třída provozu

1

Třída trvání zatížení

střednědobé

Návrh průřezu a dřeva

Dřevo

typ dřeva

rostlé dřevo

$$E_{0,mean} = 10,00 \text{ GPa}$$

$$f_{m,k} = 22,00 \text{ MPa}$$

třída dřeva

C22

$$E_{0,05} = 6,70 \text{ GPa}$$

$$f_{v,k} = 2,40 \text{ MPa}$$

modifikační součinitel

$$k_{mod} = 0,80$$

$$\gamma_M = 1,30$$

Průřez

šířka průřezu

$$b = 170 \text{ mm}$$

výška průřezu

$$h = 270 \text{ mm}$$

plocha

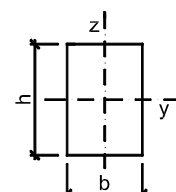
$$A = 45,90 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^2$$

moment setrvačnosti

$$I_y = 278,84 \cdot 10^6 \cdot \text{mm}^4$$

průřezový modul

$$W_y = 2065,50 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^3$$



Geometrie

délka nosníku

$$l = 6,00 \text{ m}$$

Podmínky

délka nosníku nezajištěná proti příčné a torzní nestabilitě

klopení zajištěné

$$l_t = 0,00 \text{ m}$$

Posouzení - MSÚ - Ohyb s příčnou a torzní stabilitou

Součinitel příčné a torzní stability

typ nosníku **prostě podepřený**

typ zatížení **spojité zatížení**

$$k_{crit} = 1,00$$

Návrhové pevnosti

$$f_{m,d} = \frac{k_{mod} \cdot f_{m,k}}{\gamma_M} = \frac{0,80 \cdot 22,00}{1,30} = 13,54 \text{ MPa}$$

$$\frac{M_{yd}}{k_{crit} \cdot W_y \cdot f_{m,d}} = \frac{16,60}{1,00 \cdot 2065,50 \cdot 13,54} = 0,59 < 1,00$$

vyhovuje

Posouzení - MSÚ - Smyk

součinitel vlivu vysušených trhlin $k_{cr} = 0,67$

$$\text{efektivní šířka průřezu } b_{ef} = k_{cr} \cdot b = 0,67 \cdot 170,00 = 114 \text{ mm}$$

$$\text{efektivní plocha } A_{ef} = 30,75 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^2$$

Návrhové pevnosti

$$f_{v,d} = \frac{k_{mod} \cdot f_{v,k}}{\gamma_M} = \frac{0,80 \cdot 2,40}{1,30} = 1,48 \text{ MPa}$$

$$\frac{3 \cdot V_d}{2 \cdot A_{ef} \cdot f_{v,d}} = \frac{3 \cdot 11,07}{2 \cdot 30,75 \cdot 1,48} = 0,37 < 1,00$$

vyhovuje

Posouzení - MSP - Deformace

Okamžitý průhyb od stálých zatížení

$$w_{inst,g} = 11,9 \text{ mm}$$

Okamžitý průhyb od proměnného zatížení

$$w_{inst,q} = 5,7 \text{ mm}$$

Celkový okamžitý průhyb

$$w_{inst,f} = 17,7 \text{ mm}$$

součinitel pro kvazistatou hodnotu proměnného zatížení:

obytná plocha

$$\psi_{2,q} = 0,3$$

modifikační součinitel deformace

$$k_{def} = 0,60$$

Okamžitý průhyb

$$w_{inst,f} = 17,7 \text{ mm} < w_{lim,inst} = \frac{l}{300} = \frac{6000}{300} = 20,0 \text{ mm}$$

vyhovuje

Konečný průhyb

Konečný průhyb od stálých zatížení

$$w_{fin,g} = w_{inst,g} \cdot \left(\frac{1}{1 + k_{def}} \right) = 11,9 \cdot \left(\frac{1}{1 + 0,60} \right) = 19,1 \text{ mm}$$

Konečný průhyb od proměnného zatížení

$$w_{fin,q} = w_{inst,q} \cdot \left(\frac{1}{1 + \psi_{2,q} \cdot k_{def}} \right) = 5,7 \cdot \left(\frac{1}{1 + 0,3 \cdot 0,60} \right) = 6,8 \text{ mm}$$

Celkový konečný průhyb

$$w_{fin,f} = 25,9 \text{ mm}$$

$$w_{fin,f} = 25,9 \text{ mm} < w_{lim,fin} = \frac{l}{200} = \frac{6000}{200} = 30,0 \text{ mm}$$

vyhovuje

2.15 Orientační posouzení stávajícího trámu stropu nad 1.NP pod obytnou částí

Zatížení Kombinace zatížení jako méně příznivá kombinace z následujících dvou výrazů

$$\gamma_G = 1,35$$

$$\gamma_Q = 1,50$$

$$\psi_{0,1} = 0,70$$

$$\xi_1 = 0,85$$

Kombinace 1

$$\gamma_Q \cdot \psi_{0,1} = 1,50 \cdot 0,70 = 1,05$$

zatěžovací šířka

 γ_G
 g_1 stálé zatížení

$$3,61 \cdot 0,75 = 2,71 \text{ kN/m}$$

$$1,35 \cdot 3,66 \text{ kN/m}$$

$$\gamma_Q \cdot \psi_{0,1}$$

 q_1 proměnné zatížení

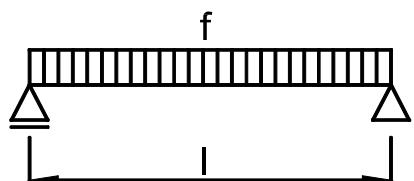
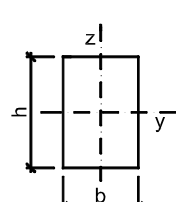
$$1,50 \cdot 0,75 = 1,13 \text{ kN/m}$$

$$1,05 \cdot 1,18 \text{ kN/m}$$

 f_1 celkové zatížení

$$3,83 \text{ kN/m}$$

$$1,26 \cdot 4,84 \text{ kN/m}$$

Kombinace 2	$\xi_1 \cdot \gamma_G = 0,85 \cdot 1,35 = 1,15$		
	zatěžovací šířka	$\xi_1 \cdot \gamma_G$	
g₂ stálé zatížení	$3,61 \cdot 0,75 = 2,71 \text{ kN/m}$	1,15	3,11 kN/m
		γ_Q	
q₂ proměnné zatížení	$1,50 \cdot 0,75 = 1,13 \text{ kN/m}$	1,50	1,69 kN/m
f₂ celkové zatížení	3,83 kN/m	1,25	4,80 kN/m
Rozhodující kombinace:			
kombinace 1			
Schéma konstrukce			
rozpětí konstrukce	$l = 6,00 \text{ m}$		
Vnitřní síly a reakce			
$M = \frac{1}{8} \cdot f \cdot l^2$			
$M_g = \frac{1}{8} \cdot 2,71 \cdot 6,00^2 = 12,19 \text{ kNm}$	1,35		16,46 kNm
$M_q = \frac{1}{8} \cdot 1,13 \cdot 6,00^2 = 5,06 \text{ kNm}$	1,05		5,32 kNm
celkový moment	$M_f = 17,25 \text{ kNm}$	1,26	21,78 kNm
$V = \frac{1}{2} \cdot f \cdot l$			
$V_g = \frac{1}{2} \cdot 2,71 \cdot 6,00 = 8,13 \text{ kN}$	1,35		10,97 kN
$V_q = \frac{1}{2} \cdot 1,13 \cdot 6,00 = 3,38 \text{ kN}$	1,05		3,54 kN
celková posouvající síla a reakce	$V_f = 11,50 \text{ kN}$	1,26	14,52 kN
Pružné deformace			
$w_g = \frac{5}{48} \cdot \frac{M_g}{E} \cdot \frac{l^2}{I} = \frac{5}{48} \cdot \frac{12,19}{10,00} \cdot \frac{6,00^2}{329,28}$			
$w_g = 13,9 \text{ mm}$			
$w_q = \frac{5}{48} \cdot \frac{M_q}{E} \cdot \frac{l^2}{I} = \frac{5}{48} \cdot \frac{5,06}{10,00} \cdot \frac{6,00^2}{329,28}$			
$w_q = 5,8 \text{ mm}$			
Zatížení	moment k ose y	$M_{yd} = 21,78 \text{ kNm}$	posouvající síla $V_d = 14,52 \text{ kN}$
Prostředí - třída provozu	1	Třída trvání zatížení	střednědobé
Návrh průřezu a dřeva			
Dřevo	typ dřeva	rostlé dřevo	$E_{0,mean} = 10,00 \text{ GPa}$ $f_{m,k} = 22,00 \text{ MPa}$
	třída dřeva	C22	$E_{0,05} = 6,70 \text{ GPa}$ $f_{v,k} = 2,40 \text{ MPa}$
	modifikační součinitel	$k_{mod} = 0,80$	$\gamma_M = 1,30$
Průřez	šířka průřezu	$b = 180 \text{ mm}$	
	výška průřezu	$h = 280 \text{ mm}$	
	plocha	$A = 50,40 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^2$	
	moment setrvačnosti	$I_y = 329,28 \cdot 10^6 \cdot \text{mm}^4$	
	průřezový modul	$W_y = 2352,00 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^3$	
Geometrie	délka nosníku	$l = 6,00 \text{ m}$	Podmínky
	délka nosníku nezajištěná proti příčné a torzní nestabilitě	$l_t = 0,00 \text{ m}$	klopení zajištěné

Posouzení - MSÚ - Ohyb s příčnou a torzní stabilitou
Součinitel příčné a torzní stability

typ nosníku **prostě podepřený**

typ zatížení **spojité zatížení**

$$k_{crit} = 1,00$$

Návrhové pevnosti

$$f_{m,d} = \frac{k_{mod} \cdot f_{m,k}}{\gamma_M} = \frac{0,80 \cdot 22,00}{1,30} = 13,54 \text{ MPa}$$

$$\frac{M_{y,d}}{k_{crit} \cdot W_y \cdot f_{m,d}} = \frac{21,78}{1,00 \cdot 2352,00 \cdot 13,54} = 0,68 < 1,00$$

vyhovuje
Posouzení - MSÚ - Smyk

součinitel vlivu vysušených trhlín

$$k_{cr} = 0,67$$

efektivní šířka průřezu

$$b_{ef} = k_{cr} \cdot b = 0,67 \cdot 180,00 = 121 \text{ mm}$$

efektivní plocha

$$A_{ef} = 33,77 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^2$$

Návrhové pevnosti

$$f_{v,d} = \frac{k_{mod} \cdot f_{v,k}}{\gamma_M} = \frac{0,80 \cdot 2,40}{1,30} = 1,48 \text{ MPa}$$

$$\frac{3 \cdot V_d}{2 \cdot A_{ef} \cdot f_{v,d}} = \frac{3 \cdot 14,52}{2 \cdot 33,77 \cdot 1,48} = 0,44 < 1,00$$

vyhovuje
Posouzení - MSP - Deformace

Okamžitý průhyb od stálých zatížení

$$w_{inst,g} = 13,9 \text{ mm}$$

Okamžitý průhyb od proměnného zatížení

$$w_{inst,q} = 5,8 \text{ mm}$$

Celkový okamžitý průhyb

$$w_{inst,f} = 19,7 \text{ mm}$$

součinitel pro kvazistatou hodnotu proměnného zatížení:

obytná plocha

$$\psi_{2,q} = 0,3$$

modifikační součinitel deformace

$$k_{def} = 0,60$$

Okamžitý průhyb

$$w_{inst,f} = 19,7 \text{ mm} < w_{lim,inst} = \frac{l}{300} = \frac{6000}{300} = 20,0 \text{ mm}$$

vyhovuje
Konečný průhyb

Konečný průhyb od stálých zatížení

$$w_{fin,g} = w_{inst,g} \cdot \left(1 + k_{def} \right) = 13,9 \cdot \left(1 + 0,60 \right) = 22,2 \text{ mm}$$

Konečný průhyb od proměnného zatížení

$$w_{fin,q} = w_{inst,q} \cdot \left(1 + \psi_{2,q} \cdot k_{def} \right) = 5,8 \cdot \left(1 + 0,3 \cdot 0,60 \right) = 6,8 \text{ mm}$$

Celkový konečný průhyb

$$w_{fin,f} = 29,0 \text{ mm}$$

$$w_{fin,f} = 29,0 \text{ mm} < w_{lim,fin} = \frac{l}{200} = \frac{6000}{200} = 30,0 \text{ mm}$$

vyhovuje
2.16 Orientační posouzení stávajícího trámu stropu nad 1.NP pod kanceláři
Zatížení

Kombinace zatížení jako méně příznivá kombinace z následujících dvou výrazů

$$\gamma_G = 1,35$$

$$\gamma_Q = 1,50$$

$$\psi_{0,1} = 0,70$$

$$\xi_1 = 0,85$$

Kombinace 1

$$\gamma_Q \cdot \psi_{0,1} = 1,50 \cdot 0,70 = 1,05$$

zatěžovací šířka

 γ_G
g₁ stálé zatížení

$$3,61 \cdot 0,75 = 2,71 \text{ kN/m}$$

$$1,35 \cdot 3,66 \text{ kN/m}$$

 $\gamma_Q \cdot \psi_{0,1}$
q₁ proměnné zatížení

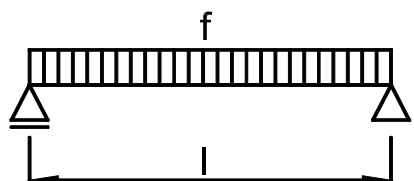
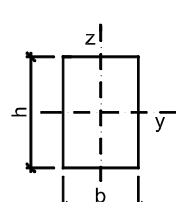
$$2,50 \cdot 0,75 = 1,88 \text{ kN/m}$$

$$1,05 \cdot 1,97 \text{ kN/m}$$

f₁ celkové zatížení

$$4,58 \text{ kN/m}$$

$$1,23 \cdot 5,63 \text{ kN/m}$$

Kombinace 2		$\xi_1 \cdot \gamma_G = 0,85 \cdot 1,35 = 1,15$		
		zatěžovací šířka	$\xi_1 \cdot \gamma_G$	
g₂	stálé zatížení	3,61 · 0,75 = 2,71 kN/m	1,15	3,11 kN/m
			γ_Q	
q₂	proměnné zatížení	2,50 · 0,75 = 1,88 kN/m	1,50	2,81 kN/m
f₂	celkové zatížení	4,58 kN/m	1,29	5,92 kN/m
Rozhodující kombinace:				
kombinace 2				
Schéma konstrukce				
rozpětí konstrukce	$l = 5,60 \text{ m}$			
Vnitřní síly a reakce				
$M = \frac{1}{8} \cdot f \cdot l^2$				
$M_g = \frac{1}{8} \cdot 2,71 \cdot 5,60^2 = 10,62 \text{ kNm}$	1,15			12,19 kNm
$M_q = \frac{1}{8} \cdot 1,88 \cdot 5,60^2 = 7,35 \text{ kNm}$	1,50			11,03 kNm
celkový moment	M_f = 17,97 kNm	1,29		23,21 kNm
$V = \frac{1}{2} \cdot f \cdot l$				
$V_g = \frac{1}{2} \cdot 2,71 \cdot 5,60 = 7,59 \text{ kN}$	1,15			8,71 kN
$V_q = \frac{1}{2} \cdot 1,88 \cdot 5,60 = 5,25 \text{ kN}$	1,50			7,88 kN
celková posouvající síla a reakce	V_f = 12,84 kN	1,29		16,58 kN
Pružné deformace				
$w_g = \frac{5}{48} \cdot \frac{M_g}{E} \cdot \frac{l^2}{I} = \frac{5}{48} \cdot \frac{10,62}{10,00} \cdot \frac{5,60^2}{329,28}$				
$w_g = 10,5 \text{ mm}$				
$w_q = \frac{5}{48} \cdot \frac{M_q}{E} \cdot \frac{l^2}{I} = \frac{5}{48} \cdot \frac{7,35}{10,00} \cdot \frac{5,60^2}{329,28}$				
$w_q = 7,3 \text{ mm}$				
Zatížení	moment k ose y	M_{yd} = 23,21 kNm	posouvající síla	V_d = 16,58 kN
Prostředí - třída provozu	1	Třída trvání zatížení	střednědobé	
Návrh průřezu a dřeva				
Dřevo	typ dřeva	rostlé dřevo	$E_{0,mean} = 10,00 \text{ GPa}$	$f_{m,k} = 22,00 \text{ MPa}$
	třída dřeva	C22	$E_{0,05} = 6,70 \text{ GPa}$	$f_{v,k} = 2,40 \text{ MPa}$
	modifikační součinitel	$k_{mod} = 0,80$	$\gamma_M = 1,30$	
Průřez	šířka průřezu	$b = 180 \text{ mm}$		
	výška průřezu	$h = 280 \text{ mm}$		
	plocha	$A = 50,40 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^2$		
	moment setrvačnosti	$I_y = 329,28 \cdot 10^6 \cdot \text{mm}^4$		
	průřezový modul	$W_y = 2352,00 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^3$		
Geometrie	délka nosníku	$l = 5,60 \text{ m}$	Podmínky	
	délka nosníku nezajištěná proti příčné a torzní nestabilitě		klopení zajištěné	
	$l_t = 0,00 \text{ m}$			

Posouzení - MSÚ - Ohyb s příčnou a torzní stabilitou

Součinitel příčné a torzní stability

typ nosníku **prostě podepřený**

typ zatížení **spojité zatížení**

$$k_{crit} = 1,00$$

Návrhové pevnosti

$$f_{m,d} = \frac{k_{mod} \cdot f_{m,k}}{\gamma_M} = \frac{0,80 \cdot 22,00}{1,30} = 13,54 \text{ MPa}$$

$$\frac{M_{y,d}}{k_{crit} \cdot W_y \cdot f_{m,d}} = \frac{23,21}{1,00 \cdot 2352,00 \cdot 13,54} = 0,73 < 1,00$$

vyhovuje

Posouzení - MSÚ - Smyk

součinitel vlivu vysušených trhlín

$$k_{cr} = 0,67$$

efektivní šířka průřezu

$$b_{ef} = k_{cr} \cdot b = 0,67 \cdot 180,00 = 121 \text{ mm}$$

efektivní plocha

$$A_{ef} = 33,77 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^2$$

Návrhové pevnosti

$$f_{v,d} = \frac{k_{mod} \cdot f_{v,k}}{\gamma_M} = \frac{0,80 \cdot 2,40}{1,30} = 1,48 \text{ MPa}$$

$$\frac{3 \cdot V_d}{2 \cdot A_{ef} \cdot f_{v,d}} = \frac{3 \cdot 16,58}{2 \cdot 33,77 \cdot 1,48} = 0,50 < 1,00$$

vyhovuje

Posouzení - MSP - Deformace

Okamžitý průhyb od stálých zatížení

$$w_{inst,g} = 10,5 \text{ mm}$$

Okamžitý průhyb od proměnného zatížení

$$w_{inst,q} = 7,3 \text{ mm}$$

Celkový okamžitý průhyb

$$w_{inst,f} = 17,8 \text{ mm}$$

součinitel pro kvazistatou hodnotu proměnného zatížení:

kancelářská plocha

$$\psi_{2,q} = 0,3$$

modifikační součinitel deformace

$$k_{def} = 0,60$$

Okamžitý průhyb

$$w_{inst,f} = 17,8 \text{ mm} < w_{lim,inst} = \frac{l}{300} = \frac{5600}{300} = 18,7 \text{ mm}$$

vyhovuje

Konečný průhyb

Konečný průhyb od stálých zatížení

$$w_{fin,g} = w_{inst,g} \cdot \left(1 + k_{def} \right) = 10,5 \cdot \left(1 + 0,60 \right) = 16,9 \text{ mm}$$

Konečný průhyb od proměnného zatížení

$$w_{fin,q} = w_{inst,q} \cdot \left(1 + \psi_{2,q} \cdot k_{def} \right) = 7,3 \cdot \left(1 + 0,3 \cdot 0,60 \right) = 8,6 \text{ mm}$$

Celkový konečný průhyb

$$w_{fin,f} = 25,5 \text{ mm}$$

$$w_{fin,f} = 25,5 \text{ mm} < w_{lim,fin} = \frac{l}{200} = \frac{5600}{200} = 28,0 \text{ mm}$$

vyhovuje

2.17 Návrh a posouzení nosníku pod těžkou příčkou 2.NP

Zatížení Kombinace zatížení jako méně příznivá kombinace z následujících dvou výrazů

$$\gamma_G = 1,35$$

$$\gamma_Q = 1,50$$

$$\psi_{0,1} = 0,70$$

$$\xi_1 = 0,85$$

Kombinace 1

$$\gamma_Q \cdot \psi_{0,1} = 1,50 \cdot 0,70 = 1,05$$

výška

γ_G

tíha těžké příčky

$$4,32 \cdot 3,50 = 15,12 \text{ kN/m}$$

vlastní tíha

$$0,60 \text{ kN/m}$$

g₁ stálé zatížení

$$15,72 \text{ kN/m}$$

$$1,35 \cdot 21,22 \text{ kN/m}$$

q₁ proměnné zatížení

$$0,00 \text{ kN/m}$$

$$\gamma_Q \cdot \psi_{0,1}$$

$$1,05 \cdot 0,00 \text{ kN/m}$$

f₁ celkové zatížení

$$15,72 \text{ kN/m}$$

$$1,35 \cdot 21,22 \text{ kN/m}$$

Kombinace 2

$$\xi_1 \cdot \gamma_G = 0,85 \cdot 1,35 = 1,15$$

$$\xi_1 \cdot \gamma_G$$

g₂ stálé zatížení

$$15,72 \text{ kN/m}$$

$$1,15 \cdot 18,04 \text{ kN/m}$$

q₂ proměnné zatížení

$$0,00 \text{ kN/m}$$

$$\gamma_Q$$

$$1,50 \cdot 0,00 \text{ kN/m}$$

f₂ celkové zatížení

$$15,72 \text{ kN/m}$$

$$1,15 \cdot 18,04 \text{ kN/m}$$

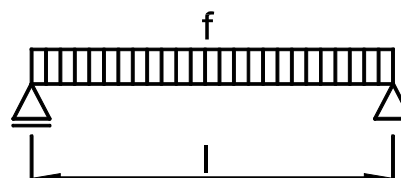
Rozhodující kombinace:

kombinace 1

Schéma konstrukce

rozpětí konstrukce

$$l = 6,00 \text{ m}$$



Vnitřní síly a reakce

$$M = 1/8 \cdot f \cdot l^2$$

$$M_g = 1/8 \cdot 15,72 \cdot 6,00^2 = 70,74 \text{ kNm} \quad 1,35 = 95,50 \text{ kNm}$$

$$M_q = 1/8 \cdot 0,00 \cdot 6,00^2 = 0,00 \text{ kNm} \quad 1,05 = 0,00 \text{ kNm}$$

celkový moment

$$M_f = 70,74 \text{ kNm} \quad 1,35 = 95,50 \text{ kNm}$$

$$V = 1/2 \cdot f \cdot l$$

$$V_g = 1/2 \cdot 15,72 \cdot 6,00 = 47,16 \text{ kN} \quad 1,35 = 63,67 \text{ kN}$$

$$V_q = 1/2 \cdot 0,00 \cdot 6,00 = 0,00 \text{ kN} \quad 1,05 = 0,00 \text{ kN}$$

celková posouvající síla a reakce

$$V_f = 47,16 \text{ kN} \quad 1,35 = 63,67 \text{ kN}$$

Zatížení

$$M_d = 95,50 \text{ kNm}$$

$$V_d = 63,67 \text{ kN}$$

Návrh průřezu a oceli

Průřez

typ

UPN

Ocel

S 235

$$f_y = 235,00 \text{ MPa}$$

označení průřezu

220

$$E = 210,00 \text{ GPa}$$

$$\gamma_{M1} = 1,00$$

složený průřez

dva průřezy vedle sebe

$$G = 81,00 \text{ GPa}$$

$$f_{yd} = 235,00 \text{ MPa}$$

třída průřezu:

pro ohyb 1

pro tlak 1

Průřezové charakteristiky pro **2 ks**

výška průřezu

$$h = 220 \text{ mm}$$

šířka průřezu

$$b = 160 \text{ mm}$$

plocha

$$A = 7,48 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^2$$

smyková plocha

$$A_{vz} = 4,12 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^2$$

moment setrvačnosti

$$I_y = 53,80 \cdot 10^6 \cdot \text{mm}^4$$

$$I_z = 29,63 \cdot 10^6 \cdot \text{mm}^4$$

poloměr setrvačnosti

$$i_y = 84,80 \text{ mm}$$

$$i_z = 62,93 \text{ mm}$$

průřezový modul

$$W_y = 490,00 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^3$$

plastický průřezový modul

$$W_{pl,y} = 584,00 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^3$$

moment tuh. v prostém kroucení

$$I_t = \times 10^3 \cdot \text{mm}^4$$

výsečový moment setrvačnosti

$$I_w = \times 10^9 \cdot \text{mm}^6$$

uzavřený průřez se na klopení nemusí posuzovat

vzdálenost těžišť

$$y_e = 58,60 \text{ mm}$$

Geometrie	Vzpěrná délka	$L_{LT} =$	6 000 mm	délka na klopení
Posouzení - MSÚ - Vliv smyku				
$V_{pl,Rd} =$	$A_{vz} \cdot$	$f_{yd} / 3 \frac{1}{2} =$	$4,12 \cdot 235,00 / 3 \frac{1}{2}$	
$V_{pl,Rd} =$	559,53 kN	$>$	$2 \cdot V_d =$	$2 \cdot 63,67 = 127,33$ kN
účinek smykové síly se nemusí uvažovat				
Posouzení - MSÚ - Ohyb	klopení je zajištěno			
Posouzení pro třídu 1 a 2				
$M_{pl,Rd} =$	$W_{pl,y} \cdot$	$f_{yd} =$	$584,00 \cdot 235,00$	
$M_{pl,Rd} =$	137,24 kNm	$>$	$M_d =$	95,50 kNm
				vyhovuje
Posouzení - MSP - Deformace				
$w_g =$	$\frac{5}{48} \cdot \frac{M_q}{E} \cdot \frac{l^2}{I} =$	$\frac{5}{48} \cdot \frac{70,74}{210,00} \cdot \frac{6,00^2}{53,80}$		
$w_g =$	23,5 mm			
$w_q =$	$\frac{5}{48} \cdot \frac{M_q}{E} \cdot \frac{l^2}{I} =$	$\frac{5}{48} \cdot \frac{0,00}{210,00} \cdot \frac{6,00^2}{53,80}$		
$w_q =$	0,0 mm			
$w_f =$	23,5 mm	$<$	$w_{lim,f} =$	$l / 250 = 24,0$ mm
				vyhovuje

2.18 Návrh a posouzení překladi 1 v nosné stěně

Zatížení - liniové		Kombinace zatížení jako méně příznivá kombinace z následujících dvou výrazů					
$\gamma_G = 1,35$		$\gamma_Q = 1,50$		$\Psi_{0,1} = 0,70$		$\xi_1 = 0,85$	
Kombinace 1		$\gamma_Q \cdot \Psi_{0,1} = 1,50 \cdot 0,70 = 1,05$					
		zat. šířka nebo výška		počet nosníků		γ_G	
stálé stropu nad 2.NP	5,26	6,00 / 2		= 15,77 kN/m			
tíha stěny 2.NP	11,52	3,50 / 2		= 20,16 kN/m			
stálé stropu nad 1.NP	3,61	6,00 / 2		= 10,84 kN/m			
tíha stěny 1.NP nad překladem	11,52	1,00 / 2		= 5,76 kN/m			
vlastní tíha	0,60 kN/m						
g ₁ stálé zatížení				53,13 kN/m		1,35	71,73 kN/m
						$\gamma_Q \cdot \Psi_{0,1}$	
proměnné stropu nad 2.NP	2,50	6,00 / 2		= 7,50 kN/m			
proměnné stropu nad 1.NP	1,50	6,00 / 2		= 4,50 kN/m			
q ₁ proměnné zatížení				12,00 kN/m		1,05	12,60 kN/m
f ₁ celkové zatížení				65,13 kN/m		1,29	84,33 kN/m
Kombinace 2		$\xi_1 \cdot \gamma_G = 0,85 \cdot 1,35 = 1,15$					
						$\xi_1 \cdot \gamma_G$	
g ₂ stálé zatížení				53,13 kN/m		1,15	60,97 kN/m
						γ_Q	
q ₂ proměnné zatížení				12,00 kN/m		1,50	18,00 kN/m
f ₂ celkové zatížení				65,13 kN/m		1,21	78,97 kN/m
Zatížení - osamělé břemeno		Kombinace zatížení jako méně příznivá kombinace z následujících dvou výrazů					
Kombinace 1		2x reakce z nosníku pod sloupkem střechy		počet nosníků		γ_G	
G ₁ stálé zatížení	2	21,99 / 2		= 21,99 kN		1,35	29,69 kN
						$\gamma_Q \cdot \Psi_{0,1}$	
Q ₁ proměnné zatížení	2	12,99 / 2		= 12,99 kN		1,05	13,64 kN
F ₁ celkové zatížení				34,98 kN		1,24	43,33 kN

Kombinace 2

G₂ stálé zatížení	21,99 kN	$\xi_1 \cdot \gamma_G$ 1,15	25,24 kN
Q₂ proměnné zatížení	12,99 kN	γ_Q 1,50	19,48 kN
F₂ celkové zatížení	34,98 kN	1,28	44,72 kN

Rozhodující kombinace pro spojité zatížení:

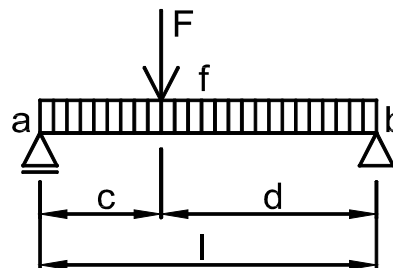
kombinace 1

Rozhodující kombinace pro osamělé břemeno:

kombinace 2

Schéma konstrukce

geometrie konstrukce $c = 1,15 \text{ m}$
 $l = 2,30 \text{ m}$ $d = 1,15 \text{ m}$


Vnitřní síly a reakce

$M_f =$	$1/2 \cdot f \cdot c \cdot d$		
$M_F =$	$F \cdot c \cdot d / l$		
$M_{f,g} =$	$1/2 \cdot 53,13 \cdot 1,32$	$= 35,13 \text{ kNm}$	$1,35 = 47,43 \text{ kNm}$
$M_{F,g} =$	$21,99 \cdot 1,32 / 2,30$	$= 12,65 \text{ kNm}$	$1,15 = 14,51 \text{ kNm}$
moment od stálého zatížení	$M_{f,g} = 47,78 \text{ kNm}$	1,30	61,94 kNm
$M_{f,q} =$	$1/2 \cdot 12,00 \cdot 1,32$	$= 7,94 \text{ kNm}$	$1,05 = 8,33 \text{ kNm}$
$M_{F,q} =$	$12,99 \cdot 1,32 / 2,30$	$= 7,47 \text{ kNm}$	$1,50 = 11,20 \text{ kNm}$
moment od proměnného zatížení	$M_{f,q} = 15,40 \text{ kNm}$	1,27	19,53 kNm
moment v místě síly F	$M_{f,F} = 63,18 \text{ kNm}$	1,29	81,47 kNm

$V_f =$	$1/2 \cdot f \cdot l$		
$V_F =$	$F \cdot d / l$		
$V_{f,g} =$	$1/2 \cdot 53,13 \cdot 2,30$	$= 61,10 \text{ kN}$	$1,35 = 82,48 \text{ kN}$
$V_{F,g} =$	$21,99 \cdot 1,15 / 2,30$	$= 11,00 \text{ kN}$	$1,15 = 12,62 \text{ kN}$
posouvající síla od stálého zatížení	$V_{f,g} = 72,10 \text{ kN}$	1,32	95,10 kN
$V_{f,q} =$	$1/2 \cdot 12,00 \cdot 2,30$	$= 13,80 \text{ kN}$	$1,05 = 14,49 \text{ kN}$
$V_{F,q} =$	$12,99 \cdot 1,15 / 2,30$	$= 6,49 \text{ kN}$	$1,50 = 9,74 \text{ kN}$
posouvající síla od proměnného zatížení	$V_{f,q} = 20,29 \text{ kN}$	1,19	24,23 kN
posouvající síla a reakce v podpoře A	$V_{f,F} = 92,39 \text{ kN}$	1,29	119,33 kN

Zatížení

 $M_d = 81,47 \text{ kNm}$
 $V_d = 119,33 \text{ kN}$
Návrh průřezu a oceli

Průřez	typ IPE	Ocel S 235	$f_y = 235,00 \text{ MPa}$
označení průřezu	240	$\gamma_{MO} = 1,00$	$f_{yd} = 235,00 \text{ MPa}$
složený průřez	samostatný průřez	třída průřezu:	pro ohyb 1
Průřezové charakteristiky pro	1 ks		pro tlak 1

plocha	$A =$	$3,91 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^2$	
smyková plocha	$A_{vz} =$	$1,91 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^2$	
moment setrvačnosti	$I_y =$	$38,92 \cdot 10^6 \cdot \text{mm}^4$	$I_z = 2,84 \cdot 10^6 \cdot \text{mm}^4$
poloměr setrvačnosti	$i_y =$	99,70 mm	$i_z = 26,92 \text{ mm}$
průřezový modul	$W_y =$	$324,30 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^3$	
plastický průřezový modul	$W_{pl,y} =$	$366,60 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^3$	
vzdálenost těžišť	$y_e =$	60,00 mm	

Posouzení - MSÚ - Ohyb
klopení je zajištěno
Posouzení pro třídu 1 a 2

$$M_{pl,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_{yd} = 366,60 \cdot 235,00$$

$$M_{pl,Rd} = 86,15 \text{ kNm} > M_d = 81,47 \text{ kNm}$$

vyhovuje

Posouzení - MSÚ - Smyk

$$V_{pl,Rd} = A_{vz} \cdot f_{yd} / 3 \frac{1}{2} = 1,91 \cdot 235,00 / 3 \frac{1}{2}$$

$$V_{pl,Rd} = 259,69 \text{ kN} > V_d = 119,33 \text{ kN} \quad \text{vyhovuje}$$

Posouzení - MSP - Deformace uprostřed rozpětí

$$w_{i,F} = \frac{5}{48} \cdot \frac{M_f}{E \cdot I} \cdot l^2 + \frac{M_F}{24} \cdot \frac{(3 \cdot l^2 - 4 \cdot c^2)}{E \cdot I}$$

$$w_g = \frac{5}{48} \cdot \frac{35,13}{210,00} \cdot \frac{2,30^2}{38,92} + \frac{12,65}{24} \cdot \frac{(15,87 - 5,29)}{210,00 \cdot 38,92}$$

$$w_g = 3,1 \text{ mm} < w_{lim,g} = l / 400 = 5,8 \text{ mm}$$

$$w_q = \frac{5}{48} \cdot \frac{7,94}{210,00} \cdot \frac{2,30^2}{38,92} + \frac{7,47}{24} \cdot \frac{(15,87 - 5,29)}{210,00 \cdot 38,92}$$

$$w_q = 0,9 \text{ mm} < w_{lim,q} = l / 600 = 3,8 \text{ mm}$$

$$w_{i,F} = 4,0 \text{ mm} < w_{lim,f} = l / 400 = 5,8 \text{ mm} \quad \text{vyhovuje}$$

2.19 Návrh a posouzení překladi 2 v nosné stěně
Zatížení - liniové

Kombinace zatížení jako méně příznivá kombinace z následujících dvou výrazů

$$\gamma_G = 1,35 \quad \gamma_Q = 1,50 \quad \psi_{0,1} = 0,70 \quad \xi_1 = 0,85$$

Kombinace 1 $\gamma_Q \cdot \psi_{0,1} = 1,50 \cdot 0,70 = 1,05$

	zat. šířka nebo výška	počet nosníků		γ_G
stálé stropu nad 2.NP	5,26 . 6,00	/ 4	= 7,89 kN/m	
tíha stěny 2.NP	11,52 . 3,50	/ 4	= 10,08 kN/m	
stálé stropu nad 1.NP	3,61 . 0,00	/ 4	= 0,00 kN/m	
tíha stěny 1.NP nad překladem	11,52 . 0,00	/ 4	= 0,00 kN/m	

$$g_1 \text{ stálé zatížení} \quad 17,97 \text{ kN/m} \quad 1,35 \quad 24,25 \text{ kN/m}$$

$$\text{proměnné stropu nad 2.NP} \quad 2,50 \cdot 6,00 / 4 = 3,75 \text{ kN/m}$$

$$\text{proměnné stropu nad 1.NP} \quad 1,50 \cdot 0,00 / 4 = 0,00 \text{ kN/m}$$

$$q_1 \text{ proměnné zatížení} \quad 3,75 \text{ kN/m} \quad 1,05 \quad 3,94 \text{ kN/m}$$

$$f_1 \text{ celkové zatížení} \quad 21,72 \text{ kN/m} \quad 1,30 \quad 28,19 \text{ kN/m}$$

Kombinace 2 $\xi_1 \cdot \gamma_G = 0,85 \cdot 1,35 = 1,15$

$$g_2 \text{ stálé zatížení} \quad 17,97 \text{ kN/m} \quad 1,15 \quad 20,62 \text{ kN/m}$$

$$q_2 \text{ proměnné zatížení} \quad 3,75 \text{ kN/m} \quad 1,50 \quad 5,63 \text{ kN/m}$$

$$f_2 \text{ celkové zatížení} \quad 21,72 \text{ kN/m} \quad 1,21 \quad 26,24 \text{ kN/m}$$

Zatížení - osamělé břemeno

Kombinace zatížení jako méně příznivá kombinace z následujících dvou výrazů

Kombinace 1

2x reakce z nosníku pod sloupkem střechy

počet nosníků

 γ_G

$$G_1 \text{ stálé zatížení} \quad 2 \cdot 21,99 / 4 = 11,00 \text{ kN} \quad 1,35 \quad 14,84 \text{ kN}$$

$$Q_1 \text{ proměnné zatížení} \quad 2 \cdot 12,99 / 4 = 6,49 \text{ kN} \quad 1,05 \quad 6,82 \text{ kN}$$

$$F_1 \text{ celkové zatížení} \quad 17,49 \text{ kN} \quad 1,24 \quad 21,66 \text{ kN}$$

Kombinace 2
 $\xi_1 \cdot \gamma_G$

$$G_2 \text{ stálé zatížení} \quad 11,00 \text{ kN} \quad 1,15 \quad 12,62 \text{ kN}$$

$$Q_2 \text{ proměnné zatížení} \quad 6,49 \text{ kN} \quad 1,50 \quad 9,74 \text{ kN}$$

$$F_2 \text{ celkové zatížení} \quad 17,49 \text{ kN} \quad 1,28 \quad 22,36 \text{ kN}$$

Rozhodující kombinace pro spojitě zatížení:

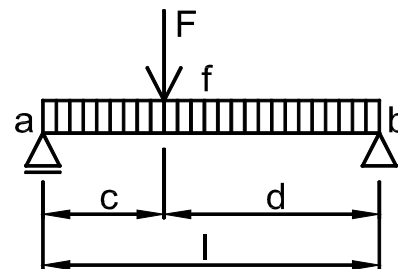
kombinace 1

Rozhodující kombinace pro osamělé břemeno:

kombinace 2

Schéma konstrukce

geometrie konstrukce

 $c = 0,60 \text{ m}$
 $l = 1,20 \text{ m}$
 $d = 0,60 \text{ m}$


Vnitřní síly a reakce

$M_f =$	$1/2 \cdot f \cdot c \cdot d$						
$M_F =$	$F \cdot c \cdot d / l$						
$M_{f,q} =$	$1/2 \cdot 17,97 \cdot 0,36$	$=$	$3,23 \text{ kNm}$	$1,35$	$=$	$4,37 \text{ kNm}$	
$M_{F,q} =$	$11,00 \cdot 0,36 / 1,20$	$=$	$3,30 \text{ kNm}$	$1,15$	$=$	$3,79 \text{ kNm}$	
moment od stálého zatížení			$M_{f,q} =$	6,53 kNm	1,25	8,15 kNm	
$M_{f,q} =$	$1/2 \cdot 3,75 \cdot 0,36$	$=$	$0,68 \text{ kNm}$	$1,05$	$=$	$0,71 \text{ kNm}$	
$M_{F,q} =$	$6,49 \cdot 0,36 / 1,20$	$=$	$1,95 \text{ kNm}$	$1,50$	$=$	$2,92 \text{ kNm}$	
moment od proměnného zatížení			$M_{f,q} =$	2,62 kNm	1,38	3,63 kNm	
moment v místě síly F			$M_{f,F} =$	9,16 kNm	1,29	11,78 kNm	

$V_f =$	$1/2 \cdot f \cdot l$						
$V_F =$	$F \cdot d / l$						
$V_{f,q} =$	$1/2 \cdot 17,97 \cdot 1,20$	$=$	$10,78 \text{ kN}$	$1,35$	$=$	$14,55 \text{ kN}$	
$V_{F,q} =$	$11,00 \cdot 0,60 / 1,20$	$=$	$5,50 \text{ kN}$	$1,15$	$=$	$6,31 \text{ kN}$	
posouvající síla od stálého zatížení			$V_{f,q} =$	16,28 kN	1,28	20,86 kN	
$V_{f,q} =$	$1/2 \cdot 3,75 \cdot 1,20$	$=$	$2,25 \text{ kN}$	$1,05$	$=$	$2,36 \text{ kN}$	
$V_{F,q} =$	$6,49 \cdot 0,60 / 1,20$	$=$	$3,25 \text{ kN}$	$1,50$	$=$	$4,87 \text{ kN}$	
posouvající síla od proměnného zatížení			$V_{f,q} =$	5,50 kN	1,32	7,23 kN	
posouvající síla a reakce v podpoře A			$V_{f,F} =$	21,77 kN	1,29	28,09 kN	

Zatížení

 $M_d = 11,78 \text{ kNm}$
 $V_d = 28,09 \text{ kN}$

Návrh průřezu a oceli

Průřez	typ	IPN	Ocel	S 235	$f_y = 235,00 \text{ MPa}$
označení průřezu		120	$\gamma_{MO} = 1,00$		$f_{yd} = 235,00 \text{ MPa}$
složený průřez		samostatný průřez	třída průřezu:	pro ohyb 1	
Průřezové charakteristiky pro	1 ks			pro tlak 1	
plocha	$A =$	$1,42 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^2$			
smyková plocha	$A_{vz} =$	$0,66 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^2$			
moment setrvačnosti	$I_y =$	$3,28 \cdot 10^6 \cdot \text{mm}^4$		$I_z =$	$0,22 \cdot 10^6 \cdot \text{mm}^4$
poloměr setrvačnosti	$i_y =$	$48,10 \text{ mm}$		$i_z =$	$12,30 \text{ mm}$
průřezový modul	$W_y =$	$54,70 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^3$			
plastický průřezový modul	$W_{pl,y} =$	$63,60 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^3$			
vzdálenost těžišť	$y_e =$	$29,00 \text{ mm}$			

Posouzení - MSÚ - Ohyb

klopení je zajištěno

Posouzení pro třídu 1 a 2

$M_{pl,Rd} =$	$W_{pl,y} \cdot f_{yd}$	$=$	$63,60 \cdot 235,00$		
$M_{pl,Rd} =$	14,95 kNm	$>$	$M_d = 11,78 \text{ kNm}$		vyhovuje

Posouzení - MSÚ - Smyk

$V_{pl,Rd} =$	$A_{vz} \cdot f_{yd} / 3 \cdot 1/2$	$=$	$0,66 \cdot 235,00 / 3 \cdot 1/2$		
$V_{pl,Rd} =$	89,95 kN	$>$	$V_d = 28,09 \text{ kN}$		vyhovuje

Posouzení - MSP - Deformace uprostřed rozpětí

$$w_{f,F} = \frac{5}{48} \cdot \frac{M_f}{E} \cdot \frac{l^2}{I} + \frac{M_F}{24} \cdot \frac{3 \cdot l^2 - 4 \cdot c^2}{E \cdot I}$$

$$w_g = \frac{5}{48} \cdot \frac{3,23}{210,00} \cdot \frac{1,20^2}{3,28} + \frac{3,30}{24} \cdot \frac{4,32 - 1,44}{210,00 \cdot 3,28}$$

$$w_g = 1,3 \text{ mm} < w_{lim,g} = l / 400 = 3,0 \text{ mm}$$

$$w_q = \frac{5}{48} \cdot \frac{0,68}{210,00} \cdot \frac{1,20^2}{3,28} + \frac{1,95}{24} \cdot \frac{4,32 - 1,44}{210,00 \cdot 3,28}$$

$$w_q = 0,5 \text{ mm} < w_{lim,q} = l / 600 = 2,0 \text{ mm}$$

$$w_{f,F} = 1,8 \text{ mm} < w_{lim,f} = l / 400 = 3,0 \text{ mm} \quad \text{vyhovuje}$$

2.20 Návrh a posouzení zděného pilíře v 1.NP
Zatížení Kombinace zatížení jako méně příznivá kombinace z následujících dvou výrazů

$$\gamma_G = 1,35 \quad \gamma_Q = 1,50 \quad \Psi_{0,1} = 0,70 \quad \xi_1 = 0,85$$

Kombinace 1 $\gamma_Q \cdot \Psi_{0,1} = 1,50 \cdot 0,70 = 1,05$

$$2x \text{ reakce překladu} \quad \text{počet nosníků překladu} \quad \gamma_G$$

$$\text{stálé z překladu od liniového} \quad 2 \cdot 61,10 \cdot 2 = 244,40 \text{ kN}$$

2x reakce od stálého zatížení z nosníku pod sloupkem střechy od sloupku střechy

$$2 \cdot 10,73 = 21,46 \text{ kN}$$

$$G_1 \text{ stálé zatížení} \quad 265,85 \text{ kN} \quad 1,35 \quad 358,90 \text{ kN}$$

$$\gamma_Q \cdot \Psi_{0,1}$$

$$\text{proměnné z překladu od lin.} \quad 2 \cdot 13,80 \cdot 2 = 55,20 \text{ kN}$$

2x reakce od proměnného zatížení z nosníku pod sloupkem střechy od sloupku střechy

$$2 \cdot 8,49 = 16,98 \text{ kN}$$

$$Q_1 \text{ proměnné zatížení} \quad 72,18 \text{ kN} \quad 1,05 \quad 75,79 \text{ kN}$$

$$F_1 \text{ celkové zatížení} \quad 338,03 \text{ kN} \quad 1,29 \quad 434,69 \text{ kN}$$

Kombinace 2 $\xi_1 \cdot \gamma_G = 0,85 \cdot 1,35 = 1,15$

$$G_2 \text{ stálé zatížení} \quad 265,85 \text{ kN} \quad 1,15 \quad 305,07 \text{ kN}$$

$$\xi_1 \cdot \gamma_G$$

$$Q_2 \text{ proměnné zatížení} \quad 72,18 \text{ kN} \quad 1,50 \quad 108,27 \text{ kN}$$

$$\gamma_Q$$

$$F_2 \text{ celkové zatížení} \quad 338,03 \text{ kN} \quad 1,22 \quad 413,34 \text{ kN}$$

Rozhodující kombinace: kombinace 1

$$\text{svislá síla v hlavě stěny} \quad N_{1d} = 338,03 \text{ kN} \quad 1,29 = 434,69 \text{ kN}$$

$$\text{svislá síla uprostřed stěny} \quad N_{hd} = 434,69 + 15,55 \cdot 0,45 \cdot 1,70 = 446,59 \text{ kN}$$

$$\text{svislá síla v patě stěny} \quad N_{2d} = 446,59 + 15,55 \cdot 0,45 \cdot 1,70 = 458,49 \text{ kN}$$

excentricita svislé síly v hlavě stěny

$$e_d = 0 \text{ mm}$$

výstřednost v důsledku vodorovného zatížení v patě stěny

$$e_{he} = 0 \text{ mm}$$

výstřednost v důsledku vodorovného zatížení v polovině stěny

$$e_{hm} = 0 \text{ mm}$$

Návrh průřezu a zdiva

Zdivo materiál **Zdicí prvky kategorie I a předpisová malta** $\gamma_M = 2,20$

druh zdiva **pálené** $\text{objem všech otvorů menší než } 25\%$

vodorovné otvory **ne** skupina **1**

druh malty **obyčejná malta** $K = 0,80 \cdot 0,55 = 0,44$

pevnost zdiva $f_u = P20,0 \text{ MPa}$ $\text{zaokrouhlená šířka zdicího prvku } 150 \text{ mm}$

pevnost malty $f_m = M10,0 \text{ MPa}$ $\text{zaokrouhlená výška zdicího prvku } 65 \text{ mm}$

součinitel závislý na druhu zdiva a pevnosti malty $K_e = E / f_k = 1000$

Průřez tloušťka stěny $t = t_{ef} = 0,450 \text{ m}$

šířka stěny $b = 0,450 \text{ m}$

Geometrie	výška konstrukce	$h =$	3,40m	$\rho =$	1,00	
	účinná výška konstrukce	$h_{ef} =$	$\rho \cdot h$	$=$	$1,00 \cdot 3,40$	$= 3,40m$
Posouzení štíhlosti						
	h_{ef} / t_{ef}	$=$	$3,40 / 0,450$	$=$	7,6	< 27 vyhovuje
Normalizovaná průměrná pevnost zdiva v tlaku						
	součinitel tvaru zdícího prvku	$\delta =$	0,75	vliv vlhkosti	$\eta =$	1,00
	$f_{b1} =$	$\delta \cdot \eta \cdot f_u$	$=$	$0,75 \cdot 1,00 \cdot 20,00$	$=$	15,0 MPa
	$f_{b2} =$	75,0 MPa		min $f_b =$	15,0 MPa	
Pevnost malty pro zdění v tlaku						
	$f_{m1} =$	10,0 MPa	$f_{m2} =$	20,0 MPa	$f_{m2} =$	30,0 MPa
					min $f_m =$	10,0 MPa
Charakteristická pevnost zdiva s obyčejnou maltou						
	$f_k =$	$K \cdot f_b^{0,7} \cdot f_m^{0,3}$				
	$f_k =$	$0,44 \cdot 15,00^{0,7} \cdot 10,00^{0,3}$			$=$	5,8 MPa
Návrhová pevnost zdiva						
	$f_d =$	$\frac{f_k}{\gamma_M}$	$=$	$\frac{5,8}{2,20}$	$=$	2,7 MPa
Počáteční výstřednost						
	$e_{init} =$	$\frac{h_{ef}}{450}$	$=$	$\frac{3,40}{450}$	$=$	8 mm
Posouzení na svislé zatížení v patě						
Výstřednost zatížení v patě stěny						
	$e_{i1} =$	$e_d + e_{he} + e_{init}$	$=$	$0 + 0 + 8$	$=$	8 mm
	$e_{i2} =$	$0,05 \cdot t$	$=$	$0,05 \cdot 450$	$=$	23 mm
					$e_i =$	23 mm
Zmenšující součinitel v patě stěny						
	$\phi_i =$	$1 - 2 \cdot \frac{e_i}{t}$	$=$	$1 - 2 \cdot \frac{23}{450}$	$=$	0,90
	$N_{2rd} =$	$\phi_i \cdot b \cdot t \cdot f_d$				
	$N_{2rd} =$	$0,90 \cdot 0,450 \cdot 0,450 \cdot 2,66$				
	$N_{2rd} = 484,13$ kN	>	$N_{2d} = 458,49$ kN			vyhovuje
Posouzení na svislé zatížení uprostřed výšky stěny						
Výstřednost zatížení						
	$e_m =$	$e_d + e_{hm} + e_{init}$	$=$	$0 + 0 + 8$	$=$	8 mm
Výstřednost s vlivem dotvarování						
		součinitel dotvarování	$\phi_{nek} =$	1,00		
	$e_k =$	$0,002 \cdot \phi_{nek} \cdot \frac{h_{ef}}{t_{ef}} \cdot (t \cdot e_m)^{1/2}$				
	$e_k =$	$0,002 \cdot 1,00 \cdot \frac{3,40}{0,450} \cdot (0,450 \cdot 0,008)^{1/2}$			$=$	1 mm
Výstřednost v polovině výšky						
	$e_{mk1} =$	$e_m + e_k$	$=$	$8 + 1$	$=$	8 mm
	$e_{mk2} =$	$0,05 \cdot t$	$=$	$0,05 \cdot 450$	$=$	23 mm
					$e_{mk} =$	23 mm
Posouzení excentricity						
	e_{mk} / t_e	$=$	$23 / 450$	$=$	0,05	< 0,40 vyhovuje
Zmenšující součinitel v polovině výšky stěny						
	$\phi_m =$	$A_1 \cdot \exp(-u^2 / 2)$				
	$\phi_m =$	$0,90 \cdot \exp(-0,26^2 / 2)$			$=$	0,87
	$N_{hrd} =$	$\phi_m \cdot b \cdot t \cdot f_d$				
	$N_{hrd} =$	$0,87 \cdot 0,450 \cdot 0,450 \cdot 2,66$				
	$N_{hrd} = 467,71$ kN	>	$N_{hd} = 446,59$ kN			vyhovuje

2.21 Návrh a posouzení překladi nenosné příčky

Průřez I - kratší rozpon, větší zatížení

Zatížení Kombinace zatížení jako méně příznivá kombinace z následujících dvou výrazů

$$\gamma_G = 1,35 \quad \gamma_Q = 1,50 \quad \Psi_{0,1} = 0,70 \quad \xi_1 = 0,85$$

Kombinace 1 $\gamma_Q \cdot \Psi_{0,1} = 1,50 \cdot 0,70 = 1,05$

výška γ_G
 tíha těžké příčky $4,32 \cdot 5,50 = 23,76 \text{ kN/m}$

vlastní tíha $0,20 \text{ kN/m}$

g₁ stálé zatížení $23,96 \text{ kN/m}$ $1,35$ $32,35 \text{ kN/m}$

q₁ proměnné zatížení $0,00 \text{ kN/m}$ $1,05$ $0,00 \text{ kN/m}$

f₁ celkové zatížení $23,96 \text{ kN/m}$ $1,35$ $32,35 \text{ kN/m}$

Kombinace 2 $\xi_1 \cdot \gamma_G = 0,85 \cdot 1,35 = 1,15$

$\xi_1 \cdot \gamma_G$
g₂ stálé zatížení $23,96 \text{ kN/m}$ $1,15$ $27,49 \text{ kN/m}$

γ_Q
q₂ proměnné zatížení $0,00 \text{ kN/m}$ $1,50$ $0,00 \text{ kN/m}$

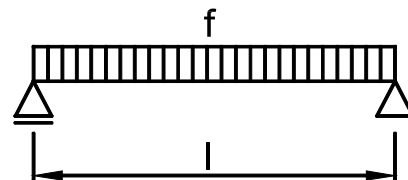
f₂ celkové zatížení $23,96 \text{ kN/m}$ $1,15$ $27,49 \text{ kN/m}$

Rozhodující kombinace:

kombinace 1

Schéma konstrukce

rozpětí konstrukce $l = 1,50 \text{ m}$



Vnitřní síly a reakce

$$M = 1/8 \cdot f \cdot l^2$$

$$M_g = 1/8 \cdot 23,96 \cdot 1,50^2 = 6,74 \text{ kNm} \quad 1,35 = 9,10 \text{ kNm}$$

$$M_q = 1/8 \cdot 0,00 \cdot 1,50^2 = 0,00 \text{ kNm} \quad 1,05 = 0,00 \text{ kNm}$$

celkový moment $M_f = 6,74 \text{ kNm}$ $1,35$ $9,10 \text{ kNm}$

$$V = 1/2 \cdot f \cdot l$$

$$V_g = 1/2 \cdot 23,96 \cdot 1,50 = 17,97 \text{ kN} \quad 1,35 = 24,26 \text{ kN}$$

$$V_q = 1/2 \cdot 0,00 \cdot 1,50 = 0,00 \text{ kN} \quad 1,05 = 0,00 \text{ kN}$$

celková posouvající síla a reakce $V_f = 17,97 \text{ kN}$ $1,35$ $24,26 \text{ kN}$

Zatížení $M_d = 9,10 \text{ kNm}$

$V_d = 24,26 \text{ kN}$

Návrh průřezu a oceli

Průřez typ **IPN** Ocel **S 235** $f_y = 235,00 \text{ MPa}$

označení průřezu **120** $E = 210,00 \text{ GPa}$ $\gamma_{M1} = 1,00$

složený průřez **dva průřezy vedle sebe** $G = 81,00 \text{ GPa}$ $f_{yd} = 235,00 \text{ MPa}$

třída průřezu: pro ohyb **1** pro tlak **1**

Průřezové charakteristiky pro 2 ks

výška průřezu $h = 120 \text{ mm}$

šířka průřezu $b = 116 \text{ mm}$

plocha $A = 2,84 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^2$

smyková plocha $A_{vz} = 1,33 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^2$

moment setrvačnosti $I_y = 6,56 \cdot 10^6 \cdot \text{mm}^4$ $I_z = 2,82 \cdot 10^6 \cdot \text{mm}^4$

poloměr setrvačnosti $i_y = 48,10 \text{ mm}$ $i_z = 31,50 \text{ mm}$

průřezový modul $W_y = 109,40 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^3$

plastický průřezový modul $W_{pl,y} = 127,20 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^3$

moment tuh. v prostém kroucení $I_t = \times 10^3 \cdot \text{mm}^4$

výsečový moment setrvačnosti $I_w = \times 10^9 \cdot \text{mm}^6$

vzdálenost těžišť $y_e = 29,00 \text{ mm}$

uzavřený průřez se na klopení nemusí posuzovat

Geometrie	Vzpěrná délka	$L_{LT} =$	1 500 mm	délka na klopení
Posouzení - MSÚ - Vliv smyku				
$V_{pl,Rd} =$	$A_{vz} \cdot$	$f_{yd} / 3 \frac{1}{2}$	$=$	$1,33 \cdot 235,00 / 3 \frac{1}{2}$
$V_{pl,Rd} =$	179,91 kN	$>$	$2 \cdot V_d$	$= 2 \cdot 24,26 = 48,52$ kN
účinek smykové síly se nemusí uvažovat				

Posouzení - MSÚ - Ohyb klopení je zajištěno

Posouzení pro třídu 1 a 2

$M_{pl,Rd} =$	$W_{pl,y} \cdot$	$f_{yd} =$	$127,20 \cdot 235,00$	
$M_{pl,Rd} =$	29,89 kNm	$>$	$M_d =$	9,10 kNm
				vyhovuje

Posouzení - MSP - Deformace

$$w_g = \frac{5}{48} \cdot \frac{M_g}{E \cdot I} = \frac{5}{48} \cdot \frac{6,74}{210,00} \cdot 1,50^2$$

$$w_g = 1,1 \text{ mm}$$

$$w_q = \frac{5}{48} \cdot \frac{M_q}{E \cdot I} = \frac{5}{48} \cdot \frac{0,00}{210,00} \cdot 1,50^2$$

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

$$w_f = 1,1 \text{ mm} < w_{lim,f} = l / 250 = 6,0 \text{ mm} \quad \text{vyhovuje}$$

Průřez II - delší rozpon, menší zatížení
Zatížení Kombinace zatížení jako méně příznivá kombinace z následujících dvou výrazů

$$\gamma_G = 1,35 \quad \gamma_Q = 1,50 \quad \psi_{0,1} = 0,70 \quad \xi_1 = 0,85$$

Kombinace 1 $\gamma_Q \cdot \psi_{0,1} = 1,50 \cdot 0,70 = 1,05$

výška γ_G

tíha těžké přičky $4,32 \cdot 1,30 = 5,62 \text{ kN/m}$

vlastní tíha $0,20 \text{ kN/m}$

g₁ stálé zatížení $5,82 \text{ kN/m}$ $1,35$ $7,85 \text{ kN/m}$

q₁ proměnné zatížení $0,00 \text{ kN/m}$ $1,05$ $0,00 \text{ kN/m}$

f₁ celkové zatížení $5,82 \text{ kN/m}$ $1,35$ $7,85 \text{ kN/m}$

Kombinace 2 $\xi_1 \cdot \gamma_G = 0,85 \cdot 1,35 = 1,15$

 $\xi_1 \cdot \gamma_G$

g₂ stálé zatížení $5,82 \text{ kN/m}$ $1,15$ $6,67 \text{ kN/m}$

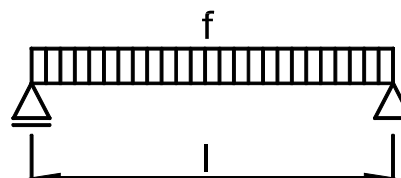
q₂ proměnné zatížení $0,00 \text{ kN/m}$ $1,50$ $0,00 \text{ kN/m}$

f₂ celkové zatížení $5,82 \text{ kN/m}$ $1,15$ $6,67 \text{ kN/m}$

Rozhodující kombinace:
kombinace 1
Schéma konstrukce

rozpětí konstrukce

$$l = 2,70 \text{ m}$$


Vnitřní síly a reakce

$$M = \frac{1}{8} \cdot f \cdot l^2$$

$$M_g = \frac{1}{8} \cdot 5,82 \cdot 2,70^2 = 5,30 \text{ kNm} \quad 1,35 = 7,15 \text{ kNm}$$

$$M_q = \frac{1}{8} \cdot 0,00 \cdot 2,70^2 = 0,00 \text{ kNm} \quad 1,05 = 0,00 \text{ kNm}$$

celkový moment $M_f = 5,30 \text{ kNm} \quad 1,35 \quad 7,15 \text{ kNm}$

$$\begin{aligned}
 V &= 1/2 \cdot f \cdot l \\
 V_g &= 1/2 \cdot 5,82 \cdot 2,70 = 7,85 \text{ kN} \quad 1,35 = 10,60 \text{ kN} \\
 V_q &= 1/2 \cdot 0,00 \cdot 2,70 = 0,00 \text{ kN} \quad 1,05 = 0,00 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

celková posouvající síla a reakce $V_f = 7,85 \text{ kN} \quad 1,35 = 10,60 \text{ kN}$

Zatížení $M_d = 7,15 \text{ kNm}$ $V_d = 10,60 \text{ kN}$

Návrh průřezu a oceli

Průřez typ **IPN** Ocel **S 235** $f_y = 235,00 \text{ MPa}$
označení průřezu **120** $E = 210,00 \text{ GPa}$ $\gamma_{M1} = 1,00$
složený průřez **dva průřezy vedle sebe** $G = 81,00 \text{ GPa}$ $f_{yd} = 235,00 \text{ MPa}$
třída průřezu: pro ohyb **1** pro tlak **1**

Průřezové charakteristiky pro **2 ks**

výška průřezu $h = 120 \text{ mm}$
šířka průřezu $b = 116 \text{ mm}$
plocha $A = 2,84 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^2$
smyková plocha $A_{vz} = 1,33 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^2$
moment setrvačnosti $I_y = 6,56 \cdot 10^6 \cdot \text{mm}^4$ $I_z = 2,82 \cdot 10^6 \cdot \text{mm}^4$
poloměr setrvačnosti $i_y = 48,10 \text{ mm}$ $i_z = 31,50 \text{ mm}$
průřezový modul $W_y = 109,40 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^3$
plastický průřezový modul $W_{pl,y} = 127,20 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^3$
moment tuh. v prostém kroucení $I_t = \times 10^3 \cdot \text{mm}^4$
výsečový moment setrvačnosti $I_w = \times 10^9 \cdot \text{mm}^6$ uzavřený průřez se na klopení nemusí posuzovat
vzdálenost těžišť $y_e = 29,00 \text{ mm}$
Geometrie Vzpěrná délka $L_{LT} = 2\,700 \text{ mm}$ délka na klopení

Posouzení - MSÚ - Vliv smyku

$$\begin{aligned}
 V_{pl,Rd} &= A_{vz} \cdot f_{yd} / 3^{1/2} = 1,33 \cdot 235,00 / 3^{1/2} \\
 V_{pl,Rd} &= 179,91 \text{ kN} > 2 \cdot V_d = 2 \cdot 10,60 = 21,20 \text{ kN} \\
 &\text{účinek smykové síly se nemusí uvažovat}
 \end{aligned}$$

Posouzení - MSÚ - Ohyb klopení je zajištěno

Posouzení pro třídu 1 a 2

$$\begin{aligned}
 M_{pl,Rd} &= W_{pl,y} \cdot f_{yd} = 127,20 \cdot 235,00 \\
 M_{pl,Rd} &= 29,89 \text{ kNm} > M_d = 7,15 \text{ kNm} \quad \text{vyhovuje}
 \end{aligned}$$

Posouzení - MSP - Deformace

$$\begin{aligned}
 w_g &= \frac{5}{48} \cdot \frac{M_g}{E} \cdot \frac{l^2}{I} = \frac{5}{48} \cdot \frac{5,30}{210,00} \cdot \frac{2,70^2}{6,56} \\
 w_g &= 2,9 \text{ mm} \\
 w_q &= \frac{5}{48} \cdot \frac{M_q}{E} \cdot \frac{l^2}{I} = \frac{5}{48} \cdot \frac{0,00}{210,00} \cdot \frac{2,70^2}{6,56} \\
 w_q &= 0,0 \text{ mm} \\
 w_f &= 2,9 \text{ mm} < w_{lim,f} = l / 250 = 10,8 \text{ mm} \quad \text{vyhovuje}
 \end{aligned}$$

2.22 Návrh a posouzení ocelového nosníku klenby v 1.PP

Zatížení Kombinace zatížení jako méně příznivá kombinace z následujících dvou výrazů

$$\gamma_G = 1,35 \quad \gamma_Q = 1,50 \quad \psi_{0,1} = 0,70 \quad \xi_1 = 0,85$$

Kombinace 1 $\gamma_Q \cdot \psi_{0,1} = 1,50 \cdot 0,70 = 1,05$

g₁ stálé zatížení $8,96 \cdot 1,50 = 13,44 \text{ kN/m}$ $\gamma_G = 1,35$ $18,14 \text{ kN/m}$

q₁ proměnné zatížení $5,00 \cdot 1,50 = 7,50 \text{ kN/m}$ $\gamma_Q \cdot \psi_{0,1} = 1,05$ $7,88 \text{ kN/m}$

f₁ celkové zatížení **20,94 kN/m** **1,24** **26,02 kN/m**

Kombinace 2 $\xi_1 \cdot \gamma_G = 0,85 \cdot 1,35 = 1,15$

g₂ stálé zatížení $8,96 \cdot 1,50 = 13,44 \text{ kN/m}$ $\xi_1 \cdot \gamma_G = 1,15$ $15,42 \text{ kN/m}$

q₂ proměnné zatížení $5,00 \cdot 1,50 = 7,50 \text{ kN/m}$ $\gamma_Q = 1,50$ $11,25 \text{ kN/m}$

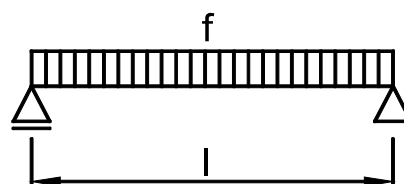
f₂ celkové zatížení **20,94 kN/m** **1,27** **26,67 kN/m**

Rozhodující kombinace:

kombinace 2

Schéma konstrukce

rozpětí konstrukce $l = 5,25 \text{ m}$



Vnitřní síly a reakce

$$M = \frac{1}{8} \cdot f \cdot l^2$$

$$M_g = \frac{1}{8} \cdot 13,44 \cdot 5,25^2 = 46,31 \text{ kNm} \quad 1,15 = 53,13 \text{ kNm}$$

$$M_q = \frac{1}{8} \cdot 7,50 \cdot 5,25^2 = 25,84 \text{ kNm} \quad 1,50 = 38,76 \text{ kNm}$$

celkový moment **M_f = 72,14 kNm** **1,27** **91,89 kNm**

$$V = \frac{1}{2} \cdot f \cdot l$$

$$V_g = \frac{1}{2} \cdot 13,44 \cdot 5,25 = 35,28 \text{ kN} \quad 1,15 = 40,48 \text{ kN}$$

$$V_q = \frac{1}{2} \cdot 7,50 \cdot 5,25 = 19,69 \text{ kN} \quad 1,50 = 29,53 \text{ kN}$$

celková posouvající síla a reakce **V_f = 54,97 kN** **1,27** **70,02 kN**

Zatížení **M_d = 91,89 kNm**

V_d = 70,02 kN

Návrh průřezu a oceli

Průřez typ **IPE** Ocel **S 235** $f_y = 235,00 \text{ MPa}$

označení průřezu **220** $E = 210,00 \text{ GPa}$ $\gamma_{M1} = 1,00$

složený průřez **dva průřezy vedle sebe** $G = 81,00 \text{ GPa}$ $f_{yd} = 235,00 \text{ MPa}$

třída průřezu: pro ohyb **1** pro tlak **1**

Průřezové charakteristiky pro **2 ks**

výška průřezu $h = 220 \text{ mm}$

šířka průřezu $b = 220 \text{ mm}$

plocha $A = 6,67 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^2$

smyková plocha $A_{vz} = 3,18 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^2$

moment setrvačnosti $I_y = 55,44 \cdot 10^6 \cdot \text{mm}^4$ $I_z = 24,29 \cdot 10^6 \cdot \text{mm}^4$

poloměr setrvačnosti $i_y = 91,10 \text{ mm}$ $i_z = 60,32 \text{ mm}$

průřezový modul $W_y = 504,00 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^3$

plastický průřezový modul $W_{pl,y} = 570,80 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^3$

moment tuh. v prostém kroucení $I_t = \times 10^3 \cdot \text{mm}^4$

výsečový moment setrvačnosti $I_w = \times 10^9 \cdot \text{mm}^6$

vzdálenost těžišť $y_e = 55,00 \text{ mm}$

složený průřez se na klopení nemusí posuzovat

Geometrie Vzpěrná délka $L_{LT} = 5\,250\text{ mm}$ délka na klopení

Posouzení - MSÚ - Vliv smyku

$$V_{pl,Rd} = A_{vz} \cdot f_{yd} / 3 \frac{1}{2} = 3,18 \cdot 235,00 / 3 \frac{1}{2}$$

$$V_{pl,Rd} = 430,91\text{ kN} > 2 \cdot V_d = 2 \cdot 70,02 = 140,03\text{ kN}$$

účinek smykové síly se nemusí uvažovat

Posouzení - MSÚ - Ohyb klopení je zajištěno

Posouzení pro třídu 1 a 2

$$M_{pl,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_{yd} = 570,80 \cdot 235,00$$

$$M_{pl,Rd} = 134,14\text{ kNm} > M_d = 91,89\text{ kNm}$$

vyhovuje

Posouzení - MSP - Deformace

$$w_g = \frac{5}{48} \cdot \frac{M_q}{E} \cdot \frac{l^2}{I} = \frac{5}{48} \cdot \frac{46,31}{210,00} \cdot \frac{5,25^2}{55,44}$$

$$w_g = 11,4\text{ mm} < w_{lim,g} = l / 250 = 21,0\text{ mm}$$

$$w_q = \frac{5}{48} \cdot \frac{M_q}{E} \cdot \frac{l^2}{I} = \frac{5}{48} \cdot \frac{25,84}{210,00} \cdot \frac{5,25^2}{55,44}$$

$$w_q = 6,4\text{ mm} < w_{lim,q} = l / 350 = 15,0\text{ mm}$$

$$w_f = 17,8\text{ mm} < w_{lim,f} = l / 250 = 21,0\text{ mm} \quad \text{vyhovuje}$$