

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

název stavby:	<b>STAVEBNÍ ÚPRAVY ŽST PLANÁ U MARIÁNSKÝCH LÁZNÍ</b> <b>POZEMNÍ OBJEKTY BUDOV</b> Železničářská 504, 348 15 Planá parcelní číslo: st. 551, 1349/11, 1349/15, k.ú. Planá u Mariánských Lázní	
investor:	Správa železnic, státní organizace Dlážděná 1003/7, 110 00 Praha 1	č.paré:
zodp. projektant:	Ing. Michal Kubalík	
část dokumentace:	STATIKA - STAVEBNĚ KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ	datum: 11/2019
stup. dokumentace:	PDPS	
název přílohy:	STATICKÉ POSOUZENÍ	číslo přílohy: <b>C</b>

Obsah	strana
<b>1. Úvod</b>	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	2
<b>2. Návrh a posouzení konstrukcí hlavní budovy</b>	3
2.1 Zatížení střechy	3
2.2 Návrh a posouzení krokve	3
2.3 Návrh a posouzení vaznice	5
2.4 Návrh a posouzení úžlabní krokve	7
2.5 Návrh a posouzení pozednice krakorce	9
2.6 Návrh a posouzení nosníku pod vrcholem úžlabních krokví	11
2.7 Návrh a posouzení sloupku střechy	14
2.8 Návrh a posouzení nosníku pod sloupkem střechy	14
2.9 Zatížení stropu nad 2.NP	19
2.10 Zatížení stropu nad 1.NP	19
2.11 Zatížení nosnou stěnou	19
2.12 Návrh a posouzení překladu 1 v nosné stěně v 1.NP	19
2.13 Návrh a posouzení překladu 2 v nosné stěně v 1.NP	23
2.14 Zatížení stropu nad 1.PP	25
2.15 Návrh a posouzení překladu v 1.PP	25
<b>3. Návrh a posouzení konstrukcí přístavků</b>	27
3.1 Zatížení střechy přístavků	27
3.2 Ověření možnosti návrhu střešního vazníku přístavků	27
3.3 Návrh a posouzení průvlaku přístavků nad nástupištěm	30
<b>4. Návrh a posouzení konstrukcí zastřešení nástupiště</b>	33
4.1 Zatížení střechy	33
4.2 Návrh a posouzení krokve	34
4.3 Návrh a posouzení průvlaku	36

## 1. Úvod

### 1.1 Identifikační údaje:

Stavba: Stavební úpravy ŽST Planá u Mariánských Lázní  
Pozemní objekty budov

Místo stavby: Železničářská 504, 348 15 Planá  
parcelní číslo: st. 551, 1349/11, 1349/15, k.ú. Planá u Mariánských Lázní

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, říjen 2019

Průzkumy: osobní prohlídka na místě, červenec 2018  
Odborný posudek, Zhodnocení bilogického napadení konstrukce krovu, ŽST Planá u Mariánských Lázní, Ing. Jakub Lukavec, DEKPROJEKT s.r.o., Tiskařská 10/257, 108 00 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 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 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 výztuž do betonu - Svařitelná betonářská ocel - Všeobecně
ČSN EN 772-1	Zkušební metody pro zdící prvky - Část 1: Stanovení pevnosti v tlaku
ČSN EN 338	Konstrukční dřevo - Třídy pevnosti
ČSN EN 1194	Dřevěné konstrukce - Lepené lamelové dřevo - Třídy pevnosti a stanovení charakteristických hodnot

### 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.ferona.cz, Tabulky UPE dle DIN1026-2

### 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.

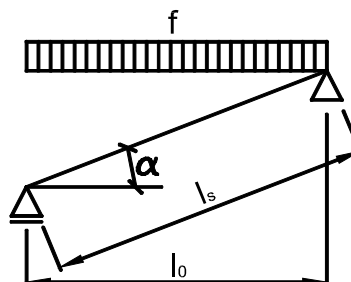
## 2. Návrh a posouzení konstrukcí hlavní budovy

### 2.1 Zatížení střechy

Skladba střechy	tloušťka	objemová tíha	charakteristické	$\gamma_G$	návrhové
krytina			0,10 kN/m <sup>2</sup>	1,35	0,14 kN/m <sup>2</sup>
laťování			0,10 kN/m <sup>2</sup>	1,35	0,14 kN/m <sup>2</sup>
tíha konstrukce			0,25 kN/m <sup>2</sup>	1,35	0,34 kN/m <sup>2</sup>
sádkokarton	0,013	8,50	= 0,11 kN/m <sup>2</sup>	1,35	0,15 kN/m <sup>2</sup>
<b>g<sub>1</sub> celkem stálé zatížení - šikmý průmět</b>			0,56 kN/m <sup>2</sup>	1,35	0,76 kN/m <sup>2</sup>
<b>g celkem stálé zatížení - svislý průmět</b>	0,56 / cos 32°		= 0,66 kN/m <sup>2</sup>	1,35	0,89 kN/m <sup>2</sup>
<b>Užitné zatížení</b>			charakteristické	$\gamma_Q$	návrhové
<b>q užitné zatížení</b>	kategorie H	nepřístupná střecha	0,75 kN/m <sup>2</sup>	1,50	1,13 kN/m <sup>2</sup>
<b>Zatížení sněhem</b>					
Tvarový součinitel pro pultové a sedlové střechy v případě pokud není bráněno sklouzávání sněhu ze střechy					
sklon střechy	$\alpha = 32,00^\circ$	$\mu_1 = 0,75$			
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			$s_k = 1,03 \text{ kN/m}^2$		
	$\mu_i$	$C_e$	$C_t$	$s_k$	$\gamma_Q$
<b>s sníh</b>	0,75	1,00	1,00	1,03	= 0,77 kN/m <sup>2</sup>
					1,50
					1,15 kN/m <sup>2</sup>
<b>rozhodující je zatížení sněhem</b>					

### 2.2 Návrh a posouzení krokve

<b>Zatížení</b>	Kombinace zatížení jako méně příznivá kombinace z následujících dvou výrazů				
	$\gamma_G = 1,35$	$\gamma_Q = 1,50$	$\Psi_{0,1} = 0,50$	$\xi_1 = 0,85$	
<b>Kombinace 1</b>	$\gamma_Q \cdot \Psi_{0,1}$	=	1,50	0,50	= 0,75
	zatěžovací šířka				$\gamma_G$
<b>g<sub>1</sub> stálé zatížení</b>	0,66	1,00	= 0,66 kN/m	1,35	0,89 kN/m
					$\gamma_Q \cdot \Psi_{0,1}$
<b>q<sub>1</sub> proměnné zatížení</b>	0,77	1,00	= 0,77 kN/m	0,75	0,58 kN/m
<b>f<sub>1</sub> celkové zatížení</b>			1,43 kN/m	1,03	1,47 kN/m
<b>Kombinace 2</b>	$\xi_1 \cdot \gamma_G$	=	0,85	1,35	= 1,15
	zatěžovací šířka				$\xi_1 \cdot \gamma_G$
<b>g<sub>2</sub> stálé zatížení</b>	0,66	1,00	= 0,66 kN/m	1,15	0,76 kN/m
					$\gamma_Q$
<b>q<sub>2</sub> proměnné zatížení</b>	0,77	1,00	= 0,77 kN/m	1,50	1,15 kN/m
<b>f<sub>2</sub> celkové zatížení</b>			1,43 kN/m	1,34	1,91 kN/m
<b>Rozhodující kombinace:</b>					
<b>kombinace 2</b>					
<b>Schéma konstrukce</b>					
rozpětí konstrukce	$l_0 = 3,50 \text{ m}$				
úhel sklonu	$\alpha = 32^\circ$				
délka nosníku	$l_s = 4,13 \text{ m}$				
<b>Vnitřní síly a reakce</b>					
$M = 1/8 \cdot f \cdot l_0^2$					
$M_g = 1/8 \cdot 0,66 \cdot 3,50^2$	=	1,01 kNm	1,15	=	1,16 kNm
$M_q = 1/8 \cdot 0,77 \cdot 3,50^2$	=	1,18 kNm	1,50	=	1,77 kNm
<b>celkový moment</b>	$M_f =$	2,19 kNm	1,34		2,93 kNm



$R =$	$1/2 \cdot f \cdot l_0$						
$R_g =$	$1/2 \cdot 0,66 \cdot 3,50$	$=$	$1,16 \text{ kN}$	$1,15$	$=$	$1,33 \text{ kN}$	
$R_q =$	$1/2 \cdot 0,77 \cdot 3,50$	$=$	$1,35 \text{ kN}$	$1,50$	$=$	$2,02 \text{ kN}$	
celková reakce			$R_f =$	<b>2,50 kN</b>	<b>1,34</b>	<b>3,35 kN</b>	
$N =$	$R \cdot \sin \alpha$						
$N_g =$	$1,16 \cdot \sin 32^\circ$	$=$	$0,61 \text{ kN}$	$1,15$	$=$	$0,70 \text{ kN}$	
$N_q =$	$1,35 \cdot \sin 32^\circ$	$=$	$0,71 \text{ kN}$	$1,50$	$=$	$1,07 \text{ kN}$	
celková normálová síla			$N_f =$	<b>1,33 kN</b>	<b>1,34</b>	<b>1,77 kN</b>	
$V =$	$R \cdot \cos \alpha$						
$V_g =$	$1,16 \cdot \cos 32^\circ$	$=$	$0,98 \text{ kN}$	$1,15$	$=$	$1,13 \text{ kN}$	
$V_q =$	$1,35 \cdot \cos 32^\circ$	$=$	$1,14 \text{ kN}$	$1,50$	$=$	$1,71 \text{ kN}$	
celková posouvající síla			$V_f =$	<b>2,12 kN</b>	<b>1,34</b>	<b>2,84 kN</b>	

#### Pružné deformace

$$w_g = \frac{5}{48} \cdot \frac{M_g}{E \cdot I} \cdot l_s^2 = \frac{5}{48} \cdot \frac{1,01}{10,00} \cdot 4,13^2 = 4,6 \text{ mm}$$

$$w_q = \frac{5}{48} \cdot \frac{M_q}{E \cdot I} \cdot l_s^2 = \frac{5}{48} \cdot \frac{1,18}{10,00} \cdot 4,13^2 = 5,4 \text{ mm}$$

Zatížení	moment k ose y	$M_{yd} = 2,93 \text{ kNm}$	moment k ose z	$M_{zd} = 0,00 \text{ kNm}$
	normálová síla	$N_d = 1,77 \text{ kN}$	posouvající síla	$V_d = 2,84 \text{ kN}$

Prostředí - třída provozu

2

Třída trvání zatížení

střednědobé

#### Návrh průřezu a dřeva

Dřevo	typ dřeva	rostlé dřevo	$E_{0,mean} = 10,00 \text{ GPa}$	$f_{c,0,k} = 20,00 \text{ MPa}$
	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	$b = 80 \text{ mm}$		$\beta_c = 0,20$

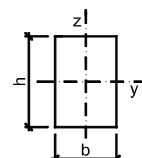
výška průřezu  $h = 180 \text{ mm}$

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  $i_y = 51,96 \text{ mm}$

průřezový modul  $W_y = 432,00 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^3$



$i_z = 23,09 \text{ mm}$

$W_z = 192,00 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^3$

#### Geometrie

délka nosníku  $l = 4,13 \text{ m}$

#### Podmínky

vzpěrná délka k ose y-y  $l_{cr,y} = 4,13 \text{ m}$

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

$k_{cy} = 0,44$

$k_{cz} = 0,85$

##### Návrhové pevnosti

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

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

$$\frac{N_d}{k_{cy} \cdot A \cdot f_{c,0,d}} + \frac{M_{yd}}{W_y \cdot f_{m,d}} + \frac{k_m \cdot M_{zd}}{W_z \cdot f_{m,d}} = \frac{1,77}{0,44 \cdot 14,40 \cdot 12,31} + \frac{2,93}{432,00 \cdot 13,54} + \frac{0,70 \cdot 0,00}{192,00 \cdot 13,54} = 0,02 + 0,50 + 0,00 = 0,52 < 1,00$$

podmínka kombinace 1

$$\frac{N_d}{k_{cz} \cdot A \cdot f_{c,0,d}} + \frac{k_m \cdot M_{yd}}{W_y \cdot f_{m,d}} + \frac{M_{zd}}{W_z \cdot f_{m,d}}$$

$$\frac{1,77}{0,85 \cdot 14,40 \cdot 12,31} + \frac{0,70 \cdot 2,93}{432,00 \cdot 13,54} + \frac{0,00}{192,00 \cdot 13,54}$$

**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

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

$$\frac{3 \cdot V_d}{2 \cdot A_{ef} \cdot f_{v,d}} = \frac{3 \cdot 2,84}{2 \cdot 9,65 \cdot 1,48} = 0,30 < 1,00$$

**vyhovuje**

#### Posouzení - MSP - Deformace

Okamžitý průhyb od stálých zatížení       $w_{inst,g} = 4,6 \text{ mm}$

Okamžitý průhyb od proměnného zatížení       $w_{inst,q} = 5,4 \text{ mm}$

Celkový okamžitý průhyb       $w_{inst,f} = 10,0 \text{ mm}$

součinitel pro kvazistatou hodnotu proměnného zatížení:      **sníh H<1000**       $\psi_{2,q} = 0,0$

modifikační součinitel deformace       $k_{def} = 0,80$

#### Okamžitý průhyb

$$w_{inst,f} = 10,0 \text{ mm} < w_{lim,inst} = \frac{l}{300} = \frac{4127}{300} = 13,8 \text{ mm}$$

**vyhovuje**

#### Konečný průhyb

Konečný průhyb od stálých zatížení

$$w_{fin,g} = w_{inst,g} \cdot \left( 1 + k_{def} \right) = 4,6 \cdot (1 + 0,80) = 8,3 \text{ mm}$$

Konečný průhyb od proměnného zatížení

$$w_{fin,q} = w_{inst,q} \cdot \left( 1 + \psi_{2,q} \cdot k_{def} \right) = 5,4 \cdot (1 + 0,0 \cdot 0,80) = 5,4 \text{ mm}$$

Celkový konečný průhyb

$$w_{fin,f} = 13,7 \text{ mm} < w_{lim,fin} = \frac{l}{250} = \frac{4127}{250} = 16,5 \text{ mm}$$

**vyhovuje**

### 2.3 Návrh a posouzení vaznice

**Zatížení**      Kombinace zatížení jako méně příznivá kombinace z následujících dvou výrazů

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

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

**g<sub>1</sub> stálé zatížení**       $0,66 \cdot 4,10 = 2,71 \text{ kN/m}$        $\gamma_G = 1,35$        $3,66 \text{ kN/m}$

**q<sub>1</sub> proměnné zatížení**       $0,77 \cdot 4,10 = 3,15 \text{ kN/m}$        $\gamma_Q \cdot \psi_{0,1} = 0,75$        $2,36 \text{ kN/m}$

**f<sub>1</sub> celkové zatížení**      **5,86 kN/m**      **1,03**      **6,02 kN/m**

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

**g<sub>2</sub> stálé zatížení**       $0,66 \cdot 4,10 = 2,71 \text{ kN/m}$        $\xi_1 \cdot \gamma_G = 1,15$        $3,11 \text{ kN/m}$

**q<sub>2</sub> proměnné zatížení**       $0,77 \cdot 4,10 = 3,15 \text{ kN/m}$        $\gamma_Q = 1,50$        $4,73 \text{ kN/m}$

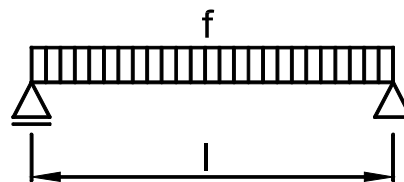
**f<sub>2</sub> celkové zatížení**      **5,86 kN/m**      **1,34**      **7,84 kN/m**

**Rozhodující kombinace: kombinace 2**

### Schéma konstrukce

rozpětí konstrukce

$$l = 6,50 \text{ m}$$



### Vnitřní síly a reakce

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

$$M_g = \frac{1}{8} \cdot 2,71 \cdot 6,50^2 = 14,31 \text{ kNm} \quad 1,15 = 16,42 \text{ kNm}$$

$$M_q = \frac{1}{8} \cdot 3,15 \cdot 6,50^2 = 16,65 \text{ kNm} \quad 1,50 = 24,98 \text{ kNm}$$

celkový moment  $M_f = 30,96 \text{ kNm} \quad 1,34 = 41,40 \text{ kNm}$

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

$$V_g = \frac{1}{2} \cdot 2,71 \cdot 6,50 = 8,81 \text{ kN} \quad 1,15 = 10,11 \text{ kN}$$

$$V_q = \frac{1}{2} \cdot 3,15 \cdot 6,50 = 10,25 \text{ kN} \quad 1,50 = 15,37 \text{ kN}$$

celková posouvající síla a reakce  $V_f = 19,05 \text{ kN} \quad 1,34 = 25,48 \text{ kN}$

### Posouzení - MSP - Deformace

$$w_g = \frac{5}{48} \cdot \frac{M_g}{E \cdot I} = \frac{5}{48} \cdot \frac{14,31}{210,00} \cdot 6,50^2 = 11,1 \text{ mm} < w_{lim,g} = \frac{l}{250} = 26,0 \text{ mm}$$

$$w_q = \frac{5}{48} \cdot \frac{M_q}{E \cdot I} = \frac{5}{48} \cdot \frac{16,65}{210,00} \cdot 6,50^2 = 12,9 \text{ mm} < w_{lim,q} = \frac{l}{350} = 18,6 \text{ mm}$$

$$w_f = 24,0 \text{ mm} < w_{lim,f} = \frac{l}{250} = 26,0 \text{ mm} \quad \text{vyhovuje}$$

### Zatížení

$$M_d = 41,40 \text{ kNm}$$

$$V_d = 25,48 \text{ kN}$$

### Návrh průřezu a oceli

Průřez typ **UPE** Ocel **S 235**  $f_y = 235,00 \text{ MPa}$   
 označení průřezu **180**  $\gamma_{MO} = 1,00$   $f_{yd} = 235,00 \text{ MPa}$   
 složený průřez **dva průřezy vedle sebe** třída průřezu: pro ohyb 1  
 Průřezové charakteristiky pro **2 ks** pro tlak 1

plocha	$A = 5,02 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^2$		
smyková plocha	$A_{vz} = 1,87 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^2$		
moment setrvačnosti	$I_y = 27,06 \cdot 10^6 \cdot \text{mm}^4$	$I_z = 15,58 \cdot 10^6 \cdot \text{mm}^4$	
poloměr setrvačnosti	$i_y = 73,40 \text{ mm}$	$i_z = 55,70 \text{ mm}$	
průřezový modul	$W_y = 300,80 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^3$		
plastický průřezový modul	$W_{pl,y} = 346,00 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^3$		
vzdálenost těžišť	$y_e = 50,30 \text{ mm}$		

### Posouzení - MSÚ - Ohyb

uzavřený průřez neklopí

#### Posouzení pro třídu 1 a 2

$$M_{pl,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_{yd} = 346,00 \cdot 235,00$$

$$M_{pl,Rd} = 81,31 \text{ kNm} > M_d = 41,40 \text{ kNm} \quad \text{vyhovuje}$$

### Posouzení - MSÚ - Smyk

$$V_{pl,Rd} = A_{vz} \cdot f_{yd} / 3 \frac{1}{2} = 1,87 \cdot 235,00 / 3 \frac{1}{2}$$

$$V_{pl,Rd} = 254,17 \text{ kN} > V_d = 25,48 \text{ kN} \quad \text{vyhovuje}$$

## 2.4 Návrh a posouzení úžlabní krokve

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

**g<sub>1</sub>** stálé zatížení  $0,66 \cdot 3,80 = 2,51 \text{ kN/m}$  zatěžovací šířka  $\gamma_G$  1,35 3,39 kN/m

**q<sub>1</sub>** proměnné zatížení  $0,77 \cdot 3,80 = 2,92 \text{ kN/m}$   $\gamma_Q \cdot \psi_{0,1}$  0,75 2,19 kN/m

**f<sub>1</sub>** celkové zatížení **5,43 kN/m** **1,03** **5,58 kN/m**

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

**g<sub>2</sub>** stálé zatížení  $0,66 \cdot 3,80 = 2,51 \text{ kN/m}$  zatěžovací šířka  $\xi_1 \cdot \gamma_G$  1,15 2,88 kN/m

**q<sub>2</sub>** proměnné zatížení  $0,77 \cdot 3,80 = 2,92 \text{ kN/m}$   $\gamma_Q$  1,50 4,38 kN/m

**f<sub>2</sub>** celkové zatížení **5,43 kN/m** **1,34** **7,27 kN/m**

**Rozhodující kombinace:**

**kombinace 2**

**Schéma konstrukce**

rozpětí krokve  $l_k = 3,50 \text{ m}$

úhel sklonu krokve  $\alpha_k = 32^\circ$

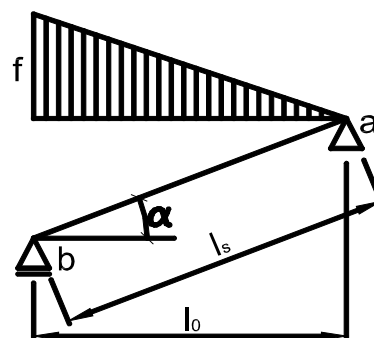
úhel svírající běžná a úžlabní krokv

$$\beta = 48^\circ$$

rozpětí konstrukce  $l_0 = 5,23 \text{ m}$

úhel sklonu  $\alpha = 22,69^\circ$

délka nosníku  $l_s = 5,67 \text{ m}$



**Vnitřní síly a reakce**

$$M = 61/951 \cdot f \cdot l_0^2$$

$$M_g = 61/951 \cdot 2,51 \cdot 5,23^2 = 4,41 \text{ kNm} \quad 1,15 = 5,06 \text{ kNm}$$

$$M_q = 61/951 \cdot 2,92 \cdot 5,23^2 = 5,13 \text{ kNm} \quad 1,50 = 7,69 \text{ kNm}$$

celkový moment **M<sub>f</sub> = 9,54 kNm** **1,34** **12,75 kNm**

$$R_a = 1/6 \cdot f \cdot l_0$$

$$R_{a,g} = 1/6 \cdot 2,51 \cdot 5,23 = 2,19 \text{ kN} \quad 1,15 = 2,51 \text{ kN}$$

$$R_{a,q} = 1/6 \cdot 2,92 \cdot 5,23 = 2,55 \text{ kN} \quad 1,50 = 3,82 \text{ kN}$$

celková reakce v podpoře A **R<sub>a</sub> = 4,74 kN** **1,34** **6,33 kN**

$$R_b = 1/3 \cdot f \cdot l_0$$

$$R_{b,g} = 1/3 \cdot 2,51 \cdot 5,23 = 4,38 \text{ kN} \quad 1,15 = 5,02 \text{ kN}$$

$$R_{b,q} = 1/3 \cdot 2,92 \cdot 5,23 = 5,10 \text{ kN} \quad 1,50 = 7,64 \text{ kN}$$

celková reakce v podpoře B **R<sub>b</sub> = 9,47 kN** **1,34** **12,67 kN**

$$N_b = R_b \cdot \sin \alpha$$

$$N_{b,g} = 4,38 \cdot \sin 23^\circ = 1,69 \text{ kN} \quad 1,15 = 1,94 \text{ kN}$$

$$N_{b,q} = 5,10 \cdot \sin 23^\circ = 1,97 \text{ kN} \quad 1,50 = 2,95 \text{ kN}$$

celková normálová síla na levé straně **N<sub>f</sub> = 3,65 kN** **1,34** **4,89 kN**

$$V_b = R_b \cdot \cos \alpha$$

$$V_{b,g} = 4,38 \cdot \cos 23^\circ = 4,04 \text{ kN} \quad 1,15 = 4,64 \text{ kN}$$

$$V_{b,q} = 5,10 \cdot \cos 23^\circ = 4,70 \text{ kN} \quad 1,50 = 7,05 \text{ kN}$$

celková posouvající síla na levé straně **V<sub>f</sub> = 8,74 kN** **1,34** **11,69 kN**



## Pružné deformace

$$w_g = \frac{37}{364} \cdot \frac{M_g}{E} \cdot \frac{l_s^2}{I} = \frac{37}{364} \cdot \frac{4,41}{10,00} \cdot \frac{5,67^2}{205,05}$$

$$w_g = 7,0 \text{ mm}$$

$$w_q = \frac{37}{364} \cdot \frac{M_q}{E} \cdot \frac{l_s^2}{I} = \frac{37}{364} \cdot \frac{5,13}{10,00} \cdot \frac{5,67^2}{205,05}$$

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

Zatížení	moment k ose y	$M_{yd} = 12,75 \text{ kNm}$	moment k ose z	$M_{zd} = 0,00 \text{ kNm}$
	normálová síla	$N_d = 4,89 \text{ kN}$	posouvající síla	$V_d = 11,69 \text{ kN}$

Prostředí - třída provozu

2

Třída trvání zatížení

střednědobé

## Návrh průřezu a dřeva

Dřevo	typ dřeva	rostlé dřevo	$E_{0,mean} = 10,00 \text{ GPa}$	$f_{c,0,k} = 20,00 \text{ MPa}$
	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  $b = 140 \text{ mm}$

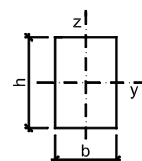
výška průřezu  $h = 260 \text{ mm}$

plocha  $A = 36,40 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^2$

moment setrvačnosti  $I_y = 205,05 \cdot 10^6 \cdot \text{mm}^4$

poloměr setrvačnosti  $i_y = 75,06 \text{ mm}$

průřezový modul  $W_y = 1577,33 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^3$



$i_z = 40,41 \text{ mm}$

$W_z = 849,33 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^3$

## Geometrie

délka nosníku  $l = 5,67 \text{ m}$

vzpěrná délka k ose y-y  $l_{cr,y} = 5,67 \text{ m}$

vzpěrná délka k ose z-z  $l_{cr,z} = 1,00 \text{ m}$

## Podmínky

vzpěr nezajištěn

vzpěr nezajištěn

## Posouzení - MSÚ - Kombinace tlaku a ohybu

### Součinitelé vzpěrnosti

$k_{cy} = 0,47$

$k_{cz} = 0,97$

### Návrhové pevnosti

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

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

$\frac{N_d}{k_{cy} \cdot A \cdot f_{c,0,d}}$			+	$\frac{M_{yd}}{W_y \cdot f_{m,d}}$			+	$\frac{k_m \cdot M_{zd}}{W_z \cdot f_{m,d}}$		
4,89				12,75				0,70 \cdot 0,00		
0,47	36,40	12,31		1577,33	13,54			849,33	13,54	
<b>podmínka kombinace 1</b>			<b>0,02 +</b>	<b>0,60</b>	<b>+ 0,00</b>	<b>= 0,62</b>	<b>&lt; 1,00</b>			
$\frac{N_d}{k_{cz} \cdot A \cdot f_{c,0,d}}$			+	$\frac{k_m \cdot M_{yd}}{W_y \cdot f_{m,d}}$			+	$\frac{M_{zd}}{W_z \cdot f_{m,d}}$		
4,89				0,70 \cdot 12,75				0,00		
0,97	36,40	12,31		1577,33	13,54			849,33	13,54	
<b>podmínka kombinace 2</b>			<b>0,01 +</b>	<b>0,42</b>	<b>+ 0,00</b>	<b>= 0,43</b>	<b>&lt; 1,00</b>			

vyhovuje

### Posouzení - MSÚ - Smyk

$$\begin{aligned} \text{součinitel vlivu vysušených trhlín} \quad k_{cr} &= 0,67 \\ \text{efektivní šířka průřezu} \quad b_{ef} &= k_{cr} \cdot b = 0,67 \cdot 140,00 = 94 \text{ mm} \\ \text{efektivní plocha} \quad A_{ef} &= 24,39 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^2 \end{aligned}$$

Návrhové pevnosti

$$\begin{aligned} f_{v,d} &= \frac{k_{mod} \cdot f_{v,k}}{\gamma_M} = \frac{0,80 \cdot 2,40}{1,30} = 1,48 \text{ MPa} \\ \frac{3 \cdot V_d}{2 \cdot A_{ef} \cdot f_{v,d}} &= \frac{3 \cdot 11,69}{2 \cdot 24,39 \cdot 1,48} = 0,49 < 1,00 \end{aligned}$$

vyhovuje

### Posouzení - MSP - Deformace

$$\text{Okamžitý průhyb od stálých zatížení} \quad w_{inst,g} = 7,0 \text{ mm}$$

$$\text{Okamžitý průhyb od proměnného zatížení} \quad w_{inst,q} = 8,2 \text{ mm}$$

$$\text{Celkový okamžitý průhyb} \quad w_{inst,f} = 15,2 \text{ mm}$$

$$\text{součinitel pro kvazistatou hodnotu proměnného zatížení: sníh } H < 1000 \quad \psi_{2,q} = 0,0$$

$$\text{modifikační součinitel deformace} \quad k_{def} = 0,80$$

#### Okamžitý průhyb

$$w_{inst,f} = 15,2 \text{ mm} < w_{lim,inst} = \frac{l}{300} = \frac{5669}{300} = 18,9 \text{ mm} \quad \text{vyhovuje}$$

#### Konečný průhyb

Konečný průhyb od stálých zatížení

$$w_{fin,g} = w_{inst,g} \cdot \left( 1 + k_{def} \right) = 7,0 \cdot (1 + 0,80) = 12,6 \text{ mm}$$

Konečný průhyb od proměnného zatížení

$$w_{fin,q} = w_{inst,q} \cdot \left( 1 + \psi_{2,q} \cdot k_{def} \right) = 8,2 \cdot (1 + 0,0 \cdot 0,80) = 8,2 \text{ mm}$$

$$\text{Celkový konečný průhyb} \quad w_{fin,f} = 20,8 \text{ mm}$$

$$w_{fin,f} = 20,8 \text{ mm} < w_{lim,fin} = \frac{l}{250} = \frac{5669}{250} = 22,7 \text{ mm} \quad \text{vyhovuje}$$

## 2.5 Návrh a posouzení pozednice krakorce

**Zatížení** Kombinace zatížení jako méně příznivá kombinace z následujících dvou výrazů

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

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

$$\begin{array}{l} \text{zatěžovací plocha} \quad \gamma_G \\ \mathbf{G_1} \text{ stálé zatížení} \quad 0,66 \cdot 3,35 \cdot 0,50 = 1,11 \text{ kN} \quad 1,35 \quad 1,49 \text{ kN} \end{array}$$

$$\begin{array}{l} \gamma_Q \cdot \psi_{0,1} \\ \mathbf{Q_1} \text{ proměnné zatížení} \quad 0,77 \cdot 3,35 \cdot 0,50 = 1,29 \text{ kN} \quad 0,75 \quad 0,97 \text{ kN} \end{array}$$

$$\mathbf{F_1} \text{ celkové zatížení} \quad 2,40 \text{ kN} \quad 1,03 \quad 2,46 \text{ kN}$$

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

$$\begin{array}{l} \text{zatěžovací plocha} \quad \xi_1 \cdot \gamma_G \\ \mathbf{G_2} \text{ stálé zatížení} \quad 0,66 \cdot 3,35 \cdot 0,50 = 1,11 \text{ kN} \quad 1,15 \quad 1,27 \text{ kN} \end{array}$$

$$\begin{array}{l} \gamma_Q \\ \mathbf{Q_2} \text{ proměnné zatížení} \quad 0,77 \cdot 3,35 \cdot 0,50 = 1,29 \text{ kN} \quad 1,50 \quad 1,93 \text{ kN} \end{array}$$

$$\mathbf{F_2} \text{ celkové zatížení} \quad 2,40 \text{ kN} \quad 1,34 \quad 3,20 \text{ kN}$$

**Rozhodující kombinace:** kombinace 2

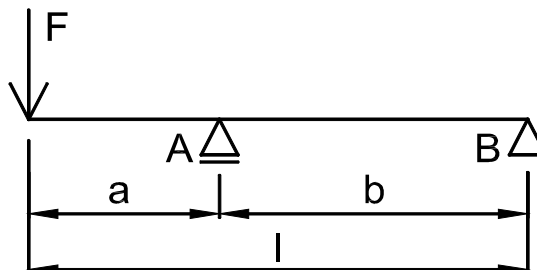
**Schéma konstrukce**

geometrie konstrukce

$$a = 0,95 \text{ m}$$

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

$$l = 2,45 \text{ m}$$



**Vnitřní síly**

$$M = F \cdot a$$

$$M_g = 1,11 \cdot 0,95 = 1,05 \text{ kNm} \quad 1,15 = 1,21 \text{ kNm}$$

$$M_q = 1,29 \cdot 0,95 = 1,22 \text{ kNm} \quad 1,50 = 1,84 \text{ kNm}$$

celkový moment

$$M_F = 2,28 \text{ kNm} \quad 1,34 \quad 3,04 \text{ kNm}$$

$$V = F$$

$$V_g = 1,11 = 1,11 \text{ kN} \quad 1,15 = 1,27 \text{ kN}$$

$$V_q = 1,29 = 1,29 \text{ kN} \quad 1,50 = 1,93 \text{ kN}$$

celková posouvající síla

$$V_F = 2,40 \text{ kN} \quad 1,34 \quad 3,20 \text{ kN}$$

**Reakce**

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

$$R_{A,g} = 1,11 \cdot 2,45 / 1,50 = 1,81 \text{ kN} \quad 1,15 = 2,07 \text{ kN}$$

$$R_{A,q} = 1,29 \cdot 2,45 / 1,50 = 2,10 \text{ kN} \quad 1,50 = 3,16 \text{ kN}$$

celková reakce

$$R_A = 3,91 \text{ kN} \quad 1,34 \quad 5,23 \text{ kN}$$

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

$$R_{B,g} = -1,11 \cdot 0,95 / 1,50 = -0,70 \text{ kN} \quad 1,15 = -0,80 \text{ kN}$$

$$R_{B,q} = -1,29 \cdot 0,95 / 1,50 = -0,82 \text{ kN} \quad 1,50 = -1,22 \text{ kN}$$

celková reakce

$$R_B = -1,52 \text{ kN} \quad 1,34 \quad -2,03 \text{ kN}$$

**Pružné deformace**

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

$$w_g = \frac{1,11 \cdot 0,95^2 \cdot (0,95 + 1,50)}{3 \cdot 10,00 \cdot 32,01}$$

$$w_g = 2,5 \text{ mm}$$

$$w_q = \frac{1,29 \cdot 0,95^2 \cdot (0,95 + 1,50)}{3 \cdot 10,00 \cdot 32,01}$$

$$w_q = 3,0 \text{ mm}$$

**Zatížení**

moment k ose y

$$M_{y,d} = 3,04 \text{ kNm}$$

posouvající síla

$$V_d = 3,20 \text{ kN}$$

**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

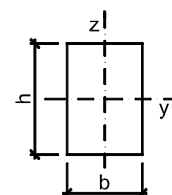
$$A = 19,60 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^2$$

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

$$l = 0,95 \text{ m}$$

**Podmínky**

délka nosníku nezajištěná proti příčné a torzní nestabilitě

klopení nezajištěné

$$l_t = 0,95 \text{ m}$$

### 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

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

$$\frac{M_{y,d}}{k_{crit} \cdot W_y \cdot f_{m,d}} = \frac{3,04}{1,00 \cdot 457,33 \cdot 13,54} = 0,49 < 1,00$$

vyhovuje

#### Posouzení - MSÚ - Smyk

součinitel vlivu vysušených trhlín

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

efektivní šířka průřezu

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

efektivní plocha

$$A_{ef} = 13,13 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^2$$

Návrhové pevnosti

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

$$\frac{3 \cdot V_d}{2 \cdot A_{ef} \cdot f_{v,d}} = \frac{3 \cdot 3,20}{2 \cdot 13,13 \cdot 1,48} = 0,25 < 1,00$$

vyhovuje

#### Posouzení - MSP - Deformace

Okamžitý průhyb od stálých zatížení

$$w_{inst,g} = 2,5 \text{ mm}$$

Okamžitý průhyb od proměnného zatížení

$$w_{inst,q} = 3,0 \text{ mm}$$

Celkový okamžitý průhyb

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

součinitel pro kvazistatou hodnotu proměnného zatížení:

$$\text{sníh } H < 1000$$

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

modifikační součinitel deformace

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

#### Okamžitý průhyb

$$w_{inst,f} = 5,5 \text{ mm} < w_{lim,inst} = \frac{l}{150} = \frac{950}{150} = 6,3 \text{ mm}$$

vyhovuje

#### Konečný průhyb

Konečný průhyb od stálých zatížení

$$w_{fin,g} = w_{inst,g} \cdot \left( 1 + k_{def} \right) = 2,5 \cdot \left( 1 + 0,80 \right) = 4,6 \text{ mm}$$

Konečný průhyb od proměnného zatížení

$$w_{fin,q} = w_{inst,q} \cdot \left( 1 + \psi_{2,q} \cdot k_{def} \right) = 3,0 \cdot \left( 1 + 0,0 \cdot 0,80 \right) = 3,0 \text{ mm}$$

Celkový konečný průhyb

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

$$w_{fin,f} = 7,6 \text{ mm} < w_{lim,fin} = \frac{l}{125} = \frac{950}{125} = 7,6 \text{ mm}$$

vyhovuje

## 2.6 Návrh a posouzení nosníku pod vrcholem úžlabních krokví

#### 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

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

**g<sub>1</sub>** stálé zatížení - vlastní tíha

$$\gamma_G = 1,35 \quad 0,25 \text{ kN/m} \quad 0,34 \text{ kN/m}$$

**q<sub>1</sub>** proměnné zatížení

$$\gamma_Q \cdot \psi_{0,1} = 0,75 \quad 0,00 \text{ kN/m} \quad 0,00 \text{ kN/m}$$

**f<sub>1</sub>** celkové zatížení

$$0,25 \text{ kN/m} \quad 1,35 \quad 0,34 \text{ kN/m}$$

#### Kombinace 2

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

				$\xi_1 \cdot \gamma_G$		
<b>g<sub>2</sub></b> stálé zatížení		0,25 kN/m		1,15	0,29 kN/m	
				$\gamma_Q$		
<b>q<sub>2</sub></b> proměnné zatížení		0,00 kN/m		1,50	0,00 kN/m	
<b>f<sub>2</sub></b> celkové zatížení		<b>0,25 kN/m</b>		<b>1,15</b>	<b>0,29 kN/m</b>	
<b>Zatížení - osamělé břemeno</b> Kombinace zatížení jako méně příznivá kombinace z následujících dvou výrazů						
<b>Kombinace 1</b>				zatěžovací plocha $\gamma_G$		
<b>G<sub>1</sub></b> stálé zatížení	0,66	.	2,70 . 2,10 = 3,75 kN	1,35	5,06 kN	
				$\gamma_Q \cdot \Psi_{0,1}$		
<b>Q<sub>1</sub></b> proměnné zatížení	0,77	.	2,70 . 2,10 = 4,36 kN	0,75	3,27 kN	
<b>F<sub>1</sub></b> celkové zatížení			<b>8,11 kN</b>	<b>1,03</b>	<b>8,33 kN</b>	
<b>Kombinace 2</b>				zatěžovací plocha $\xi_1 \cdot \gamma_G$		
<b>G<sub>2</sub></b> stálé zatížení	0,66	.	2,70 . 2,10 = 3,75 kN	1,15	4,30 kN	
				$\gamma_Q$		
<b>Q<sub>2</sub></b> proměnné zatížení	0,77	.	2,70 . 2,10 = 4,36 kN	1,50	6,54 kN	
<b>F<sub>2</sub></b> celkové zatížení			<b>8,11 kN</b>	<b>1,34</b>	<b>10,84 kN</b>	
<b>Rozhodující kombinace pro spojitě zatížení:</b>			<b>kombinace 1</b>			
<b>Rozhodující kombinace pro osamělé břemeno:</b>			<b>kombinace 2</b>			
<b>Schéma konstrukce</b>						
geometrie konstrukce		c = 1,90 m				
l = 3,80 m		d = 1,90 m				
<b>Vnitřní síly a reakce</b>						
M <sub>f</sub> =		1/2	.	f	.	c . d
M <sub>F</sub> =		F	.	c . d	/	l
M <sub>f,g</sub> =		1/2	.	0,25	.	3,61 = 0,45 kNm
M <sub>F,g</sub> =		3,75	.	3,61	/	3,80 = 3,56 kNm
moment od stálého zatížení				<b>M<sub>f,g</sub> =</b>	<b>4,01 kNm</b>	<b>1,17</b>
M <sub>f,q</sub> =		1/2	.	0,00	.	3,61 = 0,00 kNm
M <sub>F,q</sub> =		4,36	.	3,61	/	3,80 = 4,14 kNm
moment od proměnného zatížení				<b>M<sub>f,q</sub> =</b>	<b>4,14 kNm</b>	<b>1,50</b>
moment v místě síly F				<b>M<sub>f,F</sub> =</b>	<b>8,15 kNm</b>	<b>1,34</b>
V <sub>f</sub> =		1/2	.	f	.	l
V <sub>F</sub> =		F	.	d	/	l
V <sub>f,g</sub> =		1/2	.	0,25	.	3,80 = 0,48 kN
V <sub>F,g</sub> =		3,75	.	1,90	/	3,80 = 1,87 kN
posouvající síla od stálého zatížení				<b>V<sub>f,g</sub> =</b>	<b>2,35 kN</b>	<b>1,19</b>
V <sub>f,q</sub> =		1/2	.	0,00	.	3,80 = 0,00 kN
V <sub>F,q</sub> =		4,36	.	1,90	/	3,80 = 2,18 kN
posouvající síla od proměnného zatížení				<b>V<sub>f,q</sub> =</b>	<b>2,18 kN</b>	<b>1,50</b>
posouvající síla a reakce v podpoře A				<b>V<sub>f,F</sub> =</b>	<b>4,53 kN</b>	<b>1,34</b>

### Posouzení - MSP - Deformace v místě síly F

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

$$w_g = \frac{5}{48} \cdot \frac{0,45}{210,00} \cdot \frac{3,80^2}{6,06} + \frac{3,56}{3} \cdot \frac{1,90}{210,00} \cdot \frac{1,90}{6,06}$$

$$w_g = 3,9 \text{ mm} < w_{lim,g} = l / 250 = 15,2 \text{ mm}$$

$$w_q = \frac{5}{48} \cdot \frac{0,00}{210,00} \cdot \frac{3,80^2}{6,06} + \frac{4,14}{3} \cdot \frac{1,90}{210,00} \cdot \frac{1,90}{6,06}$$

$$w_q = 3,9 \text{ mm} < w_{lim,q} = l / 350 = 10,9 \text{ mm}$$

$$w_{f,F} = 7,8 \text{ mm} < w_{lim,f} = l / 250 = 15,2 \text{ mm} \quad \text{vyhovuje}$$

Zatížení  $M_d = 10,91 \text{ kNm}$

$V_d = 6,06 \text{ kN}$

### Návrh průřezu a oceli

Průřez typ **HEA** Ocel **S 235**  $f_y = 235,00 \text{ MPa}$   
 označení průřezu **120**  $E = 210,00 \text{ GPa}$   $\gamma_{M1} = 1,00$   
 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  $h = 114 \text{ mm}$   
 šířka průřezu  $b = 120 \text{ mm}$   
 plocha  $A = 2,53 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^2$   
 smyková plocha  $A_{vz} = 0,62 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^2$   
 moment setrvačnosti  $I_y = 6,06 \cdot 10^6 \cdot \text{mm}^4$   $I_z = 2,31 \cdot 10^6 \cdot \text{mm}^4$   
 poloměr setrvačnosti  $i_y = 48,90 \text{ mm}$   $i_z = 30,19 \text{ mm}$   
 průřezový modul  $W_y = 106,30 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^3$   
 plastický průřezový modul  $W_{pl,y} = 119,50 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^3$   
 moment tuh. v prostém kroucení  $I_t = 59,90 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^4$   
 výsečový moment setrvačnosti  $I_w = 6,47 \cdot 10^9 \cdot \text{mm}^6$   
 vzdálenost těžišť  $y_e = 60,00 \text{ mm}$

Geometrie Vzpěrná délka  $L_{LT} = 3 \text{ 800 mm}$  délka na klopení

### Posouzení - MSÚ - Vliv smyku

$$V_{pl,Rd} = A_{vz} \cdot f_{yd} / 3 \frac{1}{2} = 0,62 \cdot 235,00 / 3 \frac{1}{2}$$

$$V_{pl,Rd} = 83,80 \text{ kN} > 2 \cdot V_d = 2 \cdot 6,06 = 12,12 \text{ kN}$$

účinek smykové síly se nemusí uvažovat

### Posouzení - MSÚ - Ohyb se ztrátou stability

Součinitelé závislé 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

$$M_{cr} = 46,86 \text{ kNm}$$

### Součinitel klopení

$$\chi_{LT} = 0,81$$

### Posouzení pro třídu 1 a 2

$$M_{pl,Rd} = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd} = 0,81 \cdot 119,50 \cdot 235,00$$

$$M_{pl,Rd} = 22,75 \text{ kNm} > M_d = 10,91 \text{ kNm} \quad \text{vyhovuje}$$

## 2.7 Návrh a posouzení sloupku střechy

**Zatížení** Kombinace zatížení jako méně příznivá kombinace z následujících dvou výrazů

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

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

zatěžovací plocha

**G<sub>1</sub>** stálé zatížení  $0,66 \cdot 4,10 \cdot 7,00 = 18,97 \text{ kN}$   $\gamma_G$  1,35 25,61 kN

**Q<sub>1</sub>** proměnné zatížení  $0,77 \cdot 4,10 \cdot 7,00 = 22,07 \text{ kN}$   $\gamma_Q \cdot \Psi_{0,1}$  1,05 23,18 kN

**F<sub>1</sub>** celkové zatížení **41,04 kN** **1,19** **48,78 kN**

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

**G<sub>2</sub>** stálé zatížení  $0,66 \cdot 4,10 \cdot 7,00 = 18,97 \text{ kN}$   $\xi_1 \cdot \gamma_G$  1,15 21,77 kN

**Q<sub>2</sub>** proměnné zatížení  $0,77 \cdot 4,10 \cdot 7,00 = 22,07 \text{ kN}$   $\gamma_Q$  1,50 33,11 kN

**F<sub>2</sub>** celkové zatížení **41,04 kN** **1,34** **54,87 kN**

**Rozhodující kombinace:** kombinace 2

$N_d = F_{\max} = 54,87 \text{ kN}$

**Návrh průřezu a oceli**

Průřez šířka průřezu  $b = 100 \text{ mm}$

výška průřezu  $h = 100 \text{ mm}$

tlušťka plechu  $t = 6 \text{ mm}$

plocha  $A = 2,11 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^2$

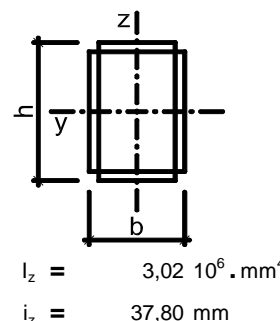
smyková plocha  $A_{vz} = 1,06 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^2$

momenty setrvačnosti  $I_y = 3,02 \cdot 10^6 \cdot \text{mm}^4$

poloměry setrvačnosti  $i_y = 37,80 \text{ mm}$

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

$\gamma_{MO} = 1,00$   $f_{yd} = 235,00 \text{ MPa}$



**Geometrie** Vzpěrné délky  $L_{cr,y} = 3\,300 \text{ mm}$  k ose y-y

$L_{cr,z} = 3\,300 \text{ mm}$  k ose z-z

**Posouzení - MSÚ - Tlak**

**Součinitelé vzpěrnosti**

$\chi_y = 0,58$   $\chi_z = 0,58$   $\chi_{\min} = 0,58$  rozhoduje vzpěr k ose z

$N_{b,Rd} = \chi_{\min} \cdot A \cdot f_{yd} = 0,58 \cdot 2,11 \cdot 235,00$

$N_{b,Rd} = 288,70 \text{ kN} > N_d = 54,87 \text{ kN}$  **vyhovuje**

## 2.8 Návrh a posouzení nosníku pod sloupkem střechy

### Průřez I - kratší rozpon, větší zatížení sloupku

**Zatížení - líniové** 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**  $\gamma_Q \cdot \Psi_{0,1} = 1,50 \cdot 0,50 = 0,75$

**g<sub>1</sub>** stálé zatížení - vlastní tíha  $0,60 \text{ kN/m}$   $\gamma_G$  1,35 0,81 kN/m

**q<sub>1</sub>** proměnné zatížení  $0,00 \text{ kN/m}$   $\gamma_Q \cdot \Psi_{0,1}$  0,75 0,00 kN/m

**f<sub>1</sub>** celkové zatížení **0,60 kN/m** **1,35** **0,81 kN/m**

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

**g<sub>2</sub>** stálé zatížení  $0,60 \text{ kN/m}$   $\xi_1 \cdot \gamma_G$  1,15 0,69 kN/m

**q<sub>2</sub>** proměnné zatížení  $0,00 \text{ kN/m}$   $\gamma_Q$  1,50 0,00 kN/m

**f<sub>2</sub>** celkové zatížení **0,60 kN/m** **1,15** **0,69 kN/m**

# **Zatížení - osamělé břemeno**

Kombinace zatížení jako méně příznivá kombinace z následujících dvou výrazů

## **Kombinace 1**

**G<sub>1</sub>** stálé zatížení

18,97 kN 1,35 25,61 kN

$\gamma_G$

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

**Q<sub>1</sub>** proměnné zatížení

22,07 kN 0,75 16,55 kN

**F<sub>1</sub>** celkové zatížení

**41,04 kN 1,03 42,16 kN**

## **Kombinace 2**

$\xi_1 \cdot \gamma_G$

**G<sub>2</sub>** stálé zatížení

18,97 kN 1,15 21,77 kN

$\gamma_Q$

**Q<sub>2</sub>** proměnné zatížení

22,07 kN 1,50 33,11 kN

**F<sub>2</sub>** celkové zatížení

**41,04 kN 1,34 54,87 kN**

**Rozhodující kombinace pro spojitě zatížení:**

**kombinace 1**

**Rozhodující kombinace pro osamělé břemeno:**

**kombinace 2**

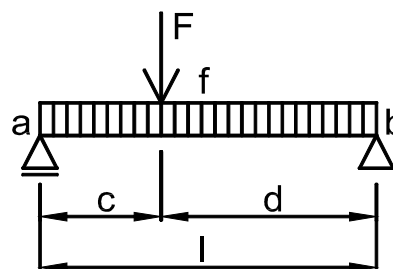
## **Schéma konstrukce**

geometrie konstrukce

c = 2,68 m

l = 5,35 m

d = 2,68 m



## **Vnitřní síly a reakce**

$$M_f = \frac{1}{2} \cdot f \cdot c \cdot d$$

$$M_F = F \cdot c \cdot d / l$$

$$M_{f,q} = \frac{1}{2} \cdot 0,60 \cdot 7,16 = 2,15 \text{ kNm} \quad 1,35 = 2,90 \text{ kNm}$$

$$M_{F,q} = 18,97 \cdot 7,16 / 5,35 = 25,37 \text{ kNm} \quad 1,15 = 29,11 \text{ kNm}$$

$$\text{moment od stálého zatížení} \quad M_{f,q} = 27,52 \text{ kNm} \quad 1,16 = 32,01 \text{ kNm}$$

$$M_{f,q} = \frac{1}{2} \cdot 0,00 \cdot 7,16 = 0,00 \text{ kNm} \quad 0,75 = 0,00 \text{ kNm}$$

$$M_{F,q} = 22,07 \cdot 7,16 / 5,35 = 29,52 \text{ kNm} \quad 1,50 = 44,28 \text{ kNm}$$

$$\text{moment od proměnného zatížení} \quad M_{f,q} = 29,52 \text{ kNm} \quad 1,50 = 44,28 \text{ kNm}$$

$$\text{moment v místě síly F} \quad M_{f,F} = 57,04 \text{ kNm} \quad 1,34 = 76,29 \text{ kNm}$$

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

$$V_F = F \cdot d / l$$

$$V_{f,q} = \frac{1}{2} \cdot 0,60 \cdot 5,35 = 1,61 \text{ kN} \quad 1,35 = 2,17 \text{ kN}$$

$$V_{F,q} = 18,97 \cdot 2,68 / 5,35 = 9,48 \text{ kN} \quad 1,15 = 10,88 \text{ kN}$$

$$\text{posouvající síla od stálého zatížení} \quad V_{f,q} = 11,09 \text{ kN} \quad 1,18 = 13,05 \text{ kN}$$

$$V_{f,q} = \frac{1}{2} \cdot 0,00 \cdot 5,35 = 0,00 \text{ kN} \quad 0,75 = 0,00 \text{ kN}$$

$$V_{F,q} = 22,07 \cdot 2,68 / 5,35 = 11,04 \text{ kN} \quad 1,50 = 16,55 \text{ kN}$$

$$\text{posouvající síla od proměnného zatížení} \quad V_{f,q} = 11,04 \text{ kN} \quad 1,50 = 16,55 \text{ kN}$$

$$\text{posouvající síla a reakce v podpoře A} \quad V_{f,F} = 22,13 \text{ kN} \quad 1,34 = 29,60 \text{ kN}$$

## **Posouzení - MSP - Deformace v místě síly F**

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

$$w_g = \frac{5}{48} \cdot \frac{2,15}{210,00} \cdot \frac{5,35^2}{54,10} + \frac{25,37}{3} \cdot \frac{2,68}{210,00} \cdot \frac{2,68}{54,10}$$

$$w_g = 5,9 \text{ mm}$$

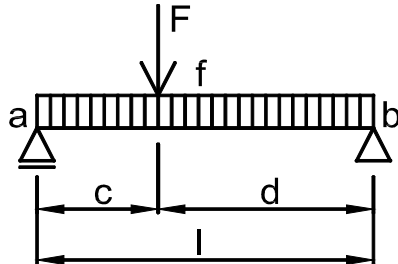
$$w_q = \frac{5}{48} \cdot \frac{0,00}{210,00} \cdot \frac{5,35^2}{54,10} + \frac{29,52}{3} \cdot \frac{2,68}{210,00} \cdot \frac{2,68}{54,10}$$

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

$$w_{f,F} = 12,1 \text{ mm} < w_{lim,f} = l / 400 = 13,4 \text{ mm} \quad \text{vyhovuje}$$



Zatížení		$M_d = 76,29 \text{ kNm}$		$V_d = 29,60 \text{ kN}$	
Návrh průřezu a oceli					
Průřez	typ	HEA		Ocel	S 235
	označení průřezu	220		E	= 210,00 GPa
	složený průřez	samostatný průřez		G	= 81,00 GPa
	třída průřezu:	pro ohyb 1		pro tlak 1	
Průřezové charakteristiky pro 1 ks					
	výška průřezu	h	=	210	mm
	šířka průřezu	b	=	220	mm
	plocha	A	=	6,43	10 <sup>3</sup> . mm <sup>2</sup>
	smýková plocha	A <sub>vz</sub>	=	1,60	10 <sup>3</sup> . mm <sup>2</sup>
	moment setrvačnosti	I <sub>y</sub>	=	54,10	10 <sup>6</sup> . mm <sup>4</sup>
	poloměr setrvačnosti	i <sub>y</sub>	=	91,70	mm
	průřezový modul	W <sub>y</sub>	=	515,20	10 <sup>3</sup> . mm <sup>3</sup>
	plastický průřezový modul	W <sub>pl,y</sub>	=	568,50	10 <sup>3</sup> . mm <sup>3</sup>
	moment tuh. v prostém kroucení	I <sub>t</sub>	=	284,60	10 <sup>3</sup> . mm <sup>4</sup>
	výsečový moment setrvačnosti	I <sub>w</sub>	=	193,30	10 <sup>9</sup> . mm <sup>6</sup>
	vzdálenost těžišť	y <sub>e</sub>	=	110,00	mm
Geometrie	Vzpěrná délka	L <sub>LT</sub>	=	5 350	mm
				délka na klopení	
Posouzení - MSÚ - Vliv smyku					
$V_{pl,Rd} =$		$A_{vz} \cdot f_{yd} / 3 \cdot 1/2$	=	$1,60 \cdot 235,00 / 3 \cdot 1/2$	
$V_{pl,Rd} = 216,80 \text{ kN}$		$>$	$2 \cdot V_d$	$= 2 \cdot 29,60$	$= 59,21 \text{ kN}$
účinek smykové síly se nemusí uvažovat					
Posouzení - MSÚ - Ohyb se ztrátou stability					
Součinitelé závislé na zatížení a podmínkách uložení konců					
$C_{1,0} = 1,35$		$C_{1,1} = 1,36$		$C_2 = 0,55$	$C_3 = 0,41$
Součinitelé vzpěrné délky		$k_y = 1,0$		$k_z = 1,0$	$k_w = 1,0$
typ průřezu		symetrický			
Pružný kritický moment					
$M_{cr} = 219,17 \text{ kNm}$					
Součinitel klopení					
$\chi_{LT} = 0,81$					
Posouzení pro třídu 1 a 2					
$M_{pl,Rd} =$		$\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}$	=	$0,81 \cdot 568,50 \cdot 235,00$	
$M_{pl,Rd} = 107,75 \text{ kNm}$		$>$	$M_d = 76,29 \text{ kNm}$	vyhovuje	
Průřez II - delší rozpon, menší zatížení sloupku					
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		$\gamma_Q \cdot \psi_{0,1} = 1,50 \cdot 0,50$		$= 0,75$	
				$\gamma_G$	
g <sub>1</sub> stálé zatížení - vlastní tíha		0,60 kN/m		1,35	0,81 kN/m
				$\gamma_Q \cdot \psi_{0,1}$	
q <sub>1</sub> proměnné zatížení		0,00 kN/m		0,75	0,00 kN/m
f <sub>1</sub> celkové zatížení		0,60 kN/m		1,35	0,81 kN/m

<b>Kombinace 2</b>		$\xi_1 \cdot \gamma_G$	$\gamma_G$	=	0,85	·	1,35	=	1,15	
		$\xi_1 \cdot \gamma_G$								
<b>g<sub>2</sub></b>	stálé zatížení	0,60 kN/m	1,15							0,69 kN/m
			$\gamma_Q$							
<b>q<sub>2</sub></b>	proměnné zatížení	0,00 kN/m	1,50							0,00 kN/m
<b>f<sub>2</sub></b>	celkové zatížení	<b>0,60 kN/m</b>	<b>1,15</b>							<b>0,69 kN/m</b>
<b>Zatížení - osamělé břemeno</b> Kombinace zatížení jako méně příznivá kombinace z následujících dvou výrazů										
<b>Kombinace 1</b>		zatěžovací plocha						$\gamma_G$		
<b>G<sub>1</sub></b>	stálé zatížení	0,66	·	4,50	·	5,00	=	14,87 kN	1,35	20,08 kN
								$\gamma_Q \cdot \Psi_{0,1}$		
<b>Q<sub>1</sub></b>	proměnné zatížení	0,77	·	4,50	·	5,00	=	17,30 kN	0,75	12,98 kN
<b>F<sub>1</sub></b>	celkové zatížení							<b>32,17 kN</b>	<b>1,03</b>	<b>33,05 kN</b>
<b>Kombinace 2</b>		zatěžovací plocha						$\xi_1 \cdot \gamma_G$		
<b>G<sub>2</sub></b>	stálé zatížení	0,66	·	4,50	·	5,00	=	14,87 kN	1,15	17,06 kN
								$\gamma_Q$		
<b>Q<sub>2</sub></b>	proměnné zatížení	0,77	·	4,50	·	5,00	=	17,30 kN	1,50	25,96 kN
<b>F<sub>2</sub></b>	celkové zatížení							<b>32,17 kN</b>	<b>1,34</b>	<b>43,02 kN</b>
<b>Rozhodující kombinace pro spojité zatížení:</b>								<b>kombinace 1</b>		
<b>Rozhodující kombinace pro osamělé břemeno:</b>								<b>kombinace 2</b>		
<b>Schéma konstrukce</b>										
geometrie konstrukce		c = 2,00 m								
l = 6,10 m		d = 4,10 m								
<b>Vnitřní síly a reakce</b>										
$M_f$	=	1/2	·	f	·	c · d				
$M_F$	=	F	·	c · d	/	l				
$M_{f,g}$	=	1/2	·	0,60	·	8,20	=	2,46 kNm	1,35	= 3,32 kNm
$M_{F,g}$	=	14,87	·	8,20	/	6,10	=	19,99 kNm	1,15	= 22,94 kNm
moment od stálého zatížení							<b>M<sub>f,F,g</sub></b>	<b>= 22,45 kNm</b>	<b>1,17</b>	<b>26,26 kNm</b>
$M_{f,q}$	=	1/2	·	0,00	·	8,20	=	0,00 kNm	0,75	= 0,00 kNm
$M_{F,q}$	=	17,30	·	8,20	/	6,10	=	23,26 kNm	1,50	= 34,89 kNm
moment od proměnného zatížení							<b>M<sub>f,F,q</sub></b>	<b>= 23,26 kNm</b>	<b>1,50</b>	<b>34,89 kNm</b>
<b>moment v místě síly F</b>							<b>M<sub>f,F</sub></b>	<b>= 45,71 kNm</b>	<b>1,34</b>	<b>61,15 kNm</b>
$V_f$	=	1/2	·	f	·	l				
$V_F$	=	F	·	d	/	l				
$V_{f,g}$	=	1/2	·	0,60	·	6,10	=	1,83 kN	1,35	= 2,47 kN
$V_{F,g}$	=	14,87	·	4,10	/	6,10	=	10,00 kN	1,15	= 11,47 kN
posouvající síla od stálého zatížení							<b>V<sub>f,F,g</sub></b>	<b>= 11,83 kN</b>	<b>1,18</b>	<b>13,94 kN</b>
$V_{f,q}$	=	1/2	·	0,00	·	6,10	=	0,00 kN	0,75	= 0,00 kN
$V_{F,q}$	=	17,30	·	4,10	/	6,10	=	11,63 kN	1,50	= 17,45 kN
posouvající síla od proměnného zatížení							<b>V<sub>f,F,q</sub></b>	<b>= 11,63 kN</b>	<b>1,50</b>	<b>17,45 kN</b>
<b>posouvající síla a reakce v podpoře A</b>							<b>V<sub>f,F</sub></b>	<b>= 23,46 kN</b>	<b>1,34</b>	<b>31,39 kN</b>

### Posouzení - MSP Deformace uprostřed rozpětí

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

$$w_g = \frac{5}{48} \cdot \frac{2,79}{210,00} \cdot \frac{6,10^2}{54,10} + \frac{14,87}{24} \cdot \frac{(111,63 - 16,00)}{210,00 \cdot 54,10}$$

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

$$w_q = \frac{5}{48} \cdot \frac{0,00}{210,00} \cdot \frac{6,10^2}{54,10} + \frac{17,30}{24} \cdot \frac{(111,63 - 16,00)}{210,00 \cdot 54,10}$$

$$w_q = 6,1 \text{ mm}$$

$$w_{f,F} = 12,2 \text{ mm} < w_{lim,f} = l / 400 = 15,3 \text{ mm} \quad \text{vyhovuje}$$

Zatížení  $M_d = 61,15 \text{ kNm}$

$V_d = 31,39 \text{ kN}$

### Návrh průřezu a oceli

Průřez typ **HEA** Ocel **S 235**  $f_y = 235,00 \text{ MPa}$   
 označení průřezu **220**  $E = 210,00 \text{ GPa}$   $\gamma_{M1} = 1,00$   
 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  $h = 210 \text{ mm}$   
 šířka průřezu  $b = 220 \text{ mm}$   
 plocha  $A = 6,43 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^2$   
 smyková plocha  $A_{vz} = 1,60 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^2$   
 moment setrvačnosti  $I_y = 54,10 \cdot 10^6 \cdot \text{mm}^4$   $I_z = 19,55 \cdot 10^6 \cdot \text{mm}^4$   
 poloměr setrvačnosti  $i_y = 91,70 \text{ mm}$   $i_z = 55,12 \text{ mm}$   
 průřezový modul  $W_y = 515,20 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^3$   
 plastický průřezový modul  $W_{pl,y} = 568,50 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^3$   
 moment tuh. v prostém kroucení  $I_t = 284,60 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^4$   
 výsečový moment setrvačnosti  $I_w = 193,30 \cdot 10^9 \cdot \text{mm}^6$   
 vzdálenost těžišť  $y_e = 110,00 \text{ mm}$

Geometrie Vzpěrná délka  $L_{LT} = 6 \text{ 100 mm}$  délka na klopení

### Posouzení - MSÚ - Vliv smyku

$$V_{pl,Rd} = A_{vz} \cdot f_{yd} / 3 \cdot 1/2 = 1,60 \cdot 235,00 / 3 \cdot 1/2$$

$$V_{pl,Rd} = 216,80 \text{ kN} > 2 \cdot V_d = 2 \cdot 31,39 = 62,77 \text{ kN}$$

účinek smykové síly se nemusí uvažovat

### Posouzení - MSÚ - Ohyb se ztrátou stability

Součinitelé závisející na zatížení a podmínkách uložení konců

$C_{1,0} = 1,35$   $C_{1,1} = 1,36$   $C_2 = 0,55$   $C_3 = 0,41$   
 Součinitelé vzpěrné délky  $k_y = 1,0$   $k_z = 1,0$   $k_w = 1,0$

typ průřezu **symetrický**

### Pružný kritický moment

$M_{cr} = 188,68 \text{ kNm}$

### Součinitel klopení

$\chi_{LT} = 0,77$

### Posouzení pro třídu 1 a 2

$$M_{pl,Rd} = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd} = 0,77 \cdot 568,50 \cdot 235,00$$

$$M_{pl,Rd} = 103,03 \text{ kNm} > M_d = 61,15 \text{ kNm} \quad \text{vyhovuje}$$

## 2.9 Zatížení stropu nad 2.NP

Skladba stropu	tloušťka	objemová tíha	charakteristické	$\gamma_G$	návrhové
nášlapná vrstva	0,015	22,00	= 0,33 kN/m <sup>2</sup>	1,35	0,45 kN/m <sup>2</sup>
OSB deska	0,025	6,50	= 0,16 kN/m <sup>2</sup>	1,35	0,22 kN/m <sup>2</sup>
podsyyp	0,300	10,00	= 3,00 kN/m <sup>2</sup>	1,35	4,05 kN/m <sup>2</sup>
dřevěný rošt			0,20 kN/m <sup>2</sup>	1,35	0,27 kN/m <sup>2</sup>
vlastní tíha konstrukce			0,60 kN/m <sup>2</sup>	1,35	0,81 kN/m <sup>2</sup>
záklp	0,025	6,50	= 0,16 kN/m <sup>2</sup>	1,35	0,22 kN/m <sup>2</sup>
omítka	0,020	18,00	= 0,36 kN/m <sup>2</sup>	1,35	0,49 kN/m <sup>2</sup>
<b>g celkem stálé zatížení</b>			<b>4,82 kN/m<sup>2</sup></b>	<b>1,35</b>	<b>6,50 kN/m<sup>2</sup></b>
<b>Proměnné zatížení</b>			charakteristické	$\gamma_Q$	návrhové
<b>q užiténé zatížení</b>	kategorie A	obytné plochy	<b>1,50 kN/m<sup>2</sup></b>	<b>1,50</b>	<b>2,25 kN/m<sup>2</sup></b>

## 2.10 Zatížení stropu nad 1.NP

Skladba stropu	tloušťka	objemová tíha	charakteristické	$\gamma_G$	návrhové
nášlapná vrstva	0,015	22,00	= 0,33 kN/m <sup>2</sup>	1,35	0,45 kN/m <sup>2</sup>
sádrovláknitá deska	0,025	11,50	= 0,29 kN/m <sup>2</sup>	1,35	0,39 kN/m <sup>2</sup>
dřevovláknitá deska	0,030	6,00	= 0,18 kN/m <sup>2</sup>	1,35	0,24 kN/m <sup>2</sup>
podsyyp	0,300	10,00	= 3,00 kN/m <sup>2</sup>	1,35	4,05 kN/m <sup>2</sup>
záklp	0,025	6,50	= 0,16 kN/m <sup>2</sup>	1,35	0,22 kN/m <sup>2</sup>
vlastní tíha konstrukce			0,60 kN/m <sup>2</sup>	1,35	0,81 kN/m <sup>2</sup>
záklp	0,025	6,50	= 0,16 kN/m <sup>2</sup>	1,35	0,22 kN/m <sup>2</sup>
omítka	0,020	18,00	= 0,36 kN/m <sup>2</sup>	1,35	0,49 kN/m <sup>2</sup>
<b>g<sub>0</sub> celkem skladba</b>			<b>5,08 kN/m<sup>2</sup></b>	<b>1,35</b>	<b>6,86 kN/m<sup>2</sup></b>
<b>g<sub>1</sub> plošné zatížení přemístitelnými příčkami</b>			<b>1,20 kN/m<sup>2</sup></b>	<b>1,35</b>	<b>1,62 kN/m<sup>2</sup></b>
<b>g celkem stálé zatížení</b>			<b>6,28 kN/m<sup>2</sup></b>	<b>1,35</b>	<b>8,48 kN/m<sup>2</sup></b>
<b>Proměnné zatížení</b>			charakteristické	$\gamma_Q$	návrhové
<b>q užiténé zatížení</b>	kategorie A	obytné plochy	<b>1,50 kN/m<sup>2</sup></b>	<b>1,50</b>	<b>2,25 kN/m<sup>2</sup></b>

## 2.11 Zatížení nosnou stěnou

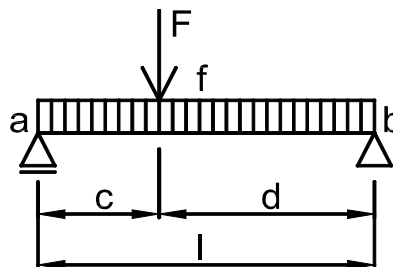
Skladba stěny	tloušťka	objemová tíha	charakteristické	$\gamma_G$	návrhové
omítka	0,020	18,00	= 0,36 kN/m <sup>2</sup>	1,35	0,49 kN/m <sup>2</sup>
tíha stěny	0,600	18,00	= 10,80 kN/m <sup>2</sup>	1,35	14,58 kN/m <sup>2</sup>
omítka	0,020	18,00	= 0,36 kN/m <sup>2</sup>	1,35	0,49 kN/m <sup>2</sup>
<b>g zatížení na m<sup>2</sup> stěny</b>			<b>11,52 kN/m<sup>2</sup></b>	<b>1,35</b>	<b>15,55 kN/m<sup>2</sup></b>

## 2.12 Návrh a posouzení překladi 1 v nosné stěně v 1.NP

### Průřez I - kratší rozpon, větší zatížení

<b>Zatížení - líniové</b>	Kombinace zatížení jako méně příznivá kombinace z následujících dvou výrazů				
$\gamma_G = 1,35$	$\gamma_Q = 1,50$	$\Psi_{0,1} = 0,70$	$\xi_1 = 0,85$		
<b>Kombinace 1</b>	$\gamma_Q \cdot \Psi_{0,1} = 1,50 \cdot 0,70 = 1,05$				
	zat. šířka nebo výška	počet nosníků		$\gamma_G$	
stálé stropu nad 2.NP	4,82	3,50 / 4	= 4,21 kN/m		
stálé stropu nad 1.NP	6,28	11,00 / 4	= 17,28 kN/m		
tíha stěny	11,52	3,50 / 4	= 10,08 kN/m		
vlastní tíha			0,30 kN/m		
<b>g<sub>1</sub> stálé zatížení</b>			31,87 kN/m	1,35	43,02 kN/m
				$\gamma_Q \cdot \Psi_{0,1}$	
proměnné stropu nad 2.NP	1,50	3,50 / 4	= 1,31 kN/m		
proměnné stropu nad 1.NP	1,50	11,00 / 4	= 4,13 kN/m		
<b>q<sub>1</sub> proměnné zatížení</b>			5,44 kN/m	1,05	5,71 kN/m
<b>f<sub>1</sub> celkové zatížení</b>			<b>37,31 kN/m</b>	<b>1,31</b>	<b>48,73 kN/m</b>

Kombinace 2		$\xi_1 \cdot \gamma_G = 0,85 \cdot 1,35 = 1,15$	
			$\xi_1 \cdot \gamma_G$
<b>g<sub>2</sub></b> stálé zatížení	31,87 kN/m	1,15	36,57 kN/m
			$\gamma_Q$
<b>q<sub>2</sub></b> proměnné zatížení	5,44 kN/m	1,50	8,16 kN/m
<b>f<sub>2</sub></b> celkové zatížení		<b>37,31 kN/m</b>	<b>1,20</b> <b>44,73 kN/m</b>
<b>Zatížení - osamělé břemeno</b> Kombinace zatížení jako méně příznivá kombinace z následujících dvou výrazů			
<b>Kombinace 1</b>		zatěžovací plocha	počet nosníků
			$\gamma_G$
<b>G<sub>1</sub></b> stálé zatížení	0,66 · 4,10 · 5,00 / 4 = 3,39 kN		1,35 4,57 kN
			$\gamma_Q \cdot \psi_{0,1}$
<b>Q<sub>1</sub></b> proměnné zat.	0,77 · 4,10 · 5,00 / 4 = 3,94 kN		1,05 4,14 kN
<b>F<sub>1</sub></b> celkové zatížení		<b>7,33 kN</b>	<b>1,19</b> <b>8,71 kN</b>
<b>Kombinace 2</b>			$\xi_1 \cdot \gamma_G$
<b>G<sub>2</sub></b> stálé zatížení	3,39 kN	1,15	3,89 kN
			$\gamma_Q$
<b>Q<sub>2</sub></b> proměnné zatížení	3,94 kN	1,50	5,91 kN
<b>F<sub>2</sub></b> celkové zatížení		<b>7,33 kN</b>	<b>1,34</b> <b>9,80 kN</b>
<b>Rozhodující kombinace pro spojité zatížení:</b>		<b>kombinace 1</b>	
<b>Rozhodující kombinace pro osamělé břemeno:</b>		<b>kombinace 2</b>	
<b>Schéma konstrukce</b>			
geometrie konstrukce		c = 1,15 m	
l = 2,30 m		d = 1,15 m	
<b>Vnitřní síly a reakce</b>			
$M_f = 1/2 \cdot f \cdot c \cdot d$			
$M_F = F \cdot c \cdot d / l$			
$M_{f,g} = 1/2 \cdot 31,87 \cdot 1,32 = 21,07 \text{ kNm}$		1,35	= 28,45 kNm
$M_{F,g} = 3,39 \cdot 1,32 / 2,30 = 1,95 \text{ kNm}$		1,15	= 2,23 kNm
moment od stálého zatížení		<b>M<sub>f,g</sub> = 23,02 kNm</b>	<b>1,33</b> <b>30,68 kNm</b>
$M_{f,q} = 1/2 \cdot 5,44 \cdot 1,32 = 3,60 \text{ kNm}$		1,05	= 3,78 kNm
$M_{F,q} = 3,94 \cdot 1,32 / 2,30 = 2,27 \text{ kNm}$		1,50	= 3,40 kNm
moment od proměnného zatížení		<b>M<sub>f,q</sub> = 5,86 kNm</b>	<b>1,22</b> <b>7,17 kNm</b>
moment v místě síly F		<b>M<sub>f,F</sub> = 28,88 kNm</b>	<b>1,31</b> <b>37,86 kNm</b>
$V_f = 1/2 \cdot f \cdot l$			
$V_F = F \cdot d / l$			
$V_{f,g} = 1/2 \cdot 31,87 \cdot 2,30 = 36,65 \text{ kN}$		1,35	= 49,48 kN
$V_{F,g} = 3,39 \cdot 1,15 / 2,30 = 1,69 \text{ kN}$		1,15	= 1,94 kN
posouvající síla od stálého zatížení		<b>V<sub>f,g</sub> = 38,34 kN</b>	<b>1,34</b> <b>51,42 kN</b>
$V_{f,q} = 1/2 \cdot 5,44 \cdot 2,30 = 6,25 \text{ kN}$		1,05	= 6,57 kN
$V_{F,q} = 3,94 \cdot 1,15 / 2,30 = 1,97 \text{ kN}$		1,50	= 2,96 kN
posouvající síla od proměnného zatížení		<b>V<sub>f,q</sub> = 8,22 kN</b>	<b>1,16</b> <b>9,52 kN</b>
posouvající síla a reakce v podpoře A		<b>V<sub>f,F</sub> = 46,57 kN</b>	<b>1,31</b> <b>60,94 kN</b>



### Posouzení - MSP - Deformace v místě síly F

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

$$w_g = \frac{5}{48} \cdot \frac{21,07}{210,00} \cdot \frac{2,30^2}{19,43} + \frac{1,95}{3} \cdot \frac{1,15}{210,00} \cdot \frac{1,15}{19,43}$$

$$w_g = 3,1 \text{ mm}$$

$$w_q = \frac{5}{48} \cdot \frac{3,60}{210,00} \cdot \frac{2,30^2}{19,43} + \frac{2,27}{3} \cdot \frac{1,15}{210,00} \cdot \frac{1,15}{19,43}$$

$$w_q = 0,7 \text{ mm}$$

$$w_{f,F} = 3,8 \text{ mm} < w_{lim,f} = l / 400 = 5,8 \text{ mm} \quad \text{vyhovuje}$$

Zatížení  $M_d = 37,86 \text{ kNm}$

$V_d = 60,94 \text{ kN}$

### Návrh průřezu a oceli

Průřez	typ	IPE	Ocel	S 235	$f_y = 235,00 \text{ MPa}$
	označení průřezu	200	$\gamma_{MO} = 1,00$		$f_{yd} = 235,00 \text{ MPa}$
	složený průřez	samostatný průřez	třída průřezu:	pro ohyb 1	
Průřezové charakteristiky pro	1 ks			pro tlak 1	
plocha	$A =$	$2,85 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^2$			
smyková plocha	$A_{vz} =$	$1,40 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^2$			
moment setrvačnosti	$I_y =$	$19,43 \cdot 10^6 \cdot \text{mm}^4$	$I_z =$	$1,42 \cdot 10^6 \cdot \text{mm}^4$	
poloměr setrvačnosti	$i_y =$	82,60 mm	$i_z =$	22,36 mm	
průřezový modul	$W_y =$	$194,30 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^3$			
plastický průřezový modul	$W_{pl,y} =$	$220,60 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^3$			
vzdálenost těžišť	$y_e =$	50,00 mm			

### Posouzení - MSÚ - Ohyb klopení je zajištěno

#### Posouzení pro třídu 1 a 2

$$M_{pl,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_{yd} = 220,60 \cdot 235,00$$

$$M_{pl,Rd} = 51,84 \text{ kNm} > M_d = 37,86 \text{ kNm} \quad \text{vyhovuje}$$

### Posouzení - MSÚ - Smyk

$$V_{pl,Rd} = A_{vz} \cdot f_{yd} / 3 \frac{1}{2} = 1,40 \cdot 235,00 / 3 \frac{1}{2}$$

$$V_{pl,Rd} = 189,95 \text{ kN} > V_d = 60,94 \text{ kN} \quad \text{vyhovuje}$$

### Průřez II - delší rozpon, menší zatížení

Zatížení - líniové 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  $\gamma_G$

tíha stěny 11,52  $\cdot 6,50 / 4 = 18,72 \text{ kN/m}$

vlastní tíha 0,30 kN/m

$g_1$  stálé zatížení 19,02 kN/m 1,35 25,68 kN/m

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

$q_1$  proměnné zatížení 0,00 kN/m 1,05 0,00 kN/m

$f_1$  celkové zatížení 19,02 kN/m 1,35 25,68 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 19,02 kN/m 1,15 21,83 kN/m

$\gamma_Q$

$q_2$  proměnné zatížení 0,00 kN/m 1,50 0,00 kN/m

$f_2$  celkové zatížení 19,02 kN/m 1,15 21,83 kN/m

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

**Kombinace 1**

			zatěžovací plocha		počet nosníků		$\gamma_G$	
<b>G<sub>1</sub></b> stálé zatížení	0,66	.	4,10	.	6,50	/	4	= 4,40 kN
								1,35 5,94 kN
<b>Q<sub>1</sub></b> proměnné zat.	0,77	.	4,10	.	6,50	/	4	= 5,12 kN
								1,05 5,38 kN

**F<sub>1</sub>** celkové zatížení

**9,53 kN 1,19 11,32 kN**

**Kombinace 2**

<b>G<sub>2</sub></b> stálé zatížení					4,40 kN		$\xi_1 \cdot \gamma_G$	1,15 5,05 kN
<b>Q<sub>2</sub></b> proměnné zatížení					5,12 kN		$\gamma_Q$	1,50 7,69 kN

**F<sub>2</sub>** celkové zatížení

**9,53 kN 1,34 12,74 kN**

**Rozhodující kombinace pro spojitě zatížení:**

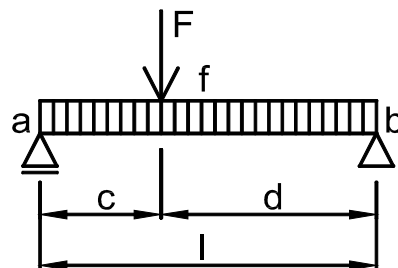
**kombinace 1**

**Rozhodující kombinace pro osamělé břemeno:**

**kombinace 2**

**Schéma konstrukce**

geometrie konstrukce  $c = 1,50$  m  
 $l = 3,00$  m  $d = 1,50$  m



**Vnitřní síly a reakce**

$M_f =$	$1/2 \cdot f \cdot c \cdot d$							
$M_F =$	$F \cdot c \cdot d / l$							
$M_{f,g} =$	$1/2 \cdot 19,02 \cdot 2,25$	$=$	$21,40$ kNm	$1,35$	$=$	$28,89$ kNm		
$M_{F,g} =$	$4,40 \cdot 2,25 / 3,00$	$=$	$3,30$ kNm	$1,15$	$=$	$3,79$ kNm		

moment od stálého zatížení  **$M_{f,g} = 24,70$  kNm 1,32 32,68 kNm**

$M_{f,q} =$	$1/2 \cdot 0,00 \cdot 2,25$	$=$	$0,00$ kNm	$1,05$	$=$	$0,00$ kNm		
$M_{F,q} =$	$5,12 \cdot 2,25 / 3,00$	$=$	$3,84$ kNm	$1,50$	$=$	$5,76$ kNm		

moment od proměnného zatížení  **$M_{f,q} = 3,84$  kNm 1,50 5,76 kNm**

**moment v místě síly F  $M_{f,F} = 28,54$  kNm 1,35 38,44 kNm**

$V_f =$	$1/2 \cdot f \cdot l$							
$V_F =$	$F \cdot d / l$							
$V_{f,g} =$	$1/2 \cdot 19,02 \cdot 3,00$	$=$	$28,53$ kN	$1,35$	$=$	$38,52$ kN		
$V_{F,g} =$	$4,40 \cdot 1,50 / 3,00$	$=$	$2,20$ kN	$1,15$	$=$	$2,53$ kN		

posouvající síla od stálého zatížení  **$V_{f,g} = 30,73$  kN 1,34 41,04 kN**

$V_{f,q} =$	$1/2 \cdot 0,00 \cdot 3,00$	$=$	$0,00$ kN	$1,05$	$=$	$0,00$ kN		
$V_{F,q} =$	$5,12 \cdot 1,50 / 3,00$	$=$	$2,56$ kN	$1,50$	$=$	$3,84$ kN		

posouvající síla od proměnného zatížení  **$V_{f,q} = 2,56$  kN 1,50 3,84 kN**

**posouvající síla a reakce v podpoře A  $V_{f,F} = 33,29$  kN 1,35 44,88 kN**

**Posouzení - MSP - Deformace v místě síly F**

$w_{f,F} =$	$\frac{5 \cdot M_f \cdot l^2}{48 \cdot E \cdot I} + \frac{M_F \cdot c \cdot d}{3 \cdot E \cdot I}$							
$w_g =$	$\frac{5 \cdot 21,40 \cdot 3,00^2}{48 \cdot 210,00 \cdot 19,43} + \frac{3,30 \cdot 1,50 \cdot 1,50}{3 \cdot 210,00 \cdot 19,43}$							
$w_g =$	<b>5,5 mm</b>							
$w_q =$	$\frac{5 \cdot 0,00 \cdot 3,00^2}{48 \cdot 210,00 \cdot 19,43} + \frac{3,84 \cdot 1,50 \cdot 1,50}{3 \cdot 210,00 \cdot 19,43}$							
$w_q =$	<b>0,7 mm</b>							
$w_{f,F} =$	<b>6,2 mm</b>	<b>&lt;</b>	$w_{lim,f} =$	$l / 400 =$	<b>7,5 mm</b>		<b>vyhovuje</b>	

Zatížení		$M_d = 38,44 \text{ kNm}$	$V_d = 44,88 \text{ kN}$
Návrh průřezu a oceli			
Průřez	typ	IPE	Ocel S 235
	označení průřezu	200	$\gamma_{MO} = 1,00$
	složený průřez	samostatný průřez	třída průřezu: pro ohyb 1
Průřezové charakteristiky pro	1 ks		pro tlak 1
	plocha	$A = 2,85 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^2$	
	smyková plocha	$A_{vz} = 1,40 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^2$	
	moment setrvačnosti	$I_y = 19,43 \cdot 10^6 \cdot \text{mm}^4$	$I_z = 1,42 \cdot 10^6 \cdot \text{mm}^4$
	poloměr setrvačnosti	$i_y = 82,60 \text{ mm}$	$i_z = 22,36 \text{ mm}$
	průřezový modul	$W_y = 194,30 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^3$	
	plastický průřezový modul	$W_{pl,y} = 220,60 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^3$	
	vzdálenost těžišť	$y_e = 50,00 \text{ mm}$	
Posouzení - MSÚ - Ohyb		klopení je zajištěno	
Posouzení pro třídu 1 a 2			
$M_{pl,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_{yd} = 220,60 \cdot 235,00$			
$M_{pl,Rd} = 51,84 \text{ kNm}$	>	$M_d = 38,44 \text{ kNm}$	vyhovuje
Posouzení - MSÚ - Smyk			
$V_{pl,Rd} = A_{vz} \cdot f_{yd} / 3 \cdot 1/2 = 1,40 \cdot 235,00 / 3 \cdot 1/2$			
$V_{pl,Rd} = 189,95 \text{ kN}$	>	$V_d = 44,88 \text{ kN}$	vyhovuje

## 2.13 Návrh a posouzení překladi 2 v nosné stěně v 1.NP

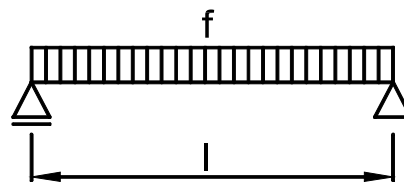
<b>Zatížení</b>	Kombinace zatížení jako méně příznivá kombinace z následujících dvou výrazů			
$\gamma_G = 1,35$	$\gamma_Q = 1,50$	$\Psi_{0,1} = 0,70$	$\xi_1 = 0,85$	
<b>Kombinace 1</b>	$\gamma_Q \cdot \Psi_{0,1} = 1,50 \cdot 0,70 = 1,05$			
	zat. šířka nebo výška	počet nosníků	$\gamma_G$	
stálé zatížení stropu nad 2.NP	$4,82 \cdot 6,40 / 6 = 5,14 \text{ kN/m}$			
tíha stěny	$11,52 \cdot 6,50 / 6 = 12,48 \text{ kN/m}$			
stálé zatížení stropu nad 1.NP	$6,28 \cdot 6,40 / 6 = 6,70 \text{ kN/m}$			
vlastní tíha	$0,20 \text{ kN/m}$			
<b>g<sub>1</sub></b> stálé zatížení	$24,52 \text{ kN/m}$	$1,35$	$33,10 \text{ kN/m}$	
		$\gamma_Q \cdot \Psi_{0,1}$		
proměnné zat. stropu nad 2.NP	$1,50 \cdot 6,40 / 6 = 1,60 \text{ kN/m}$			
proměnné zat. stropu nad 1.NP	$1,50 \cdot 6,40 / 6 = 1,60 \text{ kN/m}$			
<b>q<sub>1</sub></b> proměnné zatížení	$3,20 \text{ kN/m}$	$1,05$	$3,36 \text{ kN/m}$	
<b>f<sub>1</sub></b> celkové zatížení	$27,72 \text{ kN/m}$	$1,32$	$36,46 \text{ kN/m}$	
<b>Kombinace 2</b>	$\xi_1 \cdot \gamma_G = 0,85 \cdot 1,35 = 1,15$			
		$\xi_1 \cdot \gamma_G$		
<b>g<sub>2</sub></b> stálé zatížení	$24,52 \text{ kN/m}$	$1,15$	$28,13 \text{ kN/m}$	
		$\gamma_Q$		
<b>q<sub>2</sub></b> proměnné zatížení	$3,20 \text{ kN/m}$	$1,50$	$4,80 \text{ kN/m}$	
<b>f<sub>2</sub></b> celkové zatížení	$27,72 \text{ kN/m}$	$1,19$	$32,93 \text{ kN/m}$	
<b>Rozhodující kombinace:</b>	<b>kombinace 1</b>			



### Schéma konstrukce

rozpětí konstrukce

$$l = 1,40 \text{ m}$$



### Vnitřní síly a reakce

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

$$M_g = \frac{1}{8} \cdot 24,52 \cdot 1,40^2 = 6,01 \text{ kNm} \quad 1,35 = 8,11 \text{ kNm}$$

$$M_q = \frac{1}{8} \cdot 3,20 \cdot 1,40^2 = 0,78 \text{ kNm} \quad 1,05 = 0,82 \text{ kNm}$$

celkový moment  $M_f = 6,79 \text{ kNm} \quad 1,32 = 8,93 \text{ kNm}$

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

$$V_g = \frac{1}{2} \cdot 24,52 \cdot 1,40 = 17,16 \text{ kN} \quad 1,35 = 23,17 \text{ kN}$$

$$V_q = \frac{1}{2} \cdot 3,20 \cdot 1,40 = 2,24 \text{ kN} \quad 1,05 = 2,35 \text{ kN}$$

celková posouvající síla a reakce  $V_f = 19,40 \text{ kN} \quad 1,32 = 25,52 \text{ kN}$

### Posouzení - MSP Deformace

$$w_g = \frac{5}{48} \cdot \frac{M_g}{E} \cdot \frac{l^2}{I} = \frac{5}{48} \cdot \frac{6,01}{210,00} \cdot \frac{1,40^2}{3,18}$$

$$w_g = 1,8 \text{ mm}$$

$$w_q = \frac{5}{48} \cdot \frac{M_q}{E} \cdot \frac{l^2}{I} = \frac{5}{48} \cdot \frac{0,78}{210,00} \cdot \frac{1,40^2}{3,18}$$

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

$$w_f = 2,1 \text{ mm} < w_{lim,f} = \frac{l}{400} = 3,5 \text{ mm} \quad \text{vyhovuje}$$

### Zatížení

$$M_d = 8,93 \text{ kNm}$$

$$V_d = 25,52 \text{ kN}$$

### Návrh průřezu a oceli

Průřez	typ	IPE	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	$A =$	$1,32 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^2$		
smyková plocha	$A_{vz} =$	$0,63 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^2$		
moment setrvačnosti	$I_y =$	$3,18 \cdot 10^6 \cdot \text{mm}^4$	$I_z =$	$0,28 \cdot 10^6 \cdot \text{mm}^4$
poloměr setrvačnosti	$i_y =$	49,00 mm	$i_z =$	14,47 mm
průřezový modul	$W_y =$	$52,96 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^3$		
plastický průřezový modul	$W_{pl,y} =$	$60,73 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^3$		
vzdálenost těžišť	$y_e =$	32,00 mm		

### Posouzení - MSÚ - Ohyb klopení je zajištěno

#### Posouzení pro třídu 1 a 2

$$M_{pl,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_{yd} = 60,73 \cdot 235,00$$

$$M_{pl,Rd} = 14,27 \text{ kNm} > M_d = 8,93 \text{ kNm} \quad \text{vyhovuje}$$

### Posouzení - MSÚ - Smyk

$$V_{pl,Rd} = A_{vz} \cdot f_{yd} / 3 \cdot 1/2 = 0,63 \cdot 235,00 / 3 \cdot 1/2$$

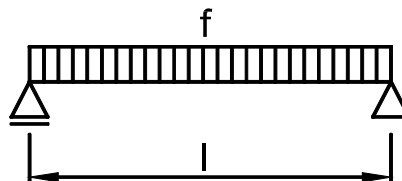
$$V_{pl,Rd} = 85,61 \text{ kN} > V_d = 25,52 \text{ kN} \quad \text{vyhovuje}$$

## 2.14 Zatížení stropu nad 1.PP

Skladba stropu	tloušťka	objemová tíha	charakteristické	$\gamma_G$	návrhové
nášlapná vrstva	0,020	22,00	= 0,44 kN/m <sup>2</sup>	1,35	0,59 kN/m <sup>2</sup>
betonová mazanina	0,050	23,00	= 1,15 kN/m <sup>2</sup>	1,35	1,55 kN/m <sup>2</sup>
izolace	0,050	2,00	= 0,10 kN/m <sup>2</sup>	1,35	0,14 kN/m <sup>2</sup>
vlastní tíha desky	0,200	25,00	= 5,00 kN/m <sup>2</sup>	1,35	6,75 kN/m <sup>2</sup>
omítka	0,020	18,00	= 0,36 kN/m <sup>2</sup>	1,35	0,49 kN/m <sup>2</sup>
$g_0$ celkem skladba			7,05 kN/m <sup>2</sup>	1,35	9,52 kN/m <sup>2</sup>
$g_1$ plošné zatížení přemístitelnými příčkami			1,20 kN/m <sup>2</sup>	1,35	1,62 kN/m <sup>2</sup>
<b>g celkem stálé zatížení</b>			<b>8,25 kN/m<sup>2</sup></b>	<b>1,35</b>	<b>11,14 kN/m<sup>2</sup></b>
<b>Proměnné zatížení</b>			charakteristické	$\gamma_Q$	návrhové
<b>q užité zatížení</b>	kategorie B	kancelářské plochy	<b>2,50 kN/m<sup>2</sup></b>	<b>1,50</b>	<b>3,75 kN/m<sup>2</sup></b>

## 2.15 Návrh a posouzení překladu v 1.PP

<b>Zatížení</b>	Kombinace zatížení jako méně příznivá kombinace z následujících dvou výrazů				
$\gamma_G = 1,35$	$\gamma_Q = 1,50$	$\Psi_{0,1} = 0,70$	$\xi_1 = 0,85$		
<b>Kombinace 1</b>	$\gamma_Q \cdot \Psi_{0,1} = 1,50 \cdot 0,70 = 1,05$				
	zatěžovací šířka $\gamma_G$				
stálé zatížení	8,25	2,60	= 21,45 kN/m		
vlastní tíha			0,50 kN/m		
<b><math>g_1</math> stálé zatížení</b>			21,95 kN/m	1,35	29,63 kN/m
				$\gamma_Q \cdot \Psi_{0,1}$	
<b><math>q_1</math> proměnné zatížení</b>	2,50	2,60	= 6,50 kN/m	1,05	6,83 kN/m
<b><math>f_1</math> celkové zatížení</b>			<b>28,45 kN/m</b>	<b>1,28</b>	<b>36,46 kN/m</b>
<b>Kombinace 2</b>	$\xi_1 \cdot \gamma_G = 0,85 \cdot 1,35 = 1,15$				
				$\xi_1 \cdot \gamma_G$	
<b><math>g_2</math> stálé zatížení</b>			21,95 kN/m	1,15	25,19 kN/m
				$\gamma_Q$	
<b><math>q_2</math> proměnné zatížení</b>			6,50 kN/m	1,50	9,75 kN/m
<b><math>f_2</math> celkové zatížení</b>			<b>28,45 kN/m</b>	<b>1,23</b>	<b>34,94 kN/m</b>
<b>Rozhodující kombinace:</b>					
<b>kombinace 1</b>					
<b>Schéma konstrukce</b>					
rozpětí konstrukce	$l = 5,00 \text{ m}$				
<b>Vnitřní síly a reakce</b>					
$M = \frac{1}{8} \cdot f \cdot l^2$					
$M_g = \frac{1}{8} \cdot 21,95 \cdot 5,00^2 = 68,59 \text{ kNm}$	1,35	=	92,60 kNm		
$M_q = \frac{1}{8} \cdot 6,50 \cdot 5,00^2 = 20,31 \text{ kNm}$	1,05	=	21,33 kNm		
<b>celkový moment</b>		<b><math>M_f = 88,91 \text{ kNm}</math></b>	<b>1,28</b>	<b>113,93 kNm</b>	
$V = \frac{1}{2} \cdot f \cdot l$					
$V_g = \frac{1}{2} \cdot 21,95 \cdot 5,00 = 54,88 \text{ kN}$	1,35	=	74,08 kN		
$V_q = \frac{1}{2} \cdot 6,50 \cdot 5,00 = 16,25 \text{ kN}$	1,05	=	17,06 kN		
<b>celková posouvající síla a reakce</b>		<b><math>V_f = 71,13 \text{ kN}</math></b>	<b>1,28</b>	<b>91,14 kN</b>	



### Pružné deformace

$$\begin{aligned}
 w_g &= \frac{5}{48} \cdot \frac{M_q}{E} \cdot \frac{l^2}{I} = \frac{5}{48} \cdot \frac{68,59}{210,00} \cdot \frac{5,00^2}{250} = 15,3 \text{ mm} < w_{lim,g} = \frac{l}{250} = 20,0 \text{ mm} \\
 w_q &= \frac{5}{48} \cdot \frac{M_q}{E} \cdot \frac{l^2}{I} = \frac{5}{48} \cdot \frac{20,31}{350} \cdot \frac{5,00^2}{250} = 4,5 \text{ mm} < w_{lim,q} = \frac{l}{350} = 14,3 \text{ mm} \\
 w_f &= 19,9 \text{ mm} < w_{lim,f} = \frac{l}{250} = 20,0 \text{ mm} \quad \text{vyhovuje}
 \end{aligned}$$

Zatížení

$$M_d = 113,93 \text{ kNm}$$

$$V_d = 91,14 \text{ kN}$$

### Návrh průřezu a oceli

Průřez typ **IPE** Ocel **S 235**  $f_y = 235,00 \text{ MPa}$   
 označení průřezu **220**  $\gamma_{MO} = 1,00$   $f_{yd} = 235,00 \text{ MPa}$   
 složený průřez **dva průřezy vedle sebe** třída průřezu: pro ohyb 1  
 Průřezové charakteristiky pro **2 ks** pro tlak 1

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 mm	$i_z =$	60,32 mm
průřezový modul	$W_y =$	$504,00 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^3$		
plastický průřezový modul	$W_{pl,y} =$	$570,80 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^3$		
vzdálenost těžišť	$y_e =$	55,00 mm		

### Posouzení - MSÚ - Ohyb

klopení je zajištěno

#### Posouzení pro třídu 1 a 2

$$\begin{aligned}
 M_{pl,Rd} &= W_{pl,y} \cdot f_{yd} = 570,80 \cdot 235,00 \\
 M_{pl,Rd} &= 134,14 \text{ kNm} > M_d = 113,93 \text{ kNm} \quad \text{vyhovuje}
 \end{aligned}$$

### Posouzení - MSÚ - Smyk

$$\begin{aligned}
 V_{pl,Rd} &= A_{vz} \cdot f_{yd} / 3 \frac{1}{2} = 3,18 \cdot 235,00 / 3 \frac{1}{2} \\
 V_{pl,Rd} &= 430,91 \text{ kN} > V_d = 91,14 \text{ kN} \quad \text{vyhovuje}
 \end{aligned}$$

### 3. Návrh a posouzení konstrukcí přístavků

#### 3.1 Zatížení střechy přístavků

Skladba střechy	tloušťka	objemová tíha	charakteristické	$\gamma_G$	návrhové
krytina			0,10 kN/m <sup>2</sup>	1,35	0,14 kN/m <sup>2</sup>
laťování			0,10 kN/m <sup>2</sup>	1,35	0,14 kN/m <sup>2</sup>
tíha vazníků			0,50 kN/m <sup>2</sup>	1,35	0,68 kN/m <sup>2</sup>
izolace	0,300	· 1,00	= 0,30 kN/m <sup>2</sup>	1,35	0,41 kN/m <sup>2</sup>
záklop	0,025	· 7,00	= 0,18 kN/m <sup>2</sup>	1,35	0,24 kN/m <sup>2</sup>
sádrokarton	0,013	· 8,50	= 0,11 kN/m <sup>2</sup>	1,35	0,15 kN/m <sup>2</sup>

$g_1$  celkem stálé zatížení - šikmý průmět 1,29 kN/m<sup>2</sup> 1,35 1,74 kN/m<sup>2</sup>

**g celkem stálé zatížení - svislý průmět** 1,29 /  $\cos 14^\circ$  = **1,32 kN/m<sup>2</sup>** **1,35** **1,79 kN/m<sup>2</sup>**

#### Užitné zatížení

**q užitné zatížení** kategorie H nepřístupná střecha charakteristické  $\gamma_Q$  návrhové **0,75 kN/m<sup>2</sup>** **1,50** **1,13 kN/m<sup>2</sup>**

#### Zatížení sněhem

Tvarový součinitel pro střechy sousedící a přiléhající k vyšším stavbám

šířka vyšší střechy  $b_1 = 13,50$  m šířka přilehlé strany vyšší stř.  $b_{1,s} = 13,50$  m

šířka nižší střechy  $b_2 = 9,30$  m sklon vyšší střechy  $\alpha = 0,00^\circ$

výška mezi nižší střechou a spodní hranou vyšší střechy  $h = 7,50$  m

Tvarový součinitel zohledňující sesuv sněhu z horní střechy při  $\alpha < 15^\circ$   $\mu_s = 0,00$

Tvarový součinitel zohledňující působení větru

$$\begin{aligned} \mu_{w,1} &= \frac{b_1 + b_2}{2 \cdot h} = \frac{13,50 + 9,30}{2 \cdot 7,50} = 1,52 \\ \mu_{w,2} &= \frac{\gamma \cdot h}{s_k} = \frac{2,00 \cdot 7,50}{1,03} = 14,56 \\ \mu_{w,3} &= 4,00 \\ \mu_w &= 1,52 \\ \mu_2 &= \mu_s + \mu_w = 0,00 + 1,52 = 1,52 \end{aligned}$$

Délka návěje

$$\begin{aligned} l_{s,1} &= 2 \cdot h = 2 \cdot 7,50 = 15,00 \text{ m} \\ l_{s,\min} &= 5,00 \text{ m} \quad l_{s,\max} = 15,00 \text{ m} \\ l_s &= 15,00 \text{ m} \end{aligned}$$

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](http://www.snehovamapa.cz)  $s_k = 1,03 \text{ kN/m}^2$

$$s = \mu_i \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k = 1,52 \cdot 1,00 \cdot 1,00 \cdot 1,03 = 1,57 \text{ kN/m}^2 \quad \gamma_Q = 1,50 \quad 2,35 \text{ kN/m}^2$$

rozhodující je zatížení sněhem

#### 3.2 Ověření možnosti návrhu střešního vazníku přístavků

**Zatížení** Kombinace zatížení jako méně příznivá kombinace z následujících dvou výrazů

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

$$\text{Kombinace 1} \quad \gamma_Q \cdot \Psi_{0,1} = 1,50 \cdot 0,50 = 0,75$$

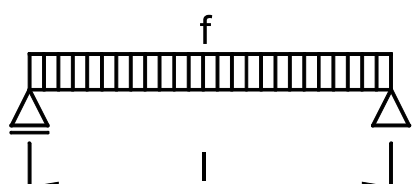
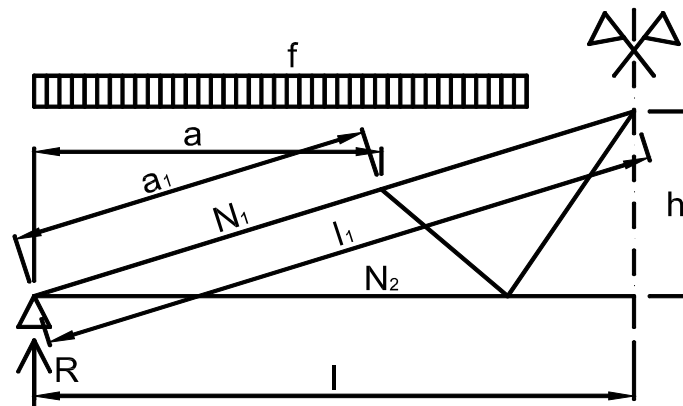
zatěžovací šířka  $\gamma_G$

$$g_1 \text{ stálé zatížení} \quad 1,32 \cdot 1,00 = 1,32 \text{ kN/m} \quad 1,35 \quad 1,79 \text{ kN/m}$$

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

$$q_1 \text{ proměnné zatížení} \quad 1,57 \cdot 1,00 = 1,57 \text{ kN/m} \quad 0,75 \quad 1,17 \text{ kN/m}$$

$$f_1 \text{ celkové zatížení} \quad 2,89 \text{ kN/m} \quad 1,03 \quad 2,96 \text{ kN/m}$$

<b>Kombinace 2</b>	$\xi_1 \cdot \gamma_G = 0,85 \cdot 1,35 = 1,15$		
	zatěžovací šířka	$\xi_1 \cdot \gamma_G$	
<b>g<sub>2</sub> stálé zatížení</b>	$1,32 \cdot 1,00 = 1,32 \text{ kN/m}$	1,15	1,52 kN/m
		$\gamma_Q$	
<b>q<sub>2</sub> proměnné zatížení</b>	$1,57 \cdot 1,00 = 1,57 \text{ kN/m}$	1,50	2,35 kN/m
<b>f<sub>2</sub> celkové zatížení</b>	<b>2,89 kN/m</b>	<b>1,34</b>	<b>3,87 kN/m</b>
<b>Rozhodující kombinace:</b>			
<b>kombinace 2</b>			
<b>Schéma konstrukce</b>			
rozpětí konstrukce	$l = 5,50 \text{ m}$		
<b>Vnitřní síly a reakce</b>			
$M = 1/8 \cdot f \cdot l^2$			
$M_g = 1/8 \cdot 1,32 \cdot 5,50^2 = 5,01 \text{ kNm}$	1,15		5,75 kNm
$M_q = 1/8 \cdot 1,57 \cdot 5,50^2 = 5,92 \text{ kNm}$	1,50		8,88 kNm
celkový moment	$M_f = 10,93 \text{ kNm}$	1,34	14,63 kNm
$V = 1/2 \cdot f \cdot l$			
$V_g = 1/2 \cdot 1,32 \cdot 5,50 = 3,64 \text{ kN}$	1,15		4,18 kN
$V_q = 1/2 \cdot 1,57 \cdot 5,50 = 4,31 \text{ kN}$	1,50		6,46 kN
celková posouvající síla a reakce	$V_f = 7,95 \text{ kN}$	1,34	10,64 kN
<b>Pružné deformace</b>			
$w_g = \frac{5}{48} \cdot \frac{M_g}{E} \cdot \frac{l^2}{I} = \frac{5}{48} \cdot \frac{5,01}{10,00} \cdot \frac{5,50^2}{980,00}$			
$w_g = 1,6 \text{ mm}$			
$w_q = \frac{5}{48} \cdot \frac{M_q}{E} \cdot \frac{l^2}{I} = \frac{5}{48} \cdot \frac{5,92}{10,00} \cdot \frac{5,50^2}{980,00}$			
$w_q = 1,9 \text{ mm}$			
<b>Geometrie příhradové konstrukce</b>			
rozměry pasů			
$l = 5,50 \text{ m}$			
$h = 1,60 \text{ m}$			
$a = 2,50 \text{ m}$			
$\alpha = 16^\circ$			
$l_1 = 5,73 \text{ m}$			
$a_1 = 2,60 \text{ m}$			
			
moment setrvačnosti příhradové konstrukce			
$I_y = 2 \cdot (I_{y,i} + A_i \cdot h^2 / 4)$			
$I_y = 2 \cdot (80,00 + 24,00 \cdot 0,80^2 / 4) = 7840,00 \cdot 10^6 \cdot \text{mm}^4$			
zvolený součinitel pro netuhé spojení obou pasů			
$k = 1/8$			
$I_{y,kce} = k \cdot I_y = 1/8 \cdot 7840,00 = 980,00 \cdot 10^6 \cdot \text{mm}^4$			
<b>Vnitřní síly</b>			
moment v horním pasu			
$M_{d,1} = 1/8 \cdot f_d \cdot a^2 = 1/8 \cdot 3,87 \cdot 2,50^2 = 3,02 \text{ kNm}$			
posouvající síla v horním pasu			
$Q_{d,1} = 1/2 \cdot f_d \cdot a = 1/2 \cdot 3,87 \cdot 2,50 = 4,84 \text{ kN}$			
normálová síla v horním pasu - tlak			
$N_{d,1} = R_d / \sin \alpha = 10,64 / \sin 16^\circ = 38,09 \text{ kN}$			
normálová síla ve spodním pasu - tah			
$N_{d,2} = N_{d,1} \cdot \cos \alpha = 38,09 \cdot \cos 16^\circ = 36,57 \text{ kN}$			

## Horní pas

Zatížení	moment k ose y	$M_{yd} = 3,02 \text{ kNm}$	moment k ose z	$M_{zd} = 0,00 \text{ kNm}$
	normálová síla	$N_d = 38,09 \text{ kN}$	posouvající síla	$V_d = 10,64 \text{ kN}$

Prostředí - třída provozu	2	Třída trvání zatížení	střednědobé
---------------------------	---	-----------------------	-------------

## Návrh průřezu a dřeva

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

šířka průřezu  $b = 120 \text{ mm}$

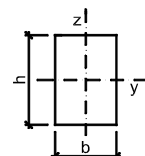
výška průřezu  $h = 200 \text{ mm}$

plocha  $A = 24,00 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^2$

moment setrvačnosti  $I_y = 80,00 \cdot 10^6 \cdot \text{mm}^4$

poloměr setrvačnosti  $i_y = 57,74 \text{ mm}$

průřezový modul  $W_y = 800,00 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^3$



$i_z = 34,64 \text{ mm}$

$W_z = 480,00 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^3$

Geometrie	délka nosníku	$l = 5,50 \text{ m}$
	vzpěrná délka k ose y-y	$l_{cr,y} = 2,60 \text{ m}$
	vzpěrná délka k ose z-z	$l_{cr,z} = 1,00 \text{ m}$

## Podmínky

vzpěr nezajištěn

vzpěr nezajištěn

## Posouzení - MSÚ - Kombinace tlaku a ohybu

### Součinitelé vzpěrnosti

$k_{cy} = 0,83$

$k_{cz} = 0,95$

### Návrhové pevnosti

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

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

$\frac{N_d}{k_{cy} \cdot A \cdot f_{c,0,d}}$	+	$\frac{M_{yd}}{W_y \cdot f_{m,d}}$	+	$\frac{k_m \cdot M_{zd}}{W_z \cdot f_{m,d}}$
$\frac{38,09}{0,83 \cdot 24,00 \cdot 12,31}$	+	$\frac{3,02}{800,00 \cdot 13,54}$	+	$\frac{0,70 \cdot 0,00}{480,00 \cdot 13,54}$
0,15	+	0,28	+	0,00
<b>= 0,43 &lt; 1,00</b>				

$\frac{N_d}{k_{cz} \cdot A \cdot f_{c,0,d}}$	+	$\frac{k_m \cdot M_{yd}}{W_y \cdot f_{m,d}}$	+	$\frac{M_{zd}}{W_z \cdot f_{m,d}}$
$\frac{38,09}{0,95 \cdot 24,00 \cdot 12,31}$	+	$\frac{0,70 \cdot 3,02}{800,00 \cdot 13,54}$	+	$\frac{0,00}{480,00 \cdot 13,54}$
0,14	+	0,20	+	0,00
<b>= 0,33 &lt; 1,00</b>				

vyhovuje

## Posouzení - MSÚ - Smyk

součinitel vlivu vysušených trhlin	$k_{cr} = 0,67$		
efektivní šířka průřezu	$b_{ef} = k_{cr} \cdot b$	$= 0,67 \cdot 120,00$	$= 80 \text{ mm}$
efektivní plocha	$A_{ef} = 16,08 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^2$		

### Návrhové pevnosti

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

$$\frac{3 \cdot V_d}{2 \cdot A_{ef} \cdot f_{v,d}} = \frac{3 \cdot 10,64}{2 \cdot 16,08 \cdot 1,48} = 0,67 < 1,00$$

vyhovuje

### Posouzení - MSP - Deformace

Okamžitý průhyb od stálých zatížení

$$w_{inst,g} = 1,6 \text{ mm}$$

Okamžitý průhyb od proměnného zatížení

$$w_{inst,q} = 1,9 \text{ mm}$$

Celkový okamžitý průhyb

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

součinitel pro kvazistatou hodnotu proměnného zatížení:

střecha

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

modifikační součinitel deformace

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

#### Okamžitý průhyb

$$w_{inst,f} = 3,5 \text{ mm} < w_{lim,inst} = \frac{l}{300} = \frac{5500}{300} = 18,3 \text{ mm}$$

vyhovuje

#### Konečný průhyb

Konečný průhyb od stálých zatížení

$$w_{fin,g} = w_{inst,g} \cdot \left( 1 + k_{def} \right) = 1,6 \cdot (1 + 0,80) = 2,9 \text{ mm}$$

Konečný průhyb od proměnného zatížení

$$w_{fin,q} = w_{inst,q} \cdot \left( 1 + \psi_{2,q} \cdot k_{def} \right) = 1,9 \cdot (1 + 0,0 \cdot 0,80) = 1,9 \text{ mm}$$

Celkový konečný průhyb

$$w_{fin,f} = 4,8 \text{ mm}$$

$$w_{fin,f} = 4,8 \text{ mm} < w_{lim,fin} = \frac{l}{250} = \frac{5500}{250} = 22,0 \text{ mm}$$

vyhovuje

### 3.3 Návrh a posouzení průvlaku přístavků nad nástupišťem

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

$\gamma_G$

$g_1$  stálé zatížení

$$1,32 \cdot 3,00 = 3,97 \text{ kN/m}$$

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

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

$q_1$  proměnné zatížení

$$1,57 \cdot 3,00 = 4,70 \text{ kN/m}$$

$$0,75 \cdot 3,52 \text{ kN/m}$$

$f_1$  celkové zatížení

$$8,67 \text{ kN/m}$$

$$1,03 \cdot 8,89 \text{ kN/m}$$

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

$$1,32 \cdot 3,00 = 3,97 \text{ kN/m}$$

$$1,15 \cdot 4,56 \text{ kN/m}$$

$\gamma_Q$

$q_2$  proměnné zatížení

$$1,57 \cdot 3,00 = 4,70 \text{ kN/m}$$

$$1,50 \cdot 7,05 \text{ kN/m}$$

$f_2$  celkové zatížení

$$8,67 \text{ kN/m}$$

$$1,34 \cdot 11,61 \text{ kN/m}$$

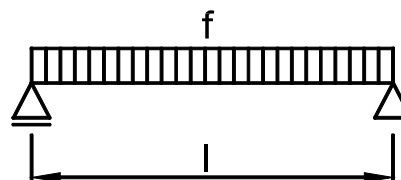
Rozhodující kombinace:

kombinace 2

Schéma konstrukce

rozpětí konstrukce

$$l = 4,80 \text{ m}$$



Vnitřní síly a reakce

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

$$M_g = \frac{1}{8} \cdot 3,97 \cdot 4,80^2 = 11,45 \text{ kNm} \quad 1,15 = 13,14 \text{ kNm}$$

$$M_q = \frac{1}{8} \cdot 4,70 \cdot 4,80^2 = 13,53 \text{ kNm} \quad 1,50 = 20,29 \text{ kNm}$$

celkový moment

$$M_f = 24,97 \text{ kNm} \quad 1,34 = 33,43 \text{ kNm}$$

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

$$V_g = \frac{1}{2} \cdot 3,97 \cdot 4,80 = 9,54 \text{ kN} \quad 1,15 = 10,95 \text{ kN}$$

$$V_q = \frac{1}{2} \cdot 4,70 \cdot 4,80 = 11,27 \text{ kN} \quad 1,50 = 16,91 \text{ kN}$$

celková posouvající síla a reakce

$$V_f = 20,81 \text{ kN} \quad 1,34 = 27,85 \text{ kN}$$

### Pružné deformace

$$w_g = \frac{5}{48} \cdot \frac{M_q}{E} \cdot \frac{l^2}{I} = \frac{5}{48} \cdot \frac{11,45}{11,60} \cdot \frac{4,80^2}{382,29} = 6,2 \text{ mm}$$

$$w_q = \frac{5}{48} \cdot \frac{M_q}{E} \cdot \frac{l^2}{I} = \frac{5}{48} \cdot \frac{13,53}{11,60} \cdot \frac{4,80^2}{382,29} = 7,3 \text{ mm}$$

Zatížení moment k ose y  $M_{yd} = 33,43 \text{ kNm}$  posouvající síla  $V_d = 27,85 \text{ kN}$

Prostředí - třída provozu

2

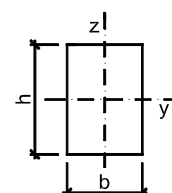
Třída trvání zatížení

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  $b = 140 \text{ mm}$   
výška průřezu  $h = 320 \text{ mm}$   
plocha  $A = 44,80 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^2$   
moment setrvačnosti  $I_y = 382,29 \cdot 10^6 \cdot \text{mm}^4$   
průřezový modul  $W_y = 2389,33 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^3$



Geometrie délka nosníku  $l = 4,80 \text{ m}$   
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

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

$$\frac{M_{yd}}{k_{crit} \cdot W_y \cdot f_{m,d}} = \frac{33,43}{1,00 \cdot 2389,33 \cdot 15,36} = 0,91 < 1,00$$

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  $A_{ef} = 30,02 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^2$

Návrhové pevnosti

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

$$\frac{3 \cdot V_d}{2 \cdot A_{ef} \cdot f_{v,d}} = \frac{3 \cdot 27,85}{2 \cdot 30,02 \cdot 1,73} = 0,81 < 1,00$$

vyhovuje



### Posouzení - MSP - Deformace

Okamžitý průhyb od stálých zatížení

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

Okamžitý průhyb od proměnného zatížení

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

Celkový okamžitý průhyb

$$w_{inst,f} = 13,5 \text{ mm}$$

součinitel pro kvazistalou hodnotu proměnného zatížení:

sníh H<1000

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

modifikační součinitel deformace

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

#### Okamžitý průhyb

$$w_{inst,f} = 13,5 \text{ mm} < w_{lim,inst} = \frac{l}{300} = \frac{4800}{300} = 16,0 \text{ mm}$$

vyhovuje

#### Konečný průhyb

Konečný průhyb od stálých zatížení

$$w_{fin,g} = w_{inst,g} \cdot \left( 1 + k_{def} \right) = 6,2 \cdot \left( 1 + 0,80 \right) = 11,2 \text{ mm}$$

Konečný průhyb od proměnného zatížení

$$w_{fin,q} = w_{inst,q} \cdot \left( 1 + \psi_{2,q} \cdot k_{def} \right) = 7,3 \cdot \left( 1 + 0,0 \cdot 0,80 \right) = 7,3 \text{ mm}$$

Celkový konečný průhyb

$$w_{fin,f} = 18,5 \text{ mm}$$

$$w_{fin,f} = 18,5 \text{ mm} < w_{lim,fin} = \frac{l}{250} = \frac{4800}{250} = 19,2 \text{ mm}$$

vyhovuje

## 4. Návrh a posouzení konstrukcí zastřešení nástupiště

### 4.1 Zatížení střechy

Skladba střechy	tloušťka	objemová tíha	charakteristické	$\gamma_G$	návrhové
krytina			0,10 kN/m <sup>2</sup>	1,35	0,14 kN/m <sup>2</sup>
základ	0,020	7,00	= 0,14 kN/m <sup>2</sup>	1,35	0,19 kN/m <sup>2</sup>
tíha konstrukce			0,20 kN/m <sup>2</sup>	1,35	0,27 kN/m <sup>2</sup>
podbití	0,030	5,00	= 0,15 kN/m <sup>2</sup>	1,35	0,20 kN/m <sup>2</sup>
<hr/>					
g <sub>1</sub> celkem stálé zatížení - šikmý průmět			0,59 kN/m <sup>2</sup>	1,35	0,80 kN/m <sup>2</sup>
g celkem stálé zatížení - svislý průmět	0,59	/ cos 14°	= 0,61 kN/m <sup>2</sup>	1,35	0,82 kN/m <sup>2</sup>
<b>Užitné zatížení</b>					
			charakteristické	$\gamma_Q$	návrhové
q užitné zatížení	kategorie H	nepřístupná střecha	0,75 kN/m <sup>2</sup>	1,50	1,13 kN/m <sup>2</sup>
<b>Zatížení sněhem</b>					
Tvarový součinitel pro střechy sousedící a přiléhající k vyšším stavbám					
šířka vyšší střechy	b <sub>1</sub> = 13,00 m	šířka přilehlé strany vyšší stř.	b <sub>1,s</sub> = 6,50 m		
šířka nižší střechy	b <sub>2</sub> = 3,80 m	sklon vyšší střechy	α = 32,00 °		
výška mezi nižší střechou a spodní hranou vyšší střechy		h = 4,80 m			
Tvarový součinitel zohledňující sesuv sněhu z horní střechy při α>15°					
μ <sub>s</sub> =	b <sub>1,s</sub> / (2,50 + b <sub>2</sub> )	=	6,50 / (2,50 + 3,80)	=	0,68
Tvarový součinitel zohledňující působení větru					
μ <sub>w,1</sub> =	(b <sub>1</sub> + b <sub>2</sub> ) / 2	· h			
μ <sub>w,1</sub> =	(13,00 + 3,80) / 2	· 4,80	=	1,75	
μ <sub>w,2</sub> =	γ · h	/ s <sub>k</sub>	=	2,00 · 4,80 / 1,03	= 9,32
μ <sub>w,3</sub> =	4,00				
μ <sub>w</sub> =	1,75				
μ <sub>2</sub> =	μ <sub>s</sub> + μ <sub>w</sub>	=	0,68 + 1,75	=	2,43
Délka návěje					
l <sub>s,1</sub> =	2 · h	=	2 · 4,80	=	9,60 m
l <sub>s,min</sub> =	5,00 m		l <sub>s,max</sub> =	15,00 m	
l <sub>s</sub> =	9,60 m				
Součinitel expozice					
Typ krajiny:	normální		C <sub>e</sub> =	1,00	
Tepelný součinitel				C <sub>t</sub> =	1,00
Charakteristická hodnota zatížení sněhem na zemi dle www.snehovamapa.cz				s <sub>k</sub> =	1,03 kN/m <sup>2</sup>
	μ <sub>i</sub> · C <sub>e</sub> · C <sub>t</sub> · s <sub>k</sub>			γ <sub>Q</sub>	
s <sub>1</sub> sníh s návějí	2,43 · 1,00 · 1,00 · 1,03	=	2,51 kN/m <sup>2</sup>	1,50	3,76 kN/m <sup>2</sup>
s <sub>2</sub> sníh bez náv.	0,80 · 1,00 · 1,00 · 1,03	=	0,82 kN/m <sup>2</sup>	1,50	1,24 kN/m <sup>2</sup>
rozhodující je zatížení sněhem					

## 4.2 Návrh a posouzení krokve

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

zatěžovací šířka

**g<sub>1</sub>** stálé zatížení  $0,61 \cdot 1,00 = 0,61 \text{ kN/m}$   $\gamma_G = 1,35$   $0,82 \text{ kN/m}$

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

**q<sub>1</sub>** proměnné zatížení  $2,51 \cdot 1,00 = 2,51 \text{ kN/m}$   $0,75$   $1,88 \text{ kN/m}$

**f<sub>1</sub>** celkové zatížení **3,12 kN/m** **0,87** **2,70 kN/m**

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

$$\xi_1 \cdot \gamma_G$$

**g<sub>2</sub>** stálé zatížení  $0,61 \text{ kN/m}$   $1,15$   $0,70 \text{ kN/m}$

$$\gamma_Q$$

**q<sub>2</sub>** proměnné zatížení  $2,51 \text{ kN/m}$   $1,50$   $3,76 \text{ kN/m}$

**f<sub>2</sub>** celkové zatížení **3,12 kN/m** **1,43** **4,46 kN/m**

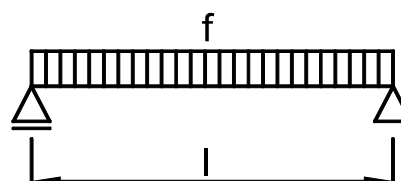
**Rozhodující kombinace:**

**kombinace 2**

**Schéma konstrukce**

rozpětí konstrukce

$$l = 3,70 \text{ m}$$



**Vnitřní síly a reakce**

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

$$M_g = \frac{1}{8} \cdot 0,61 \cdot 3,70^2 = 1,04 \text{ kNm} \quad 1,15 = 1,19 \text{ kNm}$$

$$M_q = \frac{1}{8} \cdot 2,51 \cdot 3,70^2 = 4,29 \text{ kNm} \quad 1,50 = 6,44 \text{ kNm}$$

celkový moment **M<sub>f</sub> = 5,33 kNm** **1,43** **7,63 kNm**

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

$$V_g = \frac{1}{2} \cdot 0,61 \cdot 3,70 = 1,12 \text{ kN} \quad 1,15 = 1,29 \text{ kN}$$

$$V_q = \frac{1}{2} \cdot 2,51 \cdot 3,70 = 4,64 \text{ kN} \quad 1,50 = 6,96 \text{ kN}$$

celková posouvající síla a reakce **V<sub>f</sub> = 5,76 kN** **1,43** **8,25 kN**

**Pružné deformace**

$$w_g = \frac{5}{48} \cdot \frac{M_g}{E} \cdot \frac{l^2}{I} = \frac{5}{48} \cdot \frac{1,04}{10,00} \cdot \frac{3,70^2}{66,67}$$

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

$$w_q = \frac{5}{48} \cdot \frac{M_q}{E} \cdot \frac{l^2}{I} = \frac{5}{48} \cdot \frac{4,29}{10,00} \cdot \frac{3,70^2}{66,67}$$

$$w_q = 9,2 \text{ mm}$$

**Zatížení** moment k ose y **M<sub>yd</sub> = 7,63 kNm** posouvající síla **V<sub>d</sub> = 8,25 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

$$b = 100 \text{ mm}$$

výška průřezu

$$h = 200 \text{ mm}$$

plocha

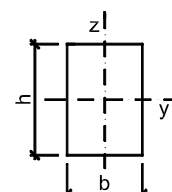
$$A = 20,00 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^2$$

moment setrvačnosti

$$I_y = 66,67 \cdot 10^6 \cdot \text{mm}^4$$

průřezový modul

$$W_y = 666,67 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^3$$



**Geometrie**

délka nosníku

$$l = 3,70 \text{ m}$$

**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

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

$$\frac{M_{yd}}{k_{crit} \cdot W_y \cdot f_{m,d}} = \frac{7,63}{1,00 \cdot 666,67 \cdot 13,54} = 0,85 < 1,00$$

vyhovuje

### Posouzení - MSÚ - Smyk

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

$$\text{efektivní šířka průřezu } b_{ef} = k_{cr} \cdot b = 0,67 \cdot 100,00 = 67 \text{ mm}$$

$$\text{efektivní plocha } A_{ef} = 13,40 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^2$$

Návrhové pevnosti

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

$$\frac{3 \cdot V_d}{2 \cdot A_{ef} \cdot f_{v,d}} = \frac{3 \cdot 8,25}{2 \cdot 13,40 \cdot 1,48} = 0,63 < 1,00$$

vyhovuje

### Posouzení - MSP - Deformace

Okamžitý průhyb od stálých zatížení

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

Okamžitý průhyb od proměnného zatížení

$$w_{inst,q} = 9,2 \text{ mm}$$

Celkový okamžitý průhyb

$$w_{inst,f} = 11,4 \text{ mm}$$

součinitel pro kvazistalou hodnotu proměnného zatížení:

**sníh H<1000**

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

modifikační součinitel deformace

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

#### Okamžitý průhyb

$$w_{inst,f} = 11,4 \text{ mm} < w_{lim,inst} = \frac{l}{300} = \frac{3700}{300} = 12,3 \text{ mm}$$

vyhovuje

#### Konečný průhyb

Konečný průhyb od stálých zatížení

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

Konečný průhyb od proměnného zatížení

$$w_{fin,q} = w_{inst,q} \cdot \left( 1 + \psi_{2,q} \cdot k_{def} \right) = 9,2 \cdot (1 + 0,0 \cdot 0,80) = 9,2 \text{ mm}$$

Celkový konečný průhyb

$$w_{fin,f} = 13,2 \text{ mm}$$

$$w_{fin,f} = 13,2 \text{ mm} < w_{lim,fin} = \frac{l}{250} = \frac{3700}{250} = 14,8 \text{ mm}$$

vyhovuje

### 4.3 Návrh a posouzení průvlaku

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

zatěžovací šířka

**g<sub>1</sub>** stálé zatížení  $0,61 \cdot 2,80 = 1,70 \text{ kN/m}$   $\gamma_G$  1,35 2,30 kN/m

**q<sub>1</sub>** proměnné zatížení - sněh s uvážením nižší intezity s délkou návěje  $\gamma_Q \cdot \psi_{0,1}$

(  $3 \cdot 2,51 + 0,82$  ) /  $4 \cdot 2,80 = 5,84 \text{ kN/m}$   $0,75$  4,38 kN/m

**f<sub>1</sub>** celkové zatížení **7,54 kN/m** **0,89** **6,68 kN/m**

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

$\xi_1 \cdot \gamma_G$

**g<sub>2</sub>** stálé zatížení 1,70 kN/m 1,15 1,95 kN/m

**q<sub>2</sub>** proměnné zatížení 5,84 kN/m 1,50 8,76 kN/m

**f<sub>2</sub>** celkové zatížení **7,54 kN/m** **1,42** **10,72 kN/m**

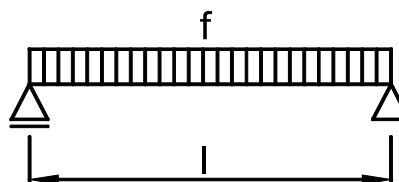
**Rozhodující kombinace:**

**kombinace 2**

**Schéma konstrukce**

rozpětí konstrukce

$l = 3,60 \text{ m}$



**Vnitřní síly a reakce**

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

$M_g = 1/8 \cdot 1,70 \cdot 3,60^2 = 2,76 \text{ kNm}$  1,15 = 3,16 kNm

$M_q = 1/8 \cdot 5,84 \cdot 3,60^2 = 9,46 \text{ kNm}$  1,50 = 14,20 kNm

celkový moment **M<sub>f</sub> = 12,22 kNm** **1,42** **17,36 kNm**

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

$V_g = 1/2 \cdot 1,70 \cdot 3,60 = 3,06 \text{ kN}$  1,15 = 3,52 kN

$V_q = 1/2 \cdot 5,84 \cdot 3,60 = 10,52 \text{ kN}$  1,50 = 15,77 kN

celková posouvající síla a reakce **V<sub>f</sub> = 13,58 kN** **1,42** **19,29 kN**

**Pružné deformace**

$w_g = \frac{5}{48} \cdot \frac{M_g}{E} \cdot \frac{l^2}{I} = \frac{5}{48} \cdot \frac{2,76}{10,00} \cdot \frac{3,60^2}{161,28}$

$w_g = 2,3 \text{ mm}$

$w_q = \frac{5}{48} \cdot \frac{M_q}{E} \cdot \frac{l^2}{I} = \frac{5}{48} \cdot \frac{9,46}{10,00} \cdot \frac{3,60^2}{161,28}$

$w_q = 7,9 \text{ mm}$

**Zatížení** moment k ose y **M<sub>yd</sub> = 17,36 kNm** posouvající síla **V<sub>d</sub> = 19,29 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

$h = 240 \text{ mm}$

plocha

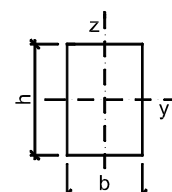
$A = 33,60 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^2$

moment setrvačnosti

$I_y = 161,28 \cdot 10^6 \cdot \text{mm}^4$

průřezový modul

$W_y = 1344,00 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^3$



**Geometrie**

délka nosníku

$l = 3,60 \text{ m}$

**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

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

$$\frac{M_{yd}}{k_{crit} \cdot W_y \cdot f_{m,d}} = \frac{17,36}{1,00 \cdot 1344,00 \cdot 13,54} = 0,95 < 1,00$$

vyhovuje

#### Posouzení - MSÚ - Smyk

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

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

$$\text{efektivní plocha } A_{ef} = 22,51 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^2$$

Návrhové pevnosti

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

$$\frac{3 \cdot V_d}{2 \cdot A_{ef} \cdot f_{v,d}} = \frac{3 \cdot 19,29}{2 \cdot 22,51 \cdot 1,48} = 0,87 < 1,00$$

vyhovuje

#### Posouzení - MSP - Deformace

Okamžitý průhyb od stálých zatížení

$$w_{inst,g} = 2,3 \text{ mm}$$

Okamžitý průhyb od proměnného zatížení

$$w_{inst,q} = 7,9 \text{ mm}$$

Celkový okamžitý průhyb

$$w_{inst,f} = 10,2 \text{ mm}$$

součinitel pro kvazistalou hodnotu proměnného zatížení:

**sníh H<1000**

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

modifikační součinitel deformace

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

#### Okamžitý průhyb

$$w_{inst,f} = 10,2 \text{ mm} < w_{lim,inst} = \frac{l}{300} = \frac{3600}{300} = 12,0 \text{ mm}$$

vyhovuje

#### Konečný průhyb

Konečný průhyb od stálých zatížení

$$w_{fin,g} = w_{inst,g} \cdot \left( 1 + k_{def} \right) = 2,3 \cdot (1 + 0,80) = 4,2 \text{ mm}$$

Konečný průhyb od proměnného zatížení

$$w_{fin,q} = w_{inst,q} \cdot \left( 1 + \psi_{2,q} \cdot k_{def} \right) = 7,9 \cdot (1 + 0,0 \cdot 0,80) = 7,9 \text{ mm}$$

Celkový konečný průhyb

$$w_{fin,f} = 12,1 \text{ mm}$$

$$w_{fin,f} = 12,1 \text{ mm} < w_{lim,fin} = \frac{l}{250} = \frac{3600}{250} = 14,4 \text{ mm}$$

vyhovuje