

# STATICKÝ VÝPOČET

Obsah	strana
<b>1. Úvod</b>	1/1
1.1 Identifikační údaje	1/1
1.2 Podklady	1/1
1.3 Normy navrhování	2/1
1.4 Technické pomůcky	2/1
1.5 Výpočetní technika a programy	2/1
1.6 Popis výpočtu konstrukce	2/1
<b>2. Návrh a posouzení konstrukcí</b>	1/2
2.1 Zatížení střechy 2.NP	1/2
2.2 Návrh a posouzení krokve 2.NP	1/2
2.3 Návrh a posouzení překladu 2.NP	3/2
2.4 Zatížení stropu 1.NP	5/2
2.5 Návrh a posouzení stropnice 1.NP	5/2
2.6 Návrh a posouzení průvlaku 1.NP	7/2
2.7 Zatížení střechy 1.NP	9/2
2.8 Návrh a posouzení krokve I 1.NP	10/2
2.9 Návrh a posouzení krokve II 1.NP	13/2
2.10 Návrh a posouzení vaznice 1.NP	16/2
2.11 Návrh a posouzení sloupku 1.NP	20/2
2.12 Zatížení stěny 2.NP	22/2
2.13 Zatížení stěny 1.NP	22/2
2.14 Návrh a posouzení nadpraží 1.NP	22/2
2.15 Návrh a posouzení základového pasu	25/2
2.16 Návrh a posouzení excentricity uložení stěny	26/2

## 1. Úvod

### 1.1 Identifikační údaje:

Stavba:	Objekt SO 101 01 Fotbalové šatny
Místo stavby:	Revitalizace sportovního areálu Lipky, Zářečí u Horažďovic
Investor:	Město Horažďovice
	Mírové náměstí 1, Horažďovice

### 1.2 Podklady

Projektové podklady:	rozpracovaná stavební část projektu, Ing.Arch.MgA. Jiří Bíza, Pod Křížkem 721/3, Praha 4 - Braník, červenec 2023
Průzkumy:	Horažďovice – popis profilu kopaných sond – Lipky, RNDr. Miloš Čeleda, Na Planinách 402, Příbram 5

### 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 1991-1-2	Zatížení konstrukcí, Část 1-2: Obecná zatížení - Zatížení konstrukcí vystavených účinkům požáru
ČSN EN 1991-1-3	Zatížení konstrukcí, Část 1-3: Obecná zatížení - Zatížení sněhem
ČSN EN 1991-1-4	Zatížení konstrukcí, Část 1-4: Obecná zatížení - Zatížení větrem
ČSN EN 1991-1-5	Zatížení konstrukcí, Část 1-5: Obecná zatížení - Zatížení teplotou
ČSN EN 1992-1-1	Navrhování betonových konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla a 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 1995-1-2	Navrhování dřevěných konstrukcí, Část 1-2: Obecná pravidla - Navrhování na účinky požáru
ČSN EN 1997-1	Navrhování geotechnických konstrukcí - Část 1: Obecná pravidla
ČSN 73 6133	Návrh a provádění zemního tělesa pozemních komunikací
ČSN 73 1001	Základová půda pod plošnými základy
ČSN EN 206	Beton - Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda
ČSN EN 10080	Ocel pro výztuž do betonu - Svařitelná betonářská ocel - Všeobecně
ČSN EN 338	Konstrukční dřevo - Třídy pevnosti

### 1.4 Technické pomůcky

- TP 51 J. Hořejší, J. Šafka: Statické tabulky, SNTL, Praha 1987

### 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 stav únosnosti:

<b>EQU</b>	představuje ztrátu statické rovnováhy konstrukce nebo její části uvažované jako tuhé těleso, při které menší kolísání hodnoty zatížení nebo prostorového rozdělení zatížení je významné, a kde pevnosti materiálů konstrukce nebo základové půdy většinou nejsou významné;
<b>STR</b>	představuje případ vnitřního porušení nebo nadměrného přetvoření konstrukce nebo nosných prvků, kde rozhoduje pevnost materiálů konstrukce;
<b>GEO</b>	je případ poruchy či nadměrného přetvoření základové půdy, při kterém pevnost zeminy a hornin je podstatná pro zajištění únosnosti;
<b>FAT</b>	představuje případ únavového porušení konstrukce nebo nosných prvků.

#### Popis výpočtu:

Ve statickém výpočtu jsou navrženy a posouzeny typické prvky horní konstrukce objektu pro mezní stav únosnosti (STR) a na mezní stav použitelnosti. Základy objektu jsou navrženy pro mezní stav únosnosti (GEO) podle 2.geotechnické kategorie.

Ve statickém výpočtu jsou vybrané konstrukce posouzeny na účinek požáru.

Navrhované a posouzené konstrukce jsou ve statickém výpočtu popsány čísly, které jsou označeny ve schématech.

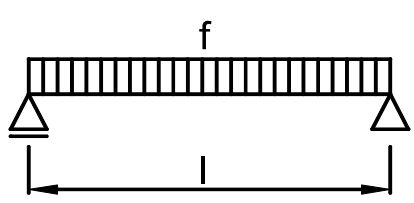
## 2. Návrh a posouzení konstrukcí

### 2.1 Zatížení střechy 2.NP

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>
prkenný záklop	0,025	6,50	= 0,16 kN/m <sup>2</sup>	1,35	0,22 kN/m <sup>2</sup>
izolace	0,300	0,50	= 0,15 kN/m <sup>2</sup>	1,35	0,20 kN/m <sup>2</sup>
tíha konstrukce			0,25 kN/m <sup>2</sup>	1,35	0,34 kN/m <sup>2</sup>
OSB deska	0,018	6,50	= 0,12 kN/m <sup>2</sup>	1,35	0,16 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>			0,89 kN/m <sup>2</sup>	1,35	1,20 kN/m <sup>2</sup>
<b>g celkem stálé zatížení - svislý průmět</b>	0,89 / cos 0°		= 0,89 kN/m <sup>2</sup>	1,35	1,20 kN/m <sup>2</sup>
Proměnné zatížení			charakteristické	$\gamma_Q$	návrhové
<b>q užité 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>					
Součinitel expozice	Typ krajiny:	otevřená	$C_e = 0,80$		
	Tepelný součinitel		$C_t = 1,00$		
Charakteristická hodnota zatížení sněhem na zemi			oblast: 2		$s_k = 1,00$ kN/m <sup>2</sup>
<b>Tvarový součinitel pro pultové a sedlové střechy v případě pokud není bráněno sklouzávání sněhu ze střechy</b>					
sklon střechy	$\alpha = 0,00^\circ$	$\mu_1 = 0,80$			
	$\mu_i$	$C_e$	$C_t$	$s_k$	$\gamma_Q$
<b>s sníh</b>	0,80	0,80	1,00	1,00	= 0,64 kN/m <sup>2</sup> 1,50 0,96 kN/m <sup>2</sup>
<b>rozhodující je užité zatížení</b>					
<b>f celkové zatížení - svislý průmět</b>			1,64 kN/m <sup>2</sup>	1,42	2,33 kN/m <sup>2</sup>

### 2.2 Návrh a posouzení krokve 2.NP

označení kce ve schématech 1

<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>	$\gamma_Q \cdot \psi_{0,1} = 1,50 \cdot 0,50 = 0,75$				
<b>g<sub>1</sub> stálé zatížení</b>	0,89	1,00	= 0,89 kN/m	1,35	1,20 kN/m
<b>q<sub>1</sub> proměnné zatížení</b>	0,75	1,00	= 0,75 kN/m	0,75	0,56 kN/m
<b>f<sub>1</sub> celkové zatížení</b>			1,64 kN/m	1,08	1,76 kN/m
<b>Kombinace 2</b>	$\xi_1 \cdot \gamma_G = 0,85 \cdot 1,35 = 1,15$				
<b>g<sub>2</sub> stálé zatížení</b>	0,89	1,00	= 0,89 kN/m	1,15	1,02 kN/m
<b>q<sub>2</sub> proměnné zatížení</b>	0,75	1,00	= 0,75 kN/m	1,50	1,13 kN/m
<b>f<sub>2</sub> celkové zatížení</b>			1,64 kN/m	1,31	2,15 kN/m
<b>Rozhodující kombinace:</b>					
<b>kombinace 2</b>					
<b>Schéma konstrukce</b>					
rozpětí konstrukce	$l = 3,75$ m				
<b>Vnitřní síly a reakce</b>					
$M = 1/8 \cdot f \cdot l^2$					
$M_g = 1/8 \cdot 0,89 \cdot 3,75^2 = 1,56$ kNm	1,15	=	1,80	kNm	
$M_q = 1/8 \cdot 0,75 \cdot 3,75^2 = 1,32$ kNm	1,50	=	1,98	kNm	
<b>celkový moment</b>	$M_f = 2,88$ kNm	1,31	3,77	kNm	

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

$$V_g = \frac{1}{2} \cdot 0,89 \cdot 3,75 = 1,67 \text{ kN} \quad 1,15 = 1,91 \text{ kN}$$

$$V_q = \frac{1}{2} \cdot 0,75 \cdot 3,75 = 1,41 \text{ kN} \quad 1,50 = 2,11 \text{ kN}$$


---

celková posouvající síla a reakce  $V_f = 3,08 \text{ kN} \quad 1,31 \quad 4,02 \text{ kN}$

#### Pružné deformace

$$w_g = \frac{5}{48} \cdot \frac{M_q}{E} \cdot \frac{l^2}{I} = \frac{5}{48} \cdot \frac{1,56}{10,00} \cdot \frac{3,75^2}{38,88}$$

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

$$w_q = \frac{5}{48} \cdot \frac{M_q}{E} \cdot \frac{l^2}{I} = \frac{5}{48} \cdot \frac{1,32}{10,00} \cdot \frac{3,75^2}{38,88}$$

$$w_q = 5,0 \text{ mm}$$

Zatížení moment k ose y  $M_{yd} = 3,77 \text{ kNm}$  posouvající síla  $V_d = 4,02 \text{ kN}$

Prostředí - třída provozu

1

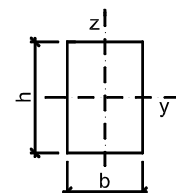
Třída trvání zatížení

střednědobé

#### Návrh průřezu a dřeva

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

Průřez šířka průřezu  $b = 80 \text{ mm}$   
 výška průřezu  $h = 180 \text{ mm}$   
 plocha  $A = 14,40 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^2$   
 moment setrvačnosti  $I_y = 38,88 \cdot 10^6 \cdot \text{mm}^4$   
 průřezový modul  $W_y = 432,00 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^3$



Geometrie délka nosníku  $l = 3,75 \text{ m}$

Podmínky

délka nosníku nezajištěná proti příčné a torzní nestabilitě

klopení zajištěné

$$l_t = 3,75 \text{ m}$$

#### 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

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

$$\frac{M_{yd}}{k_{crit} \cdot W_y \cdot f_{m,d}} = \frac{3,77}{1,00 \cdot 432,00 \cdot 13,54} = 0,65 < 1,00$$

vyhovuje

#### Posouzení - MSP - Deformace

Okamžitý průhyb od stálých zatížení

$$w_{inst,g} = 5,9 \text{ mm}$$

Okamžitý průhyb od proměnného zatížení

$$w_{inst,q} = 5,0 \text{ mm}$$

Celkový okamžitý průhyb

$$w_{inst,f} = 10,9 \text{ mm}$$

součinitel pro kvazistalou hodnotu proměnného zatížení:

**střecha**

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

modifikační součinitel deformace

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

##### Okamžitý průhyb

$$w_{inst,f} = 10,9 \text{ mm} < w_{lim,inst} = \frac{l}{300} = \frac{3750}{300} = 12,5 \text{ mm}$$

vyhovuje

### Konečný průhyb

Konečný průhyb od stálých zatížení

$$w_{fin,g} = w_{inst,g} \cdot \left( 1 + k_{def} \right) = 5,9 \cdot (1 + 0,60) = 9,4 \text{ mm}$$

Konečný průhyb od proměnného zatížení

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

Celkový konečný průhyb

$$w_{fin,f} = 14,4 \text{ mm}$$

$$w_{fin,f} = 14,4 \text{ mm} < w_{lim,fin} = \frac{l}{250} = \frac{3750}{250} = 15,0 \text{ mm}$$

vyhovuje

## 2.3 Návrh a posouzení překladi 2.NP

označení kce ve schématech 2

**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

$\gamma_G$

$$g_1 \text{ stálé zatížení} \quad 0,89 \cdot 2,00 = 1,78 \text{ kN/m} \quad 1,35 \quad 2,40 \text{ kN/m}$$

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

$$q_1 \text{ proměnné zatížení} \quad 0,75 \cdot 2,00 = 1,50 \text{ kN/m} \quad 0,75 \quad 1,13 \text{ kN/m}$$

$$f_1 \text{ celkové zatížení} \quad 3,28 \text{ kN/m} \quad 1,08 \quad 3,53 \text{ kN/m}$$

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

zatěžovací šířka

$\xi_1 \cdot \gamma_G$

$$g_2 \text{ stálé zatížení} \quad 0,89 \cdot 2,00 = 1,78 \text{ kN/m} \quad 1,15 \quad 2,04 \text{ kN/m}$$

$\gamma_Q$

$$q_2 \text{ proměnné zatížení} \quad 0,75 \cdot 2,00 = 1,50 \text{ kN/m} \quad 1,50 \quad 2,25 \text{ kN/m}$$

$$f_2 \text{ celkové zatížení} \quad 3,28 \text{ kN/m} \quad 1,31 \quad 4,29 \text{ kN/m}$$

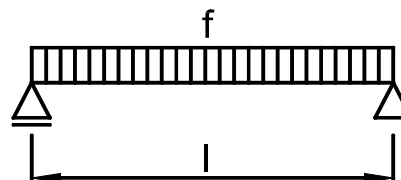
**Rozhodující kombinace:**

**kombinace 2**

**Schéma konstrukce**

rozpětí konstrukce

$$l = 3,30 \text{ m}$$



**Vnitřní síly a reakce**

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

$$M_g = \frac{1}{8} \cdot 1,78 \cdot 3,30^2 = 2,42 \text{ kNm} \quad 1,15 = 2,78 \text{ kNm}$$

$$M_q = \frac{1}{8} \cdot 1,50 \cdot 3,30^2 = 2,04 \text{ kNm} \quad 1,50 = 3,06 \text{ kNm}$$

$$\text{celkový moment} \quad M_f = 4,46 \text{ kNm} \quad 1,31 \quad 5,84 \text{ kNm}$$

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

$$V_g = \frac{1}{2} \cdot 1,78 \cdot 3,30 = 2,94 \text{ kN} \quad 1,15 = 3,37 \text{ kN}$$

$$V_q = \frac{1}{2} \cdot 1,50 \cdot 3,30 = 2,48 \text{ kN} \quad 1,50 = 3,71 \text{ kN}$$

$$\text{celková posouvající síla a reakce} \quad V_f = 5,41 \text{ kN} \quad 1,31 \quad 7,08 \text{ kN}$$

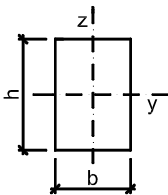
**Pružné deformace**

$$w_g = \frac{5}{48} \cdot \frac{M_g}{E} \cdot \frac{l^2}{I} = \frac{5}{48} \cdot \frac{2,42}{10,00} \cdot \frac{3,30^2}{77,76}$$

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

$$w_q = \frac{5}{48} \cdot \frac{M_q}{E} \cdot \frac{l^2}{I} = \frac{5}{48} \cdot \frac{2,04}{10,00} \cdot \frac{3,30^2}{77,76}$$

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

Zatížení	moment k ose y	$M_{yd} = 5,84 \text{ kNm}$	posouvající síla	$V_d = 7,08 \text{ kN}$
Prostředí - třída provozu	1	Třída trvání zatížení	střednědobé	
Návrh průřezu a dřeva				
Dřevo	typ dřeva	rostlé dřevo	$E_{0,mean} = 10,00 \text{ GPa}$	$f_{m,k} = 22,00 \text{ MPa}$
	třída dřeva	C22	$E_{0,05} = 6,70 \text{ GPa}$	$f_{v,k} = 2,40 \text{ MPa}$
	modifikační součinitel		$k_{mod} = 0,80$	$\gamma_M = 1,30$
Průřez	šířka průřezu	$b = 160 \text{ mm}$		
	výška průřezu	$h = 180 \text{ mm}$		
	plocha	$A = 28,80 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^2$		
	moment setrvačnosti	$I_y = 77,76 \cdot 10^6 \cdot \text{mm}^4$		
	průřezový modul	$W_y = 864,00 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^3$		
Geometrie	délka nosníku	$l = 3,30 \text{ m}$	Podmínky	
	délka nosníku nezajištěná proti příčné a torzní nestabilitě		klopení zajištěné	
		$l_t = 3,30 \text{ m}$		
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				
	$f_{m,d} = \frac{k_{mod} \cdot f_{m,k}}{\gamma_M} = \frac{0,80 \cdot 22,00}{1,30} = 13,54 \text{ MPa}$			
	$\frac{M_{yd}}{k_{crit} \cdot W_y \cdot f_{m,d}} = \frac{5,84}{1,00 \cdot 864,00 \cdot 13,54} = 0,50 < 1,00$		vyhovuje	
Posouzení - MSP - Deformace				
Okamžitý průhyb od stálých zatížení		$w_{inst,g} = 3,5 \text{ mm}$		
Okamžitý průhyb od proměnného zatížení		$w_{inst,q} = 3,0 \text{ mm}$		
Celkový okamžitý průhyb		$w_{inst,f} = 6,5 \text{ mm}$		
součinitel pro kvazistatou hodnotu proměnného zatížení:		střecha	$\psi_{2,q} = 0,0$	
modifikační součinitel deformace		$k_{def} = 0,60$		
Okamžitý průhyb				
	$w_{inst,f} = 6,5 \text{ mm} < w_{lim,inst} = \frac{l}{300} = \frac{3300}{300} = 11,0 \text{ mm}$		vyhovuje	
Konečný průhyb				
Konečný průhyb od stálých zatížení				
	$w_{fin,g} = w_{inst,g} \cdot (1 + k_{def}) = 3,5 \cdot (1 + 0,60) = 5,7 \text{ mm}$			
Konečný průhyb od proměnného zatížení				
	$w_{fin,q} = w_{inst,q} \cdot (1 + \psi_{2,q} \cdot k_{def}) = 3,0 \cdot (1 + 0,0 \cdot 0,60) = 3,0 \text{ mm}$			
Celkový konečný průhyb		$w_{fin,f} = 8,6 \text{ mm}$		
	$w_{fin,f} = 8,6 \text{ mm} < w_{lim,fin} = \frac{l}{250} = \frac{3300}{250} = 13,2 \text{ mm}$		vyhovuje	

## 2.4 Zatížení stropu 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>
betonová mazanina	0,050	23,00	= 1,15 kN/m <sup>2</sup>	1,35	1,55 kN/m <sup>2</sup>
izolace	0,080	0,50	= 0,04 kN/m <sup>2</sup>	1,35	0,05 kN/m <sup>2</sup>
prkenný záklop	0,025	6,50	= 0,16 kN/m <sup>2</sup>	1,35	0,22 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 celkem stálé zatížení</b>			<b>2,04 kN/m<sup>2</sup></b>	<b>1,35</b>	<b>2,76 kN/m<sup>2</sup></b>
Proměnné zatížení			charakteristické	$\gamma_Q$	návrhové
<b>q užité zatížení</b>	kategorie C1	klubovna	<b>3,00 kN/m<sup>2</sup></b>	<b>1,50</b>	<b>4,50 kN/m<sup>2</sup></b>
<b>f celkové zatížení</b>			<b>5,04 kN/m<sup>2</sup></b>	<b>1,44</b>	<b>7,26 kN/m<sup>2</sup></b>

## 2.5 Návrh a posouzení stropnice 1.NP

označení kce ve schématech 3

Zatížení Kombinace zatížení jako méně příznivá kombinace z následujících dvou výrazů

$$\gamma_G = 1,35$$

$$\gamma_Q = 1,50$$

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

$$\xi_1 = 0,85$$

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

zatěžovací šířka

$\gamma_G$

$$g_1 \text{ stálé zatížení} \quad 2,04 \cdot 1,00 = 2,04 \text{ kN/m} \quad 1,35 \quad 2,76 \text{ kN/m}$$

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

$$q_1 \text{ proměnné zatížení} \quad 3,00 \cdot 1,00 = 3,00 \text{ kN/m} \quad 1,05 \quad 3,15 \text{ kN/m}$$

$$f_1 \text{ celkové zatížení} \quad 5,04 \text{ kN/m} \quad 1,17 \quad 5,91 \text{ kN/m}$$

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

zatěžovací šířka

$\xi_1 \cdot \gamma_G$

$$g_2 \text{ stálé zatížení} \quad 2,04 \cdot 1,00 = 2,04 \text{ kN/m} \quad 1,15 \quad 2,34 \text{ kN/m}$$

$\gamma_Q$

$$q_2 \text{ proměnné zatížení} \quad 3,00 \cdot 1,00 = 3,00 \text{ kN/m} \quad 1,50 \quad 4,50 \text{ kN/m}$$

$$f_2 \text{ celkové zatížení} \quad 5,04 \text{ kN/m} \quad 1,36 \quad 6,84 \text{ kN/m}$$

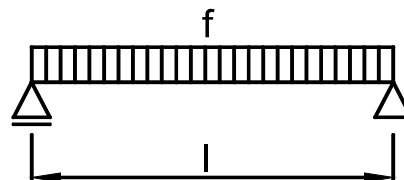
Rozhodující kombinace:

kombinace 2

Schéma konstrukce

rozpětí konstrukce

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



Vnitřní síly a reakce

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

$$M_g = \frac{1}{8} \cdot 2,04 \cdot 3,60^2 = 3,31 \text{ kNm} \quad 1,15 = 3,80 \text{ kNm}$$

$$M_q = \frac{1}{8} \cdot 3,00 \cdot 3,60^2 = 4,86 \text{ kNm} \quad 1,50 = 7,29 \text{ kNm}$$

$$\text{celkový moment} \quad M_f = 8,17 \text{ kNm} \quad 1,36 \quad 11,09 \text{ kNm}$$

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

$$V_g = \frac{1}{2} \cdot 2,04 \cdot 3,60 = 3,68 \text{ kN} \quad 1,15 = 4,22 \text{ kN}$$

$$V_q = \frac{1}{2} \cdot 3,00 \cdot 3,60 = 5,40 \text{ kN} \quad 1,50 = 8,10 \text{ kN}$$

$$\text{celková posouvající síla a reakce} \quad V_f = 9,08 \text{ kN} \quad 1,36 \quad 12,32 \text{ kN}$$

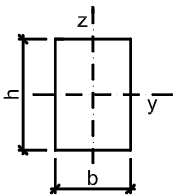
Pružné deformace

$$w_g = \frac{5}{48} \cdot \frac{M_g}{E \cdot I} = \frac{5}{48} \cdot \frac{3,31}{10,00 \cdot 115,20}$$

$$w_g = 3,9 \text{ mm}$$

$$w_q = \frac{5}{48} \cdot \frac{M_q}{E \cdot I} = \frac{5}{48} \cdot \frac{4,86}{10,00 \cdot 115,20}$$

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

Zatížení	moment k ose y	$M_{yd} = 11,09 \text{ kNm}$	posouvající síla	$V_d = 12,32 \text{ kN}$
Prostředí - třída provozu	1	Třída trvání zatížení	střednědobé	
Návrh průřezu a dřeva				
Dřevo	typ dřeva	rostlé dřevo	$E_{0,mean} = 10,00 \text{ GPa}$	$f_{m,k} = 22,00 \text{ MPa}$
	třída dřeva	C22	$E_{0,05} = 6,70 \text{ GPa}$	$f_{v,k} = 2,40 \text{ MPa}$
		modifikační součinitel	$k_{mod} = 0,80$	$\gamma_M = 1,30$
Průřez	šířka průřezu	$b = 100 \text{ mm}$		
	výška průřezu	$h = 240 \text{ mm}$		
	plocha	$A = 24,00 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^2$		
	moment setrvačnosti	$I_y = 115,20 \cdot 10^6 \cdot \text{mm}^4$		
	průřezový modul	$W_y = 960,00 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^3$		
Geometrie	délka nosníku	$l = 3,60 \text{ m}$	Podmínky	
	délka nosníku nezajištěná proti příčné a torzní nestabilitě		klopení zajištěné	
		$l_t = 3,60 \text{ m}$		
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				
	$f_{m,d} = \frac{k_{mod} \cdot f_{m,k}}{\gamma_M} = \frac{0,80 \cdot 22,00}{1,30} = 13,54 \text{ MPa}$			
	$\frac{M_{yd}}{k_{crit} \cdot W_y \cdot f_{m,d}} = \frac{11,09}{1,00 \cdot 960,00 \cdot 13,54} = 0,85 < 1,00$		vyhovuje	
Posouzení - MSP - Deformace				
Okamžitý průhyb od stálých zatížení		$w_{inst,g} = 3,9 \text{ mm}$		
Okamžitý průhyb od proměnného zatížení		$w_{inst,q} = 5,7 \text{ mm}$		
Celkový okamžitý průhyb		$w_{inst,f} = 9,6 \text{ mm}$		
součinitel pro kvazistalou hodnotu proměnného zatížení:		schromažďovací plocha	$\psi_{2,q} = 0,6$	
modifikační součinitel deformace		$k_{def} = 0,60$		
Okamžitý průhyb				
	$w_{inst,f} = 9,6 \text{ mm} < w_{lim,inst} = \frac{l}{300} = \frac{3600}{300} = 12,0 \text{ mm}$		vyhovuje	
Konečný průhyb				
Konečný průhyb od stálých zatížení				
	$w_{fin,g} = w_{inst,g} \cdot (1 + k_{def}) = 3,9 \cdot (1 + 0,60) = 6,2 \text{ mm}$			
Konečný průhyb od proměnného zatížení				
	$w_{fin,q} = w_{inst,q} \cdot (1 + \psi_{2,q} \cdot k_{def}) = 5,7 \cdot (1 + 0,6 \cdot 0,60) = 7,7 \text{ mm}$			
Celkový konečný průhyb			$w_{fin,f} = 14,0 \text{ mm}$	
	$w_{fin,f} = 14,0 \text{ mm} < w_{lim,fin} = \frac{l}{250} = \frac{3600}{250} = 14,4 \text{ mm}$		vyhovuje	



## 2.6 Návrh a posouzení průvlaku 1.NP

### označení kce ve schématech 4

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

**g<sub>1</sub>** stálé zatížení  $2,04 \cdot 1,80 = 3,68 \text{ kN/m}$   $\gamma_G = 1,35$   $4,96 \text{ kN/m}$

**q<sub>1</sub>** proměnné zatížení  $3,00 \cdot 1,80 = 5,40 \text{ kN/m}$   $\gamma_Q \cdot \psi_{0,1} = 1,05$   $5,67 \text{ kN/m}$

**f<sub>1</sub>** celkové zatížení **9,08 kN/m** **1,17** **10,63 kN/m**

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

**g<sub>2</sub>** stálé zatížení  $2,04 \cdot 1,80 = 3,68 \text{ kN/m}$   $\xi_1 \cdot \gamma_G = 1,15$   $4,22 \text{ kN/m}$

**q<sub>2</sub>** proměnné zatížení  $3,00 \cdot 1,80 = 5,40 \text{ kN/m}$   $\gamma_Q = 1,50$   $8,10 \text{ kN/m}$

**f<sub>2</sub>** celkové zatížení **9,08 kN/m** **1,36** **12,32 kN/m**

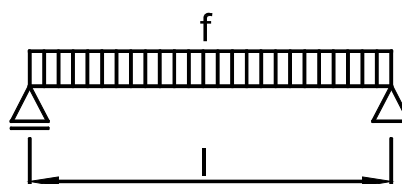
**Rozhodující kombinace:**

**kombinace 2**

**Schéma konstrukce**

rozpětí konstrukce

$$l = 3,00 \text{ m}$$



**Vnitřní síly a reakce**

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

$$M_g = \frac{1}{8} \cdot 3,68 \cdot 3,00^2 = 4,14 \text{ kNm} \quad 1,15 = 4,75 \text{ kNm}$$

$$M_q = \frac{1}{8} \cdot 5,40 \cdot 3,00^2 = 6,08 \text{ kNm} \quad 1,50 = 9,11 \text{ kNm}$$

celkový moment **M<sub>f</sub> = 10,21 kNm** **1,36** **13,86 kNm**

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

$$V_g = \frac{1}{2} \cdot 3,68 \cdot 3,00 = 5,52 \text{ kN} \quad 1,15 = 6,33 \text{ kN}$$

$$V_q = \frac{1}{2} \cdot 5,40 \cdot 3,00 = 8,10 \text{ kN} \quad 1,50 = 12,15 \text{ kN}$$

celková posouvající síla a reakce **V<sub>f</sub> = 13,62 kN** **1,36** **18,48 kN**

**Pružné deformace**

$$w_g = \frac{5}{48} \cdot \frac{M_g}{E \cdot I} = \frac{5}{48} \cdot \frac{4,14}{10,00 \cdot 161,28}$$

$$w_g = 2,4 \text{ mm}$$

$$w_q = \frac{5}{48} \cdot \frac{M_q}{E \cdot I} = \frac{5}{48} \cdot \frac{6,08}{10,00 \cdot 161,28}$$

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

**Zatížení** moment k ose y **M<sub>yd</sub> = 13,86 kNm** posouvající síla **V<sub>d</sub> = 18,48 kN**

**Prostředí - třída provozu**

**1**

**Třída trvání zatížení**

**střednědobé**

**Návrh průřezu a dřeva**

**Dřevo**

typ dřeva

**rostlé dřevo**

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

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

třída dřeva

**C22**

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

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

modifikační součinitel

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

$$\gamma_M = 1,30$$

**Průřez**

šířka průřezu

$$b = 140 \text{ mm}$$

výška průřezu

$$h = 240 \text{ mm}$$

plocha

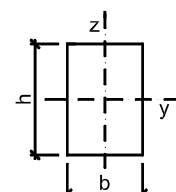
$$A = 33,60 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^2$$

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

$$l = 3,00 \text{ m}$$

**Podmínky**

délka nosníku nezajištěná proti příčné a torzní nestabilitě

**klopení zajištěné**

$$l_t = 3,00 \text{ m}$$

## 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

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

$$\frac{M_{yd}}{k_{crit} \cdot W_y \cdot f_{m,d}} = \frac{13,86}{1,00 \cdot 1344,00 \cdot 13,54} = 0,76 < 1,00$$

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

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

$$\frac{3 \cdot V_d}{2 \cdot A_{ef} \cdot f_{v,d}} = \frac{3 \cdot 18,48}{2 \cdot 22,51 \cdot 1,48} = 0,83 < 1,00$$

vyhovuje

### Posouzení - MSP - Deformace

Okamžitý průhyb od stálých zatížení

$$w_{inst,g} = 2,4 \text{ mm}$$

Okamžitý průhyb od proměnného zatížení

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

Celkový okamžitý průhyb

$$w_{inst,f} = 5,9 \text{ mm}$$

součinitel pro kvazistalou hodnotu proměnného zatížení:

$$\text{schromažďovací plocha } \psi_{2,q} = 0,6$$

modifikační součinitel deformace

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

Okamžitý průhyb

$$w_{inst,f} = 5,9 \text{ mm} < w_{lim,inst} = \frac{l}{300} = \frac{3000}{300} = 10,0 \text{ mm}$$

vyhovuje

Konečný průhyb

Konečný průhyb od stálých zatížení

$$w_{fin,g} = w_{inst,g} \cdot \left( 1 + k_{def} \right) = 2,4 \cdot (1 + 0,60) = 3,8 \text{ mm}$$

Konečný průhyb od proměnného zatížení

$$w_{fin,q} = w_{inst,q} \cdot \left( 1 + \psi_{2,q} \cdot k_{def} \right) = 3,5 \cdot (1 + 0,6 \cdot 0,60) = 4,8 \text{ mm}$$

Celkový konečný průhyb

$$w_{fin,f} = 8,7 \text{ mm}$$

$$w_{fin,f} = 8,7 \text{ mm} < w_{lim,fin} = \frac{l}{250} = \frac{3000}{250} = 12,0 \text{ mm}$$

vyhovuje

## 2.7 Zatížení střechy 1.NP

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>
prkenný záklop	0,025	. 6,50	= 0,16 kN/m <sup>2</sup>	1,35	0,22 kN/m <sup>2</sup>
izolace	0,300	. 0,50	= 0,15 kN/m <sup>2</sup>	1,35	0,20 kN/m <sup>2</sup>
tíha konstrukce			0,25 kN/m <sup>2</sup>	1,35	0,34 kN/m <sup>2</sup>
OSB deska	0,018	. 6,50	= 0,12 kN/m <sup>2</sup>	1,35	0,16 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>
<hr/>					
$g_1$ celkem stálé zatížení - šikmý průmět			0,89 kN/m <sup>2</sup>	1,35	1,20 kN/m <sup>2</sup>
<b>g celkem stálé zatížení - svislý průmět</b>	0,89	/ $\cos 0^\circ$	= <b>0,89 kN/m<sup>2</sup></b>	<b>1,35</b>	<b>1,20 kN/m<sup>2</sup></b>
Proměnné zatížení			charakteristické	$\gamma_Q$	návrhové
<b>q užité zatížení</b>	kategorie H	nepřístupná střecha	<b>0,75 kN/m<sup>2</sup></b>	<b>1,50</b>	<b>1,13 kN/m<sup>2</sup></b>
<b>Zatížení sněhem</b>					
Součinitel expozice	Typ krajiny:	otevřená	$C_e = 0,80$		
	Tepelný součinitel		$C_t = 1,00$		
Charakteristická hodnota zatížení sněhem na zemi		oblast: 2			$s_k = 1,00 \text{ kN/m}^2$
<b>Tvarový součinitel pro střechy sousedící a přiléhající k vyšším stavbám</b>					
šířka vyšší střechy	$b_1 = 3,80 \text{ m}$	šířka přilehlé strany vyšší stř.	$b_{1,s} = 3,80 \text{ m}$		
šířka nižší střechy	$b_2 = 6,60 \text{ m}$	sklon vyšší střechy	$\alpha = 0,00^\circ$		
	výška mezi nižší střechou a spodní hranou vyšší střechy	$h = 3,20 \text{ m}$			
Délka návěje	$l_{s,1} = 2 \cdot h = 2 \cdot 3,20 = 6,40 \text{ m}$				
	$l_{s,min} = 5,00 \text{ m}$	$l_{s,max} = 15,00 \text{ m}$	$l_s = 6,40 \text{ m}$		
Tvarový součinitel zohledňující sesuv sněhu z horní střechy při $\alpha < 15^\circ$			$\mu_s = 0,00$		
<b>Tvarový součinitel zohledňující působení větru</b>					
$\mu_{w,1} = (b_1 + b_2) / (2 \cdot h)$					
$\mu_{w,1} = (3,80 + 6,60) / (2 \cdot 3,20) = 1,63$					
$\mu_{w,2} = \gamma \cdot h / s_k = 2,00 \cdot 3,20 / 1,00 = 6,40$					
$\mu_{w,3} = 2,00$					
$\mu_w = 1,63$					
$\mu_2 = \mu_s + \mu_w = 0,00 + 1,63 = 1,63$					
$\mu_i \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k \cdot \gamma_Q$					
<b>s sníh</b>	1,63	. 0,80	. 1,00	. 1,00	= <b>1,30 kN/m<sup>2</sup></b> <b>1,50</b> <b>1,95 kN/m<sup>2</sup></b>
<b>rozhodující je zatížení sněhem</b>					
<b>f celkové zatížení - svislý průmět</b>			<b>2,19 kN/m<sup>2</sup></b>	<b>1,44</b>	<b>3,15 kN/m<sup>2</sup></b>

## 2.8 Návrh a posouzení krokve I 1.NP

označení kce ve schématech 5

**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<sub>1</sub>** stálé zatížení

$$0,89 \cdot 1,00 = 0,89 \text{ kN/m}$$

$$1,35 \cdot 1,20 \text{ kN/m}$$

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

**q<sub>1</sub>** proměnné zatížení

$$1,30 \cdot 1,00 = 1,30 \text{ kN/m}$$

$$0,75 \cdot 0,98 \text{ kN/m}$$

**f<sub>1</sub>** celkové zatížení

$$2,19 \text{ kN/m}$$

$$0,99 \cdot 2,18 \text{ kN/m}$$

**Kombinace 2**

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

zatěžovací šířka

$\xi_1 \cdot \gamma_G$

**g<sub>2</sub>** stálé zatížení

$$0,89 \cdot 1,00 = 0,89 \text{ kN/m}$$

$$1,15 \cdot 1,02 \text{ kN/m}$$

$\gamma_Q$

**q<sub>2</sub>** proměnné zatížení

$$1,30 \cdot 1,00 = 1,30 \text{ kN/m}$$

$$1,50 \cdot 1,95 \text{ kN/m}$$

**f<sub>2</sub>** celkové zatížení

$$2,19 \text{ kN/m}$$

$$1,36 \cdot 2,97 \text{ kN/m}$$

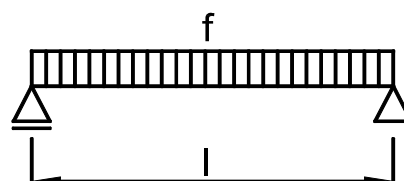
**Rozhodující kombinace:**

**kombinace 2**

**Schéma konstrukce**

rozpětí konstrukce

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



**Vnitřní síly a reakce**

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

$$M_g = 1/8 \cdot 0,89 \cdot 3,60^2 = 1,44 \text{ kNm} \quad 1,15 = 1,65 \text{ kNm}$$

$$M_q = 1/8 \cdot 1,30 \cdot 3,60^2 = 2,11 \text{ kNm} \quad 1,50 = 3,16 \text{ kNm}$$

celkový moment

$$M_f = 3,55 \text{ kNm} \quad 1,36 \cdot 4,81 \text{ kNm}$$

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

$$V_g = 1/2 \cdot 0,89 \cdot 3,60 = 1,60 \text{ kN} \quad 1,15 = 1,84 \text{ kN}$$

$$V_q = 1/2 \cdot 1,30 \cdot 3,60 = 2,34 \text{ kN} \quad 1,50 = 3,51 \text{ kN}$$

celková posouvající síla a reakce

$$V_f = 3,94 \text{ kN} \quad 1,36 \cdot 5,35 \text{ kN}$$

**Pružné deformace**

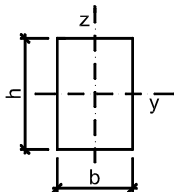
$$w_g = \frac{5}{48} \cdot \frac{M_g}{E} \cdot l^2 = \frac{5}{48} \cdot \frac{1,44}{10,00} \cdot 3,60^2$$

$$w_g = 1,7 \text{ mm}$$

$$w_q = \frac{5}{48} \cdot \frac{M_q}{E} \cdot l^2 = \frac{5}{48} \cdot \frac{2,11}{10,00} \cdot 3,60^2$$

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

## Ohyb s příčnou a torzní stabilitou a smyk při běžné teplotě

Zatížení	moment k ose y	$M_{y,d} = 4,81 \text{ kNm}$	posouvající síla	$V_d = 5,35 \text{ kN}$
Prostředí - třída provozu	1	Třída trvání zatížení	střednědobé	
Návrh průřezu a dřeva				
Dřevo	typ dřeva	rostlé dřevo	$E_{0,mean} = 10,00 \text{ GPa}$	$f_{m,k} = 22,00 \text{ MPa}$
	třída dřeva	C22	$E_{0,05} = 6,70 \text{ GPa}$	$f_{v,k} = 2,40 \text{ MPa}$
		modifikační součinitel	$k_{mod} = 0,80$	$\gamma_M = 1,30$
Průřez	šířka průřezu	$b = 100 \text{ mm}$		
	výška průřezu	$h = 240 \text{ mm}$		
	plocha	$A = 24,00 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^2$		
	moment setrvačnosti	$I_y = 115,20 \cdot 10^6 \cdot \text{mm}^4$		
	průřezový modul	$W_y = 960,00 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^3$		
Geometrie	délka nosníku	$l = 3,60 \text{ m}$	Podmínky	
	délka nosníku nezajištěná proti příčné a torzní nestabilitě		klopení zajištěné	
		$l_t = 3,60 \text{ m}$		

### Posouzení - MSÚ - Ohyb s příčnou a torzní stabilitou

#### Součinitel příčné a torzní stability

typ nosníku	<b>prostě podepřený</b>	typ zatížení	<b>spojité zatížení</b>
$k_{crit} = 1,00$			
Návrhové pevnosti			
$f_{m,d} = \frac{k_{mod} \cdot f_{m,k}}{\gamma_M} = \frac{0,80 \cdot 22,00}{1,30} = 13,54 \text{ MPa}$			
$\frac{M_{yd}}{k_{crit} \cdot W_y \cdot f_{m,d}} = \frac{4,81}{1,00 \cdot 960,00 \cdot 13,54} = 0,37 < 1,00$			
<b>vyhovuje</b>			

### Posouzení - MSP - Deformace

Okamžitý průhyb od stálých zatížení	$w_{inst,g} = 1,7 \text{ mm}$	
Okamžitý průhyb od proměnného zatížení	$w_{inst,q} = 2,5 \text{ mm}$	
Celkový okamžitý průhyb	$w_{inst,f} = 4,2 \text{ mm}$	
součinitel pro kvazistalou hodnotu proměnného zatížení:	<b>sníh H&lt;1000</b>	$\psi_{2,q} = 0,0$
modifikační součinitel deformace	$k_{ref} = 0,60$	

#### Okamžitý průhyb

$$w_{inst,f} = 4,2 \text{ mm} < w_{lim,inst} = \frac{l}{300} = \frac{3600}{300} = 12,0 \text{ mm} \quad \text{vyhovuje}$$

#### Konečný průhyb

Konečný průhyb od stálých zatížení

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

Konečný průhyb od proměnného zatížení

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

Celkový konečný průhyb

$$w_{fin,f} = 5,2 \text{ mm} < w_{lim,fin} = \frac{l}{250} = \frac{3600}{250} = 14,4 \text{ mm} \quad \text{vyhovuje}$$

## Ohyb s příčnou a torzní stabilitou a smyk na účinek požáru - povrch nosníku není chráněn

Požární odolnost

$t = R\ 30\ min$

Účinek zatížení při požáru

Redukční součinitel nepříznivých stálých zatížení

$\xi = 0,85$

Součinitel pro časté hodnoty proměnných zatížení při požární situaci

proměnné zatížení:

sníh  $H < 1000$

$\psi_{fi} = 0,2$

Redukční součinitel pro kombinaci zatížení

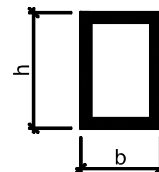
$$\eta_{fi,1} = \frac{G_k + \psi_{fi} \cdot Q_k}{\gamma_G \cdot G_k + \gamma_Q \cdot Q_k} = \frac{0,89 + 0,20 \cdot 1,30}{1,35 \cdot 0,89 + 1,50 \cdot 1,30} = 0,36$$

$$\eta_{fi,2} = \frac{G_k + \psi_{fi} \cdot Q_k}{\xi \cdot \gamma_G \cdot G_k + \gamma_Q \cdot Q_k} = \frac{0,89 + 0,20 \cdot 1,30}{0,85 \cdot 1,35 \cdot 0,89 + 1,50 \cdot 1,30} = 0,39$$

$\eta_{fi} = 0,36$

moment k ose y  $M_{yd,fi} = \eta_{fi} \cdot M_{yd} = 0,36 \cdot 4,81 = 1,76\ kNm$

posouvající síla  $V_{d,fi} = \eta_{fi} \cdot V_d = 0,36 \cdot 5,35 = 1,95\ kN$



Metoda redukovaného průřezu - doporučený postup

modifikační součinitel pro požár pro redukovaný průřez

$k_{mod,fi} = 1,00$

součinitel pro 20% kvantil

$k_{fi} = 1,25$

součinitel spolehlivosti dřeva při požáru

$\gamma_{M,fi} = 1,00$

návrhová nominální míra zuhelnatění při normovém vystavení účinkům požáru

$\beta_n = 0,80\ mm/min$

součinitel spolehlivosti dřeva při požáru pro nechráněné povrchy

$k_0 = 1,00$

tloušťka vrstvy s předpokládanou nulovou pevností a tuhostí

$d_0 = 7\ mm$

nominální návrhová hloubka zuhelnatění zahrnující účinek zaoblení rohů a trhlin

$$d_{char,n} = \beta_n \cdot t = 0,80 \cdot 30 = 24\ mm$$

účinná hloubka zuhelnatění

$$d_{ef} = d_{char,n} + k_0 \cdot d_0 = 24 + 1,00 \cdot 7 = 31\ mm$$

Průřezové charakteristiky redukovaného průřezu

$$\text{šířka průřezu } b_{fi} = b - 2 \cdot d_{ef} = 100 - 2 \cdot 31 = 38\ mm$$

$$\text{výška průřezu } h_{fi} = h - 2 \cdot d_{ef} = 240 - 2 \cdot 31 = 178\ mm$$

$$\text{moment setrvačnosti } W_{y,fi} = 200,67 \cdot 10^3 \cdot mm^3$$

Posouzení - MSÚ - Ohyb s příčnou a torzní stabilitou na účinek požáru

délka nosníku nezajištěná proti příčné a torzní nestabilitě

klopení zajištěné

$$l_{t,fi} = 3,60\ m$$

Součinitel příčné a torzní stability

typ nosníku prostě podepřený

typ zatížení

spojité zatížení

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

Návrhová pevnost

$$f_{m,d,fi} = \frac{k_{mod,fi} \cdot k_{fi} \cdot f_{m,k}}{\gamma_{M,fi}} = \frac{1,00 \cdot 1,25 \cdot 22,00}{1,00} = 27,50\ MPa$$

$$\frac{M_{yd,fi}}{k_{crit,fi} \cdot W_{y,fi} \cdot f_{m,d,fi}} = \frac{1,76}{1,00 \cdot 200,67 \cdot 27,50} = 0,32 < 1,00$$

vyhovuje

### Posouzení - MSÚ - Smyk

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

efektivní šířka průřezu  $b_{ef,fi} = k_{cr} \cdot b_{fi} = 0,67 \cdot 38,00 = 25 \text{ mm}$

efektivní plocha  $A_{ef,fi} = 4,53 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^2$

Návrhová pevnost

$$f_{v,d,fi} = \frac{k_{mod,fi} \cdot k_{fi} \cdot f_{v,k}}{\gamma_{M,fi}} = \frac{1,00 \cdot 1,25 \cdot 2,40}{1,00} = 3,00 \text{ MPa}$$

$$\frac{3 \cdot V_{d,fi}}{2 \cdot A_{ef,fi} \cdot f_{v,d,fi}} = \frac{3 \cdot 1,95}{2 \cdot 4,53 \cdot 3,00} = 0,22 < 1,00$$

**vyhovuje**

### 2.9 Návrh a posouzení krokve II 1.NP

označení kce ve schématech 6

**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  $\gamma_G$

**g<sub>1</sub>** stálé zatížení  $0,89 \cdot 1,00 = 0,89 \text{ kN/m}$   $1,35 \cdot 1,20 \text{ kN/m}$

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

**q<sub>1</sub>** proměnné zatížení  $1,30 \cdot 1,00 = 1,30 \text{ kN/m}$   $0,75 \cdot 0,98 \text{ kN/m}$

**f<sub>1</sub>** celkové zatížení **2,19 kN/m** **0,99** **2,18 kN/m**

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

zatěžovací šířka  $\xi_1 \cdot \gamma_G$

**g<sub>2</sub>** stálé zatížení  $0,89 \cdot 1,00 = 0,89 \text{ kN/m}$   $1,15 \cdot 1,02 \text{ kN/m}$

$\gamma_Q$

**q<sub>2</sub>** proměnné zatížení  $1,30 \cdot 1,00 = 1,30 \text{ kN/m}$   $1,50 \cdot 1,95 \text{ kN/m}$

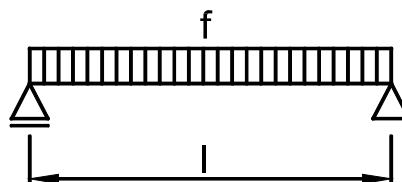
**f<sub>2</sub>** celkové zatížení **2,19 kN/m** **1,36** **2,97 kN/m**

**Rozhodující kombinace:**

**kombinace 2**

**Schéma konstrukce**

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



**Vnitřní síly a reakce**

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

$$M_g = \frac{1}{8} \cdot 0,89 \cdot 4,80^2 = 2,56 \text{ kNm} \quad 1,15 = 2,94 \text{ kNm}$$

$$M_q = \frac{1}{8} \cdot 1,30 \cdot 4,80^2 = 3,74 \text{ kNm} \quad 1,50 = 5,62 \text{ kNm}$$

celkový moment **M<sub>f</sub> = 6,31 kNm** **1,36** **8,56 kNm**

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

$$V_g = \frac{1}{2} \cdot 0,89 \cdot 4,80 = 2,14 \text{ kN} \quad 1,15 = 2,45 \text{ kN}$$

$$V_q = \frac{1}{2} \cdot 1,30 \cdot 4,80 = 3,12 \text{ kN} \quad 1,50 = 4,68 \text{ kN}$$

celková posouvající síla a reakce **V<sub>f</sub> = 5,26 kN** **1,36** **7,13 kN**

**Pružné deformace**

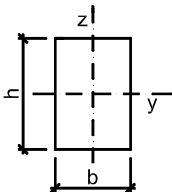
$$w_g = \frac{5}{48} \cdot \frac{M_g}{E} \cdot \frac{l^2}{I} = \frac{5}{48} \cdot \frac{2,56}{10,00} \cdot \frac{4,80^2}{115,20}$$

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

$$w_q = \frac{5}{48} \cdot \frac{M_q}{E} \cdot \frac{l^2}{I} = \frac{5}{48} \cdot \frac{3,74}{10,00} \cdot \frac{4,80^2}{115,20}$$

$$w_q = 7,8 \text{ mm}$$

## Ohyb s příčnou a torzní stabilitou a smyk při běžné teplotě

Zatížení	moment k ose y	$M_{y,d} = 8,56 \text{ kNm}$	posouvající síla	$V_d = 7,13 \text{ kN}$
Prostředí - třída provozu	1	Třída trvání zatížení	střednědobé	
Návrh průřezu a dřeva				
Dřevo	typ dřeva	rostlé dřevo	$E_{0,mean} = 10,00 \text{ GPa}$	$f_{m,k} = 22,00 \text{ MPa}$
	třída dřeva	C22	$E_{0,05} = 6,70 \text{ GPa}$	$f_{v,k} = 2,40 \text{ MPa}$
		modifikační součinitel	$k_{mod} = 0,80$	$\gamma_M = 1,30$
Průřez	šířka průřezu	$b = 100 \text{ mm}$		
	výška průřezu	$h = 240 \text{ mm}$		
	plocha	$A = 24,00 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^2$		
	moment setrvačnosti	$I_y = 115,20 \cdot 10^6 \cdot \text{mm}^4$		
	průřezový modul	$W_y = 960,00 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^3$		
Geometrie	délka nosníku	$l = 4,80 \text{ m}$	Podmínky	
	délka nosníku nezajištěná proti příčné a torzní nestabilitě		klopení zajištěné	
		$l_t = 4,80 \text{ m}$		

### Posouzení - MSÚ - Ohyb s příčnou a torzní stabilitou

#### Součinitel příčné a torzní stability

typ nosníku	<b>prostě podepřený</b>	typ zatížení	<b>spojité zatížení</b>
$k_{crit} = 1,00$			
Návrhové pevnosti			
$f_{m,d} = \frac{k_{mod} \cdot f_{m,k}}{\gamma_M} = \frac{0,80 \cdot 22,00}{1,30} = 13,54 \text{ MPa}$			
$\frac{M_{yd}}{k_{crit} \cdot W_y \cdot f_{m,d}} = \frac{8,56}{1,00 \cdot 960,00 \cdot 13,54} = 0,66 < 1,00$			
			<b>vyhovuje</b>

### Posouzení - MSP - Deformace

Okamžitý průhyb od stálých zatížení	$w_{inst,g} = 5,3 \text{ mm}$	
Okamžitý průhyb od proměnného zatížení	$w_{inst,q} = 7,8 \text{ mm}$	
Celkový okamžitý průhyb	$w_{inst,f} = 13,1 \text{ mm}$	
součinitel pro kvazistalou hodnotu proměnného zatížení:	<b>sníh H&lt;1000</b>	$\psi_{2,q} = 0,0$
modifikační součinitel deformace	$k_{ref} = 0,60$	

#### Okamžitý průhyb

$$w_{inst,f} = 13,1 \text{ mm} < w_{lim,inst} = \frac{l}{300} = \frac{4800}{300} = 16,0 \text{ mm} \quad \text{vyhovuje}$$

#### Konečný průhyb

Konečný průhyb od stálých zatížení

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

Konečný průhyb od proměnného zatížení

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

Celkový konečný průhyb

$$w_{fin,f} = 16,3 \text{ mm} < w_{lim,fin} = \frac{l}{250} = \frac{4800}{250} = 19,2 \text{ mm} \quad \text{vyhovuje}$$



## Ohyb s příčnou a torzní stabilitou a smyk na účinek požáru - povrch nosníku není chráněn

Požární odolnost

$t = R\ 30\ min$

Účinek zatížení při požáru

Redukční součinitel nepříznivých stálých zatížení

$\xi = 0,85$

Součinitel pro časté hodnoty proměnných zatížení při požární situaci

proměnné zatížení:

sníh  $H < 1000$

$\psi_{fi} = 0,2$

Redukční součinitel pro kombinaci zatížení

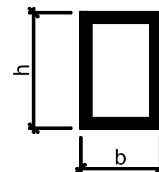
$$\eta_{fi,1} = \frac{G_k + \psi_{fi} \cdot Q_k}{\gamma_G \cdot G_k + \gamma_Q \cdot Q_k} = \frac{0,89 + 0,20 \cdot 1,30}{1,35 \cdot 0,89 + 1,50 \cdot 1,30} = 0,36$$

$$\eta_{fi,2} = \frac{G_k + \psi_{fi} \cdot Q_k}{\xi \cdot \gamma_G \cdot G_k + \gamma_Q \cdot Q_k} = \frac{0,89 + 0,20 \cdot 1,30}{0,85 \cdot 1,35 \cdot 0,89 + 1,50 \cdot 1,30} = 0,39$$

$\eta_{fi} = 0,36$

moment k ose y  $M_{y,d,fi} = \eta_{fi} \cdot M_{y,d} = 0,36 \cdot 8,56 = 3,12\ kNm$

posouvající síla  $V_{d,fi} = \eta_{fi} \cdot V_d = 0,36 \cdot 7,13 = 2,60\ kN$



Metoda redukovaného průřezu - doporučený postup

modifikační součinitel pro požár pro redukovaný průřez

$k_{mod,fi} = 1,00$

součinitel pro 20% kvantil

$k_{fi} = 1,25$

součinitel spolehlivosti dřeva při požáru

$\gamma_{M,fi} = 1,00$

návrhová nominální míra zuhelnatění při normovém vystavení účinkům požáru

$\beta_n = 0,80\ mm/min$

součinitel spolehlivosti dřeva při požáru pro nechráněné povrchy

$k_0 = 1,00$

tloušťka vrstvy s předpokládanou nulovou pevností a tuhostí

$d_0 = 7\ mm$

nominální návrhová hloubka zuhelnatění zahrnující účinek zaoblení rohů a trhlin

$$d_{char,n} = \beta_n \cdot t = 0,80 \cdot 30 = 24\ mm$$

účinná hloubka zuhelnatění

$$d_{ef} = d_{char,n} + k_0 \cdot d_0 = 24 + 1,00 \cdot 7 = 31\ mm$$

Průřezové charakteristiky redukovaného průřezu

$$\text{šířka průřezu } b_{fi} = b - 2 \cdot d_{ef} = 100 - 2 \cdot 31 = 38\ mm$$

$$\text{výška průřezu } h_{fi} = h - 2 \cdot d_{ef} = 240 - 2 \cdot 31 = 178\ mm$$

$$\text{moment setrvačnosti } W_{y,fi} = 200,67 \cdot 10^3 \cdot mm^3$$

Posouzení - MSÚ - Ohyb s příčnou a torzní stabilitou na účinek požáru

délka nosníku nezajištěná proti příčné a torzní nestabilitě

klopení zajištěné

$$l_{t,fi} = 4,80\ m$$

Součinitel příčné a torzní stability

typ nosníku prostě podepřený

typ zatížení

spojité zatížení

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

Návrhová pevnost

$$f_{m,d,fi} = \frac{k_{mod,fi} \cdot k_{fi} \cdot f_{m,k}}{\gamma_{M,fi}} = \frac{1,00 \cdot 1,25 \cdot 22,00}{1,00} = 27,50\ MPa$$

$$\frac{M_{y,d,fi}}{k_{crit,fi} \cdot W_{y,fi} \cdot f_{m,d,fi}} = \frac{3,12}{1,00 \cdot 200,67 \cdot 27,50} = 0,57 < 1,00$$

vyhovuje

### Posouzení - MSÚ - Smyk

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

efektivní šířka průřezu  $b_{ef,fi} = k_{cr} \cdot b_{fi} = 0,67 \cdot 38,00 = 25 \text{ mm}$

efektivní plocha  $A_{ef,fi} = 4,53 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^2$

Návrhová pevnost

$$f_{v,d,fi} = \frac{k_{mod,fi} \cdot k_{fi} \cdot f_{v,k}}{\gamma_{M,fi}} = \frac{1,00 \cdot 1,25 \cdot 2,40}{1,00} = 3,00 \text{ MPa}$$

$$\frac{3 \cdot V_{d,fi}}{2 \cdot A_{ef,fi} \cdot f_{v,d,fi}} = \frac{3 \cdot 2,60}{2 \cdot 4,53 \cdot 3,00} = 0,29 < 1,00$$

**vyhovuje**

### 2.10 Návrh a posouzení vaznice 1.NP

označení kce ve schématech 7

**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  $0,89 \cdot 2,80 = 2,49 \text{ kN/m}$   $\gamma_G$  1,35 3,36 kN/m

**q<sub>1</sub>** proměnné zatížení  $1,30 \cdot 2,80 = 3,64 \text{ kN/m}$   $\gamma_Q \cdot \psi_{0,1}$  0,75 2,73 kN/m

**f<sub>1</sub>** celkové zatížení **6,13 kN/m** **0,99** **6,09 kN/m**

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

**g<sub>2</sub>** stálé zatížení  $0,89 \cdot 2,80 = 2,49 \text{ kN/m}$   $\xi_1 \cdot \gamma_G$  1,15 2,86 kN/m

**q<sub>2</sub>** proměnné zatížení  $1,30 \cdot 2,80 = 3,64 \text{ kN/m}$   $\gamma_Q$  1,50 5,46 kN/m

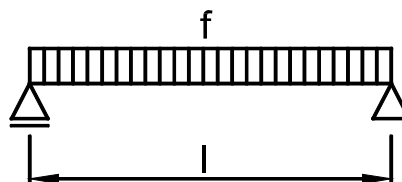
**f<sub>2</sub>** celkové zatížení **6,13 kN/m** **1,36** **8,32 kN/m**

**Rozhodující kombinace:**

**kombinace 2**

**Schéma konstrukce**

rozpětí konstrukce  $l = 3,10 \text{ m}$



**Vnitřní síly a reakce**

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

$$M_g = \frac{1}{8} \cdot 2,49 \cdot 3,10^2 = 2,99 \text{ kNm} \quad 1,15 = 3,44 \text{ kNm}$$

$$M_q = \frac{1}{8} \cdot 3,64 \cdot 3,10^2 = 4,37 \text{ kNm} \quad 1,50 = 6,56 \text{ kNm}$$

celkový moment **M<sub>f</sub> = 7,37 kNm** **1,36** **9,99 kNm**

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

$$V_g = \frac{1}{2} \cdot 2,49 \cdot 3,10 = 3,86 \text{ kN} \quad 1,15 = 4,43 \text{ kN}$$

$$V_q = \frac{1}{2} \cdot 3,64 \cdot 3,10 = 5,64 \text{ kN} \quad 1,50 = 8,46 \text{ kN}$$

celková posouvající síla a reakce **V<sub>f</sub> = 9,50 kN** **1,36** **12,90 kN**

**Pružné deformace**

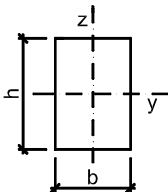
$$w_g = \frac{5 \cdot M_g \cdot l^2}{48 \cdot E \cdot I} = \frac{5 \cdot 2,99 \cdot 3,10^2}{48 \cdot 10,00 \cdot 80,00}$$

$$w_g = 3,7 \text{ mm}$$

$$w_q = \frac{5 \cdot M_q \cdot l^2}{48 \cdot E \cdot I} = \frac{5 \cdot 4,37 \cdot 3,10^2}{48 \cdot 10,00 \cdot 80,00}$$

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

## Ohyb s příčnou a torzní stabilitou a smyk při běžné teplotě

Zatížení	moment k ose y	$M_{y,d} = 9,99 \text{ kNm}$	posouvající síla	$V_d = 12,90 \text{ kN}$
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	$b = 120 \text{ mm}$		
	výška průřezu	$h = 200 \text{ mm}$		
	plocha	$A = 24,00 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^2$		
	moment setrvačnosti	$I_y = 80,00 \cdot 10^6 \cdot \text{mm}^4$		
	průřezový modul	$W_y = 800,00 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^3$		
Geometrie	délka nosníku	$l = 3,10 \text{ m}$	Podmínky	
	délka nosníku nezajištěná proti příčné a torzní nestabilitě		klopení zajištěné	
		$l_t = 3,10 \text{ m}$		

### Posouzení - MSÚ - Ohyb s příčnou a torzní stabilitou

#### Součinitel příčné a torzní stability

typ nosníku	<b>prostě podepřený</b>	typ zatížení	<b>spojité zatížení</b>
$k_{crit} = 1,00$			
<b>Návrhové pevnosti</b>			
$f_{m,d} = \frac{k_{mod} \cdot f_{m,k}}{\gamma_M} = \frac{0,80 \cdot 22,00}{1,30} = 13,54 \text{ MPa}$			
$\frac{M_{yd}}{k_{crit} \cdot W_y \cdot f_{m,d}} = \frac{9,99}{1,00 \cdot 800,00 \cdot 13,54} = 0,92 < 1,00$			
<b>vyhovuje</b>			

### 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	$A_{ef} = 16,08 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^2$		
<b>Návrhové pevnosti</b>			
$f_{v,d} = \frac{k_{mod} \cdot f_{v,k}}{\gamma_M} = \frac{0,80 \cdot 2,40}{1,30} = 1,48 \text{ MPa}$			
$\frac{3 \cdot V_d}{2 \cdot A_{ef} \cdot f_{v,d}} = \frac{3 \cdot 12,90}{2 \cdot 16,08 \cdot 1,48} = 0,81 < 1,00$			
<b>vyhovuje</b>			

### Posouzení - MSP - Deformace

Okamžitý průhyb od stálých zatížení	$w_{inst,g} = 3,7 \text{ mm}$		
Okamžitý průhyb od proměnného zatížení	$w_{inst,q} = 5,5 \text{ mm}$		
Celkový okamžitý průhyb	$w_{inst,f} = 9,2 \text{ mm}$		
součinitel pro kvazistalou hodnotu proměnného zatížení:	<b>sníh H&lt;1000</b>	$\psi_{2,q} = 0,0$	
modifikační součinitel deformace	$k_{def} = 0,80$		
<b>Okamžitý průhyb</b>			
$w_{inst,f} = 9,2 \text{ mm} < w_{lim,inst} = \frac{l}{300} = \frac{3100}{300} = 10,3 \text{ mm}$			
<b>vyhovuje</b>			

### Konečný průhyb

Konečný průhyb od stálých zatížení

$$w_{fin,g} = w_{inst,g} \cdot \left( 1 + k_{def} \right) = 3,7 \cdot (1 + 0,80) = 6,7 \text{ mm}$$

Konečný průhyb od proměnného zatížení

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

Celkový konečný průhyb

$$w_{fin,f} = 12,2 \text{ mm}$$

$$w_{fin,f} = 12,2 \text{ mm} < w_{lim,fin} = \frac{l}{250} = \frac{3100}{250} = 12,4 \text{ mm}$$

vyhovuje

### Ohyb s příčnou a torzní stabilitou a smyk na účinek požáru - povrch nosníku není chráněn

Požární odolnost

$$t = R 15 \text{ min}$$

Účinek zatížení při požáru

Redukční součinitel nepříznivých stálých zatížení

$$\xi = 0,85$$

Součinitel pro časté hodnoty proměnných zatížení při požární situaci

proměnné zatížení:

sníh H<1000

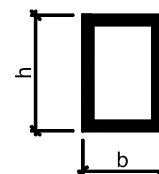
$$\psi_{fi} = 0,2$$

Redukční součinitel pro kombinaci zatížení

$$\eta_{fi,1} = \frac{G_k + \psi_{fi} \cdot Q_k}{\gamma_G \cdot G_k + \gamma_Q \cdot Q_k} = \frac{2,49 + 0,20 \cdot 3,64}{1,35 \cdot 2,49 + 1,50 \cdot 3,64} = 0,36$$

$$\eta_{fi,2} = \frac{G_k + \psi_{fi} \cdot Q_k}{\xi \cdot \gamma_G \cdot G_k + \gamma_Q \cdot Q_k} = \frac{2,49 + 0,20 \cdot 3,64}{0,85 \cdot 1,35 \cdot 2,49 + 1,50 \cdot 3,64} = 0,39$$

$$\eta_{fi} = 0,36$$



$$\text{moment k ose y } M_{y,d,fi} = \eta_{fi} \cdot M_{y,d} = 0,36 \cdot 9,99 = 3,65 \text{ kNm}$$

$$\text{posouvající síla } V_{d,fi} = \eta_{fi} \cdot V_d = 0,36 \cdot 12,90 = 4,71 \text{ kN}$$

### Metoda redukovaného průřezu - doporučený postup

modifikační součinitel pro požár pro redukovaný průřez

$$k_{mod,fi} = 1,00$$

součinitel pro 20% kvantil

$$k_{fi} = 1,25$$

součinitel spolehlivosti dřeva při požáru

$$\gamma_{M,fi} = 1,00$$

návrhová nominální míra zuhelnatění při normovém vystavení účinkům požáru

$$\beta_n = 0,80 \text{ mm/min}$$

součinitel spolehlivosti dřeva při požáru pro nechráněné povrchy

$$k_0 = 0,75$$

tloušťka vrstvy s předpokládanou nulovou pevností a tuhostí

$$d_0 = 7 \text{ mm}$$

nominální návrhová hloubka zuhelnatění zahrnující účinek zaoblení rohů a trhlin

$$d_{char,n} = \beta_n \cdot t = 0,80 \cdot 15 = 12 \text{ mm}$$

účinná hloubka zuhelnatění

$$d_{ef} = d_{char,n} + k_0 \cdot d_0 = 12 + 0,75 \cdot 7 = 17 \text{ mm}$$

Průřezové charakteristiky redukovaného průřezu

$$\text{šířka průřezu } b_{fi} = b - 2 \cdot d_{ef} = 120 - 2 \cdot 17 = 86 \text{ mm}$$

$$\text{výška průřezu } h_{fi} = h - 2 \cdot d_{ef} = 200 - 2 \cdot 17 = 166 \text{ mm}$$

$$\text{moment setrvačnosti } W_{y,fi} = 390,31 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^3$$

### Posouzení - MSÚ - Ohyb s příčnou a torzní stabilitou na účinek požáru

délka nosníku nezajištěná proti příčné a torzní nestabilitě

klopení zajištěné

$$l_{t,fi} = 3,10 \text{ m}$$

#### Součinitel příčné a torzní stability

typ nosníku **prostě podepřený**

typ zatížení

**spojité zatížení**

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

Návrhová pevnost

$$f_{m,d,fi} = \frac{k_{mod,fi} \cdot k_{fi} \cdot f_{m,k}}{\gamma_{M,fi}} = \frac{1,00 \cdot 1,25 \cdot 22,00}{1,00} = 27,50 \text{ MPa}$$

$$\frac{M_{y,d,fi}}{k_{crit,fi} \cdot W_{y,fi} \cdot f_{m,d,fi}} = \frac{3,65}{1,00 \cdot 390,31 \cdot 27,50} = 0,34 < 1,00$$

vyhovuje

#### Posouzení - MSÚ - Smyk

součinitel vlivu vysušených trhlin

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

efektivní šířka průřezu

$$b_{ef,fi} = k_{cr} \cdot b_{fi} = 0,67 \cdot 85,50 = 57 \text{ mm}$$

efektivní plocha

$$A_{ef,fi} = 9,48 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^2$$

Návrhová pevnost

$$f_{v,d,fi} = \frac{k_{mod,fi} \cdot k_{fi} \cdot f_{v,k}}{\gamma_{M,fi}} = \frac{1,00 \cdot 1,25 \cdot 2,40}{1,00} = 3,00 \text{ MPa}$$

$$\frac{3 \cdot V_{d,fi}}{2 \cdot A_{ef,fi} \cdot f_{v,d,fi}} = \frac{3 \cdot 4,71}{2 \cdot 9,48 \cdot 3,00} = 0,25 < 1,00$$

vyhovuje

## 2.11 Návrh a posouzení sloupku 1.NP

označení ke schématech 8

**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 plocha

**G<sub>1</sub>** stálé zatížení  $0,89 \cdot 2,80 \cdot 3,10 = 7,73 \text{ kN}$   $\gamma_G = 1,35$   $10,43 \text{ kN}$

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

**Q<sub>1</sub>** proměnné zatížení  $1,30 \cdot 2,80 \cdot 3,10 = 11,28 \text{ kN}$   $0,75$   $8,46 \text{ kN}$

**F<sub>1</sub>** celkové zatížení **19,01 kN** **0,99** **18,89 kN**

**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  $0,89 \cdot 2,80 \cdot 3,10 = 7,73 \text{ kN}$   $1,15$   $8,86 \text{ kN}$

$$\gamma_Q$$

**Q<sub>2</sub>** proměnné zatížení  $1,30 \cdot 2,80 \cdot 3,10 = 11,28 \text{ kN}$   $1,50$   $16,93 \text{ kN}$

**F<sub>2</sub>** celkové zatížení **19,01 kN** **1,36** **25,79 kN**

**Rozhodující kombinace:** kombinace 2

**F<sub>max</sub> = 25,79 kN**

## Tlak při běžné teplotě

**Zatížení**  $N_d = 25,79 \text{ kN}$

**Prostředí - třída provozu** **2**

**Třída trvání zatížení** **střednědobé**

### Návrh průřezu a dřeva

**Dřevo** typ dřeva **rostlé dřevo**  $E_{0,05} = 6,70 \text{ GPa}$   $f_{c,0,k} = 20,00 \text{ MPa}$

třída dřeva **C22**  $\beta_c = 0,20$   $\gamma_M = 1,30$

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

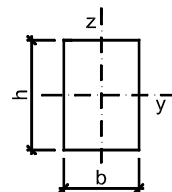
**Průřez** šířka průřezu  $b = 120 \text{ mm}$

výška průřezu  $h = 120 \text{ mm}$

plocha  $A = 14,40 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^2$

poloměr setrvačnosti k ose y  $i_y = 34,64 \text{ mm}$

poloměr setrvačnosti k ose z  $i_z = 34,64 \text{ mm}$



**Geometrie** délka nosníku  $l = 3,25 \text{ m}$

vzpěrná délka k ose y-y  $l_{cr,y} = 3,25 \text{ m}$

vzpěrná délka k ose z-z  $l_{cr,z} = 3,25 \text{ m}$

### Posouzení - MSÚ - Tlak

$$k_{cy} = 0,33$$

$$k_{cz} = 0,33$$

$$k_{cmin} = 0,33$$

rozhoduje vzpěr k ose z

Návrhové pevnosti

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

$$\frac{N_d}{k_{cmin} \cdot A \cdot f_{c,0,d}} = \frac{25,79}{0,33 \cdot 14,40 \cdot 12,31} = 0,44 < 1,00$$

vyhovuje

## Tlak na účinek požáru - povrch nosníku není chráněn

Požární odolnost

$t = R\ 15\ min$

Účinek zatížení při požáru

Redukční součinitel nepříznivých stálých zatížení

$\xi = 0,85$

Součinitel pro časté hodnoty proměnných zatížení při požární situaci

proměnné zatížení:

sníh  $H < 1000$

$\psi_{fi} = 0,2$

Redukční součinitel pro kombinaci zatížení

$$\eta_{fi,1} = \frac{G_k + \psi_{fi} \cdot Q_k}{\gamma_G \cdot G_k + \gamma_Q \cdot Q_k}$$

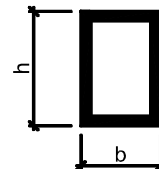
$$\eta_{fi,1} = \frac{7,73 + 0,20 \cdot 11,28}{1,35 \cdot 7,73 + 1,50 \cdot 11,28} = 0,36$$

$$\eta_{fi,2} = \frac{G_k + \psi_{fi} \cdot Q_k}{\xi \cdot \gamma_G \cdot G_k + \gamma_Q \cdot Q_k}$$

$$\eta_{fi,2} = \frac{7,73 + 0,20 \cdot 11,28}{0,85 \cdot 1,35 \cdot 7,73 + 1,50 \cdot 11,28} = 0,39$$

$$\eta_{fi} = 0,36$$

$$\text{normálová síla } N_{d,fi} = \eta_{fi} \cdot N_d = 0,36 \cdot 25,79 = 9,41\ kN$$



### 1) Metoda redukovaného průřezu - doporučený postup

modifikační součinitel pro požár pro redukovaný průřez

$k_{mod,fi} = 1,00$

součinitel pro 20% kvantil

$k_{fi} = 1,25$

součinitel spolehlivosti dřeva při požáru

$\gamma_{M,fi} = 1,00$

návrhová nominální míra zuhelnatění při normovém vystavení účinkům požáru

$\beta_n = 0,80\ mm/min$

součinitel spolehlivosti dřeva při požáru pro nechráněné povrchy

$k_0 = 0,75$

tloušťka vrstvy s předpokládanou nulovou pevností a tuhostí

$d_0 = 7\ mm$

nominální návrhová hloubka zuhelnatění zahrnující účinek zaoblení rohů a trhlin

$$d_{char,n} = \beta_n \cdot t = 0,80 \cdot 15 = 12\ mm$$

účinná hloubka zuhelnatění

$$d_{ef} = d_{char,n} + k_0 \cdot d_0 = 12 + 0,75 \cdot 7 = 17\ mm$$

Průřezové charakteristiky redukovaného průřezu

$$\text{šířka průřezu } b_{fi} = b - 2 \cdot d_{ef} = 120 - 2 \cdot 17 = 86\ mm$$

$$\text{výška průřezu } h_{fi} = h - 2 \cdot d_{ef} = 120 - 2 \cdot 17 = 86\ mm$$

$$\text{plocha } A_{fi} = 7,31 \cdot 10^3 \cdot mm^2$$

$$\text{poloměr setrvačnosti } i_{y,fi} = 24,68\ mm \quad i_{z,fi} = 24,68\ mm$$

Posouzení - MSÚ - Kombinace tlaku a ohybu na účinek požáru

Geometrie

$$\text{délka nosníku } l_{fi} = 3,25\ m$$

$$\text{vzpěrná délka k ose y-y } l_{cr,y,fi} = 3,25\ m$$

$$\text{vzpěrná délka k ose z-z } l_{cr,z,fi} = 3,25\ m$$

Posouzení - MSÚ - Tlak

$$k_{cy,fi} = 0,17$$

$$k_{cz,fi} = 0,17$$

$$k_{cmin,fi} = 0,17$$

rozhoduje vzpěr k ose z

Návrhové pevnosti

$$f_{c,0,d,fi} = \frac{k_{mod,fi} \cdot k_{fi} \cdot f_{c,0,k}}{\gamma_{M,fi}} = \frac{1,00 \cdot 1,25 \cdot 20,00}{1,00} = 25,00\ MPa$$

$$\frac{N_{d,fi}}{k_{cmin,fi} \cdot A_{fi} \cdot f_{c,0,d,fi}} = \frac{9,41}{0,17 \cdot 7,31 \cdot 25,00} = 0,29 < 1,00$$

vyhovuje

## 2.12 Zatížení stěny 2.NP

Skladba stěny	tloušťka	objemová tíha	charakteristické	$\gamma_G$	návrhové
prkenný záklop	0,025	6,50	= 0,16 kN/m <sup>2</sup>	1,35	0,22 kN/m <sup>2</sup>
izolace	0,300	0,50	= 0,15 kN/m <sup>2</sup>	1,35	0,20 kN/m <sup>2</sup>
tíha konstrukce			0,25 kN/m <sup>2</sup>	1,35	0,34 kN/m <sup>2</sup>
OSB deska	0,018	6,50	= 0,12 kN/m <sup>2</sup>	1,35	0,16 kN/m <sup>2</sup>
sádkarton	0,013	8,50	= 0,11 kN/m <sup>2</sup>	1,35	0,15 kN/m <sup>2</sup>
<b>g zatížení na m<sup>2</sup> stěny</b>			<b>0,79 kN/m<sup>2</sup></b>	<b>1,35</b>	<b>1,07 kN/m<sup>2</sup></b>

## 2.13 Zatížení stěny 1.NP

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	0,380	10,00	= 3,80 kN/m <sup>2</sup>	1,35	5,13 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>4,52 kN/m<sup>2</sup></b>	<b>1,35</b>	<b>6,10 kN/m<sup>2</sup></b>

## 2.14 Návrh a posouzení nadpraží 1.NP

označení kce ve schématech 9

**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 šířka

$\gamma_G$

stálé zatížení - střecha 2.NP	0,89	1,80	= 1,60 kN/m
stálé zatížení - strop 1.NP	2,04	1,80	= 3,68 kN/m
stálé zatížení - střecha 1.NP	0,89	0,80	= 0,71 kN/m
stálé zatížení - stěna 2.NP	0,79	3,50	= 2,77 kN/m
stálé zatížení - stěna 1.NP	4,52	0,25	= 1,13 kN/m

**g<sub>1</sub> stálé zatížení** 9,89 kN/m  $1,35 \cdot 13,35 \text{ kN/m}$   
 $\gamma_Q \cdot \psi_{0,1}$

proměnné zatížení - střecha 2.NP	0,75	1,80	= 1,35 kN/m
proměnné zatížení - strop 1.NP	3,00	1,80	= 5,40 kN/m
proměnné zatížení - střecha 1.NP	0,75	0,80	= 0,60 kN/m

**q<sub>1</sub> proměnné zatížení** 7,35 kN/m  $1,05 \cdot 7,72 \text{ kN/m}$

**f<sub>1</sub> celkové zatížení** 17,24 kN/m  $1,22 \cdot 21,06 \text{ kN/m}$

**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** 9,89 kN/m  $1,15 \cdot 11,34 \text{ kN/m}$

**q<sub>2</sub> proměnné zatížení** 7,35 kN/m  $1,50 \cdot 11,03 \text{ kN/m}$

**f<sub>2</sub> celkové zatížení** 17,24 kN/m  $1,30 \cdot 22,37 \text{ kN/m}$

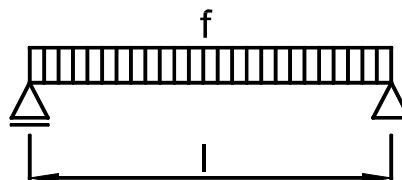
**Rozhodující kombinace:**

**kombinace 2**

**Schéma konstrukce**

rozpětí konstrukce

$l = 2,90 \text{ m}$



**Vnitřní síly a reakce**

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

$$M_g = \frac{1}{8} \cdot 9,89 \cdot 2,90^2 = 10,39 \text{ kNm} \quad 1,15 = 11,93 \text{ kNm}$$

$$M_q = \frac{1}{8} \cdot 7,35 \cdot 2,90^2 = 7,73 \text{ kNm} \quad 1,50 = 11,59 \text{ kNm}$$

**celkový moment**  $M_f = 18,12 \text{ kNm} \quad 1,30 \quad 23,52 \text{ kNm}$



$V =$	$1/2 \cdot f \cdot l$						
$V_g =$	$1/2 \cdot 9,89 \cdot 2,90$	$=$	$14,34 \text{ kN}$	$1,15$	$=$	$16,45 \text{ kN}$	
$V_q =$	$1/2 \cdot 7,35 \cdot 2,90$	$=$	$10,66 \text{ kN}$	$1,50$	$=$	$15,99 \text{ kN}$	
celková posouvající síla a reakce			$V_f =$	<b>24,99 kN</b>	<b>1,30</b>	<b>32,44 kN</b>	

#### Pružné deformace

$w_g =$	$\frac{5 \cdot M_g \cdot l^2}{48 \cdot E \cdot I}$	$=$	$\frac{5 \cdot 10,39 \cdot 2,90^2}{48 \cdot 30,00 \cdot 312,50}$	
$w_g =$	<b>1,0 mm</b>			
$w_q =$	$\frac{5 \cdot M_q \cdot l^2}{48 \cdot E \cdot I}$	$=$	$\frac{5 \cdot 7,73 \cdot 2,90^2}{48 \cdot 30,00 \cdot 312,50}$	
$w_q =$	<b>0,7 mm</b>			
$w_f =$	<b>1,7 mm</b>			

#### Zatížení

$M_d = 23,52 \text{ kNm}$

$V_d = 32,44 \text{ kN}$

$N_d = 0,00 \text{ kN}$

#### Návrh průřezu, betonu

Rozměry

$b = 0,24 \text{ m}$

$\gamma_c = 1,50$

$h = 0,25 \text{ m}$

$\alpha_{cc} = 1,0$

Beton

**C20/ 25**

$f_{ck} = 20,00 \text{ MPa}$

$E_{cm} = 30,00 \text{ GPa}$

$f_{ctm} = 2,20 \text{ MPa}$

$f_{cd} = 13,33 \text{ MPa}$

$I_c = 313 \cdot 10^{-6} \text{ m}^4$

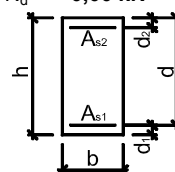
$f_{cm} = 33,00 \text{ MPa}$

$\varepsilon_{cu3} = 3,50$

$A_c = 0,060 \text{ m}^2$

$\eta = 1,00$

$\lambda = 0,80$



#### Návrh tahové výztuže

třída tažnosti

Výztuž

**B500 B**

$f_{yk} = 500,00 \text{ MPa}$

$\gamma_s = 1,15$

Počet ks na b

**3,00 ks**

$f_{yd} = 434,78 \text{ MPa}$

$E_s = 200,00 \text{ GPa}$

Průměr výztuže

**Ø12**

$\varepsilon_{yd} = 2,17$

$\xi_{bal,1} = 0,62$

Krytí výztuže

$c = 30 \text{ mm}$

Plocha výztuže na b

$A_{s1} = 339 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2$

$d_1 = 36 \text{ mm}$

$d = 214 \text{ mm}$

#### Návrh tlakové výztuže

Počet ks na b

**2,00 ks**

Plocha výztuže na b

$A_{s2} = 226 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2$

Průměr výztuže

**Ø12**

$d_2 = 36 \text{ mm}$

$\xi_{bal,2} = 2,64$

#### Posouzení - MSÚ - Ohyb

##### Kontrola vyztužení

$A_{s1,min} = 59 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2$

$<$

$339 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2$

$A_{s,max} = 2400 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2$

$>$

$339 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2$

**vyhovuje**

##### Otlačení betonu

$M_{Rd} = 28,33 \text{ kNm}$

$>$

$M_d = 23,52 \text{ kNm}$

**vyhovuje**

**vyhovuje**

## Posouzení - MSÚ - Smyk

ohybová výztuž **zakotvená za místem smykové síly min. 100mm**

Únosnost betonu ve smyku

$$V_{Rd,c} = 28,66 \text{ kN} < V_d = 32,44 \text{ kN}$$

**nutné vyztužit průřez smykovou výztuží!**

## Návrh smykové výztuže

Průměr výztuže

**Ø6**

$$A_{sw} = 57 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2$$

Střížnost

**2**

sklon třmínků:

$$\alpha = 90,00^\circ$$

vzdálenost tř.

$$s = 150 \text{ mm}$$

vliv tlakové síly:

$$\alpha_{cw} = 1,00$$

Kontrola vzdálenosti třmínků

$$s_{max} = 0,75 \cdot d \cdot (1 + \cot \alpha)$$

$$s_{max} = 0,75 \cdot 214 \cdot (1 + 0,00)$$

Vzdálenost třmínků

$$s_{max} = 161 \text{ mm} > 150 \text{ mm}$$

**vyhovuje**

Omezení smyk. vyztužení

$$\rho_w = 0,00157 > 0,00072$$

**vyhovuje**

Únosnost tlakových diagonál

$$V_{Rd,max} = 117,31 \text{ kN} > V_d = 32,44 \text{ kN}$$

**vyhovuje**

Únosnost smykové výztuže v šikmé trhlíně

$$V_{Rd,s} = A_{sw} \cdot f_{yd} \cdot 0,9 \cdot d \cdot \cot \theta / s$$

$$V_{Rd,s} = 57 \cdot 434,78 \cdot 193 \cdot 2,50 / 0,15$$

$$V_{Rd,s} = 78,92 \text{ kN} > V_d = 32,44 \text{ kN}$$

**vyhovuje**

## Posouzení - MSP - Deformace

Poměr kvazistalé kombinace k charakteristické kombinaci

$$\frac{G + \psi_2 \cdot Q}{G + Q} = \frac{9,89 + 0,50 \cdot 7,35}{9,89 + 7,35} = 0,79$$

Moment od zatížení kvazistalé kombinace

$$M_{kqp} = 0,79 \cdot M_k$$

$$M_{kqp} = 0,79 \cdot 18,12 = 14,26 \text{ kNm}$$

Průžná deformace od kvazistalé kombinace

$$w_{elqp} = 0,79 \cdot w_{el}$$

$$w_{elqp} = 0,79 \cdot 1,69 = 1,3 \text{ mm}$$

Rozpětí konstrukce

$$l = 2,90 \text{ m}$$

Začátek smršťování (dny)

$$t_{0,s} = 5$$

Prostředí :relativní vlhkost

$$RH = 50\%$$

Vyšetřovaný okamžik (dny)

$$t (25 \text{ let}) = 9 \text{ 125}$$

Začátek dotvarování (dny)

$$t_{0,c} = 28$$

Charakter zatížení

$$\beta = 0,50$$

Obvod prvku vystavený okolnímu prostředí

$$u = 0,98 \text{ m}$$

Součinitel dotvarování pro zatížení

$$\phi_c(t, t_0) = \phi_0 \cdot \beta_c(t, t_0) = 2,87 \cdot 0,99 = 2,83$$

Součinitel dotvarování pro smršťování

$$\phi_s(t, t_0) = \phi_0 \cdot \beta_s(t, t_0) = 3,97 \cdot 0,99 = 3,91$$

Celkové poměrné smršťování

$$\epsilon_{cs} = \epsilon_{cd}(t) + \epsilon_{ca}(t) = 0,000595 + 0,000025 = 0,00062$$

Deformace od dlouhodobého zatížení

Ohybová tuhost betonového průřezu bez výztuže z výpočetního modelu bez uvažování dotvarování

$$E_{cm} \cdot I_c = 30,00 \cdot 312,50 = 9,38 \text{ MNm}^2$$

Ohybová tuhost betonového průřezu s výztuží s uvažovaným dotvarováním

$$E_{c,eff} \cdot I_i = 7,84 \cdot 0,0004259 = 3,34 \text{ MNm}^2$$

$$M_{cr,lt} = 7,71 \text{ kNm} < M_{kqp} = 14,26 \text{ kNm}$$

trhliny se očekávají

Ohybová tuhost průřezu s trhlínami s uvažovaným dotvarováním

$$B = E_{c,eff} \cdot I_i \cdot (1 - \xi) + E_{c,eff} \cdot I_{ir} \cdot \xi$$

$$B = 3,34 \cdot (1 - 0,85) + 1,63 \cdot 0,85 = 1,88 \text{ MNm}^2$$

Průžná deformace do vzniku trhlín

$$w_{el,cr} = w_{elqp} \cdot M_{cr,lt} / M_{kqp} = 1,3 \cdot 7,71 / 14,26 = 0,7 \text{ mm}$$

Deformace do vzniku trhlín s dotvarováním

$$w_{el,cr,\phi} = w_{el,cr} \cdot E_{cm} \cdot I_c / E_{c,eff} \cdot I_i = 0,7 \cdot 9,38 / 3,34 = 2,0 \text{ mm}$$

Průžná deformace po vzniku trhlin

$$w_{el,B} = w_{elqp} - w_{el,cr} = 1,3 - 0,7 = 0,6 \text{ mm}$$

Deformace po vzniku trhlin s dotvarováním

$$w_{el,B,\phi} = w_{el,B} \cdot E_{cm} \cdot l_c / B = 0,61 \cdot 9,38 / 1,88 = 3,0 \text{ mm}$$

$$w_f = w_{el,cr,\phi} + w_{el,B,\phi} = 2,0 + 3,0 = 5,1 \text{ mm}$$

Deformace od smršťování  $k = 0,042$

$$w_{cs} = k \cdot 1/r_{cs} \cdot l^2 = 0,042 \cdot 0,00290 \cdot 2,90^2 = 1,0 \text{ mm}$$

Celková deformace od dlouhodobého zatížení a smršťování

$$w_{lim} = l / 250 = 2,90 / 250$$

$$w_{cel} = w_f + w_{cs} = 5,1 + 1,0$$

$$w_{cel} = 6,1 \text{ mm} < w_{lim} = 11,6 \text{ mm}$$

vyhovuje

Posouzení - MSP - Omezení napětí

Kontrola napětí v betonu

$$\sigma_c = M_k \cdot x / I_{ir} = 14,26 \cdot 0,0904 / 0,000208$$

$$\sigma_c = 6,18 \text{ MPa} < 0,45 \cdot f_{ck} = 0,45 \cdot 20,00 = 9,00 \text{ MPa}$$

vyhovuje

Kontrola napětí ve výztuži

$$\sigma_x = \alpha_e \cdot M_k \cdot (d - x) / I_{ir}$$

$$\sigma_x = 25,51 \cdot 14,26 \cdot 0,124 / 0,000208$$

$$\sigma_x = 215,67 \text{ MPa} < 0,8 \cdot f_{yk} = 0,8 \cdot 500,00 = 400,00 \text{ MPa}$$

vyhovuje

Posouzení - MSP - Trhliny

Moment od celkového zatížení

$$M_k = 18,12 \text{ kNm}$$

$$M_{cr,lt} = 5,99 \text{ kNm}$$

$$M_k = 18,12 \text{ kNm}$$

trhliny se očekávají

$$w_k = 0,22 \text{ mm}$$

$$w_{lim} = 0,40 \text{ mm}$$

šířka trhliny vyhovuje

## 2.15 Návrh a posouzení základového pasu

označení kce ve schématech 10

Návrhový přístup 2

Kombinace 1

: A1 + M1 + R2

Zatížení

charakteristické zatížení

$\gamma_E$

návrhové zatížení

zatěžovací šířka

$$\text{stálé zatížení - střeška 2.NP} \quad 0,89 \cdot 1,80 = 1,60 \text{ kN/m}$$

$$\text{stálé zatížení - strop 1.NP} \quad 2,04 \cdot 1,80 = 3,68 \text{ kN/m}$$

$$\text{stálé zatížení - střeška 1.NP} \quad 0,89 \cdot 0,80 = 0,71 \text{ kN/m}$$

$$\text{stálé zatížení - stěna 2.NP} \quad 0,79 \cdot 3,50 = 2,77 \text{ kN/m}$$

$$\text{stálé zatížení - stěna 1.NP} \quad 4,52 \cdot 2,80 = 12,66 \text{ kN/m}$$

$$\text{svislá síla od stálého zatížení} \quad V_g = 21,41 \text{ kN/m} \quad 1,35 = 28,91 \text{ kN/m}$$

$$\text{prom. zat. - střeška 2.NP} \quad 0,75 \cdot 1,80 = 1,35 \text{ kN/m}$$

$$\text{prom. Zat. - strop 1.NP} \quad 3,00 \cdot 1,80 = 5,40 \text{ kN/m}$$

$$\text{prom. Zat. - střeška 1.NP} \quad 0,75 \cdot 0,80 = 0,60 \text{ kN/m}$$

$$\text{svislá síla od proměnného zatížení} \quad V_q = 7,35 \text{ kN/m} \quad 1,50 = 11,03 \text{ kN/m}$$

$$\text{celková svislá síla} \quad V_q = 28,76 \text{ kN/m} \quad 39,93 \text{ kN/m}$$

$$\text{vodorovná síla od stálého zatížení} \quad H_g = 0,00 \text{ kN/m} \quad 1,35 = 0,00 \text{ kN/m}$$

$$\text{vodorovná síla od proměnného zatížení} \quad H_q = 0,00 \text{ kN/m} \quad 1,50 = 0,00 \text{ kN/m}$$

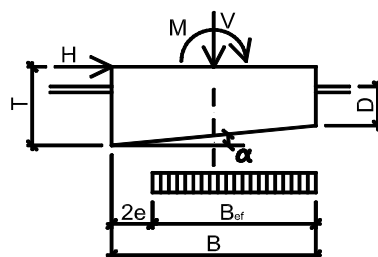
$$\text{celková vodorovná síla} \quad H_q = 0,00 \text{ kN/m} \quad 0,00 \text{ kN/m}$$

$$\text{moment od stálého zatížení} \quad M_g = 0,00 \text{ kNm/m} \quad 1,35 = 0,00 \text{ kNm/m}$$

$$\text{moment od proměnného zatížení} \quad M_q = 0,00 \text{ kNm/m} \quad 1,50 = 0,00 \text{ kNm/m}$$

$$\text{celkový moment} \quad M_q = 0,00 \text{ kNm/m} \quad 0,00 \text{ kNm/m}$$

Návrh základu	šířka základu	B =	0,40 m
	délka základového pasu	L =	43,00 m
	výška základu	T =	1,60 m
	hloubka založení	D =	0,80 m
	plocha základu	A =	0,40 m <sup>2</sup>
	tíha základu	G =	15,36 kN
	sklon základu	α =	0°



#### Excentricita základu - Posouzení základu na ztrátu celkové stability

$$e = \frac{M + H \cdot T}{V + G} = \frac{0,00 + 0,00 \cdot 1,60}{39,93 + 15,36} = 0,00 \text{ m}$$

$$e = 0,00 \text{ m} < \frac{1}{3} \cdot B = \frac{1}{3} \cdot 0,40 = 0,13 \text{ m} \quad \text{vyhovuje}$$

$$B_{\text{ef}} = B - 2 \cdot e = 0,40 - 2 \cdot 0,00 = 0,40 \text{ m}$$

$$A_{\text{ef}} = 0,40 \text{ m}^2$$

#### Parametry základové půdy zemina F4 tuhá CS

jemnozrnná zemina písčítá

$$\varphi_{\text{ud}} = \frac{\varphi_{\text{un}}}{\gamma_{\varphi}} = \frac{0^\circ}{1,00} = 0^\circ$$

$$\varphi_{\text{efd}} = \frac{\varphi_{\text{efn}}}{\gamma_{\varphi}} = \frac{22^\circ}{1,00} = 22^\circ$$

$$\gamma = 18,5 \text{ kg/m}^3$$

$$c_{\text{ud}} = \frac{c_u}{\gamma_c} = \frac{50 \text{ kPa}}{1,00} = 50 \text{ kPa}$$

$$c_{\text{efd}} = \frac{c_{\text{ef}}}{\gamma_c} = \frac{10 \text{ kPa}}{1,00} = 10 \text{ kPa}$$

#### Posouzení základu na únosnost - krátkodobá únosnost - neodvodněné podmínky

$$R/A = \left( \pi + 2 \right) \cdot c_u \cdot b_c \cdot s_c \cdot i_c + q$$

$$R/A = \left( 3,14 + 2 \right) \cdot 50,00 \cdot 1,00 \cdot 1,00 \cdot 1,00 + 14,80$$

$$R/A = 272,4 \text{ kPa}$$

$$\frac{R/A}{\gamma_R} = \frac{272,36}{1,40} = 194,5 \text{ kPa} > \frac{V_q + G}{A_{\text{ef}}} = \frac{39,93 + 15,36}{0,40} = 138,2 \text{ kPa}$$

vyhovuje

#### Posouzení základu na únosnost - dlouhodobá únosnost - odvodněné podmínky

$$R/A = c \cdot N_c \cdot b_c \cdot s_c \cdot i_c$$

$$+ q \cdot N_q \cdot b_q \cdot s_q \cdot i_q$$

$$+ 0,5 \cdot \gamma \cdot B_{\text{ef}} \cdot N_{\gamma} \cdot b_{\gamma} \cdot s_{\gamma} \cdot i_{\gamma}$$

$$R/A = 10,00 \cdot 16,88 \cdot 1,00 \cdot 1,00 \cdot 1,00$$

$$+ 14,80 \cdot 7,82 \cdot 1,00 \cdot 1,00 \cdot 1,00$$

$$+ 0,5 \cdot 18,50 \cdot 0,40 \cdot 5,51 \cdot 1,00 \cdot 1,00 \cdot 1,00$$

$$R/A = 306,0 \text{ kPa}$$

$$\frac{R/A}{\gamma_R} = \frac{306,00}{1,40} = 218,6 \text{ kPa} > \frac{V_q + G}{A_{\text{ef}}} = \frac{39,93 + 15,36}{0,40} = 138,2 \text{ kPa}$$

vyhovuje

### 2.16 Návrh a posouzení excentricity uložení stěny

označení kce ve schématech 11

Geometrie vycházející z předpokladu, že zatížení nesmí vystoupit z jádra průřezu uložení:

$$\frac{T}{2} - X \geq \frac{T - X}{3}$$

$$X \leq \frac{T}{4}$$

Tloušťka stěny

$$T = 380 \text{ mm}$$

$$T/4 = 95 \text{ mm}$$

Vyložení stěny

$$X = 80 \text{ mm}$$

Posouzení

$$80 \text{ mm} \leq 95 \text{ mm}$$

vyhovuje, excentricita nevystoupí z jádra průřezu

