

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

název stavby:	OBNOVA VÝPRAVNÍ BUDOVY, ŽST ČESKÉ VELENICE KONSTRUKCE PODKROVÍ A STŘECHY		
místo stavby:	Revoluční 209, 378 10 České Velenice		
investor:	Správa železniční dopravní cesty, státní organizace Dlážděná 1003/7, 110 00 Praha 1		č.paré:
zodp. projektant:	Ing. Michal Kubalík	vypracoval: Ing. Michal Kubalík	
část dokumentace:	D.2.2.2a) ST - STAVEBNĚ KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ		datum: 8/2019
stup. dokumentace:	DPS - Dokumentace pro provedení stavby		
název přílohy:	STATICKÝ VÝPOČET		číslo přílohy: 10

Obsah	strana
1. Úvod	1
1.1 Identifikační údaje	1
1.2 Podklady	1
1.3 Normy navrhování	2
1.4 Technické pomůcky	2
1.5 Výpočetní technika a programy	2
1.6 Popis výpočtu konstrukce	2
2. Návrh a posouzení konstrukcí střechy krajních částí	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 pozednice nad schodištěm	7
2.5 Návrh a posouzení nárožní krokve	9
2.6 Návrh a posouzení sloupku	12
2.7 Návrh a posouzení ocelového nosníku pod sloupkem - průřez I	12
2.8 Návrh a posouzení ocelového nosníku pod sloupkem - průřez II	15
2.9 Posouzení zdiva v uložení nosníků	17
2.10 Návrh a posouzení výměny nad otvorem ve 2.NP	18
3. Návrh a posouzení konstrukcí střechy podélných částí	21
3.1 Zatížení střechy	21
3.2 Návrh a posouzení krokve	21
3.3 Návrh a posouzení vaznice - průřez I	23
3.4 Návrh a posouzení vaznice - průřez II	26
3.5 Návrh a posouzení úžlabní krokve	28
3.6 Návrh a posouzení sloupku	30
3.7 Návrh a posouzení ocelového nosníku pod sloupkem - průřez I	31
3.8 Návrh a posouzení ocelového nosníku pod sloupkem - průřez II	33
3.9 Návrh a posouzení výměny nad otvorem ve 2.NP	36
4. Návrh a posouzení konstrukcí	39
4.1 Zatížení střechy	39
4.2 Návrh a posouzení krokve	39
4.3 Návrh a posouzení vaznice	41
4.4 Návrh a posouzení nárožní krokve	44
4.5 Návrh a posouzení sloupku	46
4.6 Zatížení podlahy podkroví	47
4.7 Návrh a posouzení podlahového trámu - průřez I	47
4.8 Návrh a posouzení podlahového trámu - průřez II	49
4.9 Návrh a posouzení ocelové výměny pod sloupkem	51
4.10 Návrh a posouzení ocelového nosníku pod sloupkem	53
4.11 Posouzení zdiva v uložení nosníků	56

1. Úvod

1.1 Identifikační údaje:

Stavba: Obnova výpravní budovy, ŽST České Velenice, konstrukce podkroví a střechy
Místo stavby: Revoluční 209, 378 10 České Velenice
Investor: Správa železniční dopravní cesty, 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 Střítěský, Ocelářská 35/1354, 190 00 Praha 9, září 2018

Průzkumy: Osobní prohlídka na místě, srpen 2018
Odborný posudek – laboratorní zpráva, mykologický rozbor vzorků dřeva, výpravní budova, Revoluční 209, 378 10 České Velenice, Ing. Jiří Frankl, Ph.D., poradenská a konzultační činnost ve stavebnictví – biokoroze dřeva a stavebních materiálů, Křepeckého 1531/6, 149 00 Praha 4 – Chodov, únor 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 1993-1-8	Navrhování ocelových konstrukcí, Část 1-8: Navrhování styčníků
ČSN EN 1995-1-1	Navrhování dřevěných konstrukcí, Část 1-1: Obecná pravidla - Společná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
ČSN EN 1996-1-1	Navrhování zděných konstrukcí, Část 1-1: Obecná pravidla pro pozemní stavby – Pravidla pro vyztužené a nevyztužené zděné konstrukce
ČSN EN 206	Beton - Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda
ČSN EN 10080	Ocel pro výtuz do betonu - Svařitelná betonářská ocel - Všeobecně
ČSN EN 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
ČSN 73 1701	Navrhování dřevěných stavebních konstrukcí

1.4 Technické pomůcky

- TP 51 J. Hořejší, J. Šafka: Statické tabulky, SNTL, Praha 1987
- Studnička, Wald: Ocelové konstrukce - Ocelářské tabulky, Vydavatelství ČVUT, Praha, 1996
- www.snehovamapa.cz, Digitální mapa zatížení sněhem na zemi, Český hydrometeorologický ústav
- Wald, Sokol: Navrhování styčníků, Vydavatelství ČVUT, Praha, 1999

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 stavby únosnosti:

EQU	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;
STR	představuje případ vnitřního porušení nebo nadměrného přetvoření konstrukce nebo nosných prvků, kde rozhoduje pevnost materiálů konstrukce;
GEO	je případ poruchy či nadměrného přetvoření základové půdy, při kterém pevnost zeminy a hornin je podstatná pro zajištění únosnosti;
FAT	představuje případ únavového porušení konstrukce nebo nosných prvků.

Popis výpočtu:

Ve statickém posouzení jsou navrženy a posouzeny typické prvky konstrukce střechy a podkroví pro mezní stav únosnosti (STR) a na mezní stav použitelnosti.

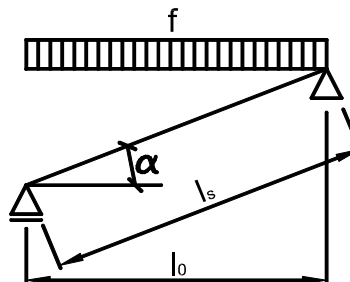
2. Návrh a posouzení konstrukcí střechy krajních částí

2.1 Zatížení střechy

Skladba střechy		tloušťka	objemová tíha	charakteristické	γ_G	návrhové
krytina				0,10 kN/m ²	1,35	0,14 kN/m ²
základ		0,025	7,00	= 0,18 kN/m ²	1,35	0,24 kN/m ²
tíha konstrukce				0,25 kN/m ²	1,35	0,34 kN/m ²
g ₁ celkem stálé zatížení - šikmý průmět				0,53 kN/m ²	1,35	0,71 kN/m ²
g celkem stálé zatížení - svislý průmět		0,53 / cos 40°		= 0,69 kN/m ²	1,35	0,93 kN/m ²
Užitné zatížení				charakteristické	γ_Q	návrhové
q užitné zatížení	kategorie H	nepřístupná střecha		0,75 kN/m ²	1,50	1,13 kN/m ²
Zatížení sněhem						
Tvarový součinitel pro pultové a sedlové střechy v případě pokud není bráněno sklouzávání sněhu ze střechy						
sklon střechy	$\alpha = 40,00^\circ$	$\mu_1 = 0,53$				
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				$s_k = 1,14 \text{ kN/m}^2$		
	μ_i	C_e	C_t	s_k	γ_Q	
s sníh	0,53	1,00	1,00	1,14	= 0,61 kN/m ²	1,50 0,91 kN/m ²
rozhodující je užitné zatížení						

2.2 Návrh a posouzení krokve

Zatížení										Kombinace zatížení jako méně příznivá kombinace z následujících dvou výrazů									
$\gamma_G = 1,35$					$\gamma_Q = 1,50$					$\psi_{0,1} = 0,50$					$\xi_1 = 0,85$				
Kombinace 1					$\gamma_Q \cdot \psi_{0,1} = 1,50 \cdot 0,50 = 0,75$														
					zatěžovací šířka					γ_G									
g_1 stálé zatížení					0,69 · 1,00 = 0,69 kN/m					1,35					0,93 kN/m				
										$\gamma_Q \cdot \psi_{0,1}$									
q_1 proměnné zatížení					0,75 · 1,00 = 0,75 kN/m					0,75					0,56 kN/m				
f_1 celkové zatížení					1,44 kN/m					1,04					1,49 kN/m				
Kombinace 2					$\xi_1 \cdot \gamma_G = 0,85 \cdot 1,35 = 1,15$														
					zatěžovací šířka					$\xi_1 \cdot \gamma_G$									
g_2 stálé zatížení					0,69 · 1,00 = 0,69 kN/m					1,15					0,79 kN/m				
										γ_Q									
q_2 proměnné zatížení					0,75 · 1,00 = 0,75 kN/m					1,50					1,13 kN/m				
f_2 celkové zatížení					1,44 kN/m					1,33					1,91 kN/m				
Rozhodující kombinace:																			
kombinace 2																			
Schéma konstrukce																			
rozpětí konstrukce										$l_0 = 3,45 \text{ m}$									
úhel sklonu										$\alpha = 40^\circ$									
délka nosníku										$l_s = 4,50 \text{ m}$									
Vnitřní síly a reakce																			
$M = 1/8 \cdot f \cdot l_0^2$																			
$M_g = 1/8 \cdot 0,69 \cdot 3,45^2 = 1,02 \text{ kNm}$					1,15					=					1,17 kNm				
$M_q = 1/8 \cdot 0,75 \cdot 3,45^2 = 1,12 \text{ kNm}$					1,50					=					1,67 kNm				
celkový moment					$M_f = 2,14 \text{ kNm}$					1,33					2,84 kNm				



$R =$	$1/2 \cdot f \cdot l_0$						
$R_g =$	$1/2 \cdot 0,69 \cdot 3,45$	$=$	$1,18 \text{ kN}$	$1,15$	$=$	$1,36 \text{ kN}$	
$R_q =$	$1/2 \cdot 0,75 \cdot 3,45$	$=$	$1,29 \text{ kN}$	$1,50$	$=$	$1,94 \text{ kN}$	
celková reakce			$R_f =$	2,48 kN	1,33	3,30 kN	
$N =$	$R \cdot \sin \alpha$						
$N_g =$	$1,18 \cdot \sin 40^\circ$	$=$	$0,76 \text{ kN}$	$1,15$	$=$	$0,87 \text{ kN}$	
$N_q =$	$1,29 \cdot \sin 40^\circ$	$=$	$0,83 \text{ kN}$	$1,50$	$=$	$1,25 \text{ kN}$	
celková normálová síla			$N_f =$	1,59 kN	1,33	2,12 kN	
$V =$	$R \cdot \cos \alpha$						
$V_g =$	$1,18 \cdot \cos 40^\circ$	$=$	$0,91 \text{ kN}$	$1,15$	$=$	$1,04 \text{ kN}$	
$V_q =$	$1,29 \cdot \cos 40^\circ$	$=$	$0,99 \text{ kN}$	$1,50$	$=$	$1,49 \text{ kN}$	
celková posouvající síla			$V_f =$	1,90 kN	1,33	2,53 kN	

Pružné deformace

$$w_g = \frac{5}{48} \cdot \frac{M_q}{E \cdot I} \cdot l_s^2 = \frac{5}{48} \cdot \frac{1,02}{10,00} \cdot 4,50^2 = 5,5 \text{ mm}$$

$$w_q = \frac{5}{48} \cdot \frac{M_q}{E \cdot I} \cdot l_s^2 = \frac{5}{48} \cdot \frac{1,12}{10,00} \cdot 4,50^2 = 6,1 \text{ mm}$$

Zatížení	moment k ose y	$M_{yd} = 2,84 \text{ kNm}$	moment k ose z	$M_{zd} = 0,00 \text{ kNm}$
	normálová síla	$N_d = 2,12 \text{ kN}$	posouvající síla	$V_d = 2,53 \text{ kN}$

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	$b = 80 \text{ mm}$		$\beta_c = 0,20$

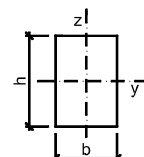
výška průřezu $h = 180 \text{ mm}$

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	$l = 4,50 \text{ m}$	Podmínky
-----------	---------------	----------------------	----------

vzpěrná délka k ose y-y $l_{cr,y} = 4,50 \text{ m}$

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

vzpěr nezajištěn

vzpěr nezajištěn

Posouzení - MSÚ - Kombinace tlaku a ohybu

Součinitelé vzpěrnosti

$k_{cy} = 0,38$

$k_{cz} = 0,85$

Návrhové pevnosti

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

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

$\frac{N_d}{k_{cy} \cdot A \cdot f_{c,0,d}}$	+	$\frac{M_{yd}}{W_y \cdot f_{m,d}}$	+	$\frac{k_m \cdot M_{zd}}{W_z \cdot f_{m,d}}$
$\frac{2,12}{0,38 \cdot 14,40 \cdot 12,31}$	+	$\frac{2,84}{432,00 \cdot 13,54}$	+	$\frac{0,70 \cdot 0,00}{192,00 \cdot 13,54}$
podmínka kombinace 1		0,03 + 0,49 + 0,00		= 0,52 < 1,00

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

$$\frac{2,12}{0,85 \cdot 14,40 \cdot 12,31} + \frac{0,70 \cdot 2,84}{432,00 \cdot 13,54} + \frac{0,00}{192,00 \cdot 13,54}$$

podmínka kombinace 2 **0,01 + 0,34 + 0,00 = 0,35 < 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

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

$$\frac{3 \cdot V_d}{2 \cdot A_{ef} \cdot f_{v,d}} = \frac{3 \cdot 2,53}{2 \cdot 9,65 \cdot 1,48} = 0,27 < 1,00$$

vyhovuje

Posouzení - MSP - Deformace

Okamžitý průhyb od stálých zatížení $w_{inst,g} = 5,5 \text{ mm}$

Okamžitý průhyb od proměnného zatížení $w_{inst,q} = 6,1 \text{ mm}$

Celkový okamžitý průhyb $w_{inst,f} = 11,6 \text{ mm}$

součinitel pro kvazistatou hodnotu proměnného zatížení: **střecha** $\psi_{2,q} = 0,0$

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

Okamžitý průhyb

$$w_{inst,f} = 11,6 \text{ mm} < w_{lim,inst} = \frac{l}{300} = \frac{4504}{300} = 15,0 \text{ mm}$$

vyhovuje

Konečný průhyb

Konečný průhyb od stálých zatížení

$$w_{fin,g} = w_{inst,g} \cdot \left(1 + \frac{k_{def}}{1} \right) = 5,5 \cdot \left(1 + \frac{0,80}{1} \right) = 10,0 \text{ mm}$$

Konečný průhyb od proměnného zatížení

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

Celkový konečný průhyb

$$w_{fin,f} = 16,0 \text{ mm}$$

$$w_{fin,f} = 16,0 \text{ mm} < w_{lim,fin} = \frac{l}{250} = \frac{4504}{250} = 18,0 \text{ mm}$$

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

g₁ stálé zatížení $0,69 \cdot 4,20 = 2,88 \text{ kN/m}$ $\gamma_G = 1,35$ $3,89 \text{ kN/m}$

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

f₁ celkové zatížení **6,03 kN/m** **1,04** **6,25 kN/m**

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

g₂ stálé zatížení $0,69 \cdot 4,20 = 2,88 \text{ kN/m}$ $\xi_1 \cdot \gamma_G = 1,15$ $3,30 \text{ kN/m}$

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

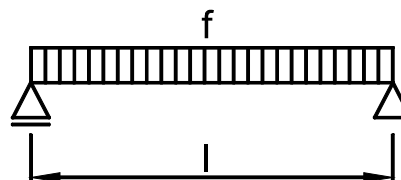
f₂ celkové zatížení **6,03 kN/m** **1,33** **8,03 kN/m**

Rozhodující kombinace: kombinace 2

Schéma konstrukce

rozpětí konstrukce

$$l = 3,90 \text{ m}$$



Vnitřní síly a reakce

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

$$M_g = \frac{1}{8} \cdot 2,88 \cdot 3,90^2 = 5,47 \text{ kNm} \quad 1,15 = 6,28 \text{ kNm}$$

$$M_q = \frac{1}{8} \cdot 3,15 \cdot 3,90^2 = 5,99 \text{ kNm} \quad 1,50 = 8,98 \text{ kNm}$$

celkový moment $M_f = 11,46 \text{ kNm} \quad 1,33 = 15,26 \text{ kNm}$

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

$$V_g = \frac{1}{2} \cdot 2,88 \cdot 3,90 = 5,61 \text{ kN} \quad 1,15 = 6,44 \text{ kN}$$

$$V_q = \frac{1}{2} \cdot 3,15 \cdot 3,90 = 6,14 \text{ kN} \quad 1,50 = 9,21 \text{ kN}$$

celková posouvající síla a reakce $V_f = 11,76 \text{ kN} \quad 1,33 = 15,65 \text{ kN}$

Posouzení - MSP - Deformace

$$w_g = \frac{5}{48} \cdot \frac{M_g}{E} \cdot \frac{l^2}{I} = \frac{5}{48} \cdot \frac{5,47}{10,00} \cdot \frac{3,90^2}{161,28}$$

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

$$w_q = \frac{5}{48} \cdot \frac{M_q}{E} \cdot \frac{l^2}{I} = \frac{5}{48} \cdot \frac{5,99}{10,00} \cdot \frac{3,90^2}{161,28}$$

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

Zatížení moment k ose y $M_{yd} = 15,26 \text{ kNm}$ posouvající síla $V_d = 15,65 \text{ kN}$

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

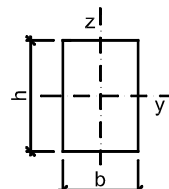
šířka průřezu $b = 140 \text{ mm}$

výška průřezu $h = 240 \text{ mm}$

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 $l = 3,90 \text{ m}$

Podmínky

délka nosníku nezajištěná proti příčné a torzní nestabilitě

klopení nezajištěné

$$l_t = 3,90 \text{ m}$$

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

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

$$\frac{M_{yd}}{k_{crit} \cdot W_y \cdot f_{m,d}} = \frac{15,26}{1,00 \cdot 1344,00 \cdot 13,54} = 0,84 < 1,00$$

vyhovuje

Posouzení - MSÚ - Smyk

$$\begin{aligned} \text{součinitel vlivu vysušených trhlín} \quad k_{cr} &= 0,67 \\ \text{efektivní šířka průřezu} \quad b_{ef} &= k_{cr} \cdot b = 0,67 \cdot 140,00 = 94 \text{ mm} \\ \text{efektivní plocha} \quad A_{ef} &= 22,51 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^2 \end{aligned}$$

Návrhové pevnosti

$$\begin{aligned} f_{v,d} &= \frac{k_{mod} \cdot f_{v,k}}{\gamma_M} = \frac{0,80 \cdot 2,40}{1,30} = 1,48 \text{ MPa} \\ \frac{3 \cdot V_d}{2 \cdot A_{ef} \cdot f_{v,d}} &= \frac{3 \cdot 15,65}{2 \cdot 22,51 \cdot 1,48} = 0,71 < 1,00 \\ &\text{vyhovuje} \end{aligned}$$

Posouzení - MSP - Deformace

$$\begin{aligned} \text{Okamžitý průhyb od stálých zatížení} \quad w_{inst,g} &= 5,4 \text{ mm} \\ \text{Okamžitý průhyb od proměnného zatížení} \quad w_{inst,q} &= 5,9 \text{ mm} \\ \text{Celkový okamžitý průhyb} \quad w_{inst,f} &= 11,3 \text{ mm} \\ \text{součinitel pro kvazistatou hodnotu proměnného zatížení:} \quad \text{střecha} \quad \psi_{2,q} &= 0,0 \\ \text{modifikační součinitel deformace} \quad k_{def} &= 0,80 \end{aligned}$$

Okamžitý průhyb

$$w_{inst,f} = 11,3 \text{ mm} < w_{lim,inst} = \frac{l}{300} = \frac{3900}{300} = 13,0 \text{ mm} \quad \text{vyhovuje}$$

Konečný průhyb

Konečný průhyb od stálých zatížení

$$w_{fin,g} = w_{inst,g} \cdot \left(1 + k_{def} \right) = 5,4 \cdot (1 + 0,80) = 9,7 \text{ mm}$$

Konečný průhyb od proměnného zatížení

$$w_{fin,q} = w_{inst,q} \cdot \left(1 + \psi_{2,q} \cdot k_{def} \right) = 5,9 \cdot (1 + 0,0 \cdot 0,80) = 5,9 \text{ mm}$$

Celkový konečný průhyb

$$w_{fin,f} = 15,6 \text{ mm} < w_{lim,fin} = \frac{l}{250} = \frac{3900}{250} = 15,6 \text{ mm} \quad \text{vyhovuje}$$

2.4 Návrh a posouzení pozednice nad schodištěm

Zatížení Kombinace zatížení jako méně příznivá kombinace z následujících dvou výrazů

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

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

$$\begin{aligned} &\text{zatěžovací šířka} \quad \gamma_G \\ g_1 \text{ stálé zatížení} &0,69 \cdot 1,75 = 1,20 \text{ kN/m} \quad 1,35 \quad 1,62 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &\gamma_Q \cdot \psi_{0,1} \\ q_1 \text{ proměnné zatížení} &0,75 \cdot 1,75 = 1,31 \text{ kN/m} \quad 0,75 \quad 0,98 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

$$f_1 \text{ celkové zatížení} \quad 2,51 \text{ kN/m} \quad 1,04 \quad 2,60 \text{ kN/m}$$

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

$$\begin{aligned} &\text{zatěžovací šířka} \quad \xi_1 \cdot \gamma_G \\ g_2 \text{ stálé zatížení} &0,69 \cdot 1,75 = 1,20 \text{ kN/m} \quad 1,15 \quad 1,38 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &\gamma_Q \\ q_2 \text{ proměnné zatížení} &0,75 \cdot 1,75 = 1,31 \text{ kN/m} \quad 1,50 \quad 1,97 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

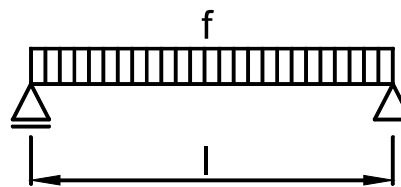
$$f_2 \text{ celkové zatížení} \quad 2,51 \text{ kN/m} \quad 1,33 \quad 3,34 \text{ kN/m}$$

Rozhodující kombinace: kombinace 2

Schéma konstrukce

rozpětí konstrukce

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



Vnitřní síly a reakce

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

$$M_g = \frac{1}{8} \cdot 1,20 \cdot 3,60^2 = 1,94 \text{ kNm} \quad 1,15 = 2,23 \text{ kNm}$$

$$M_q = \frac{1}{8} \cdot 1,31 \cdot 3,60^2 = 2,13 \text{ kNm} \quad 1,50 = 3,19 \text{ kNm}$$

$$\text{celkový moment} \quad M_f = 4,07 \text{ kNm} \quad 1,33 = 5,42 \text{ kNm}$$

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

$$V_g = \frac{1}{2} \cdot 1,20 \cdot 3,60 = 2,16 \text{ kN} \quad 1,15 = 2,48 \text{ kN}$$

$$V_q = \frac{1}{2} \cdot 1,31 \cdot 3,60 = 2,36 \text{ kN} \quad 1,50 = 3,54 \text{ kN}$$

$$\text{celková posouvající síla a reakce} \quad V_f = 4,52 \text{ kN} \quad 1,33 = 6,02 \text{ kN}$$

Posouzení - MSP - Deformace

$$w_g = \frac{5}{48} \cdot \frac{M_g}{E \cdot I} = \frac{5}{48} \cdot \frac{1,94}{10,00 \cdot 66,67}$$

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

$$w_q = \frac{5}{48} \cdot \frac{M_q}{E \cdot I} = \frac{5}{48} \cdot \frac{2,13}{10,00 \cdot 66,67}$$

$$w_q = 4,3 \text{ mm}$$

$$\text{Zatížení} \quad \text{moment k ose y} \quad M_{yd} = 5,42 \text{ kNm} \quad \text{posouvající síla} \quad V_d = 6,02 \text{ kN}$$

Prostředí - třída provozu

2

Třída trvání zatížení

střednědobé

Návrh průřezu a dřeva

$$\text{Dřevo} \quad \text{typ dřeva} \quad \text{rostlé dřevo} \quad E_{0, \text{mean}} = 10,00 \text{ GPa} \quad f_{m, k} = 22,00 \text{ MPa}$$

$$\text{třída dřeva} \quad \text{C22} \quad E_{0, 05} = 6,70 \text{ GPa} \quad f_{v, k} = 2,40 \text{ MPa}$$

$$\text{modifikační součinitel} \quad k_{\text{mod}} = 0,80 \quad \gamma_M = 1,30$$

Průřez

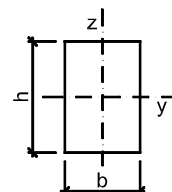
$$\text{šířka průřezu} \quad b = 100 \text{ mm}$$

$$\text{výška průřezu} \quad h = 200 \text{ mm}$$

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

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

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



Geometrie

$$\text{délka nosníku} \quad l = 3,60 \text{ m}$$

Podmínky

délka nosníku nezajištěná proti příčné a torzní nestabilitě

klopení nezajištěné

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

Posouzení - MSÚ - Ohyb s příčnou a torzní stabilitou

Součinitel příčné a torzní stability

$$\text{typ nosníku} \quad \text{prostě podepřený} \quad \text{typ zatížení} \quad \text{spojité zatížení}$$

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

Návrhové pevnosti

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

$$\frac{M_{yd}}{k_{\text{crit}} \cdot W_y \cdot f_{m, d}} = \frac{5,42}{1,00 \cdot 666,67 \cdot 13,54} = 0,60 < 1,00$$

vyhovuje

Posouzení - MSÚ - Smyk

$$\begin{aligned} \text{součinitel vlivu vysušených trhlín} \quad k_{cr} &= 0,67 \\ \text{efektivní šířka průřezu} \quad b_{ef} &= k_{cr} \cdot b = 0,67 \cdot 100,00 = 67 \text{ mm} \\ \text{efektivní plocha} \quad A_{ef} &= 13,40 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^2 \end{aligned}$$

Návrhové pevnosti

$$\begin{aligned} f_{v,d} &= \frac{k_{mod} \cdot f_{v,k}}{\gamma_M} = \frac{0,80 \cdot 2,40}{1,30} = 1,48 \text{ MPa} \\ \frac{3 \cdot V_d}{2 \cdot A_{ef} \cdot f_{v,d}} &= \frac{3 \cdot 6,02}{2 \cdot 13,40 \cdot 1,48} = 0,46 < 1,00 \end{aligned}$$

vyhovuje

Posouzení - MSP - Deformace

$$\begin{aligned} \text{Okamžitý průhyb od stálých zatížení} \quad w_{inst,g} &= 3,9 \text{ mm} \\ \text{Okamžitý průhyb od proměnného zatížení} \quad w_{inst,q} &= 4,3 \text{ mm} \\ \text{Celkový okamžitý průhyb} \quad w_{inst,f} &= 8,2 \text{ mm} \\ \text{součinitel pro kvazistatou hodnotu proměnného zatížení:} \quad \text{sníh } H < 1000 \quad \psi_{2,q} &= 0,0 \\ \text{modifikační součinitel deformace} \quad k_{def} &= 0,80 \end{aligned}$$

Okamžitý průhyb

$$w_{inst,f} = 8,2 \text{ mm} < w_{lim,inst} = \frac{l}{300} = \frac{3600}{300} = 12,0 \text{ mm}$$

vyhovuje

Konečný průhyb

Konečný průhyb od stálých zatížení

$$w_{fin,g} = w_{inst,g} \cdot \left(1 + k_{def} \right) = 3,9 \cdot (1 + 0,80) = 7,1 \text{ mm}$$

Konečný průhyb od proměnného zatížení

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

Celkový konečný průhyb

$$w_{fin,f} = 11,4 \text{ mm} < w_{lim,fin} = \frac{l}{250} = \frac{3600}{250} = 14,4 \text{ mm}$$

vyhovuje

2.5 Návrh a posouzení nárožní krokve

Zatížení Kombinace zatížení jako méně příznivá kombinace z následujících dvou výrazů

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

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

zatěžovací šířka

g₁ stálé zatížení $0,69 \cdot 3,45 = 2,36 \text{ kN/m}$ $\gamma_G = 1,35$ $3,19 \text{ kN/m}$

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

q₁ proměnné zatížení $0,75 \cdot 3,45 = 2,59 \text{ kN/m}$ $1,05$ $2,72 \text{ kN/m}$

f₁ celkové zatížení **4,95 kN/m** **1,19** **5,91 kN/m**

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

zatěžovací šířka

$\xi_1 \cdot \gamma_G$

g₂ stálé zatížení $0,69 \cdot 3,45 = 2,36 \text{ kN/m}$ $1,15$ $2,71 \text{ kN/m}$

γ_Q

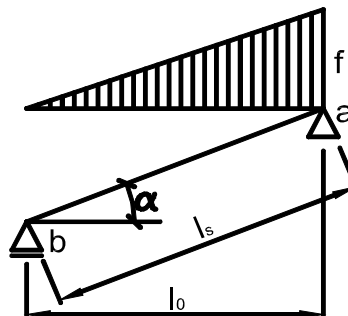
q₂ proměnné zatížení $0,75 \cdot 3,45 = 2,59 \text{ kN/m}$ $1,50$ $3,88 \text{ kN/m}$

f₂ celkové zatížení **4,95 kN/m** **1,33** **6,59 kN/m**

Rozhodující kombinace: kombinace 2

Schéma konstrukce

rozpětí krokve	$l_k = 3,45 \text{ m}$
úhel sklonu krokve	$\alpha_k = 40^\circ$
úhel svírající běžná a nárožní krokve	$\beta = 45^\circ$
rozpětí konstrukce	$l_0 = 4,88 \text{ m}$
úhel sklonu	$\alpha = 30,68^\circ$
délka nosníku	$l_s = 5,67 \text{ m}$



Vnitřní síly a reakce

$M =$	$61/951 \cdot f \cdot l_0^2$					
$M_g =$	$61/951 \cdot 2,36 \cdot 4,88^2$	$=$	$3,61 \text{ kNm}$	$1,15$	$=$	$4,14 \text{ kNm}$
$M_q =$	$61/951 \cdot 2,59 \cdot 4,88^2$	$=$	$3,95 \text{ kNm}$	$1,50$	$=$	$5,93 \text{ kNm}$
celkový moment	$M_f =$	$7,56 \text{ kNm}$	$1,33$			$10,07 \text{ kNm}$
$R_b =$	$1/6 \cdot f \cdot l_0$					
$R_{b,g} =$	$1/6 \cdot 2,36 \cdot 4,88$	$=$	$1,92 \text{ kN}$	$1,15$	$=$	$2,21 \text{ kN}$
$R_{b,q} =$	$1/6 \cdot 2,59 \cdot 4,88$	$=$	$2,10 \text{ kN}$	$1,50$	$=$	$3,16 \text{ kN}$
celková reakce v podpoře B	$R_b =$	$4,03 \text{ kN}$	$1,33$			$5,36 \text{ kN}$
$R_a =$	$1/3 \cdot f \cdot l_0$					
$R_{a,g} =$	$1/3 \cdot 2,36 \cdot 4,88$	$=$	$3,85 \text{ kN}$	$1,15$	$=$	$4,41 \text{ kN}$
$R_{a,q} =$	$1/3 \cdot 2,59 \cdot 4,88$	$=$	$4,21 \text{ kN}$	$1,50$	$=$	$6,31 \text{ kN}$
celková reakce v podpoře A	$R_a =$	$8,05 \text{ kN}$	$1,33$			$10,72 \text{ kN}$
$N_a =$	$R_a \cdot \sin \alpha$					
$N_{a,g} =$	$3,85 \cdot \sin 31^\circ$	$=$	$1,96 \text{ kN}$	$1,15$	$=$	$2,25 \text{ kN}$
$N_{a,q} =$	$4,21 \cdot \sin 31^\circ$	$=$	$2,15 \text{ kN}$	$1,50$	$=$	$3,22 \text{ kN}$
celková normálová síla na pravé straně	$N_f =$	$4,11 \text{ kN}$	$1,33$			$5,47 \text{ kN}$
$V_a =$	$R_a \cdot \cos \alpha$					
$V_{a,g} =$	$3,85 \cdot \cos 31^\circ$	$=$	$3,31 \text{ kN}$	$1,15$	$=$	$3,79 \text{ kN}$
$V_{a,q} =$	$4,21 \cdot \cos 31^\circ$	$=$	$3,62 \text{ kN}$	$1,50$	$=$	$5,43 \text{ kN}$
celková posouvající síla na pravé straně	$V_f =$	$6,93 \text{ kN}$	$1,33$			$9,22 \text{ kN}$

Pružné deformace

$w_g =$	$\frac{37}{364} \cdot \frac{M_q}{E} \cdot \frac{l_s^2}{I}$	$=$	$\frac{37}{364} \cdot \frac{3,61}{10,00} \cdot \frac{5,67^2}{161,28}$
$w_g =$	$7,3 \text{ mm}$		
$w_q =$	$\frac{37}{364} \cdot \frac{M_q}{E} \cdot \frac{l_s^2}{I}$	$=$	$\frac{37}{364} \cdot \frac{3,95}{10,00} \cdot \frac{5,67^2}{161,28}$
$w_q =$	$8,0 \text{ mm}$		

Zatížení	moment k ose y	$M_{yd} = 10,07 \text{ kNm}$	moment k ose z	$M_{zd} = 0,00 \text{ kNm}$
	normálová síla	$N_d = 5,47 \text{ kN}$	posouvající síla	$V_d = 9,22 \text{ kN}$

Prostředí - třída provozu

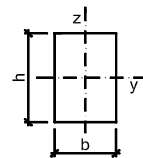
2

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	$b = 140 \text{ mm}$		$\beta_c = 0,20$
	výška průřezu	$h = 240 \text{ mm}$		
	plocha	$A = 33,60 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^2$		
	moment setrvačnosti	$I_y = 161,28 \cdot 10^6 \cdot \text{mm}^4$		
	poloměr setrvačnosti	$i_y = 69,28 \text{ mm}$		
	průřezový modul	$W_y = 1344,00 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^3$		



$i_z =$	$40,41 \text{ mm}$
$W_z =$	$784,00 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^3$

Geometrie		délka nosníku	$l =$	5,67 m	Podmínky
		vzpěrná délka k ose y-y	$l_{cr,y} =$	5,67 m	vzpěr nezajištěn
		vzpěrná délka k ose z-z	$l_{cr,z} =$	1,00 m	vzpěr nezajištěn
Posouzení - MSÚ - Kombinace tlaku a ohybu					
Součinitelé vzpěrnosti					
		$k_{cy} =$	0,41	$k_{cz} =$	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 MPa	
		$f_{m,d} =$	$\frac{k_{mod} \cdot f_{m,k}}{\gamma_M} = \frac{0,80 \cdot 22,00}{1,30} =$	13,54 MPa	
		$\frac{N_d}{k_{cy} \cdot A \cdot f_{c,0,d}} + \frac{M_{yd}}{W_y \cdot f_{m,d}} + \frac{k_m \cdot M_{zd}}{W_z \cdot f_{m,d}}$			
		$\frac{5,47}{0,41 \cdot 33,60 \cdot 12,31} + \frac{10,07}{1344,00 \cdot 13,54} + \frac{0,70 \cdot 0,00}{784,00 \cdot 13,54}$			
podmínka kombinace 1		0,03 + 0,55 + 0,00 = 0,59	< 1,00		
		$\frac{N_d}{k_{cz} \cdot A \cdot f_{c,0,d}} + \frac{k_m \cdot M_{yd}}{W_y \cdot f_{m,d}} + \frac{M_{zd}}{W_z \cdot f_{m,d}}$			
		$\frac{5,47}{0,97 \cdot 33,60 \cdot 12,31} + \frac{0,70 \cdot 10,07}{1344,00 \cdot 13,54} + \frac{0,00}{784,00 \cdot 13,54}$			
podmínka kombinace 2		0,01 + 0,39 + 0,00 = 0,40	< 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 mm	
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 MPa	
		$\frac{3 \cdot V_d}{2 \cdot A_{ef} \cdot f_{v,d}} = \frac{3 \cdot 9,22}{2 \cdot 22,51 \cdot 1,48} =$	0,42	<	1,00
vyhovuje					
Posouzení - MSP - Deformace					
Okamžitý průhyb od stálých zatížení		$w_{inst,g} =$	7,3 mm		
Okamžitý průhyb od proměnného zatížení		$w_{inst,q} =$	8,0 mm		
Celkový okamžitý průhyb		$w_{inst,f} =$	15,3 mm		
součinitel pro kvazistalou hodnotu proměnného zatížení:		střecha	$\psi_{2,q} =$	0,0	
modifikační součinitel deformace		$k_{def} =$	0,80		
Okamžitý průhyb					
$w_{inst,f} = 15,3 \text{ mm} < w_{lim,inst} = \frac{l}{300} = \frac{5673}{300} = 18,9 \text{ mm}$					
vyhovuje					
Konečný průhyb					
Konečný průhyb od stálých zatížení		$w_{fin,g} = w_{inst,g} \cdot \left(\frac{1}{7,3} + \frac{k_{def}}{0,80} \right) =$	13,2 mm		
Konečný průhyb od proměnného zatížení		$w_{fin,q} = w_{inst,q} \cdot \left(\frac{1}{8,0} + \frac{\psi_{2,q} \cdot k_{def}}{0,0 \cdot 0,80} \right) =$	8,0 mm		
Celkový konečný průhyb		$w_{fin,f} =$	21,2 mm		
$w_{fin,f} = 21,2 \text{ mm} < w_{lim,fin} = \frac{l}{250} = \frac{5673}{250} = 22,7 \text{ mm}$					
vyhovuje					

2.6 Návrh a posouzení sloupku

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

G₁ stálé zatížení $0,69 \cdot 4,50 \cdot 4,20 = 12,95 \text{ kN}$ $\gamma_G = 1,35$ 17,49 kN

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

Q₁ proměnné zatížení $0,75 \cdot 4,50 \cdot 4,20 = 14,18 \text{ kN}$ $1,05$ 14,88 kN

F₁ celkové zatížení **27,13 kN** **1,19** **32,37 kN**

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

$$\xi_1 \cdot \gamma_G$$

G₂ stálé zatížení $0,69 \cdot 4,50 \cdot 4,20 = 12,95 \text{ kN}$ $1,15$ 14,86 kN

$$\gamma_Q$$

Q₂ proměnné zatížení $0,75 \cdot 4,50 \cdot 4,20 = 14,18 \text{ kN}$ $1,50$ 21,26 kN

F₂ celkové zatížení **27,13 kN** **1,33** **36,13 kN**

Rozhodující kombinace: kombinace 2

$$N_d = F_{\max} = 36,13 \text{ kN}$$

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

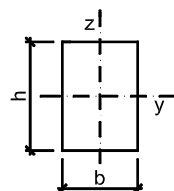
Průřez šířka průřezu $b = 140 \text{ mm}$

výška průřezu $h = 140 \text{ mm}$

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

poloměr setrvačnosti k ose y $i_y = 40,41 \text{ mm}$

poloměr setrvačnosti k ose z $i_z = 40,41 \text{ mm}$



Geometrie výška sloupu $l = 3,50 \text{ m}$

vzpěrná délka k ose y-y $l_{cr,y} = 3,50 \text{ m}$

vzpěrná délka k ose z-z $l_{cr,z} = 3,50 \text{ m}$

Posouzení - MSÚ - Tlak

$$k_{cy} = 0,38 \quad k_{cz} = 0,38 \quad k_{cmin} = 0,38 \quad \text{rozhoduje vzpěr k ose z}$$

Návrhové pevnosti

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

$$\frac{N_d}{k_{cmin} \cdot A \cdot f_{c,0,d}} = \frac{36,13}{0,38 \cdot 19,60 \cdot 12,31} = 0,40 < 1,00$$

vyhovuje

2.7 Návrh a posouzení ocelového nosníku pod sloupkem - průřez I

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

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

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

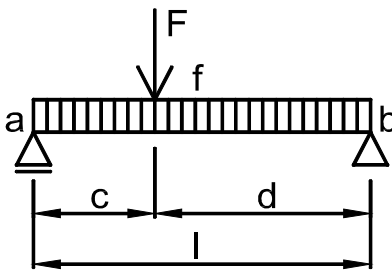
$$\gamma_G$$

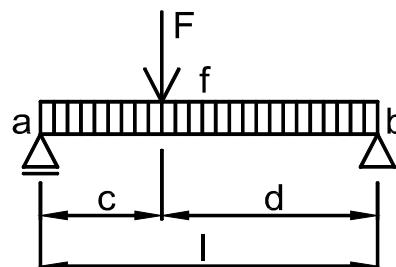
g₁ stálé zatížení - vlastní tíha **0,60 kN/m** $1,35$ 0,81 kN/m

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

q₁ proměnné zatížení **0,00 kN/m** $1,05$ 0,00 kN/m

f₁ 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	
		$\xi_1 \cdot \gamma_G$					
g ₂ stálé zatížení		0,60 kN/m	1,15	0,69 kN/m			
			γ_Q				
q ₂ proměnné zatížení		0,00 kN/m	1,50	0,00 kN/m			
f ₂ 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		zatěžovací plocha		γ_G			
G ₁ stálé zatížení		0,69 \cdot 4,50 \cdot 4,20	=	12,95 kN	1,35	17,49 kN	
					$\gamma_Q \cdot \Psi_{0,1}$		
Q ₁ proměnné zatížení		0,75 \cdot 4,50 \cdot 4,20	=	14,18 kN	1,05	14,88 kN	
F ₁ celkové zatížení			27,13 kN		1,19	32,37 kN	
Kombinace 2		zatěžovací plocha		$\xi_1 \cdot \gamma_G$			
G ₂ stálé zatížení		0,69 \cdot 4,50 \cdot 4,20	=	12,95 kN	1,15	14,86 kN	
					γ_Q		
Q ₂ proměnné zatížení		0,75 \cdot 4,50 \cdot 4,20	=	14,18 kN	1,50	21,26 kN	
F ₂ celkové zatížení			27,13 kN		1,33	36,13 kN	
Rozhodující kombinace pro spojitě zatížení:				kombinace 1			
Rozhodující kombinace pro osamělé břemeno:				kombinace 2			
Schéma konstrukce							
geometrie konstrukce		c = 3,18 m					
l = 6,35 m		d = 3,18 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 0,60 \cdot 10,08	=	3,02 kNm	1,35	=	4,08 kNm
M _{F,g} =		12,95 \cdot 10,08 / 6,35	=	20,56 kNm	1,15	=	23,60 kNm
moment od stálého zatížení		M _{f,F,g} =	23,59 kNm	1,17	27,68 kNm		
M _{f,q} =		1/2 \cdot 0,00 \cdot 10,08	=	0,00 kNm	1,05	=	0,00 kNm
M _{F,q} =		14,18 \cdot 10,08 / 6,35	=	22,50 kNm	1,50	=	33,75 kNm
moment od proměnného zatížení		M _{f,F,q} =	22,50 kNm	1,50	33,75 kNm		
moment v místě síly F		M _{f,F} =	46,09 kNm	1,33	61,43 kNm		
V _f =		1/2 \cdot f \cdot l					
V _F =		F \cdot d / l					
V _{f,g} =		1/2 \cdot 0,60 \cdot 6,35	=	1,91 kN	1,35	=	2,57 kN
V _{F,g} =		12,95 \cdot 3,18 / 6,35	=	6,48 kN	1,15	=	7,43 kN
posouvající síla od stálého zatížení		V _{f,F,g} =	8,38 kN	1,19	10,00 kN		
V _{f,q} =		1/2 \cdot 0,00 \cdot 6,35	=	0,00 kN	1,05	=	0,00 kN
V _{F,q} =		14,18 \cdot 3,18 / 6,35	=	7,09 kN	1,50	=	10,63 kN
posouvající síla od proměnného zatížení		V _{f,F,q} =	7,09 kN	1,50	10,63 kN		
posouvající síla a reakce v podpoře A		V _{f,F} =	15,47 kN	1,33	20,63 kN		



Posouzení - MSP - Deformace v místě síly F

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

$$w_g = \frac{5}{48} \cdot \frac{3,02}{210,00} \cdot \frac{6,35^2}{54,10} + \frac{20,56}{3} \cdot \frac{3,18}{210,00} \cdot \frac{3,18}{54,10}$$

$$w_g = 7,2 \text{ mm} < w_{lim,g} = l / 400 = 15,9 \text{ mm}$$

$$w_q = \frac{5}{48} \cdot \frac{0,00}{210,00} \cdot \frac{6,35^2}{54,10} + \frac{22,50}{3} \cdot \frac{3,18}{210,00} \cdot \frac{3,18}{54,10}$$

$$w_q = 6,7 \text{ mm} < w_{lim,q} = l / 500 = 12,7 \text{ mm}$$

$$w_{f,F} = 13,9 \text{ mm} < w_{lim,f} = l / 400 = 15,9 \text{ mm} \quad \text{vyhovuje}$$

Zatížení $M_d = 61,43 \text{ kNm}$

$V_d = 20,63 \text{ kN}$

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 $L_{LT} = 6 \text{ 350 mm}$ délka na klopení

Posouzení - MSÚ - Vliv smyku

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

$$V_{pl,Rd} = 216,80 \text{ kN} > 2 \cdot V_d = 2 \cdot 20,63 = 41,27 \text{ kN}$$

účinek smykové síly se nemusí uvažovat

Posouzení - MSÚ - Ohyb se ztrátou stability

Součinitelé závislé na zatížení a podmínkách uložení konců

$$C_{1,0} = 1,04 \quad C_{1,1} = 1,04 \quad C_2 = 0,43 \quad C_3 = 0,56$$

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

typ průřezu **symetrický**

Pružný kritický moment

$$M_{cr} = 147,96 \text{ kNm}$$

Součinitel klopení

$$\chi_{LT} = 0,70$$

Posouzení pro třídu 1 a 2

$$M_{pl,Rd} = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd} = 0,70 \cdot 568,50 \cdot 235,00$$

$$M_{pl,Rd} = 93,53 \text{ kNm} > M_d = 61,43 \text{ kNm} \quad \text{vyhovuje}$$

2.8 Návrh a posouzení ocelového nosníku pod sloupkem - průřez II

Zatížení - liniové

Kombinace zatížení jako méně příznivá kombinace z následujících dvou výrazů

$$\gamma_G = 1,35$$

$$\gamma_Q = 1,50$$

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

$$\xi_1 = 0,85$$

Kombinace 1

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

g₁ stálé zatížení - vlastní tíha

$$0,60 \text{ kN/m} \cdot 1,35 = 0,81 \text{ kN/m}$$

q₁ proměnné zatížení

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

f₁ celkové zatížení

$$0,60 \text{ kN/m} \cdot 1,35 = 0,81 \text{ kN/m}$$

Kombinace 2

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

g₂ stálé zatížení

$$0,60 \text{ kN/m} \cdot 1,15 = 0,69 \text{ kN/m}$$

q₂ proměnné zatížení

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

f₂ celkové zatížení

$$0,60 \text{ kN/m} \cdot 1,15 = 0,69 \text{ kN/m}$$

Zatížení - osamělé břemeno I

Kombinace zatížení jako méně příznivá kombinace z následujících dvou výrazů

Kombinace 1

zatěžovací plocha

γ_G

$$G_{I,1} \text{ stálé zatížení } 0,69 \cdot 4,50 \cdot 4,20 = 12,95 \text{ kN} \quad 1,35 \cdot 17,49 \text{ kN}$$

$$Q_{I,1} \text{ proměnné zat. } 0,75 \cdot 4,50 \cdot 4,20 = 14,18 \text{ kN} \quad 1,05 \cdot 14,88 \text{ kN}$$

$$F_{I,1} \text{ celkové zatížení } 27,13 \text{ kN} \quad 1,19 \cdot 32,37 \text{ kN}$$

Kombinace 2

zatěžovací plocha

$\xi_1 \cdot \gamma_G$

$$G_{I,2} \text{ stálé zatížení } 0,69 \cdot 4,50 \cdot 4,20 = 12,95 \text{ kN} \quad 1,15 \cdot 14,86 \text{ kN}$$

$$Q_{I,2} \text{ proměnné zat. } 0,75 \cdot 4,50 \cdot 4,20 = 14,18 \text{ kN} \quad 1,50 \cdot 21,26 \text{ kN}$$

$$F_{I,2} \text{ celkové zatížení } 27,13 \text{ kN} \quad 1,33 \cdot 36,13 \text{ kN}$$

Zatížení - osamělé břemeno II

Kombinace zatížení jako méně příznivá kombinace z následujících dvou výrazů

Kombinace 1

zatěžovací plocha

γ_G

$$G_{II,1} \text{ stálé zatížení } 0,69 \cdot 4,50 \cdot 4,20 = 12,95 \text{ kN} \quad 1,35 \cdot 17,49 \text{ kN}$$

$$Q_{II,1} \text{ proměnné zat. } 0,75 \cdot 4,50 \cdot 4,20 = 14,18 \text{ kN} \quad 1,05 \cdot 14,88 \text{ kN}$$

$$F_{II,1} \text{ celkové zatížení } 27,13 \text{ kN} \quad 1,19 \cdot 32,37 \text{ kN}$$

Kombinace 2

zatěžovací plocha

$\xi_1 \cdot \gamma_G$

$$G_{II,2} \text{ stálé zatížení } 0,69 \cdot 4,50 \cdot 4,20 = 12,95 \text{ kN} \quad 1,15 \cdot 14,86 \text{ kN}$$

$$Q_{II,2} \text{ proměnné zat. } 0,75 \cdot 4,50 \cdot 4,20 = 14,18 \text{ kN} \quad 1,50 \cdot 21,26 \text{ kN}$$

$$F_{II,2} \text{ celkové zatížení } 27,13 \text{ kN} \quad 1,33 \cdot 36,13 \text{ kN}$$

Rozhodující kombinace pro spojité zatížení:

kombinace 1

Rozhodující kombinace pro osamělé břemeno I:

kombinace 2

Rozhodující kombinace pro osamělé břemeno II:

kombinace 2

Schéma konstrukce

geometrie konstrukce

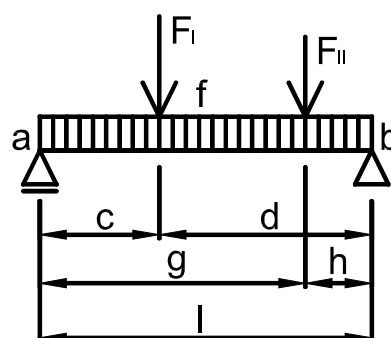
$$c = 3,40 \text{ m}$$

$$l = 10,95 \text{ m}$$

$$d = 7,55 \text{ m}$$

$$g = 7,55 \text{ m}$$

$$h = 3,40 \text{ m}$$



Vnitřní síly a reakce

$M_f =$	$1/8 \cdot f \cdot l^2$						
$M_{F,I} =$	$F_I \cdot c / 2$						
$M_{F,II} =$	$F_{II} \cdot h / 2$						
$M_{f,g} =$	$1/8 \cdot 0,60 \cdot 10,95^2 =$	8,99 kNm	1,35	=	12,14 kNm		
$M_{F,I,g} =$	$12,95 \cdot 3,40 / 2 =$	22,02 kNm	1,15	=	25,27 kNm		
$M_{F,II,g} =$	$12,95 \cdot 3,40 / 2 =$	22,02 kNm	1,15	=	25,27 kNm		
moment od stálého zatížení		$M_{f,F,I,II,g} =$	53,03 kNm	1,18	62,68 kNm		
$M_{f,q} =$	$1/8 \cdot 0,00 \cdot 10,95^2 =$	0,00 kNm	1,05	=	0,00 kNm		
$M_{F,I,q} =$	$14,18 \cdot 3,40 / 2 =$	24,10 kNm	1,50	=	36,15 kNm		
$M_{F,II,q} =$	$14,18 \cdot 3,40 / 2 =$	24,10 kNm	1,50	=	36,15 kNm		
moment od proměnného zatížení		$M_{f,F,I,II,q} =$	48,20 kNm	1,50	72,29 kNm		
moment uprostřed rozpětí		$M_{f,F,I,II} =$	101,23 kNm	1,33	134,97 kNm		
$V_f =$	$1/2 \cdot f \cdot l$						
$V_{F,I} =$	$F_I \cdot d / l$						
$V_{F,II} =$	$F_{II} \cdot h / l$						
$V_{f,g} =$	$1/2 \cdot 0,60 \cdot 10,95 =$	3,29 kN	1,35	=	4,43 kN		
$V_{F,I,g} =$	$12,95 \cdot 7,55 / 10,95 =$	8,93 kN	1,15	=	10,25 kN		
$V_{F,II,g} =$	$12,95 \cdot 3,40 / 10,95 =$	4,02 kN	1,15	=	4,62 kN		
posouvající síla od stálého zatížení		$V_{f,F,I,II,g} =$	16,24 kN	1,19	19,30 kN		
$V_{f,q} =$	$1/2 \cdot 0,00 \cdot 10,95 =$	0,00 kN	1,05	=	0,00 kN		
$V_{F,I,q} =$	$14,18 \cdot 7,55 / 10,95 =$	9,77 kN	1,50	=	14,66 kN		
$V_{F,II,q} =$	$14,18 \cdot 3,40 / 10,95 =$	4,40 kN	1,50	=	6,60 kN		
posouvající síla od proměnného zatížení		$V_{f,F,I,II,q} =$	14,18 kN	1,50	21,26 kN		
posouvající síla a reakce v podpoře A		$V_{f,F,I,II} =$	30,41 kN	1,33	40,56 kN		

Posouzení - MSP - Deformace uprostřed rozpětí

$w_{f,F,I,II} =$	$\frac{5 \cdot M_f \cdot l^2}{48 \cdot E \cdot I} + \frac{M_{F,I} \cdot (3 \cdot l^2 - 4 \cdot c^2)}{24 \cdot E \cdot I}$						
	$+ \frac{M_{F,II} \cdot (3 \cdot l^2 - 4 \cdot h^2)}{24 \cdot E \cdot I}$						
$w_g =$	$\frac{5 \cdot 8,99 \cdot 10,95^2}{48 \cdot 210,00 \cdot 229,30} + \frac{22,02 \cdot (359,71 - 46,24)}{24 \cdot 210,00 \cdot 229,30}$						
	$+ \frac{22,02 \cdot (359,71 - 46,24)}{24 \cdot 210,00 \cdot 229,30}$						
$w_g =$	14,3 mm	<	$w_{lim,g} =$	$l / 400 =$	27,4 mm		
$w_q =$	$\frac{5 \cdot 0,00 \cdot 10,95^2}{48 \cdot 210,00 \cdot 229,30} + \frac{24,10 \cdot (359,71 - 46,24)}{24 \cdot 210,00 \cdot 229,30}$						
	$+ \frac{24,10 \cdot (359,71 - 46,24)}{24 \cdot 210,00 \cdot 229,30}$						
$w_q =$	13,1 mm	<	$w_{lim,q} =$	$l / 500 =$	21,9 mm		
$w_{f,F,I,II} =$	27,4 mm	<	$w_{lim,f} =$	$l / 400 =$	27,4 mm		vyhovuje

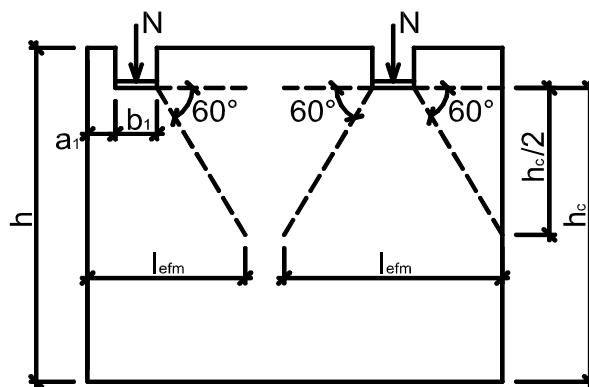
Zatížení	$M_d = 134,97 \text{ kNm}$		$V_d = 40,56 \text{ kN}$	
Návrh průřezu a oceli				
Průřez	typ	HEA	Ocel	S 235
	označení průřezu	320	E	210,00 GPa
	složený průřez	samostatný průřez	G	81,00 GPa
	třída průřezu:	pro ohyb 1	pro tlak	1
Průřezové charakteristiky pro 1 ks				
	výška průřezu	h =	310 mm	
	šířka průřezu	b =	300 mm	
	plocha	A =	12,44 · 10 ³ · mm ²	
	smyková plocha	A _{vz} =	3,14 · 10 ³ · mm ²	
	moment setrvačnosti	I _y =	229,30 · 10 ⁶ · mm ⁴	I _z = 69,85 · 10 ⁶ · mm ⁴
	poloměr setrvačnosti	i _y =	135,80 mm	i _z = 74,93 mm
	průřezový modul	W _y =	1479,00 · 10 ³ · mm ³	
	plastický průřezový modul	W _{pl,y} =	1628,00 · 10 ³ · mm ³	
	moment tuh. v prostém kroucení	I _t =	1080,00 · 10 ³ · mm ⁴	
	výsečový moment setrvačnosti	I _w =	1512,00 · 10 ⁹ · mm ⁶	
	vzdálenost těžišť	y _e =	150,00 mm	
Geometrie	Vzpěrná délka	L _{LT} =	10 950 mm	délka na klopení
Posouzení - MSÚ - Vliv smyku				
	V _{pl,Rd} =	A _{vz} ·	f _{yd} / 3 ½ =	3,14 · 235,00 / 3 ½
	V _{pl,Rd} =	426,58 kN	>	2 · V _d = 2 · 40,56 = 81,12 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} =	381,54 kNm		
Součinitel klopení				
	χ _{LT} =	0,66		
Posouzení pro třídu 1 a 2				
	M _{pl,Rd} =	χ _{LT} ·	W _{pl,y} ·	f _{yd} = 0,66 · 1628,00 · 235,00
	M _{pl,Rd} =	254,28 kNm	>	M _d = 134,97 kNm
vyhovuje				

2.9 Posouzení zdiva v uložení nosníků

Zatížení	$N_{Edc} = 40,56 \text{ kN}$		
Zdivo	materiál	Zdicí prvky kategorie I a předpisová malta	$\gamma_M = 2,20$
	druh zdiva	pálené	objem všech otvorů menší než 25%
	vodorovné otvory	ne	skupina 1
	druh malty	obyčejná malta	$K = 0,80 \cdot 0,55 = 0,44$
	pevnost zdiva	$f_u =$ P8,0 MPa	zaokrouhlená šířka zdicího prvku 150 mm
	pevnost malty	$f_m =$ M1,0 MPa	zaokrouhlená výška zdicího prvku 65 mm
	součinitel závislý na druhu zdiva a pevnosti malty	$K_e = E / f_k =$	1000

Geometrie

zatížená tloušťka	$t_1 = 0,250\text{m}$
zatížená šířka	$b_1 = 0,300\text{m}$
tloušťka stěny	$t = 0,300\text{m}$
vzd. okraje st. od hrany plochy	$a_1 = 0,300\text{m}$
výška zatížení	$h_c = 1,00\text{m}$
poloha zatížení	uprostřed stěny
účinná délka roznášení zatížení	$l_{efm} = 0,877\text{m}$
zatížená plocha	$A_b = 0,075\text{ m}^2$
účinná plocha zatížení	$A_{ef} = 0,263\text{ m}^2$



Zvětšující součinitel pro soustředěné zatížení

$$\beta = 1,29$$

Normalizovaná průměrná pevnost zdiva v tlaku

součinitel tvaru zdícího prvku	$\delta = 0,75$	vliv vlhkosti	$\eta = 1,00$
$f_{b1} = \delta \cdot \eta \cdot f_u = 0,75 \cdot 1,00 \cdot 8,00 = 6,0\text{ MPa}$			
$f_{b2} = 75,0\text{ MPa}$	$\min f_b = 6,0\text{ MPa}$		

Pevnost malty pro zdění v tlaku

$f_{m1} = 1,0\text{ MPa}$	$f_{m2} = 20,0\text{ MPa}$	$f_{m2} = 12,0\text{ MPa}$	$\min f_m = 1,0\text{ MPa}$
---------------------------	----------------------------	----------------------------	-----------------------------

Charakteristická pevnost zdiva s obyčejnou maltou

$$f_k = K \cdot f_b^{0,7} \cdot f_m^{0,3} = 0,44 \cdot 6,00^{0,7} \cdot 1,00^{0,3} = 1,5\text{ MPa}$$

Návrhová pevnost zdiva

$$f_d = \frac{f_k}{\gamma_M} = \frac{1,5}{2,20} = 0,7\text{ MPa}$$

Posouzení na soustředěné zatížení

$$N_{Rdc} = \beta \cdot A_b \cdot f_d = 1,29 \cdot 0,075 \cdot 0,70 = 68,00\text{ kN} > N_{Edc} = 40,56\text{ kN} \quad \text{vyhovuje}$$

2.10 Návrh a posouzení výměny nad otvorem ve 2.NP

Zatížení - liniové

Kombinace zatížení jako méně příznivá kombinace z následujících dvou výrazů

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

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

g_1 stálé zatížení - vlastní tíha	0,50 kN/m	γ_G 1,35	0,68 kN/m
-------------------------------------	-----------	-----------------	-----------

q_1 proměnné zatížení	0,00 kN/m	$\gamma_Q \cdot \psi_{0,1}$ 1,05	0,00 kN/m
-------------------------	-----------	----------------------------------	-----------

f_1 celkové zatížení	0,50 kN/m	1,35	0,68 kN/m
------------------------	-----------	------	-----------

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

g_2 stálé zatížení	0,50 kN/m	$\xi_1 \cdot \gamma_G$ 1,15	0,57 kN/m
----------------------	-----------	-----------------------------	-----------

q_2 proměnné zatížení	0,00 kN/m	γ_Q 1,50	0,00 kN/m
-------------------------	-----------	-----------------	-----------

f_2 celkové zatížení	0,50 kN/m	1,15	0,57 kN/m
------------------------	-----------	------	-----------

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

Kombinace 1

G_1 stálé zatížení	8,38 kN	γ_G 1,35	11,31 kN
----------------------	---------	-----------------	----------

Q_1 proměnné zatížení	7,09 kN	$\gamma_Q \cdot \psi_{0,1}$ 1,05	7,44 kN
-------------------------	---------	----------------------------------	---------

F_1 celkové zatížení	15,47 kN	1,21	18,76 kN
------------------------	----------	------	----------

Reakce z
nosníku -
průřez I

Kombinace 2

G₂ stálé zatížení	8,38 kN	$\xi_1 \cdot \gamma_G$ 1,15	9,62 kN
Q₂ proměnné zatížení	7,09 kN	γ_Q 1,50	10,63 kN
F₂ celkové zatížení	15,47 kN	1,31	20,25 kN

Rozhodující kombinace pro spojitě zatížení:

kombinace 1

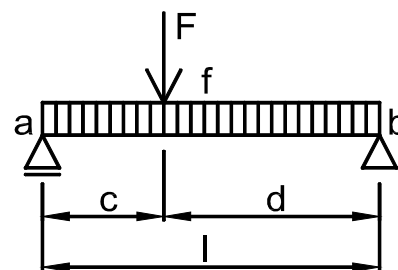
Rozhodující kombinace pro osamělé břemeno:

kombinace 2

Schéma konstrukce

geometrie konstrukce $c = 1,05 \text{ m}$

$l = 2,10 \text{ m}$ $d = 1,05 \text{ m}$



Vnitřní síly a reakce

$M_f =$	$1/2 \cdot f \cdot c \cdot d$		
$M_F =$	$F \cdot c \cdot d / l$		
$M_{f,g} =$	$1/2 \cdot 0,50 \cdot 1,10$	$= 0,28 \text{ kNm}$	$1,35 = 0,37 \text{ kNm}$
$M_{F,g} =$	$8,38 \cdot 1,10 / 2,10$	$= 4,40 \text{ kNm}$	$1,15 = 5,05 \text{ kNm}$
moment od stálého zatížení		$M_{f,g} = 4,68 \text{ kNm}$	1,16 = 5,42 kNm
$M_{f,q} =$	$1/2 \cdot 0,00 \cdot 1,10$	$= 0,00 \text{ kNm}$	$1,05 = 0,00 \text{ kNm}$
$M_{F,q} =$	$7,09 \cdot 1,10 / 2,10$	$= 3,72 \text{ kNm}$	$1,50 = 5,58 \text{ kNm}$
moment od proměnného zatížení		$M_{f,q} = 3,72 \text{ kNm}$	1,50 = 5,58 kNm
moment v místě síly F		$M_{f,F} = 8,40 \text{ kNm}$	1,31 = 11,00 kNm

$V_f =$	$1/2 \cdot f \cdot l$		
$V_F =$	$F \cdot d / l$		
$V_{f,g} =$	$1/2 \cdot 0,50 \cdot 2,10$	$= 0,53 \text{ kN}$	$1,35 = 0,71 \text{ kN}$
$V_{F,g} =$	$8,38 \cdot 2,10 / 2,10$	$= 8,38 \text{ kN}$	$1,15 = 9,62 \text{ kN}$
posouvající síla od stálého zatížení		$V_{f,g} = 8,91 \text{ kN}$	1,16 = 10,33 kN
$V_{f,q} =$	$1/2 \cdot 0,00 \cdot 2,10$	$= 0,00 \text{ kN}$	$1,05 = 0,00 \text{ kN}$
$V_{F,q} =$	$7,09 \cdot 2,10 / 2,10$	$= 7,09 \text{ kN}$	$1,50 = 10,63 \text{ kN}$
posouvající síla od proměnného zatížení		$V_{f,q} = 7,09 \text{ kN}$	1,50 = 10,63 kN
posouvající síla a reakce v podpoře A		$V_{f,F} = 15,99 \text{ kN}$	1,31 = 20,96 kN

Posouvající síla uvažována pro model, kdy je síla těsně u podpory.

Posouzení - MSP - Deformace v místě síly F

$w_{f,F} =$	$\frac{5}{48} \cdot \frac{M_f}{E} \cdot \frac{l^2}{l}$	+	$\frac{M_F}{3} \cdot \frac{c}{E} \cdot \frac{d}{l}$	
$w_g =$	$\frac{5}{48} \cdot \frac{0,28}{210,00} \cdot \frac{2,10^2}{19,10}$	+	$\frac{4,40}{3} \cdot \frac{1,05}{210,00} \cdot \frac{1,05}{19,10}$	
$w_g =$	0,4 mm	<	$w_{lim,g} = l / 400$	= 5,3 mm
$w_q =$	$\frac{5}{48} \cdot \frac{0,00}{210,00} \cdot \frac{2,10^2}{19,10}$	+	$\frac{3,72}{3} \cdot \frac{1,05}{210,00} \cdot \frac{1,05}{19,10}$	
$w_q =$	0,3 mm	<	$w_{lim,q} = l / 500$	= 4,2 mm
$w_{f,F} =$	0,8 mm	<	$w_{lim,f} = l / 400$	= 5,3 mm

vyhovuje

Zatížení		$M_d = 11,00 \text{ kNm}$	$V_d = 20,96 \text{ kN}$
Návrh průřezu a oceli			
Průřez	typ	UPN	Ocel S 235
	označení průřezu	200	$E = 210,00 \text{ GPa}$
	složený průřez	samostatný průřez	$G = 81,00 \text{ GPa}$
	třída průřezu:	pro ohyb 1	pro tlak 1
Průřezové charakteristiky pro 1 ks			
	výška průřezu	$h = 200 \text{ mm}$	
	šířka průřezu	$b = 75 \text{ mm}$	
	plocha	$A = 3,22 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^2$	
	smyková plocha	$A_{vz} = 1,77 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^2$	
	moment setrvačnosti	$I_y = 19,10 \cdot 10^6 \cdot \text{mm}^4$	$I_z = 1,48 \cdot 10^6 \cdot \text{mm}^4$
	poloměr setrvačnosti	$i_y = 77,00 \text{ mm}$	$i_z = 21,44 \text{ mm}$
	průřezový modul	$W_y = 191,00 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^3$	
	plastický průřezový modul	$W_{pl,y} = 228,00 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^3$	
	moment tuh. v prostém kroucení	$I_t = 119,00 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^4$	
	výsečový moment setrvačnosti	$I_w = 9,07 \cdot 10^9 \cdot \text{mm}^6$	
	vzdálenost těžišť	$y_e = 54,90 \text{ mm}$	
Geometrie	Vzpěrná délka	$L_{LT} = 2 \text{ } 100 \text{ mm}$	délka na klopení
Posouzení - MSÚ - Vliv smyku			
$V_{pl,Rd} =$	$A_{vz} \cdot f_{yd} / 3 \cdot 1/2$	$= 1,77 \cdot 235,00 / 3 \cdot 1/2$	
$V_{pl,Rd} = 240,28 \text{ kN}$	$>$	$2 \cdot V_d$	$= 2 \cdot 20,96 = 41,92 \text{ kN}$
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			
$M_{cr} = 91,24 \text{ kNm}$			
Součinitel klopení			
$\chi_{LT} = 0,60$			
Posouzení pro třídu 1 a 2			
$M_{pl,Rd} =$	$\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}$	$= 0,60 \cdot 228,00 \cdot 235,00$	
$M_{pl,Rd} = 32,18 \text{ kNm}$	$>$	$M_d = 11,00 \text{ kNm}$	vyhovuje

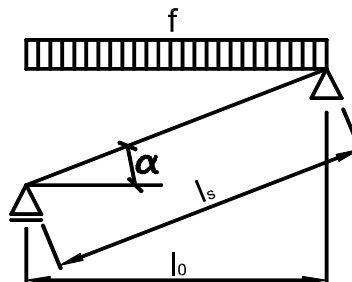
3. Návrh a posouzení konstrukcí střechy podélných částí

3.1 Zatížení střechy

Skladba střechy		tloušťka	objemová tíha	charakteristické	γ_G	návrhové
krytina				0,10 kN/m ²	1,35	0,14 kN/m ²
základ		0,025	7,00	= 0,18 kN/m ²	1,35	0,24 kN/m ²
tíha konstrukce				0,25 kN/m ²	1,35	0,34 kN/m ²
g ₁ celkem stálé zatížení - šikmý průmět				0,53 kN/m ²	1,35	0,71 kN/m ²
g celkem stálé zatížení - svislý průmět		0,53	/ cos 27°	= 0,59 kN/m ²	1,35	0,80 kN/m ²
Užitné zatížení				charakteristické	γ_Q	návrhové
q užitné zatížení	kategorie H	nepřístupná střecha		0,75 kN/m ²	1,50	1,13 kN/m ²
Zatížení sněhem						
Tvarový součinitel pro pultové a sedlové střechy v případě pokud není bráněno sklouzávání sněhu ze střechy						
sklon střechy	$\alpha =$	27,00 °	$\mu_1 =$	0,80		
Součinitel expozice	Typ krajiny:	normální		$C_e =$	1,00	
	Tepelný součinitel			$C_t =$	1,00	
Charakteristická hodnota zatížení sněhem na zemi dle www.snehovamapa.cz				$s_k =$	1,14 kN/m ²	
	$\mu_i \cdot$	$C_e \cdot$	$C_t \cdot$	s_k	γ_Q	
s sníh	0,80	1,00	1,00	1,14	= 0,91 kN/m ²	1,50 1,37 kN/m ²
rozhodující je zatížení sněhem						

3.2 Návrh a posouzení krokve

Zatížení										Kombinace zatížení jako méně příznivá kombinace z následujících dvou výrazů									
$\gamma_G = 1,35$					$\gamma_Q = 1,50$					$\psi_{0,1} = 0,50$					$\xi_1 = 0,85$				
Kombinace 1					$\gamma_Q \cdot \psi_{0,1} = 1,50 \cdot 0,50 = 0,75$														
					zatěžovací šířka					γ_G									
g_1 stálé zatížení					0,59 · 1,00 = 0,59 kN/m					1,35					0,80 kN/m				
										$\gamma_Q \cdot \psi_{0,1}$									
q_1 proměnné zatížení					0,91 · 1,00 = 0,91 kN/m					0,75					0,68 kN/m				
f_1 celkové zatížení					1,50 kN/m					0,99					1,48 kN/m				
Kombinace 2					$\xi_1 \cdot \gamma_G = 0,85 \cdot 1,35 = 1,15$														
					zatěžovací šířka					$\xi_1 \cdot \gamma_G$									
g_2 stálé zatížení					0,59 · 1,00 = 0,59 kN/m					1,15					0,68 kN/m				
										γ_Q									
q_2 proměnné zatížení					0,91 · 1,00 = 0,91 kN/m					1,50					1,37 kN/m				
f_2 celkové zatížení					1,50 kN/m					1,36					2,04 kN/m				
Rozhodující kombinace:																			
kombinace 2																			
Schéma konstrukce																			
rozpětí konstrukce										$l_0 = 4,20$ m									
úhel sklonu										$\alpha = 27^\circ$									
délka nosníku										$l_s = 4,71$ m									
Vnitřní síly a reakce																			
$M = 1/8 \cdot f \cdot l_0^2$																			
$M_g = 1/8 \cdot 0,59 \cdot 4,20^2 = 1,30$ kNm					1,15					=					1,49 kNm				
$M_q = 1/8 \cdot 0,91 \cdot 4,20^2 = 2,01$ kNm					1,50					=					3,01 kNm				
celkový moment					$M_f = 3,30$ kNm					1,36					4,50 kNm				



$R =$	$1/2 \cdot f \cdot l_0$						
$R_g =$	$1/2 \cdot 0,59 \cdot 4,20$	$=$	$1,24 \text{ kN}$	$1,15$	$=$	$1,42 \text{ kN}$	
$R_q =$	$1/2 \cdot 0,91 \cdot 4,20$	$=$	$1,91 \text{ kN}$	$1,50$	$=$	$2,87 \text{ kN}$	
celková reakce			$R_f =$	3,15 kN	1,36	4,29 kN	
$N =$	$R \cdot \sin \alpha$						
$N_g =$	$1,24 \cdot \sin 27^\circ$	$=$	$0,56 \text{ kN}$	$1,15$	$=$	$0,64 \text{ kN}$	
$N_q =$	$1,91 \cdot \sin 27^\circ$	$=$	$0,87 \text{ kN}$	$1,50$	$=$	$1,30 \text{ kN}$	
celková normálová síla			$N_f =$	1,43 kN	1,36	1,95 kN	
$V =$	$R \cdot \cos \alpha$						
$V_g =$	$1,24 \cdot \cos 27^\circ$	$=$	$1,10 \text{ kN}$	$1,15$	$=$	$1,26 \text{ kN}$	
$V_q =$	$1,91 \cdot \cos 27^\circ$	$=$	$1,70 \text{ kN}$	$1,50$	$=$	$2,56 \text{ kN}$	
celková posouvající síla			$V_f =$	2,81 kN	1,36	3,82 kN	

Pružné deformace

$$w_g = \frac{5}{48} \cdot \frac{M_q}{E \cdot I} \cdot l_s^2 = \frac{5}{48} \cdot \frac{1,30}{10,00} \cdot 4,71^2 = 5,6 \text{ mm}$$

$$w_q = \frac{5}{48} \cdot \frac{M_q}{E \cdot I} \cdot l_s^2 = \frac{5}{48} \cdot \frac{2,01}{10,00} \cdot 4,71^2 = 8,7 \text{ mm}$$

Zatížení	moment k ose y	$M_{yd} = 4,50 \text{ kNm}$	moment k ose z	$M_{zd} = 0,00 \text{ kNm}$
	normálová síla	$N_d = 1,95 \text{ kN}$	posouvající síla	$V_d = 3,82 \text{ kN}$

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	$k_m = 0,70$	$\gamma_M = 1,30$
				$\beta_c = 0,20$

šířka průřezu $b = 80 \text{ mm}$

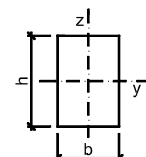
výška průřezu $h = 200 \text{ mm}$

plocha $A = 16,00 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^2$

moment setrvačnosti $I_y = 53,33 \cdot 10^6 \cdot \text{mm}^4$

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

průřezový modul $W_y = 533,33 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^3$



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

$W_z = 213,33 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^3$

Geometrie	délka nosníku	$l = 4,71 \text{ m}$	Podmínky
-----------	---------------	----------------------	----------

vzpěrná délka k ose y-y $l_{cr,y} = 4,71 \text{ m}$

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

vzpěr nezajištěn

vzpěr nezajištěn

Posouzení - MSÚ - Kombinace tlaku a ohybu

Součinitelé vzpěrnosti

$k_{cy} = 0,42$

$k_{cz} = 0,85$

Návrhové pevnosti

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

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

$\frac{N_d}{k_{cy} \cdot A \cdot f_{c,0,d}}$	+	$\frac{M_{yd}}{W_y \cdot f_{m,d}}$	+	$\frac{k_m \cdot M_{zd}}{W_z \cdot f_{m,d}}$
$\frac{1,95}{0,42 \cdot 16,00 \cdot 12,31}$	+	$\frac{4,50}{533,33 \cdot 13,54}$	+	$\frac{0,70 \cdot 0,00}{213,33 \cdot 13,54}$
podmínka kombinace 1		0,02 + 0,62 + 0,00		= 0,65 < 1,00

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

$$\frac{1,95}{0,85 \cdot 16,00 \cdot 12,31} + \frac{0,70 \cdot 4,50}{533,33 \cdot 13,54} + \frac{0,00}{213,33 \cdot 13,54}$$

podmínka kombinace 2 **0,01 + 0,44 + 0,00 = 0,45 < 1,00** **vyhovuje**

Posouzení - MSÚ - Smyk

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

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

efektivní plocha $A_{ef} = 10,72 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^2$

Návrhové pevnosti

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

$$\frac{3 \cdot V_d}{2 \cdot A_{ef} \cdot f_{v,d}} = \frac{3 \cdot 3,82}{2 \cdot 10,72 \cdot 1,48} = 0,36 < 1,00$$

vyhovuje

Posouzení - MSP - Deformace

Okamžitý průhyb od stálých zatížení $w_{inst,g} = 5,6 \text{ mm}$

Okamžitý průhyb od proměnného zatížení $w_{inst,q} = 8,7 \text{ mm}$

Celkový okamžitý průhyb $w_{inst,f} = 14,3 \text{ mm}$

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

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

Okamžitý průhyb

$$w_{inst,f} = 14,3 \text{ mm} < w_{lim,inst} = \frac{l}{300} = \frac{4709}{300} = 15,7 \text{ mm}$$

vyhovuje

Konečný průhyb

Konečný průhyb od stálých zatížení

$$w_{fin,g} = w_{inst,g} \cdot \left(1 + \frac{k_{def}}{1} \right) = 5,6 \cdot \left(1 + 0,80 \right) = 10,1 \text{ mm}$$

Konečný průhyb od proměnného zatížení

$$w_{fin,q} = w_{inst,q} \cdot \left(1 + \frac{\psi_{2,q} \cdot k_{def}}{1} \right) = 8,7 \cdot \left(1 + 0,0 \cdot 0,80 \right) = 8,7 \text{ mm}$$

Celkový konečný průhyb

$$w_{fin,f} = 18,8 \text{ mm} < w_{lim,fin} = \frac{l}{250} = \frac{4709}{250} = 18,8 \text{ mm}$$

vyhovuje

3.3 Návrh a posouzení vaznice - průřez I

Zatížení Kombinace zatížení jako méně příznivá kombinace z následujících dvou výrazů

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

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

g₁ stálé zatížení $0,59 \cdot 5,35 = 3,15 \text{ kN/m}$ $\gamma_G = 1,35$ $4,26 \text{ kN/m}$

q₁ proměnné zatížení $0,91 \cdot 5,35 = 4,88 \text{ kN/m}$ $\gamma_Q \cdot \psi_{0,1} = 0,75$ $3,66 \text{ kN/m}$

f₁ celkové zatížení **8,03 kN/m** **0,99** **7,92 kN/m**

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

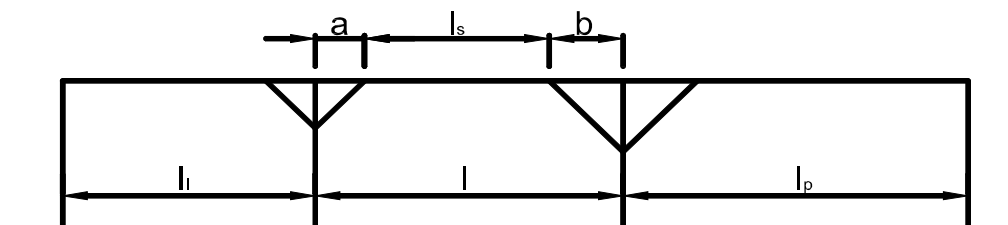
g₂ stálé zatížení $0,59 \cdot 5,35 = 3,15 \text{ kN/m}$ $\xi_1 \cdot \gamma_G = 1,15$ $3,62 \text{ kN/m}$

q₂ proměnné zatížení $0,91 \cdot 5,35 = 4,88 \text{ kN/m}$ $\gamma_Q = 1,50$ $7,32 \text{ kN/m}$

f₂ celkové zatížení **8,03 kN/m** **1,36** **10,94 kN/m**

Rozhodující kombinace: kombinace 2

Rozpětí nosníku zesílené vzpěrami dle dřívě platné normy ČSN 73 1701



rozpětí nosníku

$$l = 3,90 \text{ m}$$

rozpětí nosníku v levém poli

$$l_i = 3,90 \text{ m}$$

předpoklad splněn

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

rozpětí nosníku v pravém poli

$$l_p = 3,90 \text{ m}$$

předpoklad splněn

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

$$l_s = 2,10 \text{ m}$$

$$l_{i,1} = \frac{l^2}{2 \cdot l - l_s} = \frac{3,90^2}{2 \cdot 3,90 - 2,10} = 2,67 \text{ m}$$

$$l_{i,2} = 0,6 \cdot l = 0,6 \cdot 3,90 = 2,34 \text{ m} \quad l_{i,max} = 2,67 \text{ m}$$

$$l_{i,krajní\ pole} = (3,90 + 2,67) / 2 = 3,28$$

Schéma konstrukce

rozpětí konstrukce

$$l = 3,28 \text{ m}$$

Vnitřní síly a reakce

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

$$M_q = 1/8 \cdot 3,15 \cdot 3,28^2 = 4,25 \text{ kNm} \quad 1,15 = 4,88 \text{ kNm}$$

$$M_q = 1/8 \cdot 4,88 \cdot 3,28^2 = 6,58 \text{ kNm} \quad 1,50 = 9,87 \text{ kNm}$$

$$\text{celkový moment} \quad M_f = 10,83 \text{ kNm} \quad 1,36 = 14,74 \text{ kNm}$$

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

$$V_q = 1/2 \cdot 3,15 \cdot 3,28 = 5,18 \text{ kN} \quad 1,15 = 5,94 \text{ kN}$$

$$V_q = 1/2 \cdot 4,88 \cdot 3,28 = 8,01 \text{ kN} \quad 1,50 = 12,02 \text{ kN}$$

$$\text{celková posouvající síla a reakce} \quad V_f = 13,19 \text{ kN} \quad 1,36 = 17,96 \text{ kN}$$

Posouzení - MSP - Deformace

$$w_g = \frac{5}{48} \cdot \frac{M_q}{E \cdot I} = \frac{5}{48} \cdot \frac{4,25}{10,00 \cdot 161,28} = 3,0 \text{ mm}$$

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

$$w_q = \frac{5}{48} \cdot \frac{M_q}{E \cdot I} = \frac{5}{48} \cdot \frac{6,58}{10,00 \cdot 161,28} = 4,6 \text{ mm}$$

$$w_q = 4,6 \text{ mm}$$

Zatížení

moment k ose y

$$M_{yd} = 14,74 \text{ kNm}$$

posouvající síla

$$V_d = 17,96 \text{ kN}$$

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

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

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

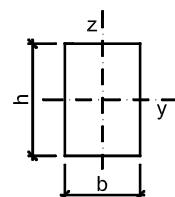
$$l = 3,28 \text{ m}$$

délka nosníku nezajištěná proti příčné a torzní nestabilitě

$$l_t = 3,28 \text{ m}$$

Podmínky

klopení nezajištěné



Posouzení - MSÚ - Ohyb s příčnou a torzní stabilitou

Součinitel příčné a torzní stability

typ nosníku **prostě podepřený**

typ zatížení **spojité zatížení**

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

Návrhové pevnosti

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

$$\frac{M_{y,d}}{k_{crit} \cdot W_y \cdot f_{m,d}} = \frac{14,74}{1,00 \cdot 1344,00 \cdot 13,54} = 0,81 < 1,00$$

vyhovuje

Posouzení - MSÚ - Smyk

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

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

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

Návrhové pevnosti

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

$$\frac{3 \cdot V_d}{2 \cdot A_{ef} \cdot f_{v,d}} = \frac{3 \cdot 17,96}{2 \cdot 22,51 \cdot 1,48} = 0,81 < 1,00$$

vyhovuje

Posouzení - MSÚ - otláčení v uložení

Zatížení síla pro otláčení $V_d = 17,96 \text{ kN}$

Prostředí - třída provozu **2**

Třída trvání zatížení

střednědobé

Geometrie otláčení: šířka $b = 140 \text{ mm}$

výška $h = 100 \text{ mm}$

plocha pro otláčení $A = 14,00 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^2$

sklon otláčení k vláknům $\alpha = 90^\circ$

Charakteristická pevnost v otláčení pro úhel α :

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

Návrhová pevnost v otláčení pro úhel α :

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

Posouzení otláčení

$$\sigma_{c,\alpha,d} = \frac{V_d}{A \cdot f_{c,\alpha,d}} = \frac{17,96}{14,00 \cdot 1,48} = 0,87 < 1,00$$

vyhovuje

Posouzení - MSP - Deformace

Okamžitý průhyb od stálých zatížení

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

Okamžitý průhyb od proměnného zatížení

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

Celkový okamžitý průhyb

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

součinitel pro kvazistalou hodnotu proměnného zatížení:

sníh H<1000

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

modifikační součinitel deformace

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

Okamžitý průhyb

$$w_{inst,f} = 7,5 \text{ mm} < w_{lim,inst} = \frac{l}{300} = \frac{3284}{300} = 10,9 \text{ mm}$$

vyhovuje

Konečný průhyb

Konečný průhyb od stálých zatížení

$$w_{fin,g} = w_{inst,g} \cdot \left(1 + k_{def} \right) = 3,0 \cdot (1 + 0,80) = 5,3 \text{ mm}$$

Konečný průhyb od proměnného zatížení

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

Celkový konečný průhyb

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

$$w_{fin,f} = 9,9 \text{ mm} < w_{lim,fin} = \frac{l}{250} = \frac{3284}{250} = 13,1 \text{ mm}$$

vyhovuje

3.4 Návrh a posouzení vaznice - průřez II

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

γ_G

g₁ stálé zatížení $0,59 \cdot 5,35 = 3,15 \text{ kN/m}$ $1,35 \cdot 4,26 \text{ kN/m}$

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

q₁ proměnné zatížení $0,91 \cdot 5,35 = 4,88 \text{ kN/m}$ $0,75 \cdot 3,66 \text{ kN/m}$

f₁ celkové zatížení **8,03 kN/m** **0,99** **7,92 kN/m**

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

zatěžovací šířka

$\xi_1 \cdot \gamma_G$

g₂ stálé zatížení $0,59 \cdot 5,35 = 3,15 \text{ kN/m}$ $1,15 \cdot 3,62 \text{ kN/m}$

γ_Q

q₂ proměnné zatížení $0,91 \cdot 5,35 = 4,88 \text{ kN/m}$ $1,50 \cdot 7,32 \text{ kN/m}$

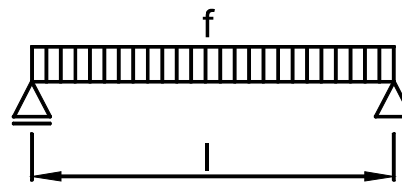
f₂ celkové zatížení **8,03 kN/m** **1,36** **10,94 kN/m**

Rozhodující kombinace: kombinace 2

Schéma konstrukce

rozpětí konstrukce

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



Vnitřní síly a reakce

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

$$M_g = \frac{1}{8} \cdot 3,15 \cdot 5,25^2 = 10,86 \text{ kNm} \quad 1,15 = 12,46 \text{ kNm}$$

$$M_q = \frac{1}{8} \cdot 4,88 \cdot 5,25^2 = 16,81 \text{ kNm} \quad 1,50 = 25,22 \text{ kNm}$$

celkový moment **M_f = 27,67 kNm** **1,36** **37,68 kNm**

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

$$V_g = \frac{1}{2} \cdot 3,15 \cdot 5,25 = 8,27 \text{ kN} \quad 1,15 = 9,50 \text{ kN}$$

$$V_q = \frac{1}{2} \cdot 4,88 \cdot 5,25 = 12,81 \text{ kN} \quad 1,50 = 19,21 \text{ kN}$$

celková posouvající síla a reakce **V_f = 21,08 kN** **1,36** **28,71 kN**

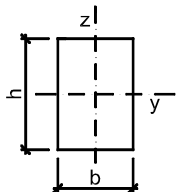
Posouzení - MSP - Deformace

$$w_g = \frac{5}{48} \cdot \frac{M_g}{E} \cdot l^2 = \frac{5}{48} \cdot \frac{10,86}{11,60} \cdot 5,25^2$$

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

$$w_q = \frac{5}{48} \cdot \frac{M_q}{E} \cdot l^2 = \frac{5}{48} \cdot \frac{16,81}{11,60} \cdot 5,25^2$$

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

Zatížení	moment k ose y	$M_{yd} = 37,68 \text{ kNm}$	posouvající síla	$V_d = 28,71 \text{ kN}$
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	$b = 160 \text{ mm}$		
	výška průřezu	$h = 320 \text{ mm}$		
	plocha	$A = 51,20 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^2$		
	moment setrvačnosti	$I_y = 436,91 \cdot 10^6 \cdot \text{mm}^4$		
	průřezový modul	$W_y = 2730,67 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^3$		
Geometrie	délka nosníku	$l = 5,25 \text{ m}$	Podmínky	
	délka nosníku nezajištěná proti příčné a torzní nestabilitě		klopení nezajištěné	
		$l_t = 5,25 \text{ m}$		
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				
$f_{m,d} = \frac{k_{mod} \cdot f_{m,k}}{\gamma_M} = \frac{0,80 \cdot 24,00}{1,25} = 15,36 \text{ MPa}$				
$\frac{M_{yd}}{k_{crit} \cdot W_y \cdot f_{m,d}} = \frac{37,68}{1,00 \cdot 2730,67 \cdot 15,36} = 0,90 < 1,00$			vyhovuje	
Posouzení - MSÚ - Smyk				
součinitel vlivu vysušených trhlin	$k_{cr} = 0,67$			
efektivní šířka průřezu	$b_{ef} = k_{cr} \cdot b = 0,67 \cdot 160,00 = 107 \text{ mm}$			
efektivní plocha	$A_{ef} = 34,30 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^2$			
Návrhové pevnosti				
$f_{v,d} = \frac{k_{mod} \cdot f_{v,k}}{\gamma_M} = \frac{0,80 \cdot 2,70}{1,25} = 1,73 \text{ MPa}$				
$\frac{3 \cdot V_d}{2 \cdot A_{ef} \cdot f_{v,d}} = \frac{3 \cdot 28,71}{2 \cdot 34,30 \cdot 1,73} = 0,73 < 1,00$			vyhovuje	
Posouzení - MSP - Deformace				
Okamžitý průhyb od stálých zatížení	$w_{inst,g} = 6,2 \text{ mm}$			
Okamžitý průhyb od proměnného zatížení	$w_{inst,q} = 9,5 \text{ mm}$			
Celkový okamžitý průhyb	$w_{inst,f} = 15,7 \text{ mm}$			
součinitel pro kvazistalou hodnotu proměnného zatížení:	sníh H<1000		$\psi_{2,q} = 0,0$	
modifikační součinitel deformace	$k_{def} = 0,80$			
Okamžitý průhyb				
$w_{inst,f} = 15,7 \text{ mm} < w_{lim,inst} = \frac{l}{300} = \frac{5250}{300} = 17,5 \text{ mm}$			vyhovuje	

Konečný průhyb

Konečný průhyb od stálých zatížení

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

Konečný průhyb od proměnného zatížení

$$w_{fin,q} = w_{inst,q} \cdot \left(1 + \psi_{2,q} \cdot k_{def} \right) = 9,5 \cdot (1 + 0,0 \cdot 0,80) = 9,5 \text{ mm}$$

Celkový konečný průhyb

$$w_{fin,f} = 20,6 \text{ mm}$$

$$w_{fin,f} = 20,6 \text{ mm} < w_{lim,fin} = \frac{l}{250} = \frac{5250}{250} = 21,0 \text{ mm}$$

vyhovuje

3.5 Návrh a posouzení úžlabní krokve

Zatížení Kombinace zatížení jako méně příznivá kombinace z následujících dvou výrazů

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

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

zatěžovací šířka

γ_G

$$g_1 \text{ stálé zatížení} \quad 0,59 \cdot 2,60 = 1,53 \text{ kN/m} \quad 1,35 \quad 2,07 \text{ kN/m}$$

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

$$q_1 \text{ proměnné zatížení} \quad 0,91 \cdot 2,60 = 2,37 \text{ kN/m} \quad 0,75 \quad 1,78 \text{ kN/m}$$

$$f_1 \text{ celkové zatížení} \quad 3,90 \text{ kN/m} \quad 0,99 \quad 3,85 \text{ kN/m}$$

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

zatěžovací šířka

$\xi_1 \cdot \gamma_G$

$$g_2 \text{ stálé zatížení} \quad 0,59 \cdot 2,60 = 1,53 \text{ kN/m} \quad 1,15 \quad 1,76 \text{ kN/m}$$

γ_Q

$$q_2 \text{ proměnné zatížení} \quad 0,91 \cdot 2,60 = 2,37 \text{ kN/m} \quad 1,50 \quad 3,56 \text{ kN/m}$$

$$f_2 \text{ celkové zatížení} \quad 3,90 \text{ kN/m} \quad 1,36 \quad 5,31 \text{ kN/m}$$

Rozhodující kombinace:

kombinace 2

Schéma konstrukce

$$\text{rozpětí krokve} \quad l_k = 4,20 \text{ m}$$

$$\text{úhel sklonu krokve} \quad \alpha_k = 27^\circ$$

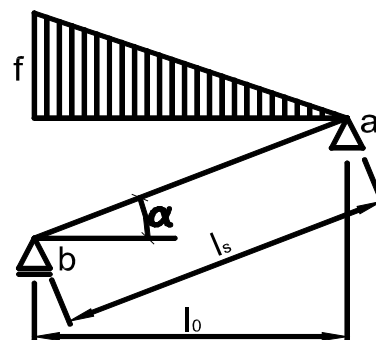
úhel svírající běžná a úžlabní krokv

$$\beta = 34^\circ$$

$$\text{rozpětí konstrukce} \quad l_0 = 5,06 \text{ m}$$

$$\text{úhel sklonu} \quad \alpha = 22,90^\circ$$

$$\text{délka nosníku} \quad l_s = 5,49 \text{ m}$$



Vnitřní síly a reakce

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

$$M_g = 61/951 \cdot 1,53 \cdot 5,06^2 = 2,52 \text{ kNm} \quad 1,15 = 2,89 \text{ kNm}$$

$$M_q = 61/951 \cdot 2,37 \cdot 5,06^2 = 3,90 \text{ kNm} \quad 1,50 = 5,84 \text{ kNm}$$

$$\text{celkový moment} \quad M_f = 6,41 \text{ kNm} \quad 1,36 \quad 8,73 \text{ kNm}$$

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

$$R_{a,g} = 1/6 \cdot 1,53 \cdot 5,06 = 1,29 \text{ kN} \quad 1,15 = 1,48 \text{ kN}$$

$$R_{a,q} = 1/6 \cdot 2,37 \cdot 5,06 = 2,00 \text{ kN} \quad 1,50 = 3,00 \text{ kN}$$

$$\text{celková reakce v podpoře A} \quad R_a = 3,29 \text{ kN} \quad 1,36 \quad 4,48 \text{ kN}$$

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

$$R_{b,g} = 1/3 \cdot 1,53 \cdot 5,06 = 2,58 \text{ kN} \quad 1,15 = 2,97 \text{ kN}$$

$$R_{b,q} = 1/3 \cdot 2,37 \cdot 5,06 = 4,00 \text{ kN} \quad 1,50 = 6,00 \text{ kN}$$

$$\text{celková reakce v podpoře B} \quad R_b = 6,59 \text{ kN} \quad 1,36 \quad 8,97 \text{ kN}$$

$N_b =$	$R_b \cdot \sin \alpha$				
$N_{b,g} =$	$2,58 \cdot \sin 23^\circ =$	$1,01 \text{ kN}$	$1,15 =$	$1,15 \text{ kN}$	
$N_{b,q} =$	$4,00 \cdot \sin 23^\circ =$	$1,56 \text{ kN}$	$1,50 =$	$2,33 \text{ kN}$	
celková normálová síla na levé straně		$N_f =$	2,56 kN	1,36	3,49 kN
$V_b =$	$R_b \cdot \cos \alpha$				
$V_{b,g} =$	$2,58 \cdot \cos 23^\circ =$	$2,38 \text{ kN}$	$1,15 =$	$2,73 \text{ kN}$	
$V_{b,q} =$	$4,00 \cdot \cos 23^\circ =$	$3,69 \text{ kN}$	$1,50 =$	$5,53 \text{ kN}$	
celková posouvající síla na levé straně		$V_f =$	6,07 kN	1,36	8,26 kN

Pružné deformace

$$w_g = \frac{37 \cdot M_g \cdot l_s^2}{364 \cdot E \cdot I} = \frac{37 \cdot 2,52 \cdot 5,49^2}{364 \cdot 10,00 \cdot 161,28}$$

$$w_g = 4,8 \text{ mm}$$

$$w_q = \frac{37 \cdot M_q \cdot l_s^2}{364 \cdot E \cdot I} = \frac{37 \cdot 3,90 \cdot 5,49^2}{364 \cdot 10,00 \cdot 161,28}$$

$$w_q = 7,4 \text{ mm}$$

Zatížení	moment k ose y	$M_{yd} = 8,73 \text{ kNm}$	moment k ose z	$M_{zd} = 0,00 \text{ kNm}$
	normálová síla	$N_d = 3,49 \text{ kN}$	posouvající síla	$V_d = 8,26 \text{ kN}$

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	$k_m = 0,70$	$\gamma_M = 1,30$
				$\beta_c = 0,20$

šířka průřezu $b = 140 \text{ mm}$

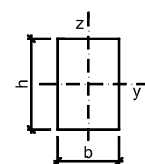
výška průřezu $h = 240 \text{ mm}$

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

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

poloměr setrvačnosti $i_y = 69,28 \text{ mm}$

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



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

$W_z = 784,00 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^3$

Geometrie	délka nosníku	$l = 5,49 \text{ m}$
	vzpěrná délka k ose y-y	$l_{cr,y} = 5,49 \text{ m}$
	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

$$k_{cy} = 0,44$$

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

Návrhové pevnosti

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

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

$\frac{N_d}{k_{cy} \cdot A \cdot f_{c,0,d}}$			+	$\frac{M_{yd}}{W_y \cdot f_{m,d}}$			+	$\frac{k_m \cdot M_{zd}}{W_z \cdot f_{m,d}}$		
$\frac{3,49}{0,44 \cdot 33,60 \cdot 12,31}$			+	$\frac{8,73}{1344,00 \cdot 13,54}$			+	$\frac{0,70 \cdot 0,00}{784,00 \cdot 13,54}$		
podmínka kombinace 1			0,02 +	0,48 +			0,00	= 0,50 < 1,00		
$\frac{N_d}{k_{cz} \cdot A \cdot f_{c,0,d}}$			+	$\frac{k_m \cdot M_{yd}}{W_y \cdot f_{m,d}}$			+	$\frac{M_{zd}}{W_z \cdot f_{m,d}}$		
$\frac{3,49}{0,97 \cdot 33,60 \cdot 12,31}$			+	$\frac{0,70 \cdot 8,73}{1344,00 \cdot 13,54}$			+	$\frac{0,00}{784,00 \cdot 13,54}$		
podmínka kombinace 2			0,01 +	0,34 +			0,00	= 0,34 < 1,00		

vyhovuje

Posouzení - MSÚ - Smyk

$$\begin{aligned} \text{součinitel vlivu vysušených trhlín} \quad k_{cr} &= 0,67 \\ \text{efektivní šířka průřezu} \quad b_{ef} &= k_{cr} \cdot b = 0,67 \cdot 140,00 = 94 \text{ mm} \\ \text{efektivní plocha} \quad A_{ef} &= 22,51 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^2 \end{aligned}$$

Návrhové pevnosti

$$\begin{aligned} f_{v,d} &= \frac{k_{mod} \cdot f_{v,k}}{\gamma_M} = \frac{0,80 \cdot 2,40}{1,30} = 1,48 \text{ MPa} \\ \frac{3 \cdot V_d}{2 \cdot A_{ef} \cdot f_{v,d}} &= \frac{3 \cdot 8,26}{2 \cdot 22,51 \cdot 1,48} = 0,37 < 1,00 \end{aligned}$$

vyhovuje

Posouzení - MSP - Deformace

$$\begin{aligned} \text{Okamžitý průhyb od stálých zatížení} \quad w_{inst,g} &= 4,8 \text{ mm} \\ \text{Okamžitý průhyb od proměnného zatížení} \quad w_{inst,q} &= 7,4 \text{ mm} \\ \text{Celkový okamžitý průhyb} \quad w_{inst,f} &= 12,2 \text{ mm} \\ \text{součinitel pro kvazistatou hodnotu proměnného zatížení:} \quad \text{sníh } H < 1000 \quad \psi_{2,q} &= 0,0 \\ \text{modifikační součinitel deformace} \quad k_{def} &= 0,80 \end{aligned}$$

Okamžitý průhyb

$$w_{inst,f} = 12,2 \text{ mm} < w_{lim,inst} = \frac{l}{300} = \frac{5494}{300} = 18,3 \text{ mm}$$

vyhovuje

Konečný průhyb

Konečný průhyb od stálých zatížení

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

Konečný průhyb od proměnného zatížení

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

Celkový konečný průhyb $w_{fin,f} = 16,0 \text{ mm}$

$$w_{fin,f} = 16,0 \text{ mm} < w_{lim,fin} = \frac{l}{250} = \frac{5494}{250} = 22,0 \text{ mm}$$

vyhovuje

3.6 Návrh a posouzení sloupku

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

$$G_1 \text{ stálé zatížení} \quad 0,59 \cdot 5,35 \cdot 3,90 = 12,29 \text{ kN} \quad \gamma_G = 1,35 \quad 16,60 \text{ kN}$$

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

$$Q_1 \text{ proměnné zatížení} \quad 0,91 \cdot 5,35 \cdot 3,90 = 19,03 \text{ kN} \quad 1,05 \quad 19,98 \text{ kN}$$

$$F_1 \text{ celkové zatížení} \quad \mathbf{31,32 \text{ kN}} \quad \mathbf{1,17} \quad \mathbf{36,58 \text{ kN}}$$

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

$\xi_1 \cdot \gamma_G$

$$G_2 \text{ stálé zatížení} \quad 0,59 \cdot 5,35 \cdot 3,90 = 12,29 \text{ kN} \quad 1,15 \quad 14,11 \text{ kN}$$

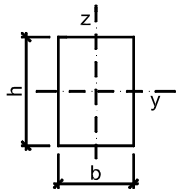
γ_Q

$$Q_2 \text{ proměnné zatížení} \quad 0,91 \cdot 5,35 \cdot 3,90 = 19,03 \text{ kN} \quad 1,50 \quad 28,54 \text{ kN}$$

$$F_2 \text{ celkové zatížení} \quad \mathbf{31,32 \text{ kN}} \quad \mathbf{1,36} \quad \mathbf{42,65 \text{ kN}}$$

Rozhodující kombinace: kombinace 2

$$N_d = F_{max} = 42,65 \text{ kN}$$

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	$b = 200 \text{ mm}$				
	výška průřezu	$h = 140 \text{ mm}$				
	plocha	$A = 28,00 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^2$				
	poloměr setrvačnosti k ose y	$i_y = 40,41 \text{ mm}$				
	poloměr setrvačnosti k ose z	$i_z = 57,74 \text{ mm}$				
Geometrie	výška sloupu	$l = 3,00 \text{ m}$				
	vzpěrná délka k ose y-y	$l_{cr,y} = 3,00 \text{ m}$				
	vzpěrná délka k ose z-z	$l_{cr,z} = 3,00 \text{ m}$				
Posouzení - MSÚ - Tlak						
$k_{cy} = 0,49$		$k_{cz} = 0,76$		$k_{cmin} = 0,49$	rozhoduje vzpěr k ose y	
Návrhové pevnosti						
$f_{c,0,d} = \frac{k_{mod} \cdot f_{c,0,k}}{\gamma_M} = \frac{0,80 \cdot 20,00}{1,30} = 12,31 \text{ MPa}$						
$\frac{N_d}{k_{cmin} \cdot A \cdot f_{c,0,d}} = \frac{42,65}{0,49 \cdot 28,00 \cdot 12,31} = 0,25 < 1,00$						
vyhovuje						

3.7 Návrh a posouzení ocelového nosníku pod sloupkem - průřez I

Zatížení - liniové		Kombinace zatížení jako méně příznivá kombinace z následujících dvou výrazů			
$\gamma_G = 1,35$		$\gamma_Q = 1,50$		$\psi_{0,1} = 0,70$	$\xi_1 = 0,85$
Kombinace 1		$\gamma_Q \cdot \psi_{0,1} = 1,50 \cdot 0,70 = 1,05$			
g_1 stálé zatížení - vlastní tíha		0,60 kN/m		γ_G 1,35	0,81 kN/m
q_1 proměnné zatížení		0,00 kN/m		$\gamma_Q \cdot \psi_{0,1}$ 1,05	0,00 kN/m
f_1 celkové zatížení		0,60 kN/m		$\xi_1 \cdot \gamma_G$ 1,35	0,81 kN/m
Kombinace 2		$\xi_1 \cdot \gamma_G = 0,85 \cdot 1,35 = 1,15$			
g_2 stálé zatížení		0,60 kN/m		γ_Q 1,50	0,69 kN/m
q_2 proměnné zatížení		0,00 kN/m		γ_Q 1,50	0,00 kN/m
f_2 celkové zatížení		0,60 kN/m		$\xi_1 \cdot \gamma_G$ 1,15	0,69 kN/m
Zatížení - osamělé břemeno		Kombinace zatížení jako méně příznivá kombinace z následujících dvou výrazů			
Kombinace 1		zatěžovací plocha		γ_G	
G_1 stálé zatížení		$0,59 \cdot 5,35 \cdot 3,90 = 12,29 \text{ kN}$		γ_G 1,35	16,60 kN
Q_1 proměnné zatížení		$0,91 \cdot 5,35 \cdot 3,90 = 19,03 \text{ kN}$		$\gamma_Q \cdot \psi_{0,1}$ 1,05	19,98 kN
F_1 celkové zatížení		31,32 kN		$\xi_1 \cdot \gamma_G$ 1,17	36,58 kN
Kombinace 2		zatěžovací plocha		$\xi_1 \cdot \gamma_G$	
G_2 stálé zatížení		$0,59 \cdot 5,35 \cdot 3,90 = 12,29 \text{ kN}$		γ_Q 1,50	14,11 kN
Q_2 proměnné zatížení		$0,91 \cdot 5,35 \cdot 3,90 = 19,03 \text{ kN}$		γ_Q 1,50	28,54 kN
F_2 celkové zatížení		31,32 kN		$\xi_1 \cdot \gamma_G$ 1,36	42,65 kN

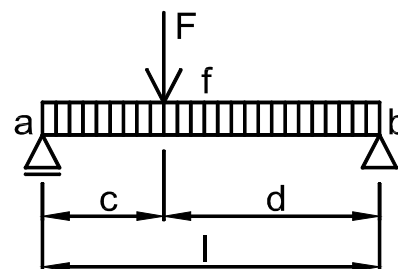
Rozhodující kombinace pro spojitě zatížení: kombinace 1

Rozhodující kombinace pro osamělé břemeno: kombinace 2

Schéma konstrukce

geometrie konstrukce $c = 3,35 \text{ m}$

$l = 6,70 \text{ m}$ $d = 3,35 \text{ m}$



Vnitřní síly a reakce

$M_f =$	$1/2 \cdot f \cdot c \cdot d$						
$M_F =$	$F \cdot c \cdot d / l$						
$M_{f,q} =$	$1/2 \cdot 0,60 \cdot 11,22$	$=$	$3,37 \text{ kNm}$	$1,35$	$=$	$4,55 \text{ kNm}$	
$M_{F,q} =$	$12,29 \cdot 11,22 / 6,70$	$=$	$20,59 \text{ kNm}$	$1,15$	$=$	$23,63 \text{ kNm}$	
moment od stálého zatížení			$M_{f,F,q} =$	$23,96 \text{ kNm}$	$1,18$	$28,18 \text{ kNm}$	
$M_{f,q} =$	$1/2 \cdot 0,00 \cdot 11,22$	$=$	$0,00 \text{ kNm}$	$1,05$	$=$	$0,00 \text{ kNm}$	
$M_{F,q} =$	$19,03 \cdot 11,22 / 6,70$	$=$	$31,87 \text{ kNm}$	$1,50$	$=$	$47,81 \text{ kNm}$	
moment od proměnného zatížení			$M_{f,q} =$	$31,87 \text{ kNm}$	$1,50$	$47,81 \text{ kNm}$	
moment v místě síly F			$M_{f,F} =$	$55,83 \text{ kNm}$	$1,36$	$75,99 \text{ kNm}$	

$V_f =$	$1/2 \cdot f \cdot l$						
$V_F =$	$F \cdot d / l$						
$V_{f,q} =$	$1/2 \cdot 0,60 \cdot 6,70$	$=$	$2,01 \text{ kN}$	$1,35$	$=$	$2,71 \text{ kN}$	
$V_{F,q} =$	$12,29 \cdot 3,35 / 6,70$	$=$	$6,15 \text{ kN}$	$1,15$	$=$	$7,05 \text{ kN}$	
posouvající síla od stálého zatížení			$V_{f,F,q} =$	$8,16 \text{ kN}$	$1,20$	$9,77 \text{ kN}$	
$V_{f,q} =$	$1/2 \cdot 0,00 \cdot 6,70$	$=$	$0,00 \text{ kN}$	$1,05$	$=$	$0,00 \text{ kN}$	
$V_{F,q} =$	$19,03 \cdot 3,35 / 6,70$	$=$	$9,51 \text{ kN}$	$1,50$	$=$	$14,27 \text{ kN}$	
posouvající síla od proměnného zatížení			$V_{f,q} =$	$9,51 \text{ kN}$	$1,50$	$14,27 \text{ kN}$	
posouvající síla a reakce v podpoře A			$V_{f,F} =$	$17,67 \text{ kN}$	$1,36$	$24,04 \text{ kN}$	

Posouzení - MSP - Deformace v místě síly F

$w_{f,F} =$	$\frac{5}{48} \cdot \frac{M_f}{E} \cdot \frac{l^2}{l}$	$+$	$\frac{M_F}{3} \cdot \frac{c}{E} \cdot \frac{d}{l}$				
$w_g =$	$\frac{5}{48} \cdot \frac{3,37}{210,00} \cdot \frac{6,70^2}{77,63}$	$+$	$\frac{20,59}{3} \cdot \frac{3,35}{210,00} \cdot \frac{3,35}{77,63}$				
$w_g =$	$5,7 \text{ mm}$	$<$	$w_{lim,g} =$	$l / 400$	$=$	$16,8 \text{ mm}$	
$w_q =$	$\frac{5}{48} \cdot \frac{0,00}{210,00} \cdot \frac{6,70^2}{77,63}$	$+$	$\frac{31,87}{3} \cdot \frac{3,35}{210,00} \cdot \frac{3,35}{77,63}$				
$w_q =$	$7,3 \text{ mm}$	$<$	$w_{lim,q} =$	$l / 500$	$=$	$13,4 \text{ mm}$	
$w_{f,F} =$	$13,0 \text{ mm}$	$<$	$w_{lim,f} =$	$l / 400$	$=$	$16,8 \text{ mm}$	vyhovuje

Zatížení $M_d = 75,99 \text{ kNm}$

$V_d = 24,04 \text{ kN}$

Návrh průřezu a oceli

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

Průřezové charakteristiky pro 1 ks

výška průřezu	$h =$	230 mm		
šířka průřezu	$b =$	240 mm		
plocha	$A =$	$7,68 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^2$		
smyková plocha	$A_{vz} =$	$1,93 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^2$		
moment setrvačnosti	$I_y =$	$77,63 \cdot 10^6 \cdot \text{mm}^4$	$I_z =$	$27,69 \cdot 10^6 \cdot \text{mm}^4$
poloměr setrvačnosti	$i_y =$	100,50 mm	$i_z =$	60,03 mm
průřezový modul	$W_y =$	$675,10 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^3$		
plastický průřezový modul	$W_{pl,y} =$	$744,60 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^3$		
moment tuh. v prostém kroucení	$I_t =$	$415,50 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^4$		
výsečový moment setrvačnosti	$I_w =$	$328,50 \cdot 10^9 \cdot \text{mm}^6$		
vzdálenost těžišť	$y_e =$	120,00 mm		
Geometrie	Vzpěrná délka	$L_{LT} =$	6 700 mm	délka na klopení

Posouzení - MSÚ - Vliv smyku

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

$$V_{pl,Rd} = 261,60 \text{ kN} > 2 \cdot V_d = 2 \cdot 24,04 = 48,08 \text{ kN}$$

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

$$M_{cr} = 246,56 \text{ kNm}$$

Součinitel klopení

$$\chi_{LT} = 0,77$$

Posouzení pro třídu 1 a 2

$$M_{pl,Rd} = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd} = 0,77 \cdot 744,60 \cdot 235,00$$

$$M_{pl,Rd} = 134,84 \text{ kNm} > M_d = 75,99 \text{ kNm} \quad \text{vyhovuje}$$

3.8 Návrh a posouzení ocelového nosníku pod sloupkem - průřez II

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

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

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

g_1 stálé zatížení - vlastní tíha	γ_G	0,80 kN/m	1,35	1,08 kN/m
-------------------------------------	------------	-----------	------	-----------

q_1 proměnné zatížení	$\gamma_Q \cdot \psi_{0,1}$	0,00 kN/m	1,05	0,00 kN/m
-------------------------	-----------------------------	-----------	------	-----------

f_1 celkové zatížení		0,80 kN/m	1,35	1,08 kN/m
------------------------	--	-----------	------	-----------

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

g_2 stálé zatížení	$\xi_1 \cdot \gamma_G$	0,80 kN/m	1,15	0,92 kN/m
----------------------	------------------------	-----------	------	-----------

q_2 proměnné zatížení	γ_Q	0,00 kN/m	1,50	0,00 kN/m
-------------------------	------------	-----------	------	-----------

f_2 celkové zatížení		0,80 kN/m	1,15	0,92 kN/m
------------------------	--	-----------	------	-----------

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

Kombinace 1		zatěžovací plocha				γ_G			
G₁ stálé zatížení	0,59	.	5,35	.	3,90	= 12,29 kN	1,35	16,60 kN	
Q₁ proměnné zatížení	0,91	.	5,35	.	3,90	= 19,03 kN	$\gamma_Q \cdot \Psi_{0,1}$	1,05	19,98 kN

F₁ celkové zatížení **31,32 kN** **1,17** **36,58 kN**

Kombinace 2		zatěžovací plocha				$\xi_1 \cdot \gamma_G$			
G ₂ stálé zatížení	0,59	.	5,35	.	3,90	=	12,29 kN	1,15	14,11 kN
								γ_Q	
Q ₂ proměnné zatížení	0,91	.	5,35	.	3,90	=	19,03 kN	1,50	28,54 kN

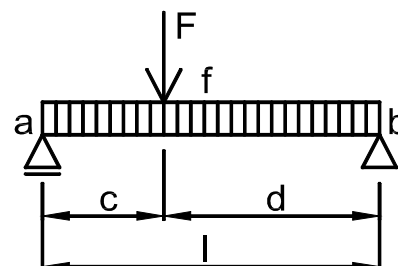
F₂ celkové zatížení **31,32 kN** **1,36** **42,65 kN**

Rozhodující kombinace pro spojitě zatížení: kombinace 1

Rozhodující kombinace pro osamělé břemeno: kombinace 2

Schéma konstrukce

geometrie konstrukce $c = 4,20 \text{ m}$
 $l = 9,40 \text{ m}$ $d = 5,20 \text{ m}$



Vnitřní síly a reakce

$M_f =$	$1/2 \cdot f \cdot c \cdot d$						
$M_F =$	$F \cdot c \cdot d / l$						
$M_{f,g} =$	$1/2 \cdot 0,80 \cdot 21,84$	=	8,74 kNm	1,35	=	11,79 kNm	
$M_{F,g} =$	$12,29 \cdot 21,84 / 9,40$	=	28,56 kNm	1,15	=	32,78 kNm	
moment od stálého zatížení		$M_{f,g} =$	37,30 kNm	1,19		44,57 kNm	
$M_{f,q} =$	$1/2 \cdot 0,00 \cdot 21,84$	=	0,00 kNm	1,05	=	0,00 kNm	
$M_{F,q} =$	$19,03 \cdot 21,84 / 9,40$	=	44,21 kNm	1,50	=	66,32 kNm	
moment od proměnného zatížení		$M_{f,q} =$	44,21 kNm	1,50		66,32 kNm	
moment v místě síly F		$M_{f,F} =$	81,51 kNm	1,36		110,89 kNm	

$V_f =$	$1/2 \cdot f \cdot l$						
$V_F =$	$F \cdot d / l$						
$V_{f,g} =$	$1/2 \cdot 0,80 \cdot 9,40$	=	3,76 kN	1,35	=	5,08 kN	
$V_{F,g} =$	$12,29 \cdot 5,20 / 9,40$	=	6,80 kN	1,15	=	7,80 kN	
posouvající síla od stálého zatížení		$V_{f,g} =$	10,56 kN	1,22		12,88 kN	
$V_{f,q} =$	$1/2 \cdot 0,00 \cdot 9,40$	=	0,00 kN	1,05	=	0,00 kN	
$V_{F,q} =$	$19,03 \cdot 5,20 / 9,40$	=	10,53 kN	1,50	=	15,79 kN	
posouvající síla od proměnného zatížení		$V_{f,q} =$	10,53 kN	1,50		15,79 kN	
posouvající síla a reakce v podpoře A		$V_{f,F} =$	21,09 kN	1,36		28,67 kN	

$V_f =$	$1/2 \cdot f \cdot l$						
$V_F =$	$F \cdot c / l$						
$V_{f,g} =$	$1/2 \cdot 0,80 \cdot 9,40$	=	3,76 kN	1,35	=	5,08 kN	
$V_{F,g} =$	$12,29 \cdot 4,20 / 9,40$	=	5,49 kN	1,15	=	6,30 kN	
posouvající síla od stálého zatížení		$V_{f,g} =$	9,25 kN	1,23		11,38 kN	
$V_{f,q} =$	$1/2 \cdot 0,00 \cdot 9,40$	=	0,00 kN	1,05	=	0,00 kN	
$V_{F,q} =$	$19,03 \cdot 4,20 / 9,40$	=	8,50 kN	1,50	=	12,75 kN	
posouvající síla od proměnného zatížení		$V_{f,q} =$	8,50 kN	1,50		12,75 kN	
posouvající síla a reakce v podpoře B		$V_{f,F} =$	17,76 kN	1,36		24,13 kN	

Posouzení - MSP - Deformace v místě síly F

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

$$w_g = \frac{5}{48} \cdot \frac{8,74}{210,00} \cdot \frac{9,40^2}{136,70} + \frac{28,56}{3} \cdot \frac{4,20}{210,00} \cdot \frac{5,20}{136,70}$$

$$w_g = 10,0 \text{ mm} < w_{lim,g} = l / 400 = 23,5 \text{ mm}$$

$$w_q = \frac{5}{48} \cdot \frac{0,00}{210,00} \cdot \frac{9,40^2}{136,70} + \frac{44,21}{3} \cdot \frac{4,20}{210,00} \cdot \frac{5,20}{136,70}$$

$$w_q = 11,2 \text{ mm} < w_{lim,q} = l / 500 = 18,8 \text{ mm}$$

$$w_{f,F} = 21,3 \text{ mm} < w_{lim,f} = l / 400 = 23,5 \text{ mm} \quad \text{vyhovuje}$$

Zatížení

$$M_d = 110,89 \text{ kNm}$$

$$V_d = 24,13 + 42,65 = 66,78 \text{ kN}$$

Návrh průřezu a oceli

Průřez	typ	HEA	Ocel	S 235	$f_y = 235,00 \text{ MPa}$
	označení průřezu	280	E	210,00 GPa	$\gamma_{M1} = 1,00$
	složený průřez	samostatný průřez	G	81,00 GPa	$f_{yd} = 235,00 \text{ MPa}$
	třída průřezu:	pro ohyb 2	pro tlak 2		

Průřezové charakteristiky pro 1 ks

výška průřezu	h	=	270 mm		
šířka průřezu	b	=	280 mm		
plocha	A	=	9,73 $10^3 \cdot \text{mm}^2$		
smyková plocha	A_{vz}	=	2,45 $10^3 \cdot \text{mm}^2$		
moment setrvačnosti	I_y	=	136,70 $10^6 \cdot \text{mm}^4$	I_z	= 47,63 $10^6 \cdot \text{mm}^4$
poloměr setrvačnosti	i_y	=	118,60 mm	i_z	= 69,98 mm
průřezový modul	W_y	=	1013,00 $10^3 \cdot \text{mm}^3$		
plastický průřezový modul	$W_{pl,y}$	=	1112,00 $10^3 \cdot \text{mm}^3$		
moment tuh. v prostém kroucení	I_t	=	621,00 $10^3 \cdot \text{mm}^4$		
výsečový moment setrvačnosti	I_w	=	785,40 $10^9 \cdot \text{mm}^6$		
vzdálenost těžišť	y_e	=	140,00 mm		

Geometrie

$$\text{Vzpěrná délka } L_{LT} = 9\,400 \text{ mm} \quad \text{délka na klopení}$$

Posouzení - MSÚ - Vliv smyku

$$V_{pl,Rd} = \frac{A_{vz} \cdot f_{yd}}{3} = \frac{2,45 \cdot 235,00}{3} = 191,25 \text{ kN}$$

$$V_{pl,Rd} = 332,45 \text{ kN} > 2 \cdot V_d = 2 \cdot 66,78 = 133,57 \text{ kN}$$

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

$$M_{cr} = 279,74 \text{ kNm}$$

Součinitel klopení

$$\chi_{LT} = 0,69$$

Posouzení pro třídu 1 a 2

$$M_{pl,Rd} = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd} = 0,69 \cdot 1112,00 \cdot 235,00 = 180,02 \text{ kNm}$$

$$M_{pl,Rd} = 180,02 \text{ kNm} > M_d = 110,89 \text{ kNm} \quad \text{vyhovuje}$$

Přičtena síla
z druhého
sloupu u
podpory.

3.9 Návrh a posouzení výměny nad otvorem ve 2.NP

Zatížení - liniové

Kombinace zatížení jako méně příznivá kombinace z následujících dvou výrazů

$$\gamma_G = 1,35$$

$$\gamma_Q = 1,50$$

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

$$\xi_1 = 0,85$$

Kombinace 1

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

$$g_1 \text{ stálé zatížení - vlastní tíha} \quad \gamma_G \quad 0,50 \text{ kN/m} \quad 1,35 \quad 0,68 \text{ kN/m}$$

$$q_1 \text{ proměnné zatížení} \quad \gamma_Q \cdot \psi_{0,1} \quad 0,00 \text{ kN/m} \quad 1,05 \quad 0,00 \text{ kN/m}$$

$$f_1 \text{ celkové zatížení} \quad 0,50 \text{ kN/m} \quad 1,35 \quad 0,68 \text{ kN/m}$$

Kombinace 2

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

$$g_2 \text{ stálé zatížení} \quad \xi_1 \cdot \gamma_G \quad 0,50 \text{ kN/m} \quad 1,15 \quad 0,57 \text{ kN/m}$$

$$q_2 \text{ proměnné zatížení} \quad \gamma_Q \quad 0,00 \text{ kN/m} \quad 1,50 \quad 0,00 \text{ kN/m}$$

$$f_2 \text{ celkové zatížení} \quad 0,50 \text{ kN/m} \quad 1,15 \quad 0,57 \text{ kN/m}$$

Zatížení - osamělé břemeno

Kombinace zatížení jako méně příznivá kombinace z následujících dvou výrazů

Kombinace 1

$$G_1 \text{ stálé zatížení} \quad \gamma_G \quad 10,56 \text{ kN} \quad 1,35 \quad 14,26 \text{ kN}$$

$$Q_1 \text{ proměnné zatížení} \quad \gamma_Q \cdot \psi_{0,1} \quad 10,53 \text{ kN} \quad 1,05 \quad 11,05 \text{ kN}$$

$$F_1 \text{ celkové zatížení} \quad 21,09 \text{ kN} \quad 1,20 \quad 25,31 \text{ kN}$$

Kombinace 2

$$G_2 \text{ stálé zatížení} \quad \xi_1 \cdot \gamma_G \quad 10,56 \text{ kN} \quad 1,15 \quad 12,12 \text{ kN}$$

$$Q_2 \text{ proměnné zatížení} \quad \gamma_Q \quad 10,53 \text{ kN} \quad 1,50 \quad 15,79 \text{ kN}$$

$$F_2 \text{ celkové zatížení} \quad 21,09 \text{ kN} \quad 1,32 \quad 27,91 \text{ kN}$$

Rozhodující kombinace pro spojitě zatížení:

kombinace 1

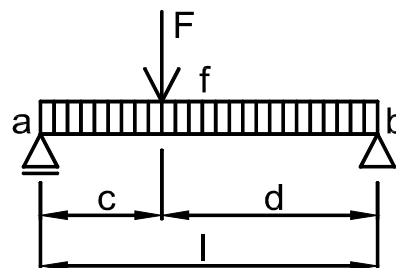
Rozhodující kombinace pro osamělé břemeno:

kombinace 2

Schéma konstrukce

geometrie konstrukce $c = 0,90 \text{ m}$

$l = 1,80 \text{ m}$ $d = 0,90 \text{ m}$



Vnitřní síly a reakce

$$M_f = 1/2 \cdot f \cdot c \cdot d$$

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

$$M_{f,g} = 1/2 \cdot 0,50 \cdot 0,81 = 0,20 \text{ kNm} \quad 1,35 = 0,27 \text{ kNm}$$

$$M_{F,g} = 10,56 \cdot 0,81 / 1,80 = 4,75 \text{ kNm} \quad 1,15 = 5,45 \text{ kNm}$$

$$\text{moment od stálého zatížení} \quad M_{f,g} = 4,95 \text{ kNm} \quad 1,16 \quad 5,73 \text{ kNm}$$

$$M_{f,q} = 1/2 \cdot 0,00 \cdot 0,81 = 0,00 \text{ kNm} \quad 1,05 = 0,00 \text{ kNm}$$

$$M_{F,q} = 10,53 \cdot 0,81 / 1,80 = 4,74 \text{ kNm} \quad 1,50 = 7,11 \text{ kNm}$$

$$\text{moment od proměnného zatížení} \quad M_{f,q} = 4,74 \text{ kNm} \quad 1,50 \quad 7,11 \text{ kNm}$$

$$\text{moment v místě síly F} \quad M_{f,F} = 9,69 \text{ kNm} \quad 1,32 \quad 12,83 \text{ kNm}$$

Reakce A z
nosníku -
průřez II

Posouvající síla uvažována pro model, kdy je síla těsně u podpory.

$V_f =$	$1/2 \cdot f \cdot l$							
$V_F =$	$F \cdot d / l$							
$V_{f,g} =$	$1/2 \cdot 0,50 \cdot 1,80$	$=$	$0,45 \text{ kN}$	$1,35$	$=$	$0,61 \text{ kN}$		
$V_{F,g} =$	$10,56 \cdot 1,80 / 1,80$	$=$	$10,56 \text{ kN}$	$1,15$	$=$	$12,12 \text{ kN}$		
posouvající síla od stálého zatížení			$V_{f,F,g} =$	$11,01 \text{ kN}$	$1,16$	$12,73 \text{ kN}$		
$V_{f,q} =$	$1/2 \cdot 0,00 \cdot 1,80$	$=$	$0,00 \text{ kN}$	$1,05$	$=$	$0,00 \text{ kN}$		
$V_{F,q} =$	$10,53 \cdot 1,80 / 1,80$	$=$	$10,53 \text{ kN}$	$1,50$	$=$	$15,79 \text{ kN}$		
posouvající síla od proměnného zatížení			$V_{f,F,q} =$	$10,53 \text{ kN}$	$1,50$	$15,79 \text{ kN}$		
posouvající síla a reakce v podpoře A			$V_{f,F} =$	$21,54 \text{ kN}$	$1,32$	$28,52 \text{ kN}$		

Posouzení - MSP - Deformace v místě síly F

$w_{f,F} =$	$\frac{5}{48} \cdot \frac{M_f}{E} \cdot \frac{l^2}{l}$	$+$	$\frac{M_F}{3} \cdot \frac{c}{E} \cdot \frac{d}{l}$		
$w_g =$	$\frac{5}{48} \cdot \frac{0,20}{210,00} \cdot \frac{1,80^2}{19,10}$	$+$	$\frac{4,75}{3} \cdot \frac{0,90}{210,00} \cdot \frac{0,90}{19,10}$		
$w_g =$	$0,3 \text{ mm}$	$<$	$w_{lim,g} =$	$l / 400$	$= 4,5 \text{ mm}$
$w_q =$	$\frac{5}{48} \cdot \frac{0,00}{210,00} \cdot \frac{1,80^2}{19,10}$	$+$	$\frac{4,74}{3} \cdot \frac{0,90}{210,00} \cdot \frac{0,90}{19,10}$		
$w_q =$	$0,3 \text{ mm}$	$<$	$w_{lim,q} =$	$l / 500$	$= 3,6 \text{ mm}$
$w_{f,F} =$	$0,7 \text{ mm}$	$<$	$w_{lim,f} =$	$l / 400$	$= 4,5 \text{ mm}$

vyhovuje

Zatížení $M_d = 12,83 \text{ kNm}$

$V_d = 28,52 \text{ kN}$

Návrh průřezu a oceli

Průřez	typ	UPN	Ocel	S 235	$f_y = 235,00 \text{ MPa}$
	označení průřezu	200	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	$h =$	200 mm		
šířka průřezu	$b =$	75 mm		
plocha	$A =$	$3,22 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^2$		
smyková plocha	$A_{vz} =$	$1,77 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^2$		
moment setrvačnosti	$I_y =$	$19,10 \cdot 10^6 \cdot \text{mm}^4$	$I_z =$	$1,48 \cdot 10^6 \cdot \text{mm}^4$
poloměr setrvačnosti	$i_y =$	77,00 mm	$i_z =$	21,44 mm
průřezový modul	$W_y =$	$191,00 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^3$		
plastický průřezový modul	$W_{pl,y} =$	$228,00 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^3$		
moment tuh. v prostém kroucení	$I_t =$	$119,00 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^4$		
výsečový moment setrvačnosti	$I_w =$	$9,07 \cdot 10^9 \cdot \text{mm}^6$		
vzdálenost těžišť	$y_e =$	54,90 mm		
Geometrie	Vzpěrná délka	$L_{LT} =$	1 800 mm	délka na kloupení

Posouzení - MSÚ - Vliv smyku

$V_{pl,Rd} =$	$A_{vz} \cdot f_{yd} / 3 \frac{1}{2}$	$=$	$1,77 \cdot 235,00 / 3 \frac{1}{2}$	
$V_{pl,Rd} =$	240,28 kN	$>$	$2 \cdot V_d$	$= 2 \cdot 28,52 = 57,03 \text{ kN}$

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

$$M_{cr} = 108,04 \text{ kNm}$$

Součinitel klopení

$$\chi_{LT} = 0,64$$

Posouzení pro třídu 1 a 2

$$M_{pl,Rd} = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd} = 0,64 \cdot 228,00 \cdot 235,00$$

$$M_{pl,Rd} = 34,31 \text{ kNm}$$

>

$$M_d = 12,83 \text{ kNm}$$

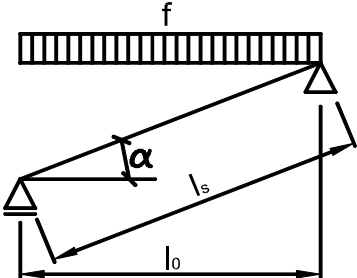
vyhovuje

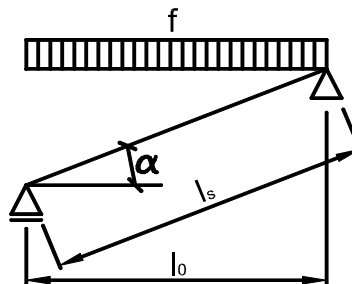
4. Návrh a posouzení konstrukcí střechy střední části

4.1 Zatížení střechy

Skladba střechy		tloušťka	objemová tíha	charakteristické	γ_G	návrhové				
krytina				0,10 kN/m ²	1,35	0,14 kN/m ²				
základ		0,025	7,00	= 0,18 kN/m ²	1,35	0,24 kN/m ²				
tíha konstrukce				0,25 kN/m ²	1,35	0,34 kN/m ²				
g ₁ celkem stálé zatížení - šikmý průmět				0,53 kN/m ²	1,35	0,71 kN/m ²				
g celkem stálé zatížení - svislý průmět		0,53 / cos 30°		= 0,61 kN/m ²	1,35	0,82 kN/m ²				
Užitné zatížení				charakteristické	γ_Q	návrhové				
q užitné zatížení	kategorie H	nepřístupná střecha		0,75 kN/m ²	1,50	1,13 kN/m ²				
Zatížení sněhem										
Tvarový součinitel pro pultové a sedlové střechy v případě pokud není bráněno sklouzávání sněhu ze střechy										
sklon střechy	$\alpha =$	30,00 °	$\mu_1 =$	0,80						
Součinitel expozice	Typ krajiny:	normální		$C_e =$	1,00					
	Tepelný součinitel			$C_t =$	1,00					
Charakteristická hodnota zatížení sněhem na zemi dle www.snehovamapa.cz				$s_k =$	1,14 kN/m ²					
	μ_i	.	C_e	.	C_t	.	s_k		γ_Q	
s sních	0,80	.	1,00	.	1,00	.	1,14	= 0,91 kN/m ²	1,50	1,37 kN/m ²
rozhodující je zatížení sněhem										

4.2 Návrh a posouzení krokve

Zatížení	Kombinace zatížení jako méně příznivá kombinace z následujících dvou výrazů					
	$\gamma_G = 1,35$	$\gamma_Q = 1,50$	$\psi_{0,1} = 0,50$	$\xi_1 = 0,85$		
Kombinace 1	$\gamma_Q \cdot \psi_{0,1} = 1,50 \cdot 0,50 = 0,75$					
	zatěžovací šířka			γ_G		
g₁ stálé zatížení	0,61	1,00	= 0,61 kN/m	1,35	0,82 kN/m	
				$\gamma_Q \cdot \psi_{0,1}$		
q₁ proměnné zatížení	0,91	1,00	= 0,91 kN/m	0,75	0,68 kN/m	
f₁ celkové zatížení	1,52 kN/m			0,99	1,50 kN/m	
Kombinace 2	$\xi_1 \cdot \gamma_G = 0,85 \cdot 1,35 = 1,15$					
	zatěžovací šířka			$\xi_1 \cdot \gamma_G$		
g₂ stálé zatížení	0,61	1,00	= 0,61 kN/m	1,15	0,70 kN/m	
				γ_Q		
q₂ proměnné zatížení	0,91	1,00	= 0,91 kN/m	1,50	1,37 kN/m	
f₂ celkové zatížení	1,52 kN/m			1,36	2,06 kN/m	
Rozhodující kombinace:						
kombinace 2						
Schéma konstrukce						
rozpětí konstrukce	$l_0 = 4,55$ m					
úhel sklonu	$\alpha = 30^\circ$					
délka nosníku	$l_s = 5,25$ m					
						
Vnitřní síly a reakce						
$M = 1/8 \cdot f \cdot l_0^2$						
$M_g = 1/8 \cdot 0,61 \cdot 4,55^2 = 1,57$ kNm	1,15	=	1,80	kNm		
$M_q = 1/8 \cdot 0,91 \cdot 4,55^2 = 2,36$ kNm	1,50	=	3,54	kNm		
celkový moment	$M_f = 3,93$ kNm	1,36	=	5,34	kNm	



$R =$	$1/2 \cdot f \cdot l_0$						
$R_g =$	$1/2 \cdot 0,61 \cdot 4,55$	$=$	$1,38 \text{ kN}$	$1,15$	$=$	$1,58 \text{ kN}$	
$R_q =$	$1/2 \cdot 0,91 \cdot 4,55$	$=$	$2,07 \text{ kN}$	$1,50$	$=$	$3,11 \text{ kN}$	
celková reakce			$R_f =$	3,45 kN	1,36	4,69 kN	
$N =$	$R \cdot \sin \alpha$						
$N_g =$	$1,38 \cdot \sin 30^\circ$	$=$	$0,69 \text{ kN}$	$1,15$	$=$	$0,79 \text{ kN}$	
$N_q =$	$2,07 \cdot \sin 30^\circ$	$=$	$1,04 \text{ kN}$	$1,50$	$=$	$1,56 \text{ kN}$	
celková normálová síla			$N_f =$	1,73 kN	1,36	2,35 kN	
$V =$	$R \cdot \cos \alpha$						
$V_g =$	$1,38 \cdot \cos 30^\circ$	$=$	$1,19 \text{ kN}$	$1,15$	$=$	$1,37 \text{ kN}$	
$V_q =$	$2,07 \cdot \cos 30^\circ$	$=$	$1,80 \text{ kN}$	$1,50$	$=$	$2,70 \text{ kN}$	
celková posouvající síla			$V_f =$	2,99 kN	1,36	4,07 kN	

Pružné deformace

$$w_g = \frac{5}{48} \cdot \frac{M_q}{E} \cdot \frac{l_s^2}{I} = \frac{5}{48} \cdot \frac{1,57}{10,00} \cdot \frac{5,25^2}{70,99}$$

$$w_g = 6,4 \text{ mm}$$

$$w_q = \frac{5}{48} \cdot \frac{M_q}{E} \cdot \frac{l_s^2}{I} = \frac{5}{48} \cdot \frac{2,36}{10,00} \cdot \frac{5,25^2}{70,99}$$

$$w_q = 9,6 \text{ mm}$$

Zatížení	moment k ose y	$M_{yd} = 5,34 \text{ kNm}$	moment k ose z	$M_{zd} = 0,00 \text{ kNm}$
	normálová síla	$N_d = 2,35 \text{ kN}$	posouvající síla	$V_d = 4,07 \text{ kN}$

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	$k_m = 0,70$	$\gamma_M = 1,30$
				$\beta_c = 0,20$

šířka průřezu $b = 80 \text{ mm}$

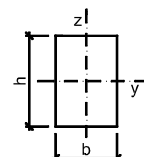
výška průřezu $h = 220 \text{ mm}$

plocha $A = 17,60 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^2$

moment setrvačnosti $I_y = 70,99 \cdot 10^6 \cdot \text{mm}^4$

poloměr setrvačnosti $i_y = 63,51 \text{ mm}$

průřezový modul $W_y = 645,33 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^3$



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

$W_z = 234,67 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^3$

Geometrie	délka nosníku	$l = 5,25 \text{ m}$	Podmínky
-----------	---------------	----------------------	----------

vzpěrná délka k ose y-y $l_{cr,y} = 5,25 \text{ m}$

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

vzpěr nezajištěn

vzpěr nezajištěn

Posouzení - MSÚ - Kombinace tlaku a ohybu

Součinitelé vzpěrnosti

$$k_{cy} = 0,41$$

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

Návrhové pevnosti

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

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

$\frac{N_d}{k_{cy} \cdot A \cdot f_{c,0,d}}$	+	$\frac{M_{yd}}{W_y \cdot f_{m,d}}$	+	$\frac{k_m \cdot M_{zd}}{W_z \cdot f_{m,d}}$
$\frac{2,35}{0,41 \cdot 17,60 \cdot 12,31}$	+	$\frac{5,34}{645,33 \cdot 13,54}$	+	$\frac{0,70 \cdot 0,00}{234,67 \cdot 13,54}$
podmínka kombinace 1		0,03 + 0,61 + 0,00		= 0,64 < 1,00

$\frac{N_d}{k_{cz} \cdot A \cdot f_{c,0,d}}$	+	$\frac{k_m \cdot M_{yd}}{W_y \cdot f_{m,d}}$	+	$\frac{M_{zd}}{W_z \cdot f_{m,d}}$	
2,35		0,70 · 5,34		0,00	
0,85 · 17,60 · 12,31		645,33 · 13,54		234,67 · 13,54	
podmínka kombinace 2	0,01 +	0,43 +	0,00	= 0,44	< 1,00 vyhovuje

Posouzení - MSÚ - Smyk

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

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

efektivní plocha $A_{ef} = 11,79 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^2$

Návrhové pevnosti

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

$$\frac{3 \cdot V_d}{2 \cdot A_{ef} \cdot f_{v,d}} = \frac{3 \cdot 4,07}{2 \cdot 11,79 \cdot 1,48} = 0,35 < 1,00$$

vyhovuje

Posouzení - MSP - Deformace

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

Okamžitý průhyb od proměnného zatížení $w_{inst,q} = 9,6 \text{ mm}$

Celkový okamžitý průhyb $w_{inst,f} = 15,9 \text{ mm}$

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

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

Okamžitý průhyb

$$w_{inst,f} = 15,9 \text{ mm} < w_{lim,inst} = \frac{l}{300} = \frac{5254}{300} = 17,5 \text{ mm}$$

vyhovuje

Konečný průhyb

Konečný průhyb od stálých zatížení

$$w_{fin,g} = w_{inst,g} \cdot \left(1 + k_{def} \right) = 6,4 \cdot (1 + 0,80) = 11,4 \text{ mm}$$

Konečný průhyb od proměnného zatížení

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

Celkový konečný průhyb

$$w_{fin,f} = 21,0 \text{ mm} < w_{lim,fin} = \frac{l}{250} = \frac{5254}{250} = 21,0 \text{ mm}$$

vyhovuje

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

g₁ stálé zatížení $0,61 \cdot 5,30 = 3,21 \text{ kN/m}$ $\gamma_G = 1,35$ 4,34 kN/m

q₁ proměnné zatížení $0,91 \cdot 5,30 = 4,83 \text{ kN/m}$ $\gamma_Q \cdot \psi_{0,1} = 0,75$ 3,63 kN/m

f₁ celkové zatížení **8,05 kN/m** **0,99** **7,96 kN/m**

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

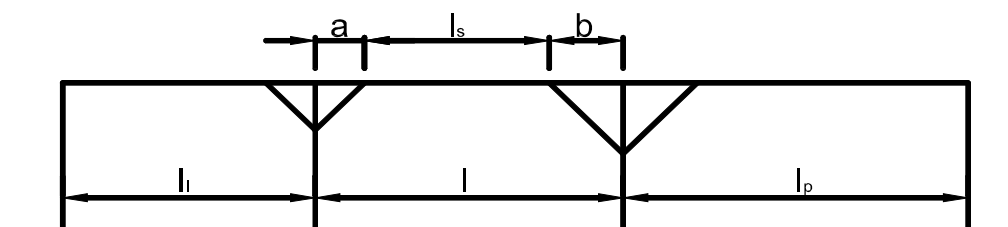
g₂ stálé zatížení $0,61 \cdot 5,30 = 3,21 \text{ kN/m}$ $\xi_1 \cdot \gamma_G = 1,15$ 3,69 kN/m

q₂ proměnné zatížení $0,91 \cdot 5,30 = 4,83 \text{ kN/m}$ $\gamma_Q = 1,50$ 7,25 kN/m

f₂ celkové zatížení **8,05 kN/m** **1,36** **10,94 kN/m**

Rozhodující kombinace: kombinace 2

Rozpětí nosníku zesílené vzpěrami dle dřívě platné normy ČSN 73 1701



rozpětí nosníku	$l = 3,90 \text{ m}$		
rozpětí nosníku v levém poli	$l_i = 3,90 \text{ m}$	předpoklad splněn	$a = 0,90 \text{ m}$
rozpětí nosníku v pravém poli	$l_p = 3,90 \text{ m}$	předpoklad splněn	$b = 0,90 \text{ m}$
	$l_s = 2,10 \text{ m}$		

$$l_{i,1} = \frac{l^2}{2 \cdot l - l_s} = \frac{3,90^2}{2 \cdot 3,90 - 2,10} = 2,67 \text{ m}$$

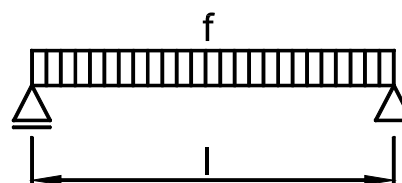
$$l_{i,2} = 0,6 \cdot l = 0,6 \cdot 3,90 = 2,34 \text{ m} \quad l_{i,max} = 2,67 \text{ m}$$

$$l_{i,krajní\ pole} = (3,90 + 2,67) / 2 = 3,28$$

Schéma konstrukce

rozpětí konstrukce $l = 3,28 \text{ m}$

Vnitřní síly a reakce



$M = 1/8 \cdot f \cdot l^2$			
$M_q = 1/8 \cdot 3,21 \cdot 3,28^2 = 4,33 \text{ kNm}$	1,15	=	4,97 kNm
$M_q = 1/8 \cdot 4,83 \cdot 3,28^2 = 6,52 \text{ kNm}$	1,50	=	9,78 kNm
celkový moment	$M_f = 10,85 \text{ kNm}$	1,36	14,75 kNm
$V = 1/2 \cdot f \cdot l$			
$V_q = 1/2 \cdot 3,21 \cdot 3,28 = 5,28 \text{ kN}$	1,15	=	6,05 kN
$V_q = 1/2 \cdot 4,83 \cdot 3,28 = 7,94 \text{ kN}$	1,50	=	11,91 kN
celková posouvající síla a reakce	$V_f = 13,21 \text{ kN}$	1,36	17,96 kN

Posouzení - MSP - Deformace

$$w_g = \frac{5}{48} \cdot \frac{M_q}{E} \cdot \frac{l^2}{I} = \frac{5}{48} \cdot \frac{4,33}{10,00} \cdot \frac{3,28^2}{161,28} = 3,0 \text{ mm}$$

$$w_q = \frac{5}{48} \cdot \frac{M_q}{E} \cdot \frac{l^2}{I} = \frac{5}{48} \cdot \frac{6,52}{10,00} \cdot \frac{3,28^2}{161,28} = 4,5 \text{ mm}$$

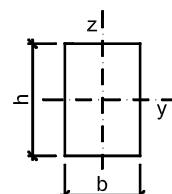
Zatížení moment k ose y $M_{yd} = 14,75 \text{ kNm}$ posouvající síla $V_d = 17,96 \text{ kN}$

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	$h = 240 \text{ mm}$
	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 $l = 3,28 \text{ m}$

délka nosníku nezajištěná proti příčné a torzní nestabilitě

$l_t = 3,28 \text{ m}$

Podmínky

klopení nezajištěné

Posouzení - MSÚ - Ohyb s příčnou a torzní stabilitou

Součinitel příčné a torzní stability

typ nosníku **prostě podepřený**

typ zatížení **spojité zatížení**

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

Návrhové pevnosti

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

$$\frac{M_{y,d}}{k_{crit} \cdot W_y \cdot f_{m,d}} = \frac{14,75}{1,00 \cdot 1344,00 \cdot 13,54} = 0,81 < 1,00$$

vyhovuje

Posouzení - MSÚ - Smyk

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

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

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

Návrhové pevnosti

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

$$\frac{3 \cdot V_d}{2 \cdot A_{ef} \cdot f_{v,d}} = \frac{3 \cdot 17,96}{2 \cdot 22,51 \cdot 1,48} = 0,81 < 1,00$$

vyhovuje

Posouzení - MSÚ - otláčení v uložení

Zatížení síla pro otláčení $V_d = 17,96 \text{ kN}$

Prostředí - třída provozu **2**

Třída trvání zatížení

střednědobé

Geometrie otláčení: šířka $b = 140 \text{ mm}$

výška $h = 100 \text{ mm}$

plocha pro otláčení $A = 14,00 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^2$

sklon otláčení k vláknům $\alpha = 90^\circ$

Charakteristická pevnost v otláčení pro úhel α :

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

Návrhová pevnost v otláčení pro úhel α :

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

Posouzení otláčení

$$\sigma_{c,\alpha,d} = \frac{V_d}{A \cdot f_{c,\alpha,d}} = \frac{17,96}{14,00 \cdot 1,48} = 0,87 < 1,00$$

vyhovuje

Posouzení - MSP - Deformace

Okamžitý průhyb od stálých zatížení

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

Okamžitý průhyb od proměnného zatížení

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

Celkový okamžitý průhyb

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

součinitel pro kvazistalou hodnotu proměnného zatížení:

sníh H<1000

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

modifikační součinitel deformace

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

Okamžitý průhyb

$$w_{inst,f} = 7,6 \text{ mm} < w_{lim,inst} = \frac{l}{300} = \frac{3284}{300} = 10,9 \text{ mm}$$

vyhovuje

$N_a =$	$R_a \cdot \sin \alpha$				
$N_{a,g} =$	$3,11 \cdot \sin 22^\circ =$	$1,18 \text{ kN}$	$1,15 =$	$1,35 \text{ kN}$	
$N_{a,q} =$	$4,68 \cdot \sin 22^\circ =$	$1,77 \text{ kN}$	$1,50 =$	$2,65 \text{ kN}$	
celková normálová síla na pravé straně		$N_f =$	2,95 kN	1,36	4,00 kN
$V_a =$	$R_a \cdot \cos \alpha$				
$V_{a,g} =$	$3,11 \cdot \cos 22^\circ =$	$2,88 \text{ kN}$	$1,15 =$	$3,31 \text{ kN}$	
$V_{a,q} =$	$4,68 \cdot \cos 22^\circ =$	$4,33 \text{ kN}$	$1,50 =$	$6,50 \text{ kN}$	
celková posouvající síla na pravé straně		$V_f =$	7,22 kN	1,36	9,81 kN

Pružné deformace

$$w_g = \frac{37 \cdot M_g \cdot l_s^2}{364 \cdot E \cdot I} = \frac{37 \cdot 2,79 \cdot 5,04^2}{364 \cdot 10,00 \cdot 161,28}$$

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

$$w_q = \frac{37 \cdot M_q \cdot l_s^2}{364 \cdot E \cdot I} = \frac{37 \cdot 4,20 \cdot 5,04^2}{364 \cdot 10,00 \cdot 161,28}$$

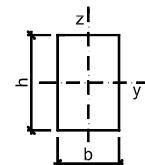
$$w_q = 6,7 \text{ mm}$$

Zatížení	moment k ose y	$M_{yd} = 9,51 \text{ kNm}$	moment k ose z	$M_{zd} = 0,00 \text{ kNm}$
	normálová síla	$N_d = 4,00 \text{ kN}$	posouvající síla	$V_d = 9,81 \text{ kN}$

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	$b = 140 \text{ mm}$		$\beta_c = 0,20$
	výška průřezu	$h = 240 \text{ mm}$		
	plocha	$A = 33,60 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^2$		
	moment setrvačnosti	$I_y = 161,28 \cdot 10^6 \cdot \text{mm}^4$		
	poloměr setrvačnosti	$i_y = 69,28 \text{ mm}$		
	průřezový modul	$W_y = 1344,00 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^3$		



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

$$W_z = 784,00 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^3$$

Geometrie	délka nosníku	$l = 5,04 \text{ m}$	Podmínky
	vzpěrná délka k ose y-y	$l_{cr,y} = 5,04 \text{ m}$	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

$$k_{cy} = 0,50 \quad k_{cz} = 0,97$$

Návrhové pevnosti

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

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

$\frac{N_d}{k_{cy} \cdot A \cdot f_{c,0,d}}$	+	$\frac{M_{yd}}{W_y \cdot f_{m,d}}$	+	$\frac{k_m \cdot M_{zd}}{W_z \cdot f_{m,d}}$	
$\frac{4,00}{0,50 \cdot 33,60 \cdot 12,31}$	+	$\frac{9,51}{1344,00 \cdot 13,54}$	+	$\frac{0,70 \cdot 0,00}{784,00 \cdot 13,54}$	
podmínka kombinace 1	0,02	+ 0,52	+ 0,00	= 0,54	< 1,00
$\frac{N_d}{k_{cz} \cdot A \cdot f_{c,0,d}}$	+	$\frac{k_m \cdot M_{yd}}{W_y \cdot f_{m,d}}$	+	$\frac{M_{zd}}{W_z \cdot f_{m,d}}$	
$\frac{4,00}{0,97 \cdot 33,60 \cdot 12,31}$	+	$\frac{0,70 \cdot 9,51}{1344,00 \cdot 13,54}$	+	$\frac{0,00}{784,00 \cdot 13,54}$	
podmínka kombinace 2	0,01	+ 0,37	+ 0,00	= 0,38	< 1,00

vyhovuje

Posouzení - MSÚ - Smyk

$$\begin{aligned} \text{součinitel vlivu vysušených trhlin} \quad k_{cr} &= 0,67 \\ \text{efektivní šířka průřezu} \quad b_{ef} &= k_{cr} \cdot b = 0,67 \cdot 140,00 = 94 \text{ mm} \\ \text{efektivní plocha} \quad A_{ef} &= 22,51 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^2 \end{aligned}$$

Návrhové pevnosti

$$\begin{aligned} f_{v,d} &= \frac{k_{mod} \cdot f_{v,k}}{\gamma_M} = \frac{0,80 \cdot 2,40}{1,30} = 1,48 \text{ MPa} \\ \frac{3 \cdot V_d}{2 \cdot A_{ef} \cdot f_{v,d}} &= \frac{3 \cdot 9,81}{2 \cdot 22,51 \cdot 1,48} = 0,44 < 1,00 \end{aligned}$$

vyhovuje

Posouzení - MSP - Deformace

$$\begin{aligned} \text{Okamžitý průhyb od stálých zatížení} \quad w_{inst,g} &= 4,5 \text{ mm} \\ \text{Okamžitý průhyb od proměnného zatížení} \quad w_{inst,q} &= 6,7 \text{ mm} \\ \text{Celkový okamžitý průhyb} \quad w_{inst,f} &= 11,2 \text{ mm} \\ \text{součinitel pro kvazistatou hodnotu proměnného zatížení:} \quad \text{sníh } H < 1000 \quad \psi_{2,q} &= 0,0 \\ \text{modifikační součinitel deformace} \quad k_{def} &= 0,80 \end{aligned}$$

Okamžitý průhyb

$$w_{inst,f} = 11,2 \text{ mm} < w_{lim,inst} = \frac{l}{300} = \frac{5041}{300} = 16,8 \text{ mm}$$

vyhovuje

Konečný průhyb

$$w_{fin,g} = w_{inst,g} \cdot \left(1 + k_{def} \right) = 4,5 \cdot (1 + 0,80) = 8,1 \text{ mm}$$

Konečný průhyb od proměnného zatížení

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

$$\text{Celkový konečný průhyb} \quad w_{fin,f} = 14,8 \text{ mm}$$

$$w_{fin,f} = 14,8 \text{ mm} < w_{lim,fin} = \frac{l}{250} = \frac{5041}{250} = 20,2 \text{ mm}$$

vyhovuje

4.5 Návrh a posouzení sloupku

Zatížení Kombinace zatížení jako méně příznivá kombinace z následujících dvou výrazů

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

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

$$\begin{aligned} \text{G}_1 \text{ stálé zatížení} \quad 0,61 \cdot 5,20 \cdot 5,00 &= 15,76 \text{ kN} \quad \gamma_G \quad 1,35 \quad 21,28 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Q}_1 \text{ proměnné zatížení} \quad 0,91 \cdot 5,20 \cdot 5,00 &= 23,71 \text{ kN} \quad \gamma_Q \cdot \psi_{0,1} \quad 1,05 \quad 24,90 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\text{F}_1 \text{ celkové zatížení} \quad 39,47 \text{ kN} \quad 1,17 \quad 46,18 \text{ kN}$$

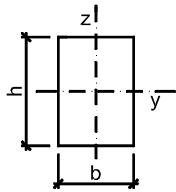
$$\text{Kombinace 2} \quad \xi_1 \cdot \gamma_G = 0,85 \cdot 1,35 = 1,15$$

$$\begin{aligned} \text{G}_2 \text{ stálé zatížení} \quad 0,61 \cdot 5,20 \cdot 5,00 &= 15,76 \text{ kN} \quad \xi_1 \cdot \gamma_G \quad 1,15 \quad 18,09 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Q}_2 \text{ proměnné zatížení} \quad 0,91 \cdot 5,20 \cdot 5,00 &= 23,71 \text{ kN} \quad \gamma_Q \quad 1,50 \quad 35,57 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\text{F}_2 \text{ celkové zatížení} \quad 39,47 \text{ kN} \quad 1,36 \quad 53,65 \text{ kN}$$

$$\text{Rozhodující kombinace:} \quad \text{kombinace 2} \quad N_d = F_{max} = 53,65 \text{ kN}$$

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	$b = 200 \text{ mm}$		
	výška průřezu	$h = 140 \text{ mm}$		
	plocha	$A = 28,00 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^2$		
	poloměr setrvačnosti k ose y	$i_y = 40,41 \text{ mm}$		
	poloměr setrvačnosti k ose z	$i_z = 57,74 \text{ mm}$		
Geometrie	výška sloupu	$l = 3,00 \text{ m}$		
	vzpěrná délka k ose y-y	$l_{cr,y} = 3,00 \text{ m}$		
	vzpěrná délka k ose z-z	$l_{cr,z} = 3,00 \text{ m}$		
Posouzení - MSÚ - Tlak				
$k_{cy} = 0,49$		$k_{cz} = 0,76$	$k_{cmin} = 0,49$	rozhoduje vzpěr k ose y
Návrhové pevnosti				
$f_{c,0,d} = \frac{k_{mod} \cdot f_{c,0,k}}{\gamma_M} = \frac{0,80 \cdot 20,00}{1,30} = 12,31 \text{ MPa}$				
$\frac{N_d}{k_{cmin} \cdot A \cdot f_{c,0,d}} = \frac{53,65}{0,49 \cdot 28,00 \cdot 12,31} = 0,32 < 1,00$				
vyhovuje				

4.6 Zatížení podlahy podkroví

Skladba stropu	tloušťka	objemová tíha	charakteristické	γ_G	návrhové
nášlapná vrstva	0,010	22,00	= 0,22 kN/m ²	1,35	0,30 kN/m ²
OSB záklop	0,025	7,00	= 0,18 kN/m ²	1,35	0,24 kN/m ²
izolace	0,200	1,00	= 0,20 kN/m ²	1,35	0,27 kN/m ²
vlastní tíha konstrukce			0,30 kN/m ²	1,35	0,41 kN/m ²
sádkrokarton	0,015	8,50	= 0,13 kN/m ²	1,35	0,17 kN/m ²
g celkem stálé zatížení			1,02 kN/m²	1,35	1,38 kN/m²
Proměnné zatížení			charakteristické	γ_Q	návrhové
q užité zatížení	kategorie A	obytné plochy	1,50 kN/m²	1,50	2,25 kN/m²

4.7 Návrh a posouzení podlahového trámu - průřez I

Zatížení		Kombinace zatížení jako méně příznivá kombinace z následujících dvou výrazů				
		$\gamma_G = 1,35$	$\gamma_Q = 1,50$	$\Psi_{0,1} = 0,70$	$\xi_1 = 0,85$	
Kombinace 1		$\gamma_Q \cdot \Psi_{0,1} = 1,50 \cdot 0,70 = 1,05$				
		zatěžovací šířka			γ_G	
g₁	stálé zatížení	1,02	$\cdot 0,50 = 0,51$ kN/m	1,35	0,69 kN/m	
					$\gamma_Q \cdot \Psi_{0,1}$	
q₁	proměnné zatížení	1,50	$\cdot 0,50 = 0,75$ kN/m	1,05	0,79 kN/m	
f₁ celkové zatížení		1,26 kN/m			1,17	1,48 kN/m
Kombinace 2		$\xi_1 \cdot \gamma_G = 0,85 \cdot 1,35 = 1,15$				
		zatěžovací šířka			$\xi_1 \cdot \gamma_G$	
g₂	stálé zatížení	1,02	$\cdot 0,50 = 0,51$ kN/m	1,15	0,59 kN/m	
					γ_Q	
q₂	proměnné zatížení	1,50	$\cdot 0,50 = 0,75$ kN/m	1,50	1,13 kN/m	
f₂ celkové zatížení		1,26 kN/m			1,36	1,71 kN/m

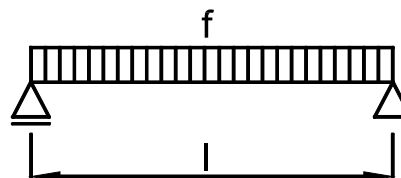
Rozhodující kombinace:

kombinace 2

Schéma konstrukce

rozpětí konstrukce

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



Vnitřní síly a reakce

$M =$	$1/8 \cdot f \cdot l^2$						
$M_g =$	$1/8 \cdot 0,51 \cdot 4,60^2$	$=$	$1,35 \text{ kNm}$	$1,15$	$=$	$1,55 \text{ kNm}$	
$M_q =$	$1/8 \cdot 0,75 \cdot 4,60^2$	$=$	$1,98 \text{ kNm}$	$1,50$	$=$	$2,98 \text{ kNm}$	
celkový moment			$M_f =$	$3,34 \text{ kNm}$	$1,36$	$4,53 \text{ kNm}$	
$V =$	$1/2 \cdot f \cdot l$						
$V_g =$	$1/2 \cdot 0,51 \cdot 4,60$	$=$	$1,18 \text{ kN}$	$1,15$	$=$	$1,35 \text{ kN}$	
$V_q =$	$1/2 \cdot 0,75 \cdot 4,60$	$=$	$1,73 \text{ kN}$	$1,50$	$=$	$2,59 \text{ kN}$	
celková posouvající síla a reakce			$V_f =$	$2,90 \text{ kN}$	$1,36$	$3,94 \text{ kN}$	

Pružné deformace

$$w_g = \frac{5}{48} \cdot \frac{M_g}{E} \cdot \frac{l^2}{I} = \frac{5}{48} \cdot \frac{1,35}{10,00} \cdot \frac{4,60^2}{66,67} = 4,5 \text{ mm}$$

$$w_q = \frac{5}{48} \cdot \frac{M_q}{E} \cdot \frac{l^2}{I} = \frac{5}{48} \cdot \frac{1,98}{10,00} \cdot \frac{4,60^2}{66,67} = 6,6 \text{ mm}$$

Zatížení moment k ose y $M_{yd} = 4,53 \text{ kNm}$ posouvající síla $V_d = 3,94 \text{ kN}$

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

$b = 100 \text{ mm}$

výška průřezu

$h = 200 \text{ mm}$

plocha

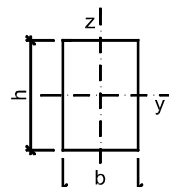
$A = 20,00 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^2$

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

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

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

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

$$\frac{M_{yd}}{k_{crit} \cdot W_y \cdot f_{m,d}} = \frac{4,53}{1,00 \cdot 666,67 \cdot 13,54} = 0,50 < 1,00$$

vyhovuje

Posouzení - MSÚ - Smyk

$$\begin{aligned} \text{součinitel vlivu vysušených trhlín} \quad k_{cr} &= 0,67 \\ \text{efektivní šířka průřezu} \quad b_{ef} &= k_{cr} \cdot b = 0,67 \cdot 100,00 = 67 \text{ mm} \\ \text{efektivní plocha} \quad A_{ef} &= 13,40 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^2 \end{aligned}$$

Návrhové pevnosti

$$\begin{aligned} f_{v,d} &= \frac{k_{mod} \cdot f_{v,k}}{\gamma_M} = \frac{0,80 \cdot 2,40}{1,30} = 1,48 \text{ MPa} \\ \frac{3 \cdot V_d}{2 \cdot A_{ef} \cdot f_{v,d}} &= \frac{3 \cdot 3,94}{2 \cdot 13,40 \cdot 1,48} = 0,30 < 1,00 \\ &\text{vyhovuje} \end{aligned}$$

Posouzení - MSP - Deformace

$$\begin{aligned} \text{Okamžitý průhyb od stálých zatížení} \quad w_{inst,g} &= 4,5 \text{ mm} \\ \text{Okamžitý průhyb od proměnného zatížení} \quad w_{inst,q} &= 6,6 \text{ mm} \\ \text{Celkový okamžitý průhyb} \quad w_{inst,f} &= 11,0 \text{ mm} \\ \text{součinitel pro kvazistatou hodnotu proměnného zatížení:} \quad &\text{obytná plocha} \quad \psi_{2,q} = 0,3 \\ \text{modifikační součinitel deformace} \quad k_{def} &= 0,80 \end{aligned}$$

Okamžitý průhyb

$$w_{inst,f} = 11,0 \text{ mm} < w_{lim,inst} = \frac{l}{300} = \frac{4600}{300} = 15,3 \text{ mm} \quad \text{vyhovuje}$$

Konečný průhyb

Konečný průhyb od stálých zatížení

$$w_{fin,g} = w_{inst,g} \cdot \left(1 + k_{def} \right) = 4,5 \cdot (1 + 0,80) = 8,0 \text{ mm}$$

Konečný průhyb od proměnného zatížení

$$w_{fin,q} = w_{inst,q} \cdot \left(1 + \psi_{2,q} \cdot k_{def} \right) = 6,6 \cdot (1 + 0,3 \cdot 0,80) = 8,1 \text{ mm}$$

Celkový konečný průhyb

$$\begin{aligned} w_{fin,f} &= 16,2 \text{ mm} \\ w_{fin,f} = 16,2 \text{ mm} &< w_{lim,fin} = \frac{l}{250} = \frac{4600}{250} = 18,4 \text{ mm} \quad \text{vyhovuje} \end{aligned}$$

4.8 Návrh a posouzení podlahového trámu - průřez II

Zatížení Kombinace zatížení jako méně příznivá kombinace z následujících dvou výrazů

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

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

zatěžovací šířka

$$g_1 \text{ stálé zatížení} \quad 1,02 \cdot 0,85 = 0,87 \text{ kN/m} \quad \gamma_G = 1,35 \quad 1,17 \text{ kN/m}$$

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

$$q_1 \text{ proměnné zatížení} \quad 1,50 \cdot 0,85 = 1,28 \text{ kN/m} \quad 1,05 \quad 1,34 \text{ kN/m}$$

$$f_1 \text{ celkové zatížení} \quad 2,14 \text{ kN/m} \quad 1,17 \quad 2,51 \text{ kN/m}$$

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

zatěžovací šířka

$\xi_1 \cdot \gamma_G$

$$g_2 \text{ stálé zatížení} \quad 1,02 \cdot 0,85 = 0,87 \text{ kN/m} \quad 1,15 \quad 1,00 \text{ kN/m}$$

γ_Q

$$q_2 \text{ proměnné zatížení} \quad 1,50 \cdot 0,85 = 1,28 \text{ kN/m} \quad 1,50 \quad 1,91 \text{ kN/m}$$

$$f_2 \text{ celkové zatížení} \quad 2,14 \text{ kN/m} \quad 1,36 \quad 2,91 \text{ kN/m}$$

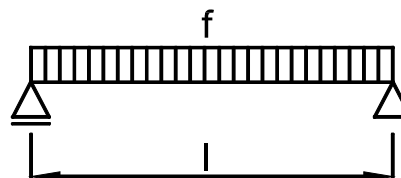
Rozhodující kombinace:

kombinace 2

Schéma konstrukce

rozpětí konstrukce

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



Vnitřní síly a reakce

$M =$	$1/8 \cdot f \cdot l^2$						
$M_g =$	$1/8 \cdot 0,87 \cdot 3,75^2$	$=$	$1,53 \text{ kNm}$	$1,15$	$=$	$1,75 \text{ kNm}$	
$M_q =$	$1/8 \cdot 1,28 \cdot 3,75^2$	$=$	$2,24 \text{ kNm}$	$1,50$	$=$	$3,36 \text{ kNm}$	
celkový moment		$M_f =$	$3,77 \text{ kNm}$	$1,36$		$5,11 \text{ kNm}$	
$V =$	$1/2 \cdot f \cdot l$						
$V_g =$	$1/2 \cdot 0,87 \cdot 3,75$	$=$	$1,63 \text{ kN}$	$1,15$	$=$	$1,87 \text{ kN}$	
$V_q =$	$1/2 \cdot 1,28 \cdot 3,75$	$=$	$2,39 \text{ kN}$	$1,50$	$=$	$3,59 \text{ kN}$	
celková posouvající síla a reakce		$V_f =$	$4,02 \text{ kN}$	$1,36$		$5,46 \text{ kN}$	

Pružné deformace

$$w_g = \frac{5}{48} \cdot \frac{M_g}{E} \cdot \frac{l^2}{I} = \frac{5}{48} \cdot \frac{1,53}{10,00} \cdot \frac{3,75^2}{66,67} = 3,4 \text{ mm}$$

$$w_q = \frac{5}{48} \cdot \frac{M_q}{E} \cdot \frac{l^2}{I} = \frac{5}{48} \cdot \frac{2,24}{10,00} \cdot \frac{3,75^2}{66,67} = 4,9 \text{ mm}$$

Zatížení moment k ose y $M_{yd} = 5,11 \text{ kNm}$ posouvající síla $V_d = 5,46 \text{ kN}$

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

$b = 100 \text{ mm}$

výška průřezu

$h = 200 \text{ mm}$

plocha

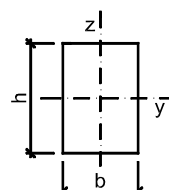
$A = 20,00 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^2$

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

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

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

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

$$\frac{M_{yd}}{k_{crit} \cdot W_y \cdot f_{m,d}} = \frac{5,11}{1,00 \cdot 666,67 \cdot 13,54} = 0,57 < 1,00$$

vyhovuje

Posouzení - MSÚ - Smyk

$$\begin{aligned} \text{součinitel vlivu vysušených trhlín} \quad k_{cr} &= 0,67 \\ \text{efektivní šířka průřezu} \quad b_{ef} &= k_{cr} \cdot b = 0,67 \cdot 100,00 = 67 \text{ mm} \\ \text{efektivní plocha} \quad A_{ef} &= 13,40 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^2 \end{aligned}$$

Návrhové pevnosti

$$\begin{aligned} f_{v,d} &= \frac{k_{mod} \cdot f_{v,k}}{\gamma_M} = \frac{0,80 \cdot 2,40}{1,30} = 1,48 \text{ MPa} \\ \frac{3 \cdot V_d}{2 \cdot A_{ef} \cdot f_{v,d}} &= \frac{3 \cdot 5,46}{2 \cdot 13,40 \cdot 1,48} = 0,41 < 1,00 \\ &\text{vyhovuje} \end{aligned}$$

Posouzení - MSP - Deformace

$$\begin{aligned} \text{Okamžitý průhyb od stálých zatížení} \quad w_{inst,g} &= 3,4 \text{ mm} \\ \text{Okamžitý průhyb od proměnného zatížení} \quad w_{inst,q} &= 4,9 \text{ mm} \\ \text{Celkový okamžitý průhyb} \quad w_{inst,f} &= 8,3 \text{ mm} \\ \text{součinitel pro kvazistatou hodnotu proměnného zatížení:} &\text{obytná plocha} \quad \psi_{2,q} = 0,3 \\ \text{modifikační součinitel deformace} \quad k_{def} &= 0,80 \end{aligned}$$

Okamžitý průhyb

$$w_{inst,f} = 8,3 \text{ mm} < w_{lim,inst} = \frac{l}{300} = \frac{3750}{300} = 12,5 \text{ mm} \quad \text{vyhovuje}$$

Konečný průhyb

Konečný průhyb od stálých zatížení

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

Konečný průhyb od proměnného zatížení

$$w_{fin,q} = w_{inst,q} \cdot \left(1 + \psi_{2,q} \cdot k_{def} \right) = 4,9 \cdot (1 + 0,3 \cdot 0,80) = 6,1 \text{ mm}$$

Celkový konečný průhyb

$$\begin{aligned} w_{fin,f} &= 12,1 \text{ mm} \\ w_{fin,f} = 12,1 \text{ mm} &< w_{lim,fin} = \frac{l}{250} = \frac{3750}{250} = 15,0 \text{ mm} \quad \text{vyhovuje} \end{aligned}$$

4.9 Návrh a posouzení ocelové výměny pod sloupkem

Zatížení - líniové

Kombinace zatížení jako méně příznivá kombinace z následujících dvou výrazů

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

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

zatěžovací šířka

$$g_1 \text{ stálé zatížení} \quad 1,02 \cdot 0,50 = 0,51 \text{ kN/m} \quad \gamma_G = 1,35 \quad 0,69 \text{ kN/m}$$

$$q_1 \text{ proměnné zatížení} \quad 1,50 \cdot 0,50 = 0,75 \text{ kN/m} \quad \gamma_Q \cdot \psi_{0,1} = 1,05 \quad 0,79 \text{ kN/m}$$

$$f_1 \text{ celkové zatížení} \quad 1,26 \text{ kN/m} \quad 1,17 \quad 1,48 \text{ kN/m}$$

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

$$g_2 \text{ stálé zatížení} \quad 0,51 \text{ kN/m} \quad \xi_1 \cdot \gamma_G = 1,15 \quad 0,59 \text{ kN/m}$$

$$q_2 \text{ proměnné zatížení} \quad 0,75 \text{ kN/m} \quad \gamma_Q = 1,50 \quad 1,13 \text{ kN/m}$$

$$f_2 \text{ celkové zatížení} \quad 1,26 \text{ kN/m} \quad 1,36 \quad 1,71 \text{ kN/m}$$

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

Kombinace 1		zatěžovací plocha				γ_G			
G ₁ stálé zatížení	0,61	.	2,60	.	2,60	= 4,10 kN	1,35	5,53 kN	
Q ₁ proměnné zatížení	0,91	.	2,60	.	2,60	= 6,17 kN	$\gamma_Q \cdot \Psi_{0,1}$	1,05	6,47 kN

F₁ celkové zatížení **10,26 kN** **1,17** **12,01 kN**

Kombinace 2		zatěžovací plocha				$\xi_1 \cdot \gamma_G$			
G ₂ stálé zatížení	0,61	.	2,60	.	2,60	=	4,10 kN	1,15	4,70 kN
Q ₂ proměnné zatížení	0,91	.	2,60	.	2,60	=	6,17 kN	γ_Q 1,50	9,25 kN

F₂ celkové zatížení **10,26 kN** **1,36** **13,95 kN**

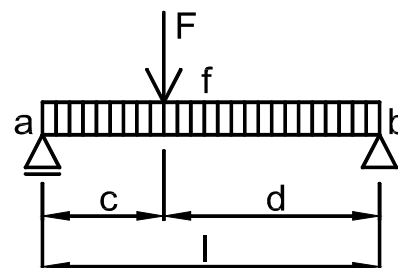
Rozhodující kombinace pro spojitě zatížení: kombinace 2

Rozhodující kombinace pro osamělé břemeno: kombinace 2

Schéma konstrukce

geometrie konstrukce $c = 2,33 \text{ m}$

$l = 4,65 \text{ m}$ $d = 2,33 \text{ m}$



Vnitřní síly a reakce

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

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

$$M_{f,g} = \frac{1}{2} \cdot 0,51 \cdot 5,41 = 1,38 \text{ kNm} \quad 1,15 = 1,59 \text{ kNm}$$

$$M_{F,g} = 4,10 \cdot 5,41 / 4,65 = 4,76 \text{ kNm} \quad 1,15 = 5,47 \text{ kNm}$$

moment od stálého zatížení **M_{f,g} = 6,15 kNm** **1,15** **7,05 kNm**

$$M_{f,q} = \frac{1}{2} \cdot 0,75 \cdot 5,41 = 2,03 \text{ kNm} \quad 1,50 = 3,04 \text{ kNm}$$

$$M_{F,q} = 6,17 \cdot 5,41 / 4,65 = 7,17 \text{ kNm} \quad 1,50 = 10,75 \text{ kNm}$$

moment od proměnného zatížení **M_{f,q} = 9,19 kNm** **1,50** **13,79 kNm**

moment v místě síly F **M_{f,F} = 15,34 kNm** **1,36** **20,84 kNm**

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

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

$$V_{f,g} = \frac{1}{2} \cdot 0,51 \cdot 4,65 = 1,19 \text{ kN} \quad 1,15 = 1,36 \text{ kN}$$

$$V_{F,g} = 4,10 \cdot 2,33 / 4,65 = 2,05 \text{ kN} \quad 1,15 = 2,35 \text{ kN}$$

posouvající síla od stálého zatížení **V_{f,g} = 3,24 kN** **1,15** **3,72 kN**

$$V_{f,q} = \frac{1}{2} \cdot 0,75 \cdot 4,65 = 1,74 \text{ kN} \quad 1,50 = 2,62 \text{ kN}$$

$$V_{F,q} = 6,17 \cdot 2,33 / 4,65 = 3,08 \text{ kN} \quad 1,50 = 4,62 \text{ kN}$$

posouvající síla od proměnného zatížení **V_{f,q} = 4,83 kN** **1,50** **7,24 kN**

posouvající síla a reakce v podpoře A **V_{f,F} = 8,06 kN** **1,36** **10,95 kN**

Posouzení - MSP - Deformace v místě síly F

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

$$w_g = \frac{5}{48} \cdot \frac{1,38}{210,00} \cdot \frac{4,65^2}{19,43} + \frac{4,76}{3} \cdot \frac{2,33}{210,00} \cdot \frac{2,33}{19,43}$$

$$w_g = 2,9 \text{ mm} < w_{lim,g} = l / 400 = 11,6 \text{ mm}$$

$$w_q = \frac{5}{48} \cdot \frac{2,03}{210,00} \cdot \frac{4,65^2}{19,43} + \frac{7,17}{3} \cdot \frac{2,33}{210,00} \cdot \frac{2,33}{19,43}$$

$$w_q = 4,3 \text{ mm} < w_{lim,q} = l / 500 = 9,3 \text{ mm}$$

$$w_{f,F} = 7,2 \text{ mm} < w_{lim,f} = l / 400 = 11,6 \text{ mm}$$

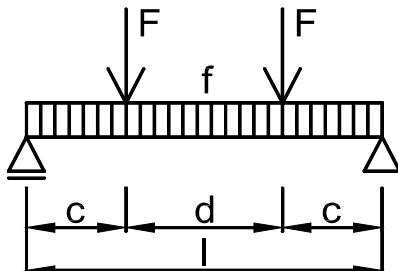
vyhovuje

Zatížení	$M_d = 20,84 \text{ kNm}$	$V_d = 10,95 \text{ kN}$	
Návrh průřezu a oceli			
Průřez	typ IPE	Ocel S 235	$f_y = 235,00 \text{ MPa}$
	označení průřezu 200	$E = 210,00 \text{ GPa}$	$\gamma_{M1} = 1,00$
	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 $h =$	200 mm	
	šířka průřezu $b =$	100 mm	
	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	$i_z = 22,36 \text{ mm}$
	průřezový modul $W_y =$	$194,30 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^3$	
	plastický průřezový modul $W_{pl,y} =$	$220,60 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^3$	
	moment tuh. v prostém kroucení $I_t =$	$69,80 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^4$	
	výsečový moment setrvačnosti $I_w =$	$12,99 \cdot 10^9 \cdot \text{mm}^6$	
	vzdálenost těžišť $y_e =$	50,00 mm	
Geometrie	Vzpěrná délka $L_{LT} =$	4 650 mm	délka na klopení
Posouzení - MSÚ - Vliv smyku			
	$V_{pl,Rd} =$	$A_{vz} \cdot f_{yd} / 3 \cdot 1/2 = 1,40 \cdot 235,00 / 3 \cdot 1/2$	
	$V_{pl,Rd} = 189,95 \text{ kN}$	$> 2 \cdot V_d = 2 \cdot 10,95$	$= 21,91 \text{ kN}$
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			
	$M_{cr} = 32,63 \text{ kNm}$		
Součinitel klopení			
	$\chi_{LT} = 0,49$		
Posouzení pro třídu 1 a 2			
	$M_{pl,Rd} = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd} = 0,49 \cdot 220,60 \cdot 235,00$		
	$M_{pl,Rd} = 25,56 \text{ kNm}$	$> M_d = 20,84 \text{ kNm}$	vyhovuje

4.10 Návrh a posouzení ocelového nosníku pod sloupkem

Zatížení - liniové	Kombinace zatížení jako méně příznivá kombinace z následujících dvou výrazů			
$\gamma_G = 1,35$	$\gamma_Q = 1,50$	$\psi_{0,1} = 0,70$	$\xi_1 = 0,85$	
Kombinace 1	$\gamma_Q \cdot \psi_{0,1} = 1,50 \cdot 0,70 = 1,05$			
	zatěžovací šířka			γ_G
stálé zatížení	$1,02 \cdot 4,10 = 4,19 \text{ kN/m}$			
vlastní tíha				2,00 kN/m
g₁ stálé zatížení		6,19 kN/m	1,35	8,36 kN/m
			$\gamma_Q \cdot \psi_{0,1}$	
q₁ proměnné zatížení	$1,50 \cdot 4,10 = 6,15 \text{ kN/m}$		1,05	6,46 kN/m
f₁ celkové zatížení		12,34 kN/m	1,20	14,82 kN/m

Reakce
sloupku
střechy.

Kombinace 2	$\xi_1 \cdot \gamma_G$	γ_G	=	0,85	·	1,35	=	1,15
		$\xi_1 \cdot \gamma_G$						
g₂ stálé zatížení	6,19 kN/m	1,15						7,11 kN/m
		γ_Q						
q₂ proměnné zatížení	6,15 kN/m	1,50						9,23 kN/m
f₂ celkové zatížení	12,34 kN/m	1,32						16,33 kN/m
Zatížení - osamělé břemeno Kombinace zatížení jako méně příznivá kombinace z následujících dvou výrazů								
Kombinace 1		γ_G						
G₁ stálé zatížení	15,76 kN	1,35						21,28 kN
		$\gamma_Q \cdot \Psi_{0,1}$						
Q₁ proměnné zatížení	23,71 kN	1,05						24,90 kN
F₁ celkové zatížení	39,47 kN	1,17						46,18 kN
Kombinace 2		$\xi_1 \cdot \gamma_G$						
G₂ stálé zatížení	15,76 kN	1,15						18,09 kN
		γ_Q						
Q₂ proměnné zatížení	23,71 kN	1,50						35,57 kN
F₂ celkové zatížení	39,47 kN	1,36						53,65 kN
Rozhodující kombinace pro spojité zatížení:			kombinace 2					
Rozhodující kombinace pro osamělé břemeno:			kombinace 2					
Schéma konstrukce								
geometrie konstrukce			$c = 4,50 \text{ m}$					
$l = 13,60 \text{ m}$			$d = 4,60 \text{ m}$					
Vnitřní síly a reakce								
$M_f =$	$1/8 \cdot f \cdot l^2$							
$M_F =$	$F \cdot c$							
$M_{f,g} =$	$1/8 \cdot 6,19 \cdot 13,60^2 = 143,16 \text{ kNm}$	1,15						164,28 kNm
$M_{F,g} =$	$15,76 \cdot 4,50 = 70,93 \text{ kNm}$	1,15						81,39 kNm
moment od stálého zatížení		$M_{f,F,g} =$	214,09 kNm	1,15				245,67 kNm
$M_{f,q} =$	$1/8 \cdot 6,15 \cdot 13,60^2 = 142,19 \text{ kNm}$	1,50						213,28 kNm
$M_{F,q} =$	$23,71 \cdot 4,50 = 106,70 \text{ kNm}$	1,50						160,06 kNm
moment od proměnného zatížení		$M_{f,F,q} =$	248,89 kNm	1,50				373,34 kNm
moment uprostřed rozpětí		$M_{f,F} =$	462,98 kNm	1,34				619,01 kNm
$V_f =$	$1/2 \cdot f \cdot l$							
$V_F =$	F							
$V_{f,g} =$	$1/2 \cdot 6,19 \cdot 13,60 = 42,11 \text{ kN}$	1,15						48,32 kN
$V_{F,g} =$	$15,76$	1,15						18,09 kN
posouvající síla od stálého zatížení		$V_{f,F,g} =$	57,87 kN	1,15				66,40 kN
$V_{f,q} =$	$1/2 \cdot 6,15 \cdot 13,60 = 41,82 \text{ kN}$	1,50						62,73 kN
$V_{F,q} =$	$23,71$	1,50						35,57 kN
posouvající síla od proměnného zatížení		$V_{f,F,q} =$	65,53 kN	1,50				98,30 kN
posouvající síla a reakce		$V_{f,F} =$	123,40 kN	1,33				164,70 kN

Posouzení - MSP - Deformace uprostřed rozpětí

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

$$w_g = \frac{5}{48} \cdot \frac{143,16}{210,00} \cdot \frac{13,60^2}{1367,00} + \frac{70,93}{24} \cdot \frac{3 \cdot 13,60^2 - 4 \cdot 81,00}{210,00 \cdot 1367,00}$$

$$w_g = 14,5 \text{ mm} < w_{lim,g} = l / 400 = 34,0 \text{ mm}$$

$$w_q = \frac{5}{48} \cdot \frac{142,19}{210,00} \cdot \frac{13,60^2}{1367,00} + \frac{106,70}{24} \cdot \frac{3 \cdot 13,60^2 - 4 \cdot 81,00}{210,00 \cdot 1367,00}$$

$$w_q = 16,9 \text{ mm} < w_{lim,q} = l / 500 = 27,2 \text{ mm}$$

$$w_{f,F} = 31,4 \text{ mm} < w_{lim,f} = l / 400 = 34,0 \text{ mm} \quad \text{vyhovuje}$$

Zatížení $M_d = 619,01 \text{ kNm}$

$V_d = 164,70 \text{ kN}$

Návrh průřezu a oceli

Průřez typ **HEB** Ocel **S 235** $f_y = 235,00 \text{ MPa}$
 označení průřezu **550** $E = 210,00 \text{ GPa}$ $\gamma_{M1} = 1,00$
 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 $h = 550 \text{ mm}$
 šířka průřezu $b = 300 \text{ mm}$
 plocha $A = 25,41 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^2$
 smyková plocha $A_{vz} = 8,01 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^2$
 moment setrvačnosti $I_y = 1367,00 \cdot 10^6 \cdot \text{mm}^4$ $I_z = 130,80 \cdot 10^6 \cdot \text{mm}^4$
 poloměr setrvačnosti $i_y = 232,00 \text{ mm}$ $i_z = 71,75 \text{ mm}$
 průřezový modul $W_y = 4971,00 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^3$
 plastický průřezový modul $W_{pl,y} = 5591,00 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^3$
 moment tuh. v prostém kroucení $I_t = 6003,00 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^4$
 výsečový moment setrvačnosti $I_w = 8856,00 \cdot 10^9 \cdot \text{mm}^6$
 vzdálenost těžišť $y_e = 150,00 \text{ mm}$

Geometrie Vzpěrná délka $L_{LT} = 13\,600 \text{ mm}$ délka na klopení

Posouzení - MSÚ - Vliv smyku

$$V_{pl,Rd} = A_{vz} \cdot f_{yd} / 3 \frac{1}{2} = 8,01 \cdot 235,00 / 3 \frac{1}{2}$$

$$V_{pl,Rd} = 1087,10 \text{ kN} > 2 \cdot V_d = 2 \cdot 164,70 = 329,41 \text{ kN}$$

účinek smykové síly se nemusí uvažovat

Posouzení - MSÚ - Ohyb se ztrátou stability

Součinitelé závislé na zatížení a podmínkách uložení konců

$C_{1,0} = 1,04$ $C_{1,1} = 1,04$ $C_2 = 0,43$ $C_3 = 0,56$
 Součinitelé vzpěrné délky $k_y = 1,0$ $k_z = 1,0$ $k_w = 1,0$
 typ průřezu **symetrický**

Pružný kritický moment

$M_{cr} = 799,88 \text{ kNm}$

Součinitel klopení

$\chi_{LT} = 0,48$

Posouzení pro třídu 1 a 2

$$M_{pl,Rd} = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd} = 0,48 \cdot 5591,00 \cdot 235,00$$

$$M_{pl,Rd} = 631,66 \text{ kNm} > M_d = 619,01 \text{ kNm} \quad \text{vyhovuje}$$

4.11 Posouzení zdiva v uložení nosníků

Zatížení $N_{Edc} = 164,70 \text{ kN}$

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

druh zdiva **pálené** objem všech otvorů menší než **25%**

vodorovné otvory **ne** skupina **1**

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

pevnost zdiva $f_u = \mathbf{P8,0 \text{ MPa}}$ zaokrouhlená šířka zdicího prvku **150 mm**

pevnost malty $f_m = \mathbf{M1,0 \text{ MPa}}$ zaokrouhlená výška zdicího prvku **65 mm**

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

Geometrie

zatížená tloušťka $t_1 = \mathbf{0,300m}$

zatížená šířka $b_1 = \mathbf{0,600m}$

tloušťka stěny $t = \mathbf{0,450m}$

vzd. okraje st. od hrany plochy $a_1 = \mathbf{1,000m}$

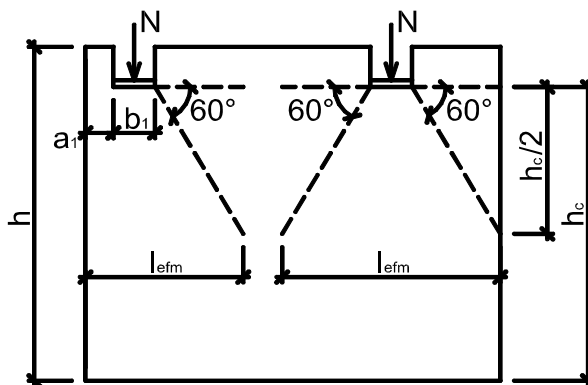
výška zatížení $h_c = \mathbf{0,50m}$

poloha zatížení **uprostřed stěny**

účinná délka roznášení zatížení $l_{efm} = \mathbf{0,889m}$

zatížená plocha $A_b = \mathbf{0,180 \text{ m}^2}$

účinná plocha zatížení $A_{ef} = \mathbf{0,400 \text{ m}^2}$



Zvětšující součinitel pro soustředěné zatížení

$\beta = 1,50$

Normalizovaná průměrná pevnost zdiva v tlaku

součinitel tvaru zdicího prvku $\delta = 0,75$ vliv vlhkosti $\eta = 1,00$

$f_{b1} = \delta \cdot \eta \cdot f_u = 0,75 \cdot 1,00 \cdot 8,00 = 6,0 \text{ MPa}$

$f_{b2} = 75,0 \text{ MPa}$ min $f_b = 6,0 \text{ MPa}$

Pevnost malty pro zdění v tlaku

$f_{m1} = 1,0 \text{ MPa}$ $f_{m2} = 20,0 \text{ MPa}$ $f_{m2} = 12,0 \text{ MPa}$ min $f_m = 1,0 \text{ MPa}$

Charakteristická pevnost zdiva s obyčejnou maltou

$f_k = K \cdot f_b^{0,7} \cdot f_m^{0,3}$

$f_k = 0,44 \cdot 6,00^{0,7} \cdot 1,00^{0,3} = 1,5 \text{ MPa}$

Návrhová pevnost zdiva

$f_d = \frac{f_k}{\gamma_M} = \frac{1,5}{2,20} = 0,7 \text{ MPa}$

Posouzení na soustředěné zatížení

$N_{Rdc} = \beta \cdot A_b \cdot f_d = 1,50 \cdot 0,180 \cdot 0,70$

$N_{Rdc} = 189,28 \text{ kN} > N_{Edc} = 164,70 \text{ kN}$ **vyhovuje**