

zhotovitel:

Ing. Michal Kubalík
STATIKA POZEMNÍCH STAVEB

tel.: 777 891 331

e-mail: michal@kubalik-statika.cz

web: www.kubalik-statika.cz

název projektu:

NÁVRH DIMENZÍ PRO REKONSTRUKCI, VD SOUŠ

místo stavby:

objekt č.p. 900, parc. č. 112, 1715/1, k.ú. Desná III

č.paré:

investor:

Povodí Labe, státní podnik
Víta Nejedlého 951/8, 500 03 Hradec Králové

zodp. projektant:

Ing. Michal Kubalík

vypracoval: **Ing. Michal Kubalík**

datum: **10/2023**

STATICKÝ VÝPOČET

Obsah	strana
1. Úvod	2
1.1 Identifikační údaje	2
1.2 Podklady	2
1.3 Normy navrhování	2
1.4 Technické pomůcky	2
1.5 Výpočetní technika a programy	2
1.6 Popis výpočtu konstrukcí	3
2. Zatížení	4
2.1 Zatížení střechy	4
2.2 Zatížení stropu nad 1.NP	5
2.3 Zatížení stěnou	5
2.4 Zatížení terasy	6
2.5 Zatížení střechy garáže	6
3. Návrh a posouzení konstrukcí domu	7
3.1 Návrh a posouzení krokve	7
3.2 Návrh a posouzení vaznice	10
3.2 .a Varianta dřevo	10
3.2 .b Varianta ocel	12
3.3 Návrh a posouzení venkovní pozednice	13
3.4 Návrh a posouzení venkovního sloupku	15
3.5 Návrh a posouzení ocelového nosníku v rovině stropu	16
3.6 Návrh a posouzení základů přístavby	17
3.7 Návrh a posouzení základu venkovního sloupku	18
4. Návrh a posouzení konstrukcí terasy	20
4.1 Návrh a posouzení trámu	20
4.2 Návrh a posouzení průvlaku	21
4.3 Návrh a posouzení sloupku	23
4.4 Návrh a posouzení základu	23
5. Návrh a posouzení konstrukcí garáže	25
5.1 Návrh a posouzení krokve	25

1. Úvod

1.1 Identifikační údaje:

Projekt: Návrh dimenzí pro rekonstrukci, VD Souš
Místo stavby: objekt č.p. 900, parc. č. 112, 1715/1, k.ú. Desná III
Investor: Povodí Labe, státní podnik
Víta Nejedlého 951/8, 500 03 Hradec Králové

1.2 Podklady

Projektové podklady: Rozpracovaná stavební část projektu, Archsign s.r.o., Ing. arch. Petr Sobotka, Vršovická 897, Praha 10 - Vršovice, říjen 2023

1.3 Normy navrhování

ČSN EN 1990	Zásady navrhování konstrukcí
ČSN EN 1991-1-1	Zatížení konstrukcí, Část 1-1: Obecná zatížení - objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb
ČSN EN 1991-1-3	Zatížení konstrukcí, Část 1-3: Obecná zatížení – Zatížení sněhem
ČSN EN 1991-1-4	Zatížení konstrukcí, Část 1-4: Obecná zatížení – Zatížení větrem
ČSN EN 1992-1-1	Navrhování betonových konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
ČSN EN 1993-1-1	Navrhování ocelových konstrukcí, Část 1-1: Obecná pravidla pro pozemní stavby
ČSN EN 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 1997-1	Navrhování geotechnických konstrukcí – Část 1: Obecná pravidla
ČSN 73 6133	Návrh a provádění zemního tělesa pozemních komunikací
ČSN 73 1004	Navrhování základových konstrukcí – Stanovení požadavků pro výpočetní metody
ČSN EN 206	Beton - Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda
ČSN EN 10080	Ocel pro výztuž do betonu - Svařitelná betonářská ocel - Všeobecně
ČSN EN 338	Konstrukční dřevo - Třídy pevnosti
ČSN EN 1194	Dřevěné konstrukce - Lepené lamelové dřevo - Třídy pevnosti a stanovení charakteristických hodnot

1.4 Technické pomůcky

- TP 51 J. Hořejší, J. Šafka: Statické tabulky, SNTL, Praha 1987
- Studnička, Wald: Ocelové konstrukce - Ocelářské tabulky, Vydavatelství ČVUT, Praha, 1996
- <https://www.clima-maps.info/snehovamapa/>, Digitální mapa zatížení sněhem na zemi, Český hydrometeorologický ústav

1.5 Výpočetní technika a programy

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

1.6 Popis výpočtu konstrukcí

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

Informativní návrhová životnost **50 let**

Mezní stavy únosnosti:

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

GEO je případ poruchy či nadměrného přetvoření základové půdy, při kterém pevnost zeminy a hornin je podstatná pro zajištění únosnosti;

Popis výpočtu:

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

Nové základy objektu jsou navrženy pro mezní stav únosnosti (GEO) podle 2.geotechnické kategorie. V místě stavby nebyl provedený inženýrskogeologický průzkum. Dimenze základových konstrukcí jsou navrhuty pro zeminu v základové spáře **F6 tuhé konzistence**.

Základová spára musí být před betonáží základů převzata geologem nebo geotechnikem. V případě zastižení méně únosné nebo prosedavé zeminy v základové spáře bude nutné v koordinaci geologa nebo geotechnika se statikem navrhnout patřičná konstrukční opatření (rozšíření základů, prohloubení základů, armování základů, jiný způsob založení apod).

2. Zatížení

2.1 Zatížení střechy

Skladba střechy	tloušťka	objemová tíha	charakteristické	γ_G	návrhové
plechová krytina			0,10 kN/m ²	1,35	0,14 kN/m ²
OSB záklop	0,025	7,00	= 0,18 kN/m ²	1,35	0,24 kN/m ²
latě			0,05 kN/m ²	1,35	0,07 kN/m ²
izolace	0,250	1,00	= 0,25 kN/m ²	1,35	0,34 kN/m ²
tíha konstrukce			0,35 kN/m ²	1,35	0,47 kN/m ²
sádrokarton	0,015	8,50	= 0,13 kN/m ²	1,35	0,17 kN/m ²
g₁ celkem stálé zatížení - šikmý průmět			1,05 kN/m ²	1,35	1,42 kN/m ²
g celkem stálé zatížení - svislý průmět	1,05	/ cos 42°	= 1,42 kN/m ²	1,35	1,91 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	sklon střechy	$\alpha = 42,00^\circ$	$\mu_1 = 0,80$		sněhové zábrany
Součinitel expozice	Typ krajiny:	normální	$C_e = 1,00$		
	Tepelný součinitel		$C_t = 1,00$		
Charakteristická hodnota zatížení sněhem na zemi dle digitální sněhové mapy			$s_k = 6,69 \text{ kN/m}^2$		
s sníh	μ_1	C_e	C_t	s_k	γ_Q
	0,80	1,00	1,00	6,69	
					= 5,35 kN/m ²
					1,50
					8,03 kN/m ²
Zatížení větrem					
Základní rychlost větru	oblast:	5	$v_b = 36,00 \text{ m/s}$		
Kategorie terénu:		3	$z_0 = 0,300 \text{ m}$	$z_{min} = 5,00 \text{ m}$	
pomocný součinitel fluktuační složky tlaku			$c_{fl} = 1,508 \text{ m}$		
Referenční výška	$z_e = 7,70 \text{ m}$				
Základní dynamický tlak větru	$q_b = 1/2 \cdot \rho \cdot v_b^2$				
	$q_b = 1/2 \cdot 1,25 \cdot 36,00^2 = 0,81 \text{ kN/m}^2$				
Součinitel orografie	$c_0(z_e) = 1,00$				
Součinitel drsnosti terénu	$k_r = 0,19 \cdot (z_0 / 0,05)^{0,07}$				
	$k_r = 0,19 \cdot (0,300 / 0,05)^{0,07} = 0,22$				
$c_r(z_e) = k_r \cdot \ln(z_e / z_0)$					
$c_r(z_e) = 0,22 \cdot \ln(7,70 / 0,300) = 0,699$					
Intenzita turbulence větru					
$I_{v(z_e)} = \frac{c_{fl}}{7 \cdot c_r(z_e) \cdot c_0(z_e)} = \frac{1,508}{7 \cdot 0,699 \cdot 1,00} = 0,308$					
Součinitel expozice					
$c_e(z_e) = c_0(z_e)^2 \cdot c_r(z_e)^2 \cdot (1 + 7 \cdot I_{v(z_e)})$					
$c_e(z_e) = 1,00^2 \cdot 0,70^2 \cdot (1 + 7 \cdot 0,308) = 1,543$					
Maximální dynamický tlak	$q_p(z_e) = q_b \cdot c_e(z_e) = 0,81 \cdot 1,543 = 1,25 \text{ kN/m}^2$				

Tlak větru pro sedlové střechy

Zatížená plocha		A = 10,00 m ²		sklon střechy		$\alpha = 42,00^\circ$	
Směr $\theta = 0^\circ$	oblast G - tlak	$C_{pe,10} =$	0,70	$C_{pe,1} =$	0,70		
Směr $\theta = 90^\circ$	oblast H - sání	$C_{pe,10} =$	-0,90	$C_{pe,1} =$	-1,20		
Směr $\theta = 0^\circ$	oblast I - sání	$C_{pe,10} =$	-0,20	$C_{pe,1} =$	-0,20		
		$q_p(z_e) \cdot C_{pe}$		γ_Q			
$w_{G,tlak}(z_e)$	tlak větru kolmo na povrch kce	1,25	\cdot 0,70	$=$	0,87 kN/m ²	1,50	1,31 kN/m ²
$w_{G,tlak}(z_e)$	tlak větru - svislá složka	0,87	\cdot cos 42°	$=$	0,65 kN/m ²	1,50	0,98 kN/m ²
$w_{G,tlak}(z_e)$	tlak větru - vodorovná složka	0,87	\cdot sin 42°	$=$	0,59 kN/m ²	1,50	0,88 kN/m ²
$w_{H,sání}(z_e)$	sání větru kolmo na povrch kce	1,25	\cdot -0,90	$=$	-1,12 kN/m ²	1,50	-1,69 kN/m ²
$w_{H,sání}(z_e)$	sání větru - vodorovná složka	-1,12	\cdot sin 42°	$=$	-0,75 kN/m ²	1,50	-1,13 kN/m ²
$w_{I,sání}(z_e)$	sání větru kolmo na povrch kce	1,25	\cdot -0,20	$=$	-0,25 kN/m ²	1,50	-0,37 kN/m ²
$w_{I,sání}(z_e)$	sání větru - vodorovná složka	-0,25	\cdot sin 42°	$=$	-0,17 kN/m ²	1,50	-0,25 kN/m ²
Celkem svislý průmět proměnného zatížení				rozhoduje kombinace sněhu s větrem oproti užitému zatížení			
		sníh	Ψ_0	vítr			
$q_{svislý,průmět}$		5,35	$+$ 0,60	\cdot 0,65	$/$ cos 42°	$=$ 5,88 kN/m ²	1,50 8,82 kN/m ²
Celkem vodorovný průmět proměnného zatížení							
$w_{G,tlak}(z_e)$	vodorovný průmět	0,59	$/$ sin 42°	$=$	0,87 kN/m ²	1,50	1,31 kN/m ²
$w_{H,sání}(z_e)$	vodorovný průmět	-0,75	$/$ sin 42°	$=$	-1,12 kN/m ²	1,50	-1,69 kN/m ²
$w_{I,sání}(z_e)$	vodorovný průmět	-0,17	$/$ sin 42°	$=$	-0,25 kN/m ²	1,50	-0,37 kN/m ²

2.2 Zatížení stropu nad 1.NP

Skladba stropu	tloušťka	objemová tíha	charakteristické	γ_G	návrhové
nášlapná vrstva	0,015	\cdot 22,00	$=$ 0,33 kN/m ²	1,35	0,45 kN/m ²
betonová mazanina	0,060	\cdot 23,00	$=$ 1,38 kN/m ²	1,35	1,86 kN/m ²
izolace	0,080	\cdot 2,00	$=$ 0,16 kN/m ²	1,35	0,22 kN/m ²
vlastní tíha skládaného keramicko-betonového stropu			4,00 kN/m ²	1,35	5,40 kN/m ²
omítka	0,015	\cdot 18,00	$=$ 0,27 kN/m ²	1,35	0,36 kN/m ²
g_0 celkem skladba stropu			6,14 kN/m²	1,35	8,29 kN/m²
g_1 plošné zatížení od tíhy příček			2,00 kN/m ²	1,35	2,70 kN/m ²
g celkem stálé zatížení			8,14 kN/m²	1,35	10,99 kN/m²
Proměnné zatížení			charakteristické	γ_Q	návrhové
q užité zatížení	kategorie A	obytné plochy	1,50 kN/m ²	1,50	2,25 kN/m ²

2.3 Zatížení stěnou

Skladba stěny	tloušťka	objemová tíha	charakteristické	γ_G	návrhové
obklad	0,025	\cdot 5,00	$=$ 0,13 kN/m ²	1,35	0,17 kN/m ²
dřevěný rošt			0,05 kN/m ²	1,35	0,07 kN/m ²
izolace	0,200	\cdot 1,50	$=$ 0,30 kN/m ²	1,35	0,41 kN/m ²
zdivo	0,300	\cdot 10,00	$=$ 3,00 kN/m ²	1,35	4,05 kN/m ²
omítka	0,015	\cdot 18,00	$=$ 0,27 kN/m ²	1,35	0,36 kN/m ²
g zatížení na m² stěny			3,75 kN/m²	1,35	5,06 kN/m²

2.4 Zatížení terasy

Skladba		tloušťka	objemová tíha	charakteristické	γ_G	návrhové
dlažba		0,030	23,00	= 0,69 kN/m ²	1,35	0,93 kN/m ²
vlastní tíha nosné konstrukce				0,40 kN/m ²	1,35	0,54 kN/m ²
g celkem stálé zatížení				1,09 kN/m ²	1,35	1,47 kN/m ²
Užitné zatížení				charakteristické	γ_Q	návrhové
q užitné zatížení	kategorie A	terasa		3,00 kN/m ²	1,50	4,50 kN/m ²
Zatížení sněhem						
Součinitel expozice	Typ krajiny:	normální			$C_e = 1,00$	
	Tepelný součinitel				$C_t = 1,00$	
Charakteristická hodnota zatížení sněhem na zemi dle digitální sněhové mapy					$s_k = 6,69 \text{ kN/m}^2$	
Tvarový součinitel	sklon střechy		$\alpha = 0,00^\circ$		$\mu_1 = 0,80$	
	μ_i	C_e	C_t	s_k	γ_Q	
s sníh	0,80	1,00	1,00	6,69	= 5,35 kN/m ²	1,50 8,03 kN/m ²
Celkem proměnné zatížení		sníh	Ψ_0	užitné		
q		5,35	+ 0,70	3,00	= 7,45 kN/m ²	1,50 11,18 kN/m ²

2.5 Zatížení střechy garáže

Skladba střechy		tloušťka	objemová tíha	charakteristické	γ_G	návrhové
plechová krytina				0,10 kN/m ²	1,35	0,14 kN/m ²
OSB záklop		0,015	7,00	= 0,11 kN/m ²	1,35	0,14 kN/m ²
dřevěný rošt nebo latě				0,05 kN/m ²	1,35	0,07 kN/m ²
izolace		0,100	1,00	= 0,10 kN/m ²	1,35	0,14 kN/m ²
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 ₁ celkem stálé zatížení - šikmý průmět				0,78 kN/m ²	1,35	1,06 kN/m ²
g celkem stálé zatížení - svislý průmět		0,78 / cos 9°		= 0,79 kN/m ²	1,35	1,07 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	sklon střechy	$\alpha = 8,50^\circ$		$\mu_1 = 0,80$		
Součinitel expozice	Typ krajiny:	normální		$C_e = 1,00$		
	Tepelný součinitel			$C_t = 1,00$		
Charakteristická hodnota zatížení sněhem na zemi dle digitální sněhové mapy				$s_k = 6,69 \text{ kN/m}^2$		
	μ_i	C_e	C_t	s_k	γ_Q	
s sníh	0,80	1,00	1,00	6,69	= 5,35 kN/m ²	1,50 8,03 kN/m ²
rozhodující je zatížení sněhem						

3. Návrh a posouzení konstrukcí domu

3.1 Návrh a posouzení krokve

Zatížení na průmět 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

g_{I,1} stálé zatížení $1,42 \cdot 1,00 = 1,42 \text{ kN/m}$ γ_G 1,35 1,91 kN/m

q_{I,1} proměnné zat. $5,35 \cdot 1,00 = 5,35 \text{ kN/m}$ $\gamma_Q \cdot \psi_{0,1}$ 1,05 5,62 kN/m

f_{I,1} celkové zatížení **6,77 kN/m** **1,11** **7,53 kN/m**

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

g_{I,2} stálé zatížení $1,42 \text{ kN/m}$ $\xi_1 \cdot \gamma_G$ 1,15 1,63 kN/m

q_{I,2} proměnné zatížení $5,35 \text{ kN/m}$ γ_Q 1,50 8,03 kN/m

f_{I,2} celkové zatížení **6,77 kN/m** **1,43** **9,65 kN/m**

Zatížení kolmé 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

g_{II,1} stálé zatížení $0,00 \text{ kN/m}$ γ_G 1,35 0,00 kN/m

q_{II,1} proměnné zat. $0,60 \cdot 0,87 \cdot 1,00 = 0,52 \text{ kN/m}$ $\gamma_Q \cdot \psi_{0,1}$ 1,05 0,55 kN/m

f_{II,1} celkové zatížení **0,52 kN/m** **1,05** **0,55 kN/m**

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

g_{II,2} stálé zatížení $0,00 \text{ kN/m}$ $\xi_1 \cdot \gamma_G$ 1,15 0,00 kN/m

q_{II,2} proměnné zatížení $0,52 \text{ kN/m}$ γ_Q 1,50 0,79 kN/m

f_{II,2} celkové zatížení **0,52 kN/m** **1,50** **0,79 kN/m**

Rozhodující kombinace pro zatížení I: kombinace 2

Rozhodující kombinace pro zatížení II: kombinace 2

Schéma konstrukce

rozpětí konstrukce $l_0 = 2,10 \text{ m}$

úhel sklonu $\alpha = 42^\circ$

délka nosníku $l_s = 2,83 \text{ m}$

Vnitřní síly a reakce

$$M_I = 1/8 \cdot f_I \cdot l_0^2$$

$$M_{II} = 1/8 \cdot f_{II} \cdot l_s^2$$

$$M_{I,g} = 1/8 \cdot 1,42 \cdot 2,10^2 = 0,78 \text{ kNm} \quad 1,15 = 0,90 \text{ kNm}$$

$$M_{II,g} = 1/8 \cdot 0,00 \cdot 2,83^2 = 0,00 \text{ kNm} \quad 1,15 = 0,00 \text{ kNm}$$

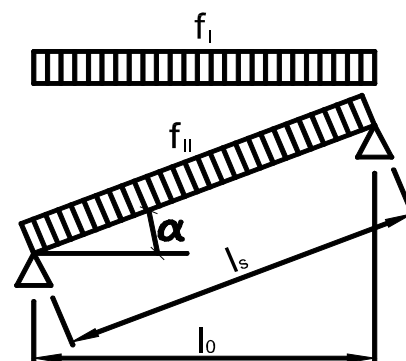
moment od stálého zatížení **M_{I,II,g} = 0,78 kNm** **1,15** **0,90 kNm**

$$M_{I,q} = 1/8 \cdot 5,35 \cdot 2,10^2 = 2,95 \text{ kNm} \quad 1,50 = 4,43 \text{ kNm}$$

$$M_{II,q} = 1/8 \cdot 0,52 \cdot 2,83^2 = 0,52 \text{ kNm} \quad 1,50 = 0,79 \text{ kNm}$$

moment od proměnného zatížení **M_{I,II,q} = 3,47 kNm** **1,50** **5,21 kNm**

celkový moment **M_{I,II,f} = 4,25 kNm** **1,44** **6,11 kNm**



$R_{z,I} =$	1/2	.	f_I	.	l_0				
$R_{z,II} =$	f_{II}	.	$l_g/2$.	$\cos \alpha$				
$R_{z,I,g} =$	1/2	.	1,42	.	2,10	=	1,49 kN	1,15	= 1,71 kN
$R_{z,II,g} =$	0,00	.	1,41	.	$\cos 42^\circ$	=	0,00 kN	1,15	= 0,00 kN
svislá reakce od stálého zatížení					$R_{z,I,II,g} =$		1,49 kN	1,15	1,71 kN
$R_{z,I,q} =$	1/2	.	5,35	.	2,10	=	5,62 kN	1,50	= 8,43 kN
$R_{z,II,q} =$	0,52	.	1,41	.	$\cos 42^\circ$	=	0,55 kN	1,50	= 0,83 kN
svislá reakce od proměnného zatížení					$R_{z,I,II,q} =$		6,17 kN	1,50	9,26 kN
celková svislá reakce					$R_{z,I,II,f} =$		7,66 kN	1,43	10,96 kN
$R_x =$	f_{II}	.	$l_g/2$.	$\sin \alpha$				
$R_{x,g} =$	0,00	.	1,41	.	$\sin 42^\circ$	=	0,00 kN	1,15	= 0,00 kN
$R_{x,q} =$	0,52	.	1,41	.	$\sin 42^\circ$	=	0,50 kN	1,50	= 0,74 kN
celková vodorovná reakce					$R_{x,I,II,f} =$		0,50 kN	1,50	0,74 kN
	$N =$		$R_{z,I}$.	$\sin \alpha$				
	$N_g =$		1,49	.	$\sin 42^\circ$	=	1,00 kN	1,15	= 1,14 kN
	$N_q =$		5,62	.	$\sin 42^\circ$	=	3,76 kN	1,50	= 5,64 kN
celková normálová síla					$N_{I,II,f} =$		4,76 kN	1,43	6,78 kN
$V_I =$	$R_{z,I}$.	$\cos \alpha$						
$V_{II} =$	1/2	.	f_{II}	.	l_s				
$V_{I,g} =$	1,49	.	$\cos 42^\circ$			=	1,11 kN	1,15	= 1,27 kN
$V_{II,g} =$	1/2	.	0,00	.	2,83	=	0,00 kN	1,15	= 0,00 kN
posouvající síla od stálého zatížení					$V_{I,II,g} =$		1,11 kN	1,15	1,27 kN
$V_{I,q} =$	5,62	.	$\cos 42^\circ$			=	4,18 kN	1,50	= 6,26 kN
$V_{II,q} =$	1/2	.	0,52	.	2,83	=	0,74 kN	1,50	= 1,11 kN
posouvající síla od proměnného zatížení					$V_{I,II,q} =$		4,92 kN	1,50	7,38 kN
celková posouvající síla					$V_{I,II,f} =$		6,02 kN	1,44	8,64 kN

Pružné deformace

$$w_g = \frac{5}{48} \cdot \frac{M_{I,II,g}}{E} \cdot \frac{l_s^2}{I} = \frac{5}{48} \cdot \frac{0,78}{11,00} \cdot \frac{2,83^2}{66,67} = 0,9 \text{ mm}$$

$$w_q = \frac{5}{48} \cdot \frac{M_{I,II,q}}{E} \cdot \frac{l_s^2}{I} = \frac{5}{48} \cdot \frac{3,47}{11,00} \cdot \frac{2,83^2}{66,67} = 3,9 \text{ mm}$$

Zatížení	moment k ose y	$M_{y,d} = 6,11 \text{ kNm}$	moment k ose z	$M_{z,d} = 0,00 \text{ kNm}$
	normálová síla	$N_d = 6,78 \text{ kN}$	posouvající síla	$V_d = 8,64 \text{ kN}$

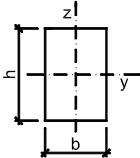
Prostředí - třída provozu

2

Třída trvání zatížení

krátkodobé

Návrh průřezu a dřeva

Dřevo	typ dřeva	rostlé dřevo	$E_{0,mean} = 11,00 \text{ GPa}$	$f_{c,0,k} = 21,00 \text{ MPa}$
	třída dřeva	C24	$E_{0,05} = 7,40 \text{ GPa}$	$f_{m,k} = 24,00 \text{ MPa}$
Průřez	modifikační součinitel		$k_{mod} = 0,90$	$f_{v,k} = 2,50 \text{ MPa}$
	typ	obdélníkový průřez	$k_m = 0,70$	$\gamma_M = 1,30$
	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	$I_y = 66,67 \cdot 10^6 \cdot \text{mm}^4$		
		poloměr setrvačnosti	$i_y = 57,74 \text{ mm}$	$i_z = 28,87 \text{ mm}$
		průřezový modul	$W_y = 666,67 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^3$	$W_z = 333,33 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^3$
				$\beta_c = 0,20$

Geometrie	délka nosníku	$l =$	2,83 m	Podmínky
	vzpěrná délka k ose y-y	$l_{cr,y} =$	2,83 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				
	$k_{cy} =$	0,81	$k_{cz} =$	0,92
Návrhové pevnosti				
	$f_{c,0,d} =$	$\frac{k_{mod} \cdot f_{c,0,k}}{\gamma_M} = \frac{0,90 \cdot 21,00}{1,30} =$	14,54 MPa	
	$f_{m,d} =$	$\frac{k_{mod} \cdot f_{m,k}}{\gamma_M} = \frac{0,90 \cdot 24,00}{1,30} =$	16,62 MPa	
	$\frac{N_d}{k_{cy} \cdot A \cdot f_{c,0,d}} + \frac{M_{yd}}{W_y \cdot f_{m,d}} + \frac{k_m \cdot M_{zd}}{W_z \cdot f_{m,d}}$	$\frac{6,78}{0,81 \cdot 20,00 \cdot 14,54} + \frac{6,11}{666,67 \cdot 16,62} + \frac{0,70 \cdot 0,00}{333,33 \cdot 16,62}$	0,03 + 0,55 + 0,00 = 0,58 < 1,00	
	$\frac{N_d}{k_{cz} \cdot A \cdot f_{c,0,d}} + \frac{k_m \cdot M_{yd}}{W_y \cdot f_{m,d}} + \frac{M_{zd}}{W_z \cdot f_{m,d}}$	$\frac{6,78}{0,92 \cdot 20,00 \cdot 14,54} + \frac{0,70 \cdot 6,11}{666,67 \cdot 16,62} + \frac{0,00}{333,33 \cdot 16,62}$	0,03 + 0,39 + 0,00 = 0,41 < 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 · 100,00 = 67 mm	
	efektivní plocha	$A_{ef} =$	13,40 · 10 ³ · mm ²	
Návrhové pevnosti				
	$f_{v,d} =$	$\frac{k_{mod} \cdot f_{v,k}}{\gamma_M} = \frac{0,90 \cdot 2,50}{1,30} =$	1,73 MPa	
	$\frac{3 \cdot V_d}{2 \cdot A_{ef} \cdot f_{v,d}} = \frac{3 \cdot 8,64}{2 \cdot 13,40 \cdot 1,73} =$	0,56 < 1,00		vyhovuje
Posouzení - MSP - Deformace				
	Okamžitý průhyb od stálých zatížení	$w_{inst,g} =$	0,9 mm	
	Okamžitý průhyb od proměnného zatížení	$w_{inst,q} =$	3,9 mm	
	Celkový okamžitý průhyb	$w_{inst,f} =$	4,8 mm	
	součinitel pro kvazistálou hodnotu proměnného zatížení:	sníh H<1000	$\psi_{2,q} =$	0,0
	modifikační součinitel deformace	$k_{def} =$	0,80	
Okamžitý průhyb				
	$w_{inst,f} =$	4,8 mm < $w_{lim,inst} = \frac{l}{300} = \frac{2826}{300} =$	9,4 mm	vyhovuje
Konečný průhyb				
	Konečný průhyb od stálých zatížení	$w_{fin,g} = w_{inst,g} \cdot \left(\frac{1}{0,9} \cdot \left(1 + \frac{k_{def}}{0,80} \right) \right) =$	1,6 mm	
	Konečný průhyb od proměnného zatížení	$w_{fin,q} = w_{inst,q} \cdot \left(\frac{1}{3,9} \cdot \left(1 + \psi_{2,q} \cdot \frac{k_{def}}{0,0 \cdot 0,80} \right) \right) =$	3,9 mm	
	Celkový konečný průhyb	$w_{fin,f} =$	5,5 mm	
	$w_{fin,f} =$	5,5 mm < $w_{lim,fin} = \frac{l}{250} = \frac{2826}{250} =$	11,3 mm	vyhovuje

3.2 Návrh a posouzení vaznice

3.2.a Varianta dřevo

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 $1,42 \cdot 2,80 = 3,97 \text{ kN/m}$ γ_G 1,35 5,35 kN/m

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

q₁ proměnné zatížení $5,88 \cdot 2,80 = 16,46 \text{ kN/m}$ 1,05 17,28 kN/m

f₁ celkové zatížení **20,42 kN/m** **1,11** **22,63 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 $1,42 \cdot 2,80 = 3,97 \text{ kN/m}$ 1,15 4,55 kN/m

$$\gamma_Q$$

q₂ proměnné zatížení $5,88 \cdot 2,80 = 16,46 \text{ kN/m}$ 1,50 24,68 kN/m

f₂ celkové zatížení **20,42 kN/m** **1,43** **29,23 kN/m**

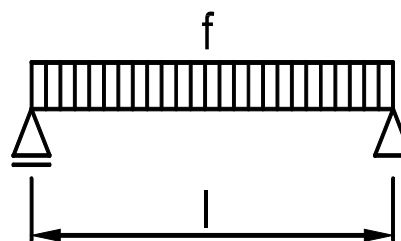
Rozhodující kombinace:

kombinace 2

Schéma konstrukce

rozpětí konstrukce

$$l = 4,00 \text{ m}$$



Vnitřní síly a reakce

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

$$M_g = 1/8 \cdot 3,97 \cdot 4,00^2 = 7,93 \text{ kNm} \quad 1,15 = 9,10 \text{ kNm}$$

$$M_q = 1/8 \cdot 16,46 \cdot 4,00^2 = 32,91 \text{ kNm} \quad 1,50 = 49,37 \text{ kNm}$$

celkový moment **M_f = 40,84 kNm** **1,43** **58,47 kNm**

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

$$V_g = 1/2 \cdot 3,97 \cdot 4,00 = 7,93 \text{ kN} \quad 1,15 = 9,10 \text{ kN}$$

$$V_q = 1/2 \cdot 16,46 \cdot 4,00 = 32,91 \text{ kN} \quad 1,50 = 49,37 \text{ kN}$$

celková posouvající síla a reakce **V_f = 40,84 kN** **1,43** **58,47 kN**

Pružné deformace

$$w_g = \frac{5}{48} \cdot \frac{M_g}{E} \cdot \frac{l^2}{I} = \frac{5}{48} \cdot \frac{7,93}{11,60} \cdot \frac{4,00^2}{914,53}$$

$$w_g = 1,2 \text{ mm}$$

$$w_q = \frac{5}{48} \cdot \frac{M_q}{E} \cdot \frac{l^2}{I} = \frac{5}{48} \cdot \frac{32,91}{11,60} \cdot \frac{4,00^2}{914,53}$$

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

Zatížení moment k ose y

$$M_{yd} = 58,47 \text{ kNm}$$

posouvající síla

$$V_d = 58,47 \text{ kN}$$

Prostředí - třída provozu

1

Třída trvání zatížení

střednědobé

Návrh průřezu a dřeva

Dřevo

typ dřeva

lepené lamelové dřevo

$$E_{0,mean} = 11,60 \text{ GPa}$$

$$f_{m,k} = 24,00 \text{ MPa}$$

třída dřeva

GL 24h

$$E_{0,05} = 9,40 \text{ GPa}$$

$$f_{v,k} = 2,70 \text{ MPa}$$

modifikační součinitel

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

$$\gamma_M = 1,25$$

Průřez

šířka průřezu

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

výška průřezu

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

plocha

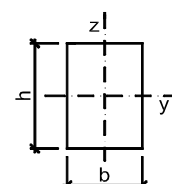
$$A = 76,00 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^2$$

moment setrvačnosti

$$I_y = 914,53 \cdot 10^6 \cdot \text{mm}^4$$

průřezový modul

$$W_y = 4813,33 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^3$$



Geometrie	délka nosníku	$l = 4,00 \text{ m}$	Podmínky
	délka nosníku nezajištěná proti příčné a torzní nestabilitě		klopení zajištěné
		$l_t = 0,00 \text{ m}$	
Posouzení - MSÚ - Ohyb s příčnou a torzní stabilitou			
Součinitel příčné a torzní stability			
typ nosníku	prostě podepřený	typ zatížení	spojité zatížení
	$k_{crit} = 1,00$		
Návrhové pevnosti			
	$f_{m,d} = \frac{k_{mod} \cdot f_{m,k}}{\gamma_M} = \frac{0,80 \cdot 24,00}{1,25} = 15,36 \text{ MPa}$		
	$\frac{M_{yd}}{k_{crit} \cdot W_y \cdot f_{m,d}} = \frac{58,47}{1,00 \cdot 4813,33 \cdot 15,36} = 0,79 < 1,00$		vyhovuje
Posouzení - MSÚ - Smyk			
součinitel vlivu vysušených trhlin	$k_{cr} = 0,67$		
efektivní šířka průřezu	$b_{ef} = k_{cr} \cdot b = 0,67 \cdot 200,00 = 134 \text{ mm}$		
efektivní plocha	$A_{ef} = 50,92 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^2$		
Návrhové pevnosti			
	$f_{v,d} = \frac{k_{mod} \cdot f_{v,k}}{\gamma_M} = \frac{0,80 \cdot 2,70}{1,25} = 1,73 \text{ MPa}$		
	$\frac{3 \cdot V_d}{2 \cdot A_{ef} \cdot f_{v,d}} = \frac{3 \cdot 58,47}{2 \cdot 50,92 \cdot 1,73} = 1,00 < 1,00$		vyhovuje
Posouzení - MSP - Deformace			
Okamžitý průhyb od stálých zatížení	$w_{inst,g} = 1,2 \text{ mm}$		
Okamžitý průhyb od proměnného zatížení	$w_{inst,q} = 5,2 \text{ mm}$		
Celkový okamžitý průhyb	$w_{inst,f} = 6,4 \text{ mm}$		
součinitel pro kvazistalou hodnotu proměnného zatížení:	sníh $H < 1000$	$\psi_{2,q} = 0,0$	
modifikační součinitel deformace	$k_{def} = 0,60$		
Okamžitý průhyb			
	$w_{inst,f} = 6,4 \text{ mm} < w_{lim,inst} = \frac{l}{300} = \frac{4000}{300} = 13,3 \text{ mm}$		vyhovuje
Konečný průhyb			
Konečný průhyb od stálých zatížení			
	$w_{fin,g} = w_{inst,g} \cdot \left(1 + k_{def} \right) = 1,2 \cdot \left(1 + 0,60 \right) = 2,0 \text{ mm}$		
Konečný průhyb od proměnného zatížení			
	$w_{fin,q} = w_{inst,q} \cdot \left(1 + \psi_{2,q} \cdot k_{def} \right) = 5,2 \cdot \left(1 + 0,0 \cdot 0,60 \right) = 5,2 \text{ mm}$		
Celkový konečný průhyb			
	$w_{fin,f} = 7,2 \text{ mm}$		
	$w_{fin,f} = 7,2 \text{ mm} < w_{lim,fin} = \frac{l}{250} = \frac{4000}{250} = 16,0 \text{ mm}$		vyhovuje

3.2.b Varianta ocel

Zatížení Kombinace zatížení jako méně příznivá kombinace z následujících dvou výrazů

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

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

g₁ stálé zatížení $1,42 \cdot 2,80 = 3,97 \text{ kN/m}$ γ_G 1,35 5,35 kN/m

q₁ proměnné zatížení $5,88 \cdot 2,80 = 16,46 \text{ kN/m}$ $\gamma_Q \cdot \psi_{0,1}$ 1,05 17,28 kN/m

f₁ celkové zatížení **20,42 kN/m** **1,11** **22,63 kN/m**

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

g₂ stálé zatížení $1,42 \cdot 2,80 = 3,97 \text{ kN/m}$ $\xi_1 \cdot \gamma_G$ 1,15 4,55 kN/m

q₂ proměnné zatížení $5,88 \cdot 2,80 = 16,46 \text{ kN/m}$ γ_Q 1,50 24,68 kN/m

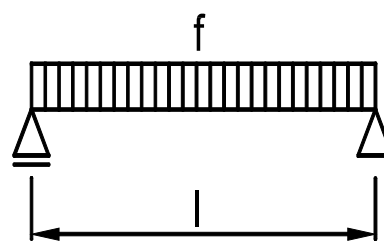
f₂ celkové zatížení **20,42 kN/m** **1,43** **29,23 kN/m**

Rozhodující kombinace:

kombinace 2

Schéma konstrukce

rozpětí konstrukce $l = 4,00 \text{ m}$



Vnitřní síly a reakce

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

$$M_g = \frac{1}{8} \cdot 3,97 \cdot 4,00^2 = 7,93 \text{ kNm} \quad 1,15 = 9,10 \text{ kNm}$$

$$M_q = \frac{1}{8} \cdot 16,46 \cdot 4,00^2 = 32,91 \text{ kNm} \quad 1,50 = 49,37 \text{ kNm}$$

celkový moment **M_f = 40,84 kNm** **1,43** **58,47 kNm**

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

$$V_g = \frac{1}{2} \cdot 3,97 \cdot 4,00 = 7,93 \text{ kN} \quad 1,15 = 9,10 \text{ kN}$$

$$V_q = \frac{1}{2} \cdot 16,46 \cdot 4,00 = 32,91 \text{ kN} \quad 1,50 = 49,37 \text{ kN}$$

celková posouvající síla a reakce **V_f = 40,84 kN** **1,43** **58,47 kN**

Zatížení **M_d = 58,47 kNm**

V_d = 58,47 kN

Návrh průřezu a oceli

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

označení průřezu **180** $\gamma_{MO} = 1,00$ $f_{yd} = 235,00 \text{ MPa}$

složený průřez **dva průřezy vedle sebe** třída průřezu: pro ohyb 1

Průřezové charakteristiky pro **2 ks** pro tlak 1

plocha $A = 5,60 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^2$

smyková plocha $A_{vz} = 3,02 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^2$

moment setrvačnosti $I_y = 27,00 \cdot 10^6 \cdot \text{mm}^4$ $I_z = 16,73 \cdot 10^6 \cdot \text{mm}^4$

poloměr setrvačnosti $i_y = 69,50 \text{ mm}$ $i_z = 54,66 \text{ mm}$

průřezový modul $W_y = 300,00 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^3$

plastický průřezový modul $W_{pl,y} = 358,00 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^3$

vzdálenost těžišť $y_e = 50,80 \text{ mm}$

Posouzení - MSÚ - Ohyb **klopení je zajištěno**

Posouzení pro třídu 1 a 2

$$M_{pl,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_{yd} = 358,00 \cdot 235,00$$

M_{pl,Rd} = 84,13 kNm **>** **M_d = 58,47 kNm** **vyhovuje**

Posouzení - MSÚ - Smyk

$$V_{pl,Rd} = A_{vz} \cdot f_{yd} / 3^{1/2} = 3,02 \cdot 235,00 / 3^{1/2}$$

V_{pl,Rd} = 409,47 kN **>** **V_d = 58,47 kN** **vyhovuje**

Posouzení - MSP - Deformace

$w_g = \frac{5}{48} \cdot \frac{M_g}{E \cdot I} = \frac{5}{48} \cdot \frac{7,93}{210,00} = 4,00^2$									
$w_g = 2,3 \text{ mm}$	<	$w_{lim,g} = \frac{l}{250} = 16,0 \text{ mm}$							
$w_q = \frac{5}{48} \cdot \frac{M_q}{E \cdot I} = \frac{5}{48} \cdot \frac{32,91}{210,00} = 4,00^2$									
$w_q = 9,7 \text{ mm}$	<	$w_{lim,q} = \frac{l}{350} = 11,4 \text{ mm}$							
$w_f = 12,0 \text{ mm}$	<	$w_{lim,f} = \frac{l}{250} = 16,0 \text{ mm}$							vyhovuje

3.3 Návrh a posouzení venkovní pozednice

Zatížení Kombinace zatížení jako méně příznivá kombinace z následujících dvou výrazů

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

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

g₁ stálé zatížení zatěžovací šířka γ_G
 $1,42 \cdot 2,10 = 2,97 \text{ kN/m}$ $1,35 \cdot 4,02 \text{ kN/m}$

q₁ proměnné zatížení $\gamma_Q \cdot \Psi_{0,1}$
 $5,88 \cdot 2,10 = 12,34 \text{ kN/m}$ $1,05 \cdot 12,96 \text{ kN/m}$

f₁ celkové zatížení $15,32 \text{ kN/m}$ $1,11 \cdot 16,97 \text{ kN/m}$

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

g₂ stálé zatížení zatěžovací šířka $\xi_1 \cdot \gamma_G$
 $1,42 \cdot 2,10 = 2,97 \text{ kN/m}$ $1,15 \cdot 3,41 \text{ kN/m}$

q₂ proměnné zatížení γ_Q
 $5,88 \cdot 2,10 = 12,34 \text{ kN/m}$ $1,50 \cdot 18,51 \text{ kN/m}$

f₂ celkové zatížení $15,32 \text{ kN/m}$ $1,43 \cdot 21,92 \text{ kN/m}$

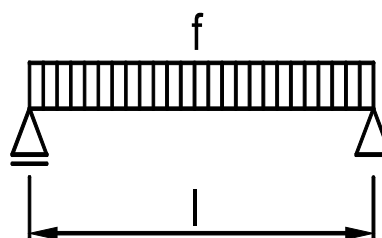
Rozhodující kombinace:

kombinace 2

Schéma konstrukce

rozpětí konstrukce

$$l = 3,80 \text{ m}$$



Vnitřní síly a reakce

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

$$M_g = \frac{1}{8} \cdot 2,97 \cdot 3,80^2 = 5,37 \text{ kNm} \quad 1,15 = 6,16 \text{ kNm}$$

$$M_q = \frac{1}{8} \cdot 12,34 \cdot 3,80^2 = 22,28 \text{ kNm} \quad 1,50 = 33,41 \text{ kNm}$$

celkový moment $M_f = 27,64 \text{ kNm}$ $1,43 = 39,57 \text{ kNm}$

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

$$V_g = \frac{1}{2} \cdot 2,97 \cdot 3,80 = 5,65 \text{ kN} \quad 1,15 = 6,48 \text{ kN}$$

$$V_q = \frac{1}{2} \cdot 12,34 \cdot 3,80 = 23,45 \text{ kN} \quad 1,50 = 35,17 \text{ kN}$$

celková posouvající síla a reakce $V_f = 29,10 \text{ kN}$ $1,43 = 41,66 \text{ kN}$

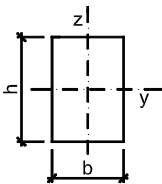
Pružné deformace

$$w_g = \frac{5}{48} \cdot \frac{M_g}{E \cdot I} = \frac{5}{48} \cdot \frac{5,37}{11,60} = 3,80^2$$

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

$$w_q = \frac{5}{48} \cdot \frac{M_q}{E \cdot I} = \frac{5}{48} \cdot \frac{22,28}{11,60} = 3,80^2$$

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

Zatížení	moment k ose y	$M_{yd} = 39,57 \text{ kNm}$	posouvající síla	$V_d = 41,66 \text{ kN}$
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	$h = 340 \text{ mm}$		
	plocha	$A = 54,40 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^2$		
	moment setrvačnosti	$I_y = 524,05 \cdot 10^6 \cdot \text{mm}^4$		
	průřezový modul	$W_y = 3082,67 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^3$		
Geometrie	délka nosníku	$l = 3,80 \text{ m}$	Podmínky	
	délka nosníku nezajištěná proti příčné a torzní nestabilitě	$l_t = 0,00 \text{ m}$	klopení zajištěné	
Posouzení - MSÚ - Ohyb s příčnou a torzní stabilitou				
Součinitel příčné a torzní stability				
typ nosníku	prostě podepřený	typ zatížení	spojité zatížení	
$k_{crit} = 1,00$				
Návrhové pevnosti				
$f_{m,d} = \frac{k_{mod} \cdot f_{m,k}}{\gamma_M} = \frac{0,80 \cdot 24,00}{1,25} = 15,36 \text{ MPa}$				
$\frac{M_{yd}}{k_{crit} \cdot W_y \cdot f_{m,d}} = \frac{39,57}{1,00 \cdot 3082,67 \cdot 15,36} = 0,84 < 1,00$				
			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	$A_{ef} = 36,45 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^2$			
Návrhové pevnosti				
$f_{v,d} = \frac{k_{mod} \cdot f_{v,k}}{\gamma_M} = \frac{0,80 \cdot 2,70}{1,25} = 1,73 \text{ MPa}$				
$\frac{3 \cdot V_d}{2 \cdot A_{ef} \cdot f_{v,d}} = \frac{3 \cdot 41,66}{2 \cdot 36,45 \cdot 1,73} = 0,99 < 1,00$				
			vyhovuje	
Posouzení - MSP - Deformace				
Okamžitý průhyb od stálých zatížení	$w_{inst,g} = 1,3 \text{ mm}$			
Okamžitý průhyb od proměnného zatížení	$w_{inst,q} = 5,5 \text{ mm}$			
Celkový okamžitý průhyb	$w_{inst,f} = 6,8 \text{ mm}$			
součinitel pro kvazistalou hodnotu proměnného zatížení:	sníh H<1000	$\psi_{2,q} = 0,0$		
modifikační součinitel deformace	$k_{def} = 0,80$			
Okamžitý průhyb				
$w_{inst,f} = 6,8 \text{ mm} < w_{lim,inst} = \frac{l}{300} = \frac{3800}{300} = 12,7 \text{ mm}$				
			vyhovuje	

Konečný průhyb

Konečný průhyb od stálých zatížení

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

Konečný průhyb od proměnného zatížení

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

Celkový konečný průhyb

$$w_{fin,f} = 7,9 \text{ mm}$$

$$w_{fin,f} = 7,9 \text{ mm} < w_{lim,fin} = \frac{l}{250} = \frac{3800}{250} = 15,2 \text{ mm}$$

vyhovuje

3.4 Návrh a posouzení venkovního sloupku

Zatížení Kombinace zatížení jako méně příznivá kombinace z následujících dvou výrazů

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

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

zatěžovací plocha

γ_G

$$G_1 \text{ stálé zatížení} \quad 1,42 \cdot 2,10 \cdot 2,75 = 8,18 \text{ kN} \quad 1,35 \quad 11,04 \text{ kN}$$

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

$$Q_1 \text{ proměnné zatížení} \quad 5,88 \cdot 2,10 \cdot 2,75 = 33,94 \text{ kN} \quad 1,05 \quad 35,64 \text{ kN}$$

$$F_1 \text{ celkové zatížení} \quad 42,12 \text{ kN} \quad 1,11 \quad 46,68 \text{ kN}$$

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

$\xi_1 \cdot \gamma_G$

$$G_2 \text{ stálé zatížení} \quad 1,42 \cdot 2,10 \cdot 2,75 = 8,18 \text{ kN} \quad 1,15 \quad 9,39 \text{ kN}$$

γ_Q

$$Q_2 \text{ proměnné zatížení} \quad 5,88 \cdot 2,10 \cdot 2,75 = 33,94 \text{ kN} \quad 1,50 \quad 50,91 \text{ kN}$$

$$F_2 \text{ celkové zatížení} \quad 42,12 \text{ kN} \quad 1,43 \quad 60,29 \text{ kN}$$

Rozhodující kombinace:

kombinace 2

$N_d =$

$F_{max} =$

60,29 kN

Prostředí - třída provozu

2

Třída trvání zatížení

střednědobé

Návrh průřezu a dřeva

Dřevo

typ dřeva

rostlé dřevo

$E_{0,05} = 7,40 \text{ GPa}$

$f_{c,0,k} = 21,00 \text{ MPa}$

třída dřeva

C24

$\beta_c = 0,20$

$\gamma_M = 1,30$

modifikační součinitel

$k_{mod} = 0,80$

Průřez

šířka průřezu

$b = 160 \text{ mm}$

výška průřezu

$h = 160 \text{ mm}$

plocha

$A = 25,60 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^2$

poloměr setrvačnosti k ose y

$i_y = 46,19 \text{ mm}$

poloměr setrvačnosti k ose z

$i_z = 46,19 \text{ mm}$

Geometrie

délka nosníku

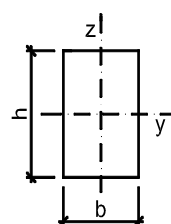
$l = 4,20 \text{ m}$

vzpěrná délka k ose y-y

$l_{cr,y} = 4,20 \text{ m}$

vzpěrná délka k ose z-z

$l_{cr,z} = 4,20 \text{ m}$



Posouzení - MSÚ - Tlak

$k_{cy} = 0,36$

$k_{cz} = 0,36$

$k_{cmin} = 0,36$

rozhoduje vzpěr k ose z

Návrhové pevnosti

$$f_{c,0,d} = \frac{k_{mod} \cdot f_{c,0,k}}{\gamma_M} = \frac{0,80 \cdot 21,00}{1,30} = 12,92 \text{ MPa}$$

$$\frac{N_d}{k_{cmin} \cdot A \cdot f_{c,0,d}} = \frac{60,29}{0,36 \cdot 25,60 \cdot 12,92} = 0,50 < 1,00$$

vyhovuje

3.5 Návrh a posouzení ocelového nosníku v rovině stropu

Zatížení Kombinace zatížení jako méně příznivá kombinace z následujících dvou výrazů

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

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

g₁ stálé zatížení $8,14 \cdot 2,85 = 23,20 \text{ kN/m}$ γ_G 1,35 31,32 kN/m

q₁ proměnné zatížení $1,50 \cdot 2,85 = 4,28 \text{ kN/m}$ $\gamma_Q \cdot \psi_{0,1}$ 1,05 4,49 kN/m

f₁ celkové zatížení **27,47 kN/m** **1,30** **35,81 kN/m**

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

g₂ stálé zatížení $8,14 \cdot 2,85 = 23,20 \text{ kN/m}$ $\xi_1 \cdot \gamma_G$ 1,15 26,62 kN/m

q₂ proměnné zatížení $1,50 \cdot 2,85 = 4,28 \text{ kN/m}$ γ_Q 1,50 6,41 kN/m

f₂ celkové zatížení **27,47 kN/m** **1,20** **33,03 kN/m**

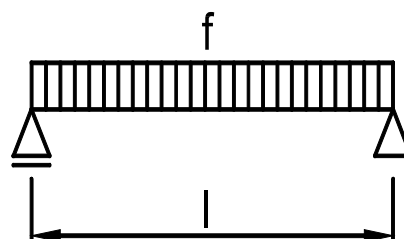
Rozhodující kombinace:

kombinace 1

Schéma konstrukce

rozpětí konstrukce

$$l = 4,00 \text{ m}$$



Vnitřní síly a reakce

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

$$M_g = 1/8 \cdot 23,20 \cdot 4,00^2 = 46,40 \text{ kNm} \quad 1,35 = 62,64 \text{ kNm}$$

$$M_q = 1/8 \cdot 4,28 \cdot 4,00^2 = 8,55 \text{ kNm} \quad 1,05 = 8,98 \text{ kNm}$$

celkový moment **M_f = 54,95 kNm** **1,30** **71,61 kNm**

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

$$V_g = 1/2 \cdot 23,20 \cdot 4,00 = 46,40 \text{ kN} \quad 1,35 = 62,64 \text{ kN}$$

$$V_q = 1/2 \cdot 4,28 \cdot 4,00 = 8,55 \text{ kN} \quad 1,05 = 8,98 \text{ kN}$$

celková posouvající síla a reakce **V_f = 54,95 kN** **1,30** **71,61 kN**

Zatížení **M_d = 71,61 kNm**

V_d = 71,61 kN

Návrh průřezu a oceli

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

označení průřezu **220** $\gamma_{MO} = 1,00$ $f_{yd} = 235,00 \text{ MPa}$

složený průřez **samostatný průřez** třída průřezu: pro ohyb 1

Průřezové charakteristiky pro **1 ks** pro tlak 1

plocha $A = 6,43 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^2$

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 $W_{pl,y} = 568,50 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^3$

vzdálenost těžišť $y_e = 110,00 \text{ mm}$

Posouzení - MSÚ - Ohyb

klopení je zajištěno

Posouzení pro třídu 1 a 2

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

$$M_{pl,Rd} = 133,60 \text{ kNm} > M_d = 71,61 \text{ kNm}$$

vyhovuje

Posouzení - MSÚ - Smyk

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

$$V_{pl,Rd} = 216,80 \text{ kN} > V_d = 71,61 \text{ kN}$$

vyhovuje

Posouzení - MSP - Deformace

$$w_g = \frac{5}{48} \cdot \frac{M_g}{E \cdot I} = \frac{5}{48} \cdot \frac{46,40}{210,00} = 54,10$$

$$w_g = 6,8 \text{ mm} < w_{lim,g} = I / 250 = 16,0 \text{ mm}$$

$$w_q = \frac{5}{48} \cdot \frac{M_q}{E \cdot I} = \frac{5}{48} \cdot \frac{8,55}{210,00} = 54,10$$

$$w_q = 1,3 \text{ mm} < w_{lim,q} = I / 350 = 11,4 \text{ mm}$$

$$w_f = 8,1 \text{ mm} < w_{lim,f} = I / 250 = 16,0 \text{ mm}$$

vyhovuje

3.6 Návrh a posouzení základů přístavby

Návrhový přístup 1

Kombinace 2

A2 + M2 + R1

Zatížení

zat. šířka nebo výška

char. zatížení

γ_E

návrhové zatížení

stálé střechy	1,42	2,75	=	3,89 kN/m		
tíha stěny podkrovní	3,75	3,75	=	14,04 kN/m		
stálé stropu nad 1.NP	8,14	2,05	=	16,69 kN/m		
tíha stěny 1.NP	3,75	3,00	=	11,24 kN/m		
svislá síla od stálého zatížení	$V_g =$	45,86 kN/m	1,00	=	45,86 kN/m	
proměnné střechy	5,88	2,75	=	16,16 kN/m		
proměnné stropu nad 1.NP	1,50	2,05	=	3,08 kN/m		
svislá síla od proměnného zatížení	$V_q =$	19,24 kN/m	1,30	=	25,01 kN/m	
celková svislá síla	$V_d =$	65,10 kN/m			70,87 kN/m	
vodorovná síla od stálého zatížení	$H_g =$	0,00 kN/m	1,00	=	0,00 kN/m	
vodorovná síla od proměnného zatížení	$H_q =$	0,00 kN/m	1,30	=	0,00 kN/m	
celková vodorovná síla	$H_d =$	0,00 kN/m			0,00 kN/m	
moment od stálého zatížení	$M_g =$	0,00 kNm/m	1,00	=	0,00 kNm/m	
moment od proměnného zatížení	$M_q =$	0,00 kNm/m	1,30	=	0,00 kNm/m	
celkový moment	$M_d =$	0,00 kNm/m			0,00 kNm/m	

Návrh základu

šířka základu

$$B = 0,70 \text{ m}$$

délka základového pasu

$$L = 8,00 \text{ m}$$

výška základu

$$T = 1,00 \text{ m}$$

hloubka založení

$$D = 0,80 \text{ m}$$

plocha základu

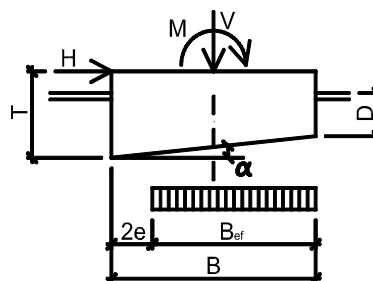
$$A = A_{ef} = 0,70 \text{ m}^2$$

tíha základu

$$G = 16,80 \text{ kN}$$

sklon základu

$$\alpha = 0^\circ$$



Excentricita základu - Posouzení základu na ztrátu celkové stability

$$e = \frac{M}{V} + \frac{H \cdot T}{G} = \frac{0,00}{70,87} + \frac{0,00 \cdot 1,00}{16,80}$$

$$e = 0,00 \text{ m} < \frac{1}{3} \cdot B = \frac{1}{3} \cdot 0,70 = 0,23 \text{ m}$$

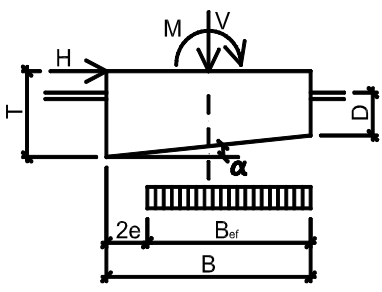
$$B_{ef} = B - 2 \cdot e = 0,70 - 2 \cdot 0,00 = 0,70 \text{ m}$$

$$A_{ef} = 0,70 \text{ m}^2$$

vyhovuje

Parametry základové půdy		zemina	F6 tuhá	CL CI	jemnozrná zemina
$\varphi_{ud} = \frac{\varphi_{un}}{\gamma_{\varphi}} = \frac{0^\circ}{1,25} = 0^\circ$					$c_{ud} = \frac{c_u}{\gamma_c} = \frac{50 \text{ kPa}}{1,25} = 40 \text{ kPa}$
$\varphi_{efd} = \frac{\varphi_{efn}}{\gamma_{\varphi}} = \frac{17^\circ}{1,25} = 14^\circ$					$c_{efd} = \frac{c_{ef}}{\gamma_c} = \frac{8 \text{ kPa}}{1,25} = 6 \text{ kPa}$
$\gamma = 21,0 \text{ kg/m}^3$					
Posouzení základu na únosnost - krátkodobá únosnost - neodvodněné podmínky					
$R/A = (\pi + 2) \cdot c_u \cdot b_c \cdot s_c \cdot i_c + q$					
$R/A = (3,14 + 2) \cdot 40,00 \cdot 1,00 \cdot 1,02 \cdot 1,00 + 16,80$					
$R/A = 226,1 \text{ kPa}$					
$\frac{R/A}{\gamma_R} = \frac{226,06}{1,00} = 226,1 \text{ kPa} > \frac{V_q + G}{A_{ef}} = \frac{70,87 + 16,80}{0,70} = 125,2 \text{ kPa}$					
vyhovuje					
Posouzení základu na únosnost - dlouhodobá únosnost - odvodněné podmínky					
$R/A = c \cdot N_c \cdot b_c \cdot s_c \cdot i_c$					
$+ q \cdot N_q \cdot b_q \cdot s_q \cdot i_q$					
$+ 0,5 \cdot \gamma \cdot B_{ef} \cdot N_{\gamma} \cdot b_{\gamma} \cdot s_{\gamma} \cdot i_{\gamma}$					
$R/A = 6,40 \cdot 10,14 \cdot 1,00 \cdot 1,03 \cdot 1,00$					
$+ 16,80 \cdot 3,45 \cdot 1,00 \cdot 1,02 \cdot 1,00$					
$+ 0,5 \cdot 21,00 \cdot 0,70 \cdot 1,19 \cdot 1,00 \cdot 0,97 \cdot 1,00$					
$R/A = 134,5 \text{ kPa}$					
$\frac{R/A}{\gamma_R} = \frac{134,48}{1,00} = 134,5 \text{ kPa} > \frac{V_q + G}{A_{ef}} = \frac{70,87 + 16,80}{0,70} = 125,2 \text{ kPa}$					
vyhovuje					

3.7 Návrh a posouzení základu venkovního sloupku

Návrhový přístup 1		Kombinace 2	:	A2 +	M2	+ R1
Zatížení		zatěžovací plocha		char. zatížení	γ_E	návrhové zatížení
svislá síla od stálého zatížení	$V_g =$	8,18 kN	1,00	=	8,18 kN	
svislá síla od proměnného zatížení	$V_q =$	33,94 kN	1,30	=	44,12 kN	
celková svislá síla	$V_q =$	42,12 kN			52,30 kN	
vodorovná síla od stálého zatížení	$H_g =$	0,00 kN	1,00	=	0,00 kN	
vodorovná síla od proměnného zatížení	$H_q =$	0,00 kN	1,30	=	0,00 kN	
celková vodorovná síla	$H_q =$	0,00 kN			0,00 kN	
moment od stálého zatížení	$M_g =$	0,00 kNm	1,00	=	0,00 kNm	
moment od proměnného zatížení	$M_q =$	0,00 kNm	1,30	=	0,00 kNm	
celkový moment	$M_q =$	0,00 kNm			0,00 kNm	
Návrh základu	šířka základu	B =	0,70 m			
	délka základu	L =	0,70 m			
	výška základu	T =	1,00 m			
	hloubka založení	D =	0,80 m			
	plocha základu	A = A _{ef} =	0,49 m ²			
	tíha základu	G =	11,76 kN			
	sklon základu	$\alpha =$	0°			
Parametry základové půdy		zemina	F6 tuhá	CL CI	jemnozrná zemina	
$\varphi_{ud} = \frac{\varphi_{un}}{\gamma_{\varphi}} = \frac{0^\circ}{1,25} = 0^\circ$					$c_{ud} = \frac{c_u}{\gamma_c} = \frac{50 \text{ kPa}}{1,25} = 40 \text{ kPa}$	
$\varphi_{efd} = \frac{\varphi_{efn}}{\gamma_{\varphi}} = \frac{17^\circ}{1,25} = 14^\circ$					$c_{efd} = \frac{c_{ef}}{\gamma_c} = \frac{8 \text{ kPa}}{1,25} = 6 \text{ kPa}$	
$\gamma = 21,0 \text{ kg/m}^3$						

Posouzení základu na únosnost - krátkodobá únosnost - neodvodněné podmínky

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

$$R/A = (3,14 + 2) \cdot 40,00 \cdot 1,00 \cdot 1,20 \cdot 1,00 + 16,80$$

$$R/A = 263,6 \text{ kPa}$$

$$\frac{R/A}{\gamma_R} = \frac{263,60}{1,00} = 263,6 \text{ kPa} > \frac{V_q + G}{A_{ef}} = \frac{52,30 + 11,76}{0,49} = 130,7 \text{ kPa}$$

vyhovuje

Posouzení základu na únosnost - dlouhodobá únosnost - odvodněné podmínky

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

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

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

$$R/A = 6,40 \cdot 10,14 \cdot 1,00 \cdot 1,33 \cdot 1,00$$

$$+ 16,80 \cdot 3,45 \cdot 1,00 \cdot 1,24 \cdot 1,00$$

$$+ 0,5 \cdot 21,00 \cdot 0,70 \cdot 1,19 \cdot 1,00 \cdot 0,70 \cdot 1,00$$

$$R/A = 164,1 \text{ kPa}$$

$$\frac{R/A}{\gamma_R} = \frac{164,14}{1,00} = 164,1 \text{ kPa} > \frac{V_q + G}{A_{ef}} = \frac{52,30 + 11,76}{0,49} = 130,7 \text{ kPa}$$

vyhovuje

4. Návrh a posouzení konstrukcí terasy

4.1 Návrh a posouzení trámy

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

γ_G

g₁ stálé zatížení $1,09 \cdot 0,65 = 0,71 \text{ kN/m}$ $1,35 \cdot 0,96 \text{ kN/m}$

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

q₁ proměnné zatížení $7,45 \cdot 0,65 = 4,84 \text{ kN/m}$ $1,05 \cdot 5,09 \text{ kN/m}$

f₁ celkové zatížení **5,55 kN/m** **1,09** **6,04 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 $1,09 \cdot 0,65 = 0,71 \text{ kN/m}$ $1,15 \cdot 0,81 \text{ kN/m}$

γ_Q

q₂ proměnné zatížení $7,45 \cdot 0,65 = 4,84 \text{ kN/m}$ $1,50 \cdot 7,27 \text{ kN/m}$

f₂ celkové zatížení **5,55 kN/m** **1,46** **8,08 kN/m**

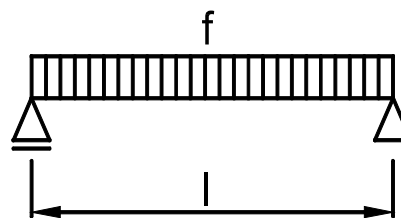
Rozhodující kombinace:

kombinace 2

Schéma konstrukce

rozpětí konstrukce

$$l = 2,50 \text{ m}$$



Vnitřní síly a reakce

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

$$M_g = 1/8 \cdot 0,71 \cdot 2,50^2 = 0,55 \text{ kNm} \quad 1,15 = 0,64 \text{ kNm}$$

$$M_q = 1/8 \cdot 4,84 \cdot 2,50^2 = 3,78 \text{ kNm} \quad 1,50 = 5,68 \text{ kNm}$$

celkový moment **M_f = 4,34 kNm** **1,46** **6,31 kNm**

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

$$V_g = 1/2 \cdot 0,71 \cdot 2,50 = 0,89 \text{ kN} \quad 1,15 = 1,02 \text{ kN}$$

$$V_q = 1/2 \cdot 4,84 \cdot 2,50 = 6,05 \text{ kN} \quad 1,50 = 9,08 \text{ kN}$$

celková posouvající síla a reakce **V_f = 6,94 kN** **1,46** **10,10 kN**

Zatížení **M_d = 6,31 kNm**

V_d = 10,10 kN

Návrh průřezu a oceli

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

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

složený průřez **samostatný průřez** $G = 81,00 \text{ GPa}$ $f_{yd} = 235,00 \text{ MPa}$

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

Průřezové charakteristiky pro **1 ks**

výška průřezu $h = 120 \text{ mm}$

šířka průřezu $b = 64 \text{ mm}$

plocha $A = 1,32 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^2$

smyková plocha $A_{vz} = 0,63 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^2$

moment setrvačnosti $I_y = 3,18 \cdot 10^6 \cdot \text{mm}^4$ $I_z = 0,28 \cdot 10^6 \cdot \text{mm}^4$

poloměr setrvačnosti $i_y = 49,00 \text{ mm}$ $i_z = 14,47 \text{ mm}$

průřezový modul $W_y = 52,96 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^3$

plastický průřezový modul $W_{pl,y} = 60,73 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^3$

moment tuh. v prostém kroucení $I_t = 17,40 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^4$

výsečový moment setrvačnosti $I_w = 0,89 \cdot 10^9 \cdot \text{mm}^6$

vzdálenost těžišť $y_e = 32,00 \text{ mm}$

Geometrie Vzpěrná délka $L_{LT} = 2\,500\text{ mm}$ délka na klopení

Posouzení - MSÚ - Vliv smyku

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

$$V_{pl,Rd} = 85,61\text{ kN} > 2 \cdot V_d = 2 \cdot 10,10 = 20,20\text{ kN}$$

účinek smykové síly se nemusí uvažovat

Posouzení - MSÚ - Ohyb se ztrátou stability

Součinitelé závislé na zatížení a podmínkách uložení konců

$$C_{1,0} = 1,13 \quad C_{1,1} = 1,13 \quad C_2 = 0,46 \quad C_3 = 0,53$$

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

typ průřezu symetrický

Pružný kritický moment

$$M_{cr} = 11,56\text{ kNm}$$

Součinitel klopení

$$\chi_{LT} = 0,59$$

Posouzení pro třídu 1 a 2

$$M_{pl,Rd} = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd} = 0,59 \cdot 60,73 \cdot 235,00$$

$$M_{pl,Rd} = 8,40\text{ kNm} > M_d = 6,31\text{ kNm} \quad \text{vyhovuje}$$

Posouzení - MSP - Deformace

$$w_g = \frac{5}{48} \cdot \frac{M_g}{E} \cdot \frac{l^2}{I} = \frac{5}{48} \cdot \frac{0,55}{210,00} \cdot \frac{2,50^2}{3,18}$$

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

$$w_q = \frac{5}{48} \cdot \frac{M_q}{E} \cdot \frac{l^2}{I} = \frac{5}{48} \cdot \frac{3,78}{210,00} \cdot \frac{2,50^2}{3,18}$$

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

$$w_f = 4,2\text{ mm} < w_{lim,f} = l / 250 = 10,0\text{ mm} \quad \text{vyhovuje}$$

4.2 Návrh a posouzení průvlaku

Zatížení Kombinace zatížení jako méně příznivá kombinace z následujících dvou výrazů

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

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

zatěžovací šířka

g₁ stálé zatížení $1,09 \cdot 1,30 = 1,42\text{ kN/m}$ γ_G 1,35 1,91 kN/m

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

q₁ proměnné zatížení $7,45 \cdot 1,30 = 9,69\text{ kN/m}$ 1,05 10,17 kN/m

f₁ celkové zatížení **11,10 kN/m** **1,09** **12,08 kN/m**

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

zatěžovací šířka

g₂ stálé zatížení $1,09 \cdot 1,30 = 1,42\text{ kN/m}$ $\xi_1 \cdot \gamma_G$ 1,15 1,63 kN/m

γ_Q

q₂ proměnné zatížení $7,45 \cdot 1,30 = 9,69\text{ kN/m}$ 1,50 14,53 kN/m

f₂ celkové zatížení **11,10 kN/m** **1,46** **16,16 kN/m**

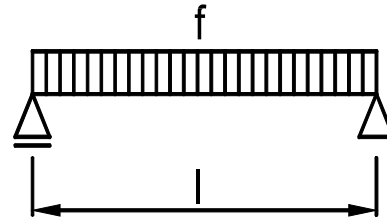
Rozhodující kombinace:

kombinace 2

Schéma konstrukce

rozpětí konstrukce

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



Vnitřní síly a reakce

$M =$	$1/8 \cdot f \cdot l^2$						
$M_g =$	$1/8 \cdot 1,42 \cdot 4,80^2$	$=$	$4,08 \text{ kNm}$	$1,15$	$=$	$4,68 \text{ kNm}$	
$M_q =$	$1/8 \cdot 9,69 \cdot 4,80^2$	$=$	$27,90 \text{ kNm}$	$1,50$	$=$	$41,85 \text{ kNm}$	
celkový moment			$M_f =$	$31,98 \text{ kNm}$	$1,46$	$46,53 \text{ kNm}$	
$V =$	$1/2 \cdot f \cdot l$						
$V_g =$	$1/2 \cdot 1,42 \cdot 4,80$	$=$	$3,40 \text{ kN}$	$1,15$	$=$	$3,90 \text{ kN}$	
$V_q =$	$1/2 \cdot 9,69 \cdot 4,80$	$=$	$23,25 \text{ kN}$	$1,50$	$=$	$34,88 \text{ kN}$	

celková posouvající síla a reakce $V_f = 26,65 \text{ kN}$ $1,46$ $38,78 \text{ kN}$

Zatížení

$$M_d = 46,53 \text{ kNm}$$

$$V_d = 38,78 \text{ kN}$$

Návrh průřezu a oceli

Průřez	typ	IPE	Ocel	S 235	$f_y = 235,00 \text{ MPa}$
	označení průřezu	220		$E = 210,00 \text{ GPa}$	$\gamma_{M1} = 1,00$
	složený průřez	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	$h =$	220 mm		
šířka průřezu	$b =$	110 mm		
plocha	$A =$	$3,34 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^2$		
smyková plocha	$A_{vz} =$	$1,59 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^2$		
moment setrvačnosti	$I_y =$	$27,72 \cdot 10^6 \cdot \text{mm}^4$	$I_z =$	$2,05 \cdot 10^6 \cdot \text{mm}^4$
poloměr setrvačnosti	$i_y =$	$91,10 \text{ mm}$	$i_z =$	$24,78 \text{ mm}$
průřezový modul	$W_y =$	$252,00 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^3$		
plastický průřezový modul	$W_{pl,y} =$	$285,40 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^3$		
moment tuh. v prostém kroucení	$I_t =$	$90,70 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^4$		
výsečový moment setrvačnosti	$I_w =$	$22,67 \cdot 10^9 \cdot \text{mm}^6$		
vzdálenost těžišť	$y_e =$	$55,00 \text{ mm}$		

Geometrie

Vzpěrná délka

$$L_{LT} = 2\,400 \text{ mm}$$

délka na klopení (částečně bráněno trámy)

Posouzení - MSÚ - Vliv smyku

$$V_{pl,Rd} = A_{vz} \cdot f_{yd} / 3 \cdot 1/2 = 1,59 \cdot 235,00 / 3 \cdot 1/2$$

$$V_{pl,Rd} = 215,46 \text{ kN} > 2 \cdot V_d = 2 \cdot 38,78 = 77,56 \text{ kN}$$

účinek smykové síly se nemusí uvažovat

Posouzení - MSÚ - Ohyb se ztrátou stability

Součinitelé závisející na zatížení a podmínkách uložení konců

$$C_{1,0} = 1,13$$

$$C_{1,1} = 1,13$$

$$C_2 = 0,46$$

$$C_3 = 0,53$$

Součinitelé vzpěrné délky

$$k_y = 1,0$$

$$k_z = 1,0$$

$$k_w = 1,0$$

typ průřezu **symetrický**

Pružný kritický moment

$$M_{cr} = 85,80 \text{ kNm}$$

Součinitel klopení

$$\chi_{LT} = 0,74$$

Posouzení pro třídu 1 a 2

$$M_{pl,Rd} = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd} = 0,74 \cdot 285,40 \cdot 235,00$$

$$M_{pl,Rd} = 49,92 \text{ kNm} > M_d = 46,53 \text{ kNm}$$

vyhovuje

Posouzení - MSP - Deformace

$$w_g = \frac{5}{48} \cdot \frac{M_g}{E} \cdot \frac{l^2}{I} = \frac{5}{48} \cdot \frac{4,08}{210,00} \cdot \frac{4,80^2}{27,72}$$

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

$$w_q = \frac{5}{48} \cdot \frac{M_q}{E} \cdot \frac{l^2}{I} = \frac{5}{48} \cdot \frac{27,90}{210,00} \cdot \frac{4,80^2}{27,72}$$

$$w_q = 11,5 \text{ mm}$$

$$w_f = 13,2 \text{ mm} < w_{\text{lim},f} = l / 250 = 19,2 \text{ mm} \quad \text{vyhovuje}$$

4.3 Návrh a posouzení sloupku

Zatížení $N_d = 38,78 \text{ kN}$

Návrh průřezu a oceli

Průřez	typ	HEA	Ocel	S 235	$f_y = 235,00 \text{ MPa}$
	označení průřezu	120	$\gamma_{M1} = 1,00$		$f_{yd} = 235,00 \text{ MPa}$
	složený průřez	samostatný průřez	třída průřezu:	pro ohyb 1	
Průřezové charakteristiky pro	1 ks			pro tlak 1	

výška průřezu $h = 114 \text{ mm}$ šířka průřezu $b = 120 \text{ mm}$ plocha $A = 2,53 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^2$ moment setrvačnosti $I_y = 6,06 \cdot 10^6 \cdot \text{mm}^4$ $I_z = 2,31 \cdot 10^6 \cdot \text{mm}^4$ poloměr setrvačnosti $i_y = 48,90 \text{ mm}$ $i_z = 30,19 \text{ mm}$ vzdálenost těžišť $y_e = 60,00 \text{ mm}$

Geometrie	Vzpěrné délky	$L_{cr,y} = 1\,500 \text{ mm}$	k ose y-y
		$L_{cr,z} = 1\,500 \text{ mm}$	k ose z-z

Posouzení - MSÚ - Tlak

Součinitelé vzpěrnosti

$$\chi_y = 0,95 \quad \chi_z = 0,83 \quad \chi_{\min} = 0,83 \quad \text{rozhoduje vzpěr k ose z}$$

$$N_{b,Rd} = \chi_{\min} \cdot A \cdot f_{yd} = 0,83 \cdot 2,53 \cdot 235,00$$

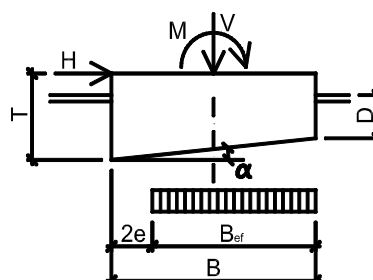
$$N_{b,Rd} = 492,19 \text{ kN} > N_d = 38,78 \text{ kN} \quad \text{vyhovuje}$$

4.4 Návrh a posouzení základu

Návrhový přístup 1 Kombinace 2 : A2 + M2 + R1

Zatížení	zatěžovací plocha	char. zatížení	γ_E	návrhové zatížení
	svislá síla od stálého zatížení	$V_g = 3,40 \text{ kN}$	1,00	$= 3,40 \text{ kN}$
	svislá síla od proměnného zatížení	$V_q = 23,25 \text{ kN}$	1,30	$= 30,23 \text{ kN}$
	celková svislá síla	$V_q = 26,65 \text{ kN}$		$33,63 \text{ kN}$
	vodorovná síla od stálého zatížení	$H_g = 0,00 \text{ kN}$	1,00	$= 0,00 \text{ kN}$
	vodorovná síla od proměnného zatížení	$H_q = 0,00 \text{ kN}$	1,30	$= 0,00 \text{ kN}$
	celková vodorovná síla	$H_q = 0,00 \text{ kN}$		$0,00 \text{ kN}$
	moment od stálého zatížení	$M_g = 0,00 \text{ kNm}$	1,00	$= 0,00 \text{ kNm}$
	moment od proměnného zatížení	$M_q = 0,00 \text{ kNm}$	1,30	$= 0,00 \text{ kNm}$
	celkový moment	$M_q = 0,00 \text{ kNm}$		$0,00 \text{ kNm}$

Návrh základu	šířka základu	$B = 0,60 \text{ m}$
	délka základu	$L = 0,60 \text{ m}$
	výška základu	$T = 1,00 \text{ m}$
	hloubka založení	$D = 0,80 \text{ m}$
	plocha základu	$A = A_{ef} = 0,36 \text{ m}^2$
	tíha základu	$G = 8,64 \text{ kN}$
	sklon základu	$\alpha = 0^\circ$



Parametry základové půdy	zemina	F6 tuhá	CL CI	jemnozrná zemina
$\varphi_{ud} = \frac{\varphi_{un}}{\gamma_{\varphi}} = \frac{0^{\circ}}{1,25} = 0^{\circ}$				$c_{ud} = \frac{c_u}{\gamma_c} = \frac{50 \text{ kPa}}{1,25} = 40 \text{ kPa}$
$\varphi_{efd} = \frac{\varphi_{efn}}{\gamma_{\varphi}} = \frac{17^{\circ}}{1,25} = 14^{\circ}$				$c_{efd} = \frac{c_{ef}}{\gamma_c} = \frac{8 \text{ kPa}}{1,25} = 6 \text{ kPa}$
$\gamma = 21,0 \text{ kg/m}^3$				
Posouzení základu na únosnost - krátkodobá únosnost - neodvodněné podmínky				
$R/A = (\pi + 2) \cdot c_u \cdot b_c \cdot s_c \cdot i_c + q$				
$R/A = (3,14 + 2) \cdot 40,00 \cdot 1,00 \cdot 1,20 \cdot 1,00 + 16,80$				
$R/A = 263,6 \text{ kPa}$				
$\frac{R/A}{\gamma_R} = \frac{263,60}{1,00} = 263,6 \text{ kPa} > \frac{V_q + G}{A_{ef}} = \frac{33,63 + 8,64}{0,36} = 117,4 \text{ kPa}$				
vyhovuje				
Posouzení základu na únosnost - dlouhodobá únosnost - odvodněné podmínky				
$R/A = c \cdot N_c \cdot b_c \cdot s_c \cdot i_c$				
$+ q \cdot N_q \cdot b_q \cdot s_q \cdot i_q$				
$+ 0,5 \cdot \gamma \cdot B_{ef} \cdot N_{\gamma} \cdot b_{\gamma} \cdot s_{\gamma} \cdot i_{\gamma}$				
$R/A = 6,40 \cdot 10,14 \cdot 1,00 \cdot 1,33 \cdot 1,00$				
$+ 16,80 \cdot 3,45 \cdot 1,00 \cdot 1,24 \cdot 1,00$				
$+ 0,5 \cdot 21,00 \cdot 0,60 \cdot 1,19 \cdot 1,00 \cdot 0,70 \cdot 1,00$				
$R/A = 163,3 \text{ kPa}$				
$\frac{R/A}{\gamma_R} = \frac{163,27}{1,00} = 163,3 \text{ kPa} > \frac{V_q + G}{A_{ef}} = \frac{33,63 + 8,64}{0,36} = 117,4 \text{ kPa}$				
vyhovuje				

5. Návrh a posouzení konstrukcí garáže

5.1 Návrh a posouzení krokve

Zatížení Kombinace zatížení jako méně příznivá kombinace z následujících dvou výrazů

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

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

zatěžovací šířka

g₁ stálé zatížení $0,79 \cdot 0,75 = 0,59 \text{ kN/m}$ $\gamma_G = 1,35$ $0,80 \text{ kN/m}$

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

q₁ proměnné zatížení $5,35 \cdot 0,75 = 4,01 \text{ kN/m}$ $1,05$ $4,21 \text{ kN/m}$

f₁ celkové zatížení **4,61 kN/m** **1,09** **5,02 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 $0,79 \cdot 0,75 = 0,59 \text{ kN/m}$ $1,15$ $0,68 \text{ kN/m}$

$$\gamma_Q$$

q₂ proměnné zatížení $5,35 \cdot 0,75 = 4,01 \text{ kN/m}$ $1,50$ $6,02 \text{ kN/m}$

f₂ celkové zatížení **4,61 kN/m** **1,45** **6,70 kN/m**

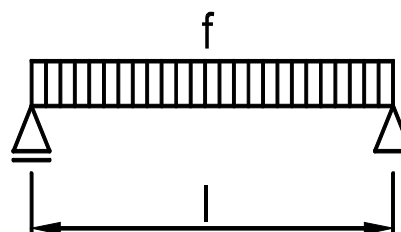
Rozhodující kombinace:

kombinace 2

Schéma konstrukce

rozpětí konstrukce

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



Vnitřní síly a reakce

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

$$M_g = 1/8 \cdot 0,59 \cdot 3,30^2 = 0,81 \text{ kNm} \quad 1,15 = 0,93 \text{ kNm}$$

$$M_q = 1/8 \cdot 4,01 \cdot 3,30^2 = 5,46 \text{ kNm} \quad 1,50 = 8,20 \text{ kNm}$$

celkový moment **M_f = 6,27 kNm** **1,45** **9,12 kNm**

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

$$V_g = 1/2 \cdot 0,59 \cdot 3,30 = 0,98 \text{ kN} \quad 1,15 = 1,12 \text{ kN}$$

$$V_q = 1/2 \cdot 4,01 \cdot 3,30 = 6,62 \text{ kN} \quad 1,50 = 9,93 \text{ kN}$$

celková posouvající síla a reakce **V_f = 7,60 kN** **1,45** **11,06 kN**

Pružné deformace

$$w_g = \frac{5}{48} \cdot \frac{M_g}{E} \cdot \frac{l^2}{I} = \frac{5}{48} \cdot \frac{0,81}{11,00} \cdot \frac{3,30^2}{66,67}$$

$$w_g = 1,2 \text{ mm}$$

$$w_q = \frac{5}{48} \cdot \frac{M_q}{E} \cdot \frac{l^2}{I} = \frac{5}{48} \cdot \frac{5,46}{11,00} \cdot \frac{3,30^2}{66,67}$$

$$w_q = 8,5 \text{ mm}$$

Zatížení moment k ose y **M_{yd} = 9,12 kNm** posouvající síla **V_d = 11,06 kN**

Prostředí - třída provozu

2

Třída trvání zatížení

střednědobé

Návrh průřezu a dřeva

Dřevo typ dřeva **rostlé dřevo** $E_{0,mean} = 11,00 \text{ GPa}$ $f_{m,k} = 24,00 \text{ MPa}$

třída dřeva **C24** $E_{0,05} = 7,40 \text{ GPa}$ $f_{v,k} = 2,50 \text{ MPa}$

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

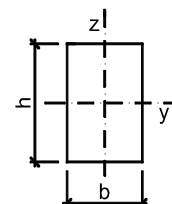
Průřez šířka průřezu **b = 100 mm**

výška průřezu **h = 200 mm**

plocha **A = 20,00 10³ . mm²**

moment setrvačnosti **I_y = 66,67 10⁶ . mm⁴**

průřezový modul **W_y = 666,67 10³ . mm³**



Geometrie délka nosníku $l = 3,30 \text{ m}$

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

$$f_{m,d} = \frac{k_{mod} \cdot f_{m,k}}{\gamma_M} = \frac{0,80 \cdot 24,00}{1,30} = 14,77 \text{ MPa}$$

$$\frac{M_{yd}}{k_{crit} \cdot W_y \cdot f_{m,d}} = \frac{9,12}{1,00 \cdot 666,67 \cdot 14,77} = 0,93 < 1,00$$

vyhovuje

Posouzení - MSÚ - Smyk

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

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

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

Návrhové pevnosti

$$f_{v,d} = \frac{k_{mod} \cdot f_{v,k}}{\gamma_M} = \frac{0,80 \cdot 2,50}{1,30} = 1,54 \text{ MPa}$$

$$\frac{3 \cdot V_d}{2 \cdot A_{ef} \cdot f_{v,d}} = \frac{3 \cdot 11,06}{2 \cdot 13,40 \cdot 1,54} = 0,80 < 1,00$$

vyhovuje

Posouzení - MSP - Deformace

Okamžitý průhyb od stálých zatížení

$$w_{inst,g} = 1,2 \text{ mm}$$

Okamžitý průhyb od proměnného zatížení

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

Celkový okamžitý průhyb

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

součinitel pro kvazistalou hodnotu proměnného zatížení:

sníh H<1000

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

modifikační součinitel deformace

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

Okamžitý průhyb

$$w_{inst,f} = 9,7 \text{ mm} < w_{lim,inst} = \frac{l}{300} = \frac{3300}{300} = 11,0 \text{ mm}$$

vyhovuje

Konečný průhyb

Konečný průhyb od stálých zatížení

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

Konečný průhyb od proměnného zatížení

$$w_{fin,q} = w_{inst,q} \cdot \left(1 + \psi_{2,q} \cdot k_{def} \right) = 8,5 \cdot (1 + 0,0 \cdot 0,80) = 8,5 \text{ mm}$$

Celkový konečný průhyb

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

$$w_{fin,f} = 10,7 \text{ mm} < w_{lim,fin} = \frac{l}{250} = \frac{3300}{250} = 13,2 \text{ mm}$$

vyhovuje