



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

**Fakulta stavební
Katedra konstrukcí pozemních staveb**

D.1 DOKUMENTACE STAVEBNÍHO OBJEKTU

D.1.2 Stavebně konstrukční řešení

b) Statický výpočet

Studijní program: Stavební inženýrství
Studijní obor: Konstrukce pozemních staveb

Vedoucí práce: Ing. Anna Lounková, CSc.

Zuzana Bubáková

Praha 2016

Obsah

1	Zatížení.....	- 4 -
1.1	Zatížení proměnné	- 4 -
1.1.1	Zatížení sněhem	- 4 -
1.1.2	Zatížení větrem – vodorovný	- 4 -
1.1.3	Užitné zatížení.....	- 5 -
1.2	Stálé zatížení konstrukcí	- 6 -
1.2.1	Skladba podlahy P2.....	- 6 -
1.2.2	Skladba S1 s nosnou konstrukcí a podhledem	- 7 -
1.2.3	Skladba S2 s nosnou konstrukcí.....	- 8 -
1.2.4	Skladba S3 s nosnou konstrukcí a omítkou	- 9 -
2	Návrh stropů Livetherm	- 11 -
2.1	Livetherm strop 300.....	- 11 -
2.1.1	Kategorie C1.....	- 11 -
2.1.2	Kategorie A1	- 12 -
2.2	Livetherm strop 200.....	- 13 -
2.2.1	Kategorie C1	- 13 -
2.2.2	Kategorie A1	- 14 -
3	Střešní konstrukce – varianta A.....	- 16 -
3.1	Část střechy I	- 16 -
3.1.1	Materiál	- 16 -
3.1.2	Návrh průřezu.....	- 17 -
3.1.3	Posouzení průřezu na MSÚ.....	- 17 -
3.1.4	Posouzení průřezu na MSP	- 18 -
3.2	Část střechy II	- 19 -
3.2.1	Posouzení průřezu na MSÚ.....	- 19 -
3.2.1	Posouzení průřezu na MSP	- 20 -
4	Střešní konstrukce - Varianta B.....	- 21 -
4.1	Část střechy I	- 21 -
4.1.1	Návrh průřezu.....	- 21 -
4.1.1	Posouzení průřezu na MSÚ.....	- 22 -

4.1.2	Posouzení průřezu na MSP	- 23 -
4.1	Část střechy II	- 24 -
4.1.1	Posouzení průřezu na MSÚ	- 25 -
4.1.2	Posouzení průřezu na MSP	- 26 -
5	Střešní konstrukce – varianta C	- 28 -
5.1	Stropní panel Spiroll PPD320/335	- 28 -
5.1.1	Část I	- 28 -
6	Dřevěné konstrukční prvky	- 29 -
6.1	Trám T1	- 29 -
6.1.1	Materiál	- 29 -
6.1.2	Návrh průřezu	- 30 -
6.1.3	Posouzení průřezu na MSÚ	- 31 -
6.1.4	Posouzení průřezu na MSP	- 31 -
6.2	Sloup SL2	- 32 -
6.2.1	Materiál	- 32 -
6.2.1	Návrh průřezu	- 33 -
7	Obvodové stěny	- 34 -
7.1	Východní stěna	- 34 -
7.1.1	Materiál	- 34 -
7.1.2	Působící síly	- 35 -
7.1.3	Únosnost stěny v tlaku	- 36 -
	Seznam použitých norem	- 37 -
	Seznam použité literatury	- 37 -
	Seznam příloh	- 38 -

1 Zatížení

1.1 Zatížení proměnné

1.1.1 Zatížení sněhem

Počáteční hodnoty:

sněhová oblast	III
typ krajiny	normální
charakteristická hodnota zatížení sněhem	$s_k = 1,5 \text{ kN/m}^2$
sklon střechy	$\alpha \in (0^\circ; 30^\circ)$
tvarový součinitel zatížení sněhem	$\mu_i(0^\circ \leq \alpha \leq 30^\circ) = 0,8$
součinitel expozice	$C_e = 1,0$
tepelný součinitel	$C_t = 1,0$

Výpočet zatížení sněhem [kN/m²]:

$$s = \mu_i \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k = 0,8 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,5 = 1,2 \text{ kN/m}^2$$

Výpočet zatížení sněhem [kN/m]:

$$\text{osová vzdálenost střešní varianty A} \quad o_A = 0,960 \text{ m}$$

$$s_A = s \cdot o_A = 1,152 \text{ kN/m}$$

$$\text{osová vzdálenost střešní varianty B} \quad o_B = 1,460 \text{ m}$$

$$s_B = s \cdot o_B = 1,752 \text{ kN/m}$$

1.1.2 Zatížení větrem – vodorovný

větrná oblast	II
výchozí základní rychlost větru	$v_{b,0} = 25 \text{ m/s}$
kategorie terénu	III
součinitel směru větru	$c_{dir} = 1$
součinitel ročního období	$c_{season} = 1$
základní rychlost větru	$v_b = c_{dir} \cdot c_{season} \cdot v_{b,0} =$ $= 1 \cdot 1 \cdot 25 = 25 \text{ m/s}$

měrná hmotnost vzduchu	$\rho = 1,25 \text{ kg/m}^3$
základní tlak větru	$q_b = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_b^2 = 390,625 \text{ Pa}$
výška zatížené obvodové stěny	$h = 6,915 \text{ m}$
šířka budovy	$b = 28,380 \text{ m}$
rozměr e	$e = \min \left\{ \frac{b}{2}, h \right\} = \left\{ \frac{28,380}{2}, 6,915 \right\} = 6,915 \text{ m}$
součinitel expozice	$c_e = 1,3$
maximální dynamický tlak	$q_p(z) = c_e \cdot q_b = 507,813 \text{ Pa}$
součinitel vnějšího tlaku ($e \geq d$)	$c_{pe,10}^D = +0,8$
tlak větru na povrchy	$w_{e,k}^D = q_p(z) \cdot c_{pe,10}^A = 406,250 \text{ Pa}$

1.1.3 Užité zatížení

Zatížení [kN/m²]:

Typ		Zatížení charakter	Dílčí souč.	Zatížení návrh.
		[kN/m ²]	[-]	[kN/m ²]
kategorie A1	qA1	1,500	1,5	2,250
kategorie C1 (restaurace)	qC1	3,000	1,5	4,500
kategorie H (střechy bez provozu)	qH	0,750	1,5	1,125

Zatížení [kN/m]:

Typ	Zatížení charakter.	Zatížení návrh.	Osová vzdálenost	Zatížení charakter.	Zatížení návrh.
	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[m]	[kN/m]	[kN/m]
kategorie H (varianta A)	0,750	1,125	0,960	0,720	1,08
kategorie H (varianta B)			1,460	1,095	1,643

1.2 Stálé zatížení konstrukcí

1.2.1 Skladba podlahy P2

1 keramická dlažba	
2 lepicí hmota	Ceresit CM 12 "elastic"
3 hydroizolační stěrka	Ceresit CL 51
4 topná rohož	Ecofloor
5 roznášení betonová mazanina, kari síť 4/150/150	
6 kročejová izolace	Isover RigiFloor 4000
7 nosná konstrukce	Livetherm strop 300 (zdvojená)
8 podhled	SDK

Zatížení podlahy:

Vrstva	Tloušťka	Objem. hmotnost	Plošná hmotnost	Zatížení charakter.	Dílčí souč.	Zatížení návrh.
	[m]	[kg/m ³]	[kg/m ²]	[kN/m ²]	[-]	[kN/m ²]
1	0,010	2000	-	0,2	1,35	0,270
2	0,008	-	2,6	0,026	1,35	0,035
3	0,002	-	1,1	0,011	1,35	0,015
4	0,004	-	0,5	0,005	1,35	0,007
5	0,071	2500	-	1,750	1,35	2,363
6	0,050	15	-	0,008	1,35	0,010
7	0,300	453	-	4,530	1,35	6,116
8	-	-	14,0	0,140	1,35	0,189
CELKEM STÁLÉ bez nosné konstrukce stropu			gP2,1	2,140	-	2,889
CELKEM STÁLÉ			gP2	6,670	-	9,004

1.2.2 Skladba S1 s nosnou konstrukcí a podhledem

1 Hydroizolace	Dekplan 76
2 Separace	Filtek V
3 Tepelná izolace	Isover S
4 Tepelná izolace	Isover R
5 Hydroizolace	Glastek 30 Sticker Plus
6 Prkenné bednění	Dekwood konstrukční řezivo
7 nosná konstrukce	varianty A, B, C
8 podhled	SDK

Zatížení bez nosné konstrukce [kN/m²]:

Vrstva	Tloušťka	Objem. hmotnost	Plošná hmotnost	Zatížení charakter.	Dílčí souč.	Zatížení návrh.
	[m]	[kg/m ³]	[kg/m ²]	[kN/m ²]	[-]	[kN/m ²]
1	0,002	-	2,4	0,024	1,35	0,032
2	-	-	0,1	0,001	1,35	0,002
3	0,100	17,5	-	0,018	1,35	0,024
4	0,160	14,2	-	0,023	1,35	0,031
5	0,003	-	3,5	0,035	1,35	0,047
6	0,050	420,0	-	0,210	1,35	0,284
8	-	-	14,0	0,140	1,35	0,189
CELKEM STÁLÉ bez nosné konstrukce stropu			gS1,1	0,450	-	0,607

Zatížení bez nosné konstrukce [kN/m]:

Typ	Zatížení charakter.	Zatížení návrh.	Osová vzdálenost	Zatížení charakter.	Zatížení návrh.
	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[m]	[kN/m]	[kN/m]
gS1,1,A	0,450	0,607	0,960	0,432	0,583
gS1,1,B	0,450	0,607	1,460	0,657	0,887

Zatížení nosné konstrukce střechy [kN/m]:

1 dřevěný lamelový nosník 220/460	varianta A
2 dřevěný lamelový nosník 200/250(850)	varianta B

Typ		Průřezová plocha	Objem. hmotnost	Zatížení charakter.	Dílčí souč.	Zatížení návrh.
		[m ²]	[kg/m ³]	[kN/m]	[-]	[kN/m]
A	g _A	0,101	380,0	0,385	1,35	0,519
B	g _B	0,110 průměrná	380,0	0,418	1,35	0,564

Celkem stálé [kN/m]:

Varianta		Zatížení charakter.	Dílčí souč.	Zatížení návrh.
		[kN/m]	[-]	[kN/m]
A	g _{S1,A}	0,816	1,35	1,102
B	g _{S1,B}	1,075	1,35	1,451

1.2.3 Skladba S2 s nosnou konstrukcí

1 dlažba	terrace
2 podložky	
3 hydroizlace	Elastek 40 Special Dekor
4 hydroizolace	Glastek 30 Sticker Ultra
5 tepelná izolace	Isover EPS 200 S
6 hydroizolace	Glastek AL 40 Mineral
7 spádování	keramzitbeton
8 nosná konstrukce	a) Livetherm strop 200 b) Livetherm strop 200 (zdvoj.)

Zatížení bez nosné konstrukce [kN/m2]:

Vrstv a	Tloušťka	Objem. hmotnost	Plošná hmotnost	Zatížení charakter.	Dílčí souč.	Zatížení návrh.
	[m]	[kg/m3]	[kg/m2]	[kN/m2]		[-]
1	0,0300	2300,0	-	0,690	1,35	0,932
2	0,010	-	-	-	-	-
3	0,0045	-	5,5	0,055	1,35	0,074
4	0,0030	-	3,7	0,037	1,35	0,050
5	0,2200	32,0	-	0,070	1,35	0,095
6	0,0040	-	4,5	0,045	1,35	0,061
7	0,1635	1000,0	-	1,775	1,35	2,396
8a	0,200	314,0	-	3,140	1,35	4,239
8b	0,200	347,0	-	3,470		4,685
CELKEM STÁLÉ bez nosné konstrukce stropu			gS2,1	2,695	-	3,639
CELKEM STÁLÉ livetherm strop 200			gS2,a	5,835	-	7,878
CELKEM STÁLÉ livetherm strop 220 (zdvojené)			gS2,b	6,165	-	8,324

1.2.4 Skladba S3 s nosnou konstrukcí a omítkou

1 hydroizolace	Elastek 40 Special Dekor
2 hydroizolace	Glastek 30 Sticker Ultra
3 tepelná izolace	Isover EPS 100
4 hydroizolace	Glastek AL 40 Mineral
5 penetrace	Dekprimer
6 nosná konstrukce	stropní panel Spiroll
7 omítka	Baumit hlazená omítka

Zatížení bez nosné konstrukce [kN/m²]:

Vrstv a	Tloušťka	Objem. hmotnost	Plošná hmotnost	Zatížení charakter.	Dílčí souč.	Zatížení návrh.
	[m]	[kg/m ³]	[kg/m ²]	[kN/m ²]	[-]	[kN/m ²]
1	0,0045	-	5,5	0,055	1,35	0,074
2	0,0030	-	3,7	0,037	1,35	0,050
3	0,2400	23,0	-	0,055	1,35	0,074
4	0,0040	-	4,5	0,045	1,35	0,061
7	0,0080	1600,0	-	0,128	1,35	0,173
CELKEM STÁLÉ bez nosné konstrukce stropu			gS3,1	0,320	-	0,354

Zatížení nosné konstrukce střechy [kN/m²]:

1 stropní panel Spiroll

Varianta C

Varianta	Zatížení charakter.	Dílčí souč.	Zatížení návrh.	
	[kN/m]	[-]	[kN/m]	
C	g _C	4,58	1,35	6,183

Celkem stálé [kN/m²]:

Varianta	Zatížení charakter.	Dílčí souč.	Zatížení návrh.	
	[kN/m]	[-]	[kN/m]	
C	g _{S3,C}	4,900	1,35	6,537

2 Návrh stropů Livetherm

Hodnoty pro ověření únosnosti jsou převzaty ze statických tabulek udávaných výrobcem Livetherm (viz. příloha č. 1, viz příloha č. 2)

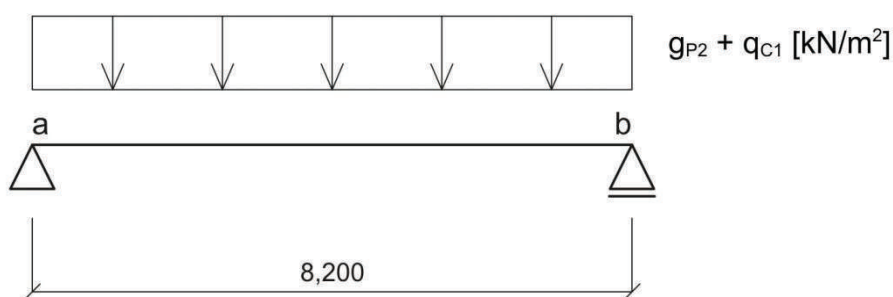
2.1 Livetherm strop 300

Ve vnitřních prostorách objektu byla navržena stropní nosná konstrukce Livetherm strop 300 o celkové tloušťce 300mm. Dle rozponů nosných zdí budou použity stropní trávce Livetherm o následujících délkách:

nosník N1	8200mm
nosník N4	8000mm
nosník N5	6400mm
nosník N6	5400mm

2.1.1 Kategorie C1

výpočet proveden pro nosník (zdvojený)	N1 – 8200
délka nosníku	8,200m
osová vzdálenost nosníků	$o = 0,780m$



Dle charakteristického zatížení:

$$q_{C1,k} + g_{P2,1,k} = 3,000 + 2,140 = 5,140kN/m^2$$

$$(q - g_0)_k = 7,910kN/m^2$$

$$5,140kN/m^2 \leq 7,910kN/m^2$$

VYHOVUJE

Dle návrhového zatížení:

$$q_{C1,d} + g_{P2,1,d} = 4,500 + 2,889 = 7,389 \text{ kN/m}^2$$

$$(q - g_0)_d = 11,570 \text{ kN/m}^2$$

$$7,389 \text{ kN/m}^2 \leq 11,570 \text{ kN/m}^2 \quad \text{VYHOVUJE}$$

Dle maximální ohybového momentu:

$$M_{Ed} = \frac{1}{8} \cdot (g_{P2,d} + q_{C1,d}) \cdot o \cdot l^2 = \frac{1}{8} \cdot (9,004 + 4,500) \cdot 0,780 \cdot 8,200^2 \\ = 88,531 \text{ kNm}$$

$$M_{Rd} = 132,400 \text{ kNm}$$

$$88,531 \text{ kNm} \leq 132,400 \text{ kNm} \quad \text{VYHOVUJE}$$

Dle posouvající síly:

$$V_{Ed} = \frac{1}{2} \cdot (g_{P2,d} + q_{C1,d}) \cdot o \cdot l = \frac{1}{2} \cdot (9,004 + 4,500) \cdot 0,780 \cdot 8,200 = 43,186 \text{ kN}$$

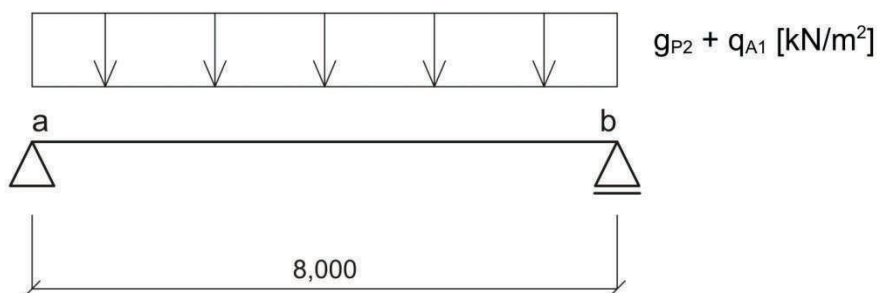
$$V_{Rd} = 50,72 \text{ kN}$$

$$43,186 \text{ kN} \leq 50,72 \text{ kN} \quad \text{VYHOVUJE}$$

2.1.2 Kategorie A1

Výpočet proveden pro nejdelší nosník (N4 – 8000), který má rozpětí o délce 8,000m. Ostatní nosníky se stejným zatížením vyhoví, jelikož dle tabulek únosnosti mají udávanou vyšší únosnost a to jak při ověření dle zatížení, tak při ověření z hlediska ohybových momentů a posouvajících sil.

$$\text{osová vzdálenost nosníků} \quad o = 0,780 \text{ m}$$



Dle charakteristického zatížení:

$$q_{A1,k} + g_{P2,1,k} = 0,750 + 2,140 = 3,445 \text{ kN/m}^2$$

$$(q - g_0)_k = 8,210 \text{ kN/m}^2$$

$$3,445kN/m^2 \leq 8,210kN/m^2 \quad \text{VYHOVUJE}$$

Dle návrhového zatížení:

$$q_{A1,d} + g_{P2,1,d} = 2,250 + 2,889 = 5,1396kN/m^2$$

$$(q - g_0)_d = 12,020kN/m^2$$

$$5,139kN/m^2 \leq 12,020kN/m^2 \quad \text{VYHOVUJE}$$

Dle maximální ohybového momentu:

$$M_{Ed} = \frac{1}{8} \cdot (g_{P2,d} + q_{A1,d}) \cdot o \cdot l^2 = \frac{1}{8} \cdot (9,004 + 2,250) \cdot 0,780 \cdot 8,000^2 \\ = 70,225kNm$$

$$M_{Rd} = 121,771kNm$$

$$70,225kNm \leq 121,771kNm \quad \text{VYHOVUJE}$$

Dle posouvající síly:

$$V_{Ed} = \frac{1}{2} \cdot (g_{P2,d} + q_{A1,d}) \cdot o \cdot l = \frac{1}{2} \cdot (9,004 + 2,250) \cdot 0,780 \cdot 8,000 = 35,113kN$$

$$V_{Rd} = 50,83kN$$

$$35,113kN \leq 50,83kN \quad \text{VYHOVUJE}$$

2.2 Livetherm strop 200

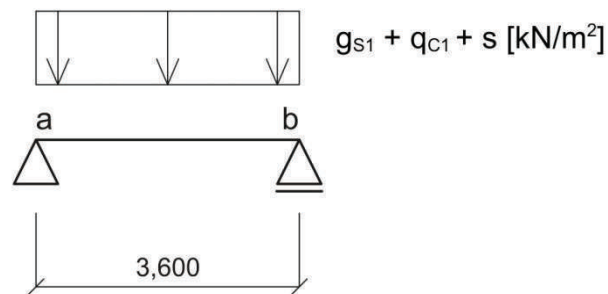
V rámci pochozích teras objektu byl za nosnou konstrukci navržen Livetherm strop 200 o celkové tloušťce 200mm. Dle rozponů zdí budou použity stropní tránce následujících délek:

nosník N2	3600mm
nosník N3	1800mm
nosník N7	2000mm

2.2.1 Kategorie C1

Výpočet proveden pro nejdelší nosník (N2 – 3600), který má rozpětí o délce 3,600m. Ostatní nosníky se stejným zatížením vyhoví, jelikož dle tabulek únosnosti mají udávanou vyšší únosnost a to jak při ověření dle zatížení, tak při ověření z hlediska ohybových momentů a posouvajících sil.

$$\text{osová vzdálenost nosníků} \quad o = 0,780m$$



Dle charakteristického zatížení:

$$q_{C1,k} + g_{S2,1,k} + s = 3,000 + 2,695 + 1,200 = 6,895 \text{ kN/m}^2$$

$$(q - g_0)_k = 9,880 \text{ kN/m}^2$$

$$6,895 \text{ kN/m}^2 \leq 9,880 \text{ kN/m}^2 \quad \text{VYHOVUJE}$$

Dle návrhového zatížení:

$$q_{C1,d} + g_{S2,1,d} = 4,500 + 3,639 + 1,200 = 9,339 \text{ kN/m}^2$$

$$(q - g_0)_d = 14,520 \text{ kN/m}^2$$

$$9,339 \text{ kN/m}^2 \leq 14,520 \text{ kN/m}^2 \quad \text{VYHOVUJE}$$

Dle maximální ohybového momentu:

$$M_{Ed} = \frac{1}{8} \cdot (g_{S2,B,d} + q_{C1,d} + s) \cdot o \cdot l^2$$

$$= \frac{1}{8} \cdot (8,324 + 4,500 + 1,200) \cdot 0,780 \cdot 3,600^2 = 17,721 \text{ kNm}$$

$$M_{Rd} = 21,760 \text{ kNm}$$

$$17,721 \text{ kNm} \leq 21,760 \text{ kNm} \quad \text{VYHOVUJE}$$

Dle posouvající síly:

$$V_{Ed} = \frac{1}{2} \cdot (g_{S2,B,d} + q_{C1,d} + s) \cdot o \cdot l = \frac{1}{2} \cdot (8,324 + 4,500 + 1,200) \cdot 0,780 \cdot 3,600$$

$$= 19,689 \text{ kN}$$

$$V_{Rd} = 33,110 \text{ kN}$$

$$19,689 \text{ kN} \leq 33,110 \text{ kN} \quad \text{VYHOVUJE}$$

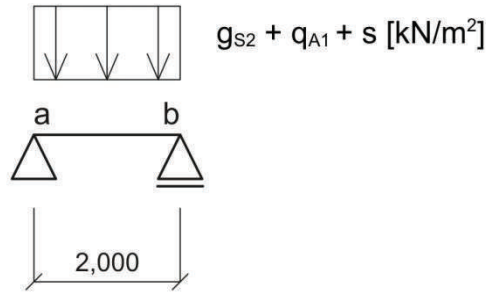
2.2.2 Kategorie A1

výpočet proveden pro nosník N7 – 2000

délka nosníku 2,000m

osová vzdálenost nosníků

$$o = 0,660m$$



Dle charakteristického zatížení:

$$q_{A1,k} + g_{S2,1,k} + s = 0,750 + 2,695 + 1,200 = 4,645kN/m^2$$

$$(q - g_0)_k = 15,270kN/m^2$$

$$4,645kN/m^2 \leq 15,270kN/m^2 \quad \text{VYHOVUJE}$$

Dle návrhového zatížení:

$$q_{A1,d} + g_{S2,1,d} + s = 2,250 + 3,639 + 1,200 = 7,089kN/m^2$$

$$(q - g_0)_d = 28,350kN/m^2$$

$$7,089kN/m^2 \leq 28,350kN/m^2 \quad \text{VYHOVUJE}$$

Dle maximální ohybového momentu:

$$\begin{aligned} M_{Ed} &= \frac{1}{8} \cdot (g_{S2,A,d} + q_{A1,d} + s) \cdot o \cdot l^2 \\ &= \frac{1}{8} \cdot (7,878 + 4,500 + 1,200) \cdot 0,660 \cdot 2,000^2 = 4,481kNm \end{aligned}$$

$$M_{Rd} = 9,410kNm$$

$$4,481kNm \leq 9,410kNm \quad \text{VYHOVUJE}$$

Dle posouvající síly:

$$\begin{aligned} V_{Ed} &= \frac{1}{2} \cdot (g_{S2,A,d} + q_{A1,d} + s) \cdot o \cdot l = \frac{1}{2} \cdot (7,878 + 4,500 + 1,2) \cdot 0,660 \cdot 2,000 \\ &= 8,962kN \end{aligned}$$

$$V_{Rd} = 21,660kN$$

$$8,962kN \leq 21,660kN \quad \text{VYHOVUJE}$$

3 Střešní konstrukce – varianta A

Jedná se o dřevěný lepený lamelový nosník s konstantním průřezem 220/460.

3.1 Část střechy I

Geometrie nosníku:

OBRAZEK

celková délka	$l = 13,366m$
interval ab	$l_{ab} = 0,631m$
interval bc	$l_{bc} = 10,818m$
interval cd	$l_{cd} = 1,917m$

3.1.1 Materiál

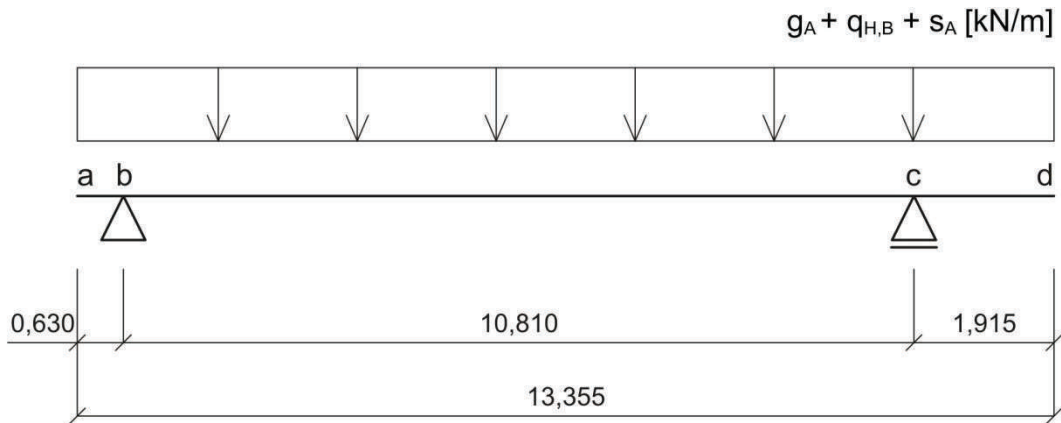
třída pevnosti	GL24h
hustota	$\rho = 380kg/m^3$
třída provozu	2
zatížení	stálé
modifikační součinitel	$k_{mod} = 0,6$
deformační součinitel	$k_{def} = 0,8$
součinitel materiálu	$\gamma_M = 1,250$
pevnost v ohybu	$f_{m,k} = 24,000MPa$ $f_{m,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{m,k}}{\gamma_M} =$ $= 11,520MPa$
pevnost ve smyku	$f_{v,k} = 2,700MPa$ $f_{v,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{v,k}}{\gamma_M} = 1,296MPa$
průměrná hodnota modulu pružnosti (rovnoběžně s vlákny)	$E_{0,mean} = 11,600GPa$
5% kvantil modulu pružnosti (kolmo k vláknům)	$E_{0,05} = 9,400GPa$

3.1.2 Návrh průřezu

Průřezové charakteristiky:

výška	$h = 0,460m$
šířka	$b = 0,220m$
plocha průřezu	$A = h \cdot b =$ $= 0,460 \cdot 0,220 = 0,101m^2$
průřezový modul	$W = \frac{1}{6} \cdot b \cdot h^2 = 0,0078m^3$
moment setrvačnosti	$I_y = \frac{1}{12} \cdot b \cdot h^3 = 0,0018m^4$

Vnitřní síly na prvku:



Výpočet proveden pomocí programu Scia Engineer (viz příloha č. 3)

Vstupní zatížení stálé $g_{S1,1,A,k} = 0,432kN/m$

Vstupní zatížení proměnné

užité $q_{H,A,k} = 0,720kN/m$

sníh $s_A = 1,152kN/m$

maximální ohybový moment $M_{max} = 61,610kNm$

reakce v podpoře B $B = 26,610kN$

reakce v podpoře C $C = 33,980kN$

3.1.3 Posouzení průřezu na MSÚ

Ohyb:

kritické napětí za ohybu $\sigma_{m,crit}$

$$\sigma_{m,crit} = \frac{0,78 \cdot b^2 \cdot E_{0,05}}{h \cdot l} = 57,765 \text{MPa}$$

poměrná štíhlost

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{f_{m,k}}{\sigma_{m,crit}}} = 0,645$$

součinitel

$$k_{crit}(\lambda_{rel,m} = 0,645) = 1$$

návrhová pevnost v ohybu

$$\sigma_{m,d} = \frac{M_{max}}{W} = 7,899 \text{MPa}$$

posouzení

$$\sigma_{m,d} = 7,899 \text{MPa} \leq k_{crit} \cdot f_{m,d} = 1 \cdot 11,520 = 11,520 \text{MPa}$$

VYHOVUJE

Smyk:

návrhová pevnost ve smyku

$$\tau_{v,d} = \frac{3}{2} \cdot \frac{C}{A} = 0,505 \text{MPa}$$

posouzení

$$\tau_{v,d} = 0,505 \text{MPa} \leq f_{v,d} = 1,296 \text{MPa}$$

VYHOVUJE

3.1.4 Posouzení průřezu na MSP

jednotkové zatížení

$$q_{ref} = 1 \text{kN/m}$$

průhyb od jednotkového zatížení

$$w_{ref} = \frac{5}{384} \cdot \frac{q_{ref} \cdot l_{bc}^4}{E_{0,mean} \cdot I_y} =$$

8,590mm

okamžitý průhyb od stálého zatížení

$$w_{1,inst}$$

$$w_{1,inst} = g_{S1,A,k} \cdot w_{ref} = 0,816 \cdot 8,590 = 7,009 \text{mm}$$

okamžitý průhyb od proměnného zatížení

$$w_{2,inst}$$

$$w_{2,inst} = (q_{H,A,k} + s_A) \cdot w_{ref} = (1,152 + 0,720) \cdot 8,590 = 16,081 \text{mm}$$

okamžitý průhyb

$$w_{inst} = \sum w_{i,inst} = 23,09 \text{mm}$$

$$w_{inst} = 23,090 \leq \frac{l_{bc}}{300} = \frac{10818}{300} = 36,06 \text{mm}$$

VYHOVUJE

konečný průhyb

$$w_{net,fin}$$

$$w_{net,fin} = w_{1,inst} \cdot (1 + k_{def}) + w_{2,inst} \cdot (1 + \psi \cdot k_{def}) =$$

$$= 7,009 \cdot (1 + 0,8) + 16,081 \cdot (1 + 0 \cdot 0,8) = 28,697 \text{mm}$$

posouzení

$$w_{net,fin} = 28,697 \leq \frac{l_{bc}}{350} = \frac{10818}{350} = 30,909 \text{mm}$$

VYHOVUJE

3.2 Část střechy II

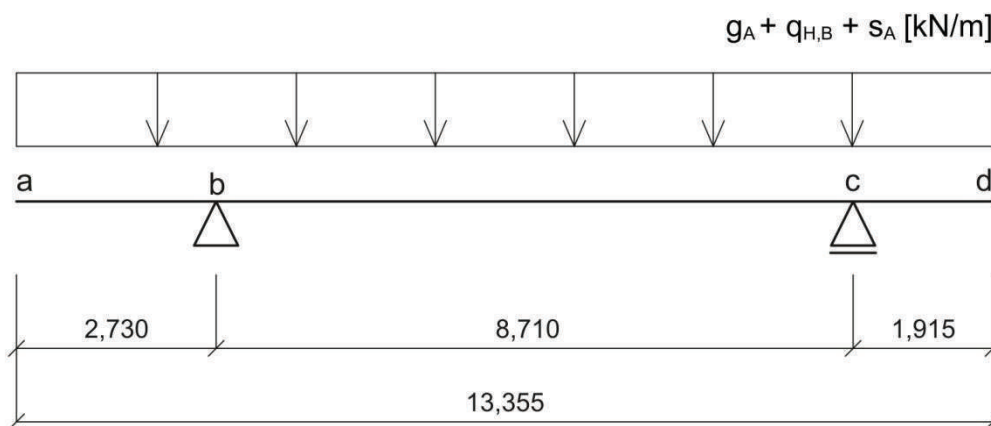
Materiál, průřezové charakteristiky a uvedené zatížení je shodné s návrhem nosníku varianty A v části střechy I.

Geometrie nosníku:

OBRAZEK

celková délka	$l = 13,366m$
interval ab	$l_{ab} = 2,732m$
interval bc	$l_{bc} = 8,717m$
interval cd	$l_{cd} = 1,917m$

Vnitřní síly na prvku:



Výpočet proveden pomocí programu Scia Engineer (viz příloha č. 4)

Vstupní zatížení je shodné se vstupním zatížením varianty A uvedeném v části textu Část střechy I.

maximální ohybový moment	$M_{max} = 30,350kNm$
reakce v podpoře B	$B = 33,050kN$
reakce v podpoře C	$C = 27,540kN$

3.2.1 Posouzení průřezu na MSÚ

Ohyb:

kritické napětí za ohybu

$$\sigma_{m,crit} = \frac{0,78 \cdot b^2 \cdot E_{0,05}}{h \cdot l} =$$
$$= 57,765MPa$$

poměrná štíhlost $\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{f_{m,k}}{\sigma_{m,crit}}} = 0,645$

součinitel $k_{crit}(\lambda_{rel,m} = 0,645) = 1$

návrhová pevnost v ohybu $\sigma_{m,d} = \frac{M_{max}}{W} = 3,891MPa$

posouzení $\sigma_{m,d} = 3,891MPa \leq k_{crit} \cdot f_{m,d} = 1 \cdot 11,520 = 11,520MPa$

VYHOVUJE

Smyk:

návrhová pevnost ve smyku $\tau_{v,d} = \frac{3}{2} \cdot \frac{B}{A} = 0,491MPa$

posouzení $\tau_{v,d} = 0,491MPa \leq f_{v,d} = 1,296MPa$

VYHOVUJE

3.2.1 Posouzení průřezu na MSP

jednotkové zatížení $q_{ref} = 1kN/m$

průhyb od jednotkového zatížení $w_{ref} = \frac{5}{384} \cdot \frac{q_{ref} \cdot l_{bc}^4}{E_{0,mean} \cdot I_y} =$

3,620mm

okamžitý průhyb od stálého zatížení $w_{1,inst}$

$w_{1,inst} = g_{S1,A,k} \cdot w_{ref} = 0,816 \cdot 3,620 = 2,954mm$

okamžitý průhyb od proměnného zatížení $w_{2,inst}$

$w_{2,inst} = (q_{H,A,k} + s_A) \cdot w_{ref} = (0,720 + 1,152) \cdot 3,620 = 6,777mm$

okamžitý průhyb $w_{inst} = \sum w_{i,inst} = 9,731mm$

$w_{inst} = 9,731 \leq \frac{l_{bc}}{300} = \frac{8710}{300} = 29,0\bar{3}mm$

VYHOVUJE

konečný průhyb $w_{net,fin}$

$w_{net,fin} = w_{1,inst} \cdot (1 + k_{def}) + w_{2,inst} \cdot (1 + \psi \cdot k_{def}) =$

$= 3,620 \cdot (1 + 0,8) + 6,777 \cdot (1 + 0 \cdot 0,8) = 13,293mm$

posouzení $w_{net,fin} = 13,293 \leq \frac{l_{bc}}{350} = \frac{8710}{350} = 24,886mm$

VYHOVUJE

4 Střešní konstrukce - Varianta B

(Výpočet k prohlubující části)

Jedná se o pultový vazník z lepeného lamelového dřeva, které se svými vlastnostmi shoduje s parametry lepeného lamelového dřeva varianty A.

4.1 Část střechy I

Geometrie nosníku:

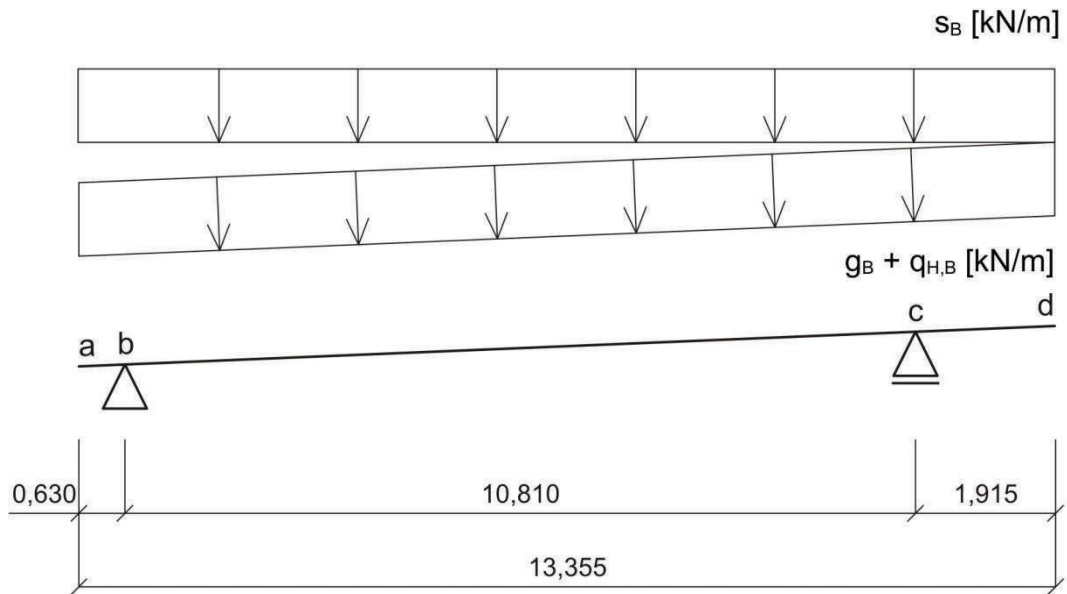
OBRAZEK

celková délka	$l = 13,355m$
interval ab	$l_{ab} = 0,630m$
interval bc	$l_{bc} = 10,810m$
interval cd	$l_{cd} = 1,915m$

4.1.1 Návrh průřezu

třída provozu	2
zatížení	stálé
modifikační součinitel	$k_{mod} = 0,6$
deformační součinitel	$k_{def} = 0,8$
Průřezové charakteristiky:	
výška minimální	$h_s = 0,250m$
výška maximální	$h_{ap} = 0,850m$
výška průměrná	$h_p = \frac{(h_s+h_{ap})}{2} = 0,550m$
šířka	$b = 0,200m$
moment setrvačnosti pro průměrnou výšku	$I_y = \frac{1}{12} \cdot b \cdot h_p^3 = 0,0028m^4$

Vnitřní síly na prvku:



Výpočet proveden pomocí programu Scia Engineer (viz příloha č. 5)

Vstupní zatížení stálé

$$g_{S1,1,B,k} = 0,657 \text{ kN/m}$$

Vstupní zatížení proměnné

užitné

$$q_{H,B,k} = 1,095 \text{ kN/m}$$

sníh

$$s_B = 1,752 \text{ kN/m}$$

maximální ohybový moment

$$M_{max} = 65,11 \text{ kNm}$$

vzdálenost od kraje

$$x_M = 5,843 \text{ m}$$

výška průřezu

$$h_{x_M} = 0,513 \text{ m}$$

reakce v podpoře B

$$B = 27,64 \text{ kN}$$

reakce v podpoře C

$$C = 36,930 \text{ kN}$$

výška průřezu nad podporou C

$$h_C = 0,731 \text{ m}$$

4.1.1 Posouzení průřezu na MSÚ

Ohyb:

návrhové napětí v ohybu

$$\sigma_{m,\alpha=0^\circ,d} = \frac{6 \cdot M_{max}}{b \cdot h_{x_M}^2} = 7,422 \text{ MPa}$$

součinitel pro napětí v tlaku

$$k_{m,\alpha=0^\circ} = 1$$

posouzení

$$\sigma_{m,\alpha=0^\circ,d} = 7,422MPa \leq k_{m,\alpha=0^\circ} \cdot f_{m,g,d} = 1 \cdot 11,520 = 11,520MPa$$

VYHOVUJE

návrhové napětí v ohybu

$$\sigma_{m,\alpha=2,57^\circ,d}$$

$$\sigma_{m,\alpha=2,57^\circ,d} = \sigma_{m,\alpha=0^\circ,d} = 7,422MPa = 7,422MPa$$

součinitel pro napětí v tlaku

$$k_{m,\alpha=2,57^\circ}$$

$$k_{m,\alpha=2,57^\circ} = \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{f_{m,d}}{1,5 \cdot f_{v,d}} \cdot \operatorname{tg} \alpha\right)^2 + \left(\frac{f_{m,d}}{f_{c,90,d}} \cdot \operatorname{tg}^2 \alpha\right)^2}}$$

$$k_{m,\alpha=2,57^\circ} = \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{11,520}{1,5 \cdot 1,296} \cdot \operatorname{tg} 2,57^\circ\right)^2 + \left(\frac{11,520}{1,200} \cdot \operatorname{tg}^2 2,57^\circ\right)^2}} = 0,955$$

posouzení

$$\sigma_{m,\alpha=2,57^\circ,d} = 7,422MPa \leq k_{m,\alpha=2,57^\circ} \cdot f_{m,d} = 0,955 \cdot 11,520 = 11,002MPa$$

VYHOVUJE

Smyk:

návrhová pevnost ve smyku v podporách

$$\tau_d = 1,5 \cdot \frac{c}{b \cdot h_c} = 1,5 \cdot$$

$$\frac{36,930 \cdot 10^{-3}}{0,200 \cdot 0,731} =$$

$$= 0,379MPa$$

posouzení

$$\tau_d = 0,379MPa \leq f_{v,d} = 1,296MPa$$

VYHOVUJE

4.1.2 Posouzení průřezu na MSP

jednotkové zatížení

$$q_{ref} = 1kN/m$$

průhyb od jednotkového zatížení

$$w_{ref} = \frac{5}{384} \cdot \frac{q_{ref} \cdot l_{bc}^4}{E_{0,mean} \cdot I_y} =$$

$$5,528mm$$

okamžitý průhyb od stálého zatížení

$$w_{1,inst}$$

$$w_{1,inst} = g_{S1,B,k} \cdot w_{ref} = 1,075 \cdot 5,528 = 5,942mm$$

okamžitý průhyb od proměnného zatížení

$$w_{2,inst}$$

$$w_{2,inst} = (q_{H,B,k} + s_B) \cdot w_{ref} = (1,075 + 1,752) \cdot 5,942 = 16,789mm$$

okamžitý průhyb

$$w_{inst} = \sum w_{i,inst} = 22,731mm$$

$$w_{inst} = 22,731 \leq \frac{l_{bc}}{300} = \frac{10810}{300} = 36,0\bar{3}mm$$

VYHOVUJE

konečný průhyb

$$w_{net,fin}$$

$$w_{net,fin} = w_{1,inst} \cdot (1 + k_{def}) + w_{2,inst} \cdot (1 + \psi \cdot k_{def}) =$$

$$= 5,942 \cdot (1 + 0,8) + 16,789 \cdot (1 + 0 \cdot 0,8) = 27,485mm$$

posouzení

$$w_{net,fin} = 27,485mm \leq \frac{l_{bc}}{350} = \frac{10810}{350} = 30,886mm$$

VYHOVUJE

4.1 Část střechy II

Materiál je shodný s materiálem uvedeným ve variantě A Průřezové charakteristiky a uvedené zatížení je shodné s návrhem nosníku varianty B v části střechy I.

Geometrie nosníku:

OBRAZEK

celková délka

$$l = 13,355m$$

interval ab

$$l_{ab} = 2,730m$$

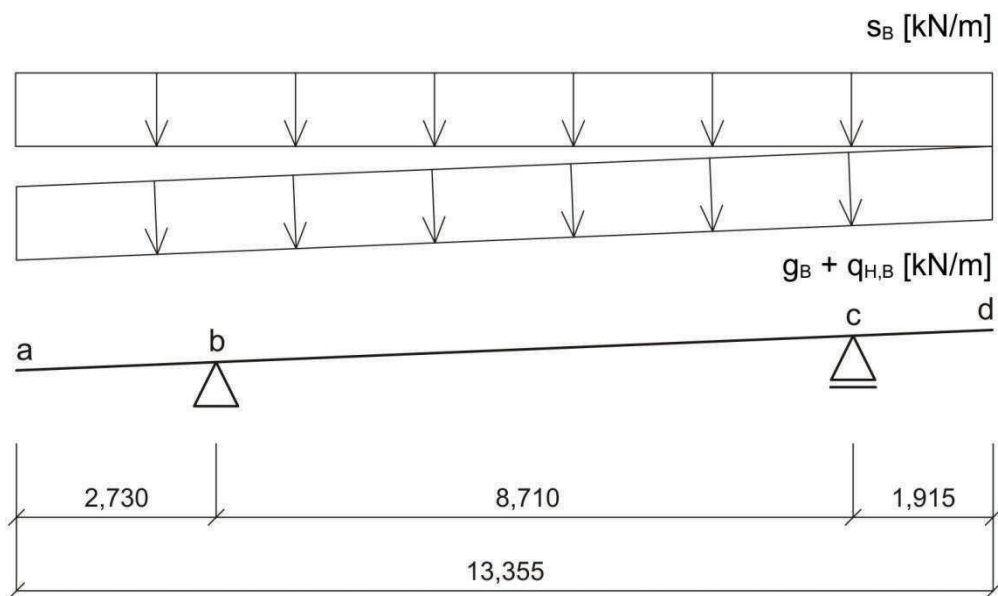
interval bc

$$l_{bc} = 8,710m$$

interval cd

$$l_{cd} = 1,915m$$

Vnitřní síly na prvku:



Výpočet proveden programem Scia Engineer (viz příloha č. 6)

maximální ohybový moment	$M_{max} = 32,89 kNm$
vzdálenost od kraje	$x_M = 7,310 m$
výška průřezu	$h_{x_M} = 0,578 m$
reakce v podpoře B	$B = 34,310 kN$
výška průřezu nad podporou B	$h_B = 0,373 m$
reakce v podpoře C	$C = 30,260 kN$

4.1.1 Posouzení průřezu na MSÚ

Ohyb:

návrhové napětí v ohybu $\sigma_{m,\alpha=0^\circ,d} = \frac{6 \cdot M_{max}}{b \cdot h_{x_M}^2} = 2,953 MPa$

součinitel pro napětí v tlaku $k_{m,\alpha=0^\circ} = 1$

posouzení

$$\sigma_{m,\alpha=0^\circ,d} = 2,953 MPa \leq k_{m,\alpha=0^\circ} \cdot f_{m,g,d} = 1 \cdot 11,520 = 11,520 MPa$$

VYHOVUJE

návrhové napětí v ohybu $\sigma_{m,\alpha=2,57^\circ,d}$

$$\sigma_{m,\alpha=2,57^\circ,d} = \sigma_{m,\alpha=0^\circ,d} = 2,953 MPa = 2,953 MPa$$

součinitel pro napětí v tlaku $k_{m,\alpha=2,57^\circ}$

$$k_{m,\alpha=2,57^\circ} = \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{f_{m,d}}{1,5 \cdot f_{v,d}} \cdot tg\alpha\right)^2 + \left(\frac{f_{m,d}}{f_{c,90,d}} \cdot tg^2\alpha\right)^2}}$$

$$k_{m,\alpha=2,57^\circ} = \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{11,520}{1,5 \cdot 1,296} \cdot tg2,57^\circ\right)^2 + \left(\frac{11,520}{1,200} \cdot tg^22,57^\circ\right)^2}} = 0,955$$

posouzení

$$\sigma_{m,\alpha=2,57^\circ,d} = 2,953Pa \leq k_{m,\alpha=2,57^\circ} \cdot f_{m,d} = 0,955 \cdot 11,520 = 11,002MPa$$

VYHOVUJE

Smyk:

návrhová pevnost ve smyku v podporách τ_d

$$\tau_d = 1,5 \cdot \frac{B}{b \cdot h_B} = 1,5 \cdot \frac{34,310 \cdot 10^{-3}}{0,200 \cdot 0,373} = 0,689MPa$$

posouzení

$$\tau_d = 0,689MPa \leq f_{v,d} = 1,296MPa$$

VYHOVUJE

4.1.2 Posouzení průřezu na MSP

jednotkové zatížení

$$q_{ref} = 1kN/m$$

průhyb od jednotkového zatížení

$$w_{ref} = \frac{5}{384} \cdot \frac{q_{ref} \cdot l_{bc}^4}{E_{0,mean} \cdot I_y} =$$

$$= 2,485mm$$

okamžitý průhyb od stálého zatížení

$$w_{1,inst}$$

$$w_{1,inst} = g_{S1,B,k} \cdot w_{ref} = 1,075 \cdot 2,485 = 2,671mm$$

okamžitý průhyb od proměnného zatížení

$$w_{2,inst}$$

$$w_{2,inst} = (q_{H,B,k} + s_B) \cdot w_{ref} = (1,075 + 1,752) \cdot 2,485 = 7,025mm$$

okamžitý průhyb

$$w_{inst} = \sum w_{i,inst} = 9,510mm$$

$$w_{inst} = 9,510 \leq \frac{l_{bc}}{300} = \frac{8710}{300} = 29,0\bar{3}mm$$

VYHOVUJE

konečný průhyb

$$w_{net,fin}$$

$$w_{net,fin} = w_{1,inst} \cdot (1 + k_{def}) + w_{2,inst} \cdot (1 + \psi \cdot k_{def}) =$$

$$= 2,671 \cdot (1 + 0,8) + 7,025 \cdot (1 + 0 \cdot 0,8) = 11,833mm$$

posouzení

$$w_{net,fin} = 11,833mm \leq \frac{l_{bc}}{350} = \frac{8710}{350} = 24,886mm$$

VYHOVUJE

5 Střešní konstrukce – varianta C

(Výpočet k prohlubující části)

Hodnoty pro ověření únosnosti jsou převzaty ze statických tabulek udávaných výrobcem Prefa Brno (viz. příloha č. 7, 8)

5.1 Stropní panel Spiroll PPD320/335

5.1.1 Část I

Geometrie panelu:

celková délka $l = 13,355m$

Panel bude muset být uříznut na požadovanou délku.

interval ab $l_{ab} = 0,630m$

interval bc $l_{bc} = 10,810m$

interval cd $l_{cd} = 1,915m$

Návrhové zatížení panelu:

kombinační součinitel $\psi_0 = 0,7$

návrhový koeficient $\gamma_Q = 1,5$

návrhový koeficient $\gamma_G = 1,35$

výpočet zatížení pro statické posouzení (rovnice 6.10b, ČSN EN 1990)

$$q_d = \gamma_G \cdot (g_c + g_{s3,1}) + \psi_0 \cdot \gamma_Q \cdot (q_H + s) = \\ = 1,35 \cdot (4,58 + 0,320) + 0,7 \cdot 1,5 \cdot (0,750 + 1,200) = 8,663kN/m^2$$

Vnitřní síly na prvku

Výpočet proveden programem Scia Engineer (viz příloha č. 9)

reakce B $B = 64,72kN$

reakce A $A = 50,97kN$

maximální ohybový moment $M_{max} = 117,76kNm$

Posouzení dle maximálního ohybového momentu:

$$M_{Ed} = M_{max} = 117,76kNm \leq M_{Rd} = 353,90kNm$$

VYHOVUJE

Dle posouvající síly:

$$V_{Ed} = V_{max} = B = 64,72kN \leq V_{Rd} = 125,40kN \quad \text{VYHOVUJE}$$

6 Dřevěné konstrukční prvky

6.1 Trám T1

Jedná se o dřevěný trám ze dřeva třídy pevnosti C24 o rozměrech 300/300mm, který podpírá střechu v části I.

O návrhu rozhodoval smyk.

Geometrie trámu:

OBRAZEK

výška	$h = 0,300m$
šířka	$b = 0,300m$
celková délka	$l = 8,200m$
interval ab	$l_{ab} = 4,100m$
interval bc	$l_{bc} = 4,100m$

6.1.1 Materiál

třída pevnosti	C24
hustota	$\rho = 420kg/m^3$
součinitel materiálu	$\gamma_M = 1,3$
třída provozu	2
zatížení	stálé
modifikační součinitel	$k_{mod} = 0,6$
deformační součinitel	$k_{def} = 0,8$
pevnost v ohybu	$f_{m,k} = 24,000MPa$ $f_{m,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{m,k}}{\gamma_M} =$ $= 11,077MPa$
pevnost ve smyku	$f_{v,k} = 4,000MPa$ $f_{v,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{v,k}}{\gamma_M} = 1,846MPa$
průměrná hodnota modulu pružnosti (rovnoběžně s vlákny)	$E_{0,mean} = 11,000GPa$

5% kvantil modulu pružnosti
(kolmo k vláknům)

$$E_{0,05} = 7,400 \text{ GPa}$$

6.1.2 Návrh průřezu

Průřezové charakteristiky:

plocha průřezu

$$A = h \cdot b = \\ = 0,300 \cdot 0,300 = 0,090 \text{ m}^2$$

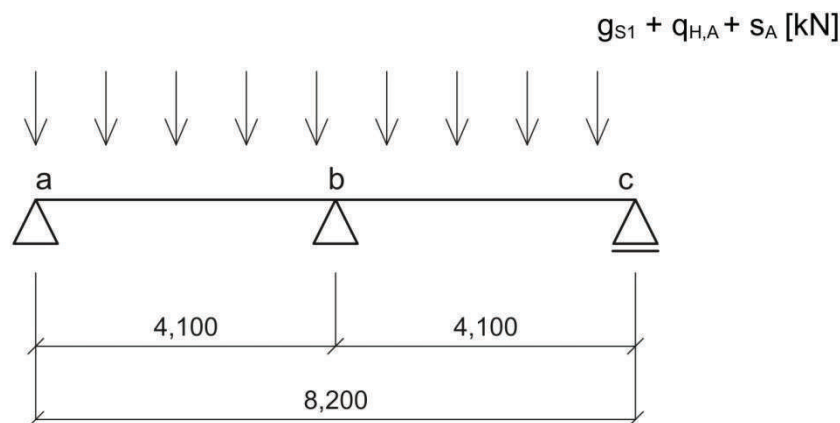
průřezový modul

$$W = \frac{1}{6} \cdot b \cdot h^2 = 0,0045 \text{ m}^3$$

moment setrvačnosti

$$I_y = \frac{1}{12} \cdot b \cdot h^3 = 0,0007 \text{ m}^4$$

Vnitřní síly na prvku:



Výpočet proveden pomocí programu Scia Engineer (viz příloha č. 10)

Vstupní zatížení stálé

$$g_{S1,1,A,k} = 0,432 \text{ kN/m}$$

Vstupní zatížení proměnné

užitné

$$q_{H,A,k} = 0,720 \text{ kN/m}$$

sníh

$$s_A = 1,152 \text{ kN/m}$$

maximální ohybový moment

$$M_{max} = 32,300 \text{ kNm}$$

maximální posouvající síla

$$V_{max} = 44,08 \text{ kNm}$$

reakce v podpoře A

$$A = 33,15 \text{ kN}$$

reakce v podpoře B

$$B = 81,01 \text{ kN}$$

reakce v podpoře C

$$C = 20,05 \text{ kN}$$

6.1.3 Posouzení průřezu na MSÚ

Ohyb:

kritické napětí za ohybu

$$\sigma_{m,crit}$$

$$\sigma_{m,crit} = \frac{0,78 \cdot b^2 \cdot E_{0,05}}{h \cdot l_i} = 422,341 MPa$$

poměrná štíhlost

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{f_{m,k}}{\sigma_{m,crit}}} = 0,238$$

součinitel

$$k_{crit}(\lambda_{rel,m} = 0,238) = 1$$

návrhová pevnost v ohybu

$$\sigma_{m,d} = \frac{M_{max}}{W} = 7,178 MPa$$

posouzení

$$\sigma_{m,d} = 7,178 MPa \leq k_{crit} \cdot f_{m,d} = 1 \cdot 11,077 = 11,077 MPa$$

VYHOVUJE

Smyk:

návrhová pevnost ve smyku

$$\tau_{v,d} = \frac{3}{2} \cdot \frac{B}{A} = 1,350 MPa$$

posouzení

$$\tau_{v,d} = 1,350 MPa \leq f_{v,d} = 1,846 MPa$$

VYHOVUJE

6.1.4 Posouzení průřezu na MSP

jednotkové zatížení

$$q_{ref} = 1 kN/m$$

průhyb od jednotkového zatížení

$$w_{ref} = \frac{5}{384} \cdot \frac{q_{ref} \cdot l_{ab}^4}{E_{0,mean} \cdot I_y} =$$

$$= 0,496 mm$$

okamžitý průhyb od stálého zatížení

$$w_{1,inst}$$

$$w_{1,inst} = g_{S1,A,k} \cdot w_{ref} = 0,816 \cdot 0,496 = 0,405 mm$$

okamžitý průhyb od proměnného zatížení

$$w_{2,inst}$$

$$w_{2,inst} = (q_{H,A,k} + s_A) \cdot w_{ref} = (1,152 + 0,720) \cdot 0,496 = 0,929 mm$$

okamžitý průhyb

$$w_{inst} = \sum w_{i,inst} = 1,334 mm$$

$$w_{inst} = 1,334 mm \leq \frac{l_{ab}}{300} = \frac{4100}{300} = 13,6 mm$$

VYHOVUJE

konečný průhyb

$w_{net,fin}$

$$w_{net,fin} = w_{1,inst} \cdot (1 + k_{def}) + w_{2,inst} \cdot (1 + \psi \cdot k_{def}) = \\ = 0,405 \cdot (1 + 0,8) + 0,929 \cdot (1 + 0 \cdot 0,8) = 1,658mm$$

posouzení

$$w_{net,fin} = 1,658 \leq \frac{l_{ab}}{350} = \frac{4100}{350} = 11,714mm \quad \text{VYHOVUJE}$$

6.2 Sloup SL2

Návrh prostředního sloupu podpírajícího trám nesoucí střechu

Geometrie sloupu:

délka

$$l = 3,220m$$

efektivní délka

$$l_{ef} = l = 3,220m$$

čtvercový průřez

$$b = 0,300m$$

Návrhové zatížení:

užitné zatížení

$$q_{H,A,d} = 1,125kN/m^2$$

zatížení sněhem

$$s_A = 1,2kN/m^2$$

stálé zatížení střechy (vztaženo na osovou

vzdálenost vazníků 0,96m)

$$g_{S1,Ad} = 1,102kN/m$$

stálé zatížení střechy (vztaženo na m^2)

$$\frac{g_{S1,A1d}}{0,960} = 1,148N/m^2$$

zatěžovací délka

$$l_x = 4,100m$$

$$l_y = 5,405m$$

Návrhová tlaková síla na sloup

N_{Ed}

$$= l_x \cdot l_y \cdot \left(q_{H,A,d} + s_A + \frac{g_{S1,A1d}}{0,960} \right) = 4,100 \cdot 5,405 \cdot (1,125 + 1,2 + 1,148) \\ = 78,96kN$$

6.2.1 Materiál

třída pevnosti

C24

součinitel materiálu

$$\gamma_M = 1,3$$

třída provozu

2

zatížení

stálé

modifikační součinitel

$$k_{mod} = 0,6$$

5% kvantil modulu pružnosti
(kolmo k vláknům)

$$E_{0,05} = 7,400GPa$$

tlak rovnoběžně s vlákny

$$f_{c,0,k} = 21,000MPa$$

$$f_{c,0,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{c,0,k}}{\gamma_M} = \\ = 9,692MPa$$

6.2.1 Návrh průřezu

Průřezové charakteristiky:

plocha průřezu

$$A = b \cdot b = \\ = 0,300 \cdot 0,300 = 0,090m^2$$

moment setrvačnosti

$$I_{y=z} = \frac{1}{12} \cdot b \cdot b^3 = 0,0007m^4$$

poloměr setrvačnosti

$$i_{y=z} = \sqrt{\frac{I_{y=z}}{A}} = 0,088m$$

Štíhlostní poměry:

$$\lambda = \frac{l_{ef}}{i_{y=z}} = 36,591$$

kritické napětí

$$\sigma_{crit} = \pi^2 \cdot \frac{E_{0,05}}{\lambda^2} = 54,549MPa$$

vybočení

$$\lambda_{rel} = \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{\sigma_{crit}}} = 0,621$$

Vzpěrnost:

$$\beta_c = 0,2$$

součinitel vzpěrnosti

k

$$k = 0,5 \cdot [1 + \beta_c(\lambda_{rel} - 0,3) + \lambda_{rel}^2] = 0,725$$

$$k_c = \frac{1}{k + \sqrt{k^2 - \lambda_{rel}^2}} = 0,909$$

posouzení

$$N_{Ed} = 78,96kN \leq N_{Rd} = A \cdot k_c \cdot f_{c,0,d} = 0,09 \cdot 10^3 \cdot 0,909 \cdot 9,692 = 792,90kN$$

VYHOVUJE

7 Obvodové stěny

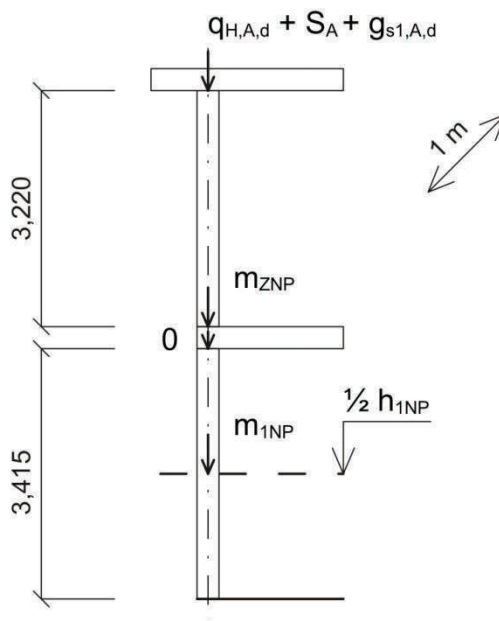
7.1 Východní stěna

tloušťka stěn	$t = 0,300m$
výška stěny 1NP	$h_{1NP} = 3,415m$
výška stěny 2NP	$h_{2NP} = 3,220m$
délka stěny 1NP	$L_{1NP} = 8,200m$
výpočet na běžný metr	$b = 1m$
součinitel podepření okraje stěny	$\rho_n \left(\frac{h_{1NP}}{L} = 0,417 \right) = 0,817$
výška stěny 1NP efektivní	$h_{ef} = \rho_n \cdot h_{1NP} = 2,789m$

7.1.1 Materiál

součinitel spolehlivosti zdiva	$\gamma_M = 2,5$ (kategorie II)
pevnost zdiva v tlaku	$f_k = 3,23MPa$
	$f_d = \frac{\gamma_M}{f_k} = 1,292MPa$
hmotnost stěny	$m = 455kg/m^2$

7.1.2 Působící síly



Zatížení:

užitné zatížení

$$q_{H,A,d} = 1,125 \text{ kN/m}^2$$

zatížení sněhem

$$s_A = 1,2 \text{ kN/m}^2$$

stálé zatížení střechy (vztaženo na osovou

vzdálenost vazníků 0,96m)

$$g_{s1,Ad} = 1,102 \text{ kN/m}$$

stálé zatížení střechy (vztaženo na m^2)

$$\frac{g_{s1,A1d}}{0,960} = 1,148 \text{ N/m}^2$$

tíha v polovině stěny 1NP

$$m_{1NP} = \frac{m}{100} \cdot 1 \text{ m} \cdot \frac{h_{1NP}}{2} =$$

$$= 7,769 \text{ kN}$$

tíha stěny 2NP

$$m_{2NP} = \frac{m}{100} \cdot 1 \text{ m} \cdot h_{2NP} =$$

$$= 14,651 \text{ kN}$$

zatěžovací šířka střešní konstrukce

$$o = 5,405 \text{ m}$$

svislé zatížení v polovině stěny 1NP

$$N_m$$

$$N_m = o \cdot \left(q_{H,A,d} + s_A + \frac{g_{s1,A,d}}{0,960} \right) \cdot 1 \text{ m} + m_{1NP} + m_{2NP} =$$

$$= 5,405 \cdot (1,125 + 1,2 + 1,148) \cdot 1 \text{ m} + 7,769 + 14,651 = 41,192 \text{ kN}$$

Momenty:

moment od svislého zatížení v polovině stěny $M_{fm} = 0kNm$

moment od vodorovného zatížení v polovině stěny M_{hm}

$$M_{hm} = \frac{1}{8} \cdot w_e^D \cdot 1m \cdot h_{1NP}^2 = 0,592kNm$$

7.1.3 Únosnost stěny v tlaku

výstřednost normálové síly v polovině stěny

$$\text{od svislého zatížení} \quad e_{fm} = \frac{M_{fm}}{N_m} = 0mm$$

$$\text{od vodorovného zatížení} \quad e_{hm} = \frac{M_{hm}}{N_m} = 14,3mm$$

$$\text{počáteční výstřednost} \quad e_{init} = \frac{h_{ef}}{450} = \frac{2789}{450} = 6,199mm$$

$$\text{výstřednost o zatížení sv. a vod. a imperfekci} \quad e_m = e_{fm} + e_{hm} + e_{init} = 20,5mm$$

$$\text{zmenšující součinitel} \quad \phi_m = A_1 \cdot e^{-\frac{u^2}{2}} = 0,919$$

$$A_1 = 1 - 2 \cdot \frac{e_m}{t} = 0,863$$

$$K_E = 1000 \text{ (doporučeno)}$$

$$E = K_E \cdot f_k = 3230MPa$$

$$\lambda = \frac{h_{ef}}{t} \cdot \sqrt{\frac{f_k}{E}} = ,294$$

$$u = \frac{\lambda - 0,063}{0,73 - 1,17 \cdot \frac{e_m}{t}} = 0,355$$

$$\text{návrhová únosnost} \quad N_{Rd}$$

$$N_{Rd} = \phi_m \cdot b \cdot t \cdot f_d = 0,919 \cdot 1 \cdot 0,3 \cdot 1,292 \cdot 10^3 = 356,204kN$$

posouzení

$$N_{Ed} = 41,192kN \leq N_{Rd} = 356,204kN \quad \text{VYHOVUJE}$$

Seznam použitých norem

- [1] ČSN EN 1990. *Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí*. 2004.
- [2] ČSN EN 1991-1-1. *Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-1: Obecná zatížení - Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení*. 2002.
- [3] ČSN EN 1991-1-3. *Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-3: Obecná zatížení - Zatížení sněhem*. 2005.
- [4] ČSN EN 1995-1-1. *Eurokód 5: Navrhování dřevěných konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla - Společná pravidla a pravidla pro pozemní stavby*. Český normalizační institut, 2006.
- [5] ČSN EN 1996-1-1. *Eurokód 6: Navrhování zděných konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla pro vyztužené a nevyztužené zděné konstrukce*. Český normalizační institut, 2007.

Seznam použité literatury

- [6] BROUKALOVÁ, Iva a Pavel KOŠATKA. *Navrhování zděných konstrukcí: příručka k ČSN EN 1996*. Praha: Pro Ministerstvo pro místní rozvoj a Českou komoru autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě vydalo Informační centrum ČKAIT, 2010. Technická knihovna (ČKAIT). ISBN 978-80-87438-02-2.
- [7] KUKLÍK, Petr a Anna KUKLÍKOVÁ. *Navrhování dřevěných konstrukcí: příručka k ČSN EN 1995-1*. Praha: Pro Ministerstvo pro místní rozvoj a Českou komoru autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě vydalo Informační centrum ČKAIT, 2010. ISBN 978-80-87093-88-7.
- [8] *Příručka 2: Navrhování dřevěných konstrukcí podle Eurokódu 5*. 2008.

Seznam příloh

Příloha č. 1 – Statické tabulky: Livetherm strop 300

Příloha č. 2 – Statické tabulky: Livetherm strop 200

Příloha č. 3 – Výsledky programu Scia Engineer – Varianta A: část I

Příloha č. 4 – Výsledky programu Scia Engineer – Varianta A: část II

Příloha č. 5 – Výsledky programu Scia Engineer – Varianta B: část I

Příloha č. 6 – Výsledky programu Scia Engineer – Varianta B: část II

Příloha č. 7 – Příručka – Spiroll: PPD320

Příloha č. 8 – Statické tabulky: Spiroll PPD320/335

Příloha č. 9 – Výsledky programu Scia Engineer – Varianta C: část I

Příloha č. 10 – Výsledky programu Scia Engineer – T1

	TK 4. STATIKA	Část: 4.5
		Strana: 30/31
		Datum vydání: 15.05.2014
		Změna:

4.5.4.14 LIVETHERM STROP 300

zdvojená kombinace-základní-osová vzdálenost 780 mm

Označení trámce	Délka trámce	Výška trámce	Maxim. světlost	M_{Rd}	V_{rd}	Charakter. $(q - g_o)_k$	Návrhové $(q - g_o)_d$	Povinné nadvýšení
	(mm)	(mm)	(mm)	(kNm)	(kN)	(kN/m ²)	(kN/m ²)	(mm)
ST-P 16 = 160 / 0800 /	1600	160	1400	34,75	39,79	45,50	67,95	-
ST-P 16 = 180 / 0800 /	1800	160	1600	34,75	39,79	39,44	58,86	-
ST-P 16 = 200 / 0800 /	2000	160	1800	34,75	39,79	34,71	51,77	-
ST-P 16 = 220 / 0800 /	2200	160	2000	34,75	39,79	30,94	46,11	-
ST-P 16 = 240 / 0800 /	2400	160	2200	34,75	39,79	27,85	41,48	-
ST-P 16 = 260 / 0800 /	2600	160	2400	34,75	39,79	25,28	37,62	-
ST-P 16 = 280 / 0800 /	2800	160	2600	34,75	39,79	23,10	34,35	-
ST-P 16 = 300 / 0800 /	3000	160	2800	34,75	39,79	21,23	31,55	-
ST-P 16 = 320 / 0800 /	3200	160	3000	34,75	39,79	19,61	29,12	-
ST-P 16 = 340 / 0800 /	3400	160	3200	34,75	39,79	18,19	26,99	-
ST-P 16 = 360 / 0806 /	3600	160	3400	41,15	39,82	16,96	25,14	-
ST-P 16 = 380 / 0806 /	3800	160	3600	41,15	39,82	15,84	23,46	-
ST-P 16 = 400 / 1000 /	4000	160	3800	47,46	39,64	14,76	21,84	-
ST-P 16 = 420 / 1000 /	4200	160	4000	47,46	39,64	13,87	20,51	-
ST-P 16 = 440 / 1008 /	4400	160	4200	58,46	39,68	13,08	19,32	-
ST-P 16 = 460 / 1008 /	4600	160	4400	58,46	39,68	12,35	18,26	-
ST-P 16 = 480 / 1008 /	4800	160	4600	58,46	39,68	11,67	17,21	-
ST-P 16 = 500 / 1200 /	5000	160	4800	62,39	39,50	11,00	16,20	-
ST-S 21 = 520 / 1200 /	5200	210	4900	58,89	45,42	12,73	18,80	-
ST-S 21 = 540 / 1200 /	5400	210	5100	58,89	45,42	11,55	17,03	-
ST-S 21 = 560 / 1200 /	5600	210	5300	58,89	45,42	10,50	15,45	5
ST-S 21 = 580 / 1208 /	5800	210	5500	69,47	45,48	11,07	16,31	10
ST-S 21 = 600 / 1208 /	6000	210	5700	69,47	45,48	10,57	15,56	15
ST-S 21 = 620 / 1208 /	6200	210	5900	69,47	45,48	9,92	14,58	20
ST-S 21 = 640 / 1400 /	6400	210	6100	75,91	45,25	9,61	14,12	20
ST-M 26 = 660 / 1400 /	6600	260	6300	72,27	51,00	8,82	12,93	21
ST-M 26 = 680 / 1400 /	6800	260	6500	72,27	51,00	8,11	11,87	22
ST-M 26 = 700 / 1400 /	7000	260	6700	72,27	51,00	7,47	10,91	22
ST-M 26 = 720 / 1408 /	7200	260	6900	82,53	51,08	8,29	12,14	23
ST-M 26 = 740 / 1410 /	7400	260	7100	87,39	51,08	8,30	12,15	24
ST-M 26 = 760 / 1414 /	7600	260	7300	102,61	51,00	8,88	13,02	24
ST-M 26 = 780 / 1416 /	7800	260	7500	112,09	50,93	8,55	12,53	25
ST-M 26 = 800 / 1418 /	8000	260	7700	121,71	50,83	8,21	12,02	26
ST-M 26 = 820 / 1420 /	8200	260	7900	132,40	50,72	7,91	11,57	26

	TK 4. STATIKA	Část: 4.5
		Strana: 22/31
		Datum vydání: 15.05.2014
		Změna:

4.5.4.6 LIVETHERM STROP 200

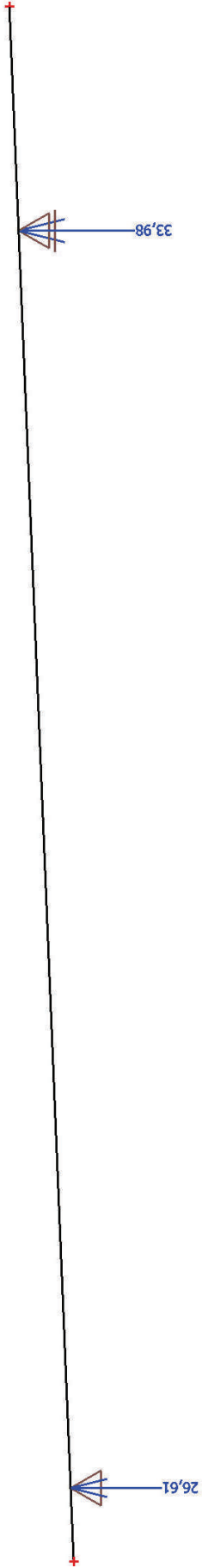
zdvojená kombinace-základní-osová vzdálenost 780 mm

Označení trámce	Délka trámce	Výška trámce	Maxim. světlost	M_{Rd}	V_{rd}	Charakter. $(q - g_o)_k$	Návrhové $(q - g_o)_d$	Povinné nadvýšení
	(mm)	(mm)	(mm)	(kNm)	(kN)	(kN/m ²)	(kN/m ²)	(mm)
ST-P 16 = 160 / 0800 /	1600	160	1400	17,90	33,07	38,10	56,85	-
ST-P 16 = 180 / 0800 /	1800	160	1600	17,90	33,07	33,06	49,29	-
ST-P 16 = 200 / 0800 /	2000	160	1800	17,90	33,07	29,14	43,41	-
ST-P 16 = 220 / 0800 /	2200	160	2000	17,90	33,07	25,56	38,04	-
ST-P 16 = 240 / 0800 /	2400	160	2200	17,90	33,07	20,87	31,01	-
ST-P 16 = 260 / 0800 /	2600	160	2400	17,90	33,07	17,32	25,68	-
ST-P 16 = 280 / 0800 /	2800	160	2600	17,90	33,07	14,52	21,48	-
ST-P 16 = 300 / 0800 /	3000	160	2800	17,90	33,07	12,28	18,12	-
ST-P 16 = 320 / 0800 /	3200	160	3000	17,90	33,07	10,47	15,41	-
ST-P 16 = 340 / 0800 /	3400	160	3200	17,90	33,07	8,97	13,16	-
ST-P 16 = 360 / 0806 /	3600	160	3400	21,76	33,11	9,88	14,52	-
ST-P 16 = 380 / 0806 /	3800	160	3600	21,76	33,11	8,46	12,39	-
ST-P 16 = 400 / 1000 /	4000	160	3800	25,57	32,88	9,26	13,59	-
ST-P 16 = 420 / 1000 /	4200	160	4000	25,57	32,88	8,16	11,94	-
ST-P 16 = 440 / 1008 /	4400	160	4200	32,00	32,93	9,60	14,10	5
ST-P 16 = 460 / 1008 /	4600	160	4400	32,00	32,93	8,57	12,56	10
ST-P 16 = 480 / 1008 /	4800	160	4600	32,00	32,93	7,66	11,19	15
ST-P 16 = 500 / 1200 /	5000	160	4800	34,24	32,69	7,50	10,95	16
ST-P 16 = 520 / 1208 /	5200	160	4900	40,29	32,76	8,56	12,54	16
ST-P 16 = 540 / 1400 /	5400	160	5100	43,98	32,51	8,62	12,63	17
ST-P 16 = 560 / 1408 /	5600	160	5300	49,82	32,58	8,03	11,75	17
ST-P 16 = 580 / 1410 /	5800	160	5500	52,58	32,58	6,07	8,81	18
ST-P 16 = 600 / 1414 /	6000	160	5700	61,18	32,51	5,52	7,98	18
ST-P 16 = 620 / 1416 /	6200	160	5900	66,48	32,43	4,19	5,99	19
ST-P 16 = 640 / 1418 / *	6400	160	6100	71,76	32,33	2,80	3,90	20
ST-P 16 = 660 / 1420 / **	6600	160	6300	77,40	32,22	1,90	2,55	21

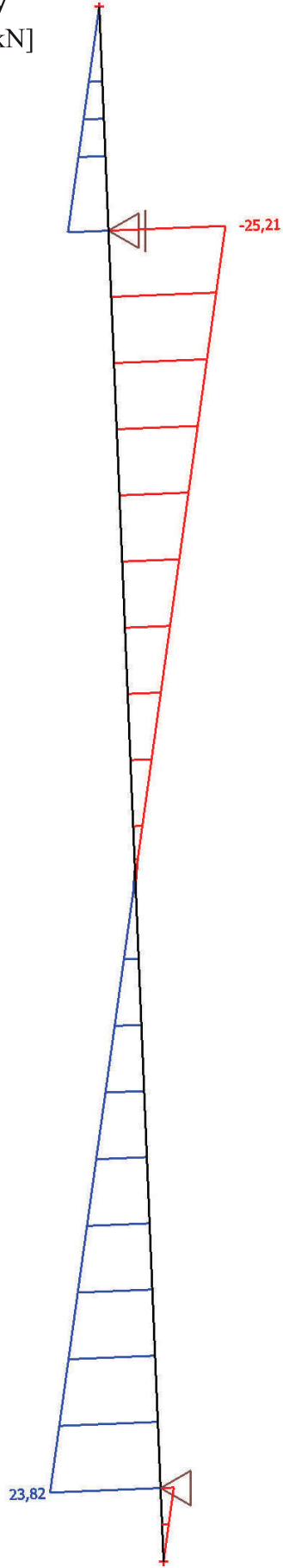
* trámce délky 5000 mm je možné použít pouze pro menší zatížení nebo je objednat jako atypické s větším vyztužením

** pro větší rozpětí je vhodné použít strop se zdvojenými trámcí nebo strop tl. 250 mm

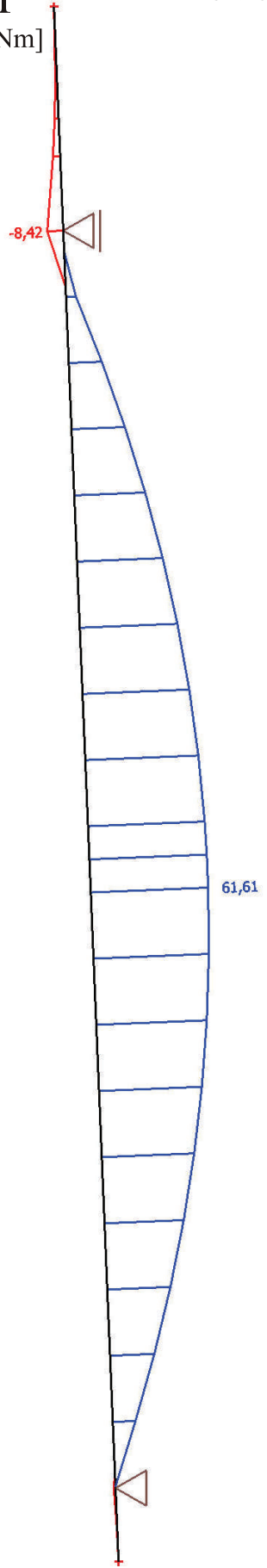
R
[kN]

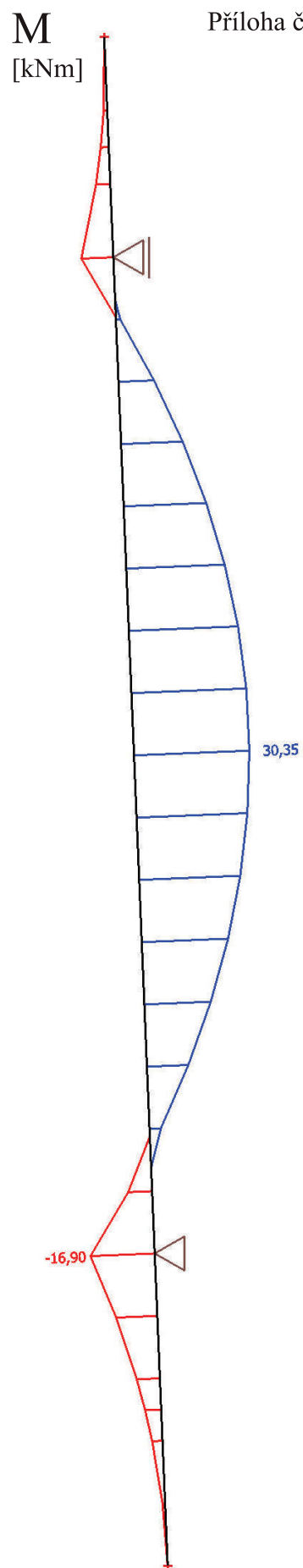
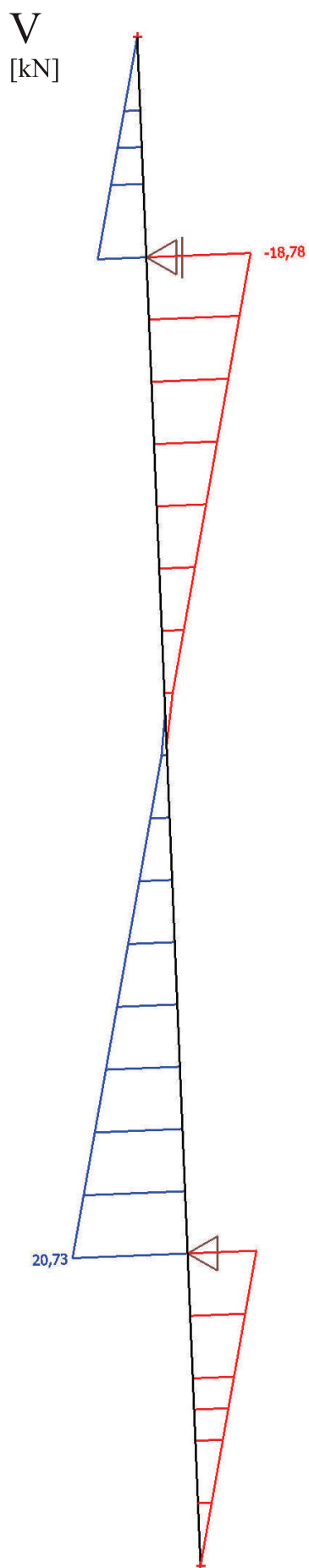
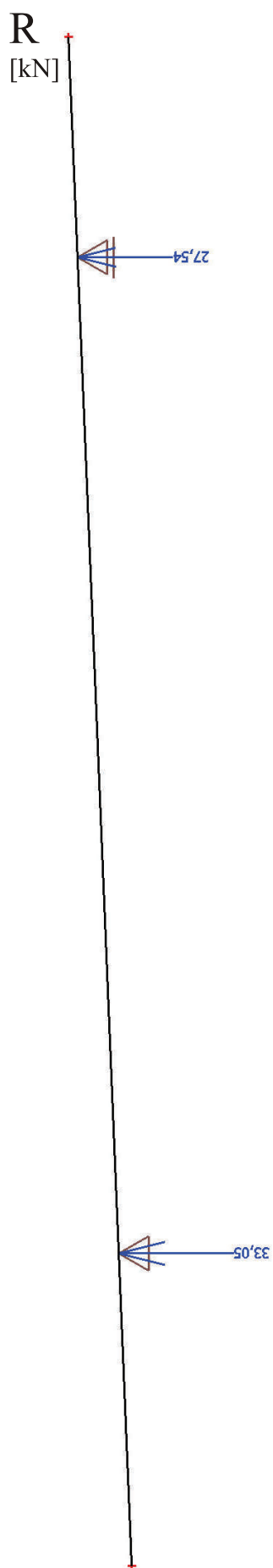


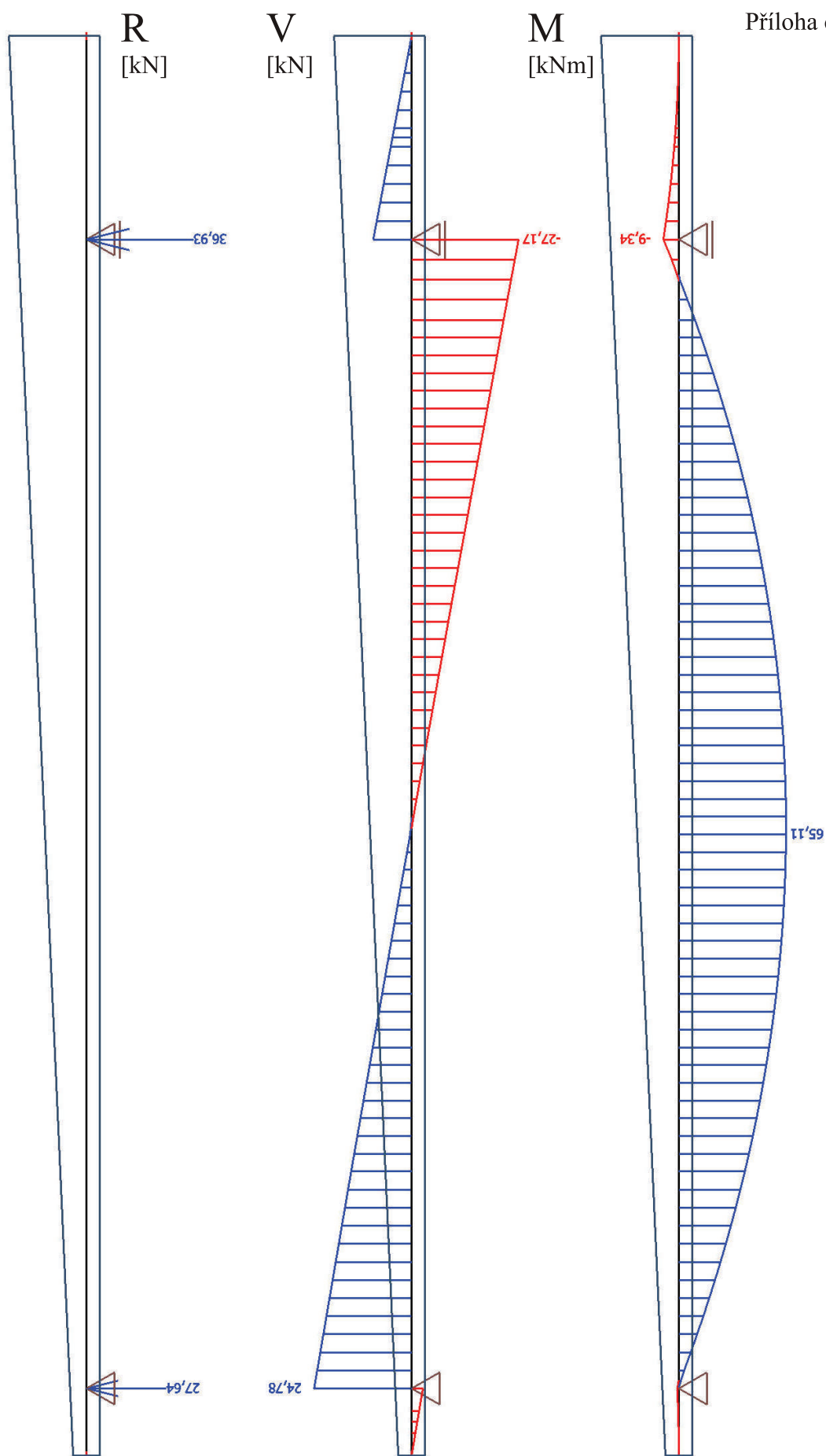
V
[kN]

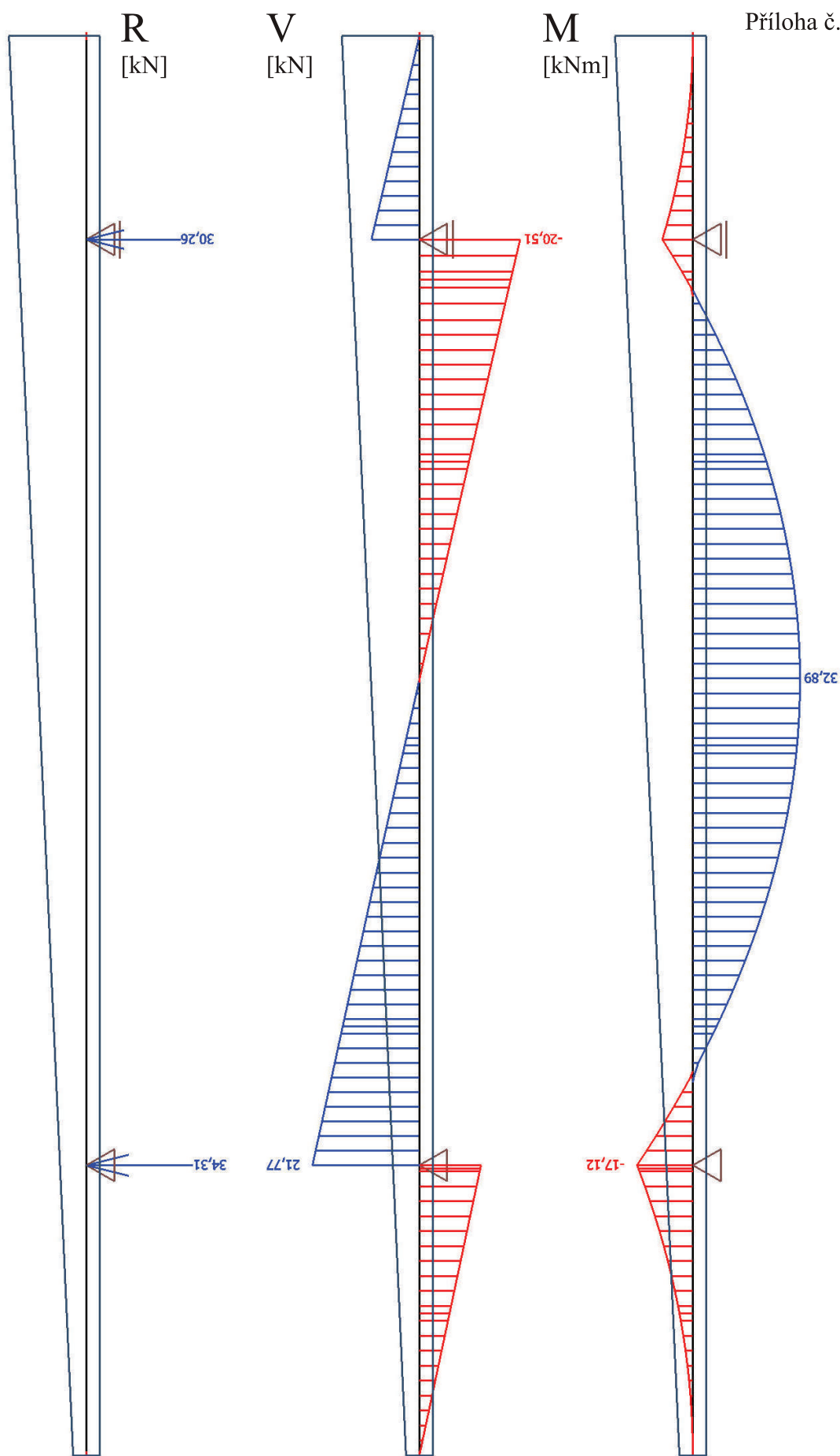


M
[kNm]









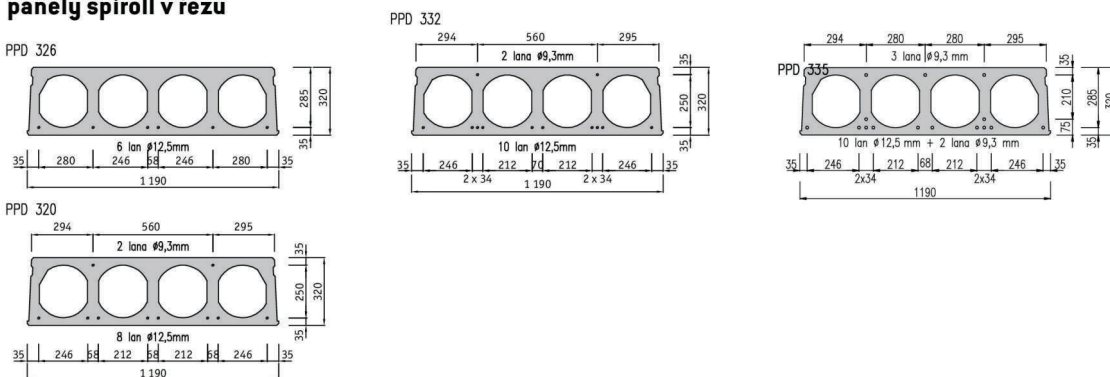
6.4 PŘEDPJATÉ STROPNÍ PANELE SPIROLL VÝŠKY 320 mm

Tabulka výrobních rozměrů – SPIROLL H = 320 mm závod Kuřim

značka	počet lan (ks) / (ø lana)	rozměry (mm)				stálé zatížení (kN/m ²)	hmotnost (kg/m')
		L _{min}	L _{max}	B	H		
PPD.../326	6/12,5	2 000	13 000	1 190	320	1,5	458
PPD.../320	8/12,5 + 2/9,3	2 000	14 000	1 190	320	1,5	458
PPD.../332	10/12,5 + 2/9,3	2 000	15 000	1 190	320	1,5	458
PPD.../335	5/9,3 + 10/12,5	2 000	15 500	1 190	320	1,5	458

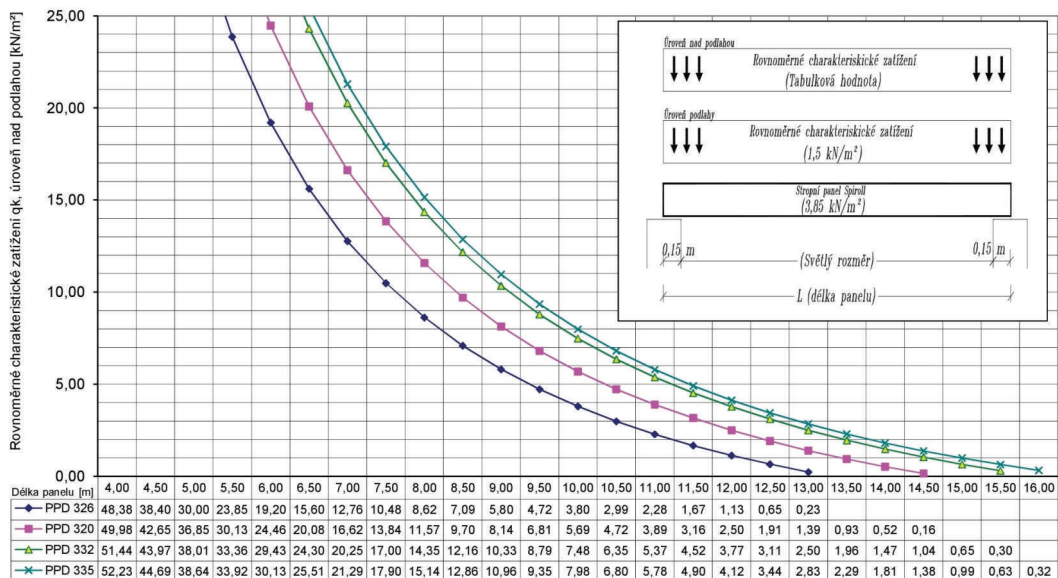
Pozn.: - v místě teček se udává délka panelu v cm, - panely se vyrábějí v kroku po 10 mm, - průměr lana se udává v mm

panely spiroll v řezu



Řada panelů SPIROLL výšky 320 mm

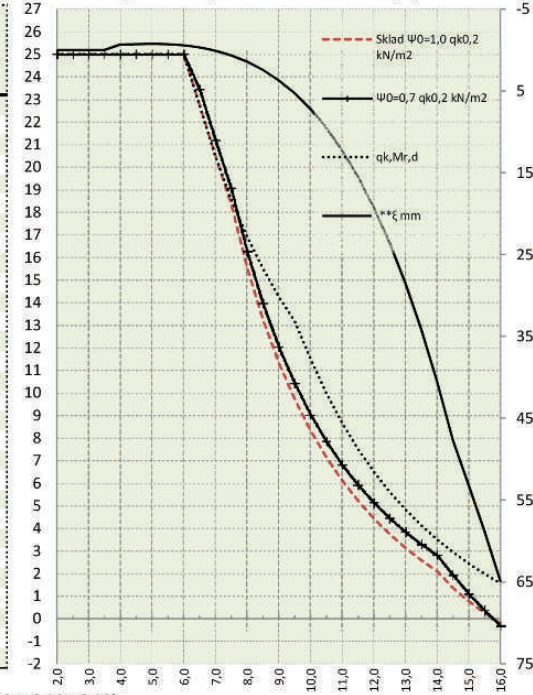
Podle EC2 ČSN EN 1992 -1-1 (C2)



Rovnoměrné charakteristické zatížení q_k , úroveň nad podlahou [kN/m²]
(Tabulková hodnota)

Statický výpočet PPD 335 (Lana: Dole: 10*12,5 + 2*9,3 + Nahoře: 3*9,3)

L m	Sklád		Mr,dek kNm	Mr,cr kNm	Mr0,2 kNm	Mr,d kNm	**ξ mm	*Vrdct1 kN
	ψ0=1,0 qk0,2 kN/m2	ψ0=0,7 qk0,2 kN/m2						
2,0	25,00	25,00						
2,5	25,00	25,00						
3,0	25,00	25,00						
3,5	25,00	25,00						
4,0	25,00	25,00	163,7	169,1	270,5	306,8	-0,67	124,5
4,5	25,00	25,00	163,6	185,9	277,7	341,6	-0,70	124,6
5,0	25,00	25,00	163,9	202,5	277,2	353,9	-0,75	124,6
5,5	25,00	25,00	164,3	219,4	277,7	353,9	-0,70	124,6
6,0	25,00	25,00	164,7	219,8	278,2	353,9	-0,56	124,7
6,5	22,74	23,45	165,1	220,2	278,8	353,9	-0,31	124,7
7,0	20,49	21,19	165,6	220,7	279,4	353,9	0,09	124,8
7,5	18,35	19,06	166,1	221,2	280,1	353,9	0,66	124,8
8,0	15,56	16,27	166,6	221,7	280,8	353,9	1,43	124,9
8,5	13,26	13,96	167,2	222,3	281,6	353,9	2,43	124,9
9,0	11,33	12,04	167,8	222,9	282,4	353,9	3,70	125,0
9,5	9,71	10,41	168,4	223,5	283,3	353,9	5,28	125,0
10,0	8,33	9,03	169,1	224,2	284,2	353,9	7,20	125,1
10,5	7,14	7,84	169,8	224,9	285,2	353,9	9,52	125,2
11,0	6,11	6,82	170,5	225,7	286,2	353,9	12,26	125,2
11,5	5,22	5,92	171,2	226,4	287,3	353,9	15,48	125,3
12,0	4,43	5,14	171,9	227,2	288,4	353,9	19,23	125,3
12,5	3,74	4,45	172,7	228,1	289,5	353,9	23,55	125,4
13,0	3,13	3,84	173,5	228,9	290,7	353,9	28,50	125,5
13,5	2,59	3,29	174,3	229,7	292,0	353,9	34,13	125,4
14,0	2,10	2,80	175,1	230,6	293,2	353,9	40,50	125,4
14,5	1,36	1,94	176,0	231,5	294,6	353,9	47,66	125,4
15,0	0,77	1,10	176,9	232,4	295,7	353,9	53,19	125,4
15,5	0,25	0,36	177,8	233,3	295,1	353,9	58,80	125,4
16,0	-0,22	-0,31	178,8	234,2	294,6	353,9	64,88	125,5



qd(kN/m2) = γG*(g0 + 1,5) + ψ0*γQ*qk0,2
 qd(kN/m2) = γG*(g0 + 1,5) + γQ*qk0,2
 γG (1,35) ... návrhový koeficient
 ξ (0,85) ... redukční součinitel
 g0 (kN/m2) ... vlastní tíha
 γQ (1,50) ... návrhový koeficient
 1,5 (kN/m2) ... g1 tíha úprav
 qk (kN/m2) ... charakteristické zatížení
 ψ0 (1,0) ... sklady
 ψ0 (0,7) ... ostatní

EC0 ČSN EN 1990 rovnice 6.10a 6.10b
 EC2 ČSN EN 1992-1-1 (CZ) ČSN EN 1168+A3
 Mr,dek (kNm/1,2m) ... moment na mezi dekomprese XC2/XC3
 Mr,cr (kNm/1,2m) ... moment na mezi vzniku trhlin
 Mr0,2 (kNm/1,2m) ... moment na mezi šířky trhlin
 Mr,d (kNm/1,2m) ... moment na mezi únosnosti
 **ξ (mm) ... průhyb
 *Vrdct1 (kNm/1,2m) ... smyková únosnost pro oblast bez trhlin

Rozměry
 výška/šířka/skladebné/uložení
 320/1190/1200/150 mm

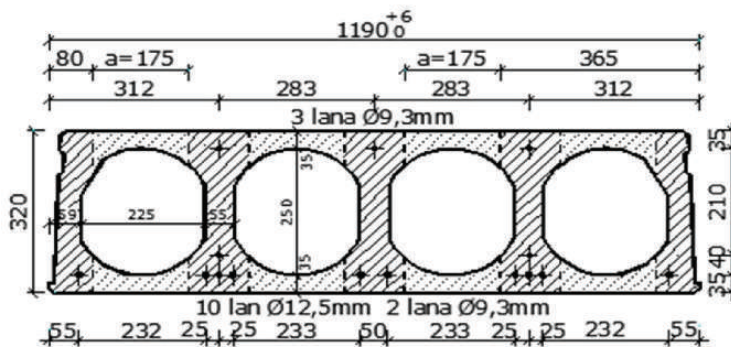
Krytí lana
 dolní řada/střední/horní
 29/-/30 mm

Hmotnosti
 manipulační/se závlukou/závlivka
 458/482/24 kg/mb

Beton
 C45/55 XC1
 45 MPa
Ocel
 fpk/ fpk0,1%
 1770/1520 MPa

Tepelný odpor
 0,25 m2K/W
REI Požární odolnost
 50 minut

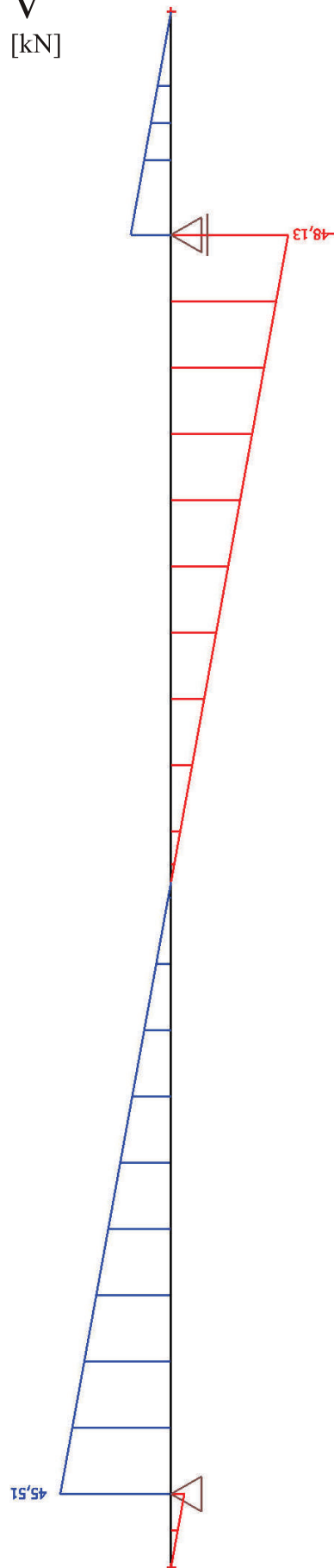
Vzduchová neprůzvučnost
 55 db
Vážená, normalizovaná hladina
 kročejového zvuku
 80 db



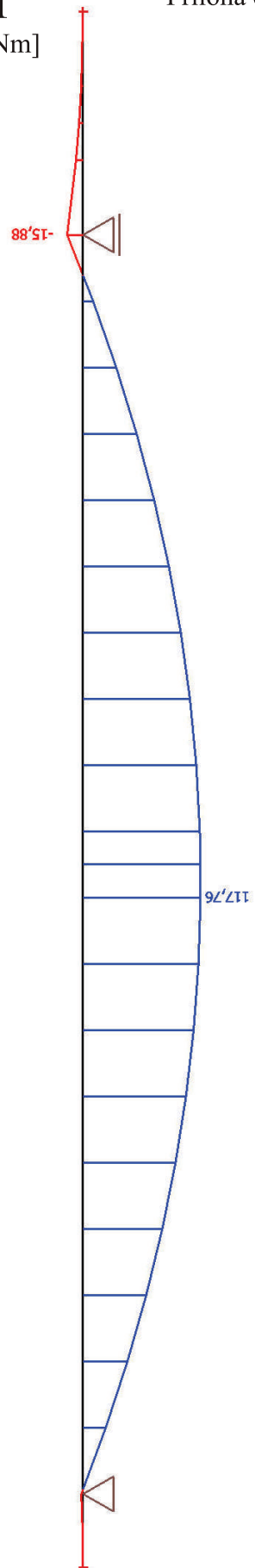
R
[kN]



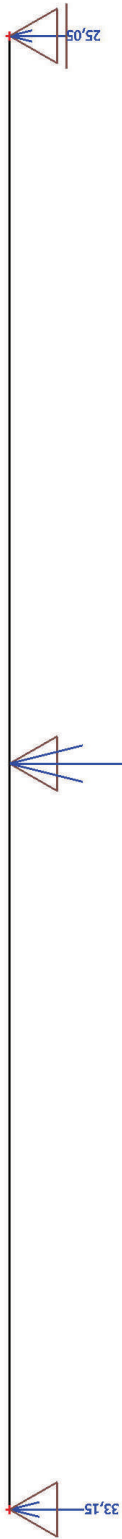
V
[kN]



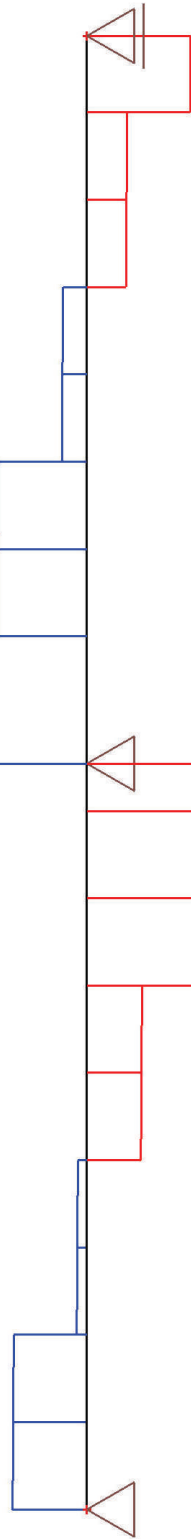
M
[kNm]



R
[kN]



V
[kN]



M
[kNm]

