



**Broumovské stavební sdružení s.r.o.**

U Horní brány 29, Broumov, 550 01

tel/fax: 491 523 542-5, email: [bss@bssbroumov.cz](mailto:bss@bssbroumov.cz)

IČ: 46504303, DIČ: CZ46504303

# Statický výpočet stávajícího stavu



**Broumovské stavební sdružení s.r.o.**

U Horní brány 29, Broumov, 550 01

tel/fax: 491 523 542-5, email: [bss@bssbroumov.cz](mailto:bss@bssbroumov.cz)

IČO: 46504303, DIČ: CZ46504303

Zodpovědný projektant	Vypracoval	Kreslil	<div>Ing. Ivan Šír</div> <div>Projektování dopravních staveb, a.s. <b>Gočárova 504, Hradec Králové</b></div>		
Ing. Ivan Šír	Ing. Zdeněk Lakmayer	Ing. Zdeněk Lakmayer			
Místo stavby	Broumov	Úřad	Broumov	Č. zakázky	121038
Stavebník:	Královéhradecký kraj Pivovarské náměstí 1245/2, Hradec Králové 500 03			Stupeň	DPS
Název akce:  <b>Rekonstrukce střechy na DD, MŠ a ŠJ, Broumov, třída Masarykova 246, Broumov 550 01 SO.01 - Díl 2. Stavebně-konstrukční část</b>				Formát	A4
				Datum	10/2012
				Měřítko	-
				Č. výkresu / č. paré 01.2.2	
Název výkresu: <b>STATICKÝ VÝPOČET STÁVAJÍCÍHO STAVU</b>					

## 01.2.2 STATICKÝ VÝPOČET STÁVAJÍCÍHO STAVU

Stávající konstrukce stropů, DD, MŠ a ŠJ Broumov, Masarykova třída 246

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer

---

### OBSAH:

<b>1</b>	<b>ÚVOD.....</b>	<b>2</b>
1.1	ROZSAH POSUZOVANÝCH KONSTRUKCÍ.....	2
1.2	PODKLADY.....	2
1.2.1	<i>Použité normy.....</i>	2
1.2.2	<i>Použitá literatura.....</i>	2
1.2.3	<i>Podklady.....</i>	2
<b>2</b>	<b>ZATÍŽENÍ.....</b>	<b>3</b>
2.1	VLASTNÍ TÍHA.....	3
2.2	OSTATNÍ STÁLÉ.....	3
2.3	NAHODILÉ KRÁTKODOBÉ.....	4
2.3.1	<i>Zatížení sněhem.....</i>	4
2.3.2	<i>Zatížení větrem.....</i>	5
2.3.3	<i>Zatížení užité.....</i>	6
<b>3</b>	<b>POSOUZENÍ NOSNÉ KONSTRUKCE.....</b>	<b>7</b>
3.1	POPIS KONSTRUKCÍ.....	7
3.2	PŘEDPOKLADY VÝPOČTU.....	7
3.3	MATERIÁL KONSTRUKCÍ.....	7
3.3.1	<i>Dřevo.....</i>	7
3.3.2	<i>Beton.....</i>	7
3.3.3	<i>Spojovací materiál.....</i>	7
3.4	MEZNÍ STAV ÚNOSNOSTI STROPU.....	8
3.4.1	<i>Návrhové vnitřní síly.....</i>	8
3.4.2	<i>Kombinace vnitřních sil.....</i>	8
3.4.3	<i>Spolupůsobení desky a trámu.....</i>	9
<b>4</b>	<b>ZÁVĚR.....</b>	<b>10</b>

## 01.2.2 STATICKÝ VÝPOČET STÁVAJÍCÍHO STAVU

Stávající konstrukce stropů, DD, MŠ a ŠJ Broumov, Masarykova třída 246

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer

---

# 1 ÚVOD

## 1.1 Rozsah posuzovaných konstrukcí

Předmětem statického výpočtu je posouzení stávajícího stropu na objektu Dětského domova, Mateřské školy a školní jídelny v Broumově. V nově navrženém řešení úpravy střechy je stávající konstrukce přitížena.

## 1.2 Podklady

### 1.2.1 Použité normy

ČSN EN 1990 – Zásady navrhování konstrukcí

ČSN EN 1991-1-1 Zatížení konstrukcí – Část 1-1: Obecná zatížení – Obecná zatížení – Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb

ČSN EN 1991-1-2 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-2: Obecná zatížení - Zatížení konstrukcí vystavených účinkům požáru

ČSN EN 1991-1-3 Zatížení konstrukcí – Část 1-3: Obecná zatížení – Zatížení sněhem

ČSN EN 1991-1-4 Zatížení konstrukcí – Část 1-3: Obecná zatížení – Zatížení větrem

ČSN EN 1993-1-1 Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby

ČSN EN 1993-1-8 Část 1-8: Navrhování styčníků

ČSN EN 1994-1-1 Eurokód 4: Navrhování spřažených ocelobetonových konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby

ČSN EN 1995-1-1 Eurokód 5: Navrhování dřevěných konstrukcí - Část 1-1: Společná pravidla a pravidla pro pozemní stavby

### 1.2.2 Použitá literatura

- [1] Novák J. – Hořejší J.: Statika stavebních konstrukcí, SNTL Praha, 1973
- [2] Hořejší J. – Šafka J.: Statické tabulky, SNTL Praha, 1988
- [3] Studnička J: Ocelové konstrukce 10, ČVUT Praha, 2000
- [4] Wald F.: Ocelové konstrukce – Tabulky, ČVUT Praha, 2000

### 1.2.3 Podklady

- (1) Požadavky objednatele
- (2) Dokumentace stavebního řešení objektu
- (3) Archivní statický výpočet z 12/2005
- (4) Fotodokumentace

## 01.2.2 STATICKÝ VÝPOČET STÁVAJÍCÍHO STAVU

Stávající konstrukce stropů, DD, MŠ a ŠJ Broumov, Masarykova třída 246

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer

## 2 ZATÍŽENÍ

### 2.1 Vlastní tíha

Vlastní tíha ocelové konstrukce byla automaticky generována programem Scia Engineer 2009 dle použitých průřezů.

Vlastní tíha dřeva pro ruční výpočet je uvažována  $3,90 \text{ kN/m}^3$ .

Vlastní tíha železobetonu pro ruční výpočet je uvažována  $25 \text{ kN/m}^3$ .

Součinitel zatížení  $\gamma_f = 1,35$

### 2.2 Ostatní stálé

Zatížení uvedena v charakteristických hodnotách.

Součinitel zatížení  $\gamma_f = 1,35$

#### Střešní plášť

Spojité plošné zatížení	mm	$\text{kN/m}^3$	$g_n$	$\gamma_f$	$g_d / \text{kN/m}^2$
Střešní krytina - bitumenové pásy	10	12,5	0,13	1,35	0,17
Celoplošné bednění	25	5	0,13	1,35	0,17
Kontralatě 50/50			0,04	1,35	0,05
Kontaktní difúzní fólie			0,00	1,35	0,00
Minerální vata	200	1,5	0,30	1,35	0,41
Minerální vata	60	1,5	0,09	1,35	0,12
Parozábrana			0,00	1,35	0,00
Prkna	25	5	0,13	1,35	0,17
Prkna	55	5	0,28	1,35	0,37
Korek	50	3,5	0,18	1,35	0,24
Minerální vata	60	1,5	0,09	1,35	0,12
SDK podhled	15	10,5	0,16	1,35	0,21
S			1,50	1,35	2,03

#### Podlaha 2.NP

Spojité plošné zatížení	mm	$\text{kN/m}^3$	$g_n$	$\gamma_f$	$g_d / \text{kN/m}^2$
Příčky		12,5	1,00	1,35	1,35
Nášlapná vrstva	10	20	0,20	1,35	0,27
Polystyren	40	0,45	0,02	1,35	0,02
Celoplošné pobití	75	5	0,38	1,35	0,51
SDK podhled	40	10,5	0,42	1,35	0,57
S			2,01	1,35	2,72

## 01.2.2 STATICKÝ VÝPOČET STÁVAJÍCÍHO STAVU

Stávající konstrukce stropů, DD, MŠ a ŠJ Broumov, Masarykova třída 246

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer

### 2.3 Nahodilé krátkodobé

#### 2.3.1 Zatížení sněhem

Stanoveno dle EN 1991-1-3 pro Broumov.

Dle údajů ČHMÚ na [www.snehovamapa.cz](http://www.snehovamapa.cz) -  $s_k = 1,27 \text{ kN/m}^2$

Mapa zatížení sněhem na zemi

Poloha

Zeměpisná šířka

50.5885

50° 35' 18.6"

Zeměpisná délka

16.3277

16° 19' 39.7"

Nadmořská výška

[m.n.m]

Celá ČR

Smazat

Charakteristická hodnota zatížení sněhem na zemi

zatížení  $s_k$

1.27

[kPa]

Bezpečně uvažováno zatížení dle sněhové mapy v ČSN EN  $s_k = 2,00 \text{ kN/m}^2$

#### Plochá střecha - sklon $2^\circ$

##### Spojité plošné zatížení sněhem

Zatížení sněhem bylo stanoveno dle ČSN 73 0035 změny Z1 a dle ČSN EN 1991-1-3 - Zatížení sněhem na základě těchto základních údajů o stavbě a jejím okolí :

##### - EN 1991 - I. Sněhová oblast

- |   |              |                        |
|---|--------------|------------------------|
| - základní tíha sněhu   | $s_k =$      | 2,00 kN/m <sup>2</sup> |
| - sklon střechy   | $\alpha =$   | 2 °                    |
| - součinitel tvaru střechy  | $\mu_1 =$    | 0,80                   |
| - součinitel expozice   | $C_e =$      | 1,00                   |
| normální - nedochází k přemístění sněhu větrem kvůli okolní stavbám |              |                        |
| - tepelný součinitel  | $C_t =$      | 1,00                   |
| neuvažuje se odtávání vívem prostupu tepla                          |              |                        |
| - součinitel zatížení   | $\gamma_f =$ | 1,5                    |

Spojité nahodilé zatížení	$s_n = s_0 \times \mu_s \times C_e \times C_t$	$\gamma_f$	$S_d$	
Střecha 2 °	1,600	1,5	2,40	kN/m <sup>2</sup>

## 01.2.2 STATICKÝ VÝPOČET STÁVAJÍCÍHO STAVU

Stávající konstrukce stropů, DD, MŠ a ŠJ Broumov, Masarykova třída 246

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer

### 2.3.2 Zatížení větrem

Zatížení větrem stanoveno dle ČSN EN 1991-1-4 pro Broumov.

Oblast stavby ve větrné oblasti I,  $v_{b,0} = 22,5$  m/s

Kategorie terénu II. – oblasti s nízkou vegetací a izolovanými překážkami.

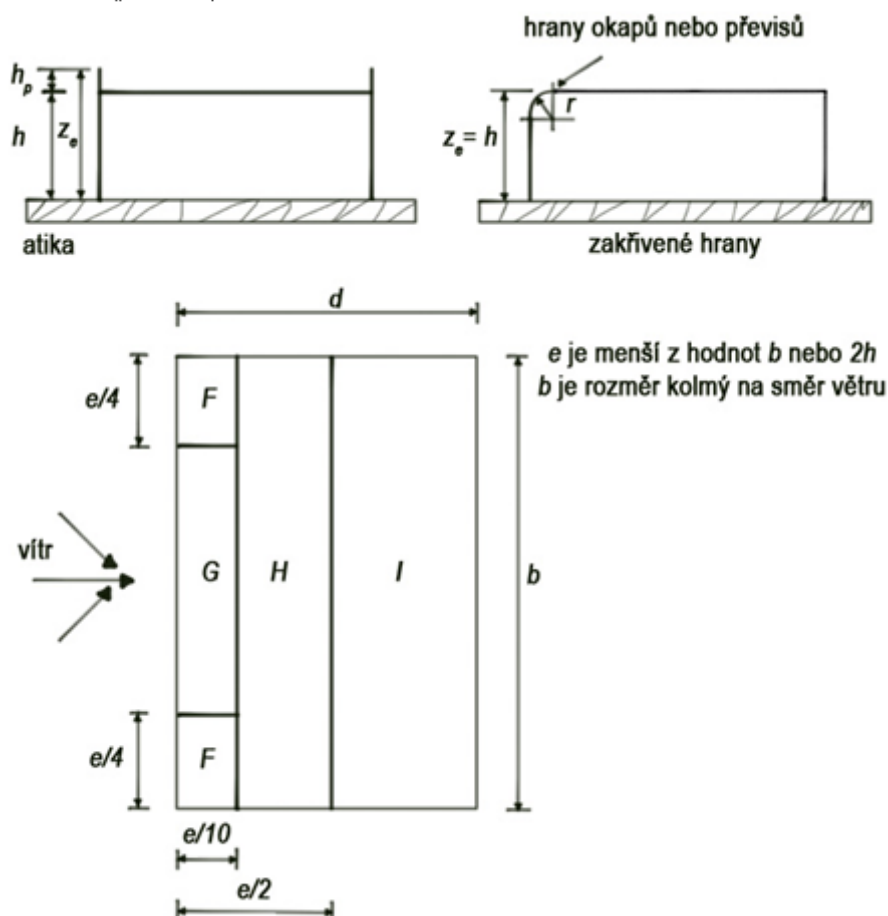
kat.terénu	2	[-]
$v_b$	22,5	[m/s]
$q_b$	0,316	kN/m <sup>2</sup>
$q_p(h)$	0,732	kN/m <sup>2</sup>
$c_e(h)$	2,314	[-]
A	10,0	[m <sup>2</sup> ]
h	9,4	[m]
$h_p$	-	[m]
r	-	[m]
d	9,0	[m]
b	38,8	[m]
$\alpha$	2,0	°
$e_0$	18,82	[m]
$e_{90}$	9,04	[m]

směr větru  $\Theta=0^\circ$

$e_0/2$	$e_0/4$	$e_0/10$	
9,41	4,71	1,88	[m]

směr větru  $\Theta=90^\circ$

$e_{90}/2$	$e_{90}/4$	$e_{90}/10$	
4,52	2,26	0,90	[m]



## 01.2.2 STATICKÝ VÝPOČET STÁVAJÍCÍHO STAVU

Stávající konstrukce stropů, DD, MŠ a ŠJ Broumov, Masarykova třída 246

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer

směr větru  $\Theta=0^\circ$  a  $\Theta=90^\circ$

PLOCHA	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1-10}$	$C_{pe,1}$
F	-1,800	-	-
G	-1,200	-	-
H	-0,700	-	-
$I_{min}$	-0,200	-	-
$I_{max}$	0,200	-	-

$W_{e,k,0}, W_{e,k,90}$					
	F	G	H	I	
I.zk	-1,318	-0,879	-0,512	-0,146	kN/m <sup>2</sup>
II.zk	-1,318	-0,879	-0,512	0,146	kN/m <sup>2</sup>

### 2.3.3 Zatížení užité

#### Střecha

- střechy nepřístupné s výjimkou běžné údržby a oprav
- kategorie H a  $q_k = 0,75 \text{ kN/m}^2$  dle EN 1991-1-1, NA 2.9
- předpokládá se působení na ploše  $A = 10 \text{ m}^2$

#### 2.NP

- bezpečně uvažována kategorie C – plochy kde může docházet ke shromažďování lidí
- C.1 (plochy se stoly, např. plochy ve školách, jídelnách) a  $q_k = 3,0 \text{ kN/m}^2$  dle EN 1991-1-1, NA 2.4

## 01.2.2 STATICKÝ VÝPOČET STÁVAJÍCÍHO STAVU

Stávající konstrukce stropů, DD, MŠ a ŠJ Broumov, Masarykova třída 246

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer

---

### 3 POSOUZENÍ NOSNÉ KONSTRUKCE

#### 3.1 Popis konstrukcí

Stávající střecha je řešena jako plochá s krokviemi profilu 120/160 mm podepřenými uprostřed rozpětí průvlakem (střední vaznicí) 140/170 na sloupcích 145/180 mm. Sloupky jsou uloženy na dřevěné trámy stropní konstrukce 2. NP. Profil trámů je 200/270 mm. Osová vzdálenost trámů je 990 mm v jednom a 975 mm v druhém křídle. Bezpečně je uvažována vzdálenost 990 mm. Světlost nosných stěn v místě uložení krokví je 6837 mm. Rozpětí krokví je uvažováno  $1,05 \times 6837 \approx 7200$  mm.

Nad trámy stropní konstrukce je nadbetonována spřažená železobetonová deska. Tloušťka desky je 120 mm, výztuž je Ø8 mm KARI 100/100, osově 15 mm od obou povrchů. Spřažení je realizováno dvojicemi hřebíků 255/6,3, hloubka vniku je 110 mm, délka hřebíku v betonové desce je 70 mm. Hřebíky jsou podélně rozmístěny po 150 mm.

Světlé rozpětí stropu je 6355 mm, rozpětí stropu je uvažováno  $1,05 \times 6355 = 6673$  mm

#### 3.2 Předpoklady výpočtu

Při výpočtu bylo postupováno dle ČSN EN 1994-1-1, ČSN EN 1995-1-1 a norem v nich odkazovaných a navazujících.

Výpočet vnitřních sil, deformací, stanovení reakcí a posouzení prvků je provedeno programem Scia Engineer 2009 pro všechny možné kombinace zadaných zatěžovacích stavů dle kombinačních pravidel dle EN 1990.

Posouzení spřaženého průřezu je provedeno jednoduchým nástrojem v programu MS Excel.

#### 3.3 Materiál konstrukcí

##### 3.3.1 Dřevo

Materiál dřevěných konstrukcí byl odhadnut na C20 dle ČSN EN 338.

##### 3.3.2 Beton

Materiál betonové desky je C16/20.

##### 3.3.3 Spojovací materiál

###### 3.3.3.1 Hřebíky

Stavební hřebíky Ø6,3 mm, délky 255 mm. Hloubka uvnitř betonu 70 mm. Hloubka uvnitř trámy 110 mm, hloubka v záklopu 75 mm. Mez pevnosti oceli uvažována 600 MPa.



## 01.2.2 STATICKÝ VÝPOČET STÁVAJÍCÍHO STAVU

Stávající konstrukce stropů, DD, MŠ a ŠJ Broumov, Masarykova třída 246

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer

---

### 3.4 Mezní stav únosnosti stropu

#### 3.4.1 Návrhové vnitřní síly

##### 3.4.1.1 Síly od střešní konstrukce

Největší zatěžovaná šířka na 1 sloup je 4,5 m, což odpovídá přibližně 4,5 ks krokví. Celá síla od sloupu je přenášena jedním spřaženým průřezem.

Charakteristická reakce krokve:  $R = 15,9 \text{ kN}$   
(8,86 kN proměnné + 7,02 kN stálé)

Návrhová reakce krokve:  $R = 21,4 \text{ kN}$

##### Charakteristický moment od reakce sloupku

$$M_R = 4,5 \cdot 15,9 \cdot 3,6 / 4 = 64,4 \text{ kNm}$$

Moment od stálého zatížení:  $M_R = 4,5 \cdot 7,02 \cdot 3,6 / 4 = 28,4 \text{ kNm}$

Moment od proměnného zatížení:  $M_R = 4,5 \cdot 8,86 \cdot 3,6 / 4 = 35,9 \text{ kNm}$

##### Návrhový moment od reakce sloupku

$$M_R = 4,5 \cdot 21,4 \cdot 3,6 / 4 = 86,7 \text{ kNm}$$

##### 3.4.1.2 Síly od stálého zatížení 2.NP

$$M_{k1} = 1/8 \cdot 2,01 \cdot 0,99 \cdot 6,67^2 = 39,4 \text{ kNm}$$

$$M_{d1} = 1,35 \cdot 3,22 = 53,2 \text{ kNm}$$

##### 3.4.1.3 Síly od proměnného zatížení 2.NP

$$M_{k2} = 1/8 \cdot 3,00 \cdot 0,99 \cdot 6,67^2 = 26,4 \text{ kNm}$$

$$M_{d2} = 1,5 \cdot 4,86 = 39,6 \text{ kNm}$$

#### 3.4.2 Kombinace vnitřních sil

$$M_d = M_R + M_{d1} + M_{d2} = 86,7 + 53,2 + 39,6 = 180 \text{ kNm}$$

Charakteristický moment od stálého zatížení

$$28,4 + 39,4 = 67,8 \text{ kNm} \rightarrow g_n = 67,8 \cdot 8 / 6,673^2 = 12,2 \text{ kN/m}$$

Charakteristický moment od proměnného zatížení

$$35,9 + 26,4 = 62,3 \text{ kNm} \rightarrow q_n = 62,3 \cdot 8 / 6,673^2 = 11,2 \text{ kN/m}$$

## 01.2.2 STATICKÝ VÝPOČET STÁVAJÍCÍHO STAVU

Stávající konstrukce stropů, DD, MŠ a ŠJ Broumov, Masarykova třída 246

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer

### 3.4.3 Spolupůsobení desky a trámu

$h_m =$	0,12 m	průměrná tloušťka desky v oblasti spolupůsobící šířky
$l =$	6,67 m	rozpětí trámu
$l_s =$	0,79 m	vzdálenost líců trámů (u desek mezi trámy), popř. dvojnásobek vyložení desky $l_{sc}$ od líce trámu
$\kappa_1 =$	6	<input type="text" value="Deska mezi dvěma trámy"/>
$\kappa_2 =$	0,17	<input type="text" value="Prostý nosník"/>
$b_d = \kappa_1 \times h_m =$	0,72 m	
$b_d = \kappa_2 \times l =$	1,13 m	
$b_d = 0,5$	0,395 m	$b_d = 0,395$ m

### Sprážený dřevobetonový strop

$l_o =$	6,355 m	světlost	$l =$	6,67 m	teoretické rozpětí
$g_n =$	12,2 m	normové zatížení stálé	$n =$	1,35	součinitel zatížení
$v_n =$	11,2 kN/m	normové zatížení nahodilé	$n =$	1,50	součinitel zatížení
$b =$	200 mm	šířka trámu	$k =$	2,70	pracovní součinitel
$h =$	270 mm	výška trámu	$A_i =$	374760,00 mm <sup>2</sup>	plocha
$b_d =$	990 mm	šířka desky	$y_i =$	301,90 mm	těžišťová vzdálenost
$h_m =$	120 mm	výška desky	$S_1 =$	1,13E+08 mm <sup>3</sup>	
$E_d =$	10000 MPa	modul pružnosti dřeva	$S_2 =$	9,11E+06 mm <sup>3</sup>	statický mom. v těž.
$E_b =$	27000 MPa	modul pružnosti betonu B20	$S_3 =$	9,01E+06 mm <sup>3</sup>	
$T_{1d} =$	1500 N	únosnost jednoho hřebíku	$I_i =$	2,47E+09 mm <sup>4</sup>	moment setrvačnosti
$M =$	185,17 kNm	ohybový moment	$Q =$	111,00 kN	smyková síla

normálové napětí v trámu : $\sigma_d =$	22,63 MPa <	7,65 MPa = 0,85 x $R_{fd}$	nevyhoví
normálové napětí v desce : $\sigma_d =$	17,83 MPa <	11,50 MPa = $R_{bd}$	nevyhoví
napětí ve smyku v těžišti : $\tau =$	2,05 MPa <	0,77 MPa = 0,85 x $R_{sd II}$	nevyhoví
napětí ve smyku ve spoji : $\tau =$	2,02 MPa		
počet hřebíků ve spoji na 1 bm délky : $n =$	163,0 ks hřebíků	6,3 - 255 mm	
průhyb : $f =$ ( $f_{lim} = l_o / 300$ )	11,70 mm <	21,18 mm	vyhoví

**SPŘAŽENÝ DŘEVOBETONOVÝ PRŮŘEZ NEVYHOVÍ**

### 01.2.2 STATICKÝ VÝPOČET STÁVAJÍCÍHO STAVU

Stávající konstrukce stropů, DD, MŠ a ŠJ Broumov, Masarykova třída 246

Vypracoval: Ing. Zdeněk Lakmayer

---

## 4 ZÁVĚR

Statickým výpočtem bylo prokázáno, že stávající spřažená stropní konstrukce na přetížení **nevyhoví**.

Technické řešení nové střešního pláště je nutné navrhnout tak, aby dále nebyly přetěžovány původní střední vaznice a přes ně sloupy a stávající konstrukce stropů.

V Hradci Králové 10/2012

Ing. Zdeněk Lakmayer

