

**Název:**

## **ZŠ Jizerská – Čakovice**

---

**Zakázkové číslo:** 16-03-08  
**Profese:** Stavební akustika  
**Dokument:** Technická zpráva  
**Stupeň projektové dokumentace:** DUR + DPS  
**Datum:** červen 2016

---

**Zpracoval:** Ing. Michal Šitych

**Kontroloval:** Ing. Tomáš Hrádek

**AVETON s.r.o.**

Krátkého 211/2, 190 00, Praha 9

tel.: +420 777 003 302

e-mail.: [sitych@aveton.cz](mailto:sitych@aveton.cz)

web.: [www.aveton.cz](http://www.aveton.cz)

IČ: 02436647

DIČ: CZ02436647



## OBSAH:

<b>1</b>	<b>ÚVOD</b> .....	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>LEGISLATIVA</b> .....	<b>4</b>
2.1	NAŘÍZENÍ VLÁDY Č. 272/2011 Sb., O OCHRANĚ ZDRAVÍ PŘED NEPŘÍZNIVÝMI ÚČINKY HLUKU A VIBRACÍ (SRPEN 2011) .....	4
2.2	ZÁKLADNÍ POJMY STAVEBNÍ AKUSTIKY .....	5
2.3	ČSN 730532 AKUSTIKA – OCHRANA PROTI HLUKU V BUDOVÁCH A POSUZOVÁNÍ AKUSTICKÝCH VLASTNOSTÍ STAVEBNÍCH VÝROBKŮ.....	5
<b>3</b>	<b>STAVEBNÍ AKUSTIKA</b> .....	<b>7</b>
3.1	POSOUZENÍ DĚLÍCÍCH KONSTRUKCÍ.....	7
<b>4</b>	<b>OBECNÉ ZÁSADY</b> .....	<b>11</b>
<b>5</b>	<b>ZÁVĚR</b> .....	<b>11</b>

# 1 ÚVOD

Požadavkem objednavatele je eliminace přenosu hluku z prostoru tělocvičny navrhované ZŠ Jizerská – Čakovice do okolních chráněných prostor především do učeben. Tato technická zpráva posuzuje tuto problematiku a doporučuje opatření, která povedou k celkovému snížení přenosu hluku z tělocvičny. Ostatní dělicí konstrukce ani vyzařování hluku z fasádního pláště navrhovaného objektu nejsou předmětem této zprávy.

## Objednavatel studie:

**Grebner spol. s r. o.**

Nám. Barikád 1134/3, 130 00, Praha 3

IČO: 25076655

DIČ: CZ25076655

Kontaktní osoba:

**Ing. Miroslav Lán**

T: 267 285 311, 222 581 021

M: grebner@grebner.cz

## Podklady:

Výkresová dokumentace ZŠ Jizerská Čakovice, zaslaná e-mailem 21.03.2016

Informace a požadavky k jednotlivým místnostem byly sděleny od objednavatele studie

J. Vaverka a kol. : Stavební fyzika 1 – Urbanistická, stavební a prostorová akustika (VUT Brno, 1998)

Čechura J.: Stavební fyzika 10 – Akustika stavebních konstrukcí (ČVUT Praha, 1999)

## Použité normy a nařízení vlády:

Nařízení vlády č. 272/2011 Sb., o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací (srpen 2011)

ČSN 730532 Akustika – Ochrana proti hluku v budovách a posuzování akustických vlastností stavebních výrobků – Požadavky, únor 2010

## 2 LEGISLATIVA

### 2.1 Nařízení vlády č. 272/2011 Sb., o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací (srpen 2011)

#### ČÁST TŘETÍ

HLUK V CHRÁNĚNÝCH VNITŘNÍCH PROSTORECH, V CHRÁNĚNÝCH VENKOVNÍCH PROSTORECH STAVEB A CHRÁNĚNÉM VENKOVNÍM PROSTORU

#### § 11 Hygienické limity hluku v chráněných vnitřních prostorech staveb

(1) Hodnoty hluku se vyjadřují ekvivalentní hladinou akustického tlaku A  $L_{Aeq,T}$  a maximální hladinou akustického tlaku A  $L_{Amax}$ . Ekvivalentní hladina akustického tlaku A  $L_{Aeq,T}$  se v denní době stanoví pro 8 souvislých a na sebe navazujících nejhlučnějších hodin ( $L_{Aeq,8h}$ ), v noční době pro nejhlučnější 1 hodinu ( $L_{Aeq,1h}$ ).

(3) Hygienický limit maximální hladiny akustického tlaku A se stanoví pro hluk šířící se ze zdrojů uvnitř objektu součtem základní maximální hladiny akustického tlaku A  $L_{Amax}$  se rovná **40 dB** a korekcí přihlížejících ke druhu chráněného vnitřního prostoru a denní a noční době podle přílohy č. 2 k tomuto nařízení. V případě hluku s tónovými složkami, s výjimkou hluku z dopravy na pozemních komunikacích a dráhách, se přičte další korekce – **5 dB**. Za hluk ze zdrojů uvnitř objektu, s výjimkou hluku ze stavební činnosti, se pokládá i hluk ze zdrojů umístěných mimo tento objekt, který do tohoto objektu proniká jiným způsobem než vzduchem, zejména konstrukcemi nebo podložím.

Příloha č. 2 k nařízení vlády č. 272/2011 Sb.

#### Korekce pro stanovení hygienických limitů hluku v chráněném vnitřním prostoru staveb

Druh chráněného vnitřního prostoru	Doba pobytu	Korekce v dB
Přednáškové síně, učebny a pobytové místnosti škol, jeslí, mateřských škol a školských zařízení	po dobu používání	+5

**Hygienický limit maximální hladiny akustického tlaku A pro učebny a pobytové místnosti škol (dle NV 272/2011 Sb.):**

$L_{Amax} = 40 + 5 = 45\text{dB}$  pro učebny

## 2.2 Základní pojmy stavební akustiky

### Vzduchová neprůzvučnost

$R'_w$  vážená stavební neprůzvučnost (pro místnosti se společnou celou plochou stěny; příčky nebo stropu; pro místnosti, které mají společnou jen část dělicí konstrukce, menší než je plocha příslušné stěny, příčky nebo stropu při pohledu z vysílací nebo přijímací místnosti)

$R_w$  vážená laboratorní neprůzvučnost (pro vnitřní dveře a jiné výplně otvorů)

### Kročejová neprůzvučnost

$L'_{n,w}$  ( $L'_{nT,w}$ ) vážená normovaná hladina akustického tlaku kročejového zvuku

Pro splnění požadavků musí výsledné hodnoty vyhovovat nerovnostem:

$$R'_w \text{ (výsledný)} \geq R'_w \text{ (požadovaný)}$$

$$L'_{nw} \text{ (výsledný)} \leq L'_{nw} \text{ (požadovaný)}$$

## 2.3 ČSN 730532 Akustika – ochrana proti hluku v budovách a posuzování akustických vlastností stavebních výrobků

### Posouzení vzduchové neprůzvučnosti

Při návrhu a posuzování konstrukcí lze vypočítané laboratorní hodnoty neprůzvučnosti stavebních konstrukcí  $R_w$  přibližně přepočítat na stavební váženou neprůzvučnost  $R'_w$  podle vztahu:

$$R'_w = R_w - k_1.$$

$k_1$	je korekce, závislá na vedlejších cestách šíření zvuku
$k_1 = 2$ dB	základní hodnota platná pro všechny dělicí konstrukce v masivních zděných nebo montovaných panelových stavbách z klasických materiálů (cihly, beton)
$k_1 = 2$ až 5 dB	doporučené hodnoty pro těžké dělicí konstrukce ve skeletových stavbách (např. vyzdívané konstrukce ve skeletu apod.)
$k_1 = 4$ až 8 dB	doporučené hodnoty pro lehké dělicí konstrukce ve skeletových, ocelových nebo dřevěných stavbách (deskové dílce, sádkartonové konstrukce, dřevěné stropy apod.)

### Posouzení kročejové neprůzvučnosti

Při návrhu a posuzování konstrukcí lze vypočítané laboratorní hodnoty normované hladiny akustického tlaku kročejového zvuku stropních konstrukcí s podlahami  $L_{nw}$  přibližně přepočítat na váženou stavební normovanou hladinu akustického tlaku kročejového zvuku  $L'_{nw}$  podle vztahu:

$$L'_{nw} = L_{nw} + k_2$$

Kde  $k_2$  je korekce závislá na vedlejších cestách šíření zvuku v rozsahu 0 dB až 2dB.

Pro složitější konstrukce nebo dispozice místností se doporučuje korekci stanovit individuálně.

**Tab. 2-1:** Výňatek tabulky týkající se škol a vzdělávacích institucí, administrativních a správních budov dle ČSN 73 0532

<i>Chráněný prostor (místnost příjmu zvuku)</i>					
Řádka	Hlučný prostor (místnost zdroje zvuku)	Požadavky na zvukovou izolaci			
		Stropy		Stěny	Dveře
		$R'_{w}, D_{nT,w}$ dB	$L'_{n,w}, L'_{nT,w}$ dB	$R'_{w}, D_{nT,w}$ dB	$R_w$ dB
<i>F. Školy a vzdělávací instituce – učebny, výukové prostory</i>					
15	Učebny, výukové prostory	52	58	47	-
16	Společné prostory, chodby, schodiště	52	58	47	32
17	Hlučné prostory (dílny, jídelny) $L_{A,max} \leq 85$ dB	55	48	52	-
<b>18</b>	<b>Velmi hlučné prostory (hudební učebny, dílny, tělocvičny) <math>L_{A,max} \leq 90</math>dB</b>	<b>60<sup>9)</sup></b>	<b>48<sup>9)</sup></b>	<b>57<sup>9)</sup></b>	-

9) Vzhledem k možnému přenosu nízkých kmitočtů mohou být nutná další opatření. Situace obvykle vyžaduje individuální posouzení.

Pro ostatní místnosti v tabulce jmenovitě neuvedené platí hodnoty pro prostory funkčně obdobné.

## 3 STAVEBNÍ AKUSTIKA

V níže uvedené kapitole jsou stanoveny požadavky na jednotlivé dělicí konstrukce, které vychází z platné legislativy. Na základě podkladů dodaných objednavatelem studie jsou vypočteny vzduchové a kročejové neprůzvučnosti jednotlivých dělicích konstrukcí a tyto hodnoty jsou porovnány s hodnotami uvedenými v platné legislativě.

### 3.1 Posouzení dělicích konstrukcí

Tělocvična m.č. 100.15 je navržena v prostoru 1.PP a 1.NP. Nad prostorem tělocvičny se nachází pochozí terasa 300.25, chodba 300.02 a učebny (kabinet) 300.05-300.08. Je nutné se zaměřit jak na přenos hluku z tělocvičny do prostoru učeben (kabinetu), tak i na přenos z učeben (kabinetu), chodby do prostoru tělocvičny.

Přenos kročejového hluku z prostoru terasy do prostoru tělocvičny nemá být dle zadání objednavatele řešen.

#### 3.1.1 Posouzení dělicí konstrukce mezi tělocvičnou m.č. 100.15 a učebnami (kabinetem) 300.05-300.08, chodbou 300.02.

Navržená dělicí konstrukce:

##### Skladby stropu tělocvičny:

- (10mm) Nášlapná vrstva PVC/Dlažba+lepidlo
- Hydroizolační stěrka
- 60/70mm Betonová mazanina 60mm/70mm (dle nášlapné vrstvy)
- 3mm Separáčnická vrstva
- 40mm Kročejová izolace (dyn.tuhost 10Mpa/m)
- 200mm ŽB deska
- Povrchová úprava betonu/SDK podhled
- 150mm Minerální vata (obj. h. 40-60kg/m<sup>3</sup>)
- Pod žebry vata tl.60mm+40mm vzduch .mezera)
- Vzduchová mezera
- Závěsný rastr na SDK podhled (kmitočtově laditelné závěsy)
- 27.5mm Záklopová deska (min. obj. h. 1000kg/m<sup>3</sup>), odolná proti prokopnutí
- 1377,5mm Celkem tl.

##### a) Vzduchová neprůzvučnost $R'_w$ :

Požadavek na zvukovou izolaci dle ČSN 73 0532:

$R'_w = 60\text{dB}$

Požadavek dle NV 272/2011 Sb.

$L_{A\text{max}} = 45\text{dB}$

Vypočtená vzduchová neprůzvučnost stropní konstrukce bez SDK podhledu (dynamická tuhost 10MPa/m):

$R_w = 61\text{dB}$

Korekce, závislá na vedlejších cestách šíření zvuku

$k_1 = 2\text{dB}$

**Vypočtená stavební vzduchová neprůzvučnost**

$R'_w = 59\text{dB}$

Po realizaci SDK podhledu dojde ke zlepšení vzduchové neprůzvučnosti o **5dB** a především k omezení přenosu nízkých kmitočtů.

#### Splnění požadavku na zvukovou izolaci dle ČSN 73 0532 a NV 272/2011 sb. – ANO

V prostoru pod ŽB žebry musí být min. vata volně umístěna do 2/3 vzduchové mezery. Tato vata nesmí být v tomto prostoru ztuhněna. Celoplošný SDK podhled musí být umístěn pod ŽB žebry min. 100mm. těchto žebrov se nesmí dotýkat a musí být použity kmitočtově laditelné závěsy např. Rigips, Allegro, ..., kde průžná vložka musí být nalazena na co nejnižší kmitočet ideálně 10-15Hz.

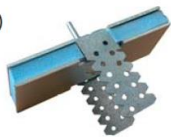
Obr. 3-1: Kmitočtově laditelný závěs Rigips



Akce: ZŠ Jizerská Čakovice  
Profese: Stavební akustika  
Stupeň PD: DUR + DSP

## Výrobek

**Akustický závěs Rigips**  
(přerušovač akustické vazby)  
pro akustické podhledy  
s tlumícím členem  
Sylomer SR28.



### b) Kročejová neprůzvučnost $L'_{n,w}$ :

Požadavek na zvukovou izolaci dle ČSN 73 0532:

$L'_{n,w} = 48 \text{ dB}$

Požadavek dle NV 272/2011 Sb.

$L_{Amax} = 45 \text{ dB}$

Vypočtená kročejová neprůzvučnost stropní konstrukce bez SDK pohledu (dynamická tuhost 10MPa/m):

$L'_{n,w} = 47 \text{ dB}$

Korekce, závislá na vedlejších cestách šíření zvuku

$k_1 = 2 \text{ dB}$

**Vypočtená stavební vzduchová neprůzvučnost**

$L'_{n,w} = 49 \text{ dB}$

Po realizaci SDK pohledu dojde ke zlepšení kročejové neprůzvučnosti o **9dB**.

### Splnění požadavku na zvukovou izolaci dle ČSN 73 0532 a NV 272/2011 sb. – ANO

#### Důležité:

Výpočet je proveden pro dělicí konstrukci, která počítá se standardními vedlejšími cestami přenosu způsobenými vlivem realizace dělicí konstrukce.

Ostatní akusticky slabá místa dělicí konstrukce musí být realizována tak, aby nedocházelo ke snižování neprůzvučnosti posuzované dělicí konstrukce, především se může jednat o rozvody vody, odpadu, VZT, elektro.

Veškeré prostupy musí být utěsněny hmotným materiálem. V žádném případě nesmí být použita montážní pěna, která vykazuje nízkou vzduchovou neprůzvučnost.

V případě rozvodů, které se mohou stát zvukovodem, je nutné realizovat dodatečnou zvukovou izolaci v podobě umístění rozvodu do SDK „kastlíku“.



### 3.1.2 Posouzení podlahy v tělocvičně 100.15

Navržená dělicí konstrukce:

- EX (100mm) Podkladní vrstva
- 300mm ŽB konstrukce-viz statická část
- 50mm Pružící podložky (izolátory) - Prostor vyplněn tepelnou izolací (min.vata) -  $\lambda$  0,036 W/m.K
- 15mm Dřevotřísková deska
- Separáčn $\acute$ í fólie
- 100mm Roznášec $\acute$ í betonová deska
- IN (220mm) VLD podlaha s odpružen $\acute$ ým roštem a nášlapná vrstva
  - pojistná fólie
  - teplená izolace tl 80mm pod rošt
  - teplená izolace tl 20mm mezi rošt
  - podkladní špalíky
  - vyrovnávac $\acute$ í plastové rektifikovatelné klínky
  - spodní prkna spodního roštu
  - distanční podložky a pružné elementy
  - horní prkna spodního roštu
  - horní mezerovit $\acute$ ý rošt
  - polyetylenová fólie
  - palubkový dílec VLD 19mm
  - 3x nátěr (1x základ lak+2x polyuretanov $\acute$ ý lak)

Při provozu tělocvičny bude při některých sportovních aktivitách buzena podlaha tělocvičny a následně se budou tyto rázy přenášet do okolních prostor prostřednictvím ŽB konstrukce.

Aby se tyto rázy eliminovaly, tak je nutné provést těžkou plovoucí podlahu uloženou na materiálu, který bude eliminovat tyto rázy. Nejlepším materiálem, který by eliminoval tyto rázy je materiál na bázi „Sylomer“. Tento materiál lze kmitočtově ladit. Díky tomu lze dosáhnout i eliminace velmi nízkých kmitočtů.

Aby podlaha eliminovala i velmi nízké kmitočty, tak rezonanční kmitočet Sylomeru musí být co nejnižší (ideálně kolem 10-15Hz). Tohoto lze dosáhnout vhodnou volbou typu, rozměrů, rozmístění a výšky Sylomeru.

Výška tepelné izolace (minerální vaty), která je umístěná mezi pružnými podložkami, musí být taková, aby nepropojovala při maximálním zatížení ŽB konstrukci a dřevotřískovou desku (tzn. aby se při maximálním zatížení podlahy nedotýkaly dřevotřískové desky minerální vaty).

Při správné volbě parametrů Sylomeru a technologického postupu a zásad při realizaci (především zajištění jednotlivých dilatací těžké plovoucí podlahy od okolních stěn) bude splněn limit dle NV 272/2011 sb. Při návrhu Sylomeru je nutné uvažovat i se zvýšeným zatížením podlahy od nárazových předstěn.

#### Základními parametry pro správnou funkci podlahy:

**1) Těžká plovoucí podlaha:** Pro správnou funkci podlahy je nutné mít co nejnižší rozdíl mezi statickým a dynamickým zatížením podlahy. Je to z důvodu správné funkce podlahy při různých zatíženích podlahy. Z tohoto důvodu je nejvhodnější variantou realizovat ŽB těžkou plovoucí podlahu, která bude uložena na materiálu typu Sylomer.

#### 2) Materiál typu Sylomer.

Tento materiál nebude realizován celoplošně, ale předpoklad je terčové uložení. Přesné rozměry a rozteče jednotlivých terčů musí vycházet z výpočtů jednotlivých zatížení a celkového statického posouzení. Vstupní předpoklad pro výpočet je uložení na terče rozměru 200mm x 200mm v rastu 1m (musí být upřesněno na základě statického výpočtu). Navrhovaná tloušťka Sylomeru 50mm.

#### 3) Základová pevná ŽB vrstva

Aby Sylomer plnil správnou funkci, tak je nutné aby byl umístěn na pevnou roznášec $\acute$ í vrstvu.

### 3.1.3 Omezení přenosu hluku prostřednictvím dělicích konstrukcí.

U všech vertikálních dělicích konstrukcí tělocvičny může docházet v závislosti na provozu tělocvičny k přenosu hluku prostřednictvím dělicích konstrukcí např. při míčových hrách.

Aby se tyto přenosy v maximální možné míře eliminovaly, tak je třeba realizovat nárazové předstěny, které budou pružně uloženy na těžké plovoucí podlaže (při návrhu Sylomeru těžké plovoucí podlahy musí být již s tímto přitížením počítáno) a zároveň budou dilatované od vertikálních dělicích konstrukcí pomocí kmitočtově laditelných úchytů. Při realizaci je důležité použít kmitočtově laditelné závěsy např. Rigips, Allegro, ..., kde průžná vložka musí být nalazena na co nejnižší kmitočet ideálně 10-15Hz.

Tyto předstěny nezajišťují zvýšení neprůzvučnosti dělicí konstrukce, plní funkci omezení rázů do konstrukce. Skladba předstěny a množství nosné konstrukce musí splňovat požadavky na aplikaci do tělocvičen. Do předstěn lze výhodně aplikovat obklady prostorové akustiky, které zlepšují srozumitelnost a sníží hladinu hluku v prostoru tělocvičny resp. hladinu pronikající do chráněných prostor.

Výška nárazové předstěny musí být volena na základě předpokládaného provozu v tělocvičně.

Příklad pružného závěsu:

Výrobek

Akustický třmen Rigips  
(přerušovač akustické vazby)  
pro akustické předstěny a příčky  
s tlumícím členem Sylomer SR28.



### 3.1.4 Posouzení dělicí konstrukce mezi tělocvičnou m.č. 100.15 a učebnou 200.13

Tělocvična m.č. 100.15 úhlopříčně sousedí s učebnou m.č. 200.13. Akusticky slabým místem z hlediska vzduchové neprůzvučnosti je styk těchto místností.

Navržená dělicí konstrukce: ŽB stěna tl. 350mm (v místě styku místností)

#### Vzduchová neprůzvučnost $R'_w$ :

Požadavek na zvukovou izolaci dle ČSN 73 0532:

$R'_w = 57\text{dB}$

Požadavek dle NV 272/2011 Sb.

$L_{A\text{max}} = 45\text{dB}$

Vypočtená vzduchová neprůzvučnost:

$R_w = 61\text{dB}$

Korekce, závislá na vedlejších cestách šíření zvuku

$k_1 = 2\text{dB}$

**Vypočtená stavební vzduchová neprůzvučnost**

**$R'_w = 59\text{dB}$**

#### Splnění požadavku na zvukovou izolaci dle ČSN 73 0532 a NV 272/2011 sb. – ANO

Při vysokých hladinách v prostoru tělocvičny bude v učebně provoz tělocvičny slyšitelný.

## 4 OBECNÉ ZÁSADY

### Vybrané zásady, které je důležité při výstavbě dodržovat:

- Při výstavbě je nutné dodržovat technologické postupy výrobce
- Nepoužívat cihelné zdivo bez omítky (ani jednostranně omítnuté) – významným způsobem dochází ke snížení vzduchové neprůzvučnosti - především u AKU cihel
- Případné nutné prostupy v dělicích konstrukcích musí být následně zaslepeny materiálem ve stejné kvalitě a tloušťce – nepoužívat montážní pěnu. I malým otvorem v dělicí konstrukci, který je vyplněn materiálem s nízkou vzduchovou neprůzvučností dochází k významnému snížení vzduchové neprůzvučnosti celé příčky.
- Případné zásuvky a rozvodové krabice není vhodné instalovat v dělicí konstrukci proti sobě.
- Při realizaci těžké plovoucí podlahy musí být v celé délce po obvodu umístěny izolační pásy.
- Především dělicí konstrukce mezi akusticky náročnými prostory nesmí být významně oslabovány jednotlivými rozvody. Rozvody je možné umístit do instalačních předstěn.

## 5 ZÁVĚR

Požadavkem objednavatele je eliminace přenosu hluku z prostoru tělocvičny navrhované ZŠ Jizerská – Čakovice do okolních chráněných prostor především do učeben. Tato technická zpráva posuzuje tuto problematiku a doporučuje opatření, která povedou k celkovému snížení přenosu hluku z tělocvičny.

Ve zprávě jsou posouzeny vybrané dělicí konstrukce týkající se tělocvičny. U těchto dělicích konstrukcí jsou navrženy úpravy, při jejichž dodržení dojde ke splnění požadovaných normových požadavků pro tyto konstrukce. Zároveň musí být splněny veškeré technologické postupy předepsané výrobcem u jednotlivých navržených materiálů.

### Hlavní opatření pro omezení přenosu hluku se týkají:

1) Posílení stropní konstrukce tělocvičny: V tomto případě je využito dvojité konstrukce, která je tvořena základní ŽB hmotnou podlahovou konstrukcí a SDK pohledem, který je díky velkým ŽB překladům svěšen na pružných závěsech s velkou vzduchovou mezerou vyplněnou minerální vatou. Díky této dvojité skladbě se bude dosahovat velmi vysokých neprůzvučností i na nízkých kmitočtech.

2) Odstranění přenosu rázů do podlahové konstrukce tělocvičny: Zde je navržena těžká plovoucí podlaha, která bude uložena na materiálu typu Sylomer. Díky tomuto materiálu se docílí velmi efektivní eliminace přenosu nízkých kmitočtů.

3) Omezení přenosu rázů vertikálních konstrukcí. Řešením je realizace nárazových předstěn, které budou dilatované pomocí pružných členů.

Zpracoval: Ing. Michal Šitých