

# Odborný posudek

## - Prokázání dosažení průtoku větracího vzduchu v typické učebně ZŠ Bělá pod Bezdězem, budova v ul. Tyršova č. p. 20



Vypracovali:

Ing. Luboš Knor

Ing. Daniela Kreisingerová

Datum vypracování: 14.4.2016

**OBSAH:**

<b>1</b>	<b>Identifikační údaje .....</b>	<b>3</b>
1.1	<i>Zadavatel .....</i>	3
1.2	<i>Zpracovatel .....</i>	3
1.3	<i>Předmět .....</i>	3
<b>1</b>	<b>Účel zpracování odborného posudku .....</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Podklady pro zpracování odborného posudku .....</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>VÝPOČET .....</b>	<b>5</b>
3.1	<i>Předmět výpočtu .....</i>	5
3.2	<i>Metodika výpočtu .....</i>	6
3.3	<i>Okrajové podmínky výpočtu .....</i>	7
3.4	<i>Výsledné parametry .....</i>	9
<b>4</b>	<b>VYHODNOCENÍ .....</b>	<b>11</b>
<b>5</b>	<b>PŘÍLOHY .....</b>	<b>12</b>
5.1	<i>Příloha č. 1 – Průběh vnitřní teploty .....</i>	12
5.2	<i>Příloha č. 2 – Stanovení min. průtoku vzduchu v typické učebně .....</i>	16
5.3	<i>Příloha č. 3 – Stanovení průtoku vzduchu .....</i>	17

## 1 Identifikační údaje

### 1.1 Zadavatel

**Název a adresa:** Město Bělá pod Bezdězem  
Masarykovo náměstí č. p. 90  
294 21 Bělá pod Bezdězem

**Jméno odpovědného zástupce:** Ing. Jana Vltavská,  
referentka odboru rozvoje a majetku města

**Telefonní spojení:** +420 326 700 927

**IČO:** 00 237 434

### 1.2 Zpracovatel

**Název a adresa firmy:** Energy Benefit Centre a.s.  
Křenova 438/3, 162 00 Praha 6

**Telefonní a faxové spojení:** 270 003 300

**IČO:** 29 029 210

**Zpracovatelé:** Ing. Luboš Knor, autorizovaný inženýr pro  
techniku prostředí staveb, specializace  
technická zařízení  
Ing. Daniela Kreisingerová

### 1.3 Předmět

**Předmět:** ZŠ Bělá pod Bezdězem – budova Tyršova

**Místo stavby, adresa:** Tyršova č. p. 20, 294 21 Bělá pod Bezdězem

**Katastrální území:** Bělá pod Bezdězem [601705]

**Vlastník:** Město Bělá pod Bezdězem  
Masarykovo náměstí č. p. 90  
294 21 Bělá pod Bezdězem

**Telefonní spojení:** +420 326 700 927

**IČO:** 00 237 434

**Provozovatel:** Základní škola Bělá pod Bezdězem  
Máchova č. p. 1110  
294 21 Bělá pod Bezdězem

**Jméno odpovědného zástupce:** Mgr. Jiří Šíma

## 1 Účel zpracování odborného posudku

Objekt ZŠ Bělá pod Bezdězem – budova v ul. Tyršova č. p. 20, postavený na pozemku parc. č. st. 243 v katastrálním území Bělá pod Bezdězem [601705] se nachází v části historické zástavby města Bělá pod Bezdězem, jejíž území bylo vyhláškou Ministerstva kultury České republiky č.476/1992 Sb., o prohlášení území historických jader vybraných měst za památkové zóny, ze dne 10 září 1992 prohlášeno městskou památkovou zónou.

Stanovisko vydané orgánem památkové péče znemožňuje provedení zásahů do obvodového pláště budovy. Vzhledem k tomuto stanovisku nelze v předmětné budově provést systém větrání s nucenou výměnou vzduchu pomocí vzduchotechnického zařízení.

Odborný posudek je zpracován za účelem prokázání dosažení průtoku větracího vzduchu v typické učebně budovy Tyršova č. p. 20 ZŠ Bělá pod Bezdězem (1. – 3. ročníky) prostřednictvím přirozeného větrání okny.

## 2 Podklady pro zpracování odborného posudku

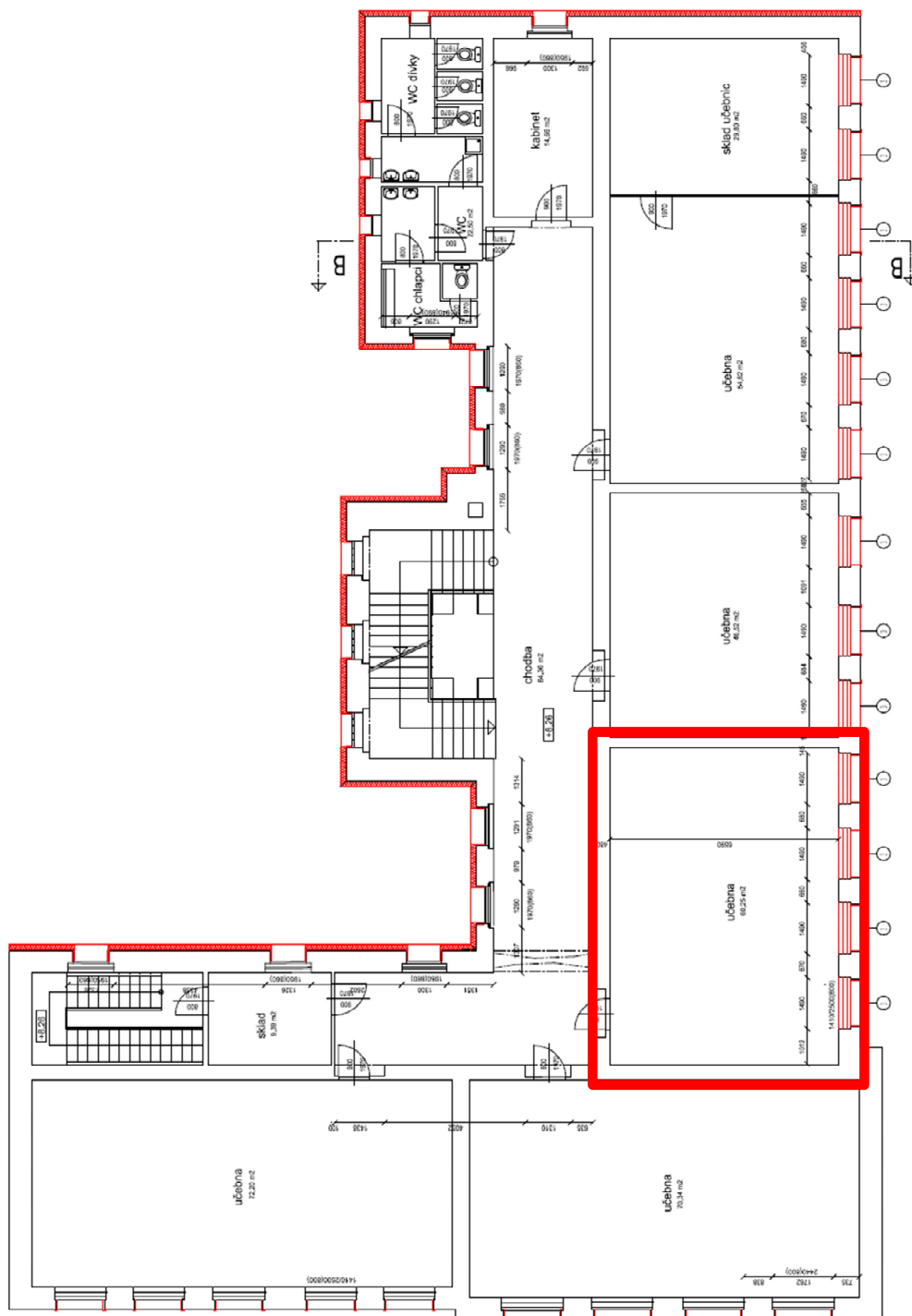
Pro vypracování předkládané zprávy byly využity následující podklady:

- 1) Projekt pro stavební povolení „Snížení energetické náročnosti ZŠ Tyršova 20, Bělá pod Bezdězem“ z března 2016 zpracovaný Ing. T. Rakouským.
- 2) Energetický posudek „Snížení energetické náročnosti budovy Základní školy, Tyršova 20, Bělá pod Bezdězem“ z dubna 2016 zpracovaný Ing. Dagmar Richtrovou.
- 3) ČSN 73 0548 – Výpočet tepelné zátěže klimatizovaných prostorů
- 4) ČSN 73 0540, část 1 – 4
- 5) ČSN EN ISO 13792 – Tepelné chování budov – Výpočet vnitřních teplot v místnosti v letním období bez strojního chlazení – Zjednodušené metody
- 6) Metodický pokyn pro návrh větrání škol – výpočetní pomůcka, verze 1, platná od 1.12.2015
- 7) Předpis č. 410/2005 Sb. – Vyhláška o hygienických požadavcích na prostory a provoz zařízení a provozoven pro výchovu a vzdělávání dětí a mladistvých, §18, odstavec 4

## 3 VÝPOČET

### 3.1 Předmět výpočtu

Pro výpočet byla zvolena s podlahovou plochou 60,25 m<sup>2</sup> ve 3. NP orientovaná fasádou na východ, viz obrázky:





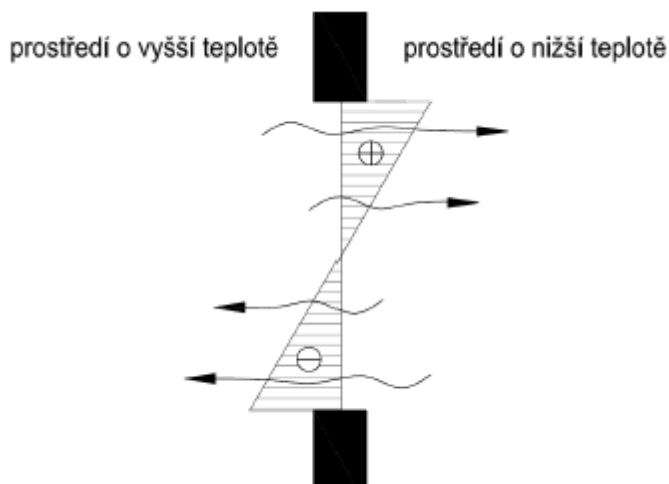


### 3.2 Metodika výpočtu

Výpočet je proveden za účelem prokázání dosažení průtoku větracího vzduchu v typické učebně **přírozeným větráním**.

Přírozené větrání je definováno jako větrání založené na principu teplotního a tlakového rozdílu vnitřního a venkovního vzduchu.

Na následujícím obrázku je znázorněn princip výpočtu.



Pro určení teplotního rozdílu vnitřního a venkovního vzduchu byl použit výpočet dle ČSN EN ISO 13792. Detaily jsou uvedeny v příloze č. 1.

Po otevření okna se v těžišti efektivní průtočné plochy vytvoří neutrální osa. Vlivem rozdílu hustot (teplot) venkovního a vnitřního vzduchu je vyvozen účinný vztlak.

Pro určení tlakového rozdílu vnitřního a venkovního vzduchu je použit vztah:

$$\Delta p = h \cdot g \cdot \Delta \rho = h \cdot g \cdot (\rho_e - \rho_i) \quad (1)$$

kde  $h$  (m) je vertikální vzdálenost os horní a spodní plochy těžiště,  $\rho_e$  (kg/m<sup>3</sup>) je hustota venkovního přiváděného vzduchu,  $\rho_i$  (kg/m<sup>3</sup>) je hustota vnitřního vzduchu.

Průtok vzduchu je dán vztahem:

$$V = \mu \cdot S \cdot w \quad (2)$$

Rychlost proudění určuje účinný vztlak:

$$w = \sqrt{\frac{2 \cdot \Delta p}{\rho}} \quad (3)$$

### 3.3 Okrajové podmínky výpočtu

Výpočet je proveden pro měsíc květen, kdy se předpokládá intenzivní výuka a zároveň rozdíl mezi vnitřní a venkovní teplotou je minimální.

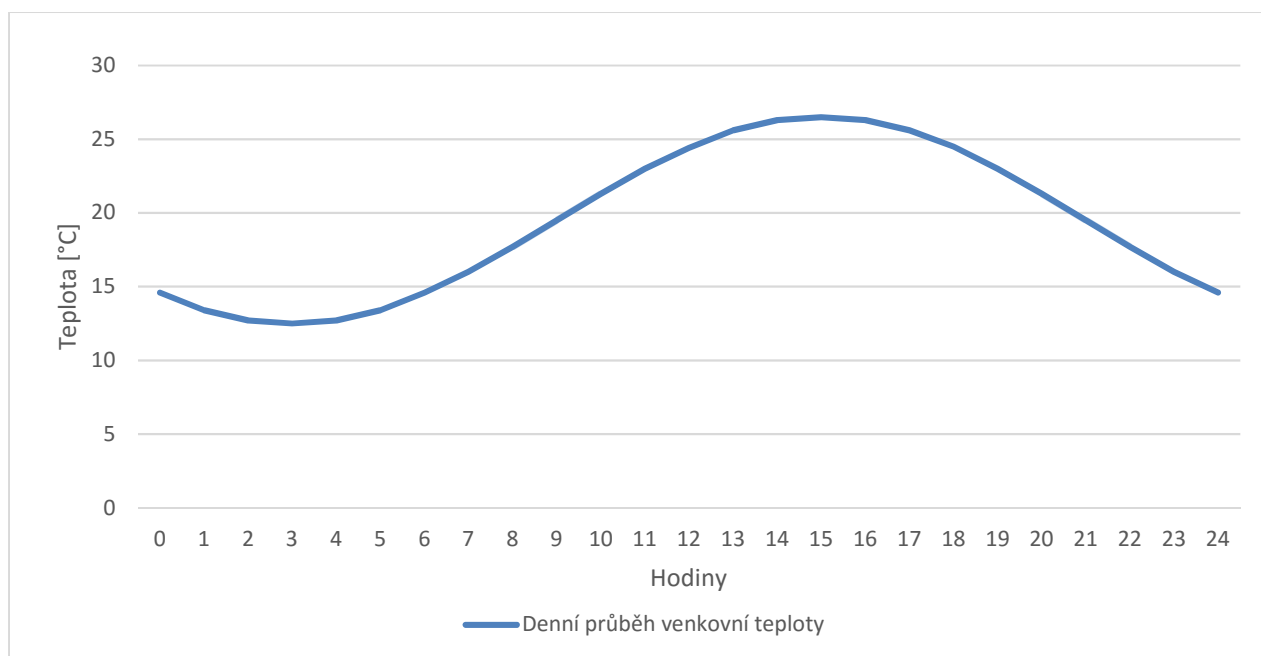
Do výpočtu vstupují základní parametry, uvedené v následující tabulce:

Parametr	Hodnota
Podlahová plocha učebny (m <sup>2</sup> )	60,3
Vnitřní objem (m <sup>3</sup> )	222,5
Plocha vnějšího okna (m <sup>2</sup> )	2,8
Počet oken (-)	4
Celková plocha vnějších oken (m <sup>2</sup> )	11,3
Plocha stěny vnější (po odečtení plochy oken) (m <sup>2</sup> )	38,4
Plocha stěn vnitřních svislých (m <sup>2</sup> )	126,6
Celková podlahová plocha (m <sup>2</sup> )	74,9

Do výpočtu vstupují vnitřní zisky (od osob):

Vnitřní zisky	Hodnota
Výuka začíná	8:00
Výuka končí	14:00
Přestávka na oběd	12:00 - 13:00
Počet žáků	30
Zisky od žáka (W/os)	50,0
Zisky od pedagoga (W/os)	90,0
Plocha stěn vnitřních svislých (m <sup>2</sup> )	1590,0

Na následujícím obrázku je vidět typický průběh venkovní teploty pro 21. květen:

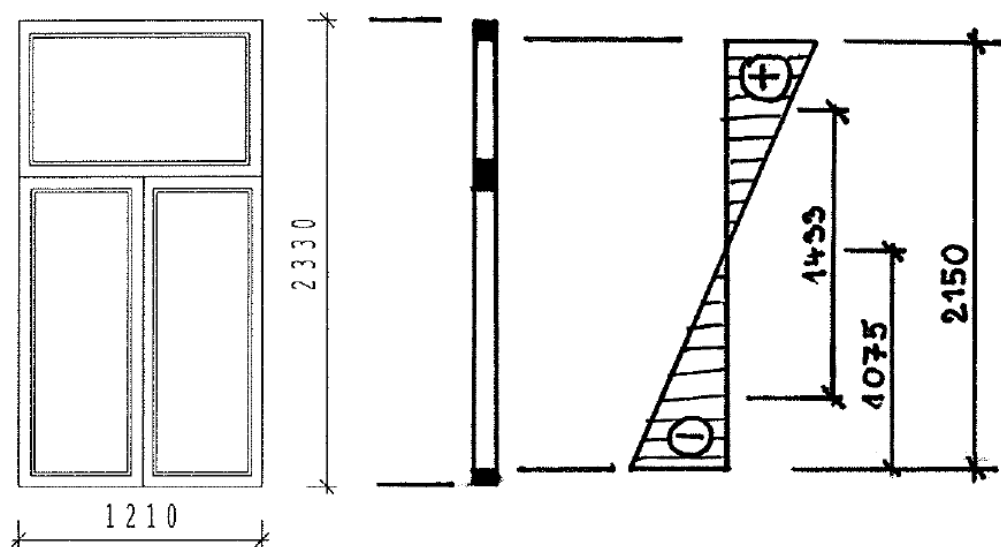


Na následujícím obrázku jsou vidět geometrické parametry dvojitého okna. Během výuky se předpokládá otevření spodních křídel a vyklopení horních křídel okna pod úhlem 30°.

Mimo výuku se předpokládá přirozené větrání  $n = 0,3 \text{ h}^{-1}$ .

Následující obrázky znázorňují rozměry a způsob otvírání oken v učebně a průtočnou plochu při vyklopení obou křídel v požadovaném sklonu a znázornění tlakových poměrů.



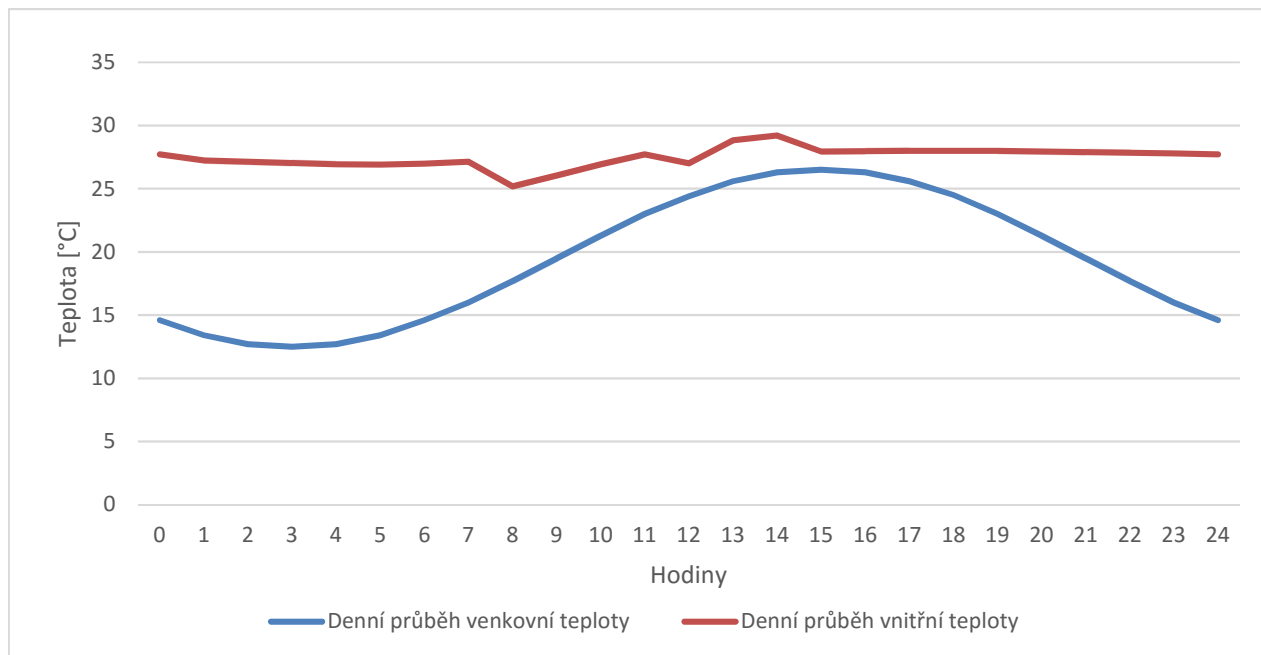


### 3.4 Výsledné parametry

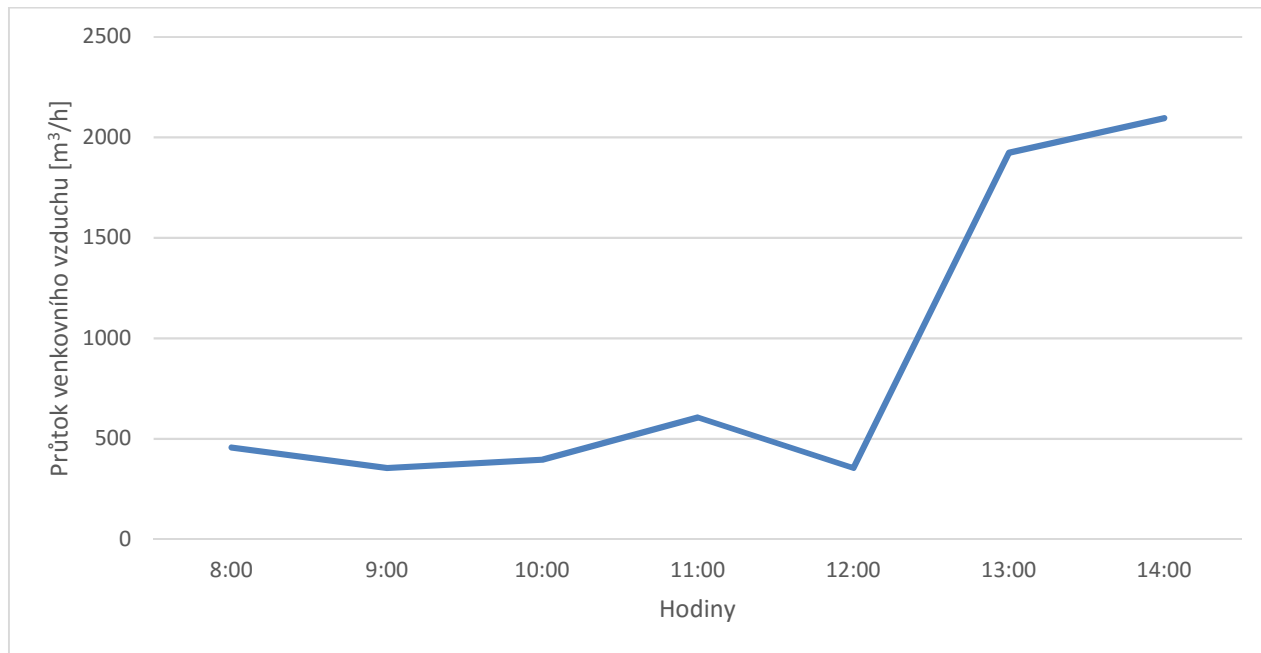
V následující tabulce je znázorněn průběh venkovní a vnitřní teploty:

Denní hodina	Venkovní teplota $t_e$ [°C]	Vnitřní teplota $t_i$ [°C]
1	13,4	27,25
2	12,7	27,13
3	12,5	27,03
4	12,7	26,94
5	13,4	26,91
6	14,6	26,99
7	16,0	27,13
8	17,7	25,19
9	19,5	26,06
10	21,3	26,93
11	23,0	27,73
12	24,4	27,02
13	25,6	28,84
14	26,3	29,21
15	26,5	27,94
16	26,3	27,98
17	25,6	28,00
18	24,5	28,01
19	23,0	27,99
20	21,3	27,95
21	19,5	27,91
22	17,7	27,86
23	16,0	27,79
24	14,6	27,73

Průběh venkovní a vnitřní teploty je znázorněn graficky:



Graficky je znázorněn vypočtený průtok venkovního vzduchu přirozeným způsobem:



## 4 VYHODNOČENÍ

Na základě metodického pokynu pro návrh větrání škol – výpočetní pomůcka, verze 1, platné od 1.12.2015, bylo určeno minimální množství větracího vzduchu pro dodržení maximální koncentrace  $\text{CO}_2$  –  $V_p = 350 \text{ m}^3/\text{h}$ , viz přílohu č. 2.

Na základě hodinového výpočtu pro předpokládanou dobu výuky od 8:00 do 14:00 bylo určeno minimální množství větracího vzduchu  $V_p = 355 \text{ m}^3/\text{h}$  v 9:00 a ve 12:00 hodin, viz přílohu č. 2.

Výpočtem bylo prokázáno, že během výuky při odpovídajícím režimu přirozeného větrání okny nebude překročena maximální povolené koncentrace  $\text{CO}_2$  ve vnitřním prostoru 1 500 ppm a splněn požadavek předpisu č. 410/2005 Sb. – Vyhláška o hygienických požadavcích na prostory a provoz zařízení a provozoven pro výchovu a vzdělávání dětí a mladistvých na množství přiváděného čerstvého vzduchu.

V Praze dne 14.4.2016

## 5 PŘÍLOHY

### 5.1 Příloha č. 1 – Průběh vnitřní teploty

## ODEZVA MÍSTNOSTI NA VNITŘNÍ A VNĚJŠÍ TEPELNOU ZÁTĚŽ V LETNÍM OBDOBÍ

podle ČSN EN ISO 13792

Simulace 2011

Název úlohy : **ZŠ Bělá pod Bezdězem - budova Tyršova**  
 Zpracovatel : Ing. Daniela Kreisingerová  
 Zakázka : Bělá pod Bezdězem  
 Datum : 14.4.2016

#### KONTROLNÍ TISK VSTUPNÍCH DAT :

Datum a zeměpisná šířka: 21. 5. , 52 st.  
 Objem vzduchu v místnosti: 222.54 m<sup>3</sup>  
 Souč. přestupu tepla prouděním: 2.50 W/m<sup>2</sup>K  
 Souč. přestupu tepla sáláním: 5.50 W/m<sup>2</sup>K  
 Činitel f<sub>sa</sub>: 0.00

#### Okrajové podmínky výpočtu:

Čas [h]	n [1/h]	Fi,i [W]	Te [C]	Intenzita slunečního záření pro jednotlivé orientace [W/m <sup>2</sup> ]								
				I,S	I,J	I,V	I,Z	I,H	I,JV	I,JZ	I,SV	I,SZ
1	0.3	0	13.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0.3	0	12.7	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0.3	0	12.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0.3	0	12.7	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0.3	0	13.4	89	29	162	29	62	80	29	166	29
6	0.3	0	14.6	161	61	477	61	201	284	61	426	61
7	0.3	0	16.0	113	88	653	88	368	470	88	506	88
8	6.3	1590	17.7	112	210	708	119	535	602	119	464	119
9	5.8	1590	19.5	132	358	663	132	684	667	132	348	132
10	5.2	1590	21.3	147	481	542	147	801	663	147	190	147
11	4.5	1590	23.0	156	561	366	156	875	591	294	156	165
12	2.5	0	24.4	159	589	159	159	900	463	463	159	159
13	3.2	1590	25.6	156	561	156	366	875	294	591	156	156
14	2.7	1590	26.3	147	481	147	542	801	147	663	147	190
15	0.0	0	26.5	132	358	132	663	684	132	667	132	348
16	0.0	0	26.3	112	210	112	708	535	112	402	112	464
17	0.0	0	25.6	113	88	88	653	368	88	470	88	506
18	0.0	0	24.5	161	61	61	477	201	61	284	61	426
19	0.0	0	23.0	89	29	29	162	62	29	80	29	166
20	0.0	0	21.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	0.0	0	19.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	0.0	0	17.7	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	0.0	0	16.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	0.0	0	14.6	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Vysvětlivky:

Te je teplota vnějšího vzduchu, n je násobnost výměny v místnosti a Fi,i je velikost vnitřních zdrojů tepla.

#### Zadané neprůsvitné konstrukce:

**Energy Benefit Centre a.s.**  
 Křenova 438/3  
 162 00, Praha 6  
 Czech Republic

IČ: 29029210, DIČ: CZ29029210  
 Společnost je zapsána v obchodním  
 rejstříku u Městského soudu v Praze  
 pod spisovou značkou B 15915

Telefon: +420 270 003 300  
 E-mail: kontakt@energy-benefit.cz  
 Internet: www.energy-benefit.cz

**Konstrukce číslo 1** ... vnější jednoplášťová konstrukce

Plocha konstrukce: 38.40 m<sup>2</sup>      Souč. prostupu tepla U: 1.24 W/m<sup>2</sup>K  
 Tep.odpor R<sub>si</sub>: 0.13 m<sup>2</sup>K/W      Tep.odpor R<sub>se</sub>: 0.08 m<sup>2</sup>K/W  
 Orientace kce: východ  
 Pohltivost záření: 0.30      Činitel oslunění: 1.00

vrstva č.	Název	d [m]	Lambda [W/mK]	M.teplo [J/kgK]	M.hmotnost [kg/m <sup>3</sup> ]
1	Omítka vápenná	0.0150	0.870	840.0	1600.0
2	Zdivo CP 1	0.4500	0.800	900.0	1700.0
3	Omítka vápenocemento	0.0250	0.990	790.0	2000.0

Tepelná kapacita C: 192.868 kJ/m<sup>2</sup>K

**Konstrukce číslo 2** ... vnitřní konstrukce

Plocha konstrukce: 38.48 m<sup>2</sup>      Souč. prostupu tepla U: 1.42 W/m<sup>2</sup>K  
 Tep.odpor R<sub>si</sub>: 0.13 m<sup>2</sup>K/W      Tep.odpor R<sub>se</sub>: 0.08 m<sup>2</sup>K/W

vrstva č.	Název	d [m]	Lambda [W/mK]	M.teplo [J/kgK]	M.hmotnost [kg/m <sup>3</sup> ]
1	Omítka vápenná	0.0150	0.870	840.0	1600.0
2	Zdivo CP 1	0.3700	0.800	900.0	1700.0
3	Omítka vápenná	0.0150	0.870	840.0	1600.0

Tepelná kapacita C: 199.463 kJ/m<sup>2</sup>K

**Konstrukce číslo 3** ... vnitřní konstrukce

Plocha konstrukce: 38.48 m<sup>2</sup>      Souč. prostupu tepla U: 1.42 W/m<sup>2</sup>K  
 Tep.odpor R<sub>si</sub>: 0.13 m<sup>2</sup>K/W      Tep.odpor R<sub>se</sub>: 0.08 m<sup>2</sup>K/W

vrstva č.	Název	d [m]	Lambda [W/mK]	M.teplo [J/kgK]	M.hmotnost [kg/m <sup>3</sup> ]
1	Omítka vápenná	0.0150	0.870	840.0	1600.0
2	Zdivo CP 1	0.3700	0.800	900.0	1700.0
3	Omítka vápenná	0.0150	0.870	840.0	1600.0

Tepelná kapacita C: 199.463 kJ/m<sup>2</sup>K

**Konstrukce číslo 4** ... vnitřní konstrukce

Plocha konstrukce: 49.67 m<sup>2</sup>      Souč. prostupu tepla U: 1.25 W/m<sup>2</sup>K  
 Tep.odpor R<sub>si</sub>: 0.13 m<sup>2</sup>K/W      Tep.odpor R<sub>se</sub>: 0.08 m<sup>2</sup>K/W

vrstva č.	Název	d [m]	Lambda [W/mK]	M.teplo [J/kgK]	M.hmotnost [kg/m <sup>3</sup> ]
1	Omítka vápenná	0.0150	0.870	840.0	1600.0
2	Zdivo CP 1	0.4500	0.800	900.0	1700.0
3	Omítka vápenná	0.0150	0.870	840.0	1600.0

Tepelná kapacita C: 193.454 kJ/m<sup>2</sup>K

**Konstrukce číslo 5** ... vnitřní konstrukce

Plocha konstrukce: 74.94 m<sup>2</sup>      Souč. prostupu tepla U: 1.23 W/m<sup>2</sup>K  
 Tep.odpor R<sub>si</sub>: 0.17 m<sup>2</sup>K/W      Tep.odpor R<sub>se</sub>: 0.08 m<sup>2</sup>K/W

vrstva č.	Název	d [m]	Lambda [W/mK]	M.teplo [J/kgK]	M.hmotnost [kg/m <sup>3</sup> ]
1	Podlahové linoleum	0.0040	0.170	1400.0	1200.0
2	OSB desky	0.0300	0.130	1700.0	650.0
3	Malta cementová	0.0150	1.160	840.0	2000.0
4	Dřevo měkké (tok kol	0.0240	0.180	2510.0	400.0
5	Uzavřená vzduch. dut	0.0260	1.625	1280.0	73.0
6	Dřevo měkké (tok kol	0.0240	0.180	2510.0	400.0
7	Omítka vápenná	0.0150	0.870	840.0	1600.0

Tepelná kapacita C: 56.779 kJ/m<sup>2</sup>K

**Konstrukce číslo 6** ... vnitřní konstrukce

Plocha konstrukce: 74.94 m<sup>2</sup>      Souč. prostupu tepla U: 0.15 W/m<sup>2</sup>K  
 Tep.odpor R<sub>si</sub>: 0.17 m<sup>2</sup>K/W      Tep.odpor R<sub>se</sub>: 0.08 m<sup>2</sup>K/W

vrstva č.	Název	d [m]	Lambda	M.teplo	M.hmotnost
-----------	-------	-------	--------	---------	------------

		[W/mK]	[J/kgK]	[kg/m3]
1	Omítka vápenná	0.0150	0.870	840.0
2	Dřevo měkké (tok kol	0.0240	0.180	2510.0
3	Uzavřená vzduch. dut	0.0260	1.625	1280.0
4	Dřevo měkké (tok kol	0.0240	0.180	2510.0
5	Škvára	0.1000	0.270	750.0
6	Dřevo měkké (tok kol	0.0240	0.180	2510.0
7	Isover Orsik	0.2600	0.047	891.2
				49.7

Tepelná kapacita C: 78.697 kJ/m2K

#### **Zadané vnější průsvitné konstrukce:**

##### **Konstrukce číslo 1**

Plocha konstrukce:	11.28 m2	Souč. prostupu tepla U:	0.88 W/m2K
Tep.odpor Rsi:	0.13 m2K/W	Tep.odpor Rse:	0.07 m2K/W
Orientace kce:	východ		
Propustnost záření g:	0.500	Činitel prostupu TauE:	0.500
Terciální činitel Sf3:	0.000	Korekční činitel zasklení:	0.75
Korekční činitel clonění:	1.00	Činitel oslunění:	0.50
Sekundární činitel Sf2:	0.000	Činitel jímavosti Y:	0.81 W/K

#### **VÝSLEDKY VYŠETŘOVÁNÍ ODEZVY MÍSTNOSTI:**

Metodika výpočtu:

R-C metoda

Obalová plocha místnosti At:	326.19 m2
Tepelná kapacita místnosti Cm:	42631.3 kJ/K
Ekvivalentní akumulční plocha Am:	257.57 m2
Měrný zisk vnitřní konvekce a radiace His:	1124.37 W/K
Měrný zisk přes okna a lehké konstrukce Hes:	9.88 W/K
Měrný zisk přes hmotné konstrukce Hth:	47.42 W/K
Činitel přestupu tepla na vnitřní straně Hms:	2343.90 W/K
Činitel prostupu z exteriéru na povrch hmotných kcí Hem:	48.40 W/K

#### **Výsledné vnitřní teploty a tepelný tok:**

Čas [h]	Tepelný tok [W]	Teplota vnitřního vzduchu [C]	Teplota střední radiální [C]	Teplota výsledná operativní [C]
1	1055.7	27.25	27.51	27.43
2	1000.5	27.13	27.40	27.32
3	984.8	27.03	27.30	27.22
4	1000.5	26.94	27.21	27.12
5	1560.9	26.91	27.17	27.09
6	2637.8	26.99	27.23	27.16
7	3297.0	27.13	27.34	27.28
8	9150.9	25.19	26.75	26.27
9	9371.0	26.06	27.05	26.74
10	9227.2	26.93	27.36	27.22
11	8715.4	27.73	27.65	27.68
12	5395.3	27.02	27.43	27.30
13	7946.2	28.84	28.08	28.31
14	7539.6	29.21	28.29	28.57
15	2223.9	27.94	27.94	27.94
16	2109.2	27.98	27.98	27.98
17	1944.7	28.00	28.00	28.00
18	1741.4	28.01	28.01	28.01
19	1489.1	27.99	27.99	27.99
20	1240.6	27.95	27.95	27.95
21	1135.8	27.91	27.91	27.91
22	1030.9	27.86	27.86	27.86
23	931.9	27.79	27.79	27.79
24	850.4	27.73	27.73	27.73



Minimální hodnota:	25.19	26.75	26.27
Průměrná hodnota:	27.48	27.62	27.58
<b>Maximální hodnota:</b>	<b>29.21</b>	<b>28.29</b>	<b>28.57</b>

STOP, Simulace 2011

## 5.2 Příloha č. 2 – Stanovení min. průtoku vzduchu v typické učebně

### Stanovení průtoku venkovního vzduchu a bilance CO<sub>2</sub> v učebně

Akce:	ZŠ Bělá pod Bezdězem, budova Tyršova	Vypracoval:	Ing. Luboš Knor
Adresa:	Tyršova 20, 294 21 Bělá pod Bezdězem	Datum:	14.04.2016
Učebny č.:	učebna - podl. plocha 60,25 m <sup>2</sup> , 3.NP		

<b>Zadání učebny</b>		<b>Větrání během vyučovací hodiny</b>	
Typ školy	Základní škola 1. stupeň		
Objem místnosti	222,5 m <sup>3</sup>	od	do
Počet dětí ve třídě	30 osob	8:00	8:05
Vyučující	1 osob	8:05	8:10
		8:10	8:15
		8:15	8:20
		8:20	8:25
		8:25	8:30
		8:30	8:35
		8:35	8:40
		8:40	8:45

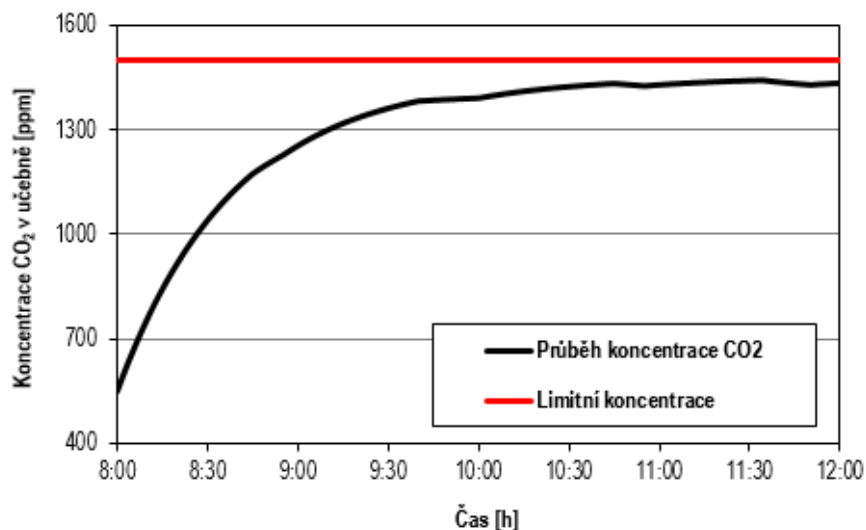
<b>Produkce CO<sub>2</sub></b>		<b>Větrání během malé přestávky</b>	
Produkce CO <sub>2</sub> od dětí	0,010 m <sup>3</sup> /h.os	10 min	8:45
Produkce CO <sub>2</sub> od učitele	0,017 m <sup>3</sup> /h.os	8:50	8:55
Maximální koncentrace CO <sub>2</sub> v učebně	1500 ppm		
Koncentrace CO <sub>2</sub> ve venkovním ovzduší	550 ppm		
Počáteční koncentrace CO <sub>2</sub> ve třídě	550 ppm		
Procento dětí o přestávkách ve třídě	100 %		
Produkce CO <sub>2</sub> o vyučování	0,32 m <sup>3</sup> /h		
Produkce CO <sub>2</sub> o přestávkách	0,30 m <sup>3</sup> /h		

<b>Větrání</b>		<b>Větrání během velké přestávky</b>	
Množství vzduchu na žáka	12 m <sup>3</sup> /h.os	20 min	9:40
Množství vzduchu na vyučujícího	50 m <sup>3</sup> /h.os	9:45	9:50
Návrhový průtok větracího vzduchu	410 m <sup>3</sup> /h	9:50	9:55
Intenzita větrání (orientačně)	1,84 h <sup>-1</sup>	9:55	10:00

<b>Tepelná ztráta větráním</b>		<b>ZÁVĚR</b>	
Teplota vzduchu v místnosti	20 °C	Návrhový průtok	410 m <sup>3</sup> /h
Venkovní výpočtová teplota ČSN 12831	-12 °C	Průtok pro dodržení CO <sub>2</sub>	350 m <sup>3</sup> /h
Účinnost ZZT	0 %	Max. koncentrace CO <sub>2</sub>	1444 ppm
Tepelná ztráta větráním	5234 W	Navržené větrání	VYHOVUJE



### 5.3 Příloha č. 3 – Stanovení průtoku vzduchu

Hodina			8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00
Vnitřní teplota	$t_i$	°C	25,19	26,06	26,93	27,73	27,02	28,84	29,21
Venkovní teplota	$t_e$	°C	17,7	19,5	21,3	23,0	24,4	25,6	26,3
Počet oken	$n$	-	4	4	4	4	4	4	4
Rozteče os	$y$	m	1,433	1,433	1,433	1,433	1,433	1,433	1,433
Hustota venkovního vzduchu	$\rho_i$	°C	1,193	1,189	1,185	1,182	1,184	1,177	1,176
Hustota vnitřního vzduchu	$\rho_e$	°C	1,197	1,191	1,182	1,175	1,1816	1,107	1,093
Účinný vztlak	$\Delta p$	Pa	0,057	0,034	-0,043	-0,100	-0,034	-1,003	-1,189
Rychlost vstupujícího vzduchu do místnosti	$w_p$	m/s	0,310	0,241	0,269	0,412	0,241	1,305	1,422
Rychlost vystupujícího vzduchu z místnosti	$w_o$	m/s	0,309	0,240	0,270	0,413	0,241	1,346	1,475
Průtočná plocha	$S_p \ S_o$	m <sup>2</sup>	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16
	$V_{p, \text{teor}}$	m <sup>3</sup> /s	0,050	0,039	0,043	0,066	0,039	0,210	0,228
	$V_{p, \text{teor}}$	m <sup>3</sup> /h	179	139	156	238	139	754	822
Součinitel kontrakce	$\nu$	-	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85
Průtok venkovního vzduchu pro jedno okno	$V_p$	m <sup>3</sup> /h	152	118	132	202	118	641	699
Průtok venkovního vzduchu pro všechna okna	$V_p$	m <sup>3</sup> /h	457	355	397	607	355	1924	2096