



Vysoká škola technická a ekonomická v Českých Budějovicích

Ústav technicko-technologický

České Budějovice, červen 2020

# Kvalita vnitřního prostředí budovy

- Autor: Bc. Kamila Hadrboľcová
- Vedoucí práce: Ing. Michal Kraus, Ph.D.
- Oponent: Ing. Jiří Kostohryz
- Oponent: prof. Ing. Ingrid Juhásová Šenitková, CSc.

# Cíl práce

---

- Cílem práce je posoudit a zhodnotit hygienu a kvalitu vnitřního prostředí ve vybraných vnitřních prostorech, analyzovat stavebně-technické a technologické řešení budovy v souladu s koncepcí navrhování zdravých budov a jejich prostředí. V práci bude proveden návrh provozu budovy z hlediska hygieny a vnímané kvality vzduchu. V práci se předpokládá monitoring in-situ vnitřního prostředí budovy pomocí multifunkčního měřicího přístroje pro analýzu kvality vnitřního prostředí a komfortu (Testo 480 + příslušenství).

# Seznámení s řešeným objektem

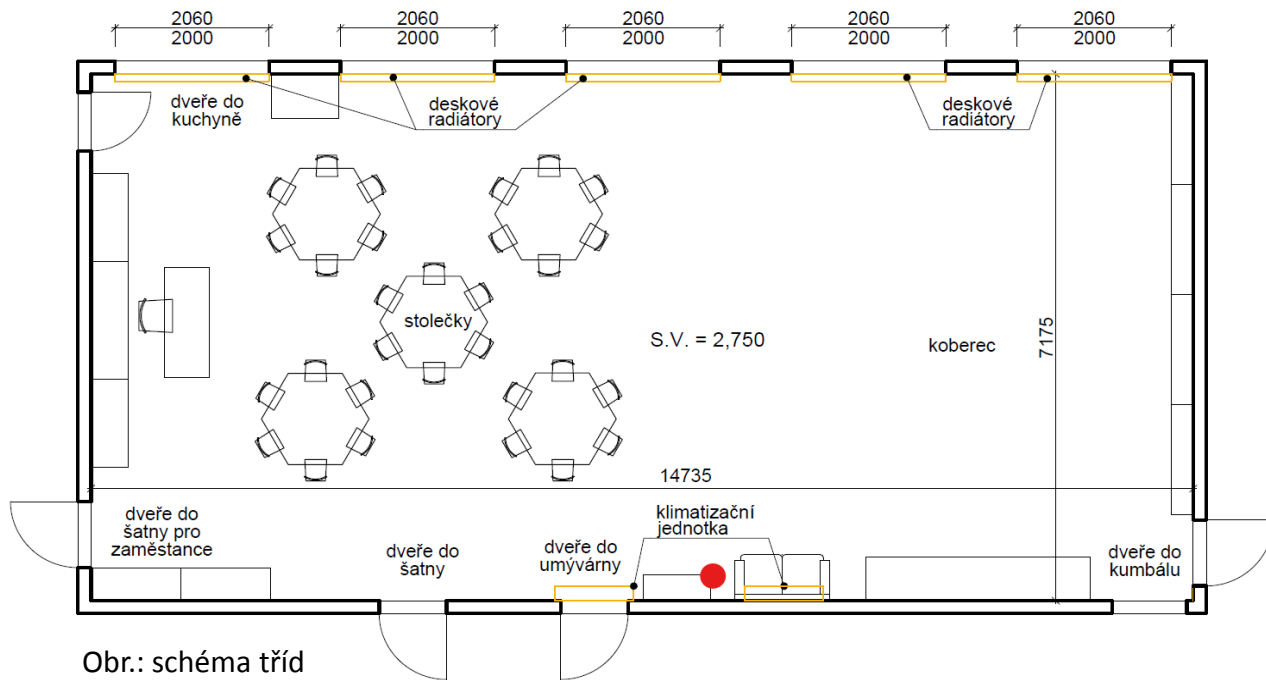
- Mateřská škola VŠTE
- 2 třídy se zázemím pro zaměstnance
- Provoz zahájen 2014
- Nástavba druhého podlaží 2018
- Modulový buňkový systém



Obr.: Jižní pohled na mateřskou školu

Zdroj: VŠTE – Projektové a inovační centrum

# Zkoumané vnitřní prostředí



Obr.: schéma tříd

Zdroj: vlastní

- Rozměry tříd – 14,735 x 7,175 m
- Světla výška tříd – 2,750 m
- Objem tříd – 290,74 m<sup>3</sup>
- Okna – 5x
- Umístění měřicího přístroje

# Použité metody

- Měřicí přístroj Testo 480
  - Sonda IAQ
  - Sonda pro měření intenzity osvětlení
- Software Easy Climate
- Tabulkový procesor – Microsoft Excel

Obr.: Sonda na měření intenzity osvětlení

Zdroj: [www.testo.com](http://www.testo.com)



Obr.: měřicí přístroj a sonda IAQ

Zdroj: [www.tzb-info.cz](http://www.tzb-info.cz)

# Zjišťované hodnoty

- Koncentrace CO<sub>2</sub> [ppm]
- Relativní vlhkost [%]
- Teplota [°C]
- Osvětlení [lx]

Koncentrace CO <sub>2</sub>	< 1000 ppm - ideální hodnoty
	> 1200 ppm - nevyhovující hodnoty
	> 1500 ppm - překročení max koncentrace
Intenzita osvětlení	ideálně 200 - 300 lx
	< 80 lx - málo osvětlený prostor
Relativní vlhkost	ideálně 50 %
	< 30 % - suché prostředí
	> 65 % - vlhké prostředí
Teplota	ideálně 22±2 °C
	< 20 °C - příliš chladné prostředí
	> 28 °C - příliš teplé prostředí

Zdroj: vlastní



# Naměřené hodnoty – Koncentrace CO<sub>2</sub>

		CO <sub>2</sub> [ppm]		
		minimum	průměr	maximum
První třída	2. 12.	581	829	1040
	3. 12.	618	944	1518
	4. 12.	502	831	1181
	5. 12.	648	897	1402
	6. 12.	454	667	935
Druhá třída	20. 2.	579	823	1436
	21. 2.	520	876	1491
	26. 2.	660	864	1112
	27. 2.	591	760	980
	28. 2.	515	801	1114
překročení max. koncentrace CO <sub>2</sub> (> 1500 ppm)				
nevyhovující hodnoty (> 1200 ppm)				

Zdroj: vlastní

- Nevyhovující koncentrace CO<sub>2</sub>
- Překročení max. koncentrace CO<sub>2</sub>

# Naměřené hodnoty – Intenzita osvětlení

- Nevyhovující nízké hodnoty intenzity osvětlení

Intenzita osvětlení [lx]				
		minimum	průměr	maximum
První třída	2. 12.	13	202	429
	3. 12.	50	421	1684
	4. 12.	81	839	4299
	5. 12.	31	351	1141
	6. 12.	31	591	1742
Druhá třída	20. 2.	102	366	666
	21. 2.	68	495	729
	26. 2.	85	430	764
	27. 2.	43	370	795
	28. 2.	89	311	921
pokles intenzity osvětlení pod 80 lx - nevyhovuje				

Zdroj: vlastní



# Naměřené hodnoty – Relativní vlhkost

Relativní vlhkost [%]				
		minimum	průměr	maximum
První třída	2. 12.	28,5	31,5	36,0
	3. 12.	26,3	31,3	36,6
	4. 12.	21,6	26,0	32,9
	5. 12.	22,9	26,8	31,2
	6. 12.	19,2	24,1	30,0
Druhá třída	20. 2.	24,2	26,9	32,1
	21. 2.	22,0	27,0	32,7
	26. 2.	23,6	28,1	30,9
	27. 2.	18,3	22,9	28,6
	28. 2.	24,1	26,1	27,8
sloupec průměr - jakmile jsou hodnoty < 30 % a > 65 % - suché/vlhké prostředí				
sloupce minimum a maximum - jakmile jsou hodnoty < 30 % a > 65 % - nevyhovuje				

Zdroj: vlastní

- Nevyhovující suché prostředí
- Velmi suché prostředí

# Naměřené hodnoty – Teplota

- Nevyhovující teplé prostředí
- Příliš teplé prostředí

		Teplota [°C]		
		minimum	průměr	maximum
První třída	2. 12.	22,0	22,9	23,6
	3. 12.	22,0	24,1	25,7
	4. 12.	22,0	24,3	27,5
	5. 12.	21,7	23,3	24,4
	6. 12.	21,4	23,1	24,9
Druhá třída	20. 2.	19,7	22,4	25,0
	21. 2.	22,6	24,5	26,3
	26. 2.	21,5	23,6	25,2
	27. 2.	22,4	24,0	25,0
	28. 2.	22,6	24,0	25,4
sloupec průměr - jakmile jsou hodnoty < 20 °C a > 24°C - teplé/chladné prostředí				
sloupce minimum a maximum - jakmile jsou hodnoty < 20 °C a > 24°C - nevyhovuje				

Zdroj: vlastní

# Návrhy opatření – tepelně-vlhkostní mikroklima

---

- Využití klimatizačních jednotek
- Úprava procesu větrání
  - Intenzity a frekvence
- Zvýšení vlhkosti ve třídách
  - Parní zvlhčovač
  - Ultrazvukový zvlhčovač
  - Zvlhčovač s přirozeným odparem
  - Využití rostlin a odpařovačů vody na radiátoru



Obr.: zvlhčovač s přirozeným odparem AirTek international Corp.

Zdroj: [www.vzdusin.cz](http://www.vzdusin.cz)

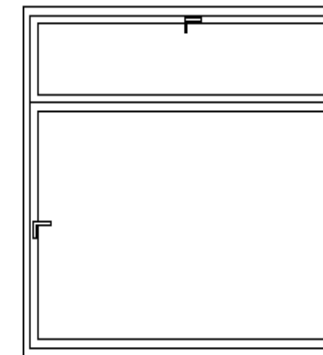
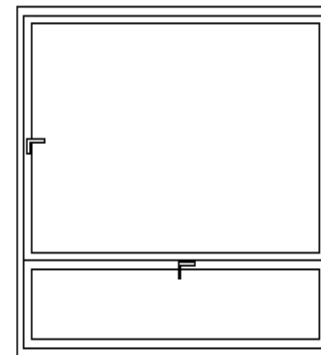
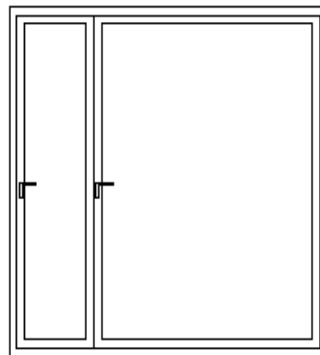


# Návrhy opatření – odérové mikroklima

- Využití klimatizačních jednotek
  - Úprava procesu větrání
    - Intenzity a frekvence
-

# Návrhy opatření – světelné mikroklima

- Zintenzivnění sledování potřeb osvětlení/zastínění



Obr.: Typy soustav oken

Zdroj: vlastní

# Závěr

A thick yellow horizontal bar spans the width of the slide, with a vertical yellow bar extending downwards from its right end.

- Omezené možnosti měření
  - Relativně vysoké teploty po celou zimu
  - COVID 19
  
- Cíl byl splněn

# Doplňující dotazy – vedoucí práce

## Ing. Michal Kraus, Ph.D.

---

- V práci je zmíněna zkratka SBS, co přesně tato zkratka znamená?
- Pokuste se blíže charakterizovat případně odhadnout, stavebně konstrukční řešení daného objektu a použitých vnitřních materiálů v kontextu kvality vnitřního prostředí.
- Jak ovlivňují rostliny kvalitu vnitřního prostředí?



# Doplňujúci dotazy – oponent práce prof. Ing. Ingrid Juhásová Šenitková, CSc.

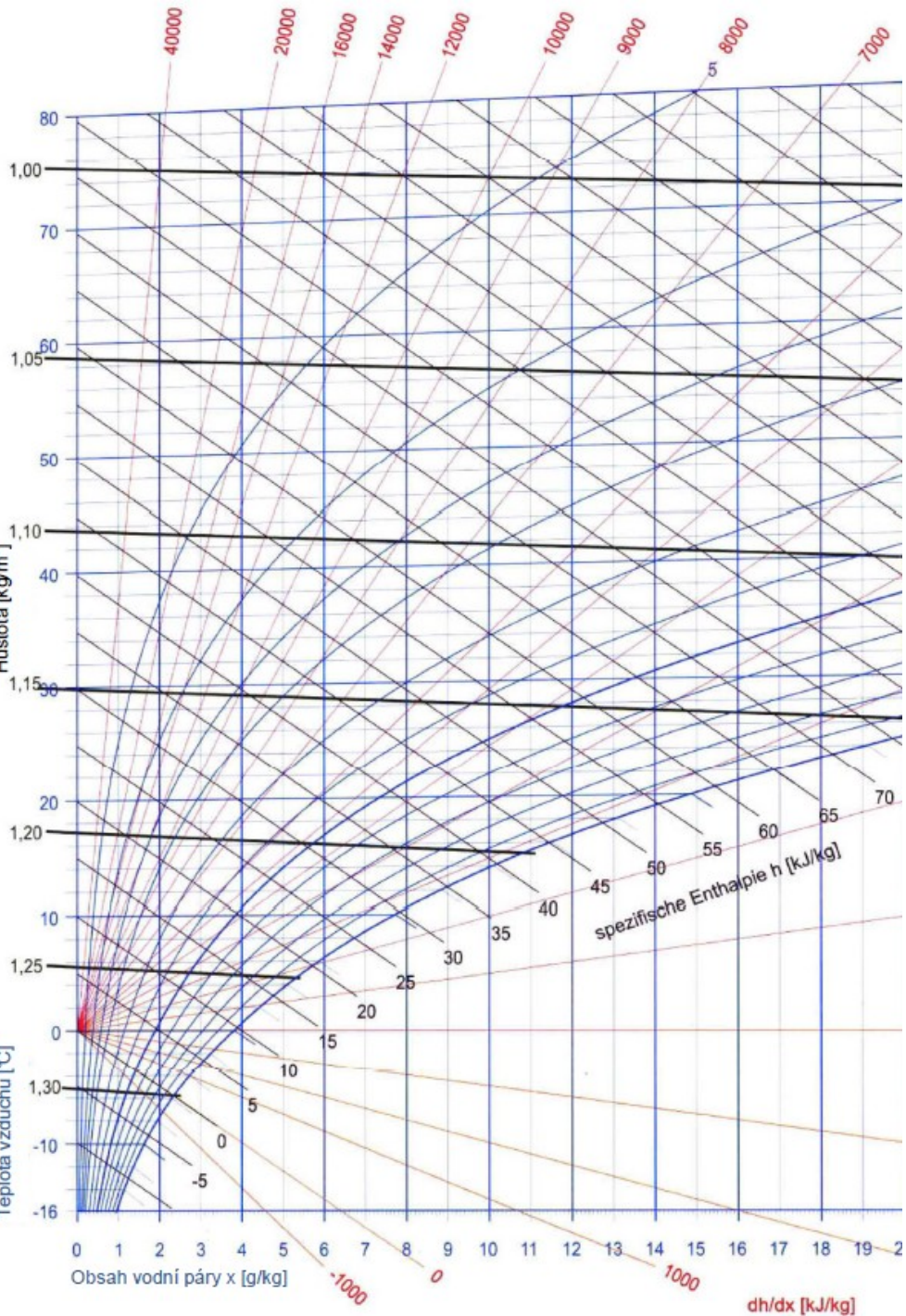
---

- Vo väzbe na výsledky merania vysvetlite relatívnu vlhkosť, absolútnu vlhkosť a entalpiu.
- Ako je reálne možné optimalizovať tepelno-vlhkostný stav hodnoteného prostredia?

# Doplňující dotazy – oponent práce

## Ing. Jiří Kostohryz

- Popiš na HX diagramu co znamená, kde najdeme, v jakých jednotkách:
  - Relativní vlhkost, absolutní vlhkost, entalpie, teplota, rosný bod, teplota suchého teploměru, teplota mokrého teploměru, ohřev, adiabatické zvlhčování, parní zvlhčování, chlazení, kde se na diagramu nachází ideální bytové prostředí
- Vysvětlit, jak lze instalované klima jednotky dovybavit funkcí zvlhčování vzduchu. Pokud je to nemožné, vysvětli, jak by to bylo možné, znázornit na Hx diagramu (výpočet nuceného větrání spolu se zvlhčovací jednotkou).
- Znázorni/spočítej jakou tepelnou ztrátu znamená úplná výměna vzduchu v dané třídě (výchozí podmínky  $-10^{\circ}\text{C}$  venku) a jakou vlhkost při  $21^{\circ}\text{C}$  bude mít.



# Hx diagram

- Relativní vlhkost
- Absolutní vlhkost
- Entalpie
- Teplota
- Rosný bod
- Teplota suchého teploměru
- Teplota mokrého teploměru
- Ohřev
- Adiabatické zvlhčování
- Parní zvlhčování
- Chlazení
- Ideální bytové prostředí

**Děkuji za pozornost**

---