

# Výsledky měření vnitřního ovzduší ve školách

---

**M. Mikešová, B. Kotlík, K. Žejglicová,  
H. Kazmarová**

**Centrum hygieny životního prostředí  
Odborná skupina hygieny ovzduší**

*Použité fotografie pochází z fotodokumentace ZÚ Brno, KHS Ostrava, ZÚ  
Karviná, ZÚ Hradec Králové, ZÚ Plzeň a SZÚ*

# Projekt

---

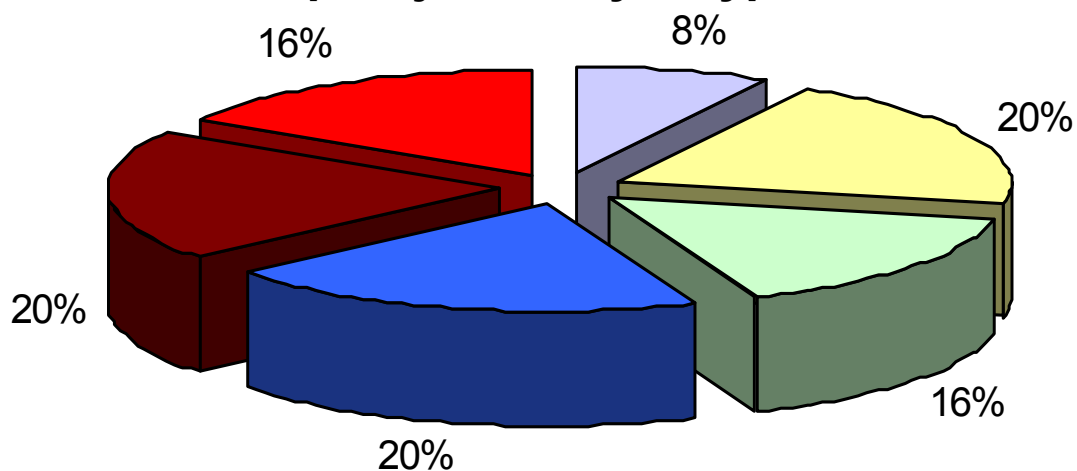
- **Cíl** - získat základní informace o rozpětí běžně se vyskytujících hodnot vybraných parametrů v daném typu vnitřního prostředí - základní školy.
  - **Filosofie projektu** - v rámci nárazového proměření za plného (normálního) vyučovacího režimu popsat:
    - Vnitřní prostředí s nejdelší potenciální expozicí z vnitřního ovzduší (třídy, učebny).
    - Prostor s nejvyšší možnou okamžitou zátěží z vnitřního ovzduší (tělocvičny).
- Měření bylo doplněno dotazníkovým šetřením.
-

# Projekt

---

- Byl realizován v pěti městech ČR (Brno, Ostrava, Hradec Králové, Plzeň a Karviná)
  - **Výběr školy**  
V rámci oblasti (města) byly zastoupeny různé typy škol (zděné, panelové, staré, nové ...) a různé typy lokalit (sídliště, administrativní části ..... atp.)
-

## Zastoupení jednotlivých typů lokalit



- 1 - pozad'ová
- 2 - městská obytná zóna s lokálními zdroji
- 3 - městská obytná zóna pouze se zdroji REZZO II. a III.
- 4 - městská obytná zóna s dopravní zátěží 2 - 5 tis. vozidel/24 hod
- 5 - městská obytná zóna s dopravní zátěží 5 - 10 tis. vozidel/24 hod
- 6 - městská obytná zóna s dopravní zátěží více než 10 tis. vozidel/24 hod

# Projekt

---

## ➤ Měřené látky/parametry

- Rozsah měřených látek vycházel z Vyhlášky MZ ČR č. 6/2003 Sb. tj.  $\text{NO}_2$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{O}_3$  (jenom outdoor) suspendované částice frakce  $\text{PM}_{10}/\text{PM}_{2,5}$ , těkavé organické látky (benzen, toluen, suma xylenů, styren, etylbenzen, trichloreten a tetrachloreten), formaldehyd a mikroklima.
  - V obou prostorách (učebna, tělocvična) byl, před zahájením vyučování, před ranním vyvětráním a před příchodem žáků odebrán jeden vzorek ovzduší do kanystru pro identifikaci organických látek.
  - $\text{CO}_2$  jako ukazatel míry ventilace
-

# Projekt

---

## ➤ **Lokalizace měřicích míst**

- Učebna ( $PM_{10}$ ,  $PM_{2,5}$ , VOC, HCHO, mikroklima,  $CO_2$ )  
jedno měřicí místo, střed místnosti 1,5 m nad zemí
- Tělocvična (suspendované částice  $PM_{10}$  a  $PM_{2,5}$ , organické látky) - jedno měřicí místo - dle dispozice tělocvičny (výklenek)
- Venkovní ovzduší - (VOC, suspendované částice frakce  $PM_{10}$ , CO,  $O_3$ ,  $NO_2$  včetně meteorologických charakteristik)  
mobilní systém nebo reprezentativně umístěná stacionární stanice (ne dále jak 200 m od školy)

**měřily se učebny 1. stupně ZŠ**

měřilo se v topné sezóně (listopad - únor)

---

# V tělocvičně

---



# Ve třídě

---





# Projekt

---

## ➤ Odběrové intervaly

### ● Učebny a tělocvičny

- 4 hodinový integrální odběr od cca 8<sup>00</sup> do 12<sup>00</sup> hod.  
(VOC, PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub>, HCHO - pouze učebna)
- v učebně kontinuální záznam mikroklimatických faktorů a CO<sub>2</sub>, popř. suspendovaných částic frakce PM<sub>10</sub> měřených čítači částic (GRIMM) s určením gravimetrického faktoru

### ● Venkovní ovzduší

- kontinuální záznam z automatických analyzátorů (CO, O<sub>3</sub>, NO/NO<sub>2</sub>/NO<sub>x</sub>, suspendované částice frakce PM<sub>10</sub> a mikroklimatické faktory
  - integrální odběr paralelně s měřením v učebně (VOC)
-

# Výsledky měření

	Teplota (oC)		Vlhkost (%)		CO <sub>2</sub> (%)	PM <sub>2,5</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	PM <sub>10</sub> (µg/m <sup>3</sup> )		HCHO (µg/m <sup>3</sup> )
	učebna	tělocvična	učebna	tělocvična	učebna	učebna	učebna	tělocvična	učebna
<b>min</b>	21,9	17,5	25,5	34,7	0,080	5,0	62,0	28,2	3,4
<b>max</b>	26,8	24,4	52,4	59,4	0,593	133,0	187,0	253,0	40,8
<b>průměr</b>	23,8	20,5	35,6	45,9	0,156	48,3	106,6	105,8	13,2
<b>medián</b>	23,7	20,4	34,2	44,9	0,136	40,4	101,7	88,6	12,4
<b>95% kvantil</b>	25,3	23,4	44,5	53,9	0,203	105,1	174,4	223,8	23,2
<b>limit</b>	21-23*	19-21*	30-65		-	80	150		60

\*dle Vyhlášky č. 410/2005 Sb. o hyg.požadavcích na prostory a provoz zařízení a provozoven pro výchovu a vzdělávání dětí a mladistvých

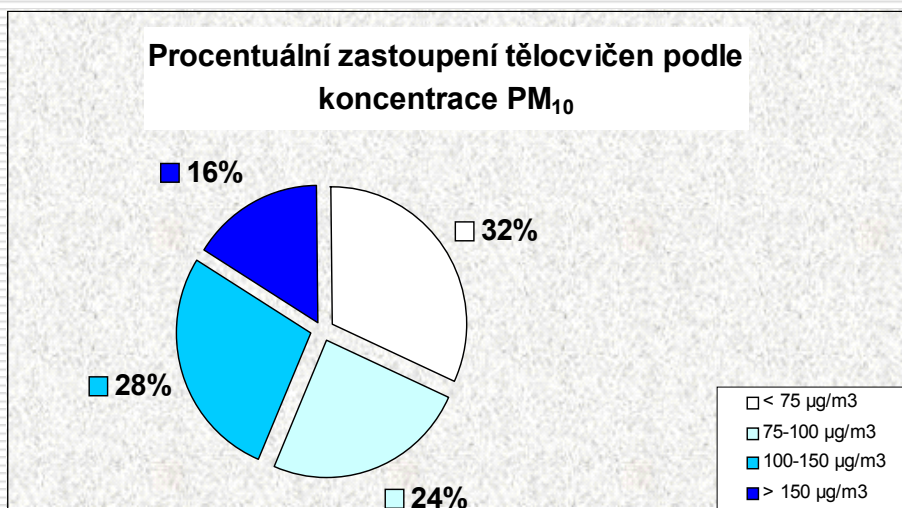
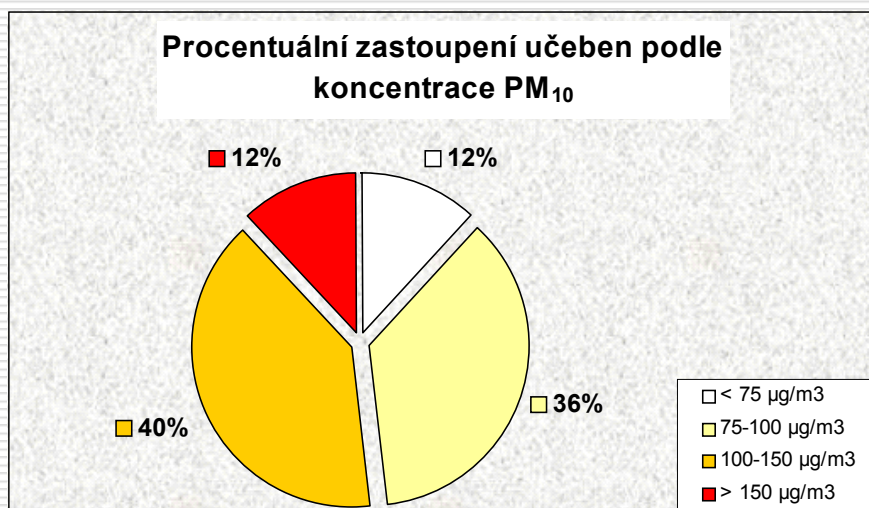
# Výsledky měření - VOC

	Benzen ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )			Toluen ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )			Xyleny celkem ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )			Styren ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )		
	učebna	tělocvična	venkovní	učebna	tělocvična	venkovní	učebna	tělocvična	venkovní	učebna	tělocvična	venkovní
min	0,5	0,5	0,5	0,6	0,7	0,5	0,3	0,9	0,5	0,5	0,5	0,5
max	8,7	9,0	10,0	54,8	44,0	34,0	128,6	120,0	40,0	9,8	3,3	0,6
průměr	2,6	2,4	2,7	11,7	9,3	8,4	17,4	19,8	9,1	1,3	0,9	0,5
medián	2,5	2,0	1,9	8,4	5,5	3,9	6,6	9,4	4,7	0,5	0,5	0,5
95% kvantil	4,9	5,6	8,7	32,4	38,0	23,9	51,8	75,6	33,6	5,3	3,1	0,5
limit	7			300			200			40		

	Etylbenzen ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )			Trichloreten ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )			Tetrachlorethylen ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )		
	učebna	tělocvična	venkovní	učebna	tělocvična	venkovní	učebna	tělocvična	venkovní
min	0,5	0,5	0,5	0,7	0,7	0,7	0,6	0,6	0,6
max	34,8	22,0	7,1	8,3	10,0	1,5	22,7	11,0	5,2
průměr	4,4	4,4	2,2	1,3	1,0	0,7	2,7	1,3	1,1
medián	1,7	2,0	1,0	0,7	0,7	0,7	0,6	0,6	0,6
95% kvantil	24,5	19,8	6,9	5,3	0,7	0,7	7,5	3,2	3,5
limit	200			150			150		

# Výsledky měření

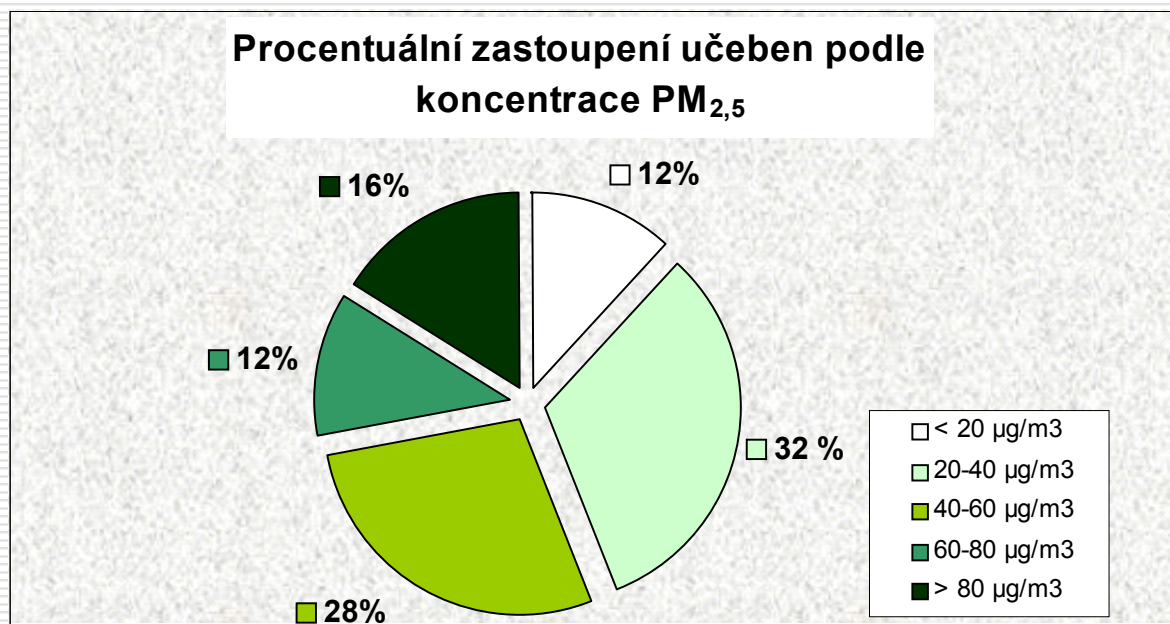
## - suspendované částice $PM_{10}$



- Koncentrace susp. částic  $PM_{10}$  v 12% učeben (max.  $187 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) a v 16% tělocvičen (max.  $253 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) převyšovala limit daný vyhláškou č.6/2003 Sb.
- Vliv podlahové krytiny

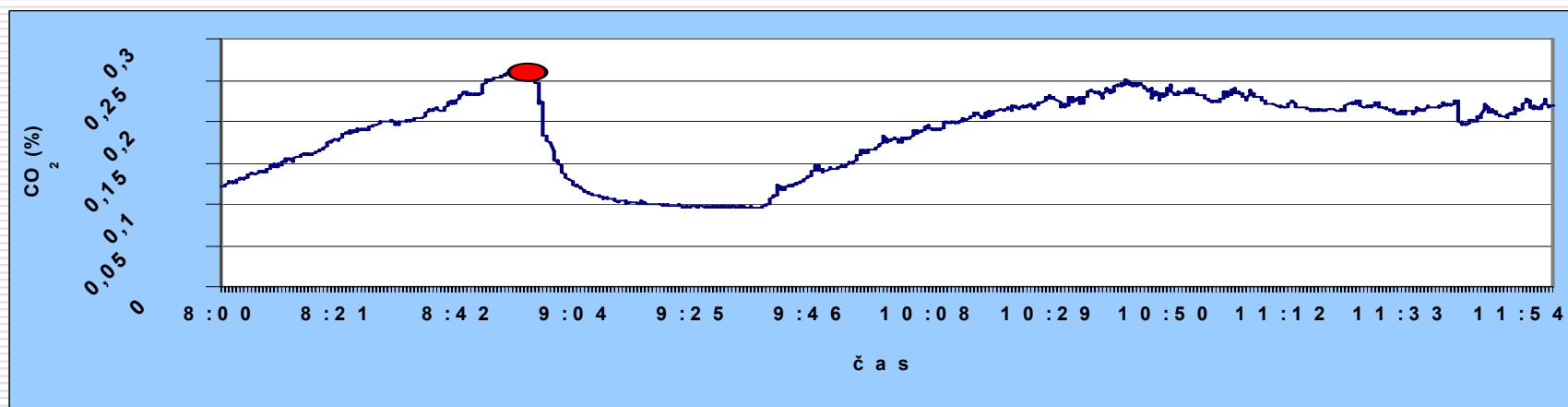
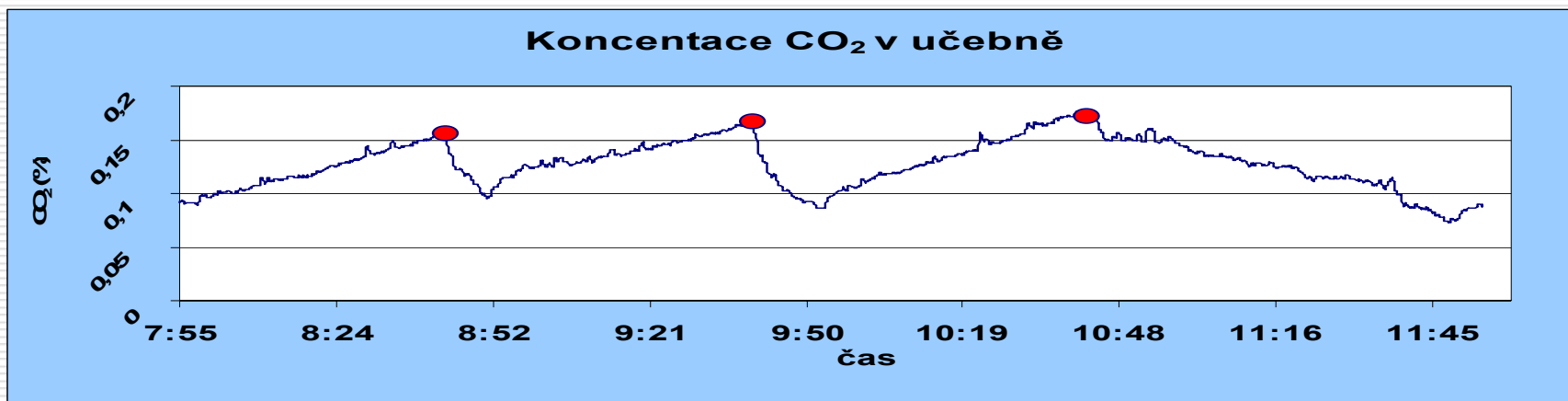
# Výsledky měření

## - suspendované částice $PM_{2,5}$



➤ Koncentrace susp. částic  $PM_{2,5}$  v 16% učeben převyšovala limit daný vyhláškou č.6/2003 Sb. Maximum  $133 \mu g/m^3$ . (tělocvičny z důvodu neúplného souboru dat nebyly hodnoceny)

# Výsledky měření - CO<sub>2</sub>



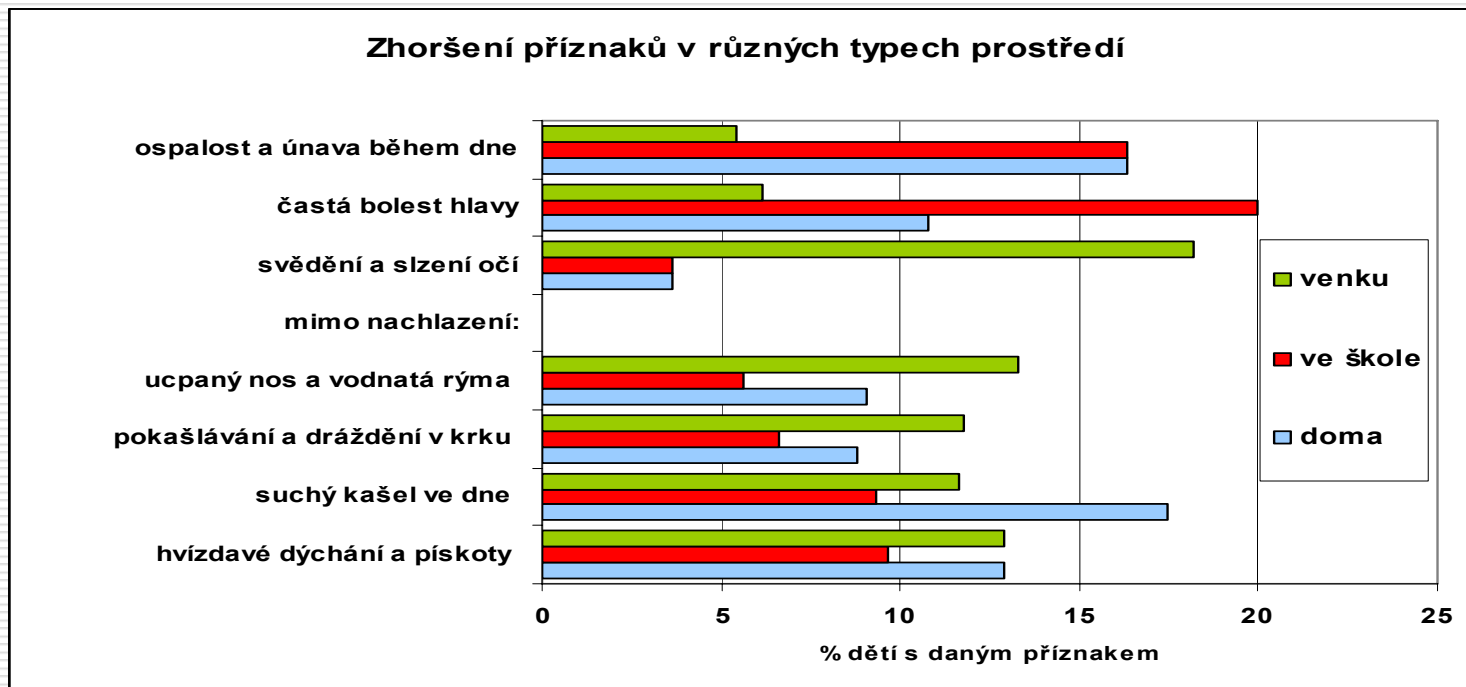
- Průběh koncentrace CO<sub>2</sub> odpovídá režimu větrání v učebně (doporučená hodnota koncentrace CO<sub>2</sub> je 0,1 - 0,12 %)

# Dotazníky

---

- Dotazník jsme získali celkem od **452** dětí. Průměrný věk dětí byl 9 let.
  - Dotazník obsahoval 18 otázek zaměřených na:
    - podmínky bydlení a režim dne dítěte
    - zdravotní stav dítěte (typ alergického onemocnění, příznaky alergických onemocnění, výskyt syndromu nemoci z budov, zhoršování příznaků v různém prostředí)
-

# Dotazníky



- Ve škole se u 20 % dětí zhoršila bolest hlavy a u 17 % pocit únavy.



# Výsledky měření - závěry

---

- Z naměřených hodnot vyplývá, že problém ve vnitřním prostředí škol představují suspendované částice a mikroklimatické faktory
  - Nalezené hodnoty  $\text{CO}_2$  ukázaly, že výměna vzduchu v učebnách je ve většině případů nedostatečná, maximální naměřená hodnota  $\text{CO}_2$  byla téměř 5x vyšší než je hodnota doporučená
  - Koncentrace formaldehydu a dalších těkavých org. látek nepředstavovaly v měřených školách problém
  - 20 % dětí udává zhoršení bolesti hlavy ve škole (?)
-

# Co dál?

---

Pro rok 2008 se připravuje další etapa měření ve školách

Cíl: - ověřit reprezentativnost výsledků 1. etapy doplněním informací o časové a prostorové variabilitě problémových parametrů

Projekt: v rámci každého kraje bude proměřena jedna ZŠ za plného vyučovacího režimu a popsáno vnitřní prostředí 10 učeben z hlediska:

- výškového gradientu (podlaží)
  - orientace oken na světové strany
-

# Co dál?

---

## Měřené parametry

Rozsah měřených parametrů vychází z výsledků měření 1. etapy, kde se jako problémové ukázaly :

- mikroklimatické faktory - teplota a vlhkost
- $\text{CO}_2$  - indikátor výměny vzduchu
- suspendované částice  $\text{PM}_{10}$ ,  $\text{PM}_{2,5}$ ,  $\text{PM}_1$  (o tuto frakci bude projekt rozšířen)

## Odběrové intervaly

V každé učebně budou měřeny vždy 2 vyučovací hodiny včetně přestávky mezi nimi

---

# Co dál?

---

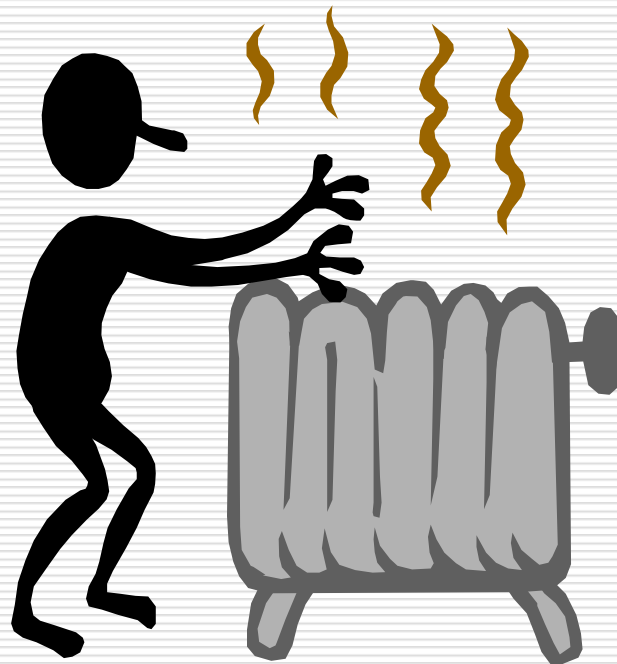
## Měřicí místa

- Měření budou učebny žáků prvního i druhého stupně, zastoupena budou různá podlaží školy
  - V učebně bude 1 měřicí místo ve středu místnosti cca 1,5 m nad podlahou
  - Koncentrace suspendovaných částic ve venkovním ovzduší budou převzata z místních stacionárních stanic
-

# Kdy?

---

Měření bude probíhat v topné sezóně 2008



---

**Děkuji za pozornost**

---