

# BADANIA JAKOŚCI POWIETRZA WEWNĘTRZNEGO W SALACH LEKCYJNYCH



dr inż. Sławomira Dumała  
koordynator projektu II NCBR



Źródło: Flaticon, Eucalypt

# Wentylacja dla szkół i domów

Badania jakości powietrza w wybranych placówkach dydaktycznych

W ramach Przedsięwzięcia *Wentylacja dla szkół i domów* zrealizowano badania jakości powietrza w wybranych placówkach dydaktycznych. W ramach pomiarów przeprowadzono pomiar stężenia dwutlenku węgla, koncentracji cząstek PM2.5 i PM10, stężenia formaldehydu, stężenia lotnych związków organicznych VOC oraz zmiany temperatury i wilgotności powietrza w salach dydaktycznych. Badania zostały przeprowadzone dla różnych klas szkolnych w zależności od sposobu ich użytkowania.

Pełna treść raportu z badań jest dostępna do pobrania pod adresem

<https://www.gov.pl/web/ncbr/wentylacja-dla-szkol-i-domow2>

<https://www.gov.pl/attachment/bb0efbbf-0958-427f-b5e5-1402d1f00d82>

# Wentylacja dla szkół i domów

Badania jakości powietrza w wybranych placówkach dydaktycznych

## Cóż jest trucizną?

**Wszystko jest trucizną i nic nie jest trucizną.**

**Tylko dawka czyni, że dana substancja jest trucizną.**

(łac. Omnia sunt venena, nihil est sine veneno. Sola dosis facit venenum, Paracelsus - lekarz i przyrodnik, ojciec medycyny nowożytnej)

**Po latach dodano, że istotny jest również czas ekspozycji!**

# Wentylacja dla szkół i domów

Badania jakości powietrza w wybranych placówkach dydaktycznych

*Fisk i współautorzy* przeprowadzili eksperyment. Poddali uczestników 2,5 godzinnemu narażeniu na podwyższone stężenie CO<sub>2</sub>. Okazało się, że już przy stężeniu **1000 ppm** odnotowano **obniżenie zdolności intelektualnych**, a przy **2500 ppm** inicjatywa i myślenie strategiczne uczestników zmniejszyły się **do poziomu dysfunkcjonalnego**.



# Wentylacja dla szkół i domów

Symptomy Syndromu Chorego Budynku



**zawroty  
głowy**



**bóle  
głowy**



**zmęczenie**



**problemy  
z oddychaniem**



**drażliwość**



**katar**



**sucha,  
swędząca  
skóra**

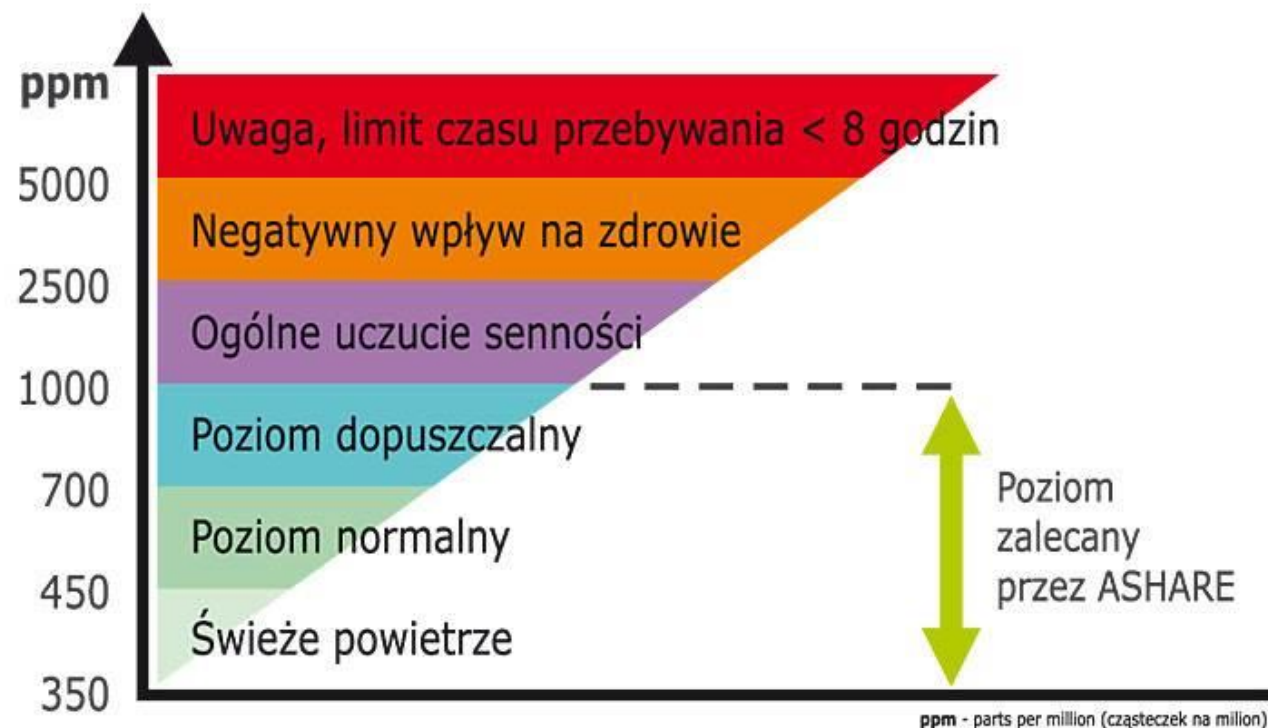
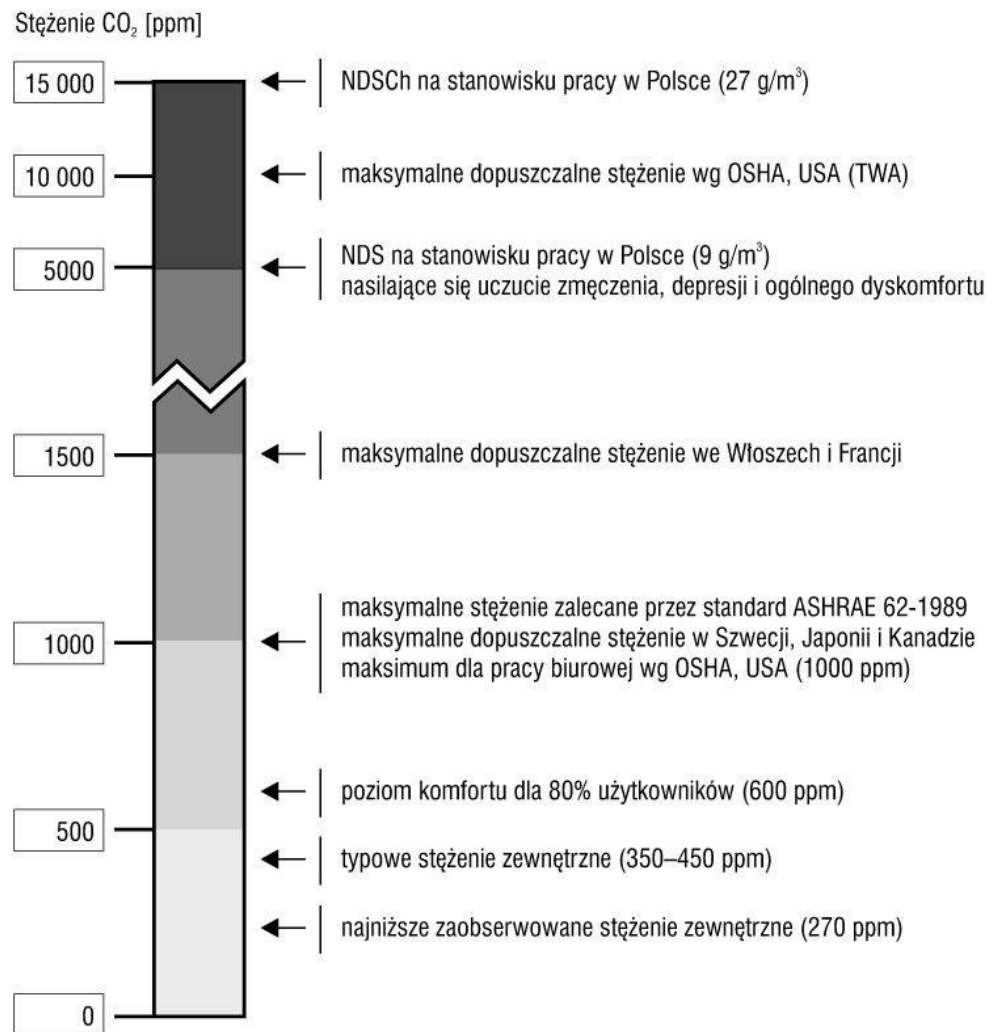


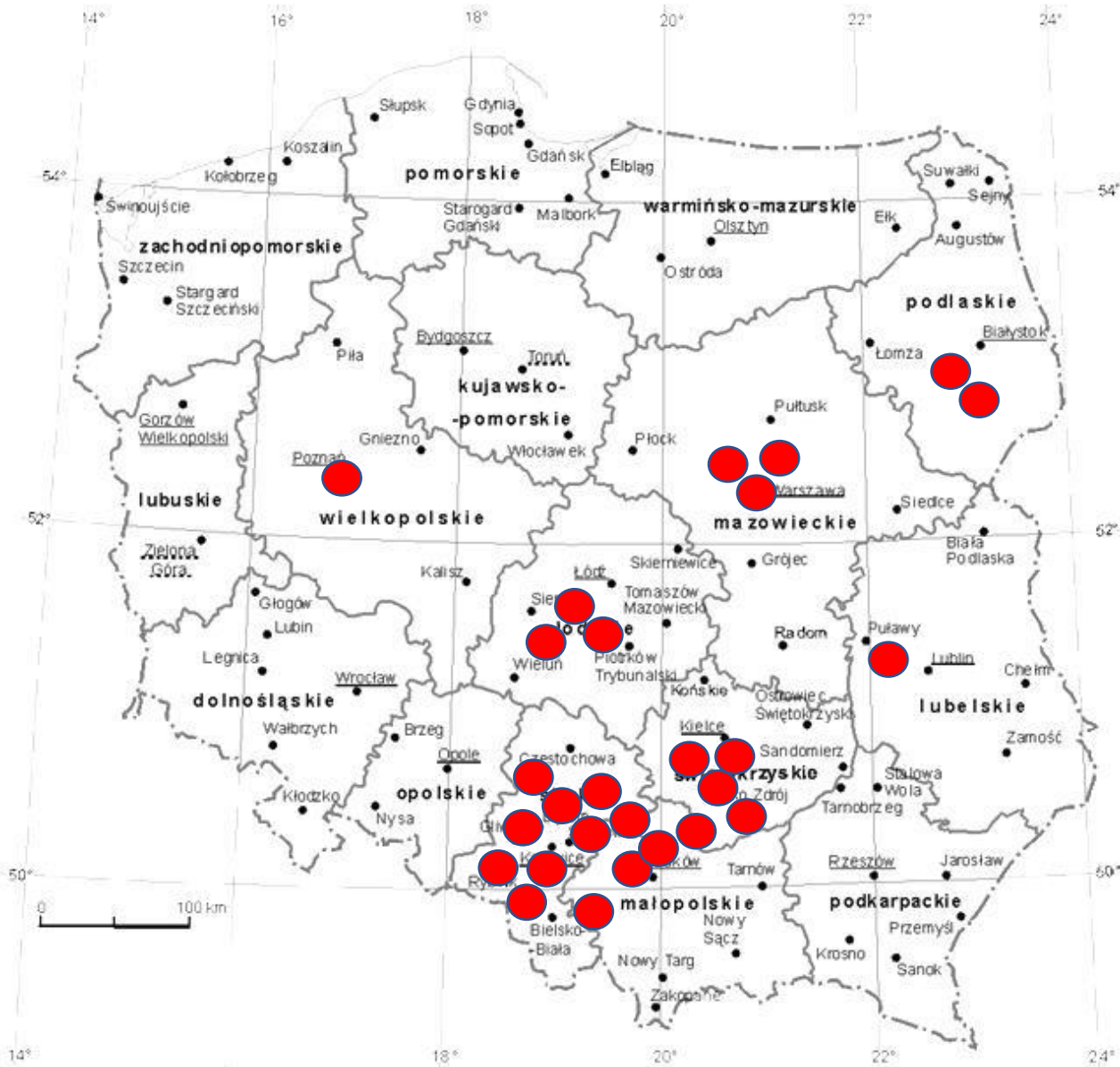
**podrażnienie  
gardła**



**łzawiące  
oczy**

Obecnie Amerykańskie Stowarzyszenie Inżynierów Ogrzewnictwa, Chłodnictwa i Klimatyzacji (ASHRAE) zaleca, aby poziomy CO<sub>2</sub> był utrzymywany **poniżej 1000 ppm**.





Pełna treść raportu z badań jest  
dostępna do pobrania pod  
adresem

[https://www.gov.pl/web/ncbr/  
wentylacja-dla-szkol-i-domow2](https://www.gov.pl/web/ncbr/wentylacja-dla-szkol-i-domow2)

<https://www.gov.pl/attachment/144a667e-c517-490c-a62e-9bac58b7ae18>

# Wentylacja dla szkół i domów

Badania jakości powietrza w wybranych placówkach dydaktycznych

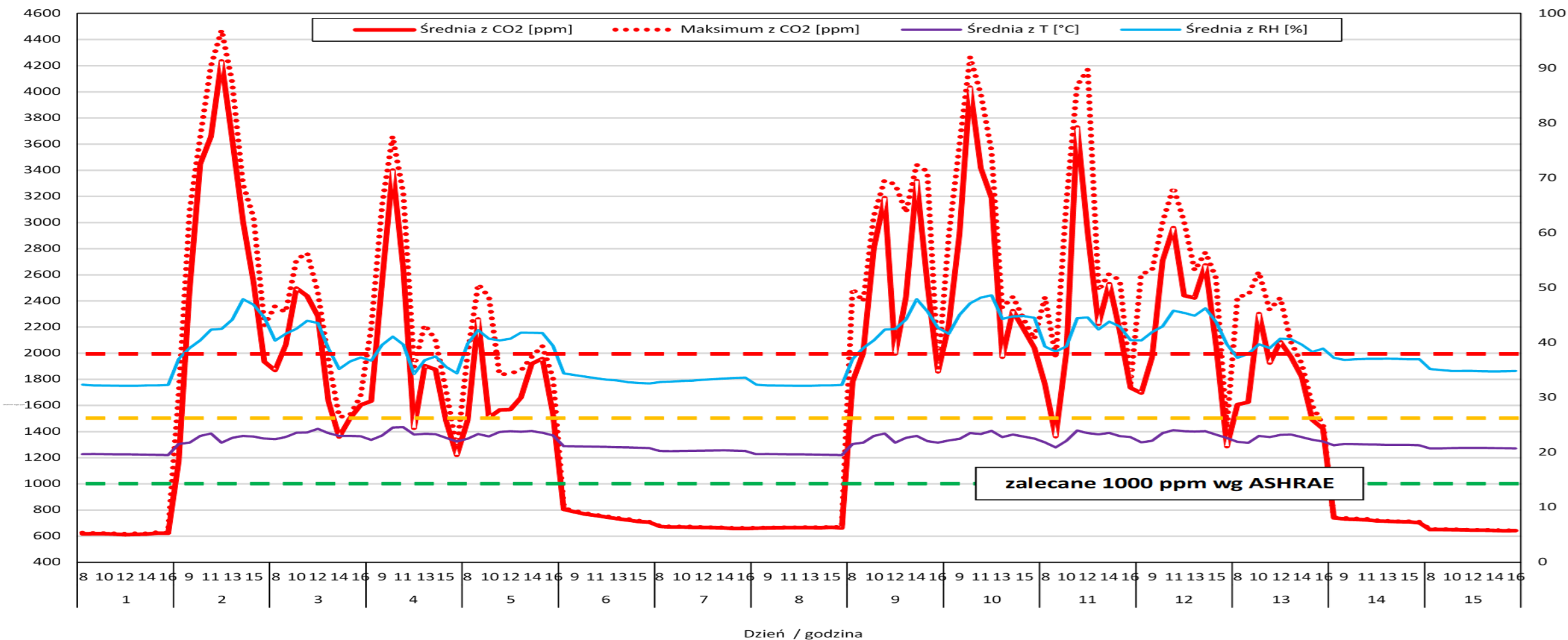
## Metoda pomiarowa:

- Czujnik umieszczano w strefie oddychania użytkowników
- Rejestrował pomiar w sposób ciągły, całodobowo, 7 dni w tyg.
- Badania w każdej z placówek przeprowadzano przez 2 tyg.



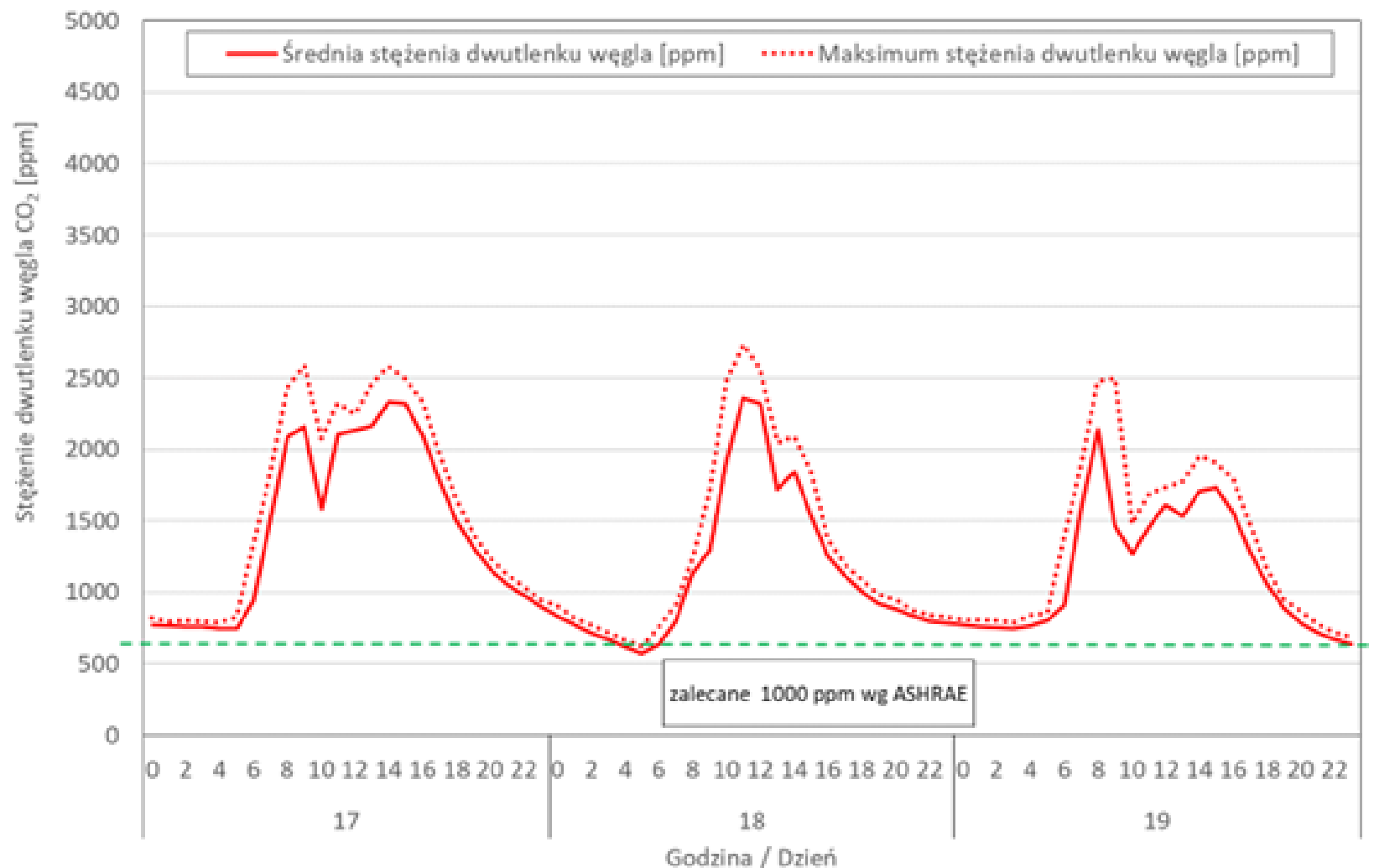
# Wentylacja dla szkół i domów

Wysoki poziom stężenia CO<sub>2</sub> – wyniki pomiarów w salach lekcyjnych (źródło: [Raport z badań jakości powietrza](#))



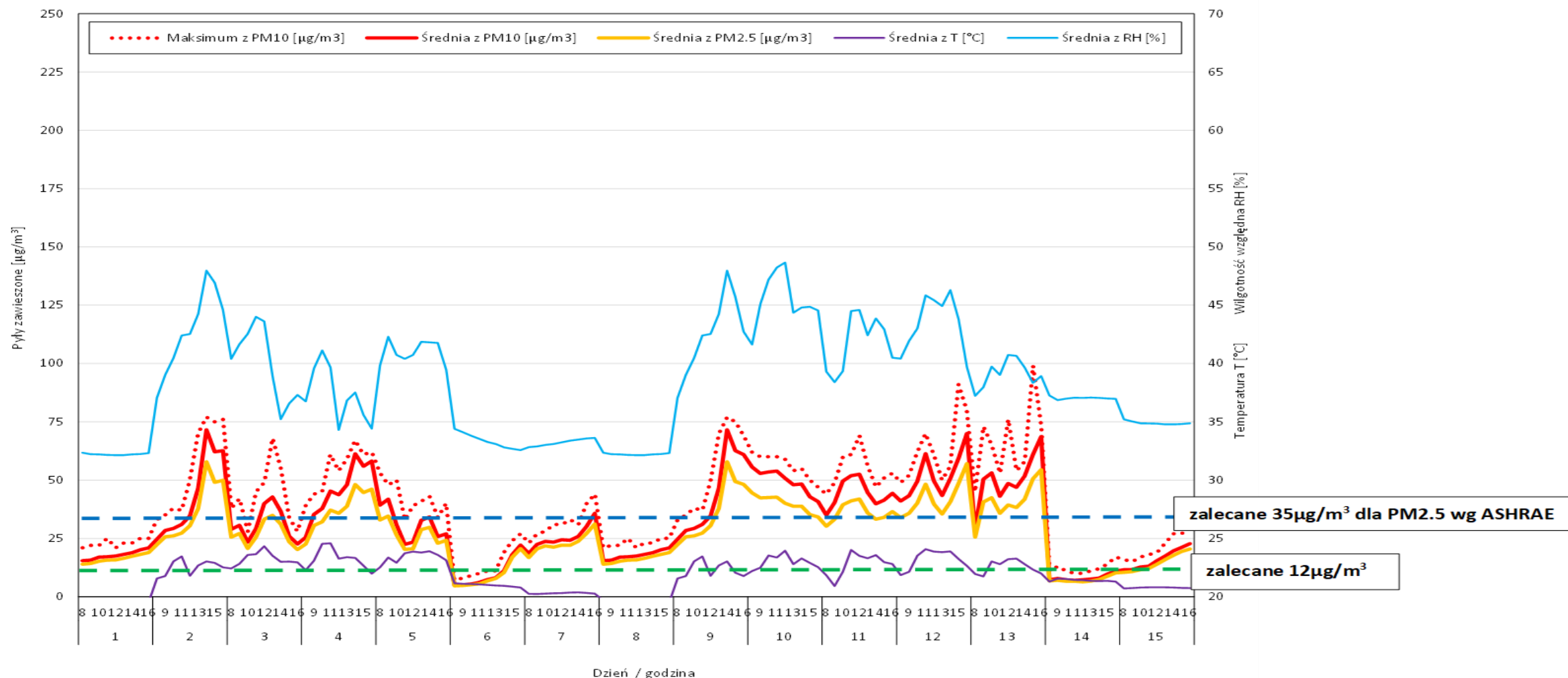
# Wentylacja dla szkół i domów

Wysoki poziom stężenia CO<sub>2</sub> – wyniki pomiarów w salach lekcyjnych (źródło: [Raport z badań jakości powietrza](#))



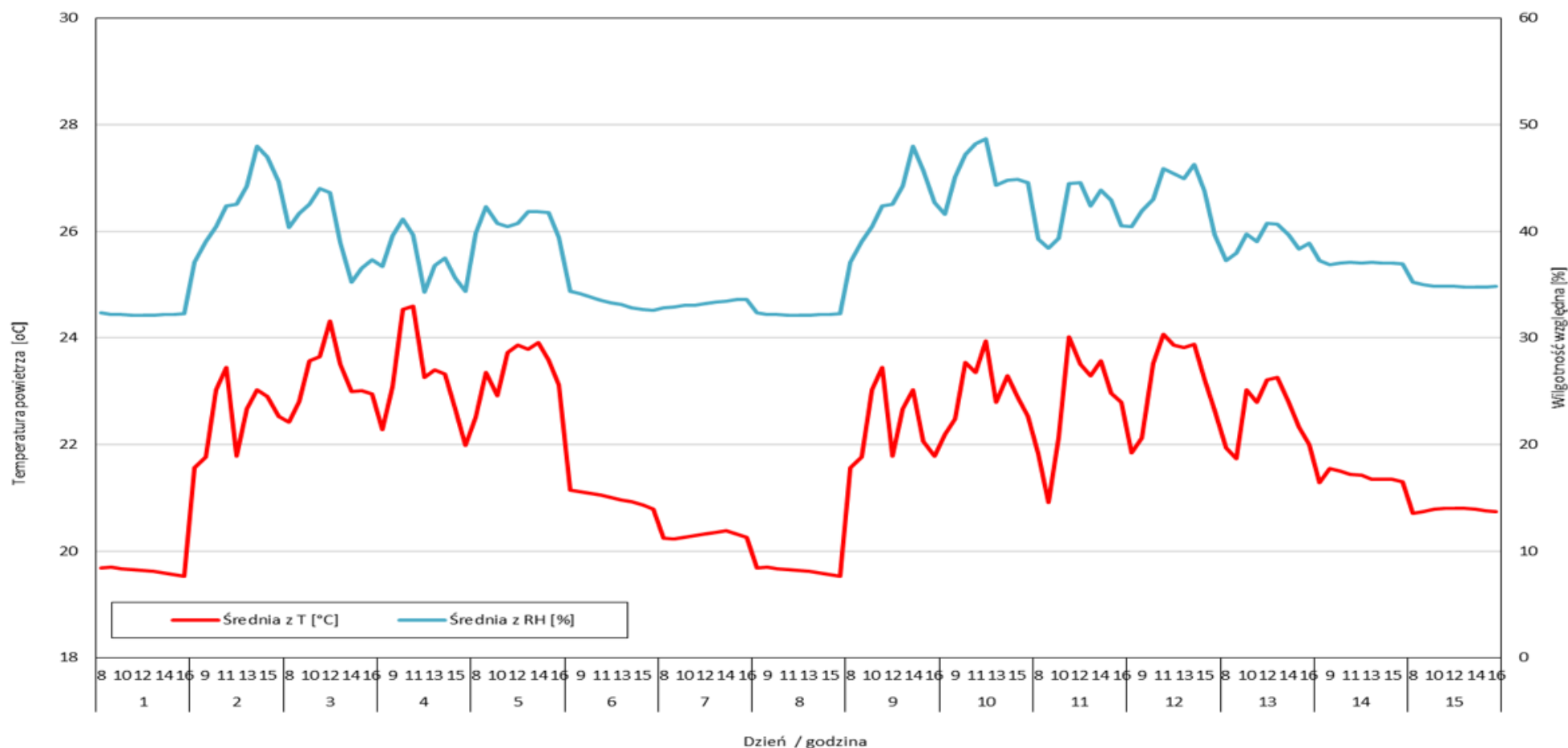
# Wentylacja dla szkół i domów

Wysoki poziom koncentracji PM2.5 – wyniki pomiarów w salach lekcyjnych (źródło: [Raport z badań jakości powietrza](#))



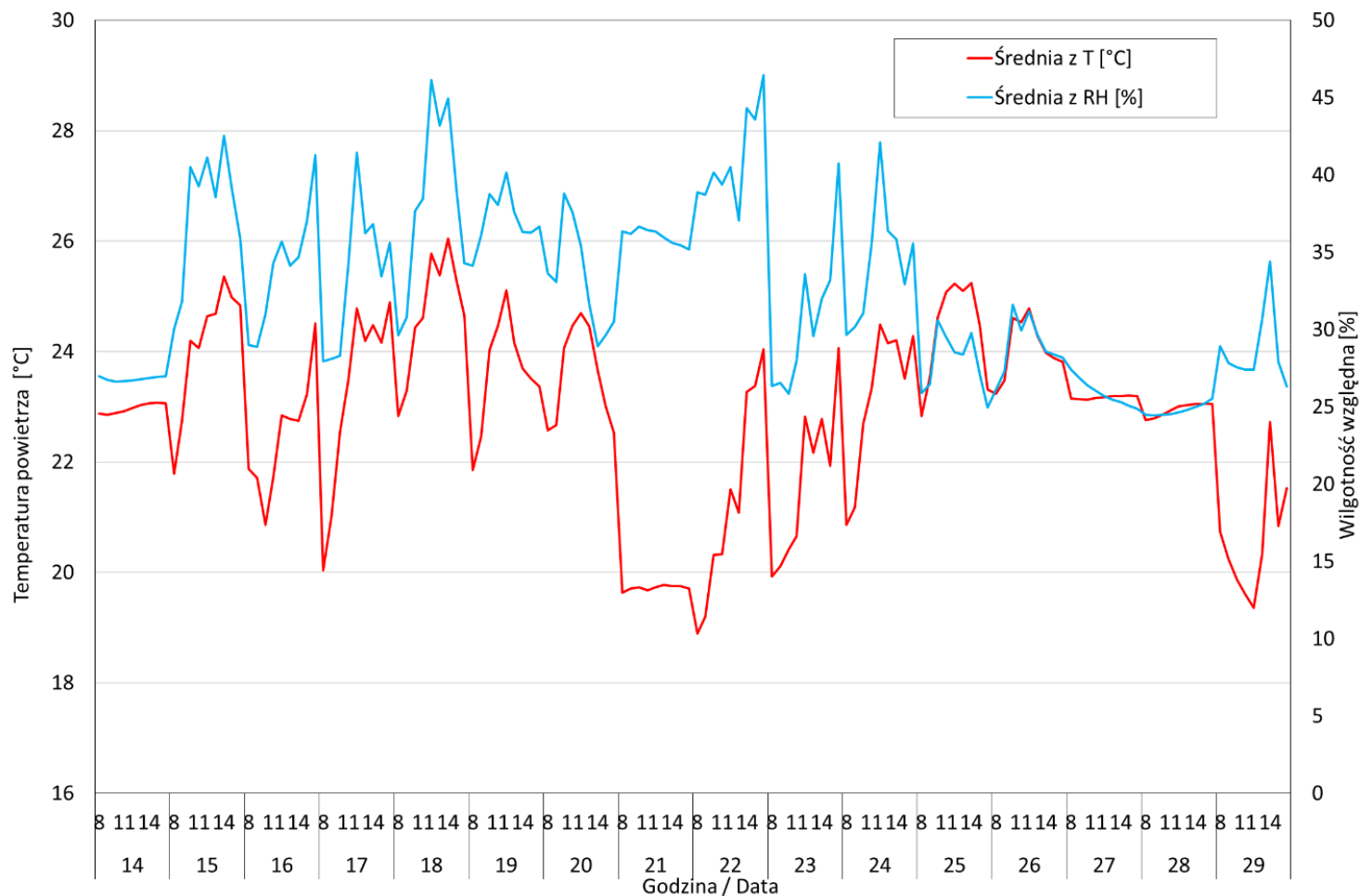
# Wentylacja dla szkół i domów

Temperatura powietrza w salach lekcyjnych – wyniki pomiarów w salach lekcyjnych (źródło: [Raport z badań jakości powietrza](#))



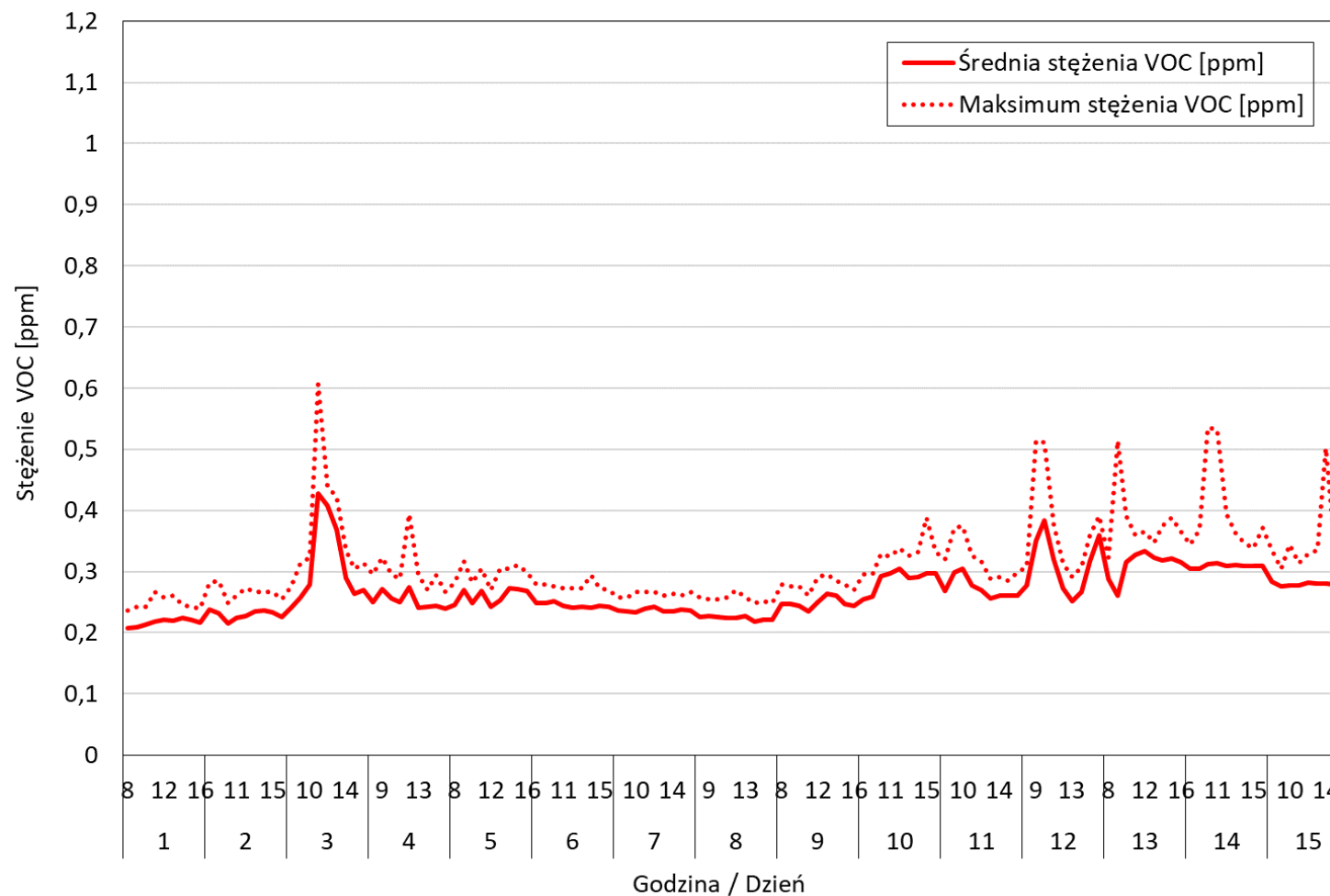
# Wentylacja dla szkół i domów

Temperatura powietrza w salach lekcyjnych – wyniki pomiarów w salach lekcyjnych (źródło: [Raport z badań jakości powietrza](#))



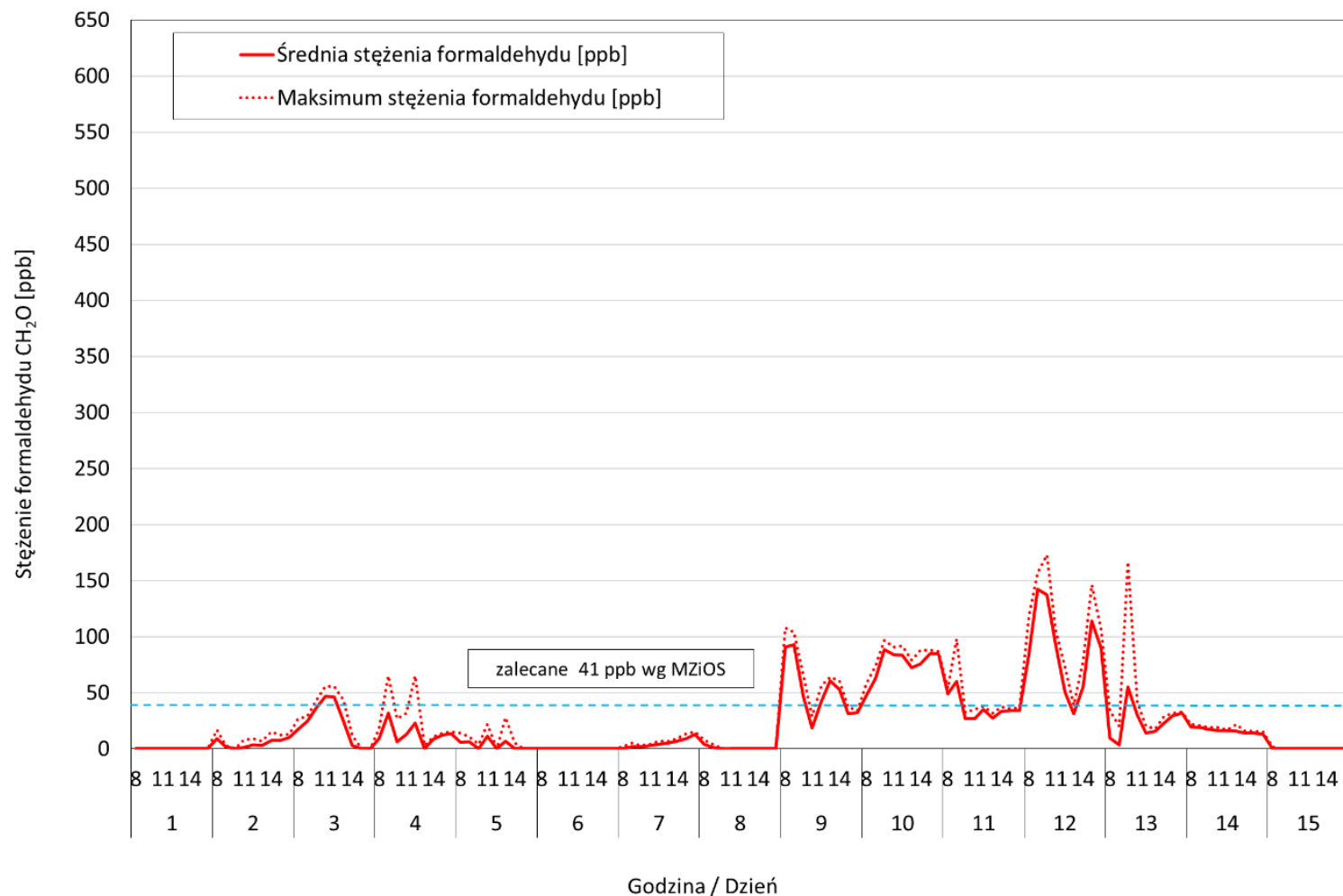
# Wentylacja dla szkół i domów

VOC – wyniki pomiarów w salach lekcyjnych (źródło: [Raport z badań jakości powietrza](#))



# Wentylacja dla szkół i domów

Formaldehyd – wyniki pomiarów w salach lekcyjnych (źródło: [Raport z badań jakości powietrza](#))



# Wentylacja dla szkół i domów

## PODSUMOWANIE

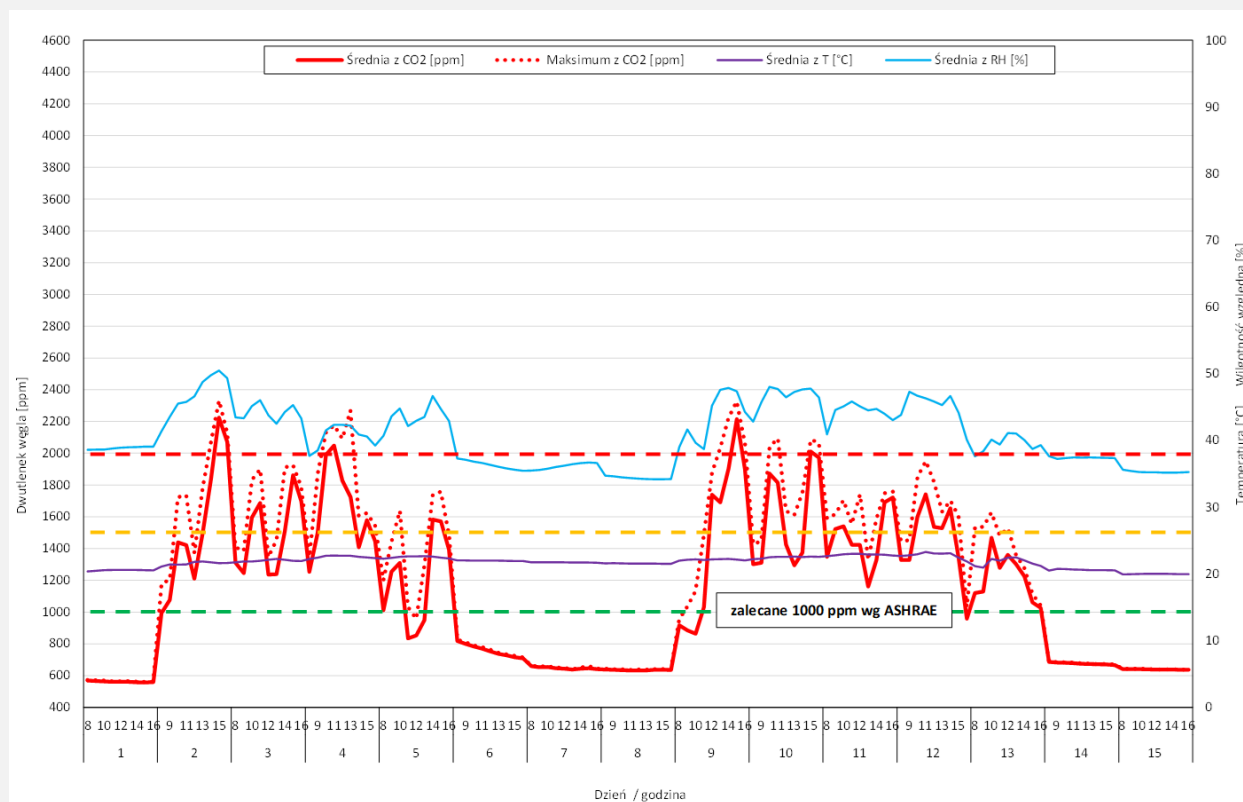
Przez cały czas pobytu w szkole dzieci narażone są na szereg czynników wpływających na ich zdrowie i samopoczucie. Szczególnie widoczne jest to w przypadku CO<sub>2</sub>. Z badań wynika, że przez większą część dnia (91,9-98,6%) dzieci przebywają w środowisku, w którym odnotowano stężenie tego związku powyżej 1000 ppm.

| Zmierzone stężenie<br>CO <sub>2</sub> | Liczba godzin<br>[h] | Czas spędzony w danym<br>stężeniu [%]               |
|---------------------------------------|----------------------|-----------------------------------------------------|
| <b>Sala A V=188m<sup>3</sup></b>      |                      |                                                     |
| >1000 ppm                             | 66,18                | 91,9                                                |
| >1500 ppm                             | 52,67                | 73,2                                                |
| >2000 ppm                             | 25,22                | 35,0                                                |
| <b>Sala B V=236,6m<sup>3</sup></b>    |                      |                                                     |
| >1000 ppm                             | 67,49                | 93,7                                                |
| >1500 ppm                             | 46,82                | 65,0                                                |
| >2000 ppm                             | 11,33                | 15,7                                                |
| <b>Sala C V=132m<sup>3</sup></b>      |                      |                                                     |
| >1000 ppm                             | 71,02                | 98,6                                                |
| >1500 ppm                             | 61,42                | 85,3                                                |
| >2000 ppm                             | 43,71                | 60,7                                                |
| Zmierzona koncentracja<br>cząstek PM  | Liczba godzin<br>[h] | Czas spędzony w danej<br>koncentracji [%]           |
| <b>Sala A V=188m<sup>3</sup></b>      |                      |                                                     |
| PM 2.5 ≥35 µg/m <sup>3</sup>          | 0,51                 | 0,7                                                 |
| <b>Sala B V=236,6m<sup>3</sup></b>    |                      |                                                     |
| PM 2.5 ≥35 µg/m <sup>3</sup>          | 1,8                  | 2,5                                                 |
| <b>Sala C V=132m<sup>3</sup></b>      |                      |                                                     |
| PM 2.5 ≥35 µg/m <sup>3</sup>          | 35,69                | 49,6                                                |
| Zmierzone parametry<br>powietrza      | Liczba godzin<br>[h] | Czas spędzony w<br>podwyższonej temperaturze<br>[%] |
| <b>Sala A V=188m<sup>3</sup></b>      |                      |                                                     |
| Temperatura ≥21°C                     | 48,82                | 67,8                                                |
| <b>Sala B V=236,6m<sup>3</sup></b>    |                      |                                                     |
| Temperatura ≥21°C                     | 64,49                | 89,6                                                |
| <b>Sala C V=132m<sup>3</sup></b>      |                      |                                                     |
| Temperatura ≥21°C                     | 68,51                | 95,0                                                |

# Wentylacja dla szkół i domów

## PODSUMOWANIE

Podczas przerw, na korytarzu, uczniowie przebywają często w gorszych warunkach niż odnotowane w klasie.

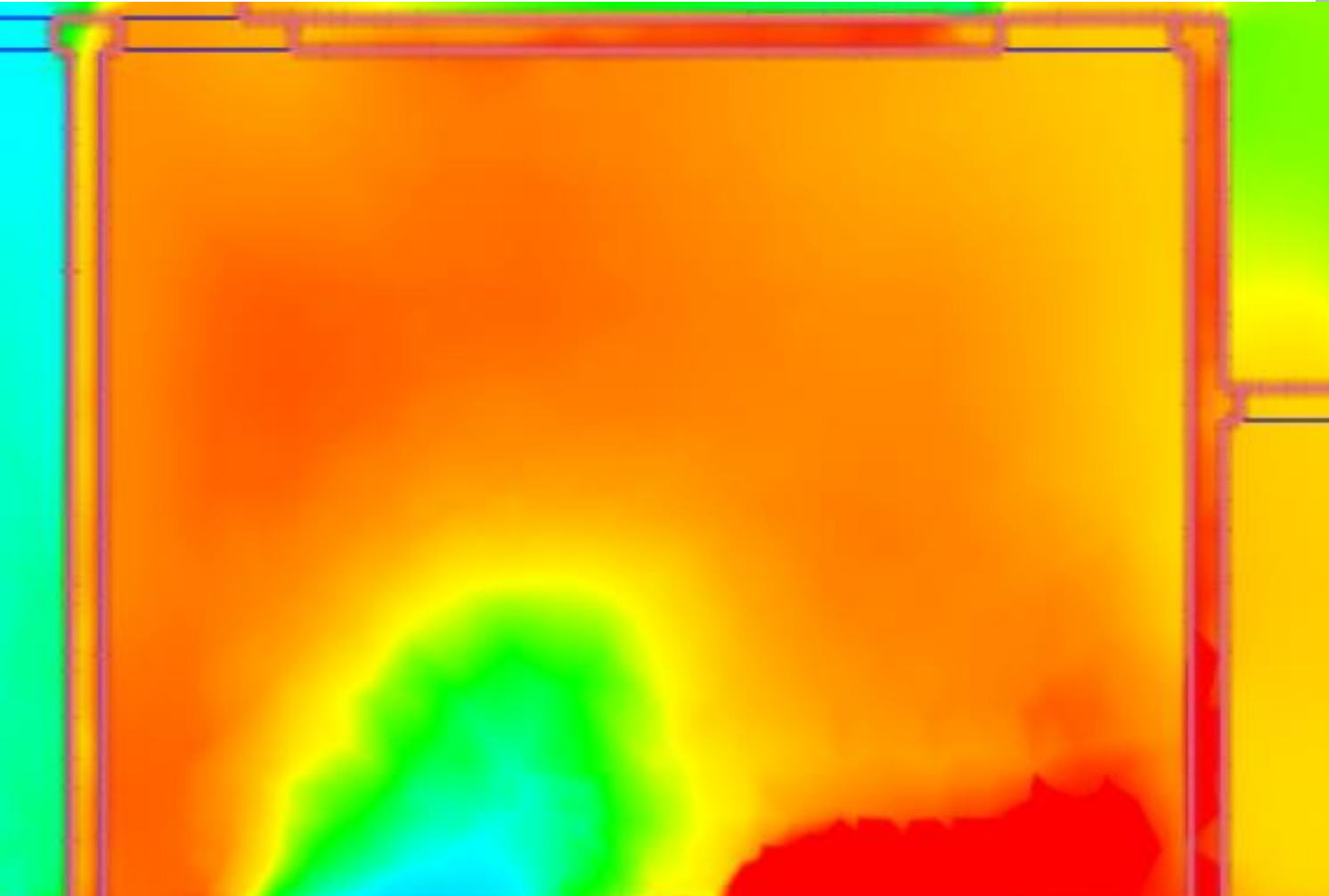


KORYTARZ

# Wentylacja dla szkół i domów

## PODSUMOWANIE

Utrata energii poprzez nawiew zimnego powietrza; doraźne wietrzenie krótkotrwale poprawia jakość powietrza w salach lekcyjnych (źródło: [Raport z badań jakości powietrza](#))



# Wentylacja dla szkół i domów

## PODSUMOWANIE

*Wargocki i in.* doszli do wniosku, że zwiększenie szybkości wentylacji w salach lekcyjnych do 10 l/s na osobę przyniosłoby znaczące korzyści i usprawniłoby naukę oraz zmniejszyłoby absencję. Stwierdzono, że stężenie CO<sub>2</sub> powinno być utrzymywane na poziomie lub poniżej 900 ppm. Nie jesteśmy w stanie zapewnić takiego poziomu bez wentylacji mechanicznej.

Brakujący element procesu termomodernizacji budynków

Pełna treść raportu z badań jest dostępna do pobrania pod adresem

<https://www.gov.pl/web/ncbr/wentylacja-dla-szkol-i-domow2>

<https://www.gov.pl/attachment/144a667e-c517-490c-a62e-9bac58b7ae18>

# Wentylacja dla szkół i domów

## PODSUMOWANIE

### Kluczowe wyzwania projektu:

- Opracowanie systemów wentylacji/rekuperacji rozproszonej zapewniające: brak strat ciepła, odpowiedni poziom CO<sub>2</sub> oraz wilgotności powietrza, wysokosprawną filtrację powietrza eliminującą zanieczyszczenia m.in.: pyły zawieszone, związki organiczne, wirusy i bakterie
- Niezbędne dla szkół, (za wysoki poziom CO<sub>2</sub> )
- Niezbędne dla domów wielorodzinnych, (strata ciepła = zwiększone koszty ogrzewania)

