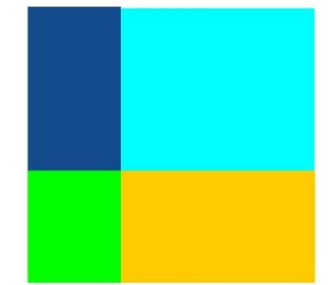




Politechnika
Śląska



UCZELNIA
BADAWCZA
INICJATYWA DOSKONAŁOŚCI



CENTRUM OCHRONY
KLIMATU I ŚRODOWISKA

Zła jakość powietrza w szkołach – skala problemu, przyczyny, konsekwencje

dr hab. inż. Anna Mainka, prof. PŚ
dr hab. inż. Joanna Ferdyn-Grygierek, prof. PŚ



Czynniki
Techniczne



Czynniki
Organizacyjne



Czynniki
Urbanistyczne

- ponad 90% polskich szkół posiada wyłącznie wentylację grawitacyjną
- klasy szkolne w Polsce są często silnie obciążone liczebnie
- wpływ zanieczyszczeń zewnętrznych
- stan techniczny budynków szkolnych



Czynniki
Techniczne

WENTYLACJA

- naturalna – wymiana powietrza spowodowana czynnikami naturalnymi
- mechaniczna – wymiana powietrza jest wymuszona przez działanie wentylatora
- hybrydowa – naprzemienne działanie wentylacji mechanicznej i naturalnej



Czynniki
Organizacyjne

SILNE OBCIĄŻENIE LICZEBNE

- duża liczba osób w jednym pomieszczeniu, każda osoba w pomieszczeniu emituje:
 - ✓ CO_2
 - ✓ bioaerozole (bakterie, wirusy, grzyby)
 - ✓ cząstki pyłu powstające przy ruchu w pomieszczeniu
- w okresie zimowym okna są rzadko otwierane z powodu strat ciepła



Czynniki
Urbanistyczne

JAKOŚĆ POWIETRZA ZEWNĘTRZNEGO

- spalanie paliw stałych w gospodarstwach domowych (tzw. niska emisja) ✓ $\text{PM}_{2.5}$
- transport drogowy ✓ NO_2
- lokalne źródła przemysłowe

STAN TECHNICZNY BUDYNKÓW

- zawilgocenia przegród
- rozwój pleśni i grzybów
- materiały wykończeniowe emitujące lotne związki organiczne (VOC)



*Raport stanowiący przegląd literatury
w zakresie dotychczas przeprowadzonych
badań w szkołach na terenie Polski pod
kątem stężenia dwutlenku węgla,*

Dumała 2023



7 grzechów głównych

złej jakości powietrza w polskich szkołach

1. niewystarczająca wentylacja
2. duże zagęszczenie uczniów
3. przenikanie zanieczyszczeń zewnętrznych
4. emisja VOC z materiałów, wyposażenia i środków czystości
5. starzenie się infrastruktury budowlanej
6. brak systematycznego monitoringu
7. niepełna modernizacja energetyczna



Politechnika
Śląska



UCZELNIA
BADAWCZA
INICJATYWA DOSKONAŁOŚCI



CENTRUM OCHRONY
KLIMATU I ŚRODOWISKA

Wentylacja naturalna

Stare nieszczelne okna



Wentylacja naturalna

Nowe szczelne okna



Wentylacja naturalna

Otwieranie okien na przerwach
Nawietrzaki okienne



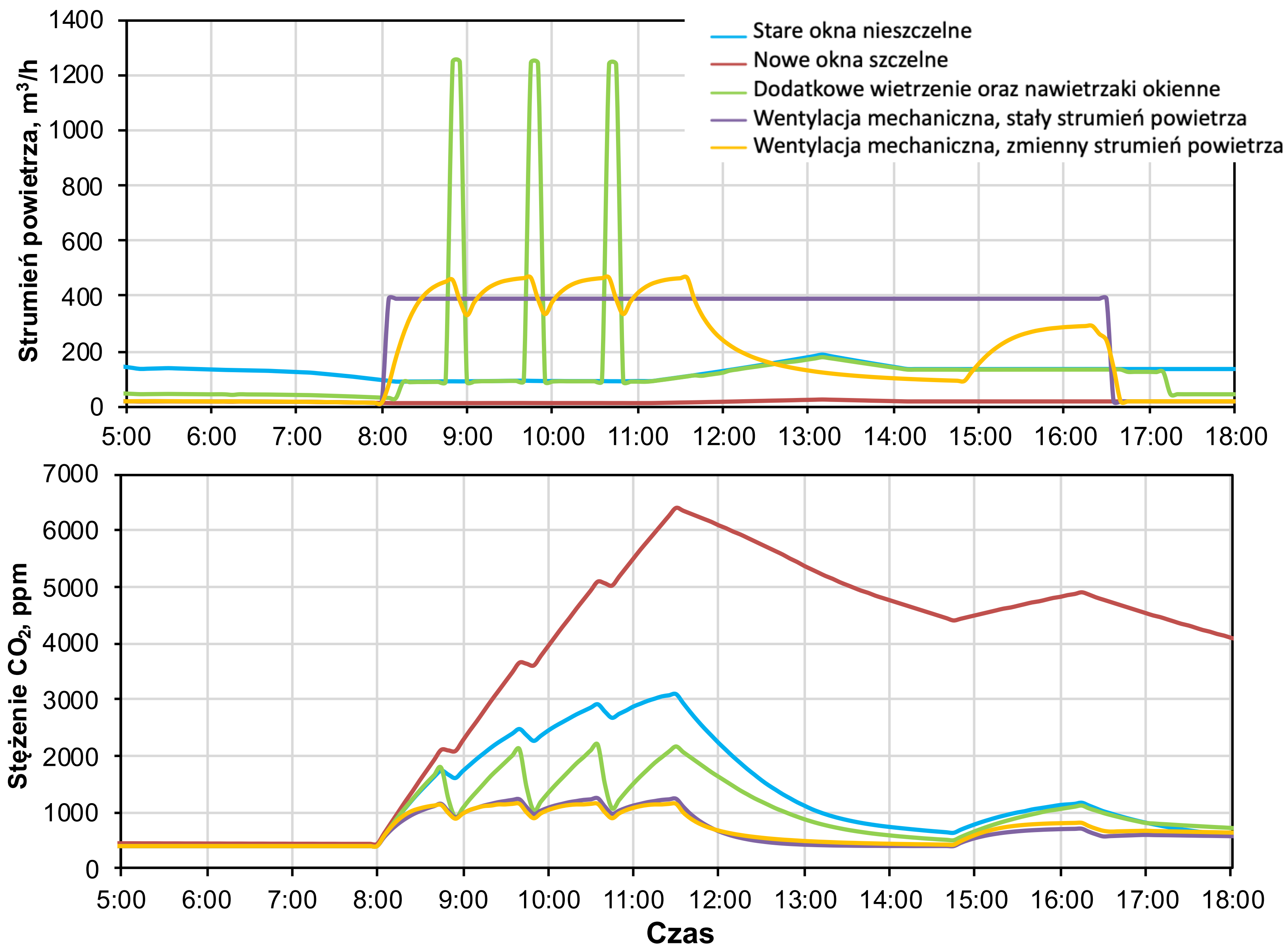
Wentylacja mechaniczna

Stały strumień powietrza



Wentylacja mechaniczna

Zmienny strumień powietrza,
dostosowany do bieżących potrzeb
indywidualne w salach lekcyjnych



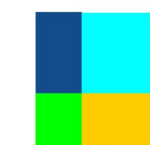
Jakie rozwiązanie jest w Państwa szkole?



Politechnika
Śląska

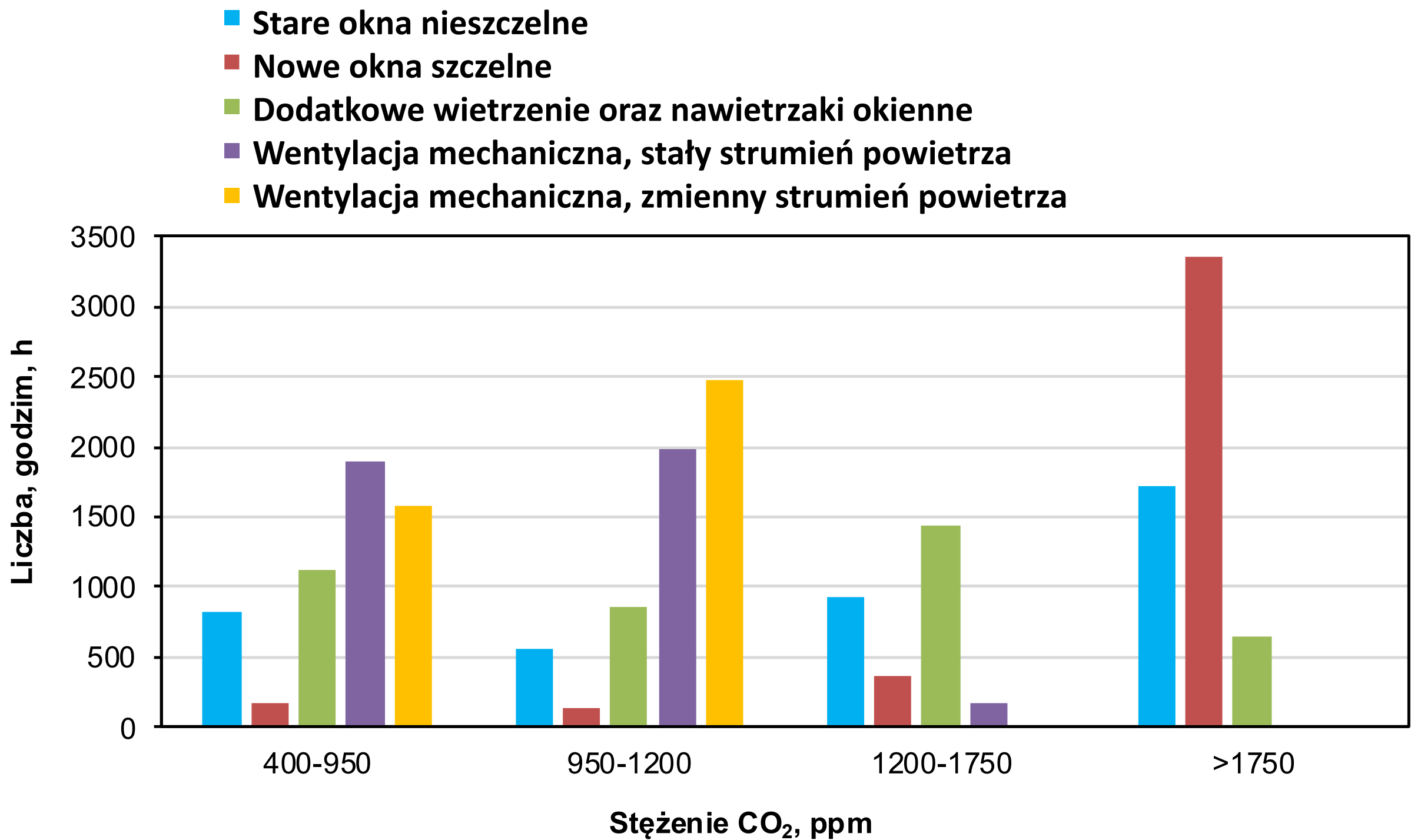
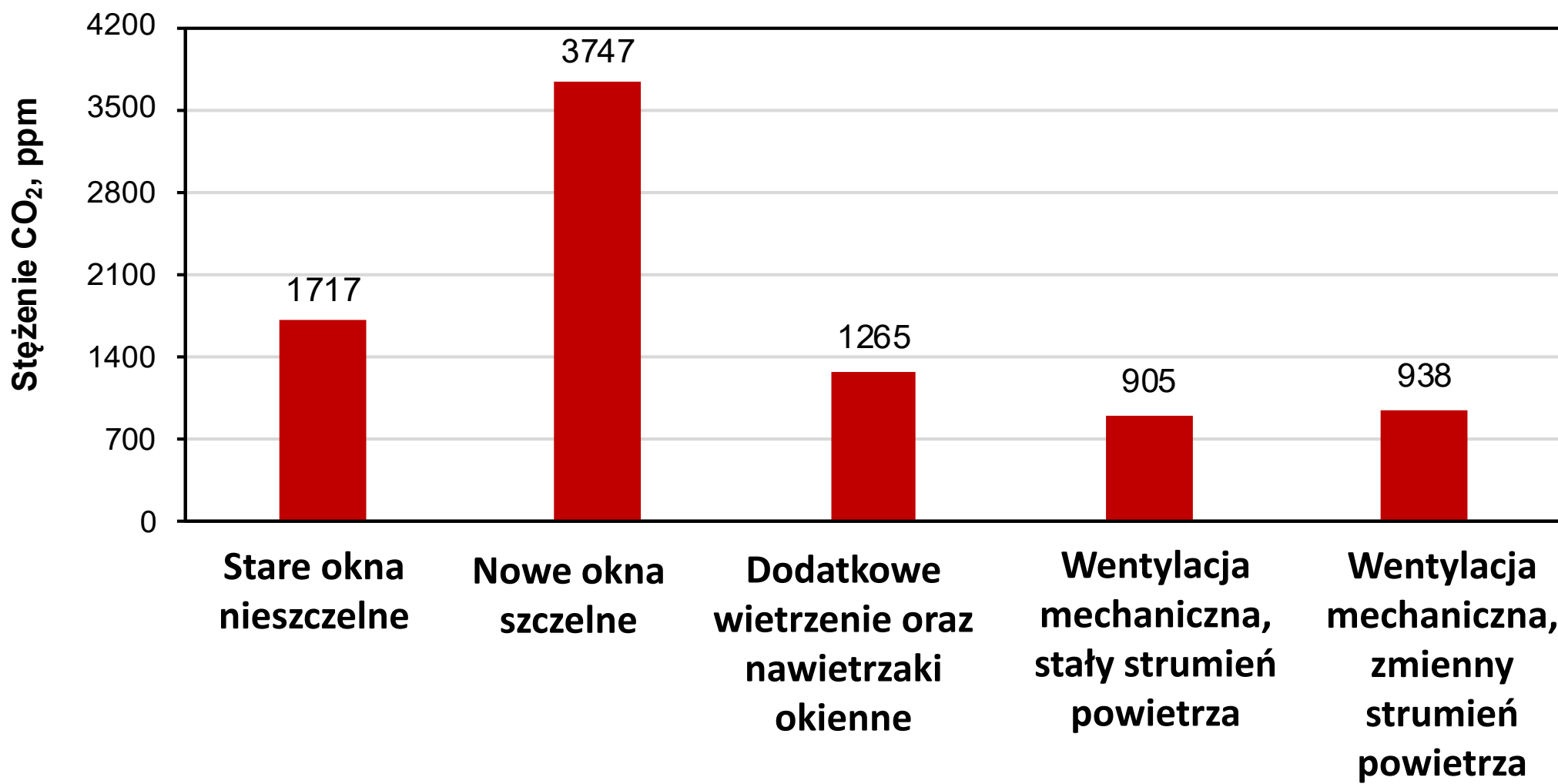
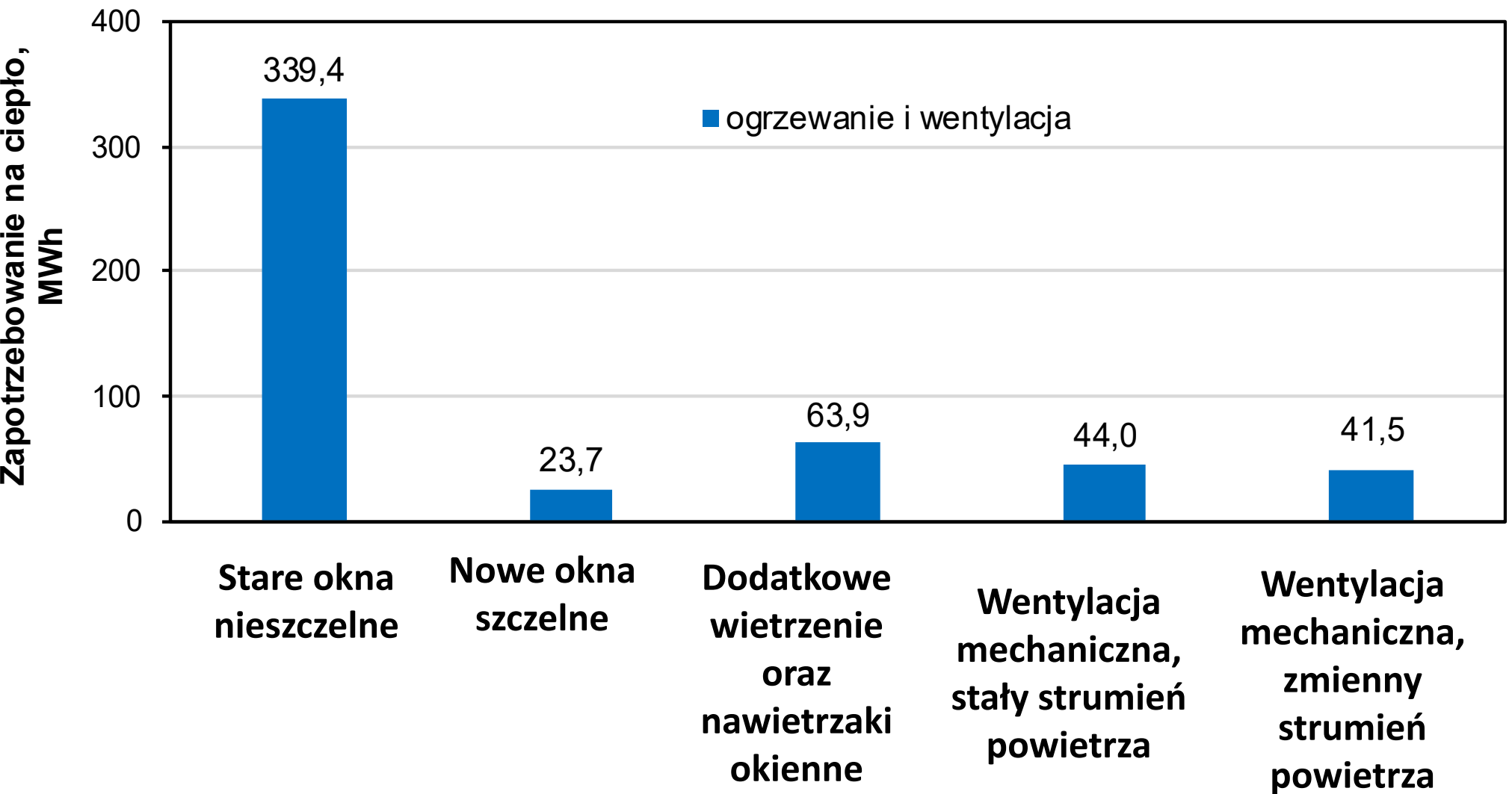


UCZELNIA
BADAWCZA
INICJATYWA DOSKONAŁOŚCI



CENTRUM OCHRONY
KLIMATU I ŚRODOWISKA

Wybór rozwiązania podyktowany jest przede wszystkim zmniejszeniem zapotrzebowania na ciepło



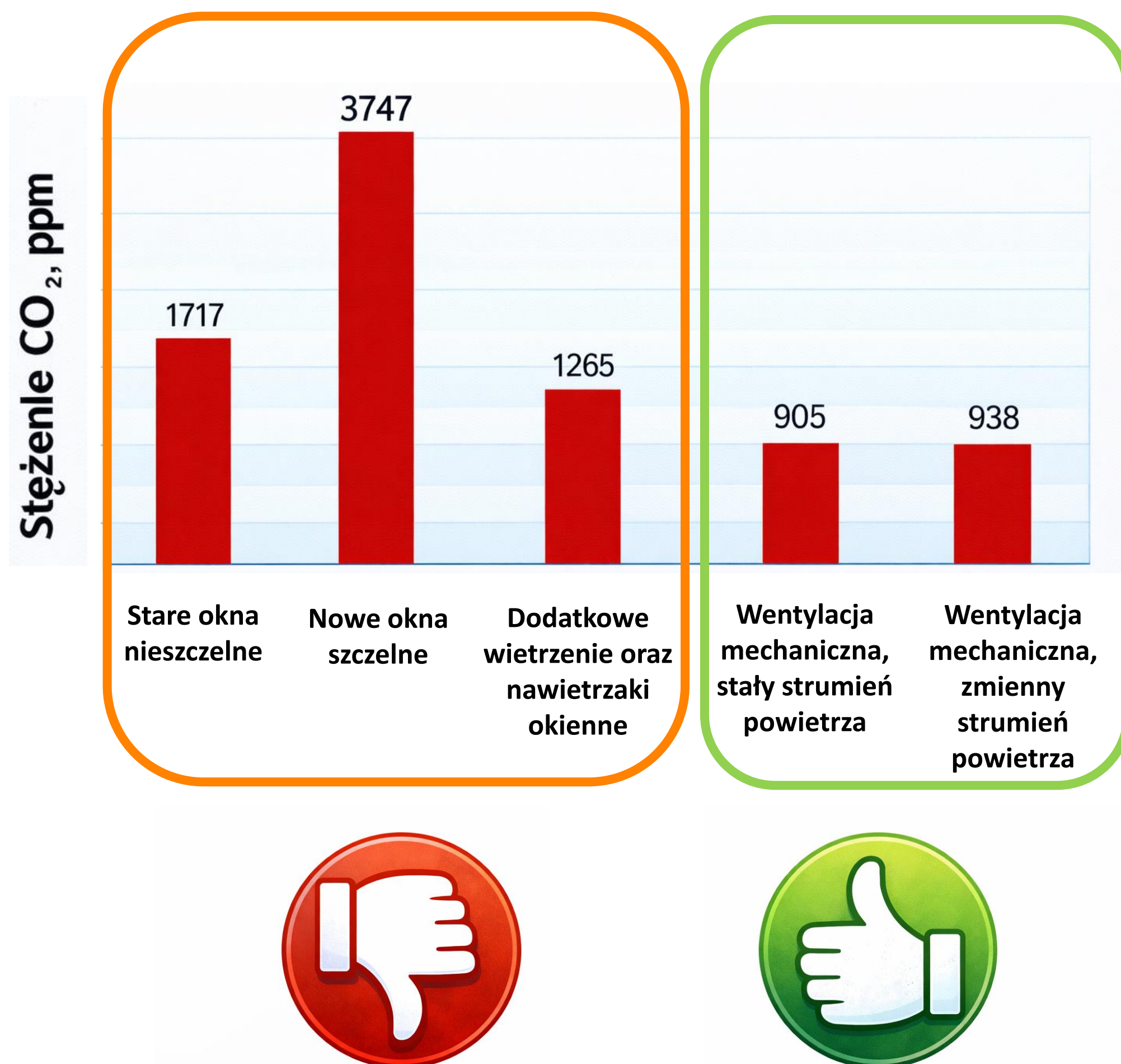
CELEM POWINNO BYĆ

Stężenie CO₂ poniżej 1000 ppm

→

Dobra jakość powietrza

Jakie rozwiązanie jest w Państwa szkole?

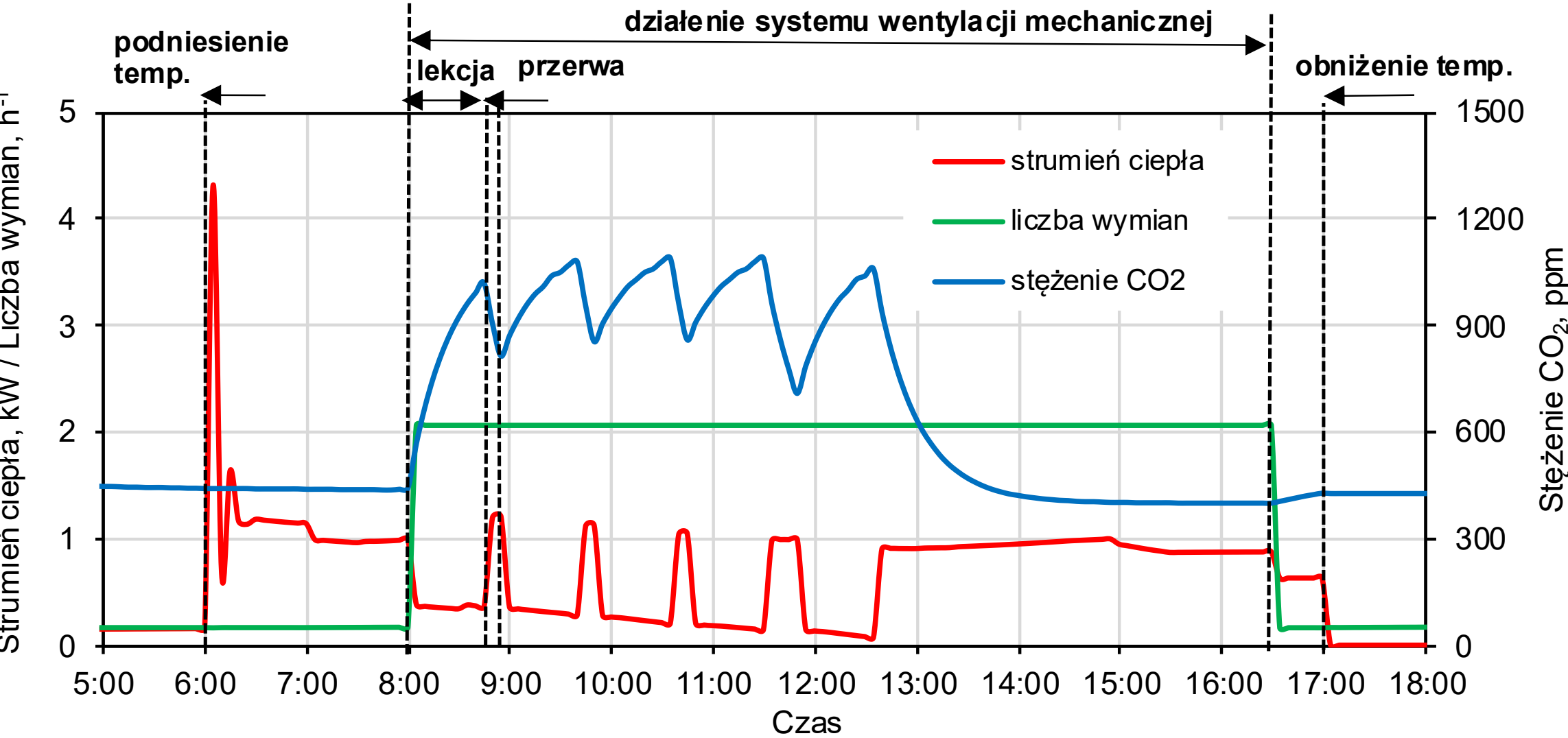


Zgodne z normą PN-EN 16798-1:2019:

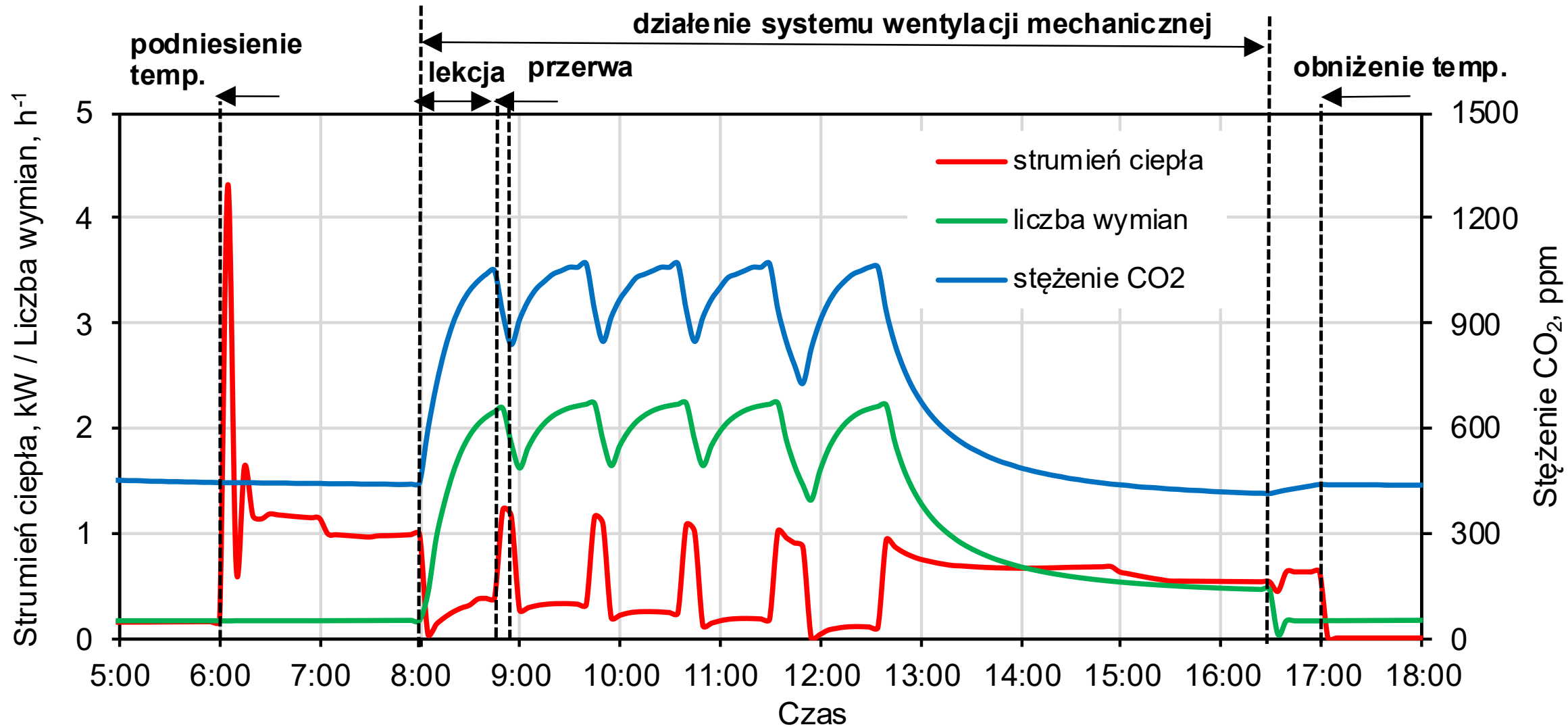
- I kategoria wysoka:
stężenie CO₂ < 550 ppm ponad tło
1000 ppm
- II kategoria średnia:
stężenie CO₂ 550 – 800 ppm ponad tło
1000 – 1250 ppm
- III kategoria umiarkowana:
stężenie CO₂ 800 – 1350 ppm ponad tło
1250 – 1800 ppm
- IV kategoria niska:
stężenie CO₂ 800 – 1350 ppm ponad tło
> 1800 ppm

TŁO MIEJSKIE – parking CNT Politechnika Śląska 450 ppm

Wentylacja mechaniczna o stałym strumieniu powietrza



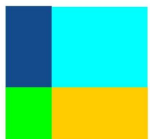
Wentylacja mechaniczna o zmiennym strumieniu powietrza



Politechnika
Śląska

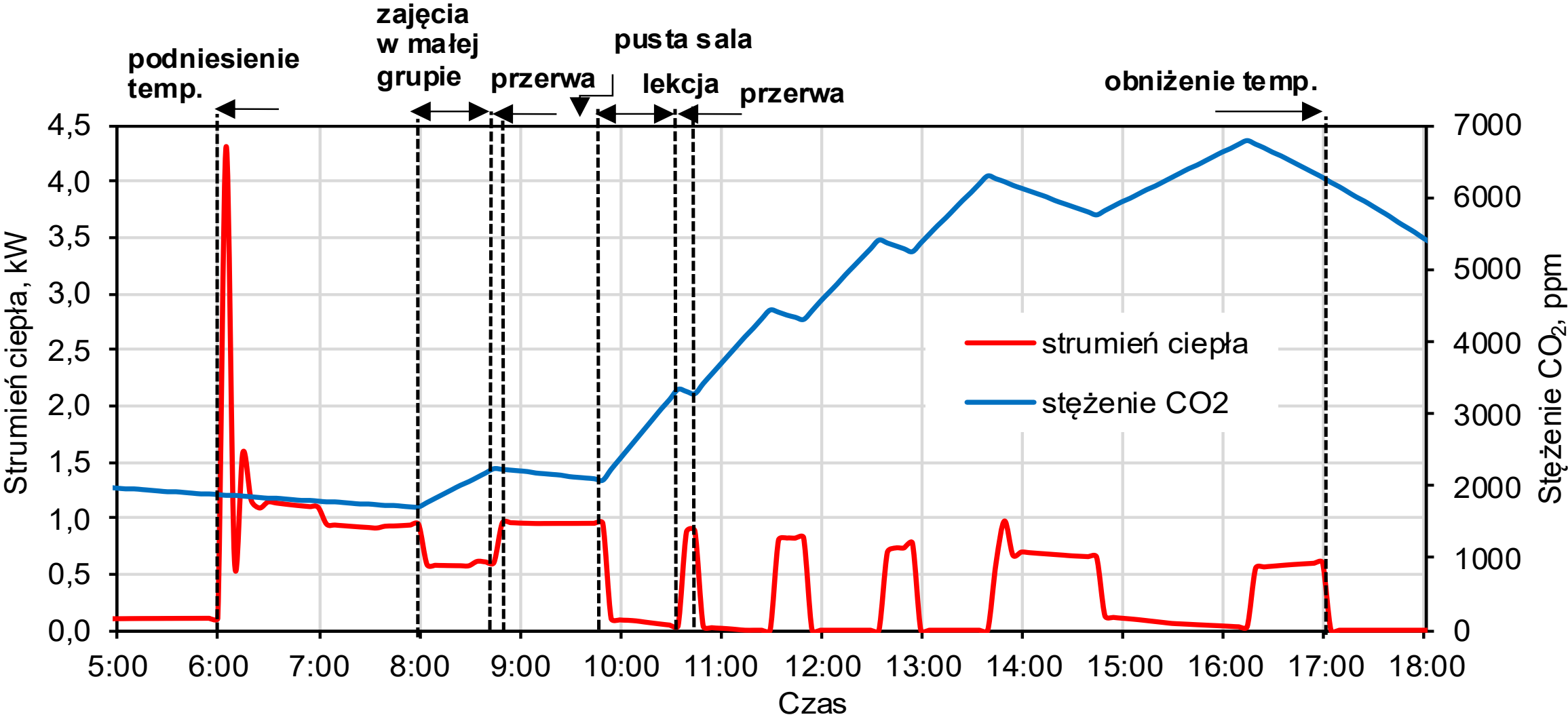


UCZELNIA
BADAWCZA
INICJATYWA DOSKONAŁOŚCI

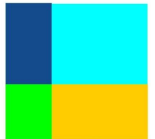
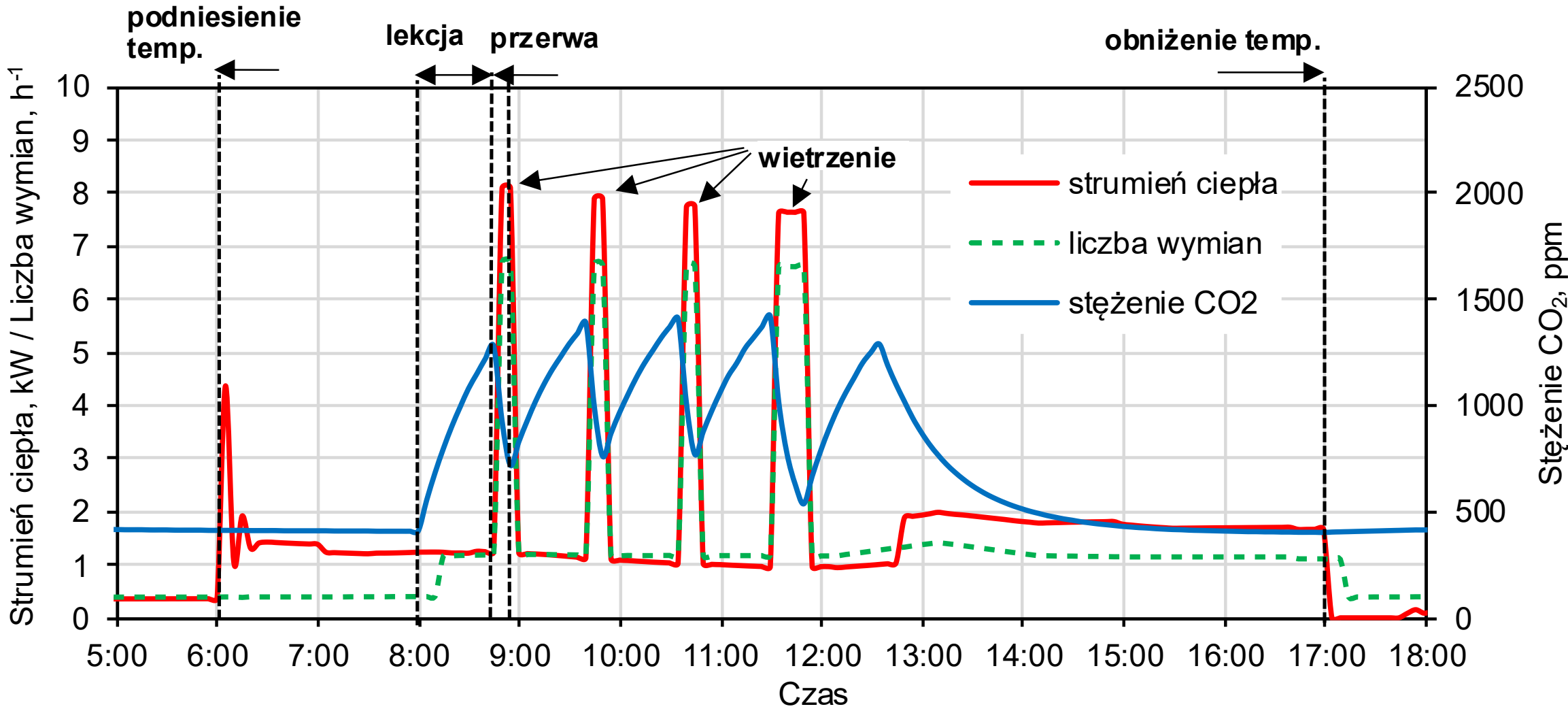


CENTRUM OCHRONY
KLIMATU I ŚRODOWISKA

Okna bardzo szczelne nieotwierane w czasie przerw



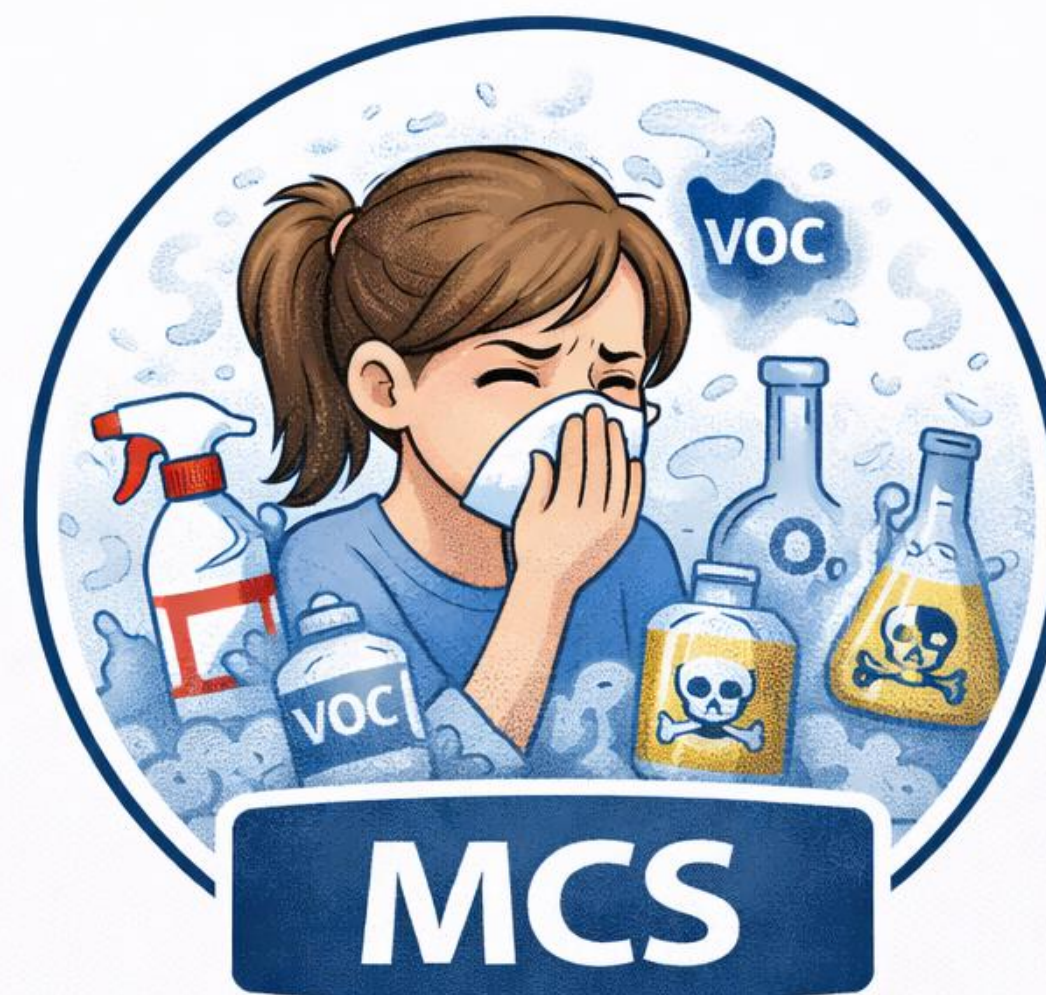
Okna bardzo szczelne, ale wyposażone w dodatkowe nawietrzaki okienne oraz otwierane w czasie przerw



Dolegliwości zdrowotne związane ze środowiskiem budynków



Syndrom chorego budynku
(Sick Building Syndrome)



Wieloczynnikowa nadwrażliwość chemiczna
(Multiple Chemical Sensitivity)

Charakter niespecyficzny objawy pojawiają się podczas przebywania w budynku i ustępują po jego opuszczeniu



Choroby związane z budynkiem
(Building Related Illnesses)

Przyczynę można powiązać z czynnikiem obecnym w budynku (np. mikroorganizmy, pleśnie, bakterie, alergen)

Objawy ze strony oczu

- pieczenie oczu
- zaczerwienienie spojówek
- łzawienie
- uczucie „piasku pod powiekami”

Najczęściej obserwowane objawy zdrowotne

Objawy psychofizyczne

- spadek wydajności pracy lub nauki
- rozdrażnienie
- trudności z utrzymaniem uwagi

Objawy neurologiczne i ogólne

- bóle głowy,
- zmęczenie i senność,
- trudności z koncentracją,
- zawroty głowy,
- ogólne złe samopoczucie.

Objawy ze strony układu oddechowego

- podrażnienie nosa i gardła
- uczucie suchości w gardle
- kaszel
- trudności w oddychaniu
- zaostrzenie objawów astmy lub alergii

Objawy skórne

- suchość skóry
- podrażnienia lub wysypka
- świąd skóry



Badania w śląskich szkołach: poprawa efektywności energetycznej bez modernizacji wentylacji drastycznie obniża jakość powietrza, negatywnie wpływając na zdrowie i koncentrację uczniów.

BEZ MODERNIZACJI

(Budynek Nieszczelny, Lepsza Wymiana Powietrza)



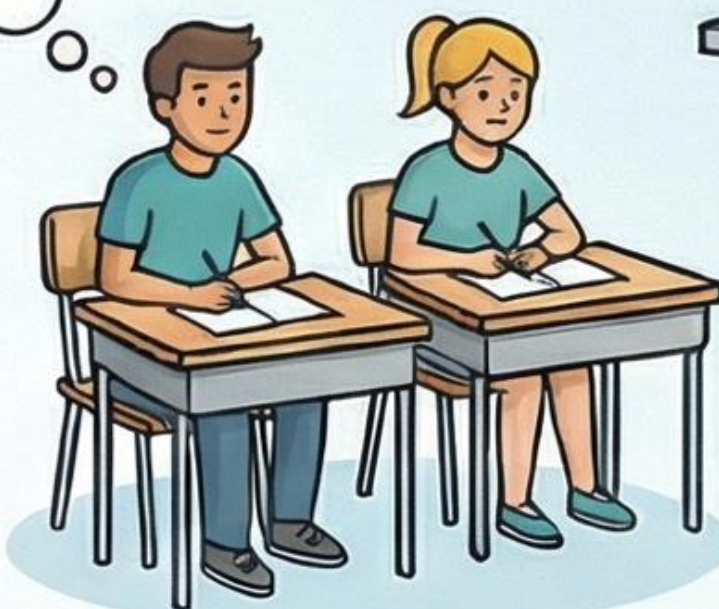
Czas ekspozycji na złą jakość powietrza (IDA 4):

52%

Średnie stężenia CO₂:
< 1000 ppm
(implikowane)



Lepsza koncentracja



SKUTKI WYSOKIEGO STĘŻENIA CO₂ DLA UCZNIĄ



OBNIŻENIE WYDAJNOŚCI NAUKI

Spadek koncentracji o 5%, co odpowiada skutkom niejedzenia śniadania.



WIĘKSZA ABSENCJA CHOROBY

Krótkotrwałe stężenia > 1000 ppm korelują za wzrostem nieobecności o 10-20%.



SYNDROM CHOREGO BUDYNKU

Bóle głowy, senność, ogólne znużenie podczas lekcji.

PO TERMOMODERNIZACJI

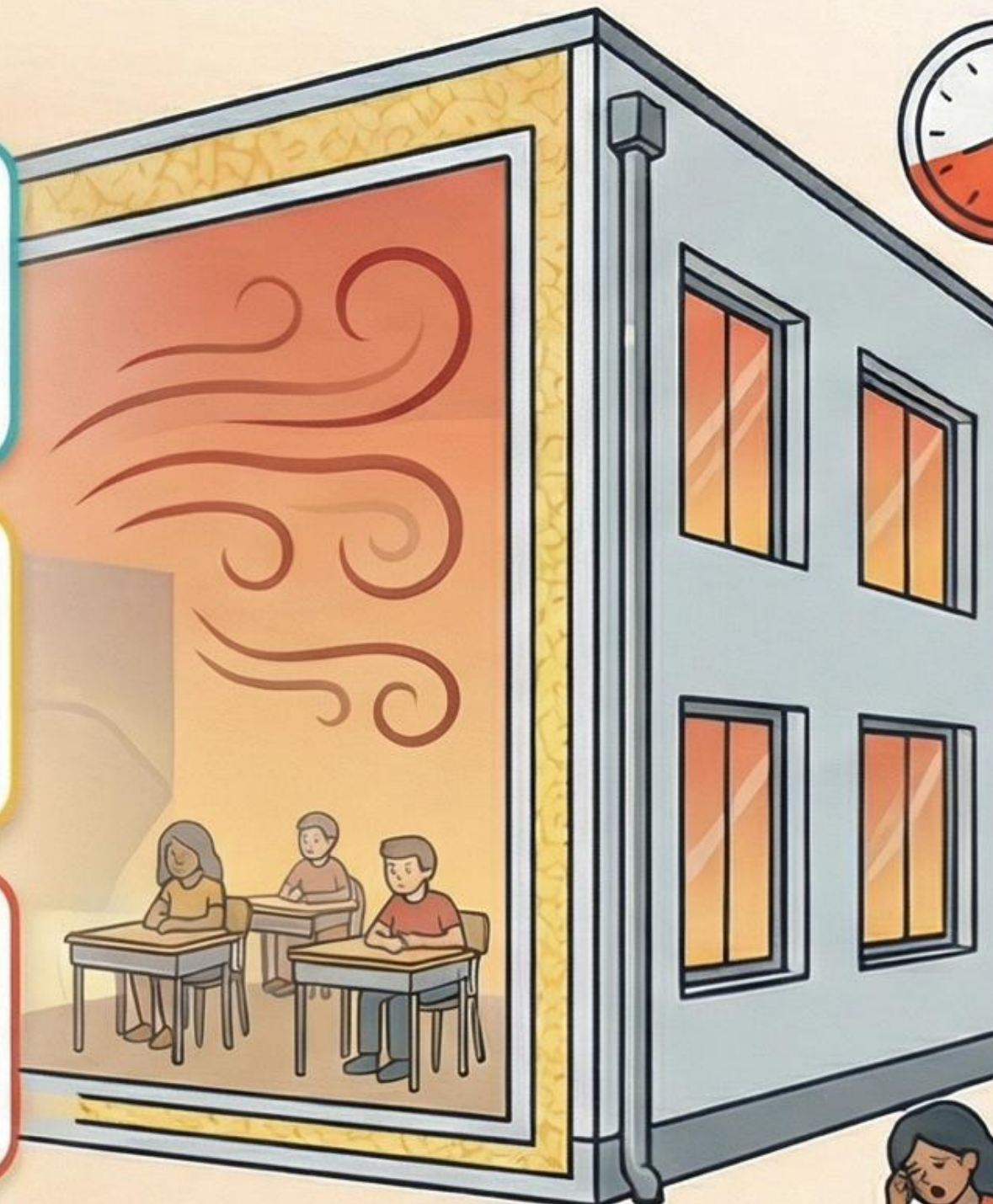
(Budynek Szczelny, Brak Wentylacji Mechanicznej)



Czas ekspozycji na złą jakość powietrza (IDA 4):

70%

Średnie stężenia CO₂:
2146 ppm
(Przekroczenie limitu >2x)



KLASYFIKACJA JAKOŚCI POWIETRZA WEWNĘTRZNEGO (IAQ) WEDŁUG NORMY PN-EN 16798-1:2019

< 550 ppm

IDA 1: WYSOKA

550–800 / 800–1350

IDA 2: ŚREDNIA

IDA 3: UMIARKOWANA

>1350 ppm

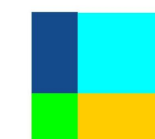
IDA 4: NISKA



Politechnika
Śląska



UCZELNIA
BADAWCZA
INICJATYWA DOSKONAŁOŚCI



CENTRUM OCHRONY
KLIMATU I ŚRODOWISKA

KONTAKT

dr hab. inż. Anna Mainka, prof. PŚ

Katedra Ochrony Powietrza

dr hab. inż. Joanna Ferdyn-Grygierek, prof. PŚ

Katedra Ogrzewnictwa, Wentylacji i Techniki Odpylania
Centrum Ochrony Klimatu i Środowiska



Phone

+48 32 237 10 60

+48 32 237 29 12



E-mail

Anna.Mainka@polsl.pl

Joanna Ferdyn-Grygierek@polsl.pl



Follow us:

facebook.com/polsl

twitter.com/polsl