

Interreg



CENTRAL EUROPE

European Union
European Regional
Development Fund

InAirQ

TAKING
COOPERATION
FORWARD



Konferencja „Problemy zdrowotne i czynniki ryzyka związane z pracą nauczycieli” Łódź, 13.11.2019



Kształtowanie jakości powietrza wewnątrz sal lekcyjnych



Instytut Medycyny Pracy im. Prof. Jerzego Nofera,
dr Anna Kozajda, mgr inż. Karolina Jeżak
Anna.Kozajda@imp.lodz.pl

Jakość Powietrza Wewnętrznego (IAQ - Indoor Air Quality)

Przestrzeń wewnątrz pomieszczeń zamkniętych: dowolny obszar zamknięty otoczony elementami granicznymi (w tym przestrzeń wewnątrz pojazdów)

Jakość Powietrza Wewnętrznego odnosi się do jakości powietrza wewnątrz budynków, opisywana jest przez **stężenie zanieczyszczeń** oraz **warunki termiczne** (temperatura i wilgotność względna), które mają wpływ na **zdrowie, komfort** jak i **wydajność ludzi** przebywających wewnątrz tych pomieszczeń.

Zanieczyszczenie powietrza wewnętrznego nie obejmuje zanieczyszczenia związanego z technologią prowadzoną/wykorzystywaną w miejscu pracy!



Dlaczego kwestie związane z jakością powietrza wewnętrznego są ważne dla szkół?

- Dzieci spędzają blisko **90% swojego czasu** w pomieszczeniach zamkniętych (m.in. sale lekcyjne, domy, sale treningowe).
- Badania wykazały, że **powietrze wewnętrzne** często zawiera **wyższe poziomy zanieczyszczeń niż powietrze na zewnątrz**.
- Według danych za rok szkolny 2018/2019 w Polsce jest **14 584 szkół podstawowych**,
w których uczy się **3 mln uczniów** i pracuje **256 800 nauczycieli**.
Uczniowie: **7,8% populacji** Uczniowie i nauczyciele: **8,4% populacji**



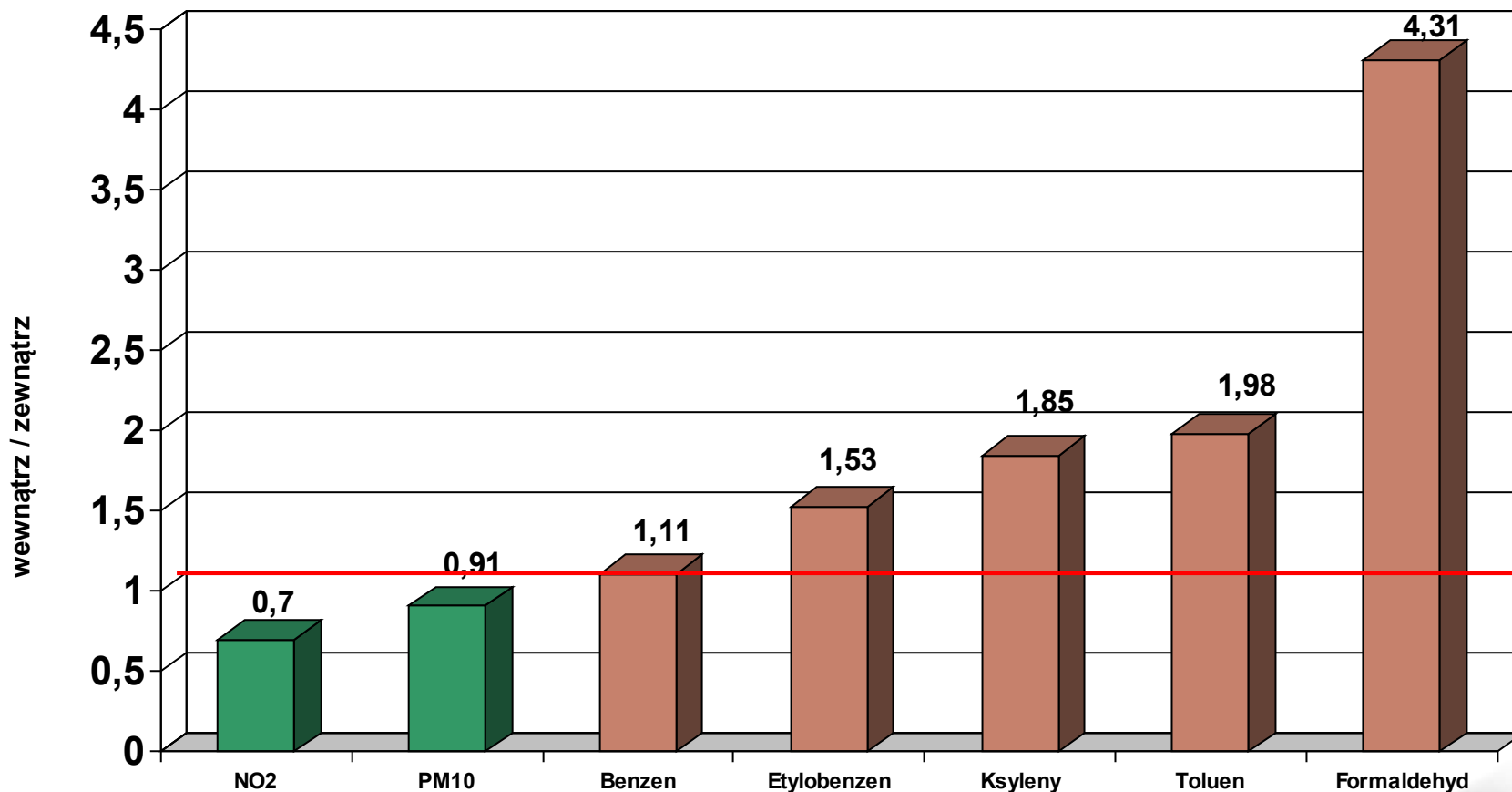
Czynniki oddziałujące na jakość powietrza wewnętrznego

- Jakość powietrza zewnętrznego
- Stopień wymiany powietrza
- Zdolność wiązania związków chemicznych przez powierzchnie wewnętrzne
- Źródła zanieczyszczeń powietrza wewnętrznego (ludzie, zwierzęta, meble, materiały budowlane i wykończeniowe itp.)

Powietrze wewnętrzne = Powietrze zewnętrzne + f (Budynek) + φ (Czynności/Aktywności)



Stosunek stężeń zanieczyszczeń mierzonych w salach lekcyjnych i na zewnątrz



Badanie w szkołach europejskich w ramach projektu SEARCH



Wewnętrzne źródła zanieczyszczeń powietrza w salach lekcyjnych

- Kurz
- Materiały konstrukcyjne i izolacyjne
- Materiały powierzchniowe (pokrycie ścian, dywany, rolety, zasłony)
- Meblowanie
- Ulatnianie lotnych substancji chemicznych z nowych materiałów
- Farby
- Woski, repelenty
- Kleje i żywice
- Rozpuszczalniki
- Kserokopiarki, atramenty
- Produkty do czyszczenia/dezynfekcji
- Biocydy
- Produkty do pielęgnacji ciała
- Ludzie (wydychane powietrze, palenie?)
- Zwierzęta domowe, gryzonie, owady
- Zagrzybienie (wskutek nadmiernego zawilgocenia)

Emisje wtórne materiałów:

- np. spowodowane wilgocią
- ozon z drukarek laserowych
- z zewnątrz i tlenki azotu reagujące z lotnymi związkami organicznymi (LZO)
- środki czystości reagujące z powierzchniami



Skutki zdrowotne u dzieci wynikające z narażenia na zanieczyszczenia powietrza wewnętrznego

WPŁYW NA UKŁAD ODDECHOWY

Efekty ostre:

- Podrażnienie błon śluzowych (oczy, górne drogi oddechowe)
- Kaszel (objawy zapalenia oskrzeli)
- Świszczący oddech, ataki duszności (utrudnione oddychanie, objawy astmatyczne)
- Zwiększona reaktywność dróg oddechowych na alergeny
- Zwiększona ostra zachorowalność na drogi oddechowe (infekcje górnych i dolnych dróg oddechowych)

Efekty przewlekłe:

- Zmniejszona wydajność płuc
- Udział w późniejszych chorobach płuc (POChP, nowotwory złośliwe)

WPŁYW NA UKŁAD SERCOWO-NACZYNIOWY

- Podwyższenie ciśnienia tętniczego i częstości akcji serca
- Zwiększony poziom hormonów stresu



Skutki zdrowotne u dzieci wynikające z narażenia na zanieczyszczenia powietrza wewnętrznego

WPŁYW NA SYSTEM IMMUNOLOGICZNY

- Zwiększone ryzyko infekcji (m.in. ból gardła, kaszel, infekcje górnych dróg oddechowych, zapalenie płuc, zapalenie ucha środkowego)
- Absencja w szkole z powodu infekcji
- Zwiększony poziom biomarkerów stresu oksydacyjnego i stanu zapalnego

WPŁYW NA CENTRALNY UKŁAD NERWOWY

Ostre efekty:

- Ból głowy, zmęczenie, zawroty głowy, nudności
- Upośledzona wydajność zadaniowa

Skutki chroniczne:

- Zaburzenia w rozwoju neuropsychologicznym (opóźnienia rozwoju poznawczego i psychomotorycznego, globalne IQ, trudności w uczeniu się, czytanie ze zrozumieniem, funkcje pamięci, problemy z czytaniem i liczeniem, szybkość reakcji, koncentracja uwagi, koordynacja)
- Zmiany w istocie białej mózgu, istocie szarej i w zwojach podstawy mózgu wykazane metodami neuroobrazowania
- Narażenie prenatalne i we wczesnym dzieciństwie może powodować choroby neurorozwojowe (deficyt uwagi/nadpobudliwość, zaburzenia ze spektrum autyzmu itp.)



Skutki zdrowotne u dzieci wynikające z narażenia na zanieczyszczenia obecne w powietrzu wewnętrznym

DZIAŁANIE RAKOTWORCZE

- białaczka dziecięca i niektóre guzy ośrodkowego układu nerwowego
- narażenie z dzieciństwa może przyczyniać się do rozwoju nowotworów w późniejszym życiu

ZABURZENIA FUNKCJI ENDOKRYNNYCH

- Upośledzenie układu rozrodczego
- Zaburzenia w rozwoju mózgu
- Udział w późniejszej cukrzycy i otyłości
- Udział w późniejszej nadczynności lub niedoczynności tarczycy



Zespół Chorego Budynku vs. Choroby Związane z Budynkiem

Zespół Chorego Budynku

niespecyficzne objawy związane z budynkiem:

- Bóle głowy
- Zmęczenie
- Podrażnienie oczu, nosa, gardła i/lub skóry
- Suche błony śluzowe, sucha lub swędząca skóra
- Chrypka i świszczący oddech

Trudno połączyć z konkretnym źródłem.

Objawy ustępują z dala od budynku.

Choroby związane z budynkami

- **Infekcje**
 - Legionelloza
 - Aspergiloza (upośledzona odporność)
 - przeziębienie, grypa
- **Reakcje alergiczna**
 - astma
 - katar

Przyczyna jest jasno powiązana z budynkiem.

Objawy mogą nie ustępować po wyjściu z budynku.



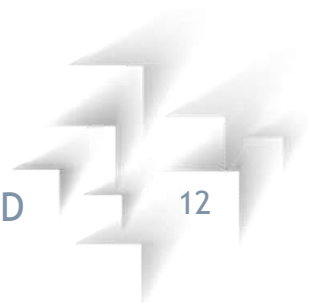
Ogólne skutki niskiej jakości powietrza wewnątrznych w salach niedostatecznie wentylowanych lub przeludnionych

- ❑ **CO₂↑** ▶ koncentracja↓, zmniejszona uwaga, wykonalność testów ↓, zmęczenie, ból głowy, zwiększone ryzyko wypadków
- ❑ **Bakterie, wirusy↑** ▶ choroby infekcyjne, absencja
- ❑ **Wilgotność, temperatura↑, zapach** ▶ dyskomfort, ból głowy
- ❑ **Umiarkowanie zwiększone stężenie substancji chemicznych uwalnianych/wydzielanych w pomieszczeniach**
 - ▶ łagodne objawy krótkotrwałe (objawy astmatyczne, ból głowy, zmęczenie, zawroty głowy, nudności)
 - ▶ długoterminowy negatywny wpływ na ośrodkowy układ nerwowy, układ oddechowy, układ sercowo-naczyniowy, układ hormonalny oraz wpływ na późniejszy rozwój nowotworów



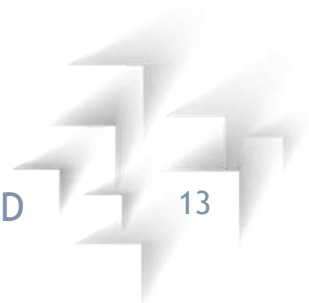
Wentylacja

Okolo 50% wszystkich problemów związanych z jakością powietrza wewnętrznego spowodowanych jest niewłaściwą wentylacją!

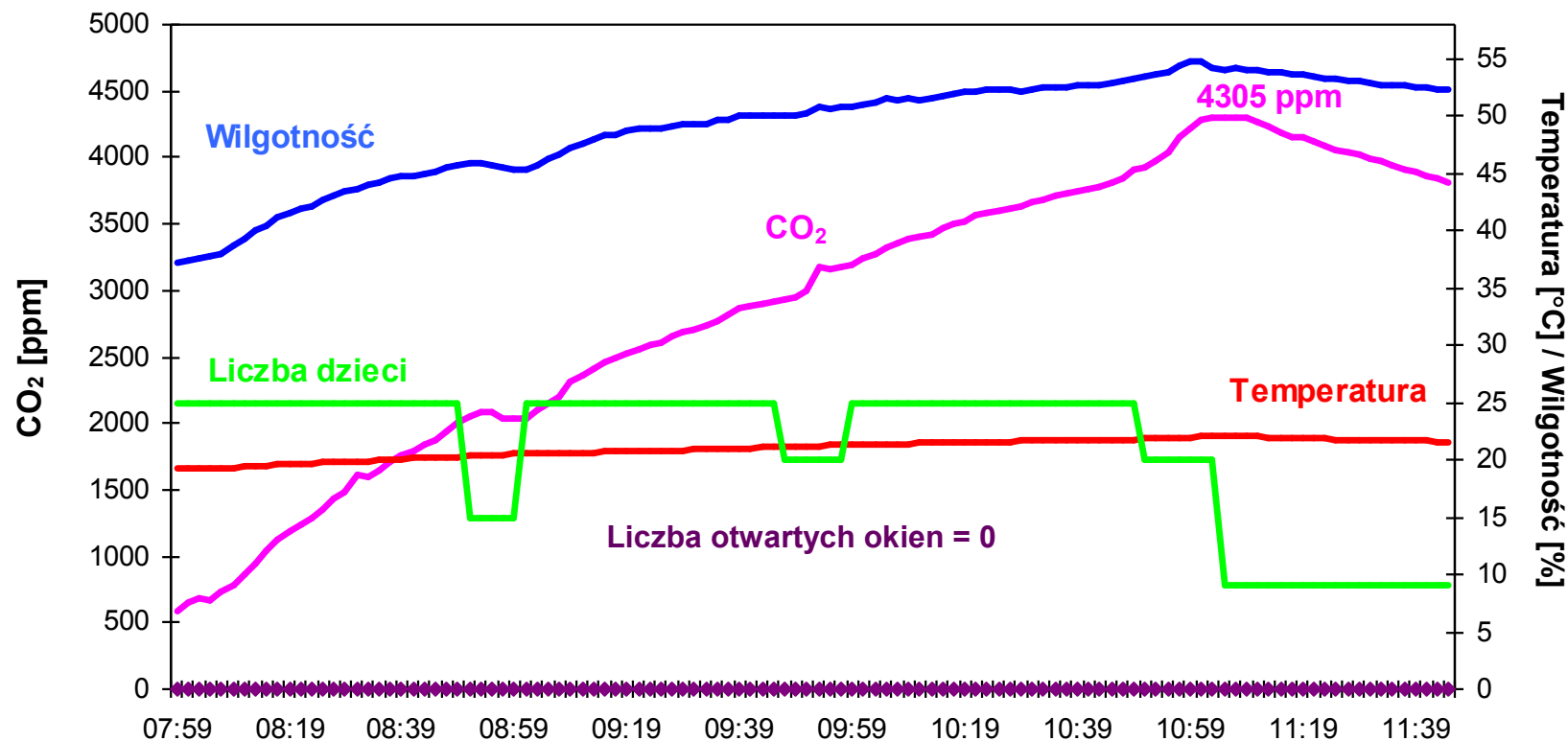


Punkt wyjścia:

zarówno nauczyciele jak i personel szkolny mogą przyczynić się do poprawy jakości powietrza w salach lekcyjnych i w szkole.



InAirQ: Monitorowanie jakości powietrza w salach lekcyjnych



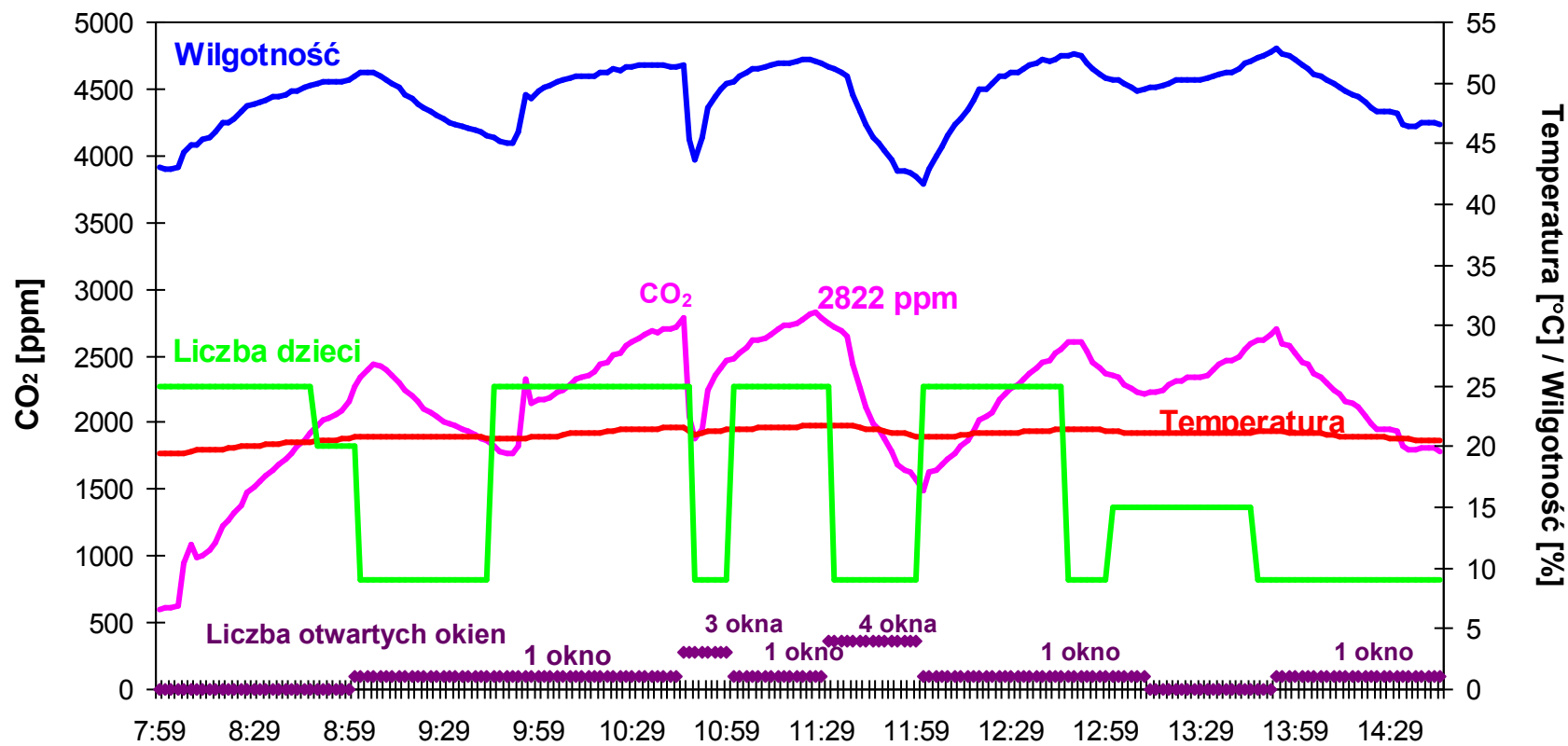
Czas zajęć w sali lekcyjnej objętej pomiarami, w dniu 24.01.2018 r.

— CO₂ — Temperatura — Wilgotność ◆ Liczba otwartych okien — Liczba dzieci

Temp. na zewnątrz: +1,8°C



InAirQ: Monitorowanie jakości powietrza w salach lekcyjnych



Czas zajęć w sali lekcyjnej objętej pomiarami, w dniu 25.01.2018 r.

— CO2 — Temperatura — Wilgotność ◆ Liczba otwartych okien — Liczba dzieci

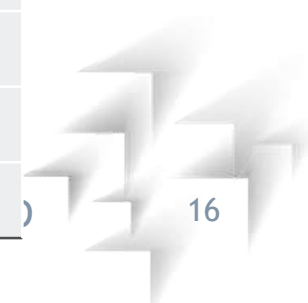
Temp. na zewnątrz: +5,6°C



Tabela 1. Suma LZO oznaczonych w salach lekcyjnych.

Lp.	Kod szkoły	LZO $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
		Wew.	Zew.
1	PL20	47,6	12,5
2	PL24	42,7	10,2
3	PL27	62,8	6,8
4	PL28	28,4	8,9
5	PL19	71,4	6,4
6	PL25	139,8	7,3
7	PL26	28,7*	18,9
8	PL13	36,9	13,8
9	PL21	16,3	7,6
10	PL03	47,8	9,0
11	PL06	47,6	14,8
12	PL22	20,6	9,6

* Brak wszystkich wyników



Należy zwracać uwagę na:

▪ Wentylację

Działaj natychmiast, jeśli zepsuje się jakikolwiek sprzęt wentylacyjny (hałas, nieprzyjemny zapach, kontrola temperatury, problemy z przepływem powietrza, odczuwanie komfortu).

▪ Potencjalne zanieczyszczenia

Nie przynoś ani nie używaj odświeżaczy powietrza, świec, pestycydów przyniesionych z domu.

Minimalizuj narażenie na chemikalia.

Znajdź wycieki wody, wilgoć na powierzchni, pleśń czy szkodniki/gryzonie

▪ Czystość

Sprzątanie (nie powodować unoszenia pyłu do powietrza!)

Przechowywanie śmieci w pojemnikach.

Upewnij się, że rozlane płyny (szczególnie na dywany) są natychmiast usuwane.



Proponowane działania mające na celu obniżenie stężenia FORMALDEHYDU

- Wybierz odpowiednie, dedykowane meble i materiały obiciowe, wyposaż pokoje w materiały i sprzęty, które nie zawierają formaldehydu lub zawierają go w jak najmniejszym stopniu.
- Jeśli planujesz wymieniać meble w salach lekcyjnych, zrób to podczas letnich wakacji.
- Gromadź informacje o meblach (data produkcji, wietrzenie i inne cechy materiałów z których mebel został wykonany).
- Wywietrz meble, utrzymując okna całkowicie otwarte tak długo, jak to możliwe. Wysoka emisja formaldehydu z nowych mebli i pokryć spada po 6-8 tygodniach wentylacji.



Proponowane działania mające na celu obniżenie stężenia FORMALDEHYDU

- Zaplanuj stosowanie produktów zawierających formaldehyd w połączeniu z właściwą wentylacją podczas i po ich użyciu.
- Utrzymuj temperaturę i wilgotność względną w środowisku szkolnym na najniższym poziomie komfortu (emisja formaldehydu i stężenie w pomieszczeniach wzrasta wraz ze wzrostem temperatury i wilgotności).
- Zwiększ wiedzę na temat zapobiegania narażeniu na formaldehyd (na przykład kupując artykuły, zawsze sprawdzaj informacje o składzie, zawsze pierz wszystkie nowe ubrania, nie używaj odświeżaczy powietrza).



Proponowane działania mające na celu obniżenie stężenia FORMALDEHYDU

Umieść w klasie odpowiednie rośliny, które pochłaniają formaldehyd (scindapsus, sanseweria, dracena, filodendron, skrzydłokwiat itp.). Oprócz formaldehydu rośliny te mogą pochłaniać kilka innych lotnych związków organicznych, takich jak: benzen, ksylen, toluen itp.



Proponowane działania mające na celu obniżenie stężenia BENZENU

- Zapobiegaj przedostawaniu się benzenu z powietrza zewnętrznego (lokalizacja parkingów, dym papierosowy itp.).
- Utrzymuj ścisłą kontrolę zakazu palenia w pomieszczeniu.
- Nie używaj benzenu wewnątrz budynku, chyba że jest wyposażony w dygestorium.
- Wietrz pomieszczenia po użyciu produktów zawierających benzen (np. podczas malowania / używania barwników).
- Postępuj z resztą farb/barwników/lakierów zawierających benzen jak z odpadami niebezpiecznymi (zgodnie z instrukcjami dotyczącymi segregacji/postępowania z odpadami niebezpiecznymi).



Proponowane działania mające na celu obniżenie stężenia Lotnych Związków Organicznych (LZO)

- Zapobiegaj przedostawaniu się LZO z powietrza zewnętrznego (np. parkingów).
- Wybieraj produkty, które nie zawierają LZO
- Nie przechowuj produktów będących źródłem LZO w pomieszczeniach, w których przebywają dzieci.
- Korzystając z produktów będących źródłem LZO (różne środki czyszczące, farby, lakiery), używaj ich zgodnie z instrukcjami producenta.



Proponowane działania mające na celu obniżenie stężenia LZO

- W przypadku stosowania produktów będących źródłem LZO upewnij się, że zapewniasz wystarczającą ilość świeżego powietrza.
- Kupuj i przechowuj produkty będące źródłem LZO w ilościach, które zostaną zużyte natychmiast. Usuwać nadmiar zmagazynowanych substancji w zamkniętych lub otwartych pojemnikach (zwróć uwagę na instrukcje dotyczące segregacji odpadów).
- Nigdy nie mieszaj produktów, które są źródłem lotnych związków organicznych, chyba że podano to w instrukcji producenta.
- Ograniczaj narażenie na formaldehyd, benzen i perchloroetylen w środowisku zamieszkania i w szkole.



Proponowane działania mające na celu obniżenie stężenia PM₁₀

- Obserwuj informacje dotyczące stanu jakości powietrza i poziomów zanieczyszczeń wydawane przez Główny Inspektorat Ochrony Środowiska
- **Planuj aktywność uczniów na powietrzu zgodnie z prognozą/aktualnym stężeniem PM10!**



Zapobieganie przedostawaniu się cząstek z powietrza zewnętrznego

- Dokładnie wentyluj sale lekcyjne przed i po lekcjach, a także podczas przerw, gdy ruch drogowy na zewnątrz jest niewielki. Unikaj otwierania okien w czasie korków oraz w czasie, gdy rodzice parkują w pobliżu szkoły. Poproś rodziców, aby nie czekali na dzieci z uruchomionymi silnikami.
- Gdy w otaczającym powietrzu stężenie PM jest podwyższone, a możliwości wentylacyjne są ograniczone, należy unikać czynności zwiększających zapylenie w zamkniętych pomieszczeniach.
- Zapewnij odpowiednią wentylację innych pomieszczeń (korytarze, szafki, sale gimnastyczne), mechaniczną wentylację w kuchni i pomieszczeniach sanitarnych.



- Sprzątaj sale lekcyjne po zajęciach.
- W przypadku podłogi i mebli stosuj praktyki czyszczenia na mokro. Codziennie odkurzaj sale i meble. Najlepszym rozwiązaniem jest stosowanie mokrych odkurzaczy z filtrami HEPA. Jeśli filtr HEPA jest zbyt zapchany, przestaje działać i nie spełnia już swojej roli. Ważne jest zatem częste ich czyszczenie (mycie filtrów HEPA) lub wymiana.
- Możesz zainstalować odpowiednie urządzenia do oczyszczania powietrza, które pochłaniają PM i zanieczyszczenia chemiczne.



Proponowane działania mające na celu obniżenie stężenia CO₂

- Jeśli nie masz mechanicznego systemu wentylacji, otwieraj okna klas podczas każdej przerwy. Dokładnie wietrz sale lekcyjne rano i po południu, przed i po lekcjach.
- Zainstaluj monitor stężenia CO₂ w klasie.



- Unikaj instalowania żaluzji wewnętrznych PCV, które zwykle zawierają ftalany, bisfenole i środki spowalniające palność. Nie wieszaj zasłon o zmniejszonej palności zawierających polibromowane środki spowalniające palność.
- Unikaj podłóg z PCV i materiałów zawierających ftalany.
- Jeśli masz podłogę z PCV, często stosuj praktyki czyszczenia na mokro.
- Nie używaj mebli tapicerowanych o zmniejszonej palności w salach lekcyjnych.
- Jeśli konieczne są dywany, używaj dywanów tkanych zamiast dywanów zawierających kleje, ftalany, bromowane środki spowalniające palność czy inne chemikalia.



Proponowane działania mające na celu utrzymanie optymalnej temperatury i wilgotności

- Umieść termometr w klasie. Zapewnij optymalną temperaturę w zimie, nie przegrzewaj pomieszczeń.
- Bądź świadomy wpływu zmian klimatu, przygotuj się na wysoką temperaturę zewnętrzną późną wiosną i wczesną jesienią.
- Przygotuj się na izolację budynków i zwiększ odporność na ciepło instalując osłony zewnętrzne. Jeśli stosujesz żaluzje wewnętrzne lub zasłony, wybierz te, które nie zawierają substancji chemicznych zaburzających funkcjonowanie układu hormonalnego i zapewnij ich odpowiednie czyszczenie.
- Posadź niealergizujące drzewa i krzewy wokół budynku szkoły.
- Monitoruj wilgotność, unikaj suchego powietrza, umieść w salach lekcyjnych rośliny i nawilżacze.
- Wieczorem zapewnij odpowiednią wentylację w pomieszczeniach wewnątrz ocieplonych budynków, aby schłodzić wnętrze.



Proponowane działania przeciwko zagrzybieniu

- Unikaj wilgoci.
- Zapewnij odpowiednią wentylację.
- Nie pozostawiaj kątów pomieszczeń bez ruchu powietrza.
- Zapewnij odpowiednie ogrzewanie, zapobiegaj powstawaniu zimnych powierzchni.
- Dbaj o glebę roślin, używając specjalnego materiału, który utrudnia rozwój grzybów.



- Dobra jakość powietrza wewnętrznego (IAQ) to gwarancja komfortu, zdrowia i bezpieczeństwa.
- Dorastające dzieci są bardzo wrażliwe na niebezpieczne substancje chemiczne.
- Narażenie na niskiej jakości powietrze wewnętrzne w szkole może uniemożliwić wykonanie zadania przez ucznia.
- Materiały o niskiej emisji, odpowiednia wentylacja, metody czyszczenia, kontrola temperatury, wilgotności i pleśni wpływają na poprawę warunków środowiska wewnętrznego.



InAirQ Materiały dotyczące jakości powietrza w salach lekcyjnych

<https://pl-pl.facebook.com/InAirQPolska/>

<https://si.lodzkie.pl/projekty-si/perspektywa-2014-2020/inairq/>



The screenshot shows a web browser window with the URL si.lodzkie.pl/projekty-si/perspektywa-2014-2020/inairq/. The website has a blue header with the URL www.si.lodzkie.pl and navigation links: Home, Zaproszenia, Projekty, Biblioteka, O nas, Kontakt, and Polityka Cookies. A blue button with a white accessibility icon is on the right. Below the header, there are three menu items: **Materiały edukacyjne dla szkół**, **Plikownia**, and **Prasówka**. The main content area contains the text: "InAirQ – Transnational Adaption Actions for Integrated Indoor Air Quality Management/InAirQ – Ponadnarodowe Działania Dostosowawcze na rzecz Zintegrowanego Zarządzania Jakością Powietrza w Pomieszczeniach Zamkniętych/". To the right of this text is a smaller version of the Interreg Central Europe InAirQ logo. At the bottom of the content area is a larger version of the same logo.





Anna Kozajda, PhD
Nofer Institute of Occupational Medicine
InAirQ



www.interreg-central.eu/InAirQ



info@InAirQ.com;



Anna.Kozajda@imp.lodz.pl
+48 42 631 46 69



facebook.com/InAirQ



linkedin.com/in/InAirQ



[twitter.com/ InAirQ](https://twitter.com/InAirQ)

