



**Kształtowanie przyjaznej
przestrzeni do nauki drogą do sukcesu**

**GOETHE
INSTITUT**

Sprache. Kultur. Deutschland.

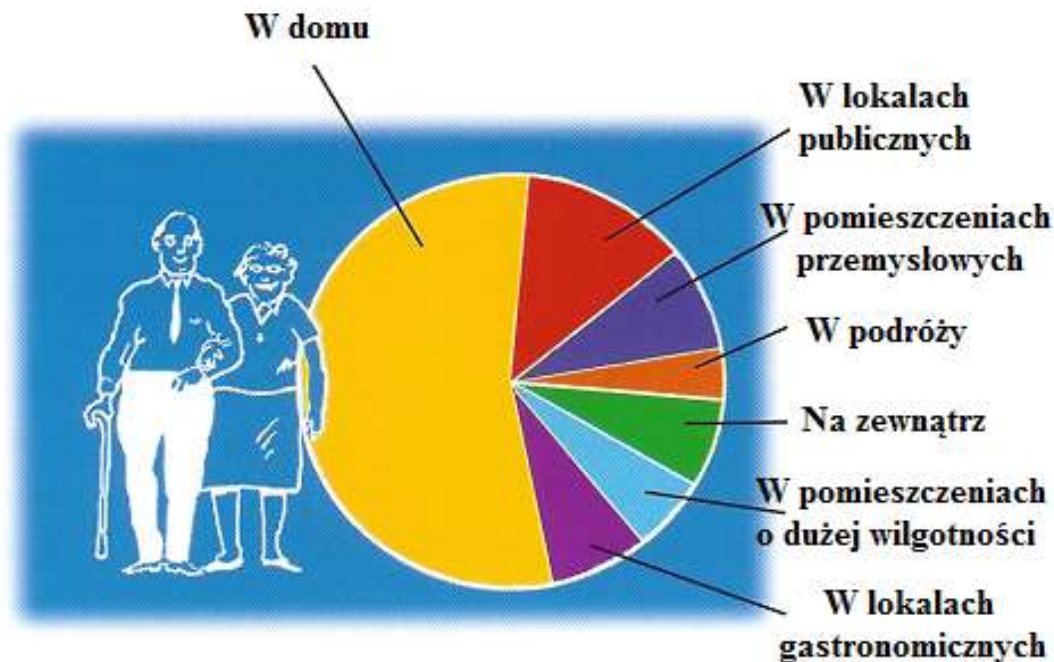
Jakość środowiska wewnętrznego w pomieszczeniach dydaktycznych na przykładzie wybranych szkół województwa lubelskiego

**dr inż. Mariusz Skwarczyński
mgr inż. Sławomira Dumala
prof. dr hab. Marzenna R. Dudzińska**

**Zakład Jakości Powietrza Zewnętrznego i Wewnętrznego
Wydział Inżynierii Środowiska
Politechnika Lubelska**

Warszawa, 27-28.11.2014

JAKOŚĆ ŚRODOWISKA WEWNĘTRZNEGO



W pomieszczeniach przebywamy średnio 70-80% czasu.

**Jakość środowiska wewnętrznego w pomieszczeniach dydaktycznych
na przykładzie wybranych szkół województwa lubelskiego**

ODCZUWALNA JAKOŚĆ ŚRODOWISKA WEWNĘTRZNEGO
STOPIEŃ ZASPOKOJENIA WYMAGAŃ STAWIANYCH PRZEZ
UŻYTKOWNIKÓW POMIESZCZEŃ





CZYNNIKI WPŁYWAJĄCE NA ŚRODOWISKO WEWNĘTRZNE

- ❑ czynniki fizyczne
 - mikroklimat (temperatura, wilgotność względna),
 - ruch powietrza,
 - promieniowanie,
 - hałas,
 - aerozole, cząstki PM
- ❑ czynniki chemiczne
- ❑ czynniki biologiczne



Kształtowanie przyjaznej przestrzeni do nauki drogą do sukcesu

**GOETHE
INSTITUT**

Sprache. Kultur. Deutschland.

Związane z pomieszczeniem	Związane z człowiekiem
Temperatura powietrza	Aktywność
Prędkość powietrza	Ubiór (izolacyjność)
Wilgotność powietrza	Wiek
Akustyka	Stan zdrowia
Temperatura powierzchni i przedmiotów	Sposób odżywiania
Oświetlenie	Samopoczucie
Kolorystyka i wyposażenie	Czas pobytu
Ciśnienie powietrza	Aklimatyzacja
Pole elektryczne	Rytm dnia
Promieniowanie elektromagnetyczne	Rytm roku
Ukształtowanie pomieszczenia i wymiary	Sytuacja psychiczna
Jakość fizyczna i biologiczna powietrza	Wpływy etniczne



**Kształtowanie przyjaznej
przestrzeni do nauki drogą do sukcesu**

**GOETHE
INSTITUT**

Sprache. Kultur. Deutschland.

ZANIECZYSZCZENIA CHEMICZNE

**Jakość środowiska wewnętrznego w pomieszczeniach dydaktycznych
na przykładzie wybranych szkół województwa lubelskiego**



Zanieczyszczenia chemiczne występujące w powietrzu w pomieszczeniach mogą pochodzić:

- ▣ - z emisji materiałów budowlanych i wykończeniowych,
- ▣ - z elementów wyposażenia wnętrza – mebli, tkanin, dywanów, sprzętu elektronicznego,
- ▣ - z otwartych źródeł ognia – piecyków i kuchenek gazowych, kominków, świec i lampek olejowych,
- ▣ - od zwierząt domowych,
- ▣ - a także źródeł osobowych – dezodoranty i kosmetyki osobiste, pot, dym papierosowy.



**Kształtowanie przyjaznej
przestrzeni do nauki drogą do sukcesu**

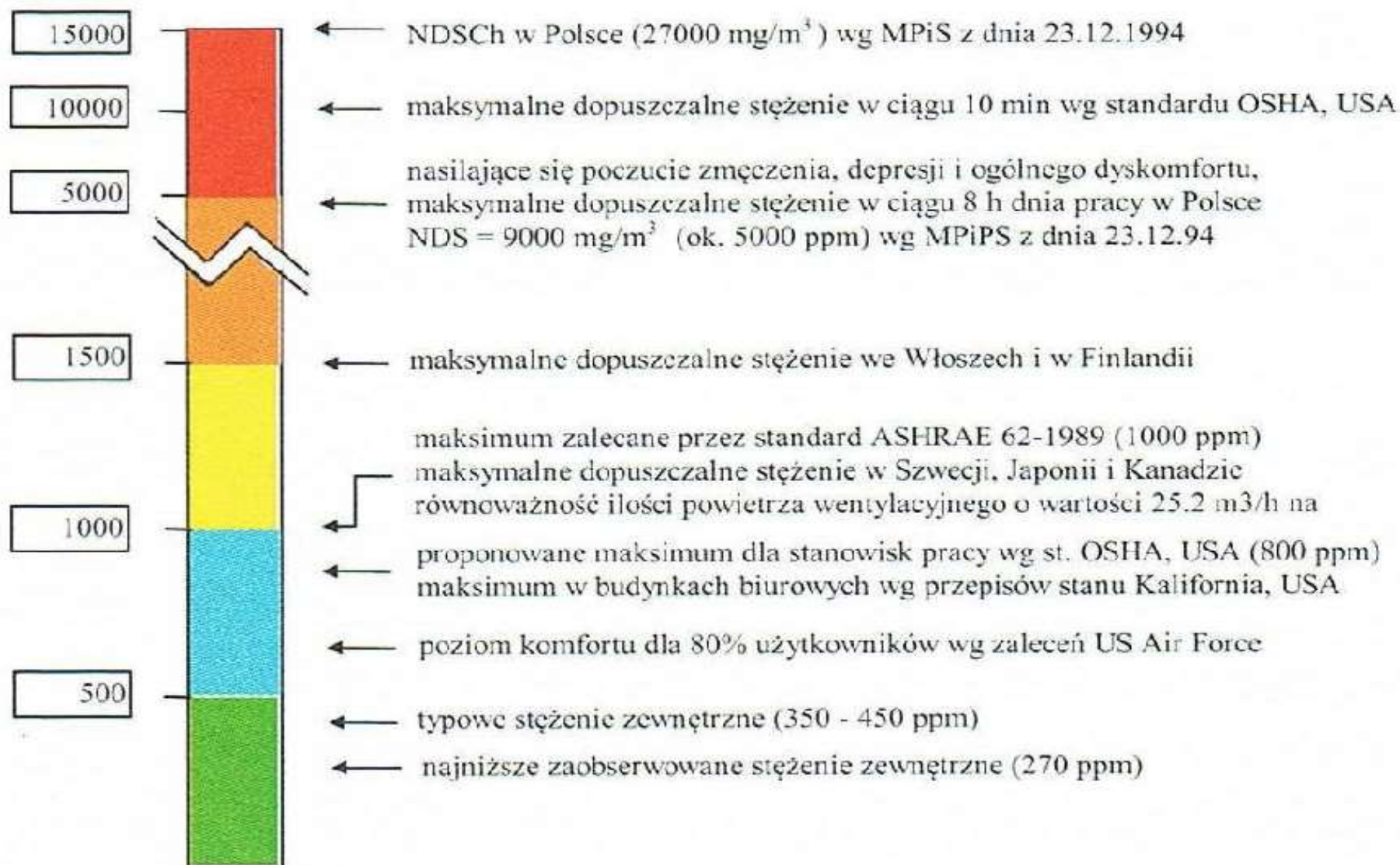
**GOETHE
INSTITUT**

Sprache. Kultur. Deutschland.

CO₂ – marker jakości powietrza w pomieszczeniu

**Jakość środowiska wewnętrznego w pomieszczeniach dydaktycznych
na przykładzie wybranych szkół województwa lubelskiego**

Kształtowanie przyjaznej przestrzeni do nauki drogą do sukcesu





Podstawowa klasyfikacja jakości powietrza wewnętrznego WEW (PN-EN 13779:2008)

Kategoria	Opis
WEW 1	Wysoka jakość powietrza wewnętrznego
WEW 2	Średnia jakość powietrza wewnętrznego
WEW 3	Umiarkowana jakość powietrza wewnętrznego
WEW 4	Niska jakość powietrza wewnętrznego



Poziom CO₂ w pomieszczeniach (PN-EN 13779:2008)

Kategoria	Przyrost stężenia CO ₂ powyżej poziomu CO ₂ w powietrzu zewnętrznym, ppm	
	Typowy zakres	Wartość standardowa
WEW 1	≤ 400	350
WEW 2	400 - 600	500
WEW 3	600 - 1000	800
WEW 4	> 1000	1200

**Jakość środowiska wewnętrznego w pomieszczeniach dydaktycznych
na przykładzie wybranych szkół województwa lubelskiego**



**Kształtowanie przyjaznej
przestrzeni do nauki drogą do sukcesu**

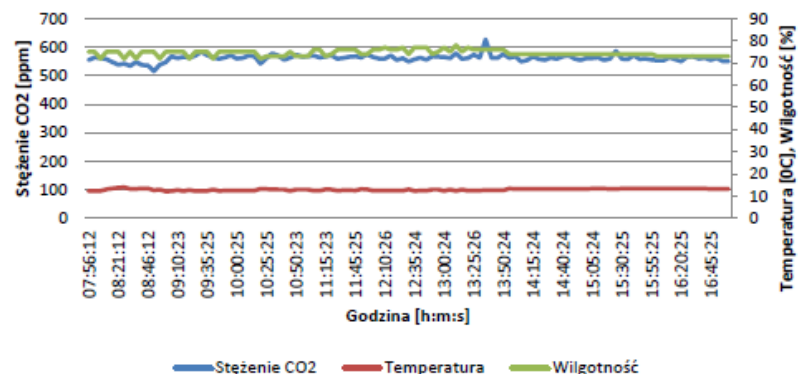
**GOETHE
INSTITUT**

Sprache, Kultur, Deutschland.

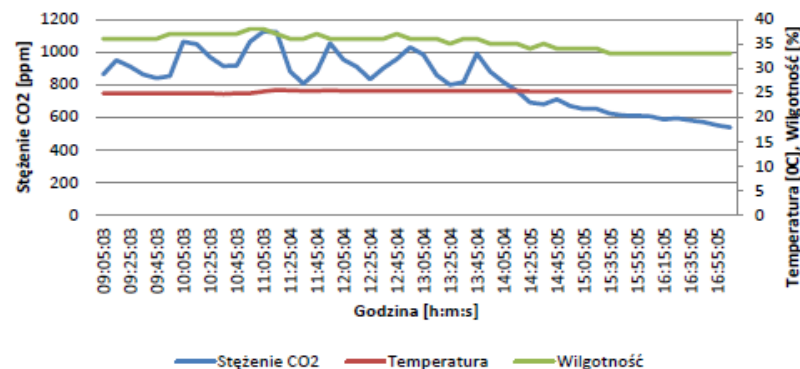
Pomiary stężenia CO₂

**Jakość środowiska wewnętrznego w pomieszczeniach dydaktycznych
na przykładzie wybranych szkół województwa lubelskiego**

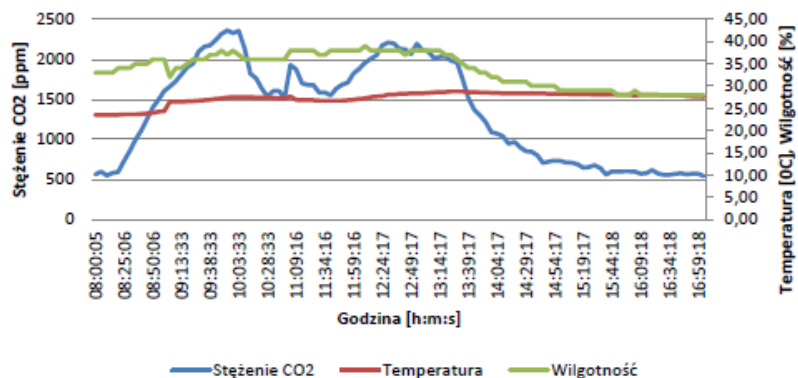
Powietrze zewnętrzne - poniedziałek



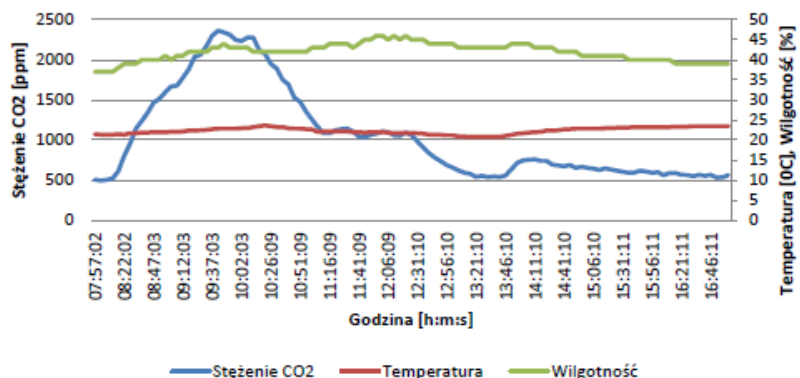
SP 1_korytarz - poniedziałek



SP 1_sala 106 - poniedziałek



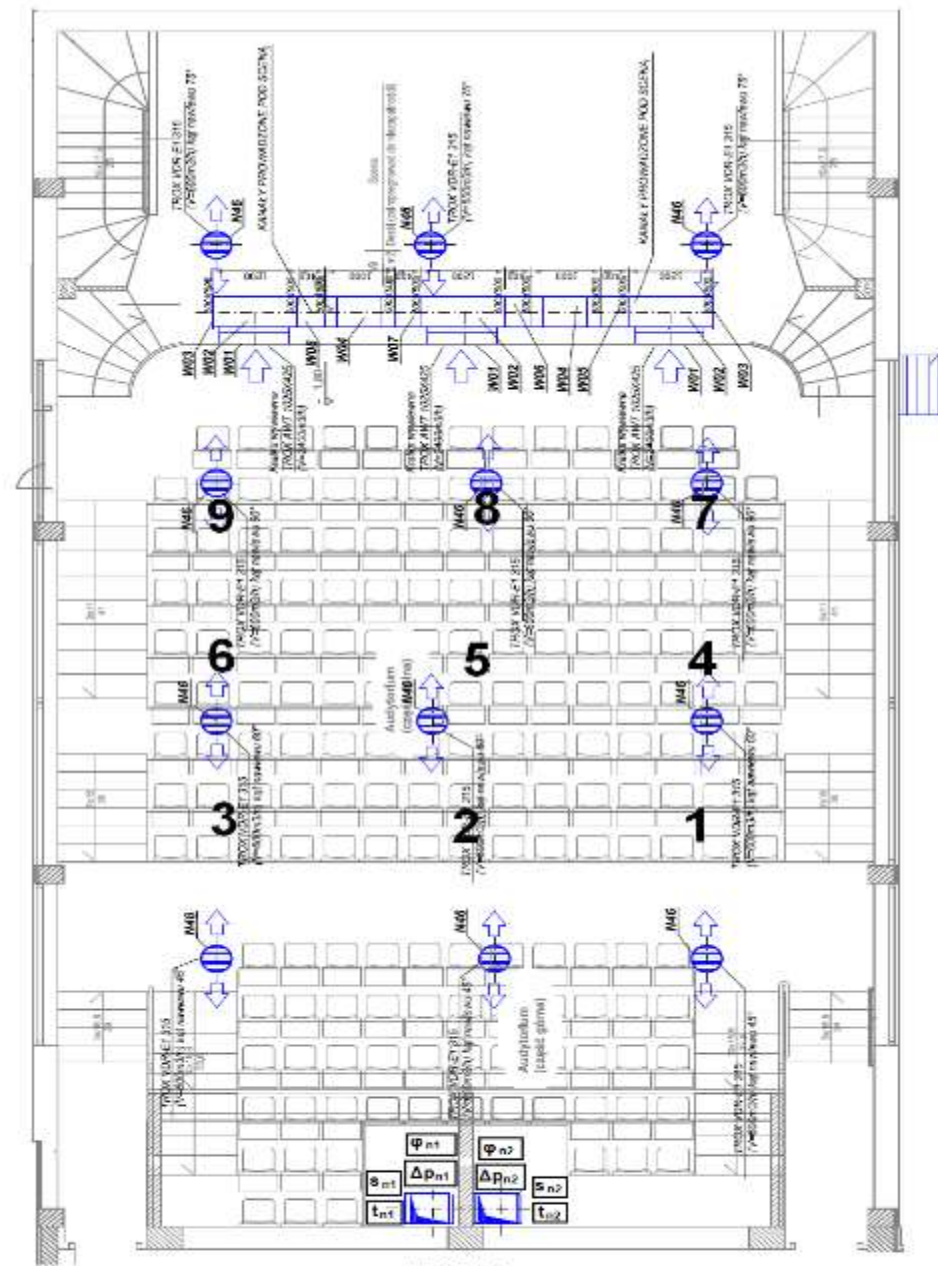
SP 1_sala 110 - poniedziałek



**Jakość środowiska wewnętrznego w pomieszczeniach dydaktycznych
na przykładzie wybranych szkół województwa lubelskiego**

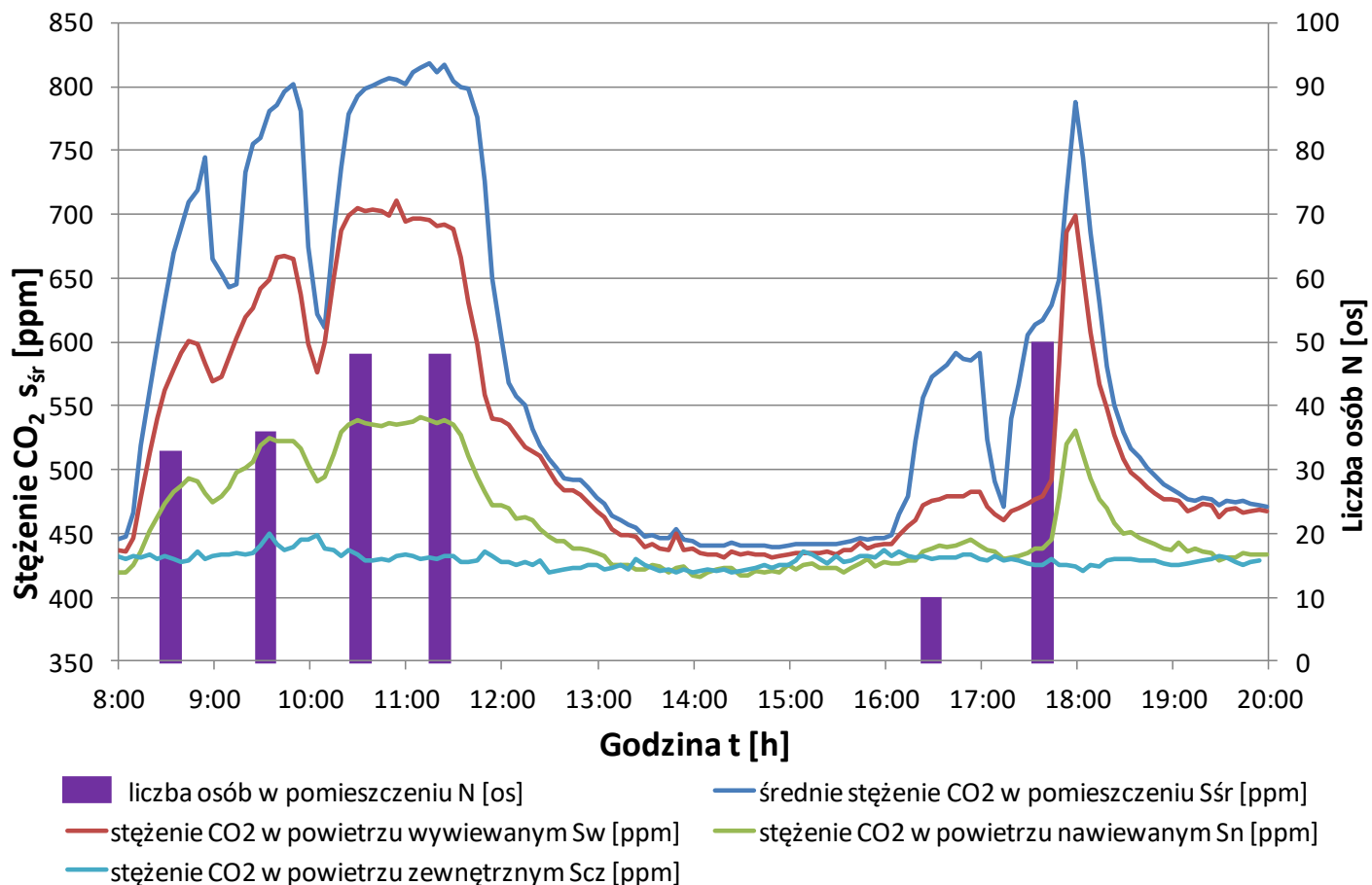
Sala	Dzień tyg.	Okres	Parametr	1h lekcyjna	2h lekcyjna	3h lekcyjna	4h lekcyjna	5h lekcyjna	6h lekcyjna	7h lekcyjna	8h lekcyjna	9h lekcyjna
S1.2	Pn	Letni	ΔCO_2	1032	1802	1752	966	550	275	197	182	87
			IDA	4	4	4	3	2	1	1	1	1
	Wt		ΔCO_2	1455	2036	2038	1368	1126	515	276	261	203
			IDA	4	4	4	4	4	2	1	1	1
	Śr		ΔCO_2	935	2298	2472	2129	1168	113	399	447	113
			IDA	3	4	4	4	4	1	1	2	1
	Cz		ΔCO_2	1189	1410	1412	1917	1893	1945	1800	1393	613
			IDA	4	4	4	4	4	4	4	4	3
	Pt		ΔCO_2	949	1605	2150	2149	2093	1063	474	482	471
			IDA	3	4	4	4	4	4	2	2	2
S1.2	Pn	Zimowy	ΔCO_2	1054	2342	2353	1938	1877	1783	1452	866	579
			IDA	4	4	4	4	4	4	4	3	2
	Wt		ΔCO_2	792	1579	1782	2042	2269	2434	1828	1448	893
			IDA	3	4	4	4	4	4	4	4	3
	Śr		ΔCO_2	479	1370	1667	2171	2233	1479	1274	780	487
			IDA	2	4	4	4	4	4	4	3	2
	Cz		ΔCO_2	354	1378	1697	1877	2004	1952	1034	986	768
			IDA	1	4	4	4	4	4	4	3	3
	Pt		ΔCO_2	497	909	1603	2013	2197	2225	2270	893	627
			IDA	2	3	4	4	4	4	4	3	3

Pomiary parametrów środowiska w Auli Wydziału Inżynierii Środowiska Politechniki Lubelskiej

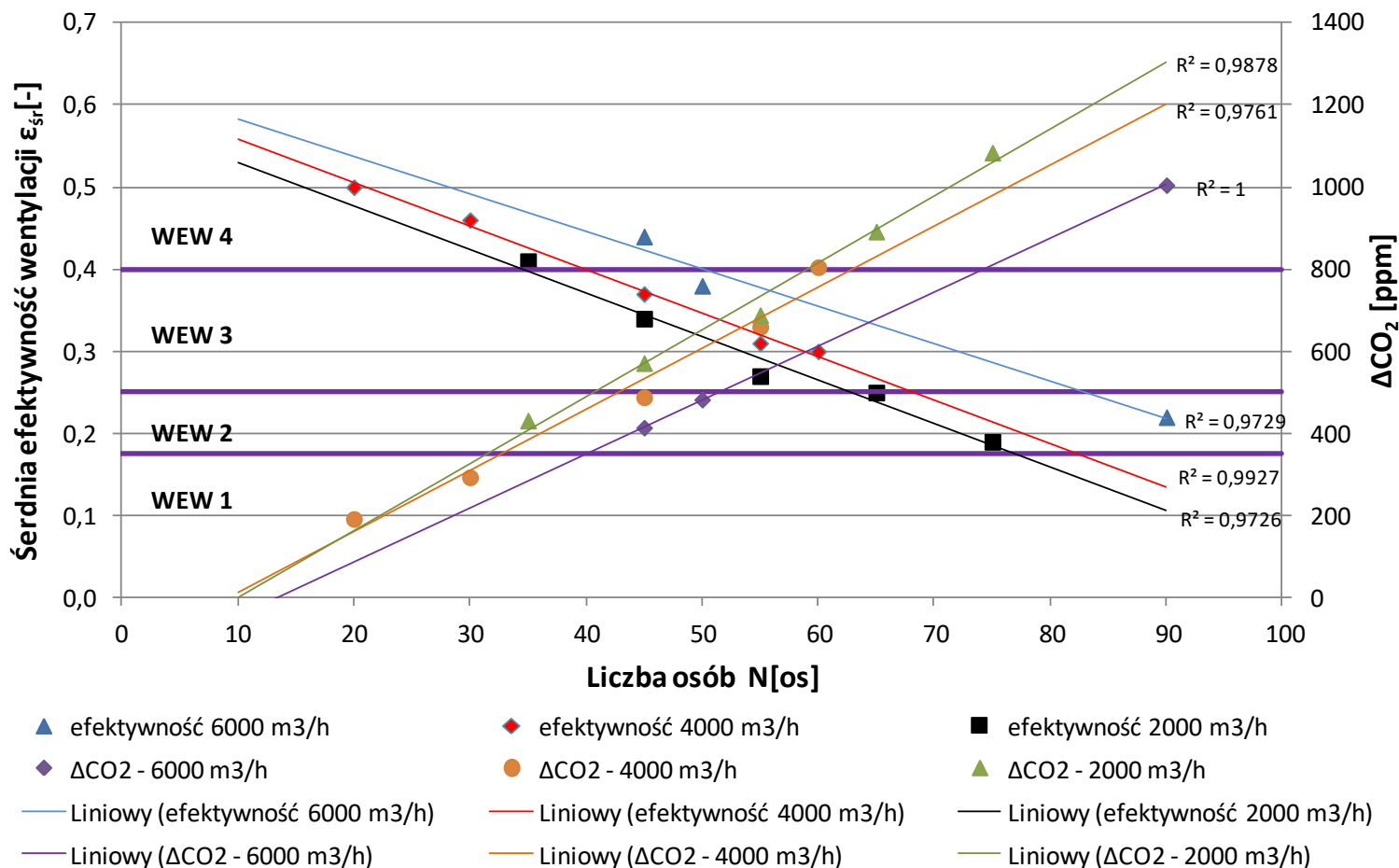


LEGENDA:

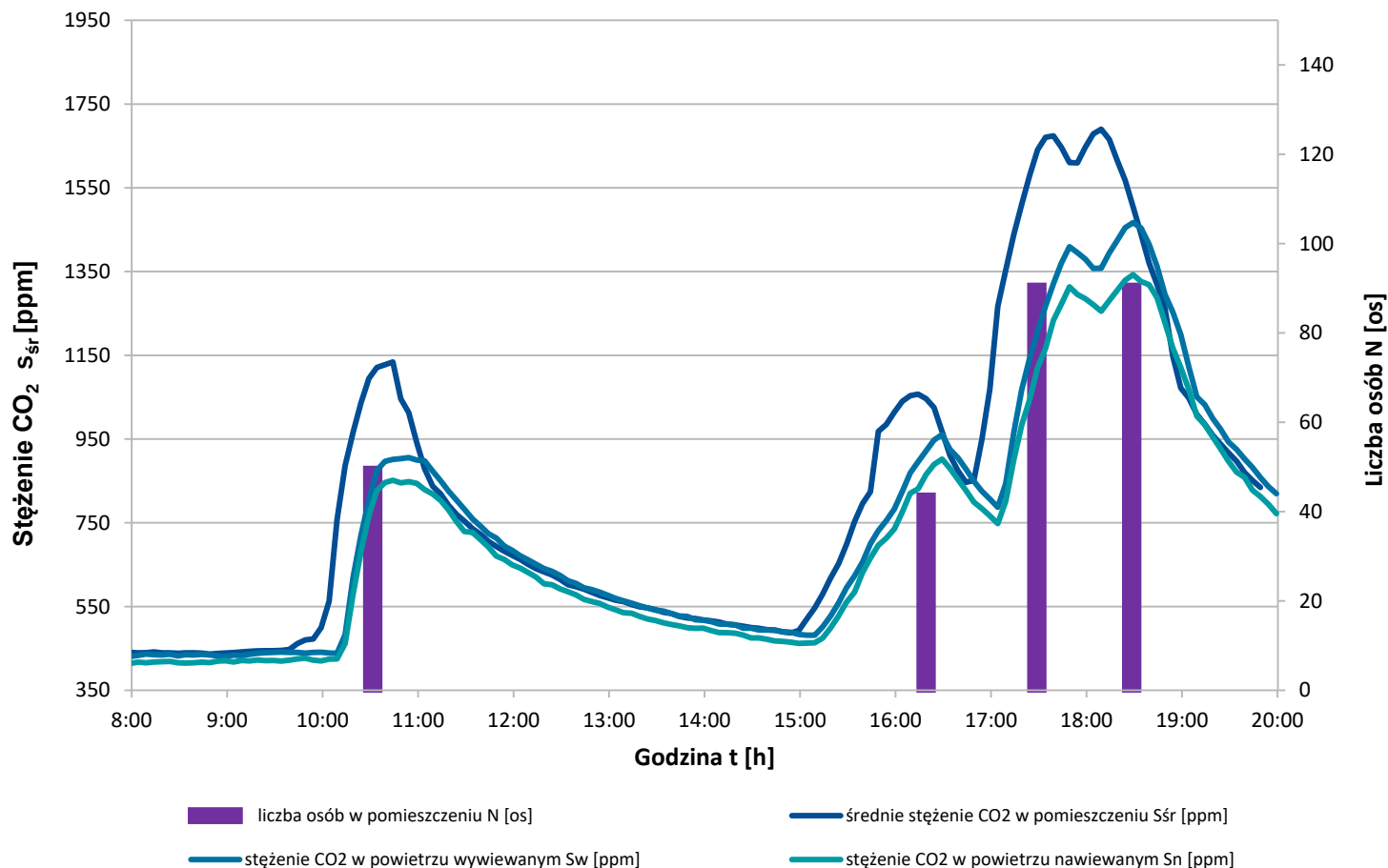
- | | |
|---|---|
| Δp_{n1} – czujnik różnicy ciśnień na kanale nawiewnym 1 | Δp_{n2} – czujnik różnicy ciśnień na kanale nawiewnym 2 |
| φ_{n1} – czujnik wilgotności na kanale nawiewnym 1 | φ_{n2} – czujnik wilgotności na kanale nawiewnym 2 |
| t_{n1} – czujnik temperatury na kanale nawiewnym 1 | t_{n2} – czujnik temperatury na kanale nawiewnym 2 |
| s_{n1} – czujnik stężenia CO ₂ na kanale nawiewnym 1 | s_{n2} – czujnik stężenia CO ₂ na kanale nawiewnym 2 |



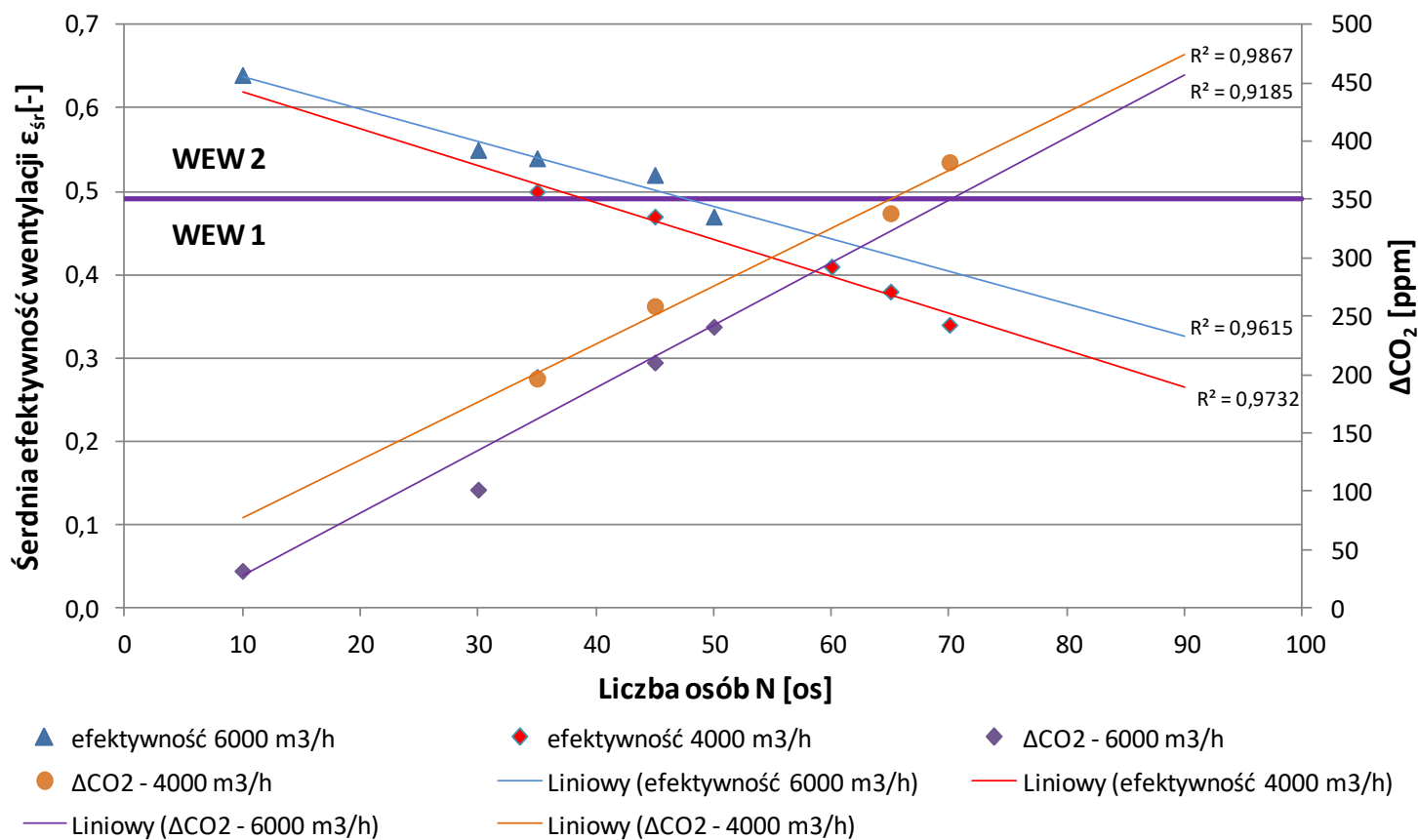
**Przebieg zmian stężenia dwutlenku węgla w zależności od ilości osób
dla strumienia powietrza nawiewanego 6000 m³/h bez recyrkulacji powietrza**



Przebieg zmian ΔCO_2 i średniej efektywności wentylacji w zależności od ilości osób dla różnych przepływów z recyrkulacją powietrza



Przebieg zmian stężenia dwutlenku węgla w zależności od ilości osób dla strumienia powietrza nawiewanego 6000 m³/h z recyrkulacją wynoszącą 100%



Przebieg zmian ΔCO_2 i średniej efektywności wentylacji w zależności od ilości osób dla różnych przepływów bez recyrkulacji powietrza



Przykłady związków emitowanych z materiałów wykończeniowych

Płyty gipsowo-kartonowe - estry

Płyty meblowe – alkany, aldehydy, ketony, butanol, formaldehyd

Kleje, materiały uszczelniające – ketony, estry, glikole, PCB

Materiały podłogowe:

Dywany, wykładziny – areny, styreny, siloksany, aminy

Korek – 1,2-propanodiol

Linoleum (marmoleum) – aldehydy, kwasy

Parkiet drewniany - aldehydy, terpeny

**Wykładziny PCW - alkany, chlorek winylu,
areny, BTX, estry**

Materiały ścienne:

Emalie – alkany, aldehydy,

Farby – alkany, glikole, estry glikolowe, texanol

Lakiery i pokosty – alkany, areny

Tapety – heksanal, terpeny



Regulacje prawne - Polska

ZARZĄDZENIE

MINISTRA ZDROWIA I OPIEKI SPOŁECZNEJ

z dnia 12 marca 1996 r.

w sprawie dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia, wydzielanych przez materiały budowlane, urządzenia i elementy wyposażenia w pomieszczeniach przeznaczonych na pobyt ludzi.

wymieniono 35 substancji, w tym:

4 nieorganiczne: Hg, CO, O₃ i NH₃

31 organicznych - aromatyczne i alifatyczne węglowodory i ich pochodne.



Stężenia VOC ????

Indywidualne związki kilka ng – kilkaset $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Sumaryczne stężenia:

Budynki mieszkalne 50 – 400 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Budynki biurowe 50 – 800 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Powietrze zewnętrzne 10 – 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$



**Kształtowanie przyjaznej
przestrzeni do nauki drogą do sukcesu**

**GOETHE
INSTITUT**

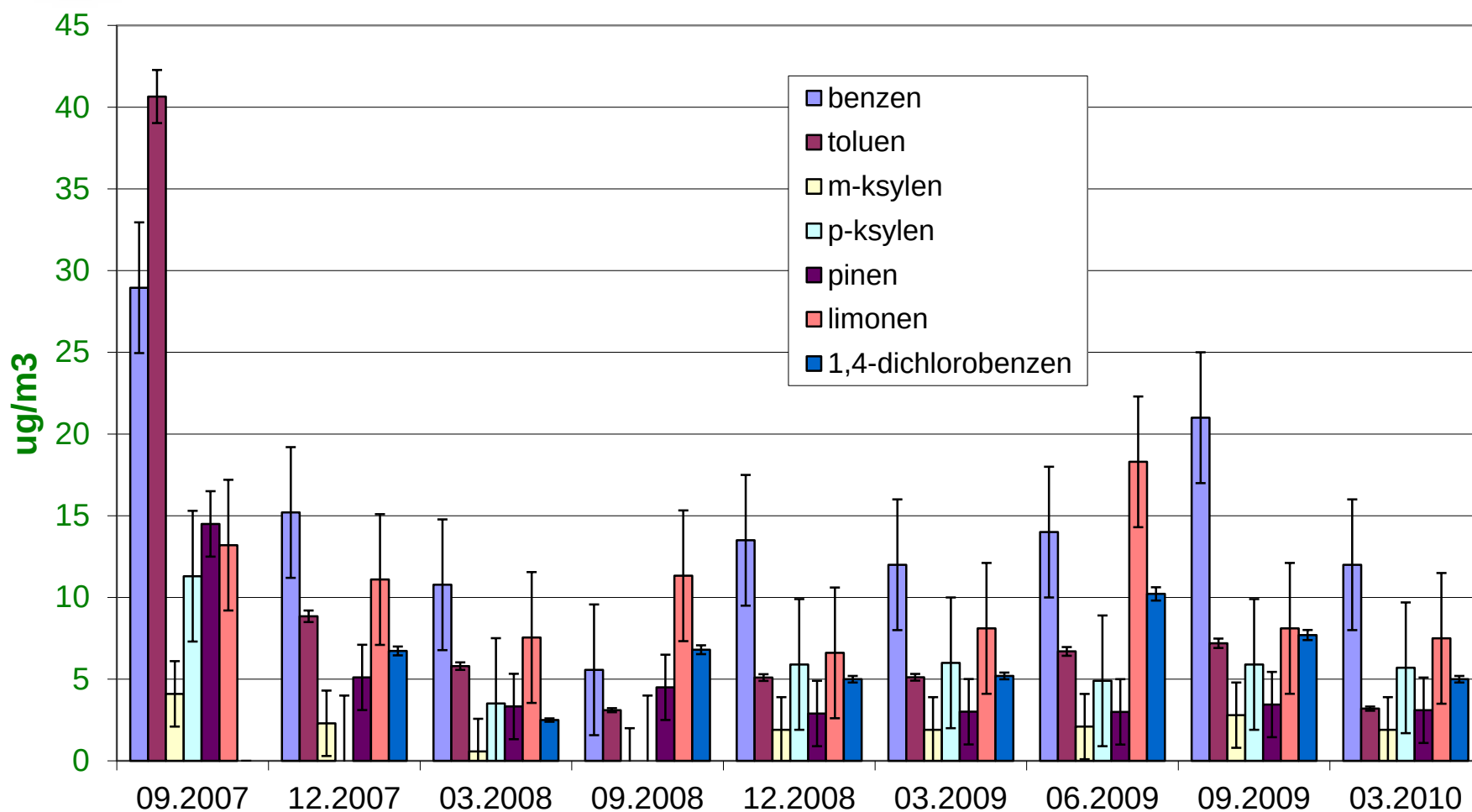
Sprache. Kultur. Deutschland.

**Zarządzenie MINISTRA ZDROWIA I OPIEKI SPOŁECZNEJ
z dnia 12 marca 1996 r.**

Substancja	Dopuszczalne stężenie [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]		
	Pomieszczenia kategorii A	Pomieszczenia kategorii B	Proponowane (maj 2008)
Benzen	10	20	5
Chlorobenzen	15	40	15
1,2-dichlorobenzen	30	50	30
Etylobenzen	100	150	100
Formaldehyd	50	100	20
Ksylen m+o+p	100	150	50
Styren	20	30	20
Toluen	200	250	200
Trichloroeten	150	200	100

**Jakość środowiska wewnętrznego w pomieszczeniach dydaktycznych
na przykładzie wybranych szkół województwa lubelskiego**

Zmiany stężenia VOC ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) w czasie





Kształtowanie przyjaznej przestrzeni do nauki drogą do sukcesu

**GOETHE
INSTITUT**

Sprache. Kultur. Deutschland.

Substancja	bez dzieci, bez ogrzewania	z dziećmi, bez ogrzewania	z dziećmi, sezon grzewczy	bez dzieci, sezon grzewczy
Benzen	0,5 – 5,7	0 – 1,45	1,4 – 6,5	0,65 – 4
Chlorobenzen	0,4 – 29,8	0 – 1,9	–	–
1,4-dichlorobenzen	2,7 – 12,3	0,2 – 5,25	0 – 0,1	0 – 293,85
Etylobenzen	2,7 – 18,5	1,0 – 3,5	0 – 0,1	0 – 3,1
Formaldehyd	9,04 – 28,37	7,35 – 24,30	10,52 – 21,50	13,39 – 20,98
ksyleny m+p+o	8,7 – 77,9	1,5 – 6,95	–	0 – 12
Styren	0 – 9,9	0 – 4,6	0 – 0,1	0 – 3,05
Toluen	31,5 – 46,8	3,8 – 10,6	0 – 6,15	2,5 – 126,45
Trichloroeten	0,6 – 27	0,45 – 2,95	–	0 – 0,4

**Jakość środowiska wewnętrznego w pomieszczeniach dydaktycznych
na przykładzie wybranych szkół województwa lubelskiego**



Kształtowanie przyjaznej przestrzeni do nauki drogą do sukcesu

**GOETHE
INSTITUT**

Sprache. Kultur. Deutschland.

Stężenia formaldehydu w pomieszczeniach biurowych ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

POKÓJ BIUROWY	Minimum	Maksimum	Mediana
wykładzina dywanowa	14,41	23,35	17,93
panele podlogowe	23,77	55,98	38,12
okna od północy	14,41	55,98	32,91
okna od południa	14,95	40,77	25,58
ściany malowane do 3 miesięcy przed pomiarem	20,75	40,77	30,76
ściany malowane ponad rok przed pomiarem	14,41	55,98	18,94

Jakość środowiska wewnętrznego w pomieszczeniach dydaktycznych
na przykładzie wybranych szkół województwa lubelskiego

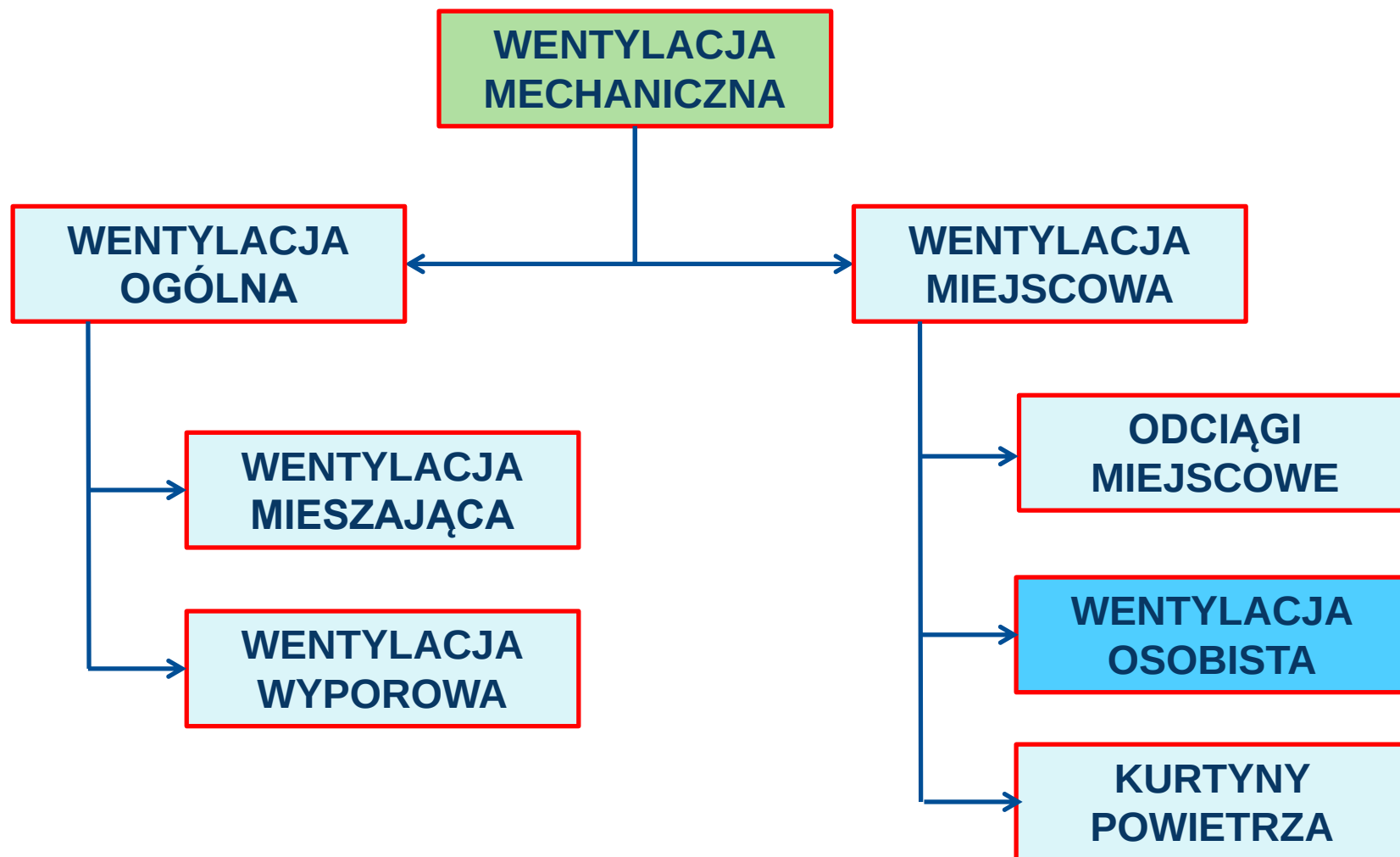


**Kształtowanie przyjaznej
przestrzeni do nauki drogą do sukcesu**

**GOETHE
INSTITUT**

Sprache. Kultur. Deutschland.

Możliwe sposoby poprawy ???





**Kształtowanie przyjaznej
przestrzeni do nauki drogą do sukcesu**

**GOETHE
INSTITUT**

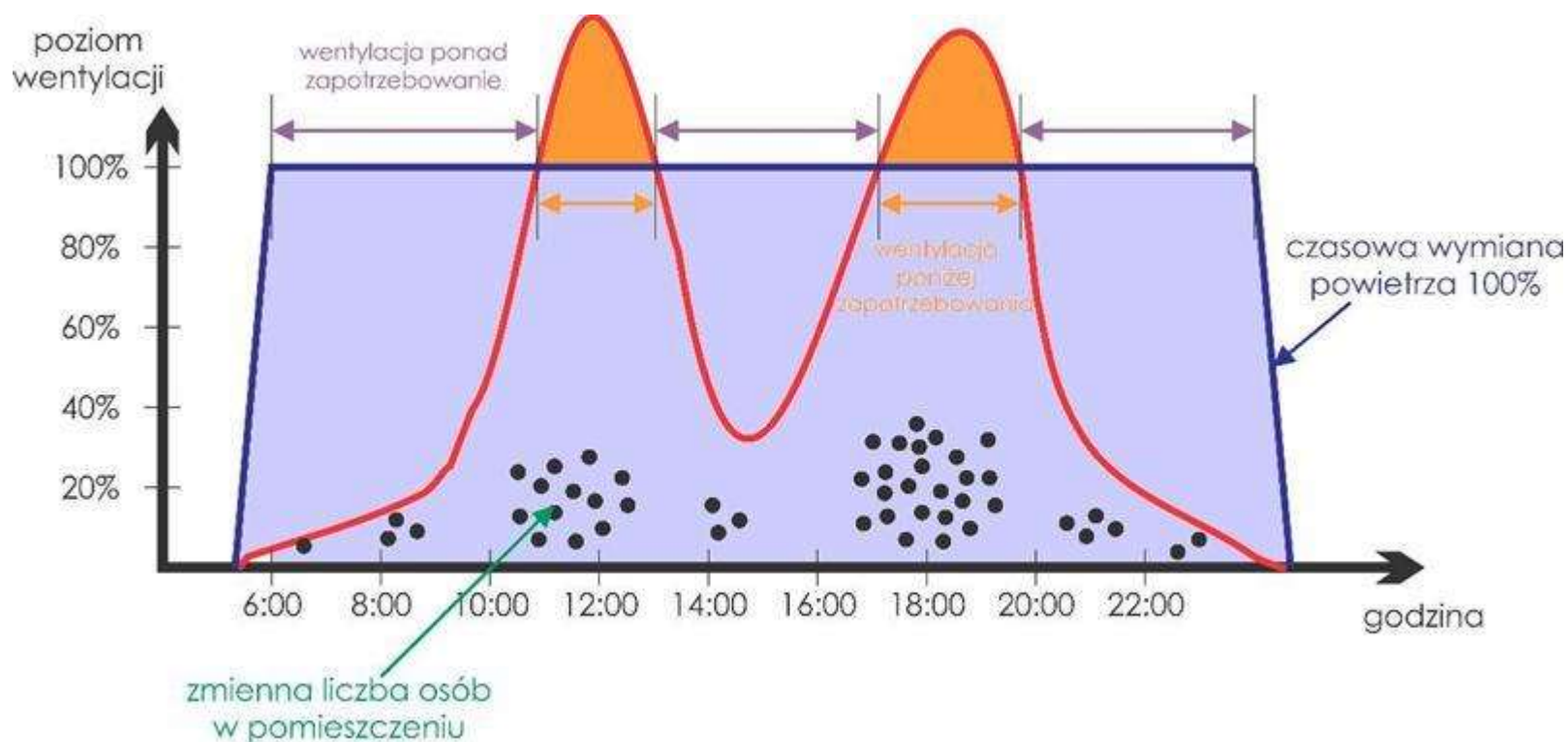
Sprache. Kultur. Deutschland.

Rozwiązania:

Wentylacja mechaniczna na żądanie (ang. Demand Controlled Ventilation)

**Jakość środowiska wewnętrznego w pomieszczeniach dydaktycznych
na przykładzie wybranych szkół województwa lubelskiego**

Kształtowanie przyjaznej przestrzeni do nauki drogą do sukcesu



**Jakość środowiska wewnętrznego w pomieszczeniach dydaktycznych
na przykładzie wybranych szkół województwa lubelskiego**



Kształtowanie przyjaznej przestrzeni do nauki drogą do sukcesu

Dobranie odpowiedniej ilości strumienia powietrza wentylacyjnego

Kategoria	Jednostka	Strumień objętości powietrza zewnątrznego przypadającego na osobę	
		Pomieszczenia z zakazem palenia	
		Typowy zakres	Wartość standardowa
WEW 1	$l \cdot s^{-1} \cdot (osoba)^{-1}$	> 15	20
WEW 2	$l \cdot s^{-1} \cdot (osoba)^{-1}$	10 - 15	12,5
WEW 3	$l \cdot s^{-1} \cdot (osoba)^{-1}$	6 - 10	8
WEW 4	$l \cdot s^{-1} \cdot (osoba)^{-1}$	< 6	5

**Jakość środowiska wewnętrznego w pomieszczeniach dydaktycznych
na przykładzie wybranych szkół województwa lubelskiego**

Wykorzystanie roślin ozdobnych



- **Aloe vera** – b.dobrze usuwa formaldehyd
- **Dieffenbachia maculata** - b.dobrze usuwa formaldehyd
- **Dracaena deremensis, Dracaena marginata** – b. dobrze usuwa benzen, dość dobrze formaldehyd i trichloroetylen
- **Guzmania Cherry** – b. dobrze usuwa formaldehyd i ksyleny
- **Ficus benjamina** - dość dobrze usuwa formaldehyd
- **Schefflera arboricola** – dobrze usuwa benzen, tolueń i formaldehyd
- **Sansevieria trifasciata Laurentii** - b. dobrze usuwa formaldehyd i benzen, dość dobrze trichloroetylen





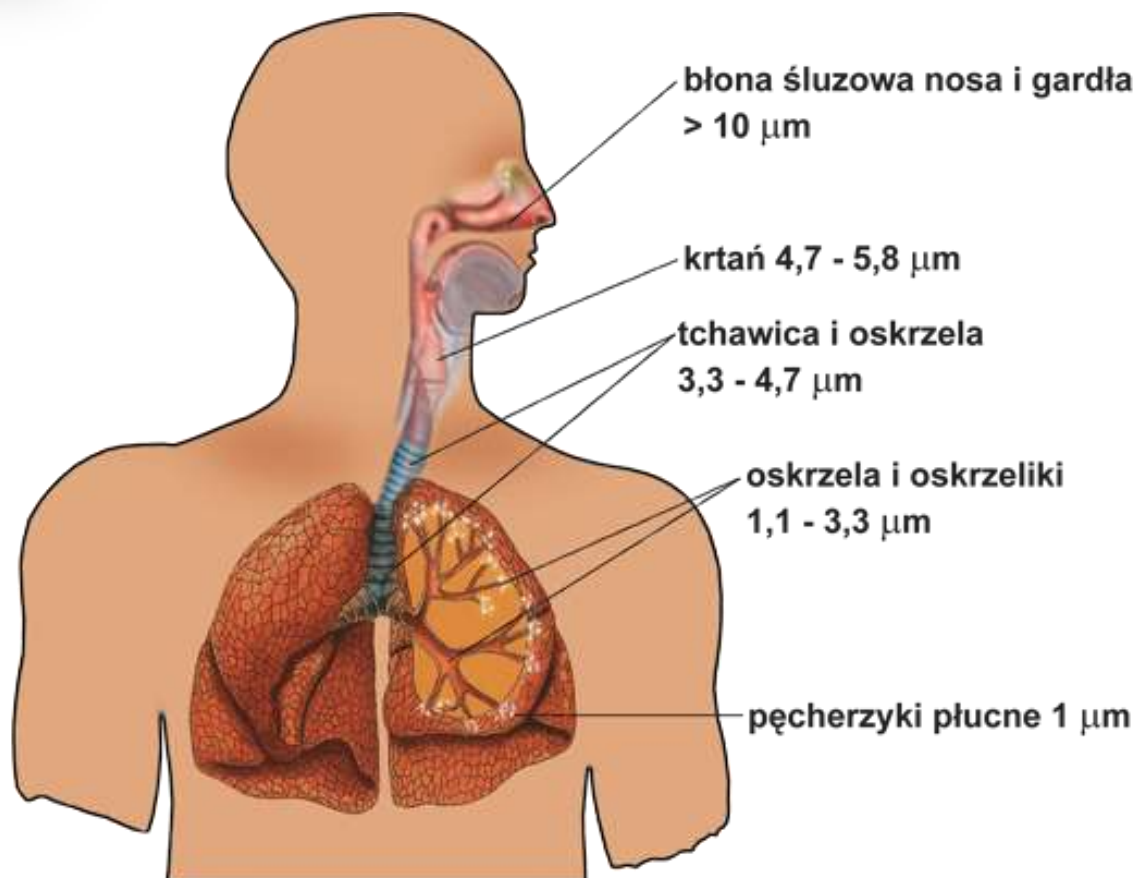
**Kształtowanie przyjaznej
przestrzeni do nauki drogą do sukcesu**

**GOETHE
INSTITUT**

Sprache. Kultur. Deutschland.

Zanieczyszczenia pyłowe

**Jakość środowiska wewnętrznego w pomieszczeniach dydaktycznych
na przykładzie wybranych szkół województwa lubelskiego**



Frakcja wdychalna –
wnikająca przez nos i
usta

Frakcja torakalna –
wnikająca do dróg
oddechowych w
obrębie klatki
piersiowej

Frakcja respirabilna –
frakcja aerozolu
wnikająca do dróg
oddechowych

powietrze zewnętrzne
palenie / smażenie
obieranie mandarynek
zwierzęta domowe



**Jakość środowiska wewnętrznego w pomieszczeniach dydaktycznych
na przykładzie wybranych szkół województwa lubelskiego**



Kształtowanie przyjaznej przestrzeni do nauki drogą do sukcesu

**GOETHE
INSTITUT**

Sprache. Kultur. Deutschland.

Ilościowe koncentracje cząstek aerozolowych w Auli WIŚ przy włączonej (AC on) i wyłączonej klimatyzacji (AC off)

Wielkość cząstek [μm]	Koncentracja [cząstki/m ³]		Iloraz średnich koncentracji AC on/AC off
	AC on	AC off	
0,3–0,5	(6,47/4,99 (3,58-11,71))x10 ⁷	(1,92/1,77 (1,20-2,78))x10 ⁷	3,37
0,5–5	(3,12/2,27 (1,38-6,39))x10 ⁷	(8,53/7,37 (5,08-13,25))x10 ⁶	3,66
5–10	(1,63/1,50 (0,11-3,14))x10 ⁵	(2,65/2,83 (0-8,65))x10 ⁴	6,15
>10	(1,38/1,24 (0-3,18))x10 ⁴	(3,18/1,77 (0-10,59))x10 ³	4,34

Średnia arytmetyczna/mediana (zakres)

**Jakość środowiska wewnętrznego w pomieszczeniach dydaktycznych
na przykładzie wybranych szkół województwa lubelskiego**



Kształtowanie przyjaznej przestrzeni do nauki drogą do sukcesu

**GOETHE
INSTITUT**

Sprache. Kultur. Deutschland.

Metale ciężkie w pyłe wysedymetowanym

	Min. [mg/kg _{dust}]	Max. [mg/kg _{dust}]
Ba	162.00	469.07
Cu	50.97	164.78
Zn	201.34	2463.32
Cd	0.35	2.67
Sn	2.37	31.53
Pb	28.06	159.72
Fe	4383.19	15773.96
Cr	18.33	84.98

Jakość środowiska wewnętrznego w pomieszczeniach dydaktycznych
na przykładzie wybranych szkół województwa lubelskiego



**Kształtowanie przyjaznej
przestrzeni do nauki drogą do sukcesu**

**GOETHE
INSTITUT**

Sprache. Kultur. Deutschland.

Rozwiązanie:

Filtracja powietrza – filtry powietrza

**Jakość środowiska wewnętrznego w pomieszczeniach dydaktycznych
na przykładzie wybranych szkół województwa lubelskiego**



Kształtowanie przyjaznej przestrzeni do nauki drogą do sukcesu

**GOETHE
INSTITUT**

Sprache. Kultur. Deutschland.

Klasa filtru	Zastosowanie	Zatrzymywane zanieczyszczenia	Sprawność
EU1	- filtr wstępny w centrali	owady	~ 65%
EU2 EU3	- filtr wstępny przed filtrem wyższej klasy - nawiewno pomieszczeń bez specjalnych wymagań co do czystości powietrza, - kurtyny powietrzne, - klimatyzatory i klimakonwektory (fan-coile)	płytki kwiatowe	~ 65 ÷ 90%
EU4	- filtr wstępny przed filtrem dokładnym	płytki kwiatowe	~ 90%

**Jakość środowiska wewnętrznego w pomieszczeniach dydaktycznych
na przykładzie wybranych szkół województwa lubelskiego**



Kształtowanie przyjaznej przestrzeni do nauki drogą do sukcesu

**GOETHE
INSTITUT**

Sprache. Kultur. Deutschland.

EU5 EU6	- nawiew do pomieszczeń o niskim stopniu zanieczyszczenia powietrza	płytki kwiatowe, ograniczona skuteczność dla dymu, sadzy, mgły olejowej	~ 90%
EU7	-filtr wtórny w centralach klimatyzacyjnych: biura, pomieszczenia komputerowe, pomieszczenia przeznaczone dla stałego przebywania ludzi,	wszystkie rodzaje pyłu, sadze, mgła olejowa, zarodniki grzybów, częściowa skuteczność dla dymu tytoniowego i bakterii	~ 80 ÷ 90 %

**Jakość środowiska wewnętrznego w pomieszczeniach dydaktycznych
na przykładzie wybranych szkół województwa lubelskiego**



Kształtowanie przyjaznej przestrzeni do nauki drogą do sukcesu

GOETHE
INSTITUT

Sprache. Kultur. Deutschland.

EU8 EU9	- systemy klimatyzacyjne dla pomieszczeń czystych takich jak sale operacyjne, przemysł farmaceutyczny, optyczny, elektroniczny, przedsionki pomieszczeń do sterylizacji i sal operacyjnych sterylnych	wysoka skuteczność dla sadzy, mgły olejowej, bakterii, częściowa skuteczność dla dymu tytoniowego	~ 85 ÷ 99,92 %
EU10 EU11	- pomieszczenia o stałych parametrach wewnętrznych do pomiarów precyzyjnych (kalibrowanie) - laboratoria ze szczególnymi wymaganiami co do czystości powietrza - powietrze nawiewane do siłowni jądrowych	wysoka skuteczność dla bakterii, pyłu radioaktywnego, wszystkich rodzajów dymu i aerozoli	~ 99,9 ÷ 99,97 %



Kształtowanie przyjaznej przestrzeni do nauki drogą do sukcesu

**GOETHE
INSTITUT**

Sprache. Kultur. Deutschland.

EU12	- sale operacyjne i aseptyczne - laboratoria zwierzątarni o wysokim ryzyku infekcji - mikrotechnologia (mechanika precyzyjne)	wysoka skuteczność dla bakterii, pyłu radioaktywnego, wszystkich rodzajów dymu i aerozoli	~ 99,99 %
EU13 do EU17	- sterylne sale operacyjne - siłownie jądrowe - wywiew powietrza z laboratoriów izotopowych i z oddziałów zakaźnych szpitali	wysoka skuteczność dla bakterii, pyłu radioaktywnego, wszystkich rodzajów dymu i aerozoli, dobra skuteczność dla większości wirusów	~ 99,95 ÷ 99,9999 95 %

**Jakość środowiska wewnętrznego w pomieszczeniach dydaktycznych
na przykładzie wybranych szkół województwa lubelskiego**

Zanieczyszczenia biologiczne - bioaerozole

Grzyby

Zarodniki pleśni

Bakterie



Jakość środowiska wewnętrznego w pomieszczeniach dydaktycznych
na przykładzie wybranych szkół województwa lubelskiego



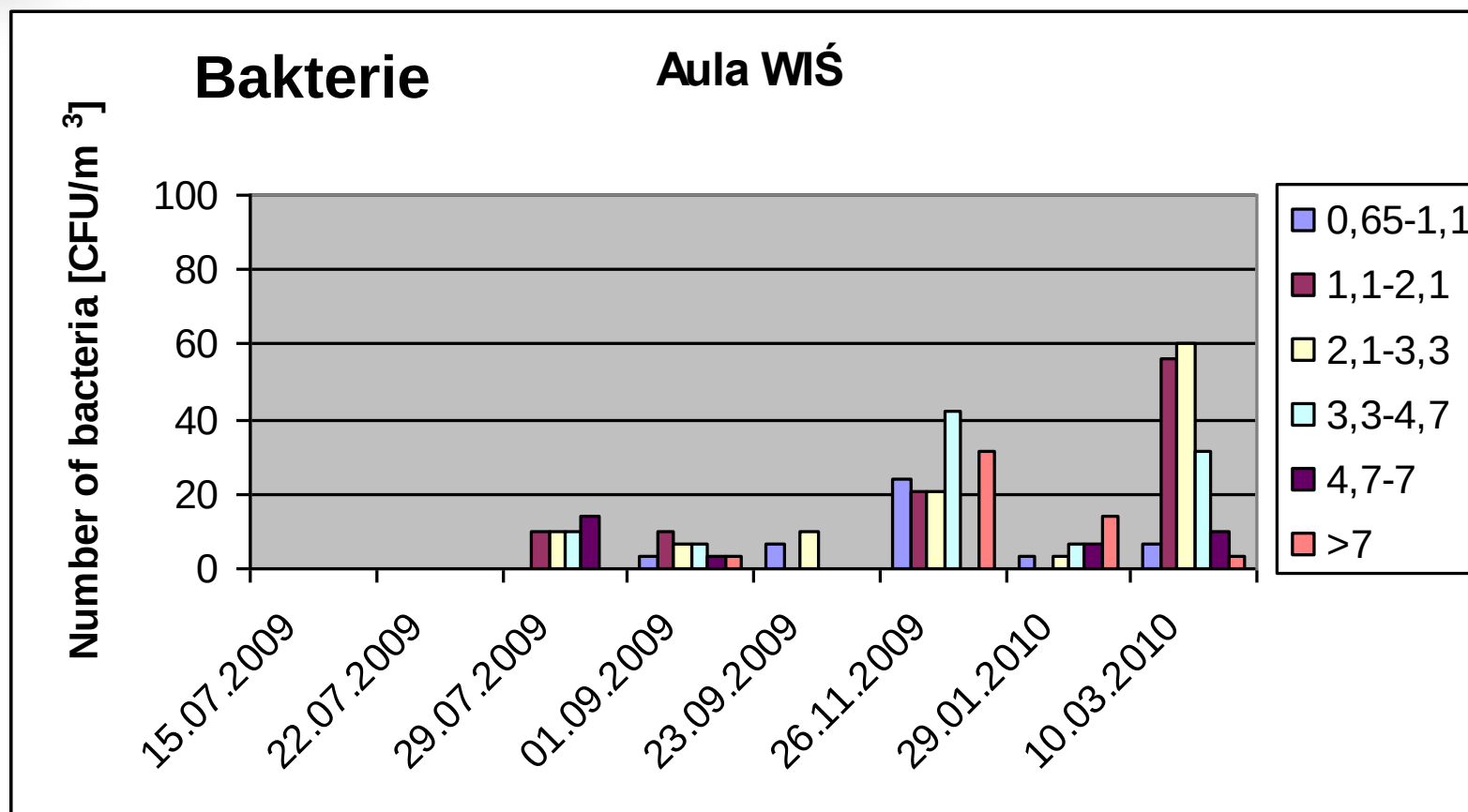
Kształtowanie przyjaznej przestrzeni do nauki drogą do sukcesu

**GOETHE
INSTITUT**

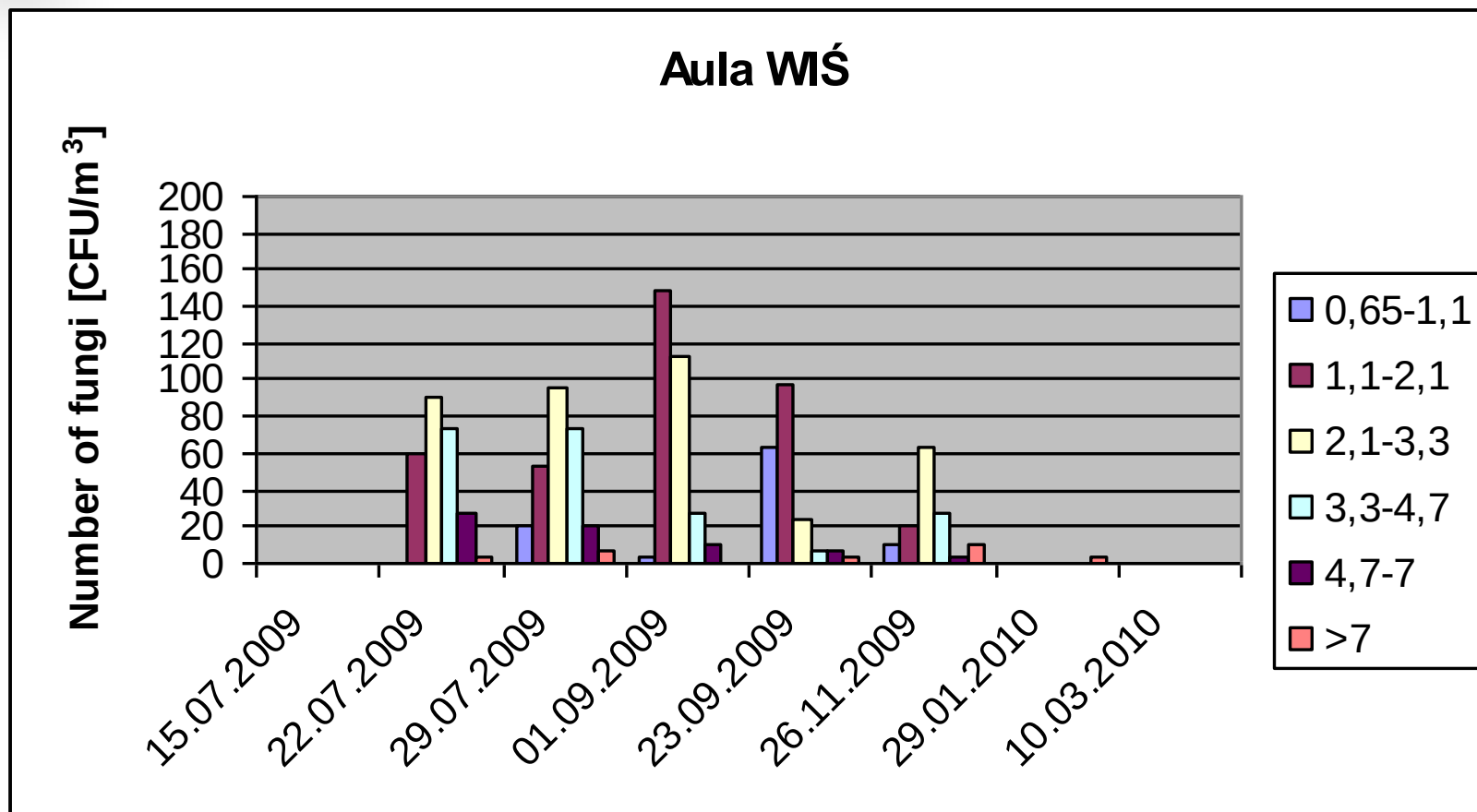
Sprache. Kultur. Deutschland.

Czynnik biologiczny	Limit	
	Pomieszczenia przemysłowe zanieczyszczone	Budynki publiczne i mieszkalne
Bakterie mezofilne	100 000 CFU/m ³ *	5 000 CFU/m ³
Bakterie gram-ujemne	20 000 CFU/m ³ *	200 CFU/m ³
Thermophilic actinomycetes	20 000 CFU/m ³ *	200 CFU/m ³
Grzyby	50 000 CFU/m ³ *	5 000 CFU/m ³
BA z 3 i 4 grupy ryzyka	0 CFU/m ³	0 CFU/m ³
Endotoksyny	200 ng/m ³ (2 000 EU/m ³)	5 ng/m ³ (50 EU/m ³)

**Jakość środowiska wewnętrznego w pomieszczeniach dydaktycznych
na przykładzie wybranych szkół województwa lubelskiego**

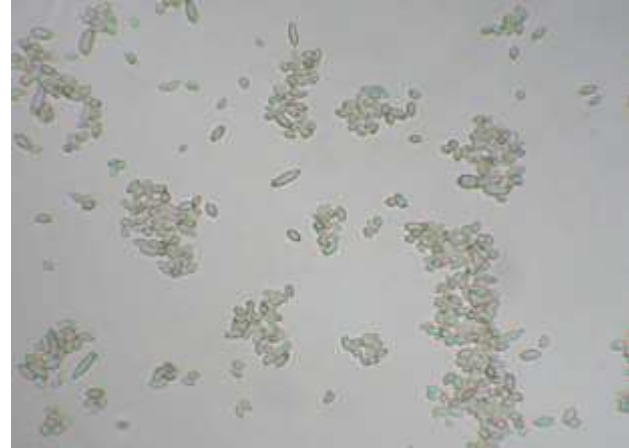


**Jakość środowiska wewnętrznego w pomieszczeniach dydaktycznych
na przykładzie wybranych szkół województwa lubelskiego**



Jakość środowiska wewnętrznego w pomieszczeniach dydaktycznych
na przykładzie wybranych szkół województwa lubelskiego

Grzyby najczęściej spotykane - Cladosporium



Cladosporium cladosporoides - najczęściej spotykany grzyb w klimacie umiarkowanym.

Znajduje się w wilgotnych materiałach budowlanych, nawilżaczach, a także w kurzu domowym czy systemie HVAC.

Jego zarodniki często są przenoszone drogą powietrzną na znaczące odległości. Może wywoływać astmę oraz katar sienny, ale także ciężkie choroby u osób z obniżoną odpornością.



**Kształtowanie przyjaznej
przestrzeni do nauki drogą do sukcesu**

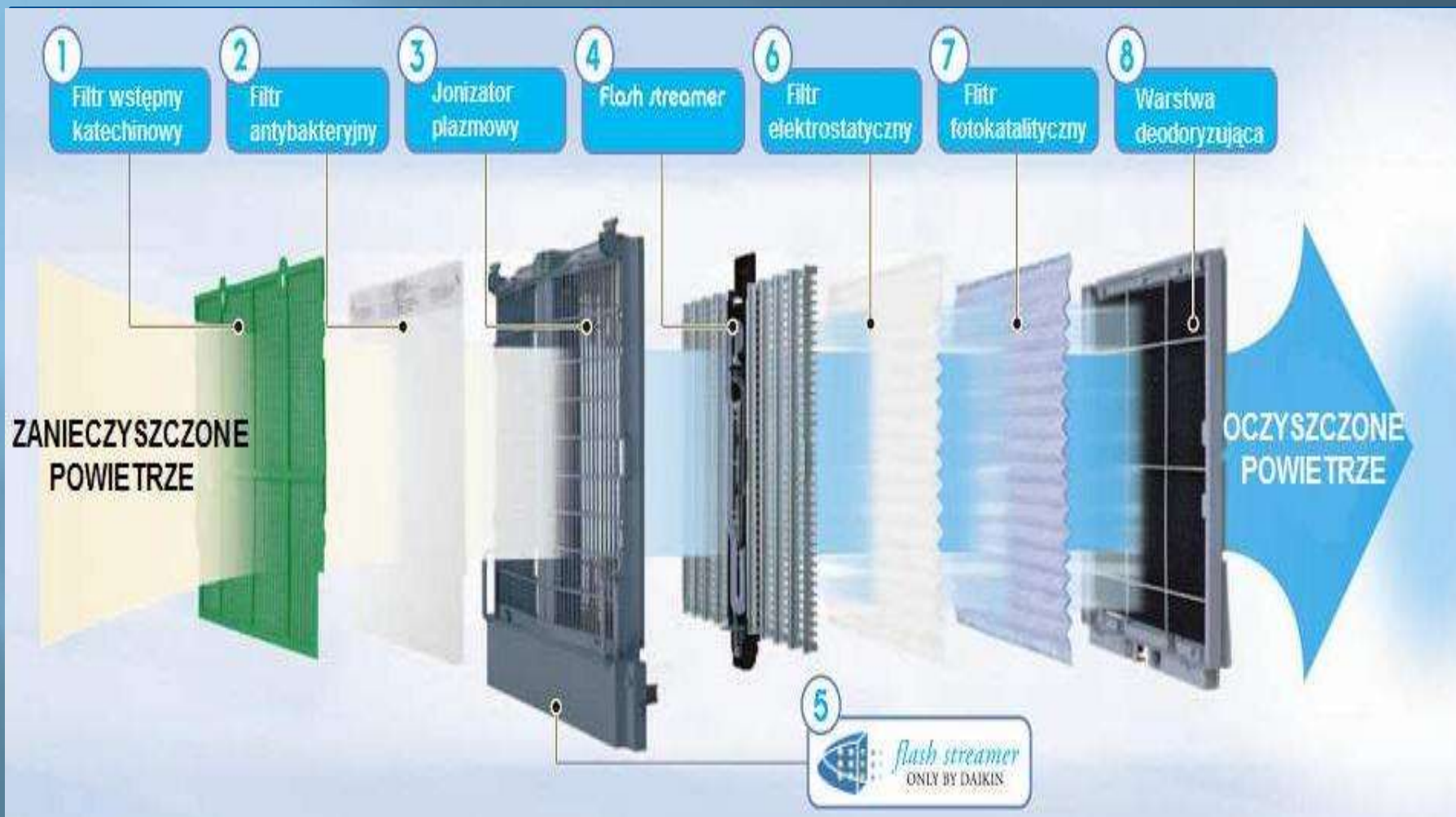
**GOETHE
INSTITUT**

Sprache, Kultur, Deutschland.

Rozwiązanie:

**Filtry antybakteryjne - tkaniny z dodatkiem
substancji bakteriobójczych**

**Jakość środowiska wewnętrznego w pomieszczeniach dydaktycznych
na przykładzie wybranych szkół województwa lubelskiego**



**Jakość środowiska wewnętrznego w pomieszczeniach dydaktycznych
na przykładzie wybranych szkół województwa lubelskiego**



**Jakość środowiska wewnętrznego w pomieszczeniach dydaktycznych
na przykładzie wybranych szkół województwa lubelskiego**



**Kształtowanie przyjaznej
przestrzeni do nauki drogą do sukcesu**

**GOETHE
INSTITUT**

Sprache. Kultur. Deutschland.

Podsumowanie

**Jakość środowiska wewnętrznego w pomieszczeniach dydaktycznych
na przykładzie wybranych szkół województwa lubelskiego**



Kształtowanie przyjaznej przestrzeni do nauki drogą do sukcesu



Najbardziej znanymi efektami niezadowalającej jakości powietrza wewnętrznego jest pojawienie się u ludzi:

- objawów syndromu chorego budynku (SBS – *Sick Building Syndrome*),
- zespołu chorób związanych z budynkiem (BRI - *Building Related Illness*),
- wieloczynnikowej nadwrażliwości chemicznej (MCS – *Multiple Chemical Sensivity*),
- zespołu przewlekłego zmęczenia (CFS – *Chronic Fatigue Syndrome*).

Jakość środowiska wewnętrznego w pomieszczeniach dydaktycznych
na przykładzie wybranych szkół województwa lubelskiego

SYMPTOMY SYNDROMU CHOREGO BUDYNKU

WRAŻLIWOŚĆ
NA ZAPACHY



SWĘDZĄCA
SKÓRA

PODRAŻNIENIE
OCZU



SUCHY KASZEL

PODRAŻNIENIE
GARDŁA



ZAWROTY
GŁOWY

ZMĘCZENIE



NUDNOŚCI



BÓL GŁOWY



POGORSZENIE WYDAJNOŚCI PRACY/NAUKI



GBD – Global Burden of Disease Globalne obciążenie chorobami

Ustala przyczyny i ryzyko utraty zdrowia z powodu chorób i czynników zagrożenia (kompleksowa miara stanu zdrowia – umieralność, niepełnosprawność, czynniki zagrażające)

Mierzone jako DALY (Disability-Adjusted Life Years)

Utrata lat życia skorygowana niepełnosprawnością
Years of life lost (YLL) + years lived with disability (YLD)
łącznie lata życia utracone wskutek śmierci i uszczerbku na zdrowiu (uraz, choroba)



**Kształtowanie przyjaznej
przestrzeni do nauki drogą do sukcesu**

**GOETHE
INSTITUT**

Sprache. Kultur. Deutschland.

Czynniki ryzyka (świat) – GBD2010

Dieta

Wysokie ciśnienie krwi

Palenie papierosów

Zanieczyszczenia IA

Alkohol

Wysokie BMI

Wysokie stężenie cukru we
krwi

Nieodżywienie dzieci

PM w powietrzu
atmosferycznym

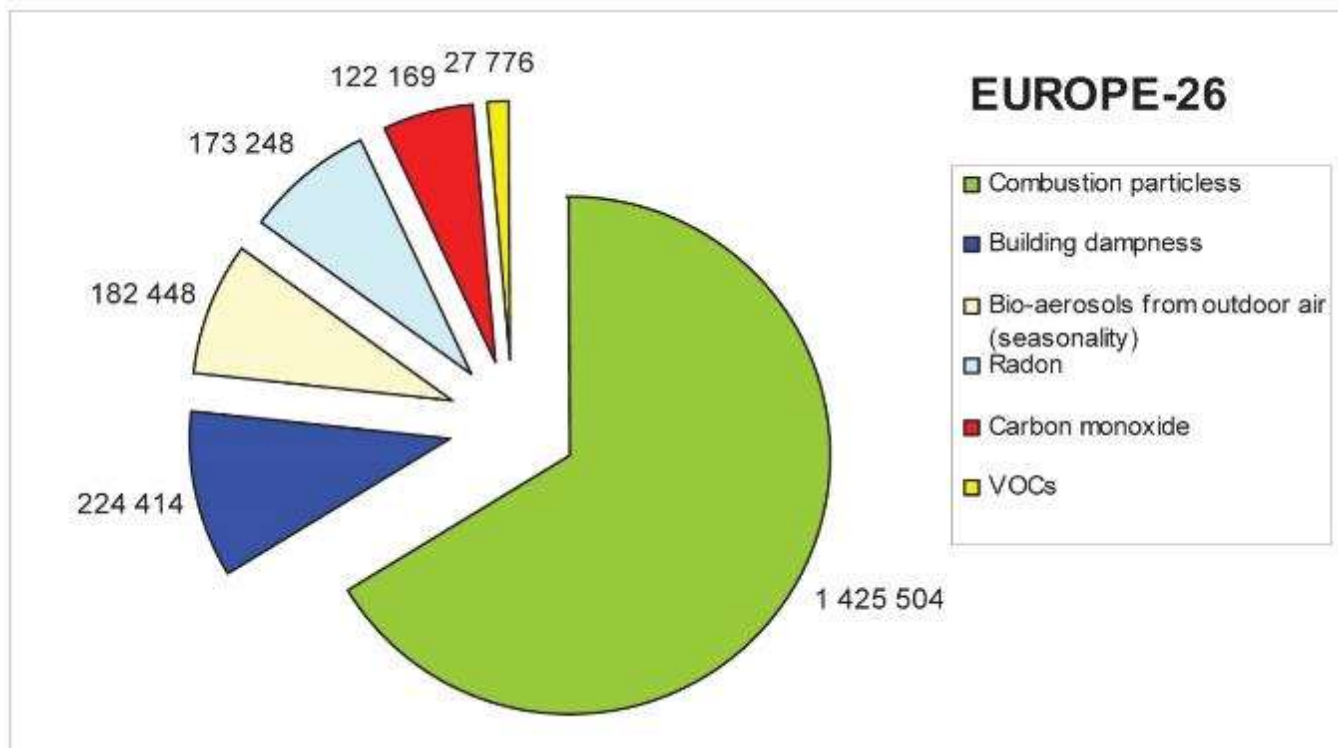
Brak aktywności fizycznej

**67 czynników
ryzyka
291 chorób
21 regionów świata**



**Jakość środowiska wewnętrznego w pomieszczeniach dydaktycznych
na przykładzie wybranych szkół województwa lubelskiego**

Obciążenie chorobami (BoD) związane z IAQ a główne czynniki narażenia



Jantunen M., Oliveira Fernandes E., Carrer P., Kephelopoulos S., Promoting actions for healthy indoor air (IAIAQ).(2011) European Commission Directorate General for Health and Consumers. Luxembourg.



**Kształtowanie przyjaznej
przestrzeni do nauki drogą do sukcesu**

**GOETHE
INSTITUT**

Sprache. Kultur. Deutschland.

Pamiętaj

Lepiej zapobiegać niż leczyć

**Jakość środowiska wewnętrznego w pomieszczeniach dydaktycznych
na przykładzie wybranych szkół województwa lubelskiego**



**Kształtowanie przyjaznej
przestrzeni do nauki drogą do sukcesu**

**GOETHE
INSTITUT**

Sprache, Kultur, Deutschland

Dziękuję za uwagę

dr inż. Mariusz Skwarczyński

e-mail: m.skwarczynski@pollub.pl

tel.: 81 53 84 411

**Zakład Jakości Powietrza Zewnętrznego i Wewnętrznego
Wydział Inżynierii Środowiska,
Politechnika Lubelska**

**Jakość środowiska wewnętrznego w pomieszczeniach dydaktycznych
na przykładzie wybranych szkół województwa lubelskiego**