



Politechnika
Świętokrzyska



Wydział Inżynierii Środowiska,
Geodezji i Energetyki Odnawialnej



Efektywność przyswajania wiedzy, a jakość powietrza
wewnętrznego w szkołach – wyniki projektu finansowanego
z środków MEiN w ramach Programu Nauka dla
społeczeństwa

dr hab. inż. Ewa Zender – Świercz, prof. PŚk



**DOFINANSOWANO ZE ŚRODKÓW
BUDŻETU PAŃSTWA**

NAUKA DLA SPOŁECZEŃSTWA

Efektywność przyswajania wiedzy,
a jakość powietrza wewnętrznego
w szkołach

DOFINANSOWANIE
810 370,00 zł

CAŁKOWITA WARTOŚĆ
888 870,00 zł

Smog – pyły zawieszane PM1.0, PM2.5,
PM10.

zagrożenie dla zdrowia

zagrożenie dla efektywnego
uczenia się???



*Ucz się szybciej,
pamiętaj dłużej!*

OXYSHOP®

Pomiary fizyki powietrza

Stężenie pyłów zawieszonych w powietrzu zewnętrznym i wewnętrznym

Temperatura powietrza zewnętrznego i wewnętrznego

Wilgotność powietrza zewnętrznego i wewnętrznego

Szczelność powietrzna sal lekcyjnych

Wydajność instalacji wentylacji

Badanie funkcji poznawczych uczniów

Testy poznawcze przed montażem oczyszczaczy powietrza

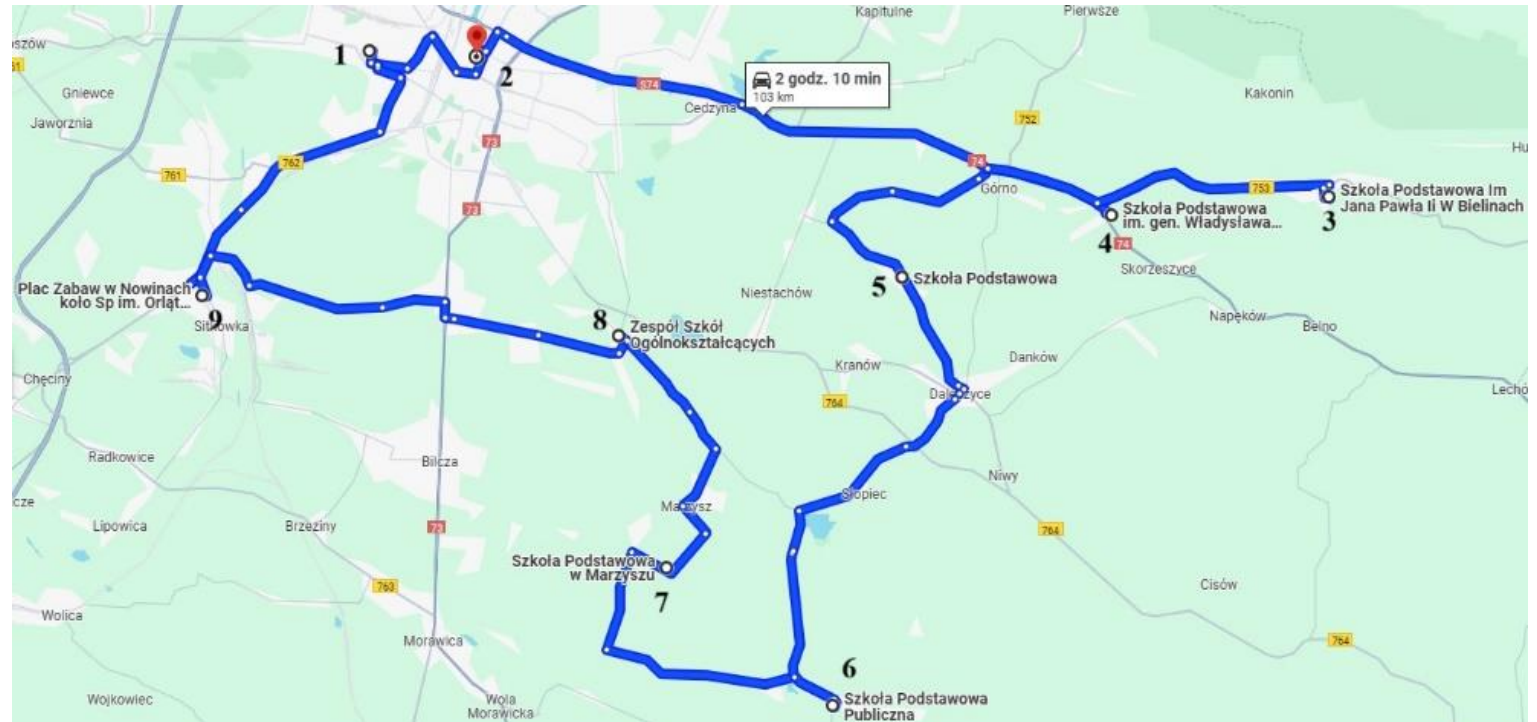
Testy poznawcze po montażu oczyszczaczy w jednej z dwóch sal lekcyjnych w każdej ze szkół

Ankiety samopoczucia uczniów

Ankiety dla rodziców

Ankiety dla wychowawców

Pomiar saturacji krwi



Rysunek 1 Mapa (a) województwo świętokrzyskie* (b) lokalizacja szkół**

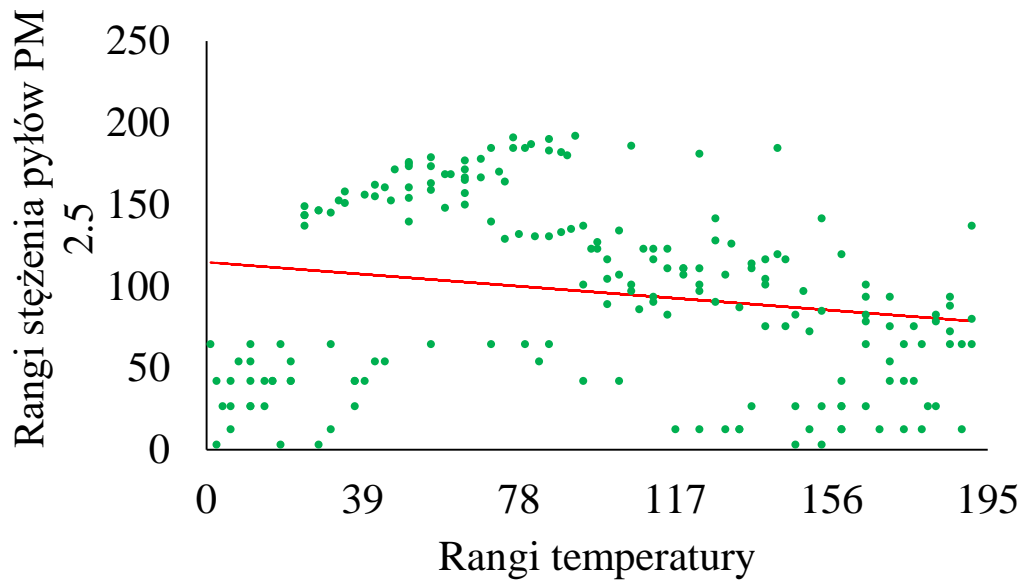
*Broła W., Sobolewski P., Flaga S., Fudala M., Szczuchniak W., Stoiński J., Rosołowska A., Wójcik J., Kapica-Topaczewska K., Ryglewicz D. Prevalence and incidence of multiple sclerosis in central Poland, 2010–2014, BMC Neurology, 2016, 16:134, <https://doi.org/10.1186/s12883-016-0662-8>

**<https://www.google.com/maps>

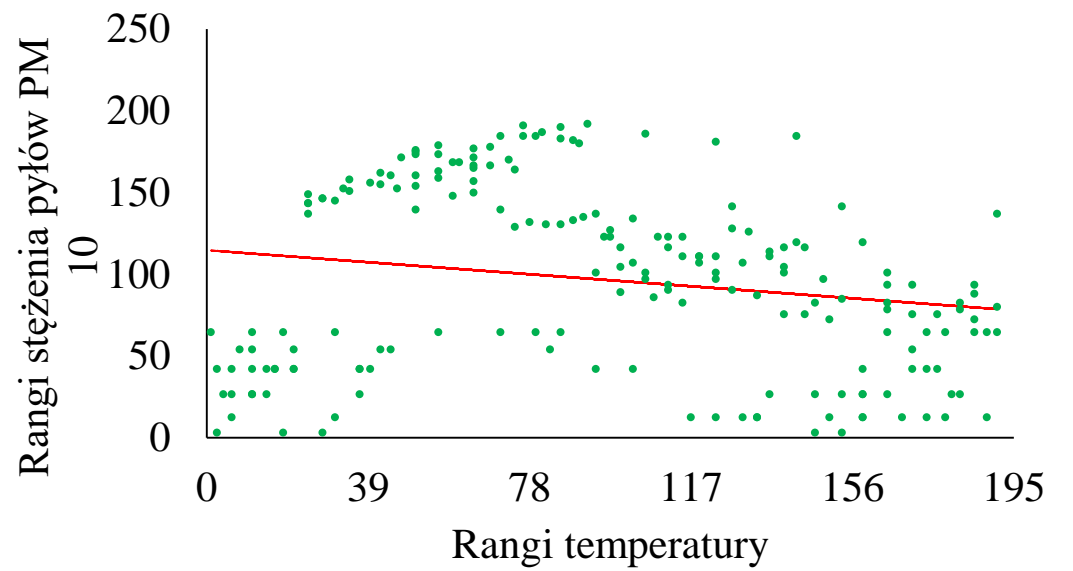
Indeks jakości powietrza (AQI)*	PM 10 ($\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$)	PM 2.5 ($\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$)
Bardzo dobry	0 – 20	0 – 13
Dobry	20.1 – 50	13.1 – 35
Umiarkowany	50.1 – 80	35.1. – 55
Dostateczny	80.1 – 110	55.1 – 75
Zły	110.1 – 150	75.1 – 110
Bardzo zły	> 150	> 110

*https://powietrze.gios.gov.pl/pjp/content/health_informations

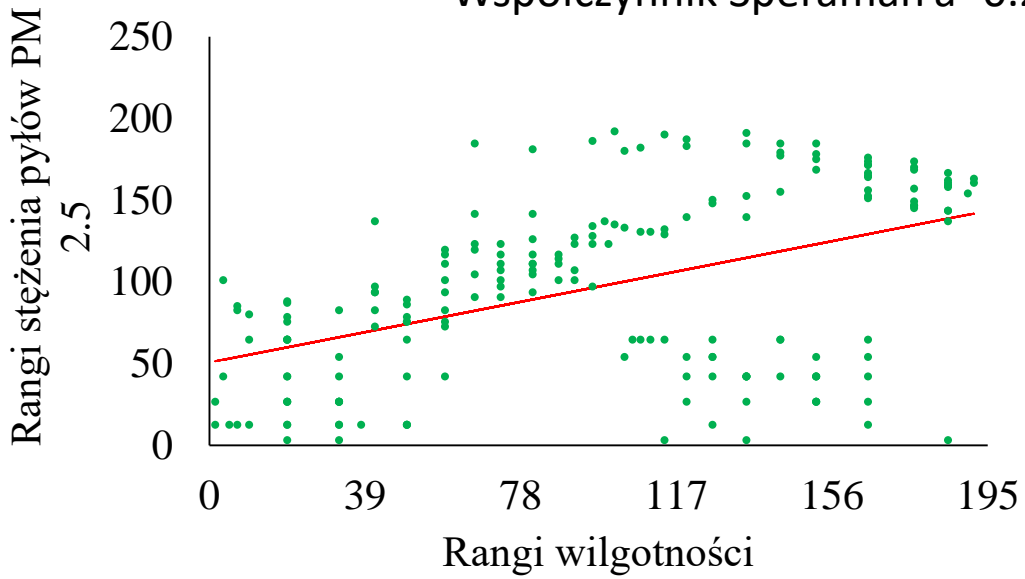
Indeks jakości powietrza (AQI)	Obszar
Bardzo dobry	Szkoty na obszarze małych wsi o rzadkiej zabudowie i małym ruchu ulicznym.
Dobry i umiarkowany	Szkoty na obszarze większych miejscowości o większym zagęszczeniu zabudowy.
Bardzo zły	Szkoty na obszarach miejskich o gęstej zabudowie i dużym ruchu ulicznym.



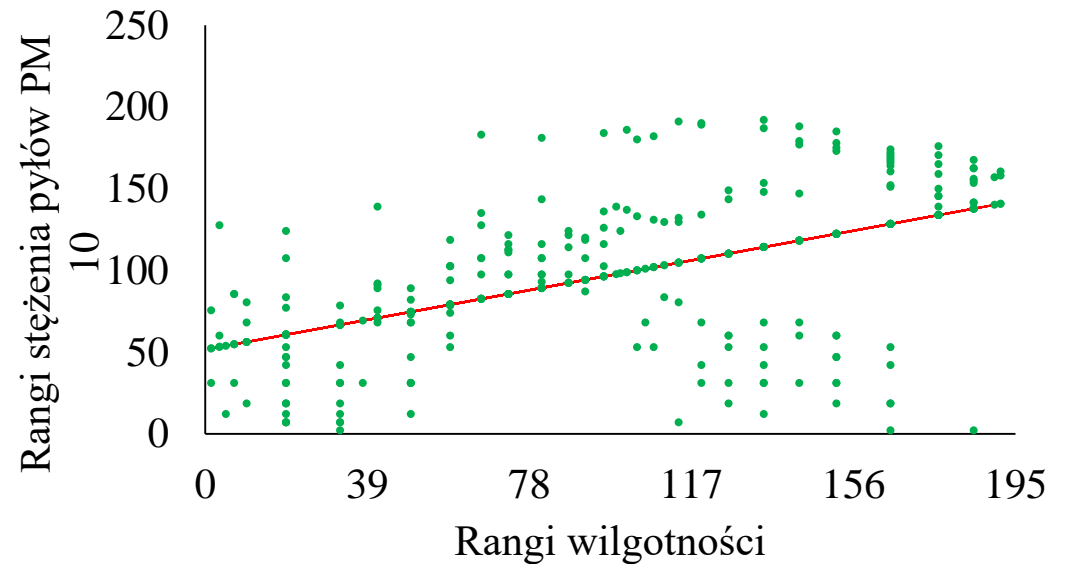
Współczynnik Spermana'a -0.2



Współczynnik Spermana'a -0.2

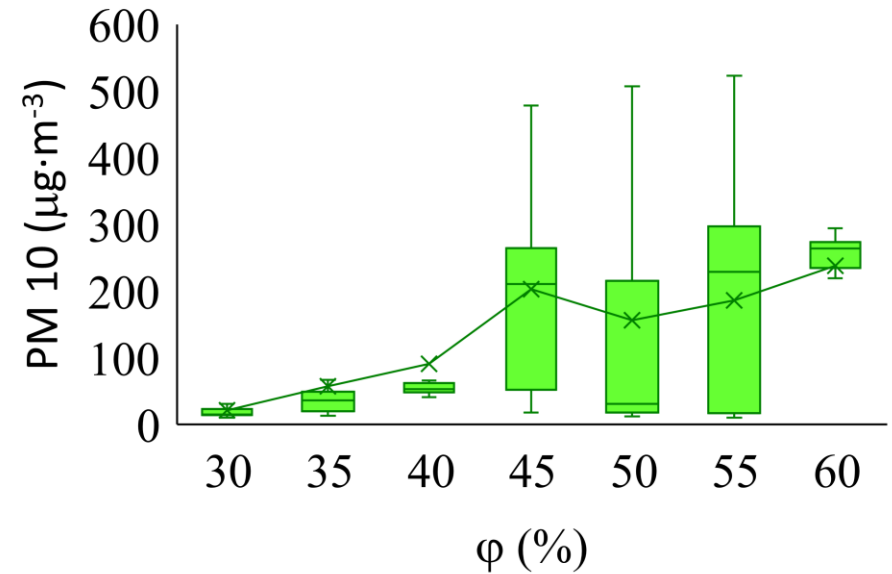
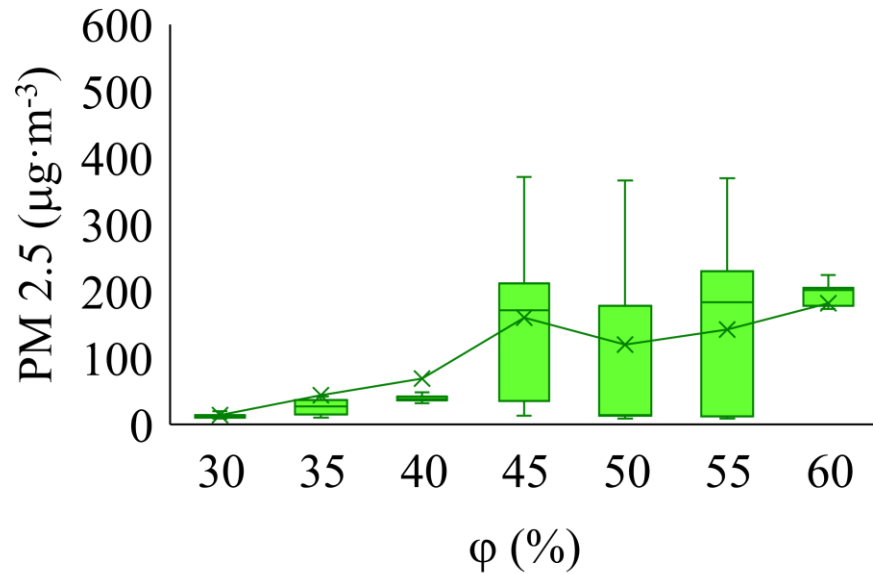


Współczynnik Spermana'a 0.5

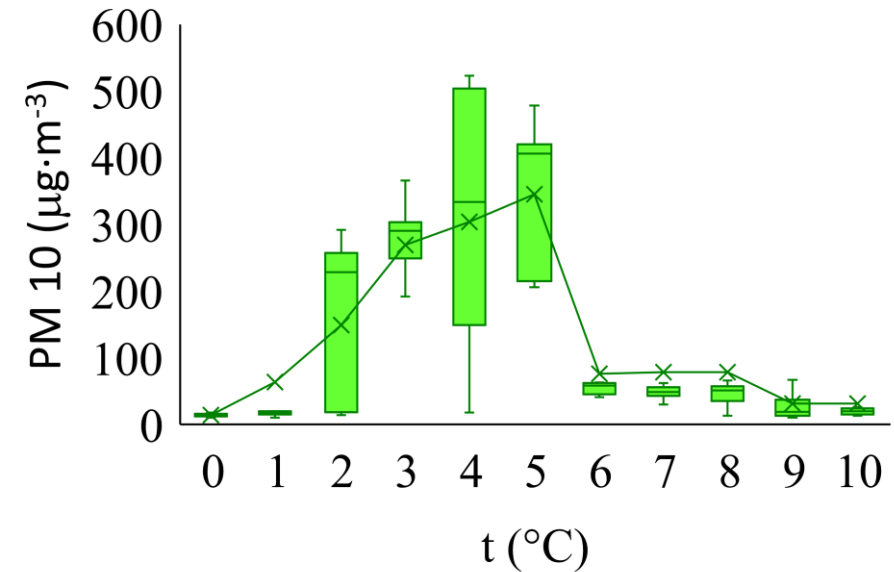
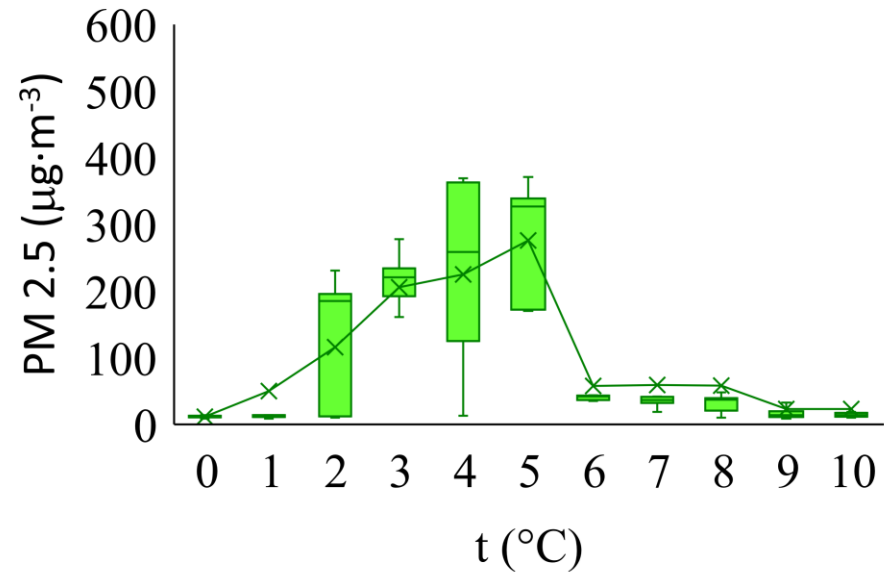


Współczynnik Spermana'a 0.5

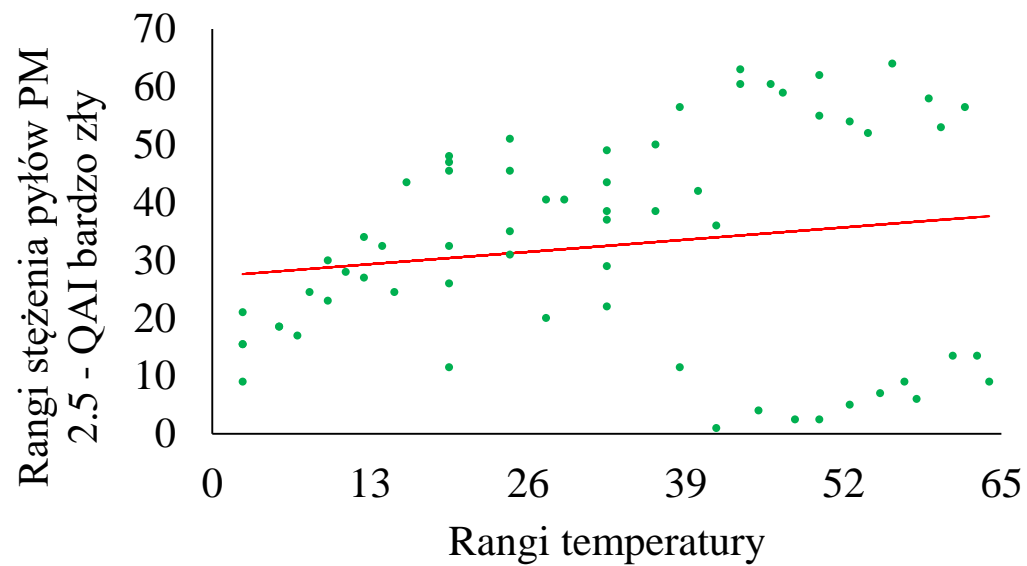
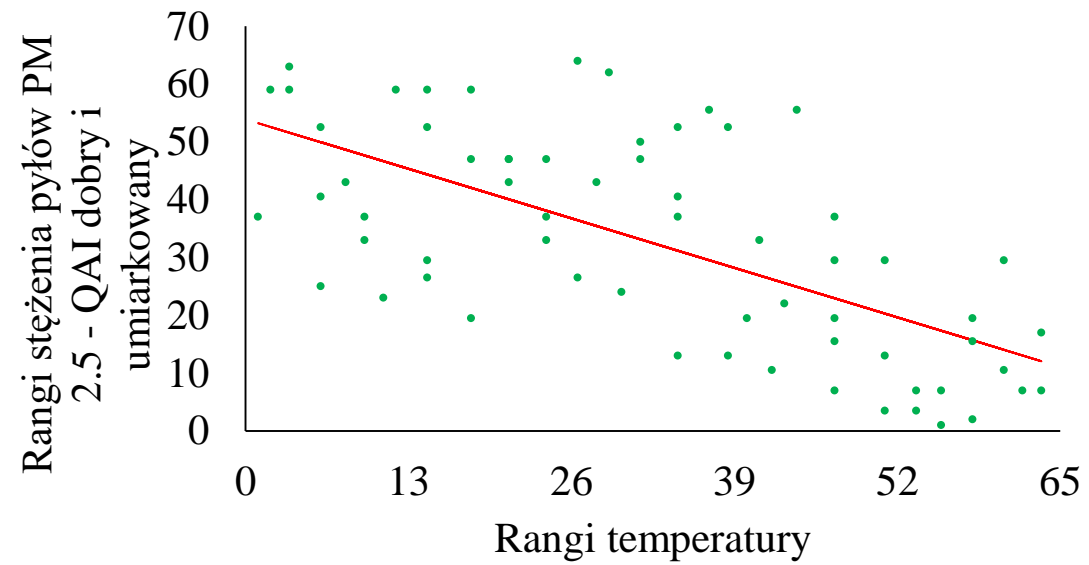
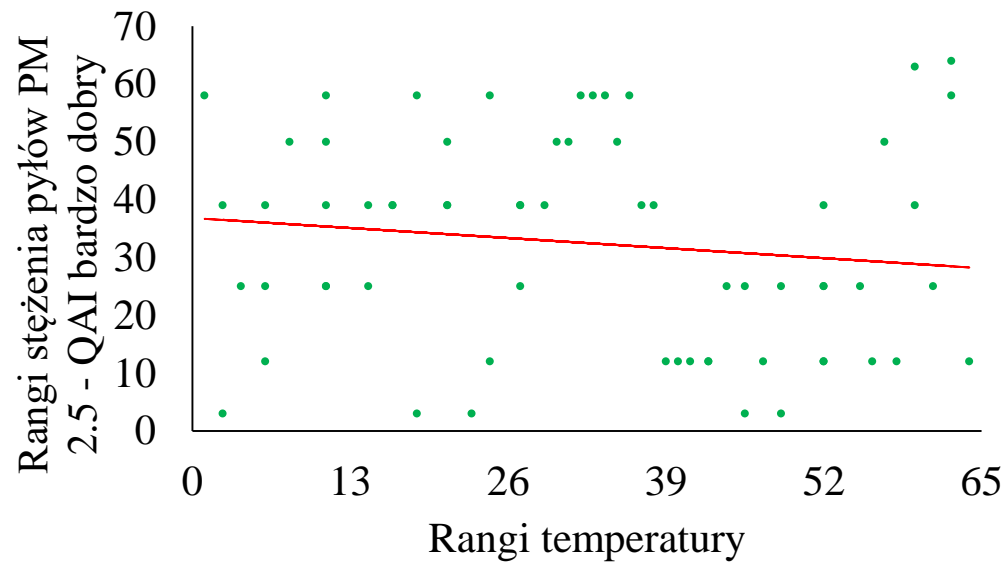
Wykresy rangowane temperatury/wilgotności i stężenia pyłów zawieszonych PM_{2.5}/PM₁₀



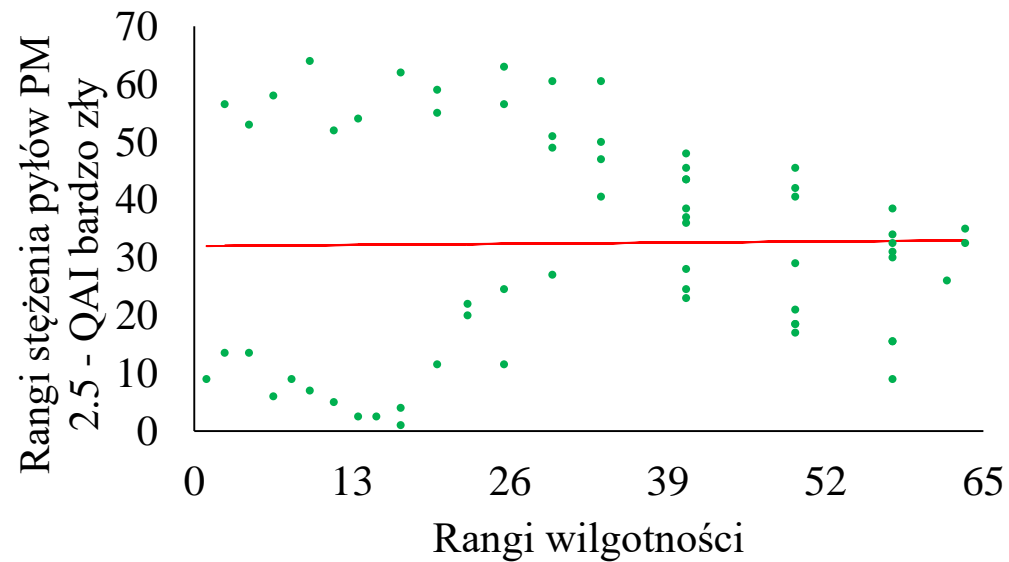
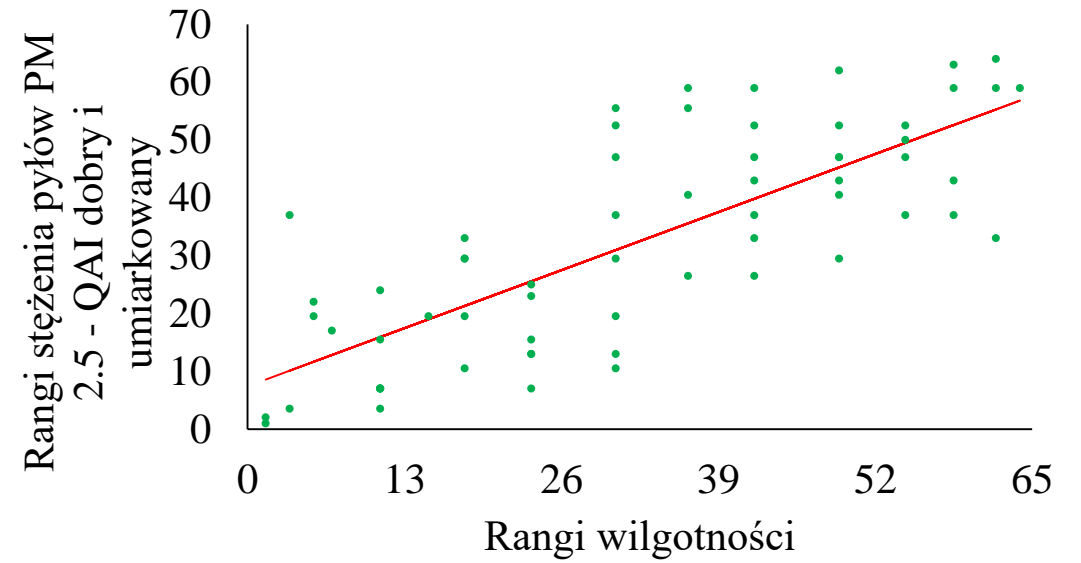
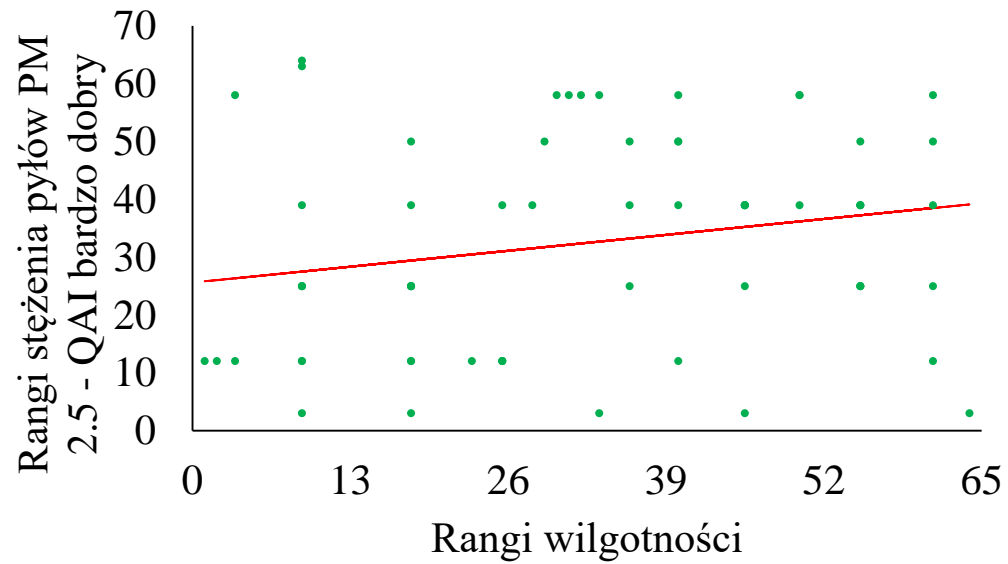
Wykresy pudełkowe prezentujące rozkład cechy stężenie pyłów zawieszonych w grupach wyznaczonych przez wilgotność względną; ϕ – wilgotność względna, %. (a) PM 2.5, $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$,
 (b) PM 10, $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$



Wykresy pudełkowe prezentujące rozkład cechy stężenie pyłów zawieszonych w grupach wyznaczonych przez temperaturę; φ – wilgotność względna, %. (a) PM 2.5, $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, (b) PM 10, $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$

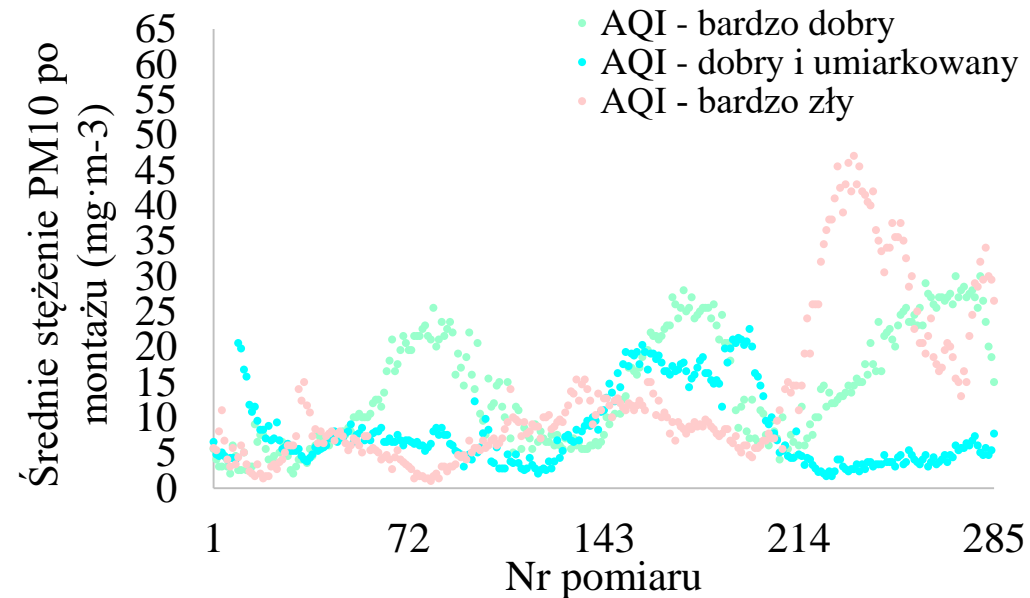
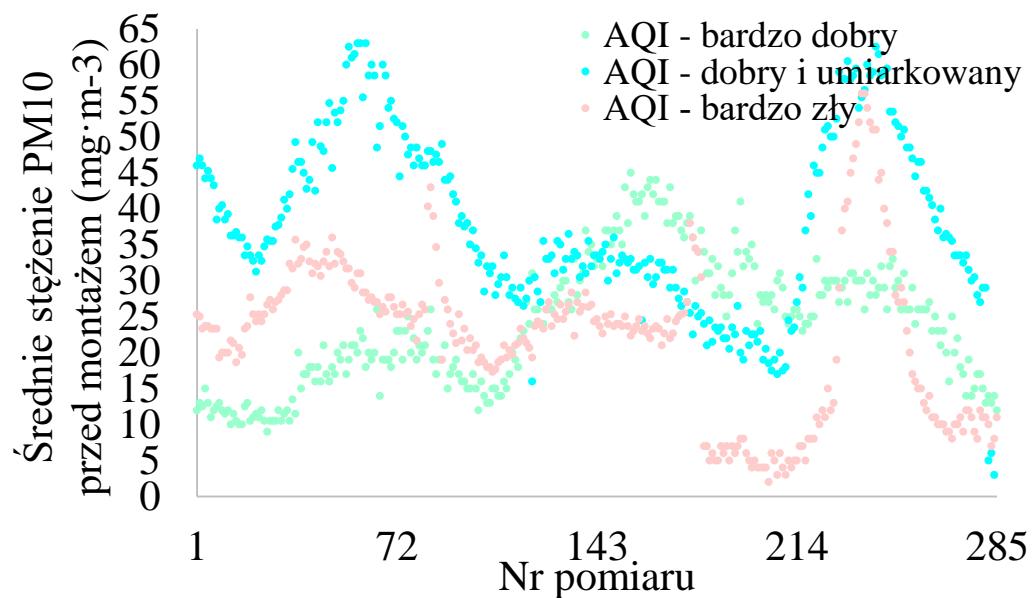
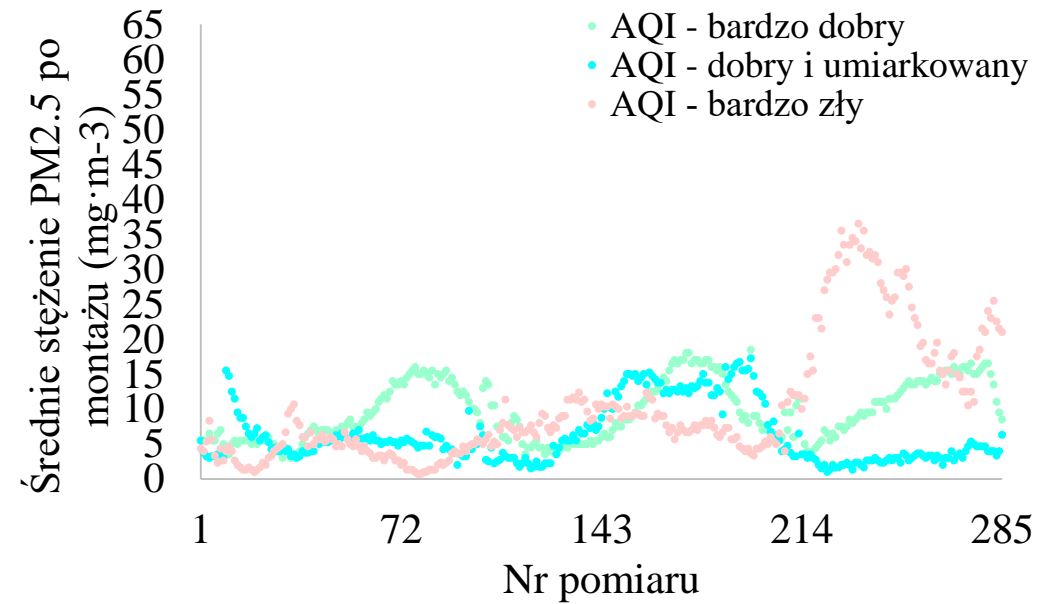
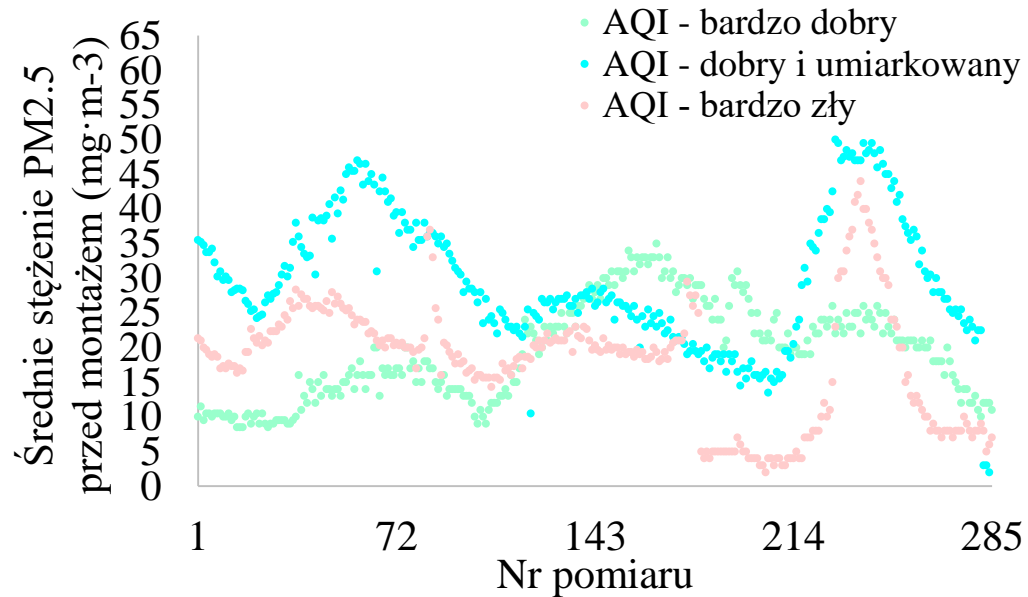


Wykresy rangowane temperatury i stężenia pyłów zawieszonych PM 2.5

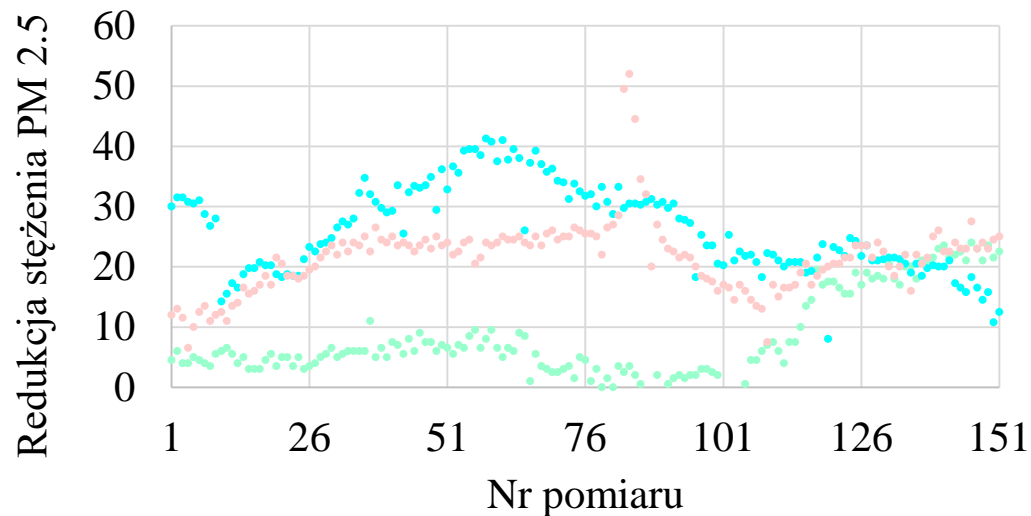


Wykresy rangowane wilgotności i stężenia pyłów zawieszonych PM 2.5

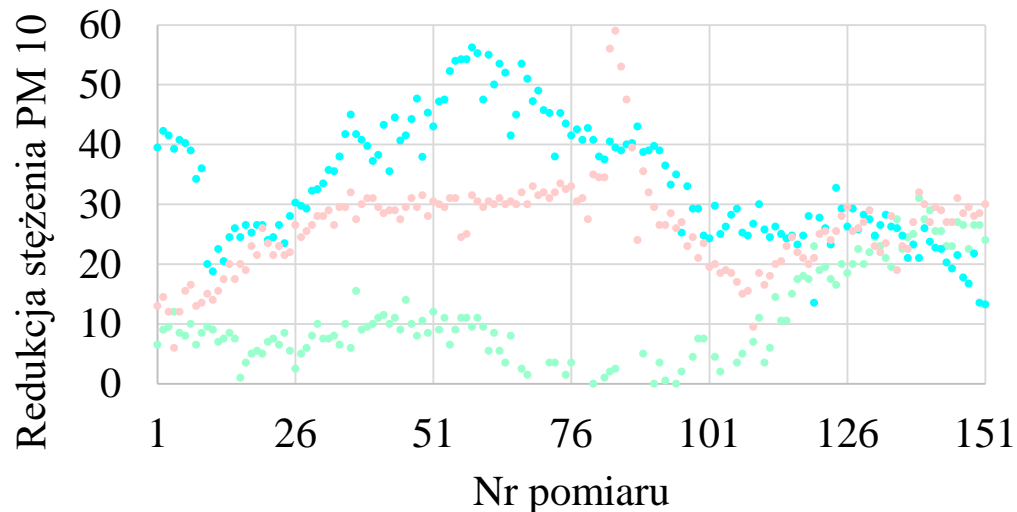
- Zmienności stężenia pyłów zawieszonych PM2.5 oraz PM10 są analogiczne.
- Przy niskich poziomach wilgotności względnej (<50%) stężenie pyłów zawieszonych PM2.5 oraz PM10 wzrasta liniowo.
- Korelacja pomiędzy stężeniem pyłów zawieszonych i temperaturą ma kształt odwróconej litery V.
- Zależności stężenia pyłów zawieszonych od temperatury i wilgotności różni się na obszarach o danym indeksie jakości powietrza.



Średnie stężenia pyłów zawieszonych PM2.5 oraz PM10 w powietrzu wewnętrznym przed i po montażu oczyszczaczy powietrza



• AQI bardzo dobry • AQI dobry i umiarkowany • AQI bardzo zły



• AQI bardzo dobry • AQI dobry i umiarkowany • AQI bardzo zły

REDUKCJA PM 2.5

	AQI bardzo dobry	AQI dobry i umiarkowany	AQI bardzo zły
Średnia	8.8	23.5	22.7
Błąd standardowy	0.3	0.7	0.5
Odchylenie standardowe	6.9	11.9	7.1

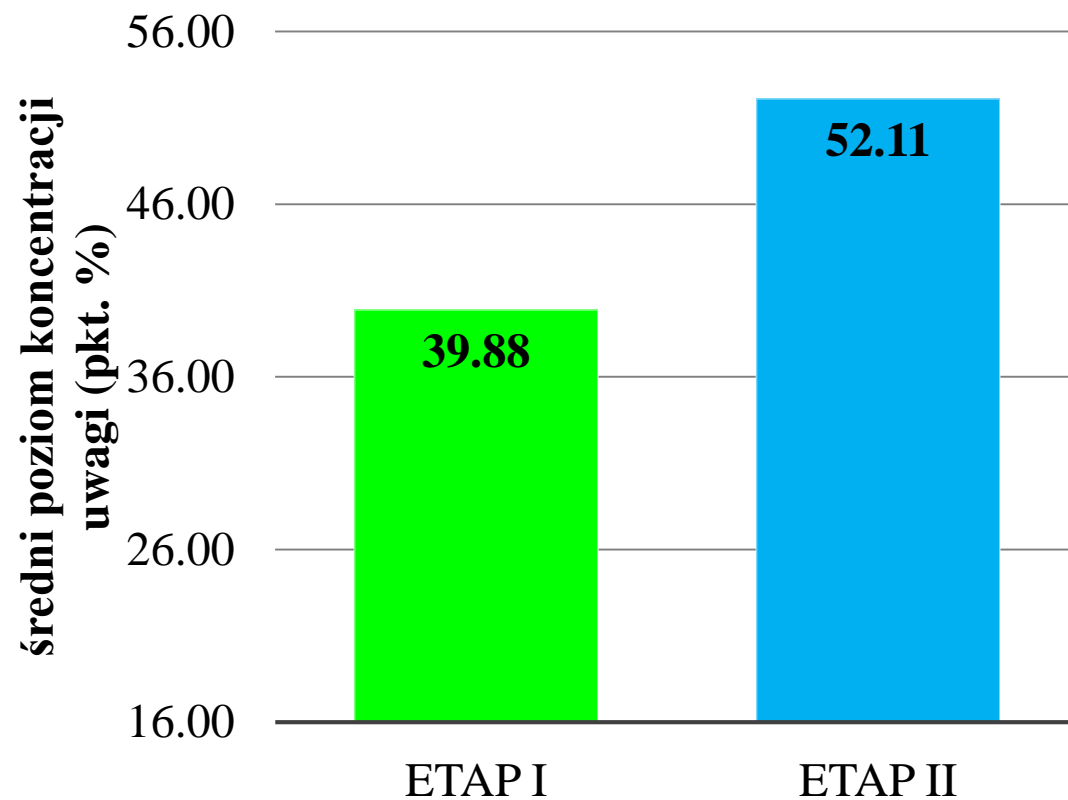
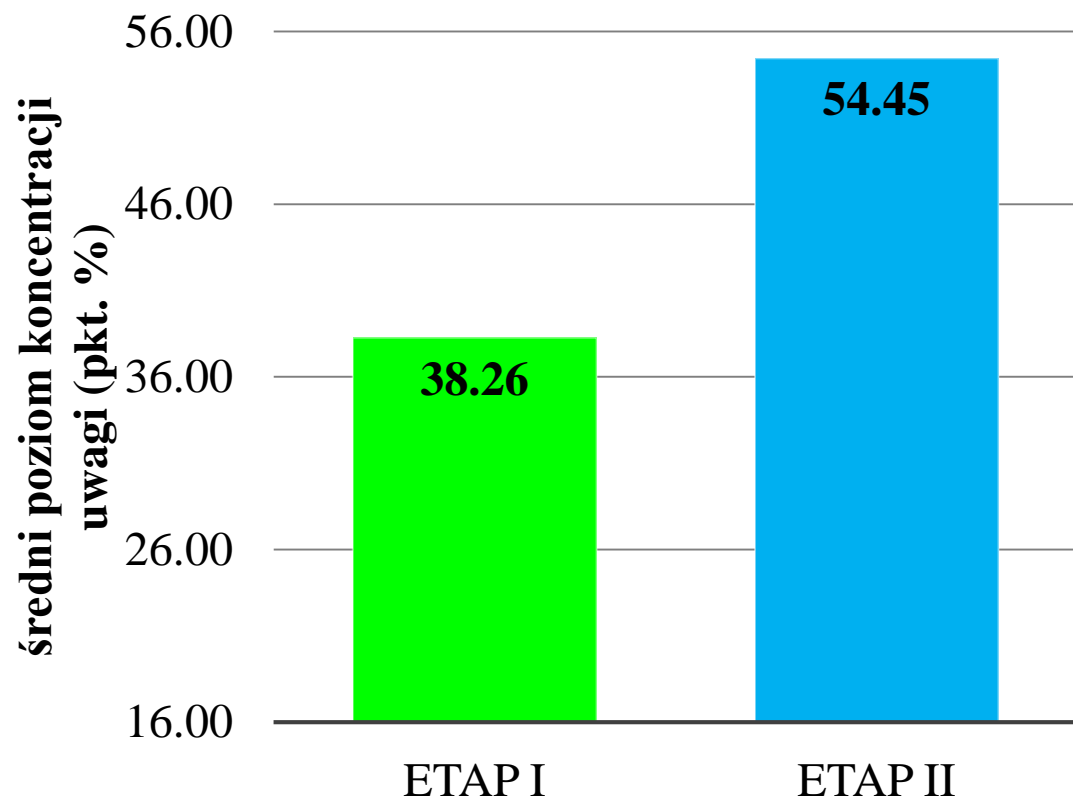
REDUKCJA PM 10

	AQI bardzo dobry	AQI dobry i umiarkowany	AQI bardzo zły
Średnia	9.4	30.1	27.7
Błąd standardowy	0.6	0.9	0.7
Odchylenie standardowe	10.1	15.2	9.2

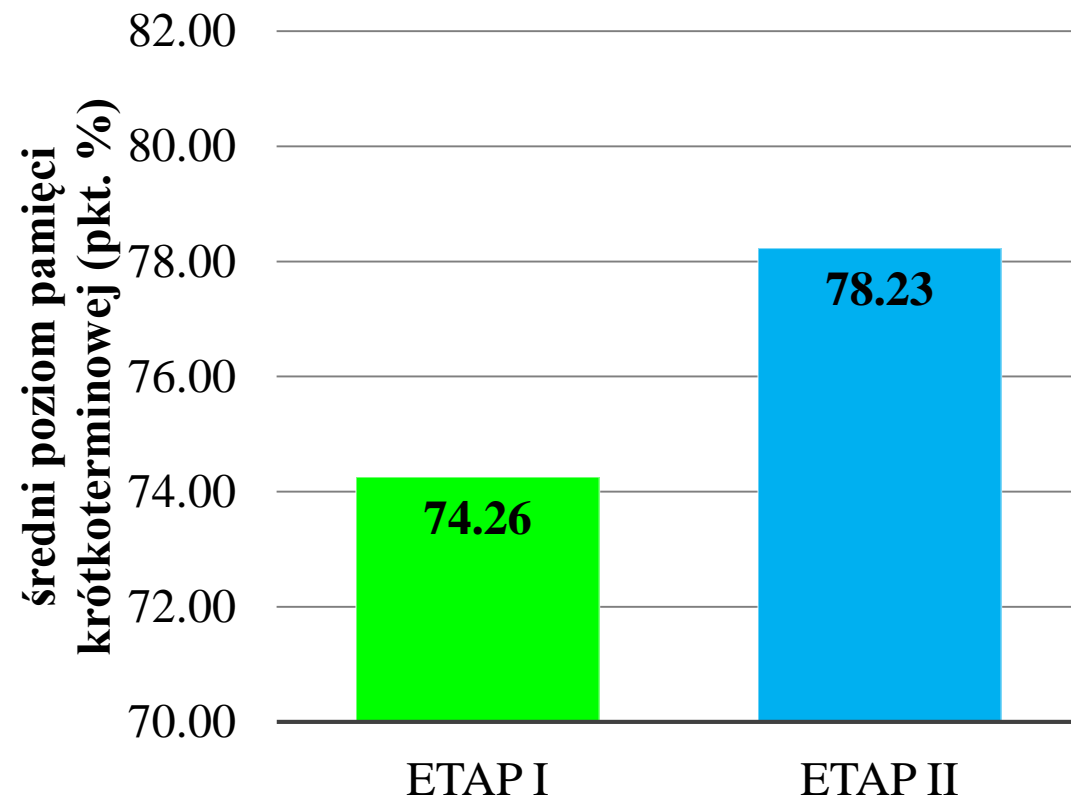
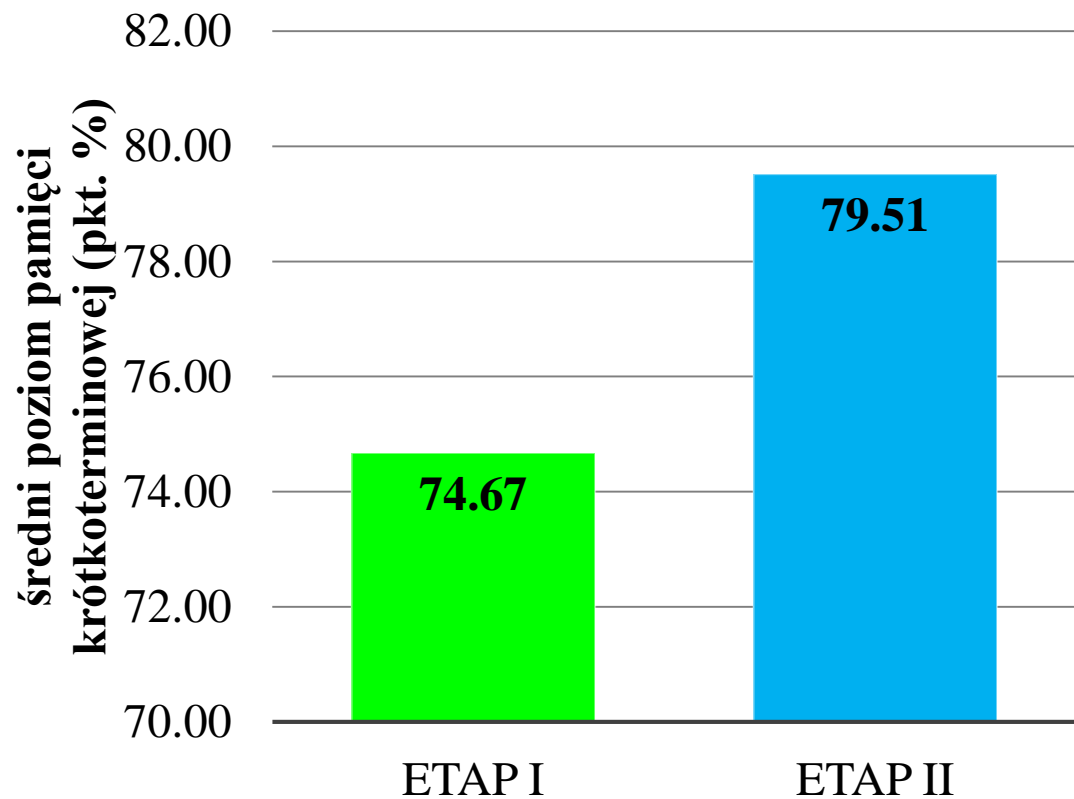
Redukcja średniego stężenia pyłów zawieszonych PM2.5 oraz PM10 w powietrzu wewnętrznym



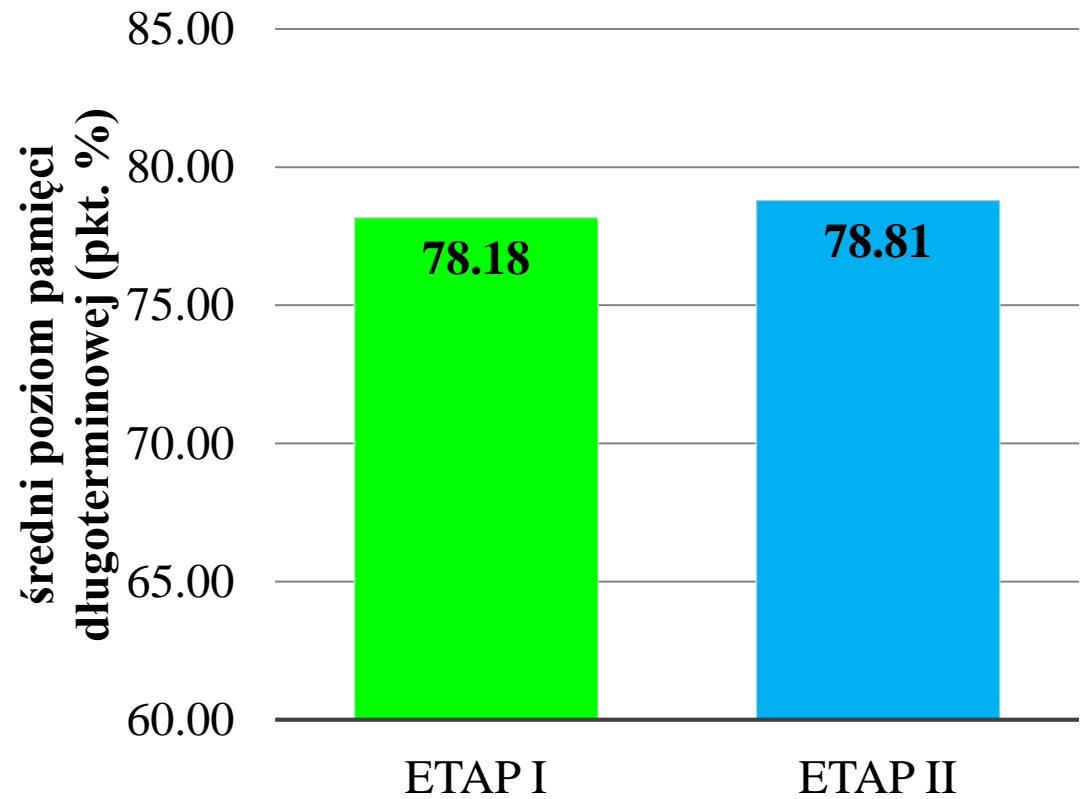
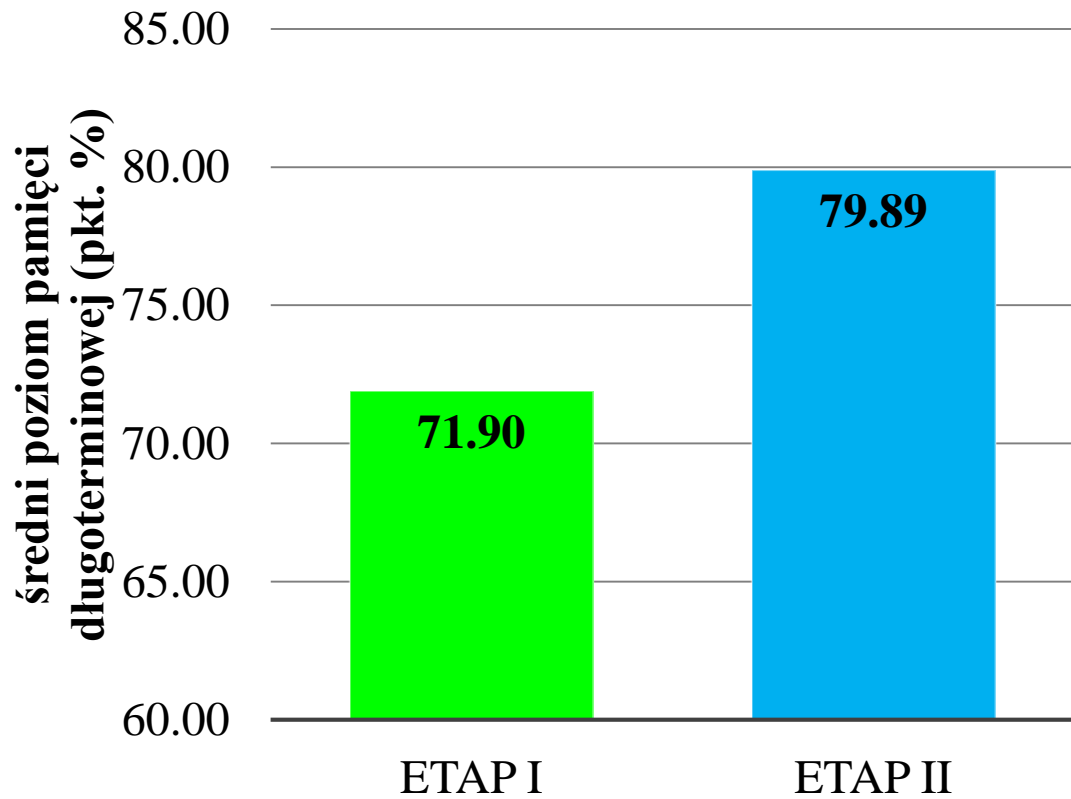
Filtry po wykorzystaniu w salach szkolnych



Średni poziom koncentracji uwagi w sali szkolnej (a) z oczyszczaczem, (b) bez oczyszczacza



Średni poziom pamięci krótkoterminowej w sali szkolnej (a) z oczyszczaczem, (b) bez oczyszczacza



Średni poziom pamięci długoterminowej w sali szkolnej (a) z dezynfekantem, (b) bez dezynfekanta

Poprawa funkcji poznawczych w oparciu o średnie wartości uzyskanych wyników

Funkcja poznawcza	Sala szkolna z oczyszczaczem	Sala szkolna bez oczyszczacza
Koncentracja uwagi	16,19	12,23
Pamięć krótkoterminowa	4,84	3,97
Pamięć długoterminowa	7,99	0,63

Poprawa funkcji poznawczych w oparciu o średnie wartości uzyskanych wyników
z uwzględnieniem lokalizacji szkoły

Indeks jakości powietrza AQI	Funkcja poznawcza	Sala szkolna z oczyszczaczem	Sala szkolna bez oczyszczacza
bardzo dobry	Koncentracja uwagi	14,17	12,97
	Pamięć krótkoterminowa	0,55	5,82
	Pamięć długoterminowa	11,05	6,18
dobry i umiarkowany	Koncentracja uwagi	16,89	11,97
	Pamięć krótkoterminowa	7,11	4,12
	Pamięć długoterminowa	17,39	1,94
bardzo zły	Koncentracja uwagi	16,44	12,2
	Pamięć krótkoterminowa	4,48	3,12
	Pamięć długoterminowa	-4,94	-2,73

- Zanieczyszczenie pyłami zawieszonymi PM2.5 oraz PM10 wpływa negatywnie na funkcje poznawcze dzieci.
- Na obszarach o AQI bardzo dobrym zastosowanie oczyszczacza powietrza miało najmniejsze znaczenie dla uzyskiwanych przez dzieci wyników.
- Na obszarach o bardzo słabej jakości powietrza zastosowanie oczyszczacza sprzyjało poprawie funkcji poznawczych dzieci, jednak nie było wystarczające (szczególnie w aspekcie pamięci długoterminowej).
- Największy wpływ zanieczyszczenia pyłami zawieszonymi zaobserwowano dla pamięci długoterminowej, najmniejszy dla pamięci krótkoterminowej.



Ministerstwo Nauki
i Szkolnictwa Wyższego



Politechnika
Świętokrzyska

