



**Wyniki pomiarów
stacjonarnych jakości
powietrza i pomiarów ruchu
drogowego przy szkołach
w sezonie grzewczym
i pozagrzewczym (2023)
WAWER**

Spis treści

1. Wstęp	3
2. Metodyka	3
Pomiary jakości powietrza	3
WAWER	4
Pomiary ruchu drogowego	6
WAWER	6
3. Wyniki pomiarów jakości powietrza	7
SEZON GRZEWCZY	7
SEZON POZAGRZEWCZY	10
PORÓWNANIE SEZONÓW	12
PYŁY ZAWIESZONE	14
4. Wyniki pomiarów ruchu drogowego	16
SEZON GRZEWCZY	16
SEZON POZAGRZEWCZY	18
PORÓWNANIE SEZONÓW	20
5. Wnioski	21
SEZON GRZEWCZY	21
SEZON POZAGRZEWCZY	21

1. Wstęp

Ulica Szkolna – „Czyste powietrze i bezpieczeństwo naszych dzieci” to innowacyjny projekt prowadzony przez Partnerstwo dla Bezpieczeństwa Drogowego. Jest on realizowany w województwie mazowieckim i finansowany przez międzynarodową organizację Clean Air Fund. Projekt został objęty Honorowym Patronatem Marszałka Województwa Mazowieckiego.

W ramach projektu są przeprowadzane badania jakości powietrza oraz ocena struktury i natężenia ruchu drogowego wokół wybranych szkół, za które odpowiada Europejskie Centrum Czystego Powietrza. Wyniki badań i materiały edukacyjne posłużą do zwiększenia świadomości nt. zanieczyszczenia powietrza z ruchu drogowego oraz wpływu indywidualnych zachowań oraz otaczającej lokalnej społeczności na codzienność i przyszłość ich pociech. Projekt jest realizowany przy współpracy z lokalnym samorządem, szkołą i lokalną społecznością.

2. Metodyka

Pomiar jakości powietrza

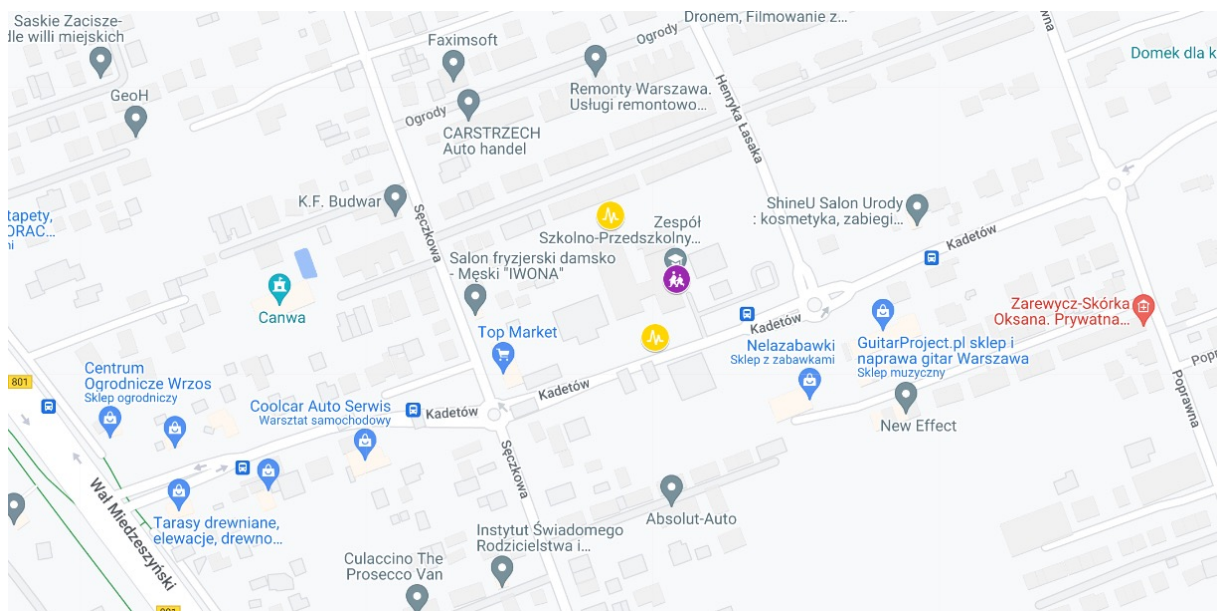
Do pomiarów jakości powietrza wybrano urządzenia produkcji firmy DacSystem. Posiadają one tor kondycjonowania powietrza – jako jedno z niewielu urządzeń typu „low-cost” na rynku. Zainstalowano dotychczas ponad 1000 urządzeń, głównie w sieci ESA¹. Egzemplarze wykorzystywane w tym projekcie zostały specjalnie przygotowane na zamówienie Europejskiego Centrum Czystego Powietrza i oprócz standardowych czujników stężenia pyłu zawieszonego (PM_{2.5} i PM₁₀) posiadają czujniki dwutlenku azotu (NO₂) oraz baterię umożliwiającą pomiary mobilne. Jest to niezwykle ważne, ponieważ celem badawczym pomiarów jest identyfikacja głównych zanieczyszczeń komunikacyjnych, czyli tlenków azotu.



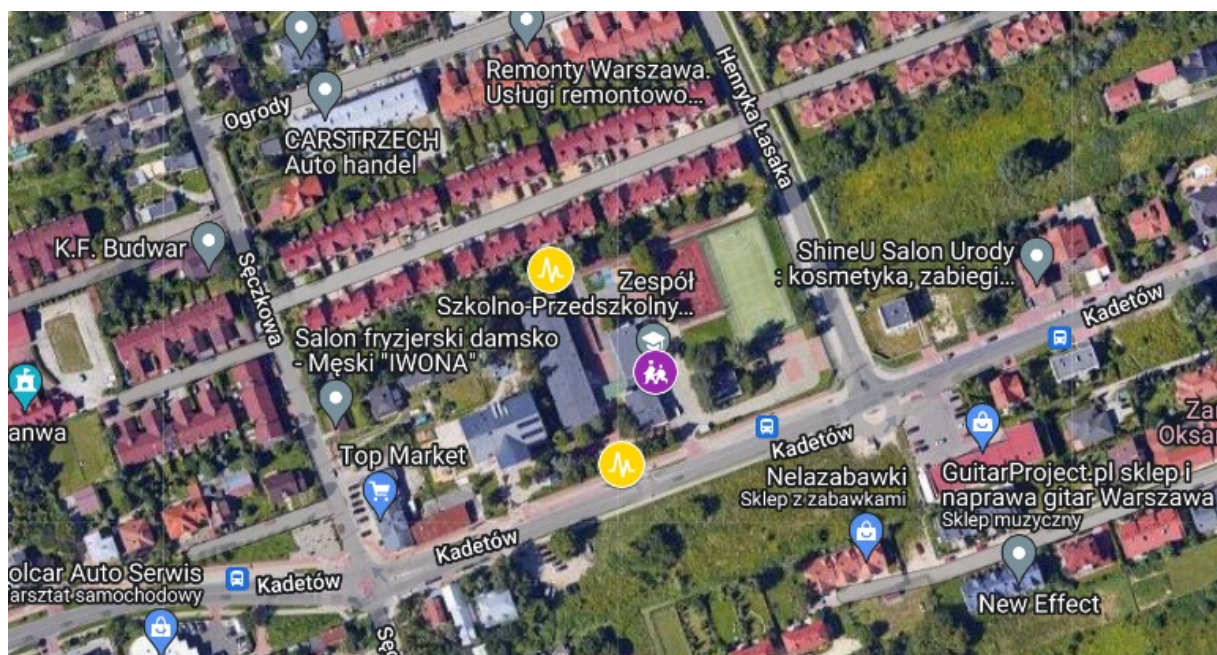
Rysunek 1. Urządzenie pomiarowe DacSystem [fotografia własna]

¹ <https://esa.nask.pl/1200-czujnikow>

Pomiary w Dzielnicy Wawer m. st. Warszawy odbywały się przy Zespole Szkolno-Przedszkolnym nr 9, ul. Kadetów 15, 03-987 Warszawa (Szkoła Podstawowa nr 128 im. Marii Skłodowskiej-Curie i Przedszkole nr 348). Zamontowano dwa stacjonarne czujniki: jeden na ogrodzeniu szkoły – w niewielkiej odległości od ulicy Kadetów i drugi za szkołą – oddalony kilkadziesiąt metrów od ulicy i osłonięty budynkiem oraz zabudową szeregową domów mieszkalnych.



Rysunek 2. Lokalizacja czujników jakości powietrza, Wawer [źródło: GoogleMaps – mapa podstawowa]



Rysunek 3. Lokalizacja czujników jakości powietrza, Wawer [źródło: GoogleMaps – mapa satelitarna]



Rysunek 4. Czujnik zlokalizowany przed szkołą – sezon grzewczy, przy ulicy, Wawer [fotografia własna]



Rysunek 5. Czujnik zlokalizowany przed szkołą – sezon pozagrzewczy, przy ulicy, Wawer [fotografia własna]



Rysunek 6. Czujnik zlokalizowany za szkołą, z dala od ulicy – sezon pozagrzewczy, Wawer [fotografia własna]



Rysunek 7. Czujnik zlokalizowany za szkołą, z dala od ulicy – sezon pozagrzewczy, Wawer [fotografia własna]



Pomiary ruchu drogowego

Pomiar struktury i natężenia ruchu drogowego został oparty o metodykę Generalnej Dyrekcji Dróg Krajowych i Autostrad (GDDKiA) na podstawie „Instrukcji o sposobie przeprowadzenia Generalnego Pomiaru Ruchu w 2020 roku”². W pomiarze podstawowym rejestracji podlegają wszystkie pojazdy korzystające z dróg publicznych z wyjątkiem pojazdów zaprzęgowych. Każdy z obserwatorów prowadził pomiar z wykorzystaniem formularzy papierowych notując pojazdy na jednym Formularzu do pomiaru podstawowego prowadzonego metodą ręczną.

POMIAR RUCHU DROGOWEGO		NR PUNKTU POMIAROWEGO	NUMER DRÓGI		STR. I												
NUMER POMIARU		DATA POMIARU															
KIERUNEK		NUMER FORMULARZA		KIERUNEK DO													
KIERUNEK		NUMER FORMULARZA		KIERUNEK DO													
KIERUNEK		NUMER FORMULARZA		KIERUNEK DO													
Kierunek pomiaru		IMIE I NAZWISKO OBSERWATORA															
	MOTO- CYKLI (dot. II)		SAMOCHOZY OSOBOWE (dot. II)		LEKIE SAM. OSZANOWE (DOSTAWCZE) (dot. II)		SAM. CIĘŻ. BEZ PRZYCZ. CIĄGNIKI (dot. II)		SAM. CIĘŻ. Z PRZYCZ. CIĄGNIKI (dot. II)		SAM. CIĘŻ. Z PRZYCZ. CIĄGNIKI (dot. II)		AUTO- BUSY (dot. II)		CIĄGNI- KOWY (dot. II)		SUMA (dot. II)

Rysunek 8. Formularz pomiaru ruchu drogowego (źródło: GDDKiA)

Pomiary były wykonywane w godzinach 7:00-18:00 (godziny wzmożonego ruchu samochodowego przy szkołach: przywożenie i odwożenie dzieci do szkoły przez rodziców) przez przeszkolonych zgodnie z powyższą instrukcją obserwatorów. Rejestrowany był ruch pojazdów w obu kierunkach oraz dodatkowo obserwatorzy mieli zwracać szczególną uwagę na pojazdy stojące dłużej z włączonym silnikiem w okolicach szkoły³.



WAWER

Pomiar ruchu drogowego odbywał się jednocześnie dla struktury i natężenia ruchu drogowego w obu kierunkach na ul. Kadetów na odcinku między ulicami Henryka Łaska i Sęczkowej w Wawrze. Obserwator był zlokalizowany przy furtce, niedaleko miejsca pomiaru stacjonarnego zanieczyszczeń powietrza. Warto odnotować, że podczas pomiarów w sezonie grzewczym ulica Kadetów od ronda za ulicą Henryka Łaska była w przebudowie, a ruch na tym odcinku był bardzo ograniczony. Sytuacja zmieniła się po 30.03.2023 r. kiedy zakończono prace i kierowcy mogli już korzystać z całego przebudowanego odcinka ulicy⁴.



Rysunek 9. Obserwator prowadzący pomiar struktury i natężenia ruchu drogowego – poglądowe zdjęcie z pomiarów w Legionowie [fotografia własna]

²Generalny Pomiar Ruchu 2020/2021, źródło: <https://www.gov.pl/web/gddkia/generalny-pomiar-ruchu-20202021>.

³Ten element metodyki stanowi ważny czynnik potencjalnie wpływający na stężenia zanieczyszczeń i został przyjęty przez wykonawców pomiarów jako dodatkowy względem wymogów GDDKiA.

⁴Warszawa Wawer: <https://wawer.um.warszawa.pl/-/rondo-kadetow-otwarte>

3. Wyniki pomiarów jakości powietrza

SEZON GRZEWczy

Celem analiz było sprawdzenie jak ruch samochodów wpływa na jakość powietrza. Analizie poddano jeden pełny cykl pomiarowy zawierający weekend oraz tydzień roboczy, podczas którego wykonano również pomiar ruchu drogowego na ulicy przy szkole. Punktem odniesienia była stacja za szkołą. Wartości średnie różniły się i zaobserwowano wzrost stężenia dwutlenku azotu w godzinach szczytu komunikacyjnego. Między lokalizacjami (za szkołą i przy ulicy) te różnice wyniosły 11,06-15,36%, co znaczy, że, stacja pomiarowa przy ulicy wskazała o 15,36% wyższą wartość średnią stężenia w stosunku do urządzenia za szkołą podczas pomiaru w weekend. Dodatkowo, przeanalizowano wyniki szerzej w podziale na dni szkolne jako dni robocze i w czasie weekendu. Znacząca różnica wystąpiła między średnimi stężeniami dwutlenku azotu w weekend oraz w tygodniu (dni robocze) i wyniosła od 66,01% do 76,23%. A to oznacza, że stężenie w weekend jest mniejsze o 39,7% przy ulicy i 43,3% za szkołą niż w tych tygodniu.

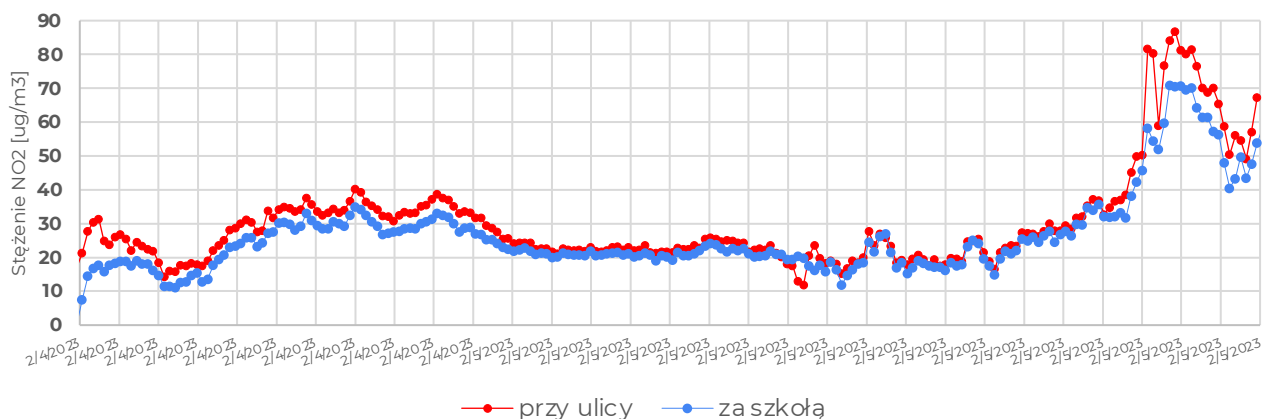
Średnia NO ₂ dla okresu w tygodniu	Przy ulicy	Za szkołą	Różnica dla lokalizacji
Weekend (sb-ndz)	30.50	26.44	15.36%
Tydzień roboczy (pn-pt)	50.63	46.59	11.06%
Różnica dla okresów w tygodniu	66.01%	76.23%	

Tabela 1. Różnice stężeń średnich w zależności od czasu badania (okres w tygodniu) oraz lokalizacji urządzenia pomiarowego (4.02.-2.03.2023 r. z uwzględnieniem ferii zimowych)

Poniżej przedstawiono kilka wybranych wykresów obrazujących wzrost stężenia w tygodniu, a w szczególności w godzinach szczytów komunikacyjnych.

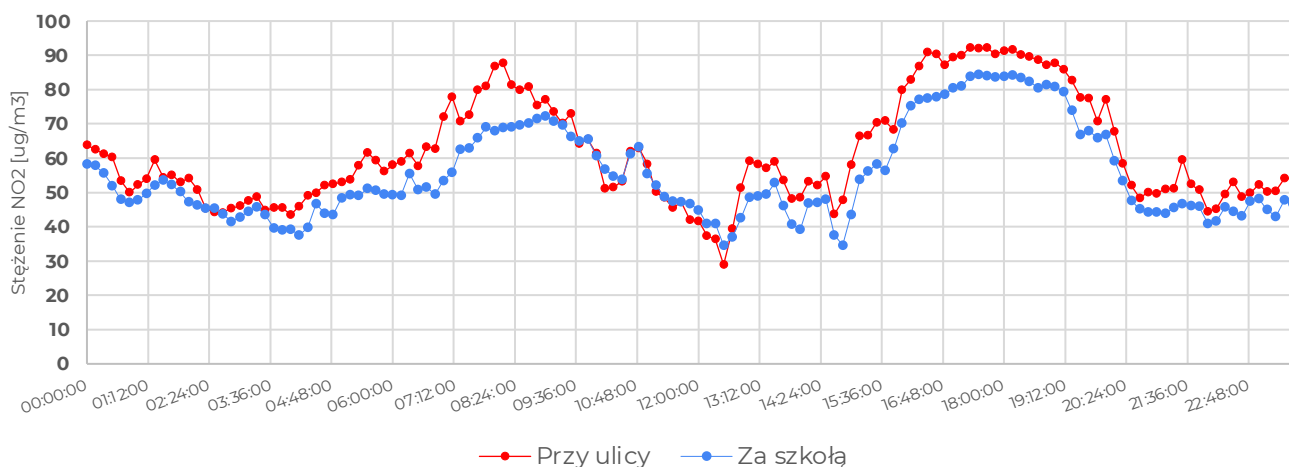
W weekend stężenie dwutlenku azotu nie przekracza wartości 85 µg/m³, choć należy tutaj zwrócić uwagę na znaczący wzrost stężenia NO₂, który miał miejsce po godzinie 20:00 5.02.2023 – ten wzrost stężenia był spowodowany podniesieniem się wartości tła miejskiego, o czym fakt, że na stacjach pomiarowych GIOŚ w Warszawie ten wzrost również był widoczny. natomiast w tygodniu wzrasta chwilowo nawet do 150 µg/m³ (patrz: wykres dotyczący chwilowego stężenia). Na wykresach widać wyraźnie, że w weekend stężenia w obu lokalizacjach są zbliżone do siebie, natomiast w tygodniu następuje wzrost wartości stężeń mierzonych w urządzeniu przy ulicy (na czerwono).

Stężenie dwutlenku azotu, 4-5.02.2023 r. (weekend), Wawer



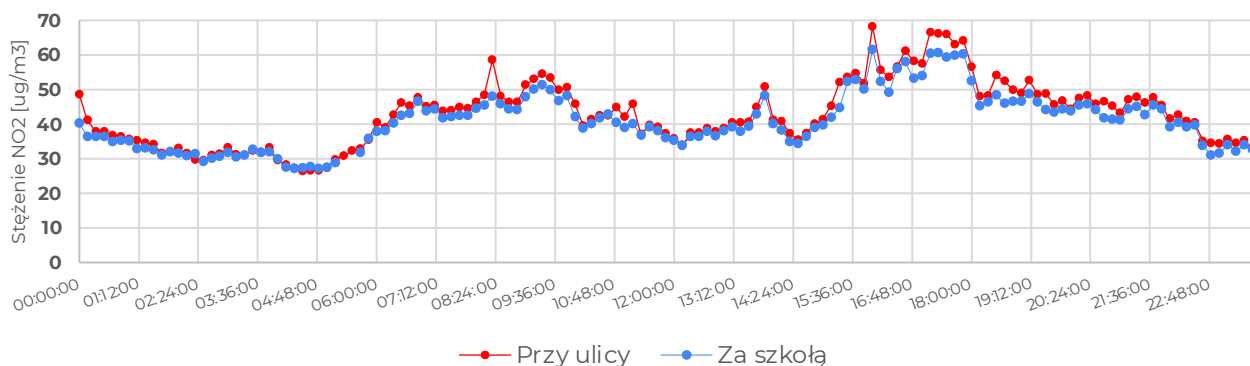
Rysunek 10. Stężenie dwutlenku azotu, 4-5.02.2023 r. (weekend), Wawer

Stężenie dwutlenku azotu, 6.02.2023 (poniedziałek), Wawer



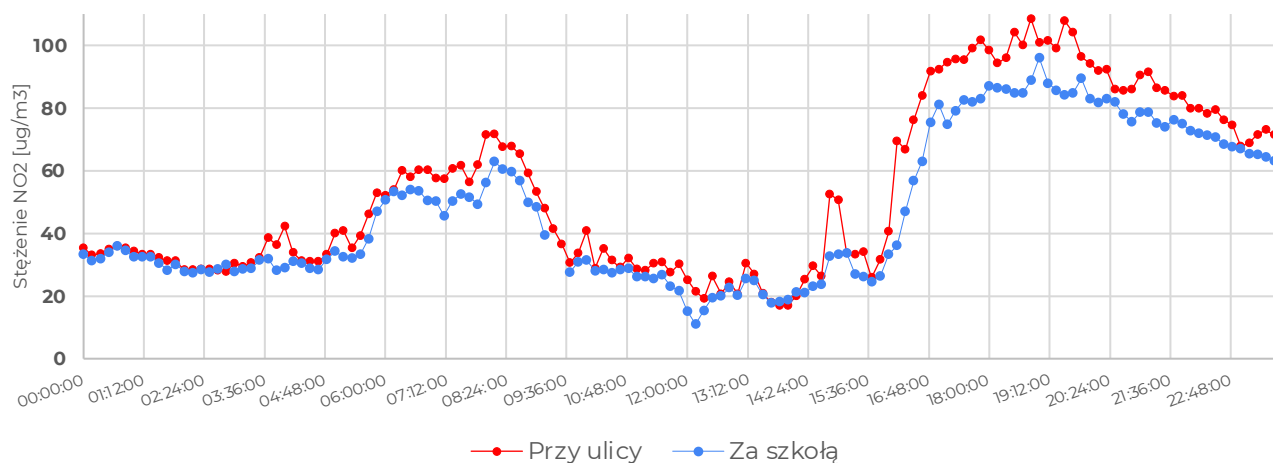
Rysunek 11. Stężenie dwutlenku azotu, 6.02.2023 (poniedziałek), Wawer

Stężenie dwutlenku azotu, 7.02.2023 (wtorek), Wawer



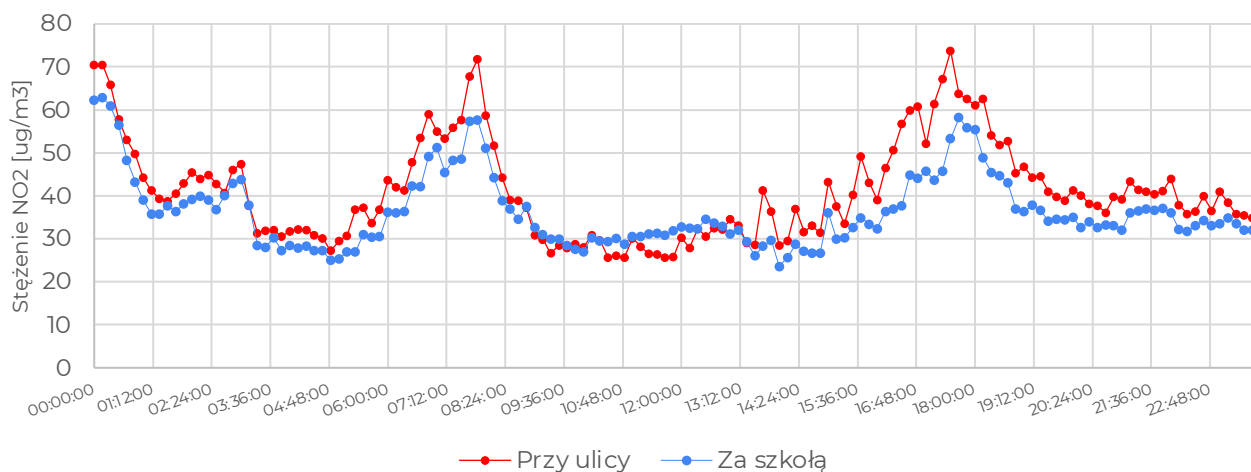
Rysunek 12. Stężenie dwutlenku azotu, 7.02.2023 (wtorek), Wawer

Stężenie dwutlenku azotu, 8.02.2023 (środa), Wawer



Rysunek 13. Stężenie dwutlenku azotu, 8.02.2023 (środa), Wawer

Stężenie dwutlenku azotu, 9.02.2023 (czwartek), Wawer



Rysunek 14. Stężenie dwutlenku azotu, 9.02.2023 (czwartek), Wawer

Niekorzystny wpływ transportu na jakość powietrza można zaobserwować szczególnie, gdy samochody z włączonym silnikiem stoją pod szkołą. W tym samym czasie dzieci przechodzące obok takich pojazdów są narażone na znacząco wyższe stężenia zanieczyszczeń komunikacyjnych, czyli dwutlenek azotu. **Stężenie może w takiej sytuacji wzrosnąć chwilowo od kilku do kilkudziesięciu razy.**

Podobnie jak w sezonie grzewczym analizie poddano jeden pełny cykl pomiarowy zawierający weekend oraz tydzień roboczy, podczas którego wykonano również pomiar ruchu drogowego na ulicy przy szkole. Punktem odniesienia była stacja za szkołą. Wartości średnie różniły się i zaobserwowano wzrost stężenia dwutlenku azotu w godzinach szczytu komunikacyjnego. Między lokalizacjami (za szkołą i przy ulicy) te różnice wyniosły -1,55 - 11,65%, co znaczy, że, stacja pomiarowa przy ulicy wskazała o 11,65% wyższą wartość średnią stężenia w stosunku do urządzenia za szkołą podczas pomiaru w tygodniu. W weekend natomiast różnica średnich stężeń NO₂ w obu lokalizacjach była bardzo zbliżona i wynosiła mniej niż błąd pomiarowy. Dodatkowo, przenieśliśmy wyniki szerzej w podziale na dni szkolne jako dni robocze i w czasie weekendu. Znacząca różnica wystąpiła między średnimi stężeniami dwutlenku azotu w weekend oraz w tygodniu (dni robocze) i wyniosła od 36,49% do 54,79%.

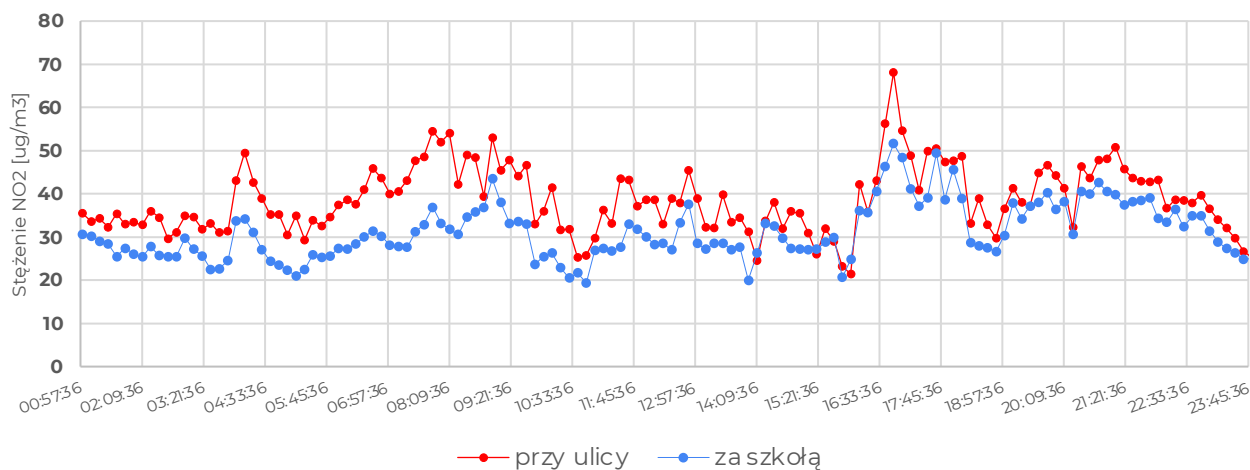
Średnia NO ₂ dla okresu w tygodniu	Przy ulicy	Za szkołą	Różnica dla lokalizacji
Weekend (sb-ndz)	23.07	23.43	-1.55%
Tydzień roboczy (pn-pt)	35.71	31.98	11.65%
Różnica dla okresów w tygodniu	54.79%	36.49%	

Tabela 2. Różnice stężeń średnich w zależności od czasu badania (okres w tygodniu) oraz lokalizacji urządzenia pomiarowego (4.02.-2.03.2023 r. z uwzględnieniem ferii zimowych)

Poniżej przedstawiono kilka wybranych wykresów obrazujących wzrost stężenia w tygodniu, a w szczególności w godzinach szczytów komunikacyjnych.

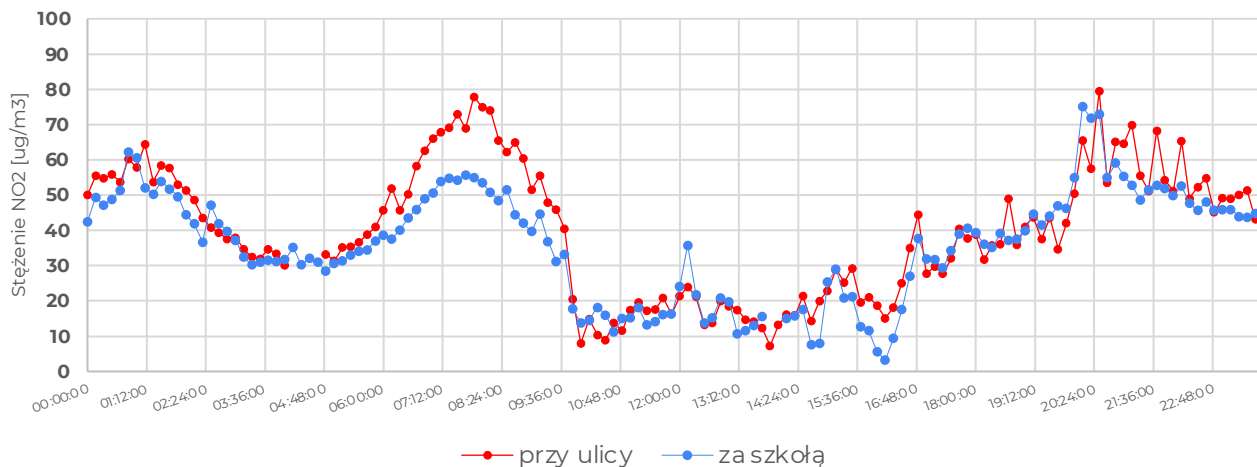
W weekend stężenie dwutlenku azotu nie przekracza wartości 80 µg/m³, natomiast w tygodniu wzrasta chwilowo nawet do 100 µg/m³. Na wykresach widać wyraźnie, że w weekend stężenia w obu lokalizacjach są zbliżone do siebie, natomiast w tygodniu następuje wzrost wartości stężeń mierzonych w urządzeniu przy ulicy (na czerwono).

Stężenie dwutlenku azotu, 25.04.2023 (wtorek), Wawer



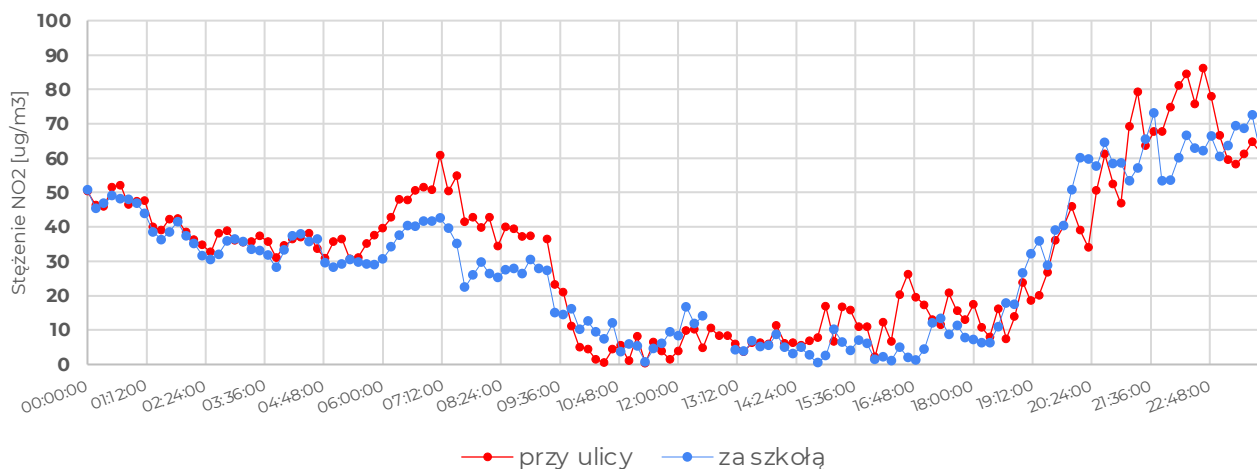
Rysunek 15. Stężenie dwutlenku azotu, 25.04.2023 (wtorek), Wawer

Stężenie dwutlenku azotu, 28.04.2023 (piątek), Wawer



Rysunek 16. Stężenie dwutlenku azotu, 28.04.2023 (piątek), Wawer

Stężenie dwutlenku azotu, 4.05.2023 (czwartek), Wawer



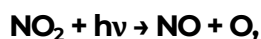
Rysunek 17. Stężenie dwutlenku azotu, 4.05.2023 (czwartek), Wawer



PORÓWNANIE SEZONÓW

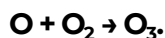
Porównując pomiary stężenia dwutlenku azotu w obu sezonach trudno nie dostrzec, że zmierzone stężenia w sezonie pozagrzewczym są niższe od tych w zimie – średnia pomiaru przy ulicy 35.71 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (wiosna) do 50.63 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (zima). Nie da się tego faktu analizować bez dodatkowych danych, ponieważ badania natężenia ruchu drogowego jasno wskazują, że wzrósł on i to znacząco z 2855 pojazdów do 7406 zaobserwowanych w trakcie pomiarów ruchu przez obserwatorów.

Zrozumienie wartości stężeń NO_2 , które zostały zmierzone na wiosnę wymaga dodatkowej analizy **stężenia ozonu**, ponieważ tlenek (NO) i dwutlenek azotu (NO_2) nazywamy prekursorami ozonu. Podstawowe reakcje prowadzące do powstawania ozonu są następujące: pod wpływem światła ultrafioletowego dwutlenek azotu rozpada się na tlenek azotu i rodnik tlenowy (tlen atomowy),



gdzie $h\nu$ to wyrażenie na energię fotonu, czyli kwantu promieniowania, tu akurat ultrafioletowego. W zapisie reakcji takie „ $h\nu$ ” (czytaj „ha ni”, h to stała Plancka, a ν częstość promieniowania) symbolizuje po prostu foton, czyli reakcja wyżej opisuje oddziaływanie fotonu z cząsteczką NO_2 .

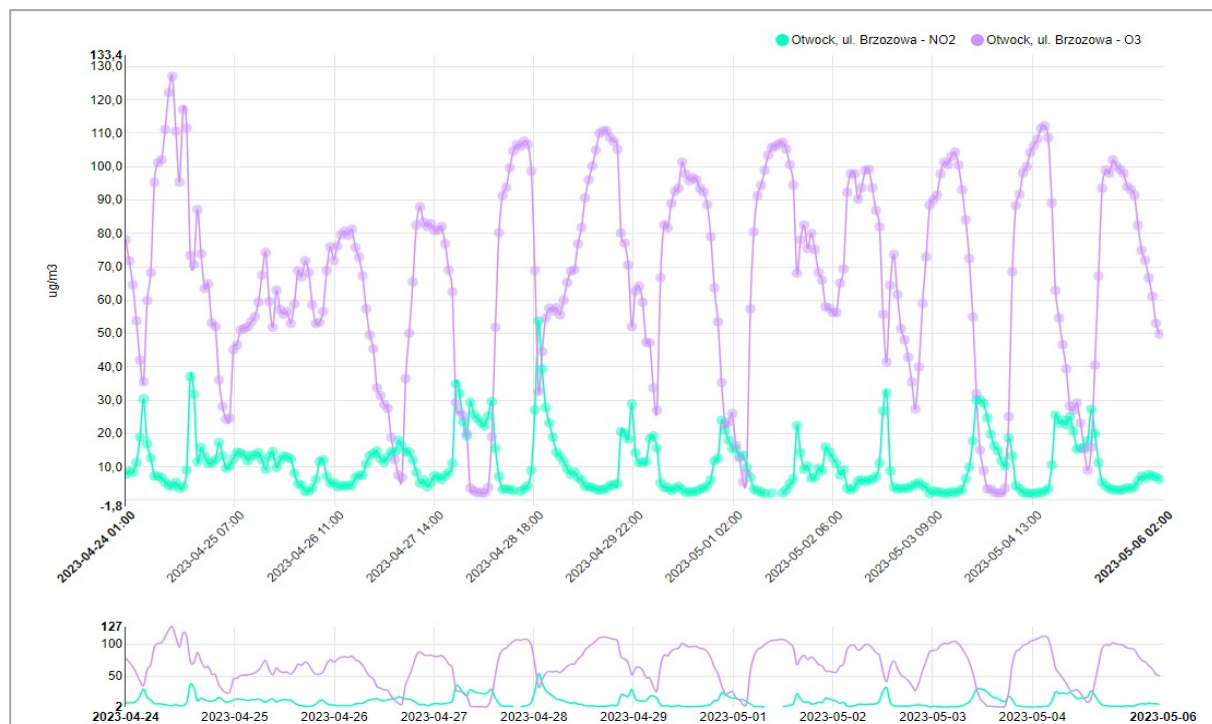
Dalej, tlen atomowy reaguje z tlenem cząsteczkowym dając ozon:



Dlatego właśnie stężenia ozonu są duże, kiedy mocno świeci słońce: w ciągu roku na wiosnę i w lecie⁵.

Jeśli zatem emisja NO_2 wynikająca z ruchu pojazdów jest wysoka, ale mamy dodatkowo bardzo słoneczną pogodę, to stężenie NO_2 może być dość niskie, a znacząco wzrasta wtedy stężenie ozonu – również szkodliwego dla zdrowia związku.

Poniżej przedstawiono wykres ze stacji pomiarowej GIOŚ w Otwocku (najbliższa stacja pomiarowa w rejonie Wawra, na której mierzone są NO_2 i O_3).



Rysunek 18. Stężenie NO_2 i O_3 na stacji pomiarowej GIOŚ w Otwocku (24.04-6.05.2023)

⁵Ozon. Skąd się bierze i kiedy jest go najwięcej? Źródło: <https://smoglab.pl/ozon-skad-sie-bierze-i-kiedy-jest-go-najwiecej/>

PM. PYŁY ZAWIESZONE

Z uwagi na lokalizację szkoły na terenie gęsto zabudowanym przez domy jednorodzinne uwzględniono w analizie również pomiary stężenia pyłów zawieszonych. Zabudowa jednorodzinna może generować zanieczyszczenia typowe dla tzw. niskiej emisji, czyli pochodzące z domowych pieców grzewczych spalających węgiel lub biomasę (drewno), w których spalanie odbywa się w nieefektywny sposób. Ten typ emisji odpowiedzialny jest za duży udział stężeń⁶:

- pyłu zawieszonego PM_{2,5};
- pyłu zawieszonego PM₁₀;
- wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych (WWA), w tym za 89,39% emisji benzo(a)pirenu;
- tlenku węgla (CO);
- dioksyn i furanów.

Średnie stężenia zanieczyszczeń pyłowych zmierzone podczas kampanii pomiarowej wskazują na występowanie niskiej emisji w okolicach badanej lokalizacji (szkoły). Wartości średnie stężenia zarówno PM₁₀, jak i PM_{2,5}, są ponad dwukrotnie wyższe w sezonie grzewczym niż poza grzewczym: 27,9 µg/m³ i 23,38 µg/m³ do 12,17 µg/m³ i 10,54 µg/m³.

Typ zanieczyszczenia	Stężenie SEZON GRZEW CZY	Stężenie SEZON POZAGRZEW CZY
PM ₁₀ [µg/m ³]	27.90	12.17
PM _{2.5} [µg/m ³]	23.28	10.54

Tabela 3. Średnie stężenia zanieczyszczeń pyłowych w trakcie kampanii pomiarowej, Wawer

W trakcie pomiarów nie odnotowano przekroczenia poziomu dopuszczalnego dla obecnych norm jakości powietrza wynikających z dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady 2008/50/WE z dnia 21 maja 2008 roku w sprawie jakości powietrza i czystsze go powietrza dla Europy oraz dyrektywie Parlamentu Europejskiego i Rady 2004/107/WE z dnia 15 grudnia 2004 r. w sprawie arsenu, kadmu, niklu, rtęci i wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych w otaczającym powietrzu. Inaczej jest jednak w przypadku wartości rekomendowanych przez Światową Organizację Zdrowia (WHO). Nowe zalecenia z 2021 r. rekomendują następujące poziomy:

- Pył PM₁₀ – średnia dobowa - 45 µg/m³,
- Pył PM_{2,5} - średnia dobowa - 15 µg/m³.

W trakcie kampanii pomiarowej w sezonie grzewczym aż ponad 70% dni nie spełniało normy dla pyłu PM_{2,5} i ponad 13% dla PM₁₀. W sezonie pozagrzewczym nie zdarzyło się przekroczenie normy dla PM₁₀, a dla pyłu PM_{2,5} wystąpiło dla ponad 18% dni pomiarowych.

Typ zanieczyszczenia	Udział dni z przekroczeniem normy WHO SEZON GRZEW CZY	Udział dni z przekroczeniem normy WHO SEZON POZAGRZEW CZY
PM ₁₀	13,5 %	0 %
PM _{2.5}	70,3%	18,4 %

4. Wyniki pomiarów ruchu drogowego

SEZON GRZEWCZY

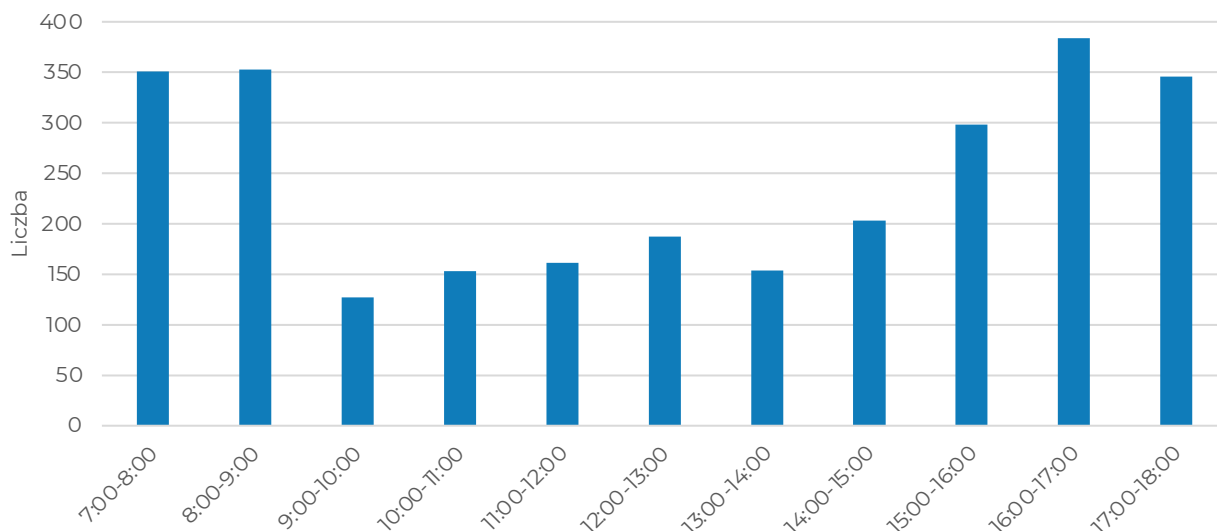
W ciągu dnia pomiarowego w godz. 7:00-18:00 (1.03.2023) ulicą Kadetów przejechały 2855 pojazdów silnikowych, w tym 2717 samochodów osobowych.

Przedział czasu:	Motocykle	Samochody osobowe	Lekkie samochody ciężarowe (dostawcze)	Sam. cięż. bez przyczepy, ciągniki siodłowe bez naczep, sam. spec.	Samochody ciężarowe z przyczepami, ciągniki siodłowe z naczepami	Autobusy	Ciągniki rolnicze	Suma	Rowery
7:00-8:00	0	351	11	2	1	5	0	370	31
8:00-9:00	3	353	9	5	0	6	0	376	25
9:00-10:00	0	127	10	1	0	5	0	143	6
10:00-11:00	0	153	1	2	0	5	0	161	3
11:00-12:00	0	161	2	2	0	0	0	165	6
12:00-13:00	0	187	0	1	0	5	0	193	2
13:00-14:00	2	154	1	3	0	4	0	164	3
14:00-15:00	2	203	1	1	0	5	0	212	5
15:00-16:00	2	298	7	3	0	5	0	315	2
16:00-17:00	0	384	10	0	0	5	0	399	20
17:00-18:00	0	346	5	0	0	6	0	357	18
SUMA	9	2717	57	20	1	51	0	2855	121

Tabela 4. Struktura i natężenie ruchu na ul. Kadetów, Wawer, 1.03.2023 r.

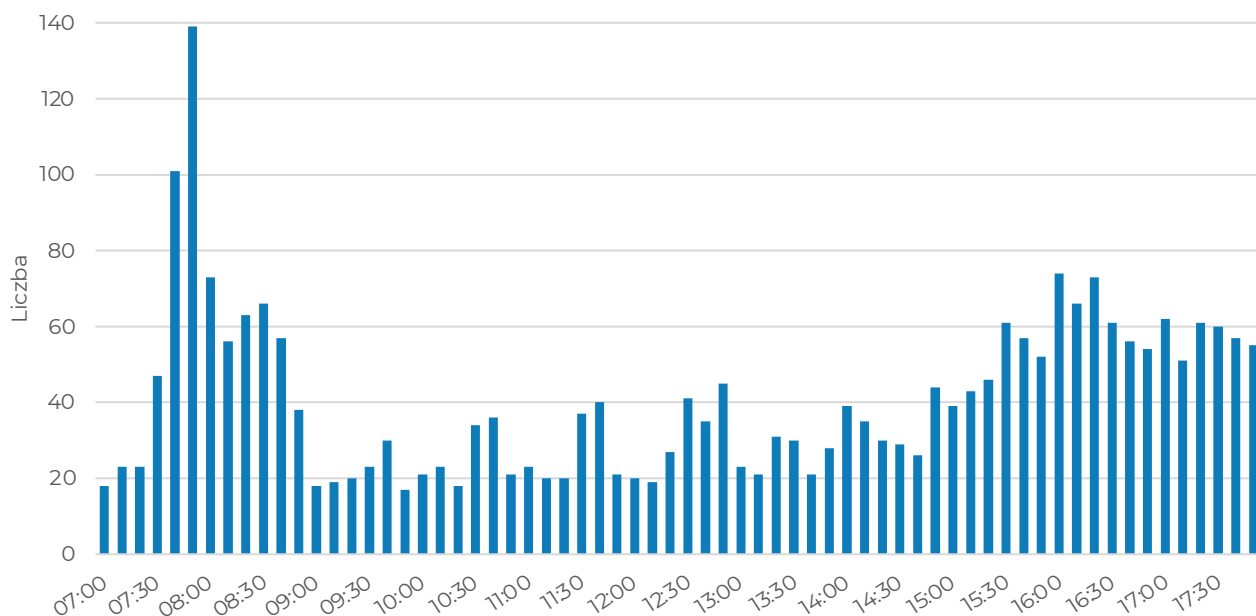
W natężeniu ruchu widać wyraźną tendencję wzrostu w godzinach porannych oraz popołudniowych. W godzinach od 7:00 do 8:00 obok szkoły przejechało 351 samochodów osobowych, między 8:00 a 9:00 – 353, a popołudniu w godzinach 15:00-16:00 – 298, i następnie w przedziale 16:00-17:00 – 384 samochodów i 17:00-18:00 - 346. W ciągu czterech godzin szczytów komunikacyjnych przejechało pod szkołą ok. 51% liczby pojazdów zaobserwowanych w ciągu całego pomiaru (11 godzin).

Pomiar ruchu drogowego (przedziały godzinowe), samochody osobowe, ul. Kadetów, Wawer, 1.03.2023 r.



Rysunek 19. Pomiar ruchu drogowego (przedziały godzinowe), samochody osobowe, ul. Kadetów, Wawer, 1.03.2023 r.

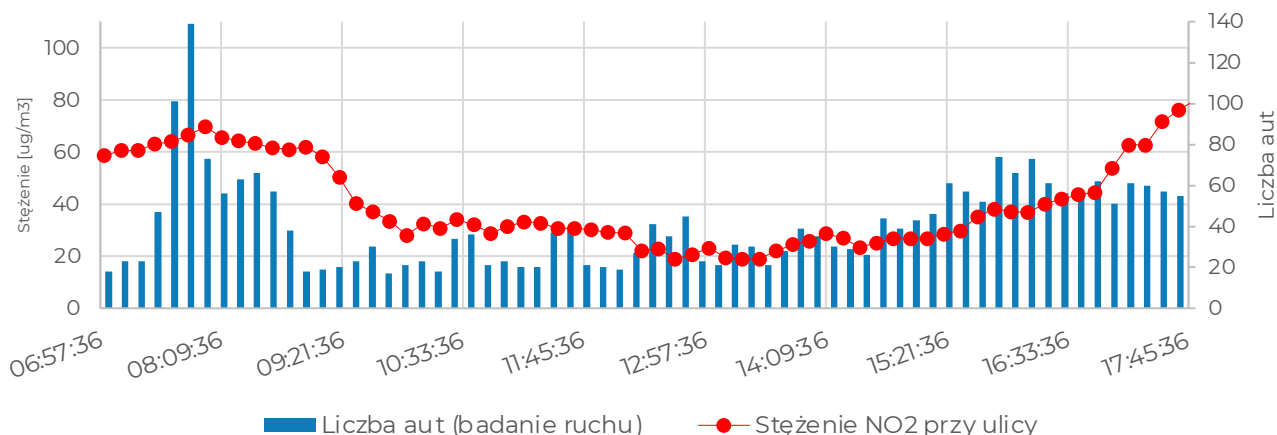
Pomiar ruchu drogowego (przedziały 10-minutowe), samochody osobowe, ul. Kadetów, Wawer, 1.03.2023 r.



Rysunek 20. Pomiar ruchu drogowego (przedziały 10-minutowe), samochody osobowe, ul. Kadetów, Wawer, 1.03.2023 r.

Jednoczesny pomiar natężenie ruchu drogowego i stężenia dwutlenku azotu wskazuje, że wzrost stężenia jest powiązany ze zwiększonym natężeniem ruchu na drodze przed szkołą (patrz: wykres poniżej).

Pomiar ruchu drogowego i stężenie NO₂ - 1.03.2023 r., Wawer



Rysunek 21. Pomiar ruchu drogowego i stężenie NO₂ - 1.03.2023 r., Wawer

SEZON POZAGRZEWWCZY

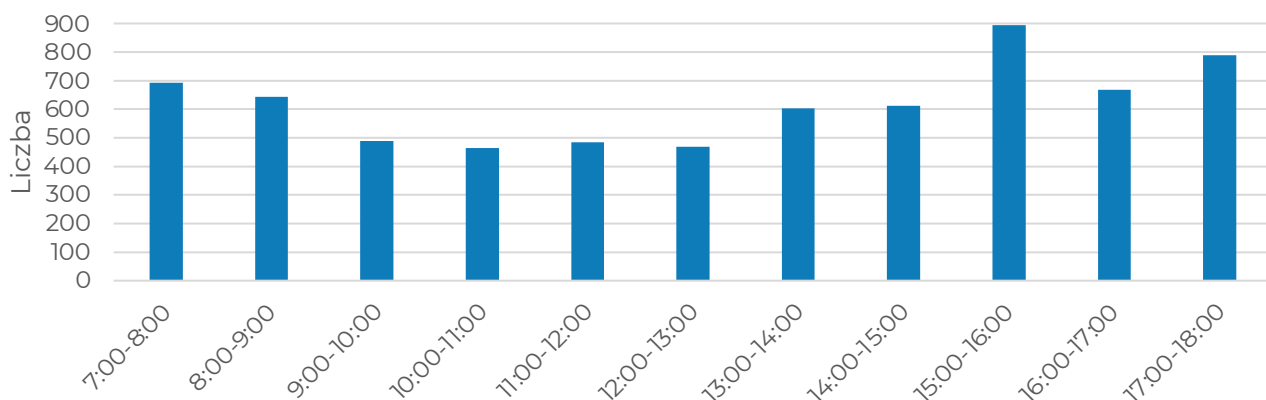
W ciągu dnia pomiarowego w godz. 7:00-18:00 (27.04.2023) ulicą Kadetów przejechały 7406 pojazdy silnikowe, w tym 6811 samochodów osobowych.

Przedział czasu:	Motocykle	Samochody osobowe	Lekkie samochody ciężarowe (dostawcze)	Sam. cięż. bez przyczepy, ciągniki siodłowe bez naczep, sam. spec.	Samochody ciężarowe z przyczepami, ciągniki siodłowe z naczepami	Autobusy	Ciągnik i rolnicze	Suma	Rowery
7:00-8:00	4	693	34	1	9	4	1	743	6
8:00-9:00	12	644	36	0	18	4	0	714	10
9:00-10:00	5	489	39	0	20	6	0	559	11
10:00-11:00	4	464	44	0	9	4	0	525	5
11:00-12:00	7	485	36	0	19	5	0	552	1
12:00-13:00	6	469	29	0	18	4	0	526	2
13:00-14:00	2	604	57	1	11	6	1	682	2
14:00-15:00	4	612	23	2	7	6	0	654	9
15:00-16:00	5	895	24	0	7	4	0	935	12
16:00-17:00	3	667	26	0	4	4	0	704	6
17:00-18:00	0	789	18	0	1	4	0	812	3
SUMA	52	6811	366	4	123	51	2	7406	67

Tabela 5. Struktura i natężenie ruchu na ul. Kadetów, Wawer, 27.04.2023 r.

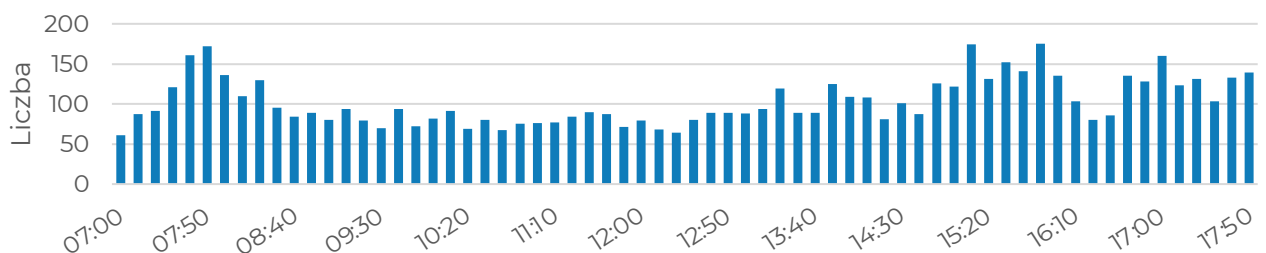
W natężeniu ruchu widać wyraźną tendencję wzrostu w godzinach porannych oraz popołudniowych. W godzinach od 7:00 do 8:00 obok szkoły przejechało 693 samochodów osobowych, między 8:00 a 9:00 – 644, a popołudniu w godzinach 15:00-16:00 – 895, i następnie w przedziale 16:00-17:00 – 667 samochodów i 17:00-18:00 - 789. W pięciu czterech godzin szczytów komunikacyjnych przejechało pod szkołą ok. 54% liczby pojazdów zaobserwowanych w ciągu całego pomiaru (11 godzin). Warto zauważyć, że ruch samochodów utrzymuje się na bardzo wysokim poziomie przez cały dzień pomiarowy.

Pomiar ruchu drogowego (przedziały godzinowe), samochody osobowe, ul. Kadetów, Wawer, 27.04.2023 r.



Rysunek 22. Pomiar ruchu drogowego (przedziały godzinowe), samochody osobowe, ul. Kadetów, Wawer, 27.04.2023 r.

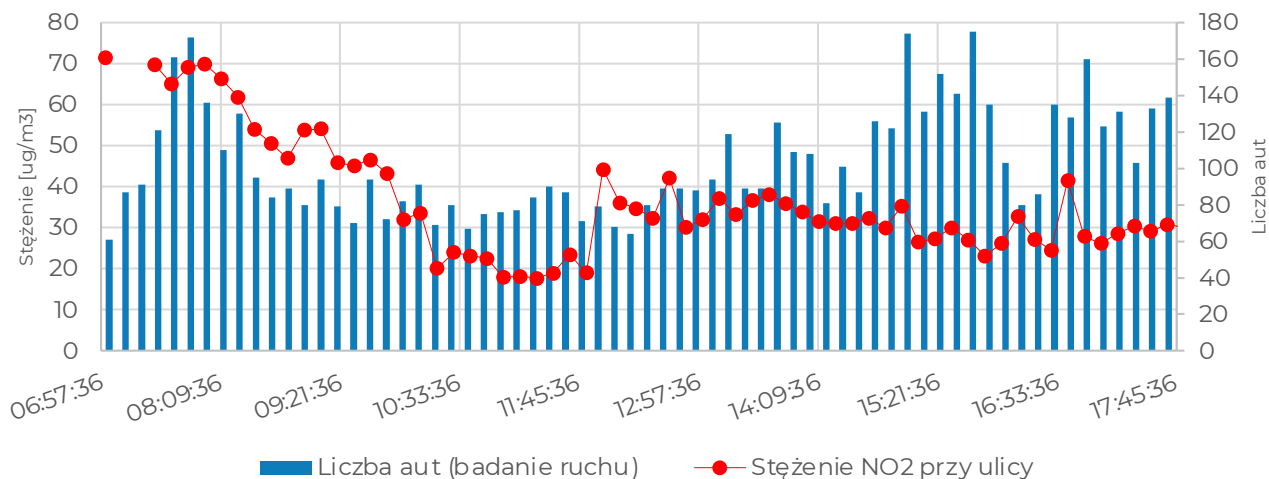
Pomiar ruchu drogowego (przedziały 10-minutowe), samochody osobowe, ul. Kadetów, Wawer, 27.04.2023 r.



Rysunek 23. Pomiar ruchu drogowego (przedziały 10-minutowe), samochody osobowe, ul. Kadetów, Wawer, 27.04.2023 r.

Jednoczesny pomiar natężenie ruchu drogowego i stężenia dwutlenku azotu wskazuje, że wzrost stężenia jest powiązany ze zwiększonym natężeniem ruchu na drodze przed szkołą (patrz: wykres poniżej).

Pomiar ruchu drogowego i stężenie NO₂ – 27.04.2023 r., Wawer



Rysunek 24. Pomiar ruchu drogowego i stężenie NO₂ - 27.04.2023 r., Wawer



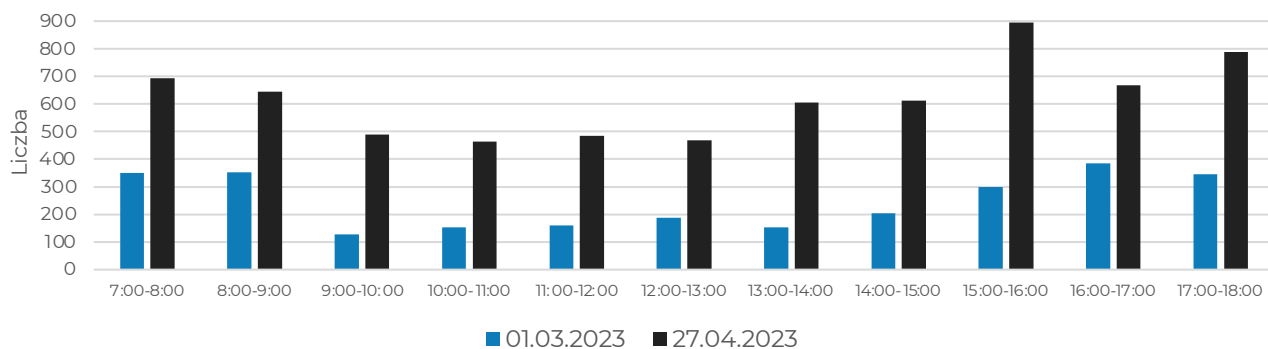
PORÓWNANIE SEZONÓW

Porównanie dwóch pomiarów ruchu drogowego z dnia 1.03 i 27.04 pokazuje, że **otwarcie ulicy Kadetów do ruchu po przebudowie spowodowało bardzo duży wzrost natężenia ruchu przy szkole**. Zjawisko należy ocenić jako negatywne z punktu widzenia potencjalnych skutków zdrowotnych dla dzieci, jaki i z uwagi na bezpieczeństwo. **Natężenie ruchu wzrosło o 151%**, a jego rozkład czasowy jest mniejszy, to znaczy, że przez cały dzień ruch utrzymuje się na wysokim poziomie.

Znacząco wzrosło również użycie tego odcina drogi przez większe pojazdy tj. lekkie samochody ciężarowe (dostawcze), sam. ciężarowe bez przyczepy, ciągniki siodłowe bez naczep, sam. specjalne, samochody ciężarowe z przyczepami, ciągniki siodłowe z naczepami i autobusy. W zimie w sumie w ciągu dnia przejeżdżało takich pojazdów 129, podczas gdy wiosną było to już 544. **To jest ponad trzykrotny wzrost**. Pojazdy takie często mają znacząco większe emisje zanieczyszczeń do powietrza niż samochody osobowe, a zatem jest to problem dla zdrowia dzieci.

Biorąc pod uwagę powyższe dane i fakt, że przy szkole ma powstać sklep dyskontowy należy spodziewać się, że natężenie ruchu dodatkowo wzrośnie z powodu dojazdu klientów, jaki i większych pojazdów (ciężarówek) z dostawami.

Pomiar ruchu drogowego (przedziały godzinowe), samochody osobowe, ul. Kadetów, Wawer, porównanie dwóch badań.



Rysunek 25. Pomiar ruchu drogowego (przedziały godzinowe), samochody osobowe, ul. Kadetów, Wawer, porównanie dwóch badań.

5. Wnioski



SEZON GRZEWCZY

- Średnie stężenia NO_2 mierzone przy ulicy są wyższe niż te za szkołą (od 11 do 15% dla analizowanego okresu).
- W tygodniu roboczym średnie stężenia NO_2 są znacząco wyższe niż podczas weekendu (od 66 do 76% dla analizowanego okresu).
- W analizowanym okresie w tygodniu widać znaczący wzrost stężeń w godzinach szczytów komunikacyjnych (rano i popołudniu/wieczorem).
- Przeprowadzone 1.03.2023 badania ruchu drogowego i jednoczesne pomiary jakości powietrza również to potwierdzają.



SEZON POZAGRZEWCZY

- Średnie stężenia NO_2 mierzone przy ulicy są wyższe niż te za szkołą (do 11,65% dla analizowanego okresu).
- W tygodniu roboczym średnie stężenia NO_2 są znacząco wyższe niż podczas weekendu (od 37% do 55% dla analizowanego okresu).
- W analizowanym okresie w tygodniu widać znaczący wzrost stężeń w godzinach szczytów komunikacyjnych (rano i popołudniu/wieczorem).
- Przeprowadzone 27.04.2023 badania ruchu drogowego i jednoczesne pomiary jakości powietrza również to potwierdzają.
- Niższe średnie stężenia NO_2 w stosunku do sezonu grzewczego są rezultatem reakcji fotochemicznych, których efektem jest powstawanie ozonu. Na wykresach z oficjalnych stacji pomiarowych dla badanego okresu widać wyraźnie tę korelację.

Raport został przygotowany na zlecenie Partnerstwa dla Bezpieczeństwa Drogowego przez Europejskie Centrum Czystego Powietrza w ramach projektu Ulica Szkolna, finansowanego przez Clean Air Fund. Honorowy Patronat nad projektem objął Marszałek Województwa Mazowieckiego.

PROJEKT REALIZOWANY PRZEZ



PARTNERSTWO
DLA
BEZPIECZEŃSTWA
DROGOWEGO

WYKONANIE:



EUROPEJSKIE
CENTRUM
CZYSTEGO
POWIETRZA

PARTNERZY PROJEKTU:



Rodzic
W MIEŚCIE

PATRON HONOROWY:



Marszałek
Województwa
Mazowieckiego