

Gdzie i kiedy iść zimą na spacer w Kaliszu?

Co decyduje o ilości pyłów PM2.5 i PM10 zawieszonych w powietrzu?

Autorzy pracy: **Karolina Kraus, Anna Krawczyk**

Opiekun naukowy: **mgr Małgorzata Masłowska**

III Liceum Ogólnokształcące im. M. Kopernika w Kaliszu

Spis treści

I WSTĘP	2
II ZALEŻNOŚĆ ZAPYLENIA POWIETRZA OD WARUNKÓW POGODOWYCH	3
Prędkość wiatru	3
Opady atmosferyczne	4
Ciśnienie atmosferyczne	4
Korelacja wszystkich badanych czynników z poziomem zapylenia	5
III. ZALEŻNOŚĆ MIĘDZY ZAPYLENIEM POWIETRZA A TOPOGRAFIĄ PRZESTRZENI	6
IV. BADANIA ZAPYLENIA POWIETRZA NA POPULARNYCH TRASACH BIEGOWYCH I SPACEROWYCH .	7
Szlak Bursztynowy	7
Park Miejski	10
Trasa przy rzece	12
V. WNIOSKI I REKOMENDACJE	13
Zalecenia dla mieszkańców Kalisza	14
Rekomendacje dla władz Kalisza	14
VI. PODZIĘKOWANIA	15
VII. BIBLIOGRAFIA	15

I WSTĘP

Zainspirowała nas rzeczywistość, koszmar, który obserwujemy. To samo powietrze, które pozwala nam żyć, jednocześnie nas zabija, systematycznie, z każdym oddechem zabierając nam zdrowie. Spacer czy poranna przebieżka nie są już dla nas dobre, nie są nawet bezpieczne. Wiedząc, że nie możemy zmienić rzeczywistości, postanowiłyśmy dowiedzieć się jak najwięcej o tym problemie. Nauczyć się przewidywać zmiany zanieczyszczenia powietrza, aby móc unikać nadmiernej ekspozycji na niebezpieczne czynniki.

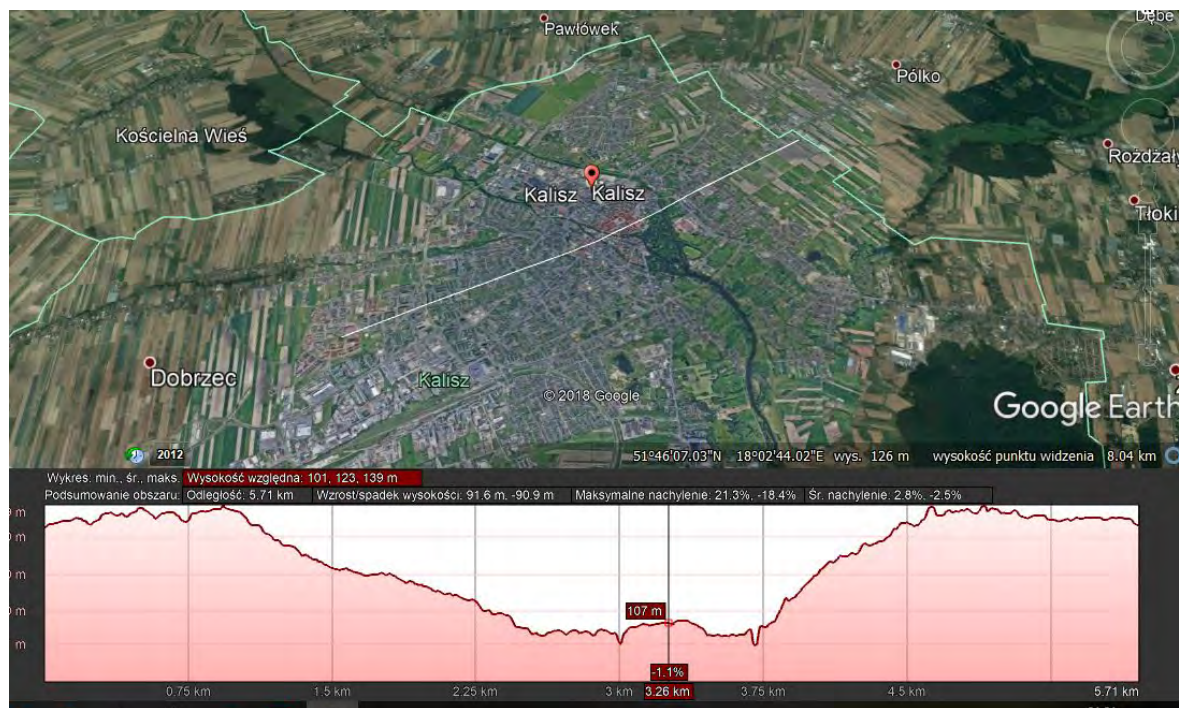
Dlatego też przedmiotem naszych badań uczyniłyśmy poziom pyłów zawieszonych w atmosferze. PM2.5 i PM10 (aerozole sferyczne o średnicy odpowiednio do 2,5 i 10 mikrometrów) to mieszaniny substancji organicznych i nieorganicznych. Ich niewielkie rozmiary sprawiają, że łatwością przedostają się do układu oddechowego oraz krwionośnego, przez co stanowią realne zagrożenie dla zdrowia i życia ludzi. PM10 to metale ciężkie, dioksyny, furany, benzopiren, które, docierając do górnych dróg oddechowych, podrażniają błonę śluzową nosa, powodują alergie, mogą także wywoływać stany zapalne spojówek. PM2,5 natomiast to zanieczyszczenia powstałe w wyniku przemian amoniaku, tlenków siarki i azotu. Są znacznie groźniejsze, ponieważ osadzają się na pęcherzykach płucnych, podrażniają śluzówkę, sprzyjają astmie. To także substancje kancerogenne, które zwiększają prawdopodobieństwo zachorowania na raka płuc oraz krtani.

Badanie obejmowało zbadanie korelacji między obecnością pyłów zawieszonych w powietrzu a warunkami pogodowymi, takimi jak wiatr, temperatura, ciśnienie, opady atmosferyczne. Zależało nam także na porównaniu sytuacji w centrum miasta (ul. Śródmiejska) oraz na obrzeżach (ul. Wyszyńskiego), a także na zbadaniu sytuacji panującej na popularnych trasach spacerowo treningowych.

W celu zrealizowania założeń naszego projektu wykorzystaliśmy dane, które zostały nam udostępnione przez prywatną firmę Airly, które umożliwiły nam zbadanie korelacji pomiędzy zanieczyszczeniem a położeniem oraz warunkami pogodowymi. Dane pogodowe, których użyłyśmy do analizy, posiadamy za uprzejmością IMGW w Poznaniu. W kolejnym etapie naszych badań skorzystałyśmy z przenośnego miernika PM 2.5 i PM 10 zakupionego ze środków Stowarzyszenia Edukacyjnego Kopernik.

Miasto należy do miejsc o największym stężeniu ww. pyłów w Polsce, których wartość często – zwłaszcza w sezonie grzewczym – przekracza dopuszczalne normy kilkukrotnie. Najprawdopodobniej jest to spowodowane niekorzystną hipsometrią – Kalisz leży na obniżeniu terenu, co powoduje zatrzymanie zanieczyszczeń w jego obrębie. W Kaliszu mieszka niespełna 100 tysięcy mieszkańców, w pobliżu miasta nie ma większych zakładów przemysłowych, które mogłyby być odpowiedzialne za złą jakość powietrza. Jedynym większym zakładem jest znajdująca się na obrzeżach miasta Pratt and Whitney. W pobliżu osiedla Dobrzec mieści się także elektrociepłownia.

Co decyduje o ilości pyłów PM2.5 i PM10 zawieszonych w powietrzu?

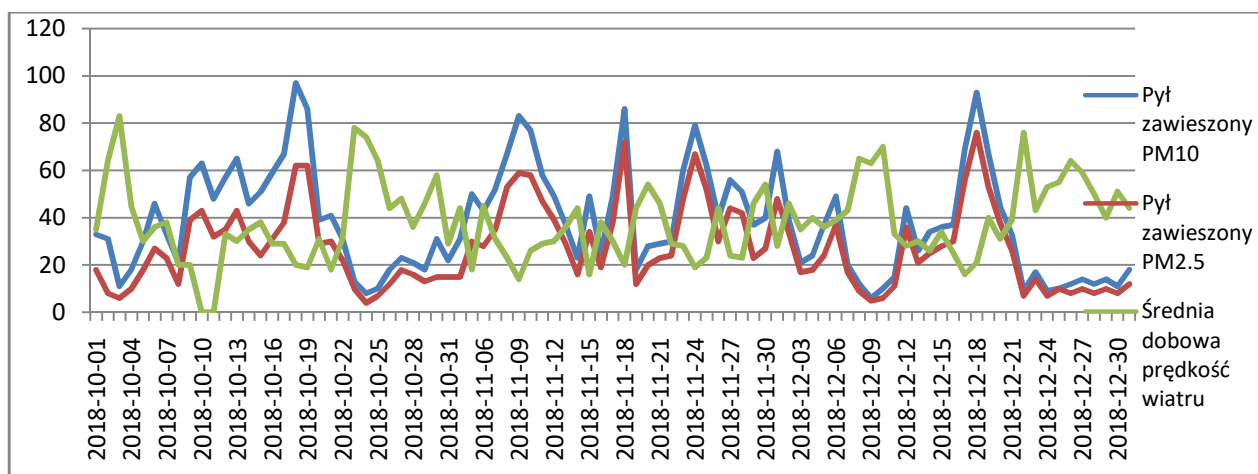


Rysunek 1. Zdjęcie satelitarne obrazujące Kalisz oraz jego profil wysokości względnej wyznaczonej przez środek miasta (biała linia).

II ZALEŻNOŚĆ ZAPYLENIA POWIETRZA OD WARUNKÓW POGODOWYCH

Badania dotyczą okresu 1.10.2018 – 31.12.2018 r. Dane dotyczące zapylenia powietrza otrzymano dzięki uprzejmości właścicieli przyrządów: z miernika WIOŚ znajdującego się w Kaliszu na osiedlu Dobrzec oraz z mierników firmy Airly znajdujących się w centrum miasta, zaś dane pogodowe z Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej w Poznaniu.

Prędkość wiatru

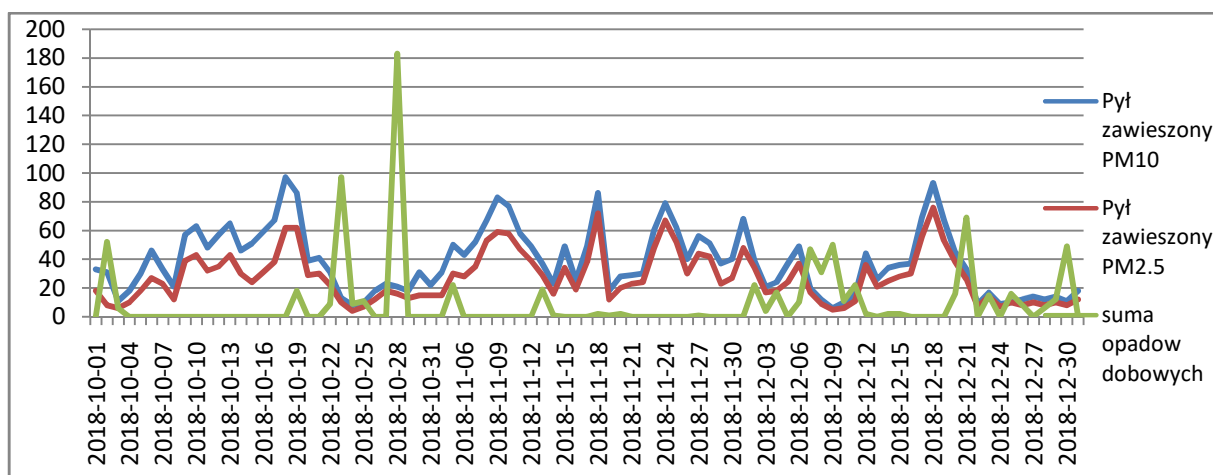


Rysunek 2. Zestawienie prędkości wiatru ze wskazaniem czujnika powietrza umieszczonego na os. Dobrzec w okresie od 01.10.2018 do 31.12.2018.

Co decyduje o ilości pyłów PM2.5 i PM10 zawieszonych w powietrzu?

Z analizy zestawionych przez nas danych jasno wynika, że istnieje duży związek między prędkością wiatru a obecnością pyłów zawieszonych PM 2.5 i PM 10 w powietrzu, dla których współczynnik korelacji wynosi następująco: -0,70 i -0,71. Niemal w każdym przypadku wzrost prędkości wiatru powoduje znaczny spadek zapylenia.

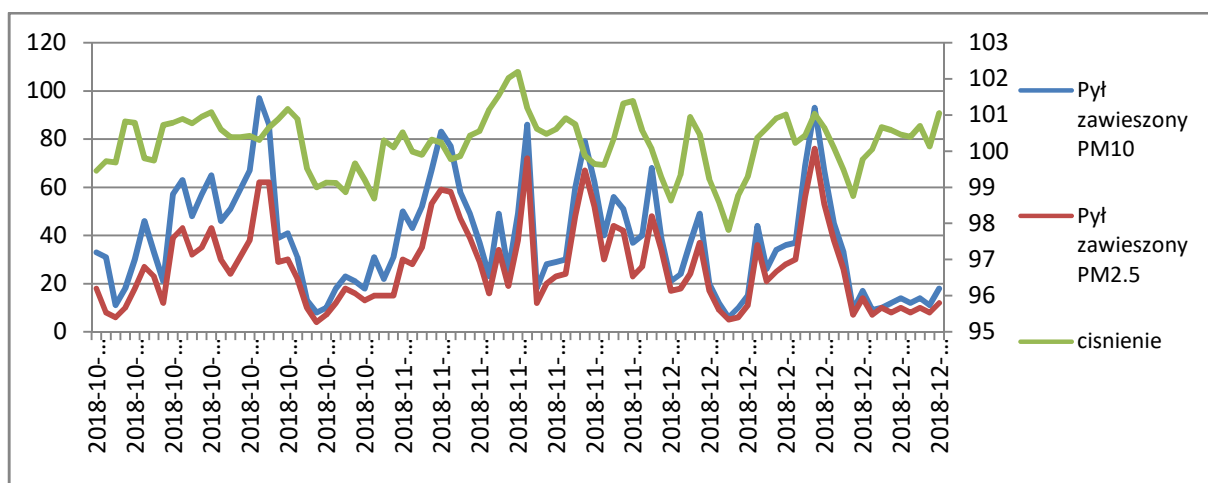
Opady atmosferyczne



Rysunek 3. Zestawienie sum dobowych opadów atmosferycznych ze wskazaniem czujnika powietrza umieszczonego na os. Dobrzec w okresie od 01.10.2018 do 31.12.2018.

Zdają się istnieć niewielkie zależności między opadami a stanem powietrza (ponieważ występuje wiele dni bez opadów, współczynnik korelacji nie jest pomocny). Analizując wykres można zauważyć, że w niektórych przypadkach występowaniu opadów towarzyszy znaczny spadek zapylenia (np. w dniach 07-11.12.2018). Czasem jednak nawet duże opady łączą się jedynie z nieznaczną poprawą jakości powietrza (np. 27-29.10.2018).

Ciśnienie atmosferyczne

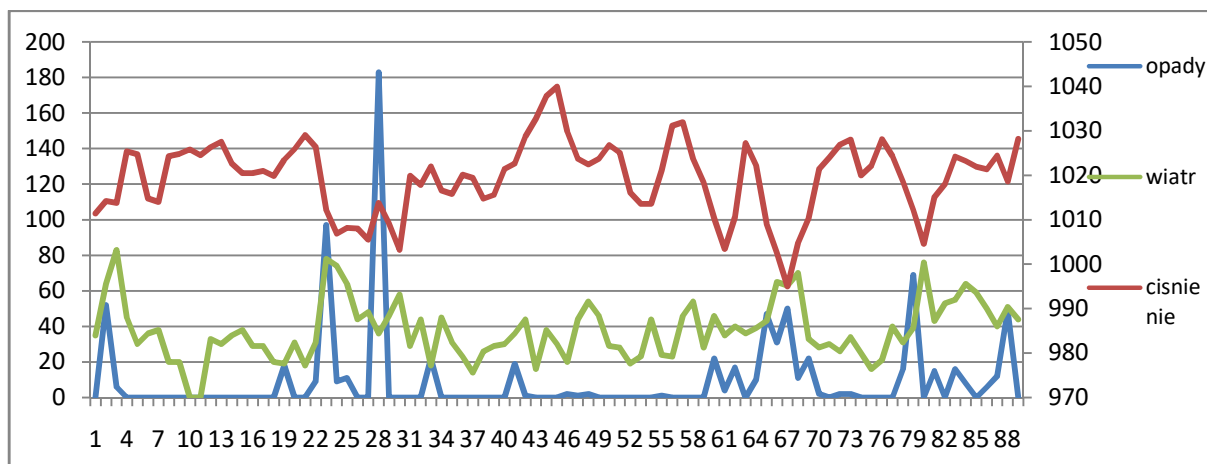


Rysunek 4. Zestawienie średniej dobowej wartości ciśnienia atmosferycznego ze wskazaniem czujnika powietrza umieszczonego na os. Dobrzec w okresie od 01.10.2018 do 31.12.2018.

Co decyduje o ilości pyłów PM2.5 i PM10 zawieszonych w powietrzu?

Widoczne są powiązania między ciśnieniem atmosferycznym a stanem zapylenia (współczynnik korelacji kolejno dla PM 2.5 i PM 10: 0,35 i 0,36). Spadkowi ciśnienia towarzyszy spadek ilości pyłów w powietrzu.

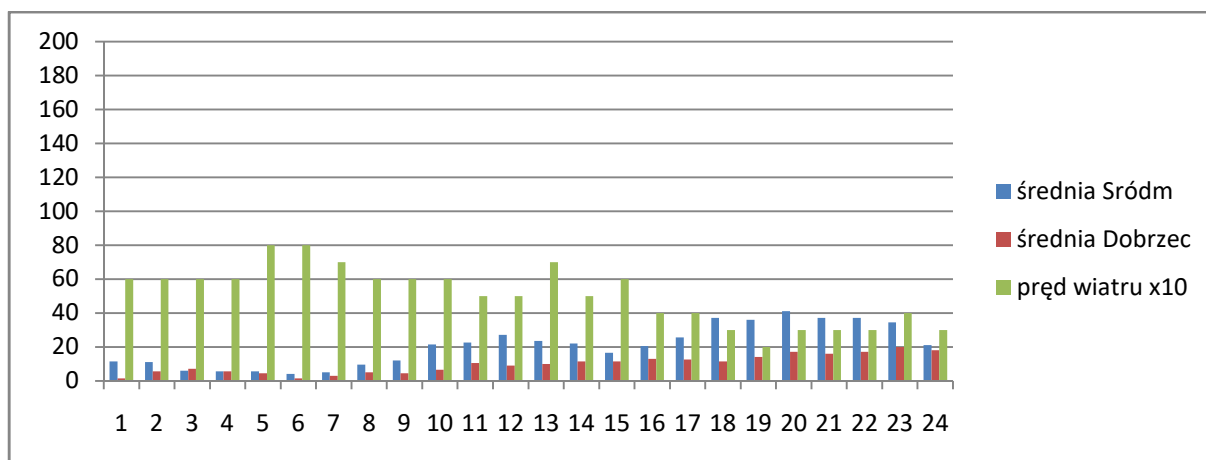
Korelacja wszystkich badanych czynników z poziomem zapylenia



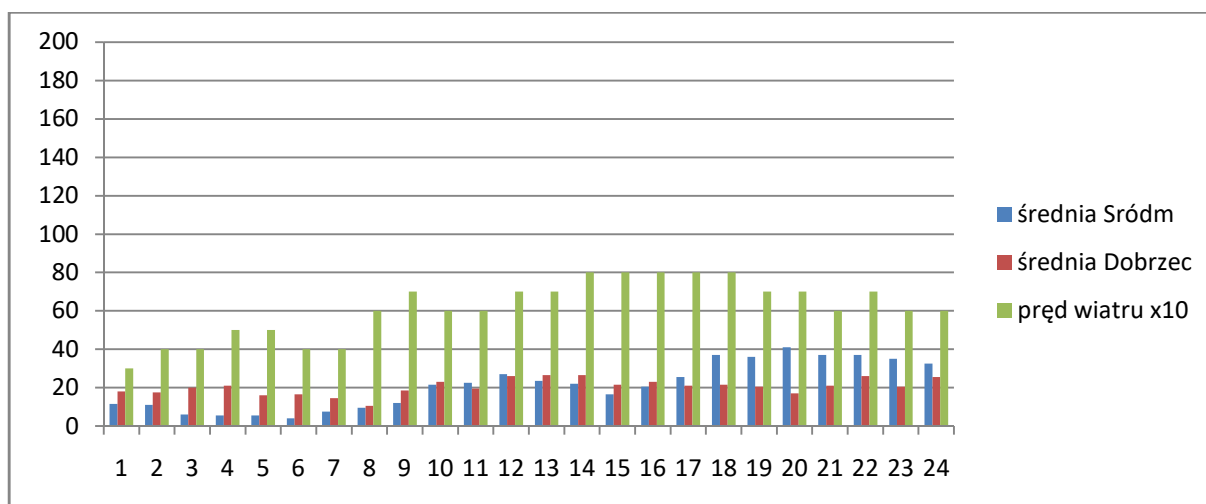
Rysunek 5. Zestawienie średniej dobowej wartości ciśnienia atmosferycznego na poziomie morza, średniej dziennej prędkości wiatru oraz sum dobowych opadów atmosferycznych w okresie od 01.10.2018 do 31.12.2018.

Z zestawienia wynika, że istnieje wysoki stopień powiązania między ciśnieniem a wiatrem (spadkowi ciśnienia często towarzyszy wiatr) oraz pomiędzy opadami a wiatrem (opady występują prawie zawsze równolegle z wiatrem). Ciśnienie nie ma bezpośredniego wpływu na zapylenie, a istniejąca korelacja jest skutkiem powiązania między ciśnieniem a wiatrem. Także same opady nie mają widocznego wpływu na ilość pyłów. Ponieważ deszczowi towarzyszy zwykle wzmożony wiatr, sprawia to wrażenie, że opady wpływają na zapylenie. W rzeczywistości jednak spadek jest powodowany przez wiatr, nie przez same opady.

III. ZALEŻNOŚĆ MIĘDZY ZAPYLENIEM POWIETRZA A TOPOGRAFIĄ PRZESTRZENI

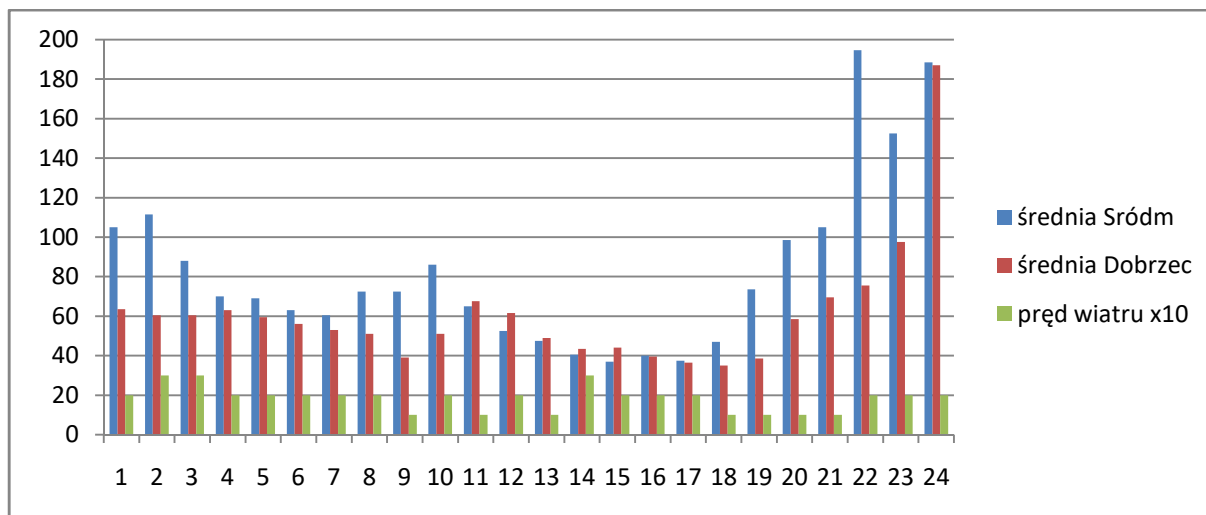


Rysunek 6. Cogodzinne zestawienie prędkości wiatru z wskazaniem czujników na ul. Wyszyńskiego (Dobrzec) oraz ul. Śródmiejskiej (centrum) w Kaliszu z dnia 12.02.2019r.



Rysunek 7. Cogodzinne zestawienie prędkości wiatru z wskazaniem czujników na ul. Wyszyńskiego (Dobrzec) oraz ul. Śródmiejskiej (centrum) w Kaliszu z dnia 13.02.2019r.

Co decyduje o ilości pyłów PM2.5 i PM10 zawieszonych w powietrzu?



Rysunek 8. Cogodzinne zestawienie prędkości wiatru z wskazaniem czujników na ul. Wyszyńskiego oraz ul.Śródmiejskiej w Kaliszu z dnia 17.02.2019r.

Miernik, którym wykonywane są pomiary na osiedlu Dobrzec, należy do Wojewódzkiego Inspektoratu Ochrony Środowiska w Poznaniu i jest bardzo profesjonalnym wielofunkcyjnym urządzeniem. Samo osiedle jest położone na wzgórzu, nowoczesną dzielnicą bloków wielorodzinnych, w całości ogrzewaną przez elektrociepłownię Kalisz. Nie ma tam piecy opalanych węglem, zakładów przemysłowych ani fabryk, jest za to bardzo dużo samochodów osobowych, gdyż praktycznie każda mieszkająca tam rodzina posiada co najmniej jedno auto. Drogi są szerokie, a między blokami więcej wiatru. Zupełnie inaczej wygląda centrum miasta, w którym umieszczony jest drugi czujnik, należący do firmy Airly. Jest to położone w dolinie rzeki Prosną stare miasto o gęstej, dosyć wysokiej zabudowie i wąskich uliczkach. Większość domów ogrzewana jest piecami węglowymi. Widoczna jest różnica w wysokości tych dwóch miejsc. Os. Dobrzec znajduje się na obrzeżach miasta, przez co jest położone dużo wyżej niż jego centrum, znajdujące się w dołku.

Z przeprowadzonych przez nas analiz nie udało nam się odnaleźć jednoznacznej zależności między odczytami w tych dwóch miejscach. Zdarzają się dni, kiedy, zgodnie z naszą pierwszą tezą, jakość powietrza w centrum miasta jest dużo gorsza. Przypuszczamy, że ma to związek z wysokością oraz gęstością zabudowań w tamtym rejonie. Jednak sytuacja ta niejednokrotnie uległa odwróceniu, co każe nam sądzić, iż istnieją jeszcze inne czynniki, które wpływają na pogorszenie stanu powietrza na Dobrzecu.

IV. BADANIA ZAPYLENIA POWIETRZA NA POPULARNYCH TRASACH BIEGOWYCH I SPACEROWYCH

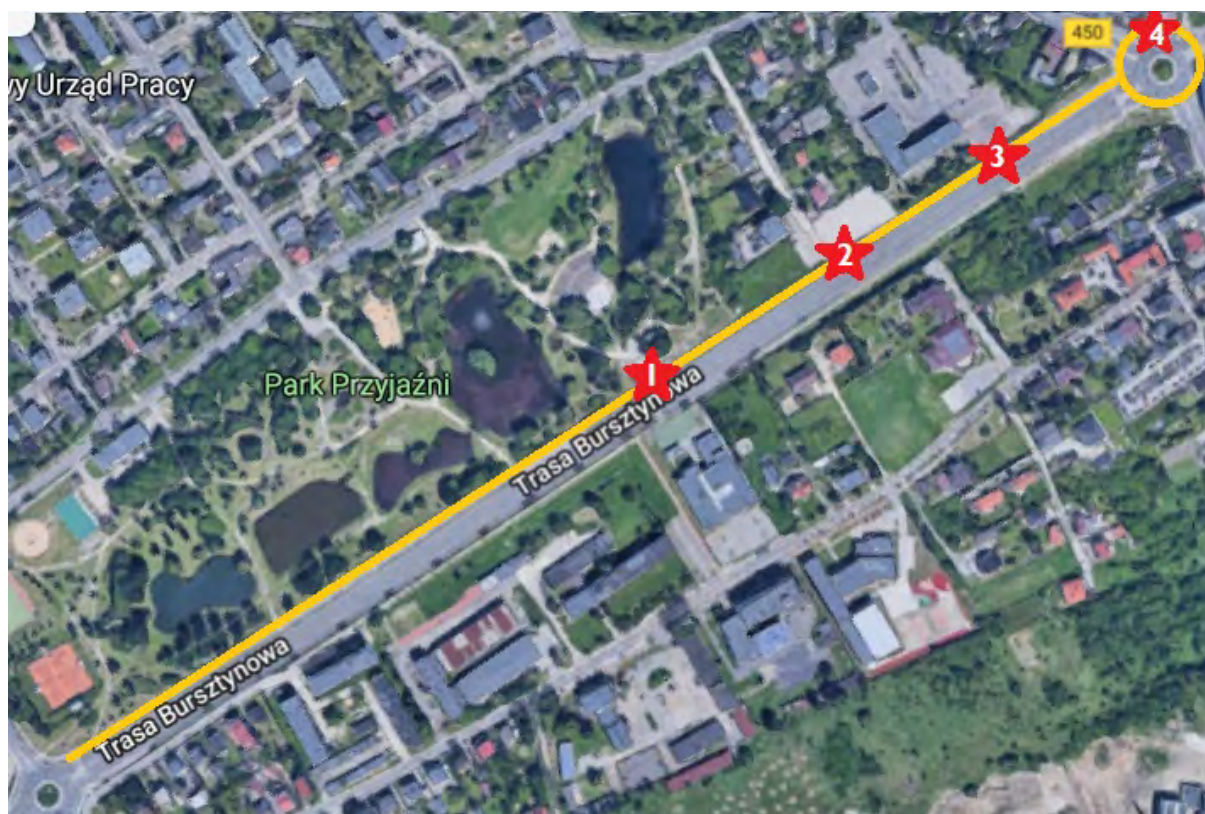
Szlak Bursztynowy

Ścieżka biegnąca przy Trasie Bursztynowej była dla nas interesująca z dwóch powodów. Po pierwsze, ze względu na duży ruch, posłużyła nam do zaobserwowania wpływu samochodów na zawartość pyłów w powietrzu. Najlepiej widoczne jest to w pobliżu ronda (punkt pomiarowy nr 4), gdzie krzyżują się trzy główne ulice – Szlak Bursztynowy, ul. Częstochowska oraz ul. Nowy Świat.

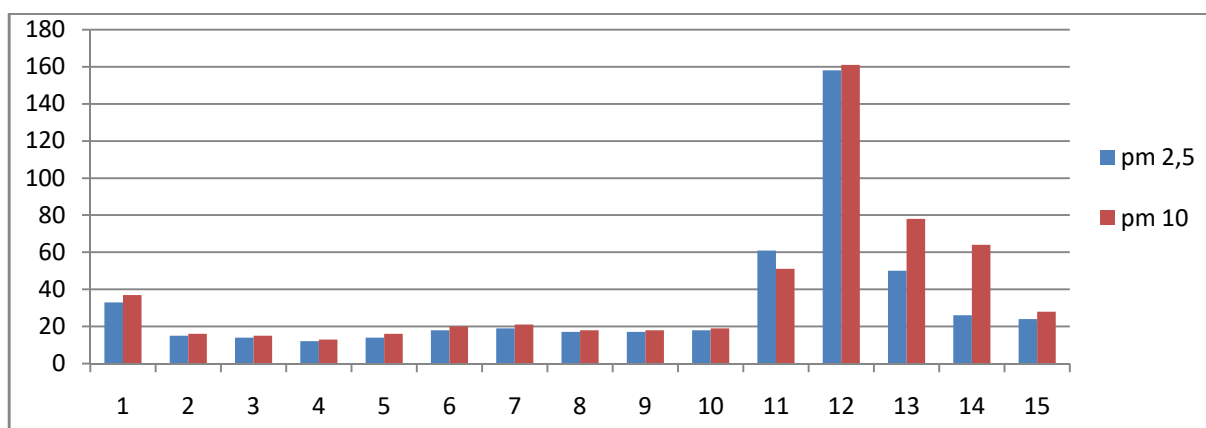
Co decyduje o ilości pyłów PM2.5 i PM10 zawieszonych w powietrzu?

Także większość samochodów dostawczych, których trasa biegnie przez Kalisz, musi tamtędy przejechać. Dlatego też powietrze tam jest „ciężkie”, duszące i śmierdzące – różnica pomiędzy nim a innymi punktami jest porażająca i widoczna nawet bez użycia miernika.

Wskazania przyrządu okazały się być w tym miejscu bardzo interesujące. Zdarzało się, że stężenie pyłu mieściło się w normach, by już po kilkunastu sekundach – np. po przejechaniu samochodu ciężarowego – przekroczyć je kilkukrotnie, a następnie po upływie chwili znowu powrócić do poprzedniego stanu.



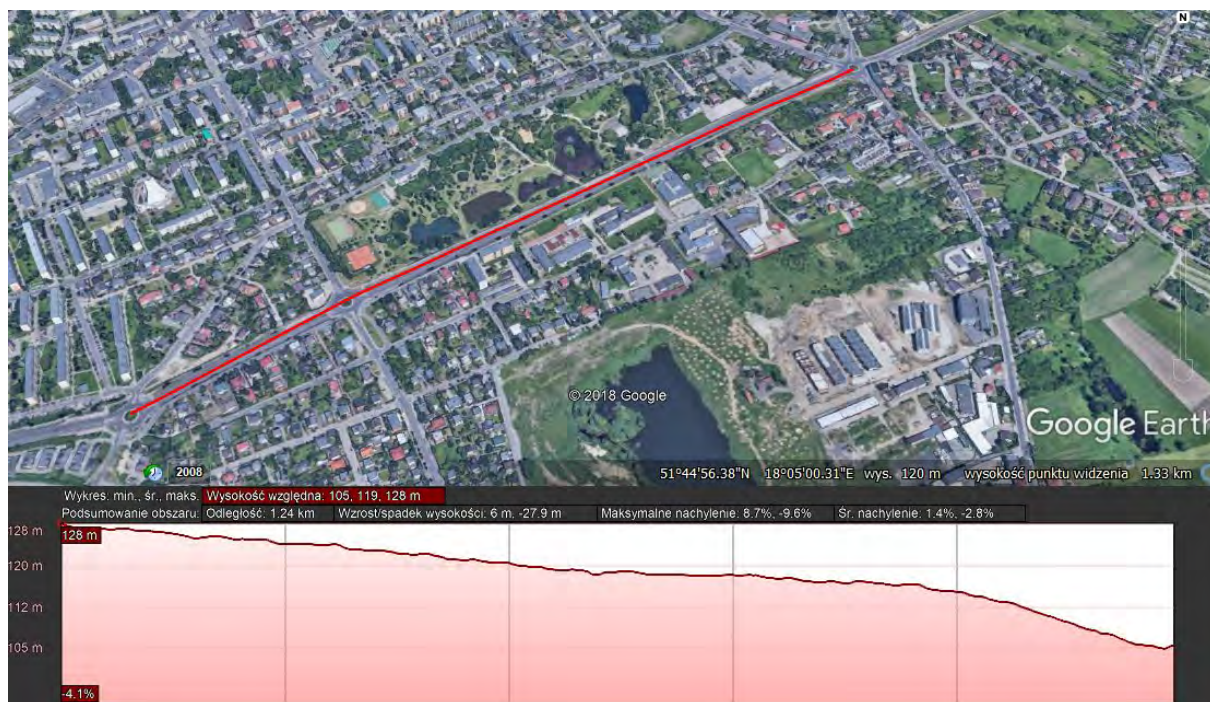
Rysunek 9. Punkty pomiarowe naniesione na zdjęcie satelitarne.



Rysunek 10. Pomiary własne wykonywane co 15s w pobliżu ronda na ul. Częstochowskiej w Kaliszu dnia 8 marca 2019r, godz. 18.50.

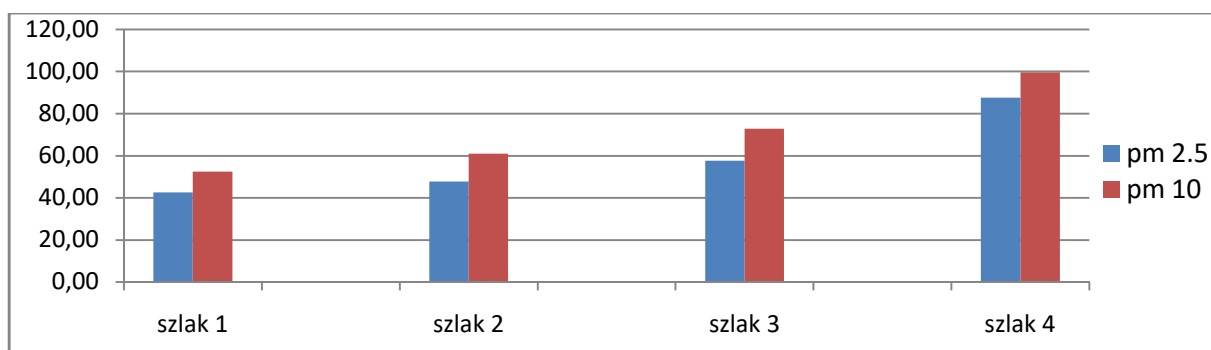
Drugim powodem, dla którego wybrałyśmy akurat ten odcinek Trasy Bursztynowej jest jego interesujący profil wysokości względnych.

Co decyduje o ilości pyłów PM2.5 i PM10 zawieszonych w powietrzu?



Rysunek 11. Zdjęcie satelitarne obrazujące Szlak Bursztynowy oraz wykres hipsometryczny (profil wysokości względnych).

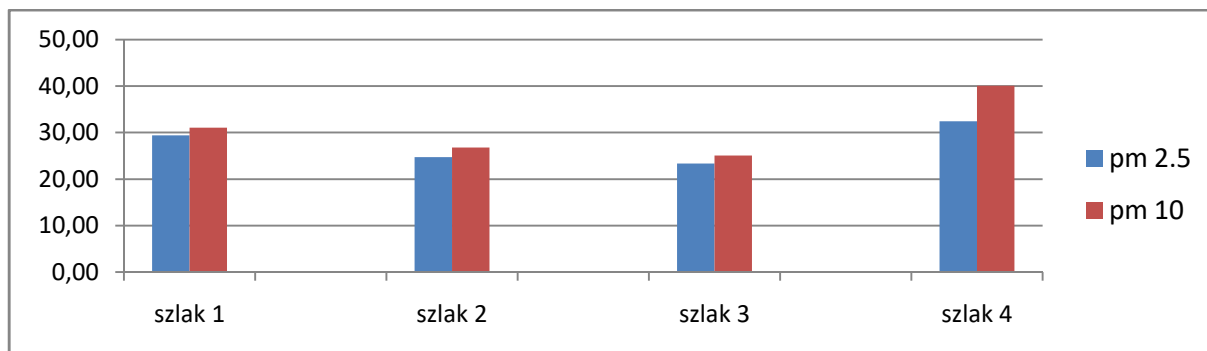
Ponieważ całe centrum Kalisza znajduje się w miejscu dużego obniżenia terenu, badanie tego odcinka miało posłużyć nam za symulację i zobrazować, w jaki sposób wysokość terenu wpływa na zapylenie powietrza. Tutaj udało nam się wyodrębnić dwa przypadki.



Rysunek 12. Pomiary własne z dnia 12 marca 2019r. Prędkość wiatru: 3 m/s.

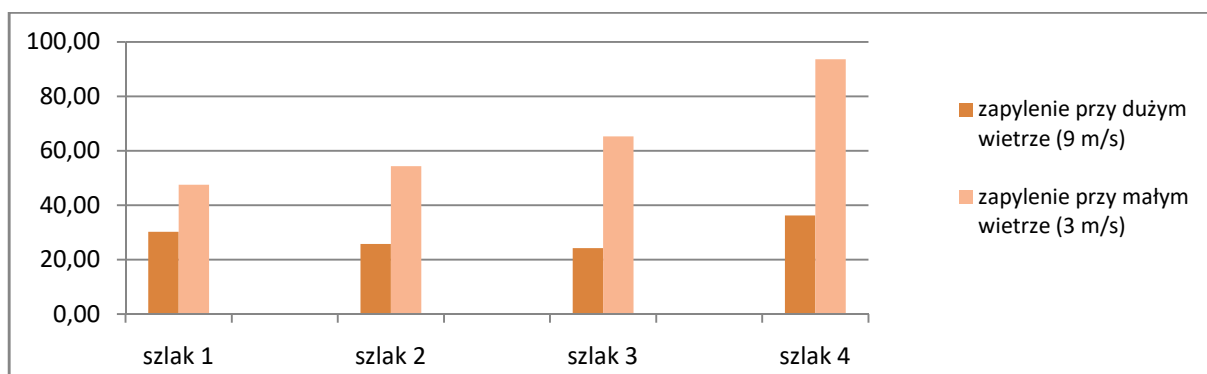
Pierwszy z nich to przypadek, który łączy się z niewielką prędkością wiatru. Potwierdził on nasze przypuszczenia zakładające, że im mniejsza wysokość względna, tym zapylenie jest większe. Drugi przypadek jednak okazał się być dla nas niespodzianką. Okazało się bowiem, że przy większym wietrze, zależności te wyglądają całkowicie inaczej. Analizując zebrane przez nas dane oraz topografię terenu w tamtym miejscu, doszliśmy do wniosku, że wpływ na to mają zabudowania. Punkt pomiarowy 1 znajduje się naprzeciwko ekranów, za którymi znajdują się wysokie budynki. Z drugiej strony natomiast znajduje się park i ściana drzew. Natomiast w punktach 2 i 3 jest więcej otwartej przestrzeni, naprzeciw nich zamiast ekranów znajdują się domki i działki. Sprawia to, że wiatr w tym miejscu jest mocniejszy, a co za tym idzie wywiewa zanieczyszczone powietrze. Punkt 4 zawsze jest najbardziej zapyłony.

Co decyduje o ilości pyłów PM2.5 i PM10 zawieszonych w powietrzu?



Rysunek 13. Pomiary własne z dnia 9 marca 2019r. Prędkość wiatru: 9 m/s.

Także w tym przypadku widać, że obecność wiatru pozytywnie wpływa na stan powietrza.



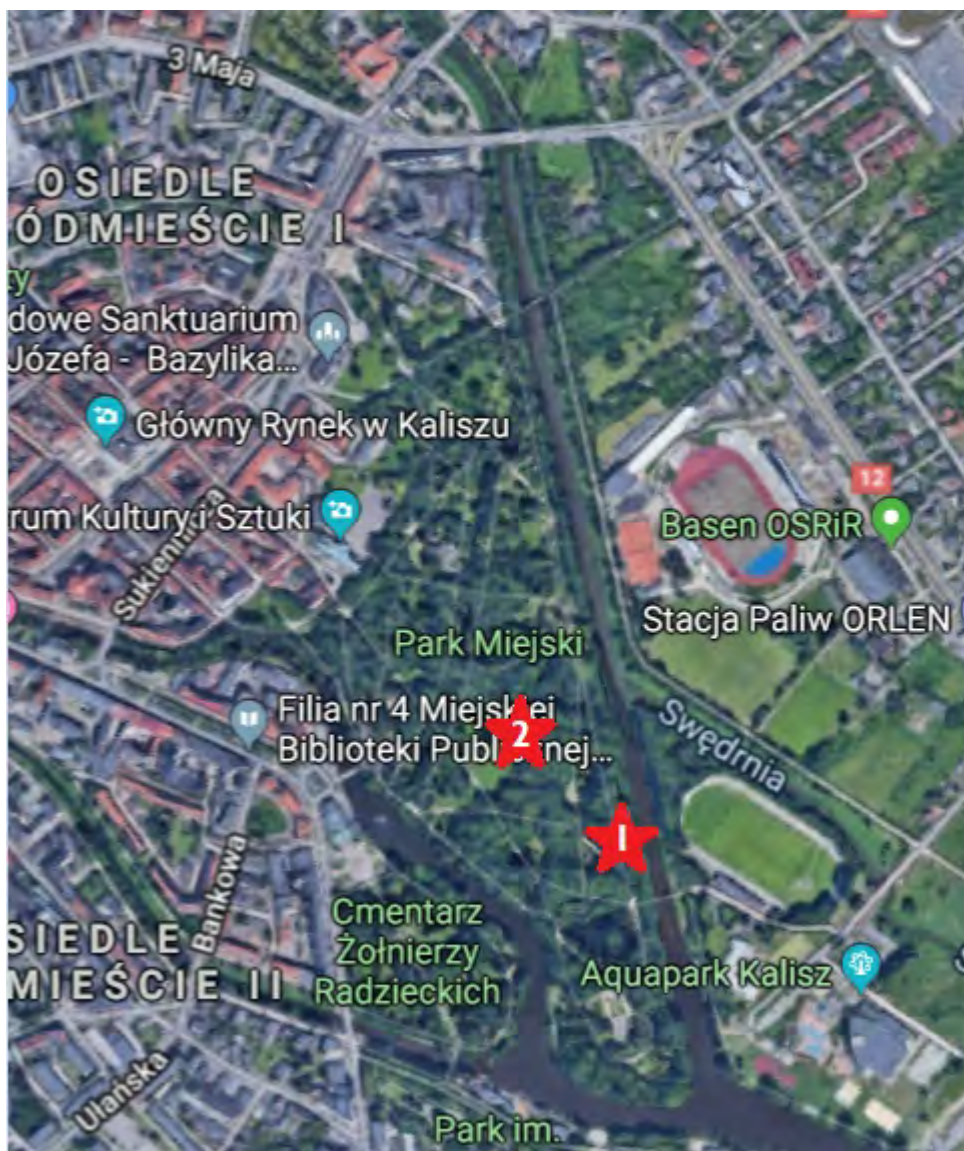
Rysunek 14. Zestawienie zapylenia przy wietrze 3 m/s i 9 m/s.

Park Miejski

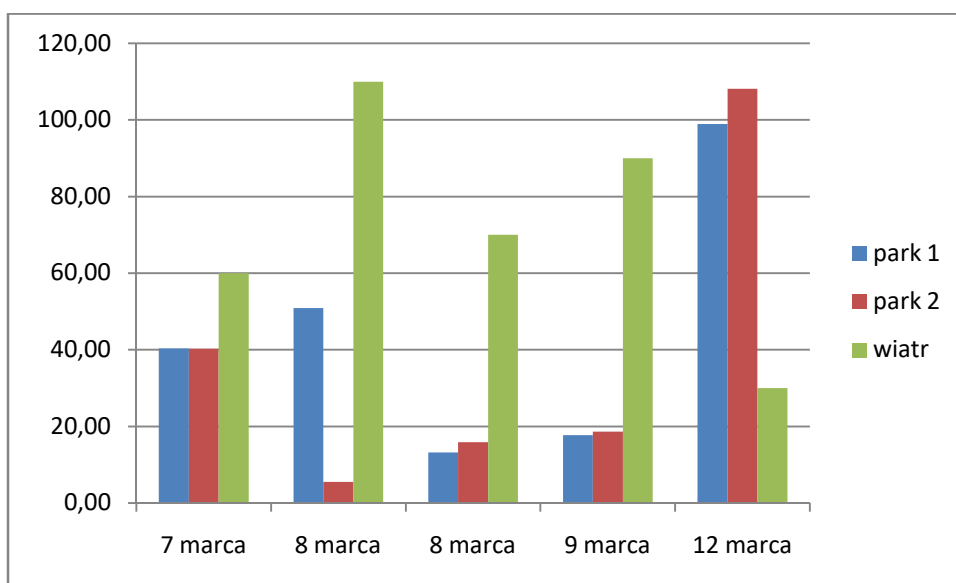
Park miejski znajduje się przy centrum, w miejscu obniżenia terenu. W jego pobliżu nie ma dużych ulic, jest też na tyle duży, że jego środek zdaje się być odizolowany od miasta. Jest bardzo popularnym miejscem spacerowym i treningowym.

Pomiary wykonane w parku miejskim wskazują na bardzo wysoką zależność między zapyleniem powietrza a wiatrem. Drzewa rosną tam na tyle rzadko, że pusta przestrzeń między nimi pozwala na w miarę swobodny przepływ powietrza. Dlatego też przy większym wietrze powietrze w parku jest dobre. Kiedy jednak jego prędkość jest niewielka, wpływ na zwiększone zapylenie ma niskie położenie parku a także bariera w postaci drzew, która – chociaż jej wpływ jest niewielki – zmniejsza siłę wiatru, co skutkuje wysokim zapyleniem.

Co decyduje o ilości pyłów PM2.5 i PM10 zawieszonych w powietrzu?



Rysunek 15. Zdjęcie satelitarne obrazujące położenie Parku Miejskiego.

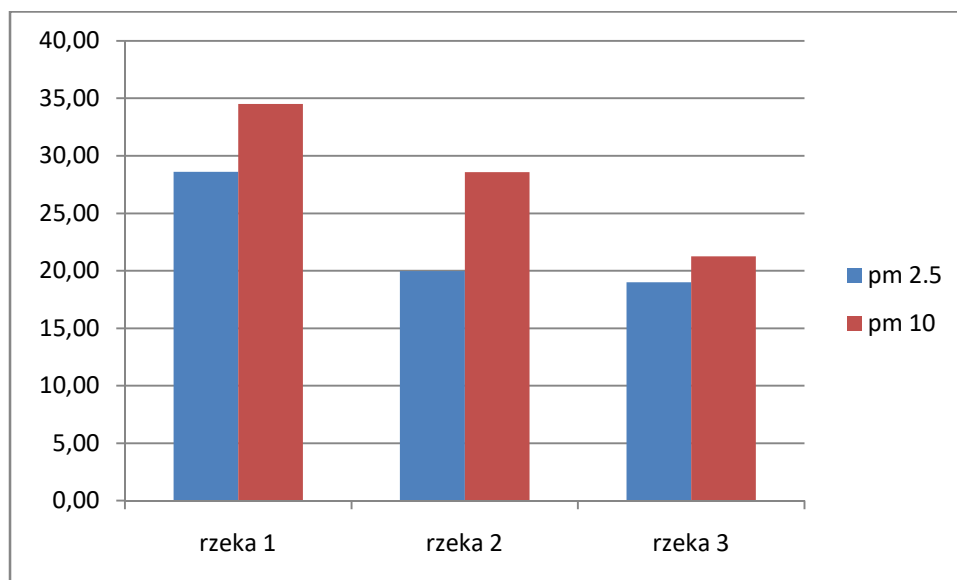


Rysunek 16. Pomiary własne w kaliskim Parku Miejskim.

Trasa przy rzece



Rysunek 17. Zdjęcie satelitarne obrazujące położenie trasy przy rzece.

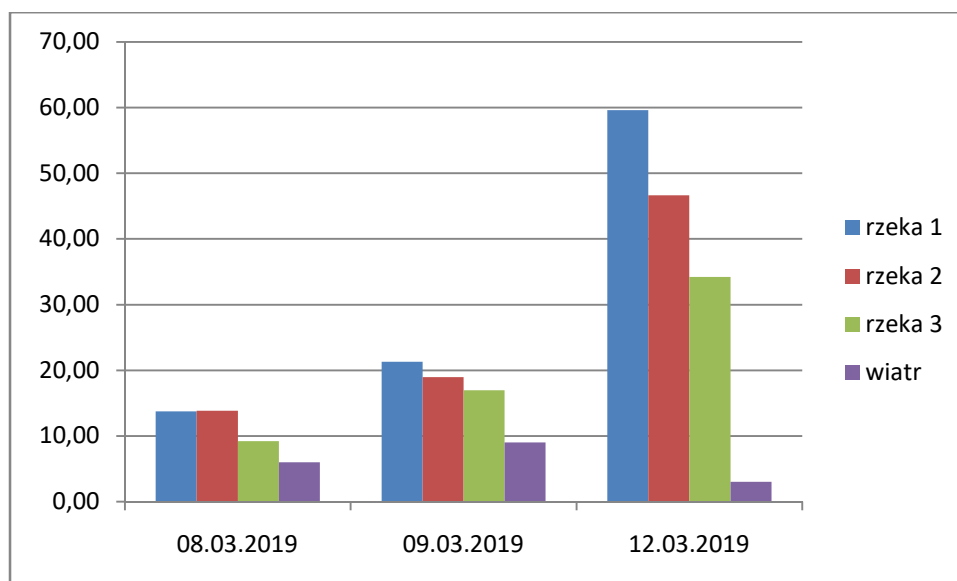


Rysunek 18. Uśrednione wyniki pomiarów własnych zapylenia z dni 9-12.03.2019 dla trasy spacerowo-biegowej przy rzece Prośnie w Kaliszu.

Trasa biegnie wzdłuż rzeki Prośny. Otaczają ją drzewa, pola. Pierwsze dwa punkty znajdują się obok zabudowań należących do Osiedla Rajsków, są to domki jednorodzinne. Pomiędzy nimi a miejscem pomiarowym 1 znajduje się jedynie pusta przestrzeń, jest to także miejsce znajdujące się w

Co decyduje o ilości pyłów PM2.5 i PM10 zawieszonych w powietrzu?

najmniejszej odległości od Szlaku Bursztynowego. Punkt drugi natomiast znajduje się na siłowni na świeżym powietrzu i oddziela go od zabudowań ściana drzew. Trzeci punkt znajduje się na otwartej przestrzeni, obok pól, co sprawia, że wiatr zawsze jest tam największy. Jest także położony najdalej od Szlaku. Na powyższym wykresie wyraźnie widać tendencję malejącą.



Rysunek 19. Pomiary własne na trasie przy rzece Prośnie w Kaliszu.

Także na tej trasie widać zależność od wiatru – im mniej wieje, tym zapylenie jest większe. Jednak niezależnie od wiatru, im dalej, tym powietrze jest lepsze.

V. WNIOSKI I REKOMENDACJE

Po badaniach zapylenia powietrza pyłami PM_{2,5} i PM₁₀ w okresie grudzień 2018 – marzec 2019 w różnych miejscach Kalisza stwierdzamy, że:

- największy wpływ na poziom zapylenia ma prędkość wiatru; ciśnienie ma wpływ pośredni (będąc przyczyną występowania wiatru); bezpośredniego wpływu opadów nie zaobserwowałyśmy;
- zbyt mało danych, aby określić zależności między zapyleniem w centrum a na os. Dobrzec, zdają się istnieć inne czynniki zanieczyszczające powietrze w rejonie ul. Wyszyńskiego;
- wysokość względna terenu ma wpływ na zapylenie (im wyżej, tym mniejsza ilość pyłów w powietrzu);
- obecność samochodów w znaczący sposób wpływa na jakość powietrza.

Zalecenia dla mieszkańców Kalisza

1. Najlepszym momentem na spacer są wietrzne dni.
2. Spacer po parku jest dobrym pomysłem, ale tylko, kiedy wieje.
3. Niezależnie od pogody należy unikać przebywania w pobliżu ronda na ul. Częstochowskiej.
4. Kiedy nie ma wiatru, lepiej przebywać w miejscach położonych wyżej.
5. Uprawiając sport unikać ruchliwych ulic.
6. Najlepszym miejscem na spacer czy trening jest trasa przy rzece – do uprawiania sportu najlepiej wybrać jej część oddaloną od miasta.

Rekomendacje dla władz Kalisza

1. Należy ułatwić ludziom dostęp do informacji o aktualnym stanie zapylenia w mieście, zwłaszcza w popularnych miejscach rekreacyjnych, takich jak park miejski. Sugerujemy zakupienie dodatkowych czujników i umieszczenie ich w tych miejscach razem z ekranami prezentującymi zbierane dane, aby zwiększyć świadomość ludzi oraz ułatwić im bezpieczne przebywanie na świeżym powietrzu.
2. Warto pomyśleć nad takim sposobem zagospodarowania terenów miejskich w przyszłości, aby zwiększać wentylację miasta przez projektowanie dużych prześwitów między budynkami (np. przez szerokie i proste drogi). Pomoże to nie dopuszczać do koncentracji pyłów zawieszonych w powietrzu.
3. Dobrze byłoby podjąć rozmowy z samorządami gmin z powiatu kaliskiego w celu zachęcania mieszkańców wsi, bezpośrednio sąsiadujących z Kaliszem, do rezygnacji z palenia w piecach węglem o bardzo niskiej jakości i śmieciami. Wydaje się, że pewna część zapylenia osiedla Dobrzec jest przynoszona przez zachodnie wiatry z okolicy, jednakże ten wniosek wynika tylko z naszej obserwacji i dyskusji przyczyn zapylenia Dobrzeca zimą, a nie z bezpośrednich badań i należałoby go dokładniej sprawdzić osobnymi pomiarami.
4. Sugerujemy uatrakcyjnienie korzystania z komunikacji miejskiej w celu zmniejszenia ilości samochodów osobowych w mieście, co pozwoliłoby zredukować ilość szkodliwych związków chemicznych zawartych w spalinach.
5. Proponujemy wprowadzenie systemu zachęt, który motywowałby mieszkańców Kalisza do wymiany starych pieców węglowych, które są aktualnie jednym ze źródeł zanieczyszczenia powietrza w mieście, na nowocześniejsze, przez co bardziej przyjazne środowisku, rozwiązania.

VI. PODZIĘKOWANIA

Chcemy podziękować Pani Małgorzacie Masłowskiej, która jest opiekunem projektu i bez której nigdy by on nie powstał. Dziękujemy Radzie Rodziców III LO im. Mikołaja Kopernika za ufundowanie miernika, dzięki któremu możliwe było przeprowadzenie niezbędnych pomiarów. Szczególne podziękowania należą się także Pani Paulinie Bąk, reprezentującej firmę Airly sp. zoo, za udostępnienie archiwalnych danych firmy, a także Panu Przemysławowi Magerowi, za udostępnienie archiwalnych danych należących do IMGW w Poznaniu.

VII. BIBLIOGRAFIA

<https://aqicn.org/here/pl/>

<https://airly.eu/map/pl/>

<http://powietrze.poznan.wios.gov.pl/>

<https://dane.imgw.pl/>

<https://powietrze.gios.gov.pl/pjp/content/show/1000919>

„Analiza, interpretacja i wnioski z badania rozkładu stężeń pyłów PM2,5 i PM10 z użyciem Systemu Badania Jakości Powietrza – LUMA dla miasta Dąbrowa Górnicza”

„Pył zawieszony (PM2,5 i PM10) właściwości oraz znaczenie epidemiologiczne ekspozycji krótko- i długoterminowej dla chorób układu oddechowego oraz krążenia” Jakub Krzeszowiak, Krystyna Pawlas

