Wydział Inżynierii Środowiska

Politechnika Warszawska

Ogólnopolski Konkurs

ZRÓWNOWAŻONE ŚRODOWISKO

Przewodnik po edycji 25/26'

Jakość Powietrza

Konkurs o indeks PW

„ZRÓWNOWAŻONE ŚRODOWISKO”

Edycja 25/26’ – Jakość Powietrza

Autor Przewodnika:

Łukasz Krysiak

Korekta:

Katarzyna Maciejewska

Partner Konkursu

ARCADIS

Patronat Honorowy

Ministerstwo Klimatu i Środowiska

NARODOWY FUNDUSZ OCHRONY ŚRODOWISKA i GOSPODARKI WODNEJ

POLSKIE ZRZESZENIE INŻYNIERÓW I TECHNIKÓW SANITARNYCH

POLSKA IZBA INŻYNIERÓW BUDOWNICTWA

Patronat medialny

CIEPŁOWNICTWO OGRZEWNICTWO WENTYLACJA
DISTRICT HEATING, HEATING, VENTILATION

GOSPODARKA WODNA

Opinie Uczelniach

POLSKI INSTALATOR

Rynek instalacyjny

AKADEMICKIE CENTRUM INFORMACYJNE

uczelnie.info.pl
MATURA STUDIA KARIERA





Źródła danych: w przypisach dolnych[1]

Wstęp

Ostatnie lata przyniosły wzrost świadomości społecznej co do złej jakości powietrza w Polsce oraz jej szkodliwości dla zdrowia. Idą za tym też faktyczne zmiany, a pomiary stężeń zanieczyszczeń wskazują na jednoznaczną poprawę. Wciąż jednak daleko nam do spełnienia zaleceń sformułowanych przez WHO – a więc problem nadal istnieje.

A czy problem dotyczy również Ciebie? Przekonajmy się!

Weź udział w Konkursie *Zrównoważone Środowisko*.

Przyjrzyjmy się wspólnie Twojej okolicy.

Czy powietrze, którym oddychasz, skróci Twoje życie?

Jeżeli tak, to co można z tym zrobić?

Ten przewodnik pomoże Ci to sprawdzić!

[1] Raport: Mapa postaw społecznych wobec zanieczyszczeń powietrza w Polsce; Wpływ zanieczyszczeń powietrza na umieralność; Jakość powietrza w Polsce – stan obecny i propozycje działań naprawczych

Konkurs Zrównoważone Środowisko – o co chodzi?

Konkurs to zaproszenie dla wszystkich kreatywnych i zaangażowanych uczniów do spróbowania tego, czym na co dzień zajmują się inżynierowie – zmieniania świata na lepsze, kawałek po kawałku, w zgodzie z potrzebami człowieka.

W centrum naszego zainteresowania jest człowiek i środowisko jego życia – stąd nazwa **Wydział Inżynierii Środowiska**. Przyglądamy się wodzie, temperaturze, hałasowi, zanieczyszczeniom i innym czynnikom, które mają kluczowe znaczenie dla zdrowia, komfortu i jakości życia. Ponieważ dziś spędzamy dużo czasu w środowisku „sztucznym" – wewnątrz budynków, pojazdów, na terenach miejskich – inżynierowie muszą brać to pod uwagę. Bywa, że naprawiamy błędy popełnione w przeszłości, innym razem mierzymy się z problemami, które zaostrzyły się zupełnie niedawno.

Co roku w ramach konkursu bierzemy na warsztat inne zagadnienie z obszaru inżynierii środowiska. Poprzednie edycje można prześledzić na naszej stronie.

Wiedza ogólna to jedno, ale jej praktyczne zastosowanie w przemyślany sposób, z myślą o realnych efektach – to zupełnie inne wyzwanie!

Nasze zadania dotyczą konkretnych problemów, osadzonych w otoczeniu uczestników i wymagają zaproponowania konkretnych rozwiązań – przeliczonych, zoptymalizowanych i zaprojektowanych. To wyjątkowe połączenie kreatywności, wiedzy merytorycznej i zdolności analitycznych. A więc:

Chcesz, by Twoje miasto stwarzało lepsze warunki do życia mieszkańców?

Masz pomysł, jak zmienić swoje otoczenie na bardziej przyjazne dla człowieka?

Postaw się w roli inżyniera i planisty, zidentyfikuj problemy swojego miasta, wykonaj ich analizę i zaproponuj własne rozwiązanie!

Przewodnik – spis treści

• Opis zadania konkursowego
• Czym jest zanieczyszczenie powietrza?
• Dlaczego zanieczyszczone powietrze to problem?
• Jakie są źródła zanieczyszczeń?
• Jak inżynierowie modelują stężenia zanieczyszczeń?

Korzystanie z Przewodnika nie jest obowiązkowe. Postaraliśmy się jednak, aby zawrzeć w nim szereg istotnych informacji, które powinny ułatwić przygotowanie prac.

Zadanie konkursowe

Nasze tegoroczne zadanie związane jest z zanieczyszczeniami powietrza. Sposób jego rozwiązania w kolejnych krokach przedstawia infografika na następnej stronie.

Tematyka Konkursu jest jasna – to zanieczyszczenia powietrza i ich wpływ na człowieka. Samo zadanie ma jednak szerokie ramy, a **wybór analizowanego terenu, sposób analizy problemu, jego rozwiązania i wreszcie formę zaprezentowania koncepcji pozostawiamy Uczestnikom**. Musimy jednak mieć pewne kryteria, według których będziemy oceniać prace konkursowe. Te są szczegółowo podane w regulaminie, w skrócie można je opisać następująco:

- Zadanie polega na ocenie narażenia wybranego terenu na zanieczyszczenie powietrza i stworzeniu koncepcji służącej przeciwdziałaniu temu zjawisku;
- Obejmuje wybór lokalizacji, analizę stanu, opis istniejących problemów, dobór rozwiązania, opracowanie koncepcji, wyjaśnienie i podanie przesłanek za nią przemawiających. Pamiętajmy, by przy wyborze rozwiązania kierować się nie tylko kwestiami technicznymi i ekonomicznymi, ale również społecznymi i środowiskowymi, z dostosowaniem do lokalnych uwarunkowań i odpowiednim uargumentowaniem swojej koncepcji;
- Forma opracowania powinna być „inżynierska” – analizy, opisy i koncepcje powinny być przedstawione zrozumiale, precyzyjnie, wyczerpująco i merytorycznie. Można w tym celu posłużyć się różnymi formami, np. rysunkami, zdjęciami, opisami, obliczeniami, animacjami, filmami, prezentacjami, modelami, grafikami itp. Częścią pracy może być też krótki materiał promujący zalety wybranego rozwiązania, skierowany do szerszej publiczności – grafika, rolka lub animacja na media społecznościowe 😊
- Kryteria oceny prac konkursowych to: trafność diagnozy, twórcze spojrzenie na wybrany problem, zasadność proponowanych rozwiązań, jakość merytoryczna pracy, forma przedstawienia koncepcji.

Teraz już wiesz, na czym polega zadanie, ale to nie koniec naszego Przewodnika. W kolejnych rozdziałach możesz przeczytać więcej m.in. o tym, jak zanieczyszczamy atmosferę i dlaczego powinniśmy się tym martwić. Poznasz metodę, dzięki której inżynierowie mogą szacować stężenia zanieczyszczeń na danym terenie. Ty również możesz ją wykorzystać w analizie wybranego obszaru lub projektowaniu działań zaradczych.

Zadanie Konkursowe



WYBÓR OBSZARU

Rozejrzyj się po okolicy.

Może znasz miejsca, gdzie oddycha się ciężko? Zima to najlepszy moment, żeby się rozejrzeć - bywa, że jakość powietrza można ocenić gołym okiem...

DIAGNOZA PROBLEMÓW

Zrób analizę obszaru.

Jakie są źródła emisji? Gdzie i kiedy one następują? Kto jest narażony? Jakie wrażliwe społeczności są na tym obszarze? Jakie mogą być stężenia zanieczyszczeń i ich skutki zdrowotne?





ANALIZA ROZWIĄZAŃ

Rusz głową.

Co może pomóc? Zmiana zagospodarowania terenu? Polityki transportowe? Dofinansowania? Rozwój infrastruktury? Akcje promocyjne? Interwencje i kontrole? Możliwości jest nieskończenie wiele!

KONCEPCJA

Przedstaw swój pomysł.

Przelej koncepcję na papier, modeluj, rysuj, symuluj... Przedstaw rozwiązania, uzasadnij wybór i opisz korzyści w czytelnej i efektownej formie





ZGŁOSZENIE PRACY

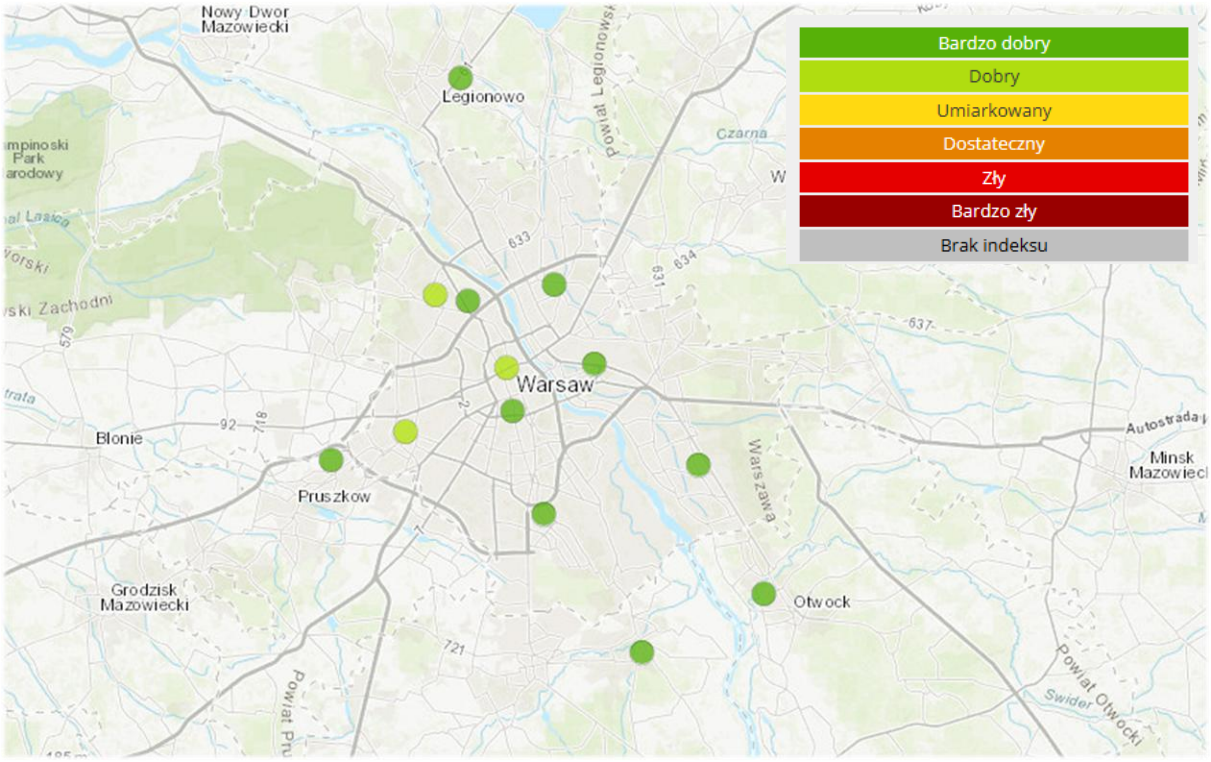
Podziel się swoją wizją!

Wyślij do nas swoją pracę. Najlepsze zgłoszenia zostaną nagrodzone i opublikowane na naszej stronie internetowej. Możesz wygrać nawet indeks PW ;)

POLITECHNIKA WARSZAWSKA CZEKA NA CIEBIE!

Pomiary jakości powietrza w Polsce

Główny Inspektorat Ochrony Środowiska prowadzi pomiary jakości powietrza w wybranych miastach i udostępnia ich wyniki w formie interaktywnej mapy i banku danych[2]. Funkcjonują też inne portale o podobnym profilu[3]. Dane ze stacji pomiaru stężeń zanieczyszczeń dostarczają najważniejszych informacji w zakresie oceny jakości powietrza w poszczególnych miejscowościach, pozwalających na planowanie działań związanych z jej poprawą i ocenę ich skuteczności. Przykładową mapę pokazano na rys. 1. Obecnie monitoring jakości powietrza możliwy jest nawet z kosmosu – tak jak w przypadku niedawno rozpoczętej misji satelity Sentinel-4.



Rys. 1. Fragment mapy dostępnej w serwisie powietrze.gios.gov.pl; kolorowa skala tzw. polskiego indeksu jakości powietrza, stan na dzień 19.09.2025 r.

Rodzaje zanieczyszczeń powietrza

Główne substancje szkodliwe obecne w powietrzu to[4]:

Pył zawieszony – drobne cząstki sadzy powstające przy spalaniu, drobiny powstające w wyniku ścierania (np. hamulców aut, nawierzchni dróg lub na placach budowy), erodowane ziarna skał i gleb unoszone przez wiatr, aerozole substancji organicznych,

[2] GIOŚ – monitoring jakości powietrza
[3] Airly, AQICN, Powietrze IMGW, Geoportal
[4] Wpływ zanieczyszczeń powietrza na zdrowie. Krakowski Alarm Smogowy

wirusy, bakterie, pyłki roślin a nawet mikroplastik. Pył o cząstkach średnicy poniżej 2,5 μm oznacza się $PM_{2.5}$, analogicznie opisywana jest frakcja PM_{10}. W skład pyłu ze spalania wchodzą często groźne związki, w tym wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne (WWA), dioksyny, metale ciężkie i ich związki. Wiele z nich ma działanie rakotwórcze.

Tlenki azotu (NO i NO_2) – jedno z najważniejszych zanieczyszczeń gazowych (obok ozonu). Powstaje jako produkt uboczny każdego procesu spalania w obecności powietrza atmosferycznego, ponieważ w wysokich temperaturach towarzyszących spalaniu reakcji ulegają dwa główne składniki powietrza: azot i tlen.

Ozon troposferyczny (O_3) – powstaje w reakcjach fotochemicznych z innych zanieczyszczeń (m.in. NO_2, CO, CH_4), nie należy mylić z ozonem w stratosferze. Jego stężenie rośnie w ciągu dnia i w miesiącach letnich.

Dwutlenek siarki (SO_2) – obecnie ma mniejsze znaczenie, gdyż jego emisja została ograniczona. Jego źródłem jest spalanie paliw zawierających pewną ilość siarki. Ograniczenie zanieczyszczenia paliw i wyposażenie elektrowni i innych zakładów w instalacje odsiarczania spalin zdecydowanie zredukowało emisję SO_2.

Tlenek węgla (CO) – bardzo istotne zanieczyszczenie, zwłaszcza wewnątrz budynków.

Źródła zanieczyszczeń powietrza w Polsce

Dostępne dane[5] wskazują, że głównym źródłem pyłu zawieszonego i WWA w Polsce są procesy spalania poza przemysłem, a więc głównie **domowe piece, kotły i kominki opalane węglem i drewnem**, zwłaszcza prymitywne i przestarzałe („kopciuchy”). Emisjom sprzyja też opał złej jakości oraz słabe ocieplenie budynków.

Kolejnym problemem jest **spalanie odpadów komunalnych**, tworzyw sztucznych, mebli **w domowych piecach** i kotłach oraz w ogniskach. Wiąże się to z emisją wielu szkodliwych substancji – cyjanowodoru, WWA, dioksyn. Podobnie dzieje się w wypadku pożarów miejsc składowania odpadów, w tym odpadów niebezpiecznych – co nie jest sytuacją zupełnie rzadką w Polsce.

Transport drogowy jest kolejnym źródłem zanieczyszczeń powietrza – sprzyja temu wysoka liczba samochodów na osobę, wiek i zły stan techniczny pojazdów, proceder usuwania filtrów cząstek stałych z nowych aut z sinikiem Diesla i nieefektywne kontrolowanie poziomu emisji spalin. Większe emisje wynikają z nadużywania samochodów osobowych oraz zaniedbań ruchu pieszego, rowerowego i transportu zbiorowego. „Diesle” mają obok elektrowni dominującą rolę w emisji tlenków azotu. Silniki spalinowe mają też znaczny udział w emisji pyłów i WWA.

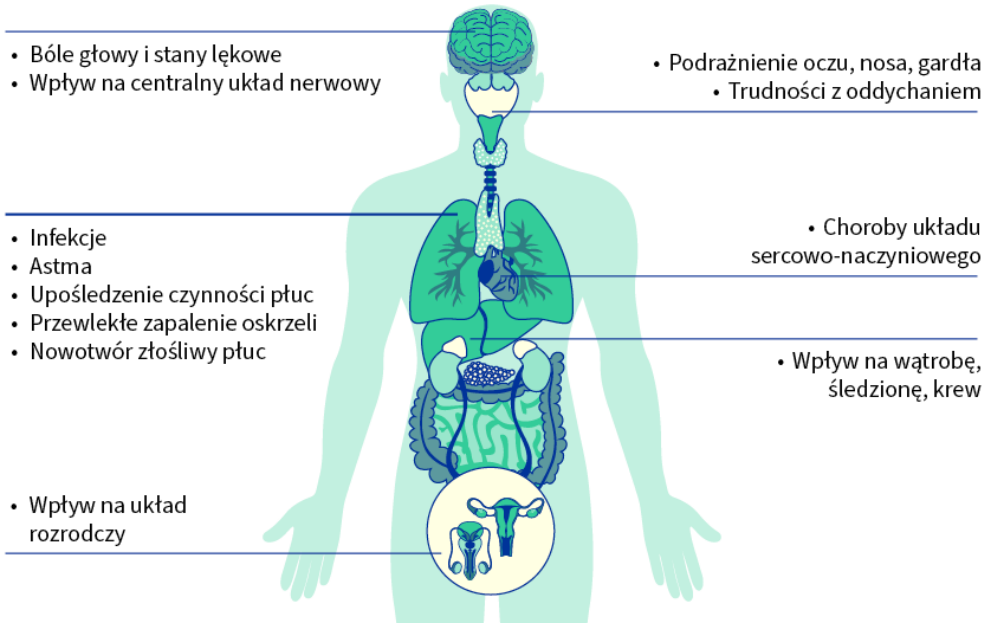
[5] Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami

Zakłady przemysłowe, mimo znacznych postępów technologicznych w zakresie redukcji szkodliwości, pozostają znaczącym źródłem zanieczyszczenia powietrza – pyłów, WWA, tlenków azotu i siarki oraz metali ciężkich.

Wpływ zanieczyszczeń powietrza na zdrowie

Dlaczego w ogóle mamy przejmować się jakością powietrza? Odpowiedź jest bardzo prosta – jest ona silnie związana ze stanem zdrowia ludzi oddychającym tym powietrzem. Do negatywnych skutków zanieczyszczeń należą[6] (rys. 2):

- osłabienie pamięci i koncentracji, niepokój, stany depresyjne, starzenie się układu nerwowego, udary mózgu,
- problemy z oddychaniem, podrażnienie oczu, nosa i gardła, kaszel, katar, zapalenie zatok,
- nadciśnienie, zawały zaburzenia rytmu i niewydolność serca,
- rak płuc, częstsze infekcje dróg oddechowych, zaostrzenie astmy,
- przedwczesne porody, niska waga urodzeniowa, poronienia.



Rys. 2. Infografika – zdrowotne skutki oddychania zanieczyszczonym powietrzem[7]

Dokładne skutki zdrowotne w zależności od rodzaju i stężenia zanieczyszczeń są przedmiotem badań. Zwykle opisuje się je podając względny wzrost wystąpień zachorowań lub zgonów spowodowany zwiększeniem stężenia związków szkodliwych w powietrzu o ustaloną wartość. Poniżej przytoczono wybrane wskaźniki:

[6] Wpływ zanieczyszczeń powietrza na zdrowie. Krakowski Alarm Smogowy
[7] Zanieczyszczenie powietrza w UE: fakty i liczby. Rada Europejska

- wzrost stężenia $PM_{2.5}$ o 10 $\mu g/m^3$ skutkuje wzrostem umieralności całkowitej o 8%, według WHO[8];
- spadek $PM_{2.5}$ o 10 $\mu g/m^3$ zwiększa oczekiwaną długość życia średnio o 0,61 roku[9];
- wzrost NO_2 o 10 $\mu g/m^3$ może powodować podobny jak $PM_{2.5}$ wzrost umieralności (zwłaszcza w związku z chorobami układu oddechowego)[9];
- krótkoterminowo, wzrost $PM_{2.5}$ i PM_{10} o 10 $\mu g/m^3$ skutkuje zwiększonym ryzykiem śmierci o 0,7% i 0,3% (odpowiednio) – badania na populacji Warszawy[10];
- szacuje się, że redukcja pyłu PM_{10} o 5 $\mu g/m^3$ skutkowałaby krótkoterminowo zmniejszeniem liczby rocznych zgonów o 2,60–2,75 na 100 000 mieszkańców woj. śląskiego[11];
- szacowany wzrost hospitalizacji z powodu chorób układu oddechowego wynosi 4% na każde 10 $\mu g/m^3$ stężenia $PM_{2.5}$ (badania populacji Białegostoku, Gdańska i Warszawy);
- taki sam wzrost stężenia SO_2 wiąże się z 5% wzrostem hospitalizacji (Bielsko-Biała i Kraków)[12];
- badania w USA wykazały, że wzrost $PM_{2.5}$ o 10 $\mu g/m^3$ przyczynia się do zwiększenia śmiertelności z powodu zawału serca o 18%, nadciśnienia o 7% i miażdżycy naczyń o 4%[13].

Takie dane pozwalają ocenić, jak zmiana stężenia zanieczyszczeń powietrza przekłada się na zdrowie populacji, zarówno w przypadku jego spadku jak i wzrostu. Należy zaznaczyć, że narażenie na negatywne skutki nie jest równe w całym społeczeństwie – szczególnie zagrożone są osoby starsze i chore, dzieci i kobiety w ciąży. WHO opublikowało zalecenia dot. dopuszczalnych stężeń zanieczyszczeń w powietrzu[8], które co prawda nie są wiążące prawnie, ale stanowią najlepszy punkt odniesienia dla analiz wpływu zanieczyszczeń powietrza na zdrowie.

Wolisz obejrzeć krótką animację na ten temat? Tutaj znajdziesz **krótki film w reżyserii Tomasza Wełny na temat smogu**, nominowany na 3. Kraków Green Film Festival.

[8] WHO global air quality guidelines
[9] Wpływ zanieczyszczeń powietrza na zdrowie. Krakowski Alarm Smogowy
[10] Short-term impact of $PM_{2.5}$, PM_{10}, and PM_c on mortality and morbidity in the agglomeration of Warsaw. Maciejewska K.
[11] Health benefits related to the reduction of PM concentration in ambient air, Silesian Voivodeship. Kowalski M., Kowalska K., Kowalska M.
[12] Air Pollution in Poland: A 2022 Narrative Review with Focus on Respiratory Diseases. Nazar W., Niedoszytko M.
[13] Wpływ zmiany klimatu i zanieczyszczenia powietrza na zdrowie mieszkańców Warszawy. Karaczun Z., Michalak W.

Model pudełkowy (eng. *fixed box model*)

Oszacowanie stężenia zanieczyszczeń powietrza na danym obszarze bez opierania się na bezpośrednich pomiarach jest zagadnieniem bardzo złożonym. Można jednak posłużyć się pewnymi przybliżeniami – na przykład mocno uproszczonym modelem pudełkowym.

Wyobraź sobie prostokątny fragment obszaru miejskiego wraz z warstwą powietrza nad nim o ustalonej wysokości, które tworzą prostopadłościan o wymiarach *L* x *W* x *H* – to właśnie jest nasze „pudełko". Przyjmijmy, że znamy średnią prędkość wiatru *v* (m/s) i jego kierunek, będący prostopadły do krawędzi o długości *W*. Znamy również łączną emisję danego zanieczyszczenia powietrza na tym obszarze *q*, wyrażoną np. w g/s·km^2, tj. w gramach emitowanych w ciągu jednej sekundy na obszarze 1 km^2, a także stężenie zanieczyszczenia w powietrzu na zewnątrz obszaru, od strony nawietrznej – c_0 (g/m^2). Ilustracją tej sytuacji jest rys. 3.



Rys. 3. Graficzna reprezentacja modelu pudełkowego

W modelu przyjmuje się szereg uproszczeń, m.in., że dokładność wymieszania i prędkość wiatru są stałe w całym „pudełku", a mieszanie nie występuje na jego ścianach równoległych do kierunku wiatru[14]. Stężenie zanieczyszczenia *c* w analizowanej objętości powietrza można wyznaczyć ze wzoru poniżej:

[14] Air Pollutant Concentration Models, Mustansiriyah University

$$c = c_0 + \frac{q \cdot L}{H \cdot v} \; [g/m^3]$$

Opis zmiennych znajduje się w tekście i na rys. 3. Możliwa jest kumulatywna analiza szeregowa kolejno występujących obszarów, w kolejności zgodnej z kierunkiem wiatru.

Przykład obliczeń:

Dzielnica miasta o wymiarach *L* x *W* = 4 km x 3 km cechuje się średnią prędkością wiatru 3 m/s. Stężenie SO_2 od strony nawietrznej wynosi 10 μg/m^3, a intensywność emisji 4,5 x 10^{-6} g/(s·m^2). Jakie jest stężenie dwutlenku siarki w powietrzu w dzielnicy, zakładając wysokość mieszania powietrza równą 400 m?

$$c = \frac{10 \mu g}{m^3} + \left(4{,}5 \frac{\mu g}{s \cdot m^2}\right) \cdot \left(\frac{4000\ m}{(400\ m) \cdot \left(3 \frac{m}{s}\right)}\right) = 25\ \mu g/m^3$$

Wartości potrzebne do uwzględnienia w modelu to:

- emisje poszczególnych zanieczyszczeń w czasie na analizowanym obszarze – poświęcono temu kolejny rozdział Przewodnika,
- stężenie zanieczyszczeń tła – może pochodzić z pomiarów z okolicy lub z analogicznego terenu położonego niedaleko;
- prędkość i kierunek wiatru – można wykorzystać wartości średnie na podstawie danych udostępnionych przez IMGW (opisane w dalszej części Przewodnika).

Znalezienie łącznej intensywności emisji zanieczyszczeń może wymagać przeprowadzenia analizy ich źródeł na danym obszarze, oszacowania jednostkowych emisji oraz ich zsumowania. Wysokość warstwy powietrza, w której następuje mieszanie, można przyjąć np. równą 300-400 m dla terenów o niskiej zabudowie oraz 500-800 m przy wysokiej zabudowie. Jeżeli dostępne są dane z pomiarów stężeń zanieczyszczeń na analizowanym obszarze lub w jego okolicy, możliwe jest skalibrowanie modelu – wysokość *H* oraz intensywność emisji zanieczyszczeń *q* można zweryfikować tak, aby oszacowania z modelu zbliżyły się do wyników bezpośrednich pomiarów (uśrednionych).

Wartości emisji zanieczyszczeń z poszczególnych źródeł

Dokładne ustalenie ilości zanieczyszczeń emitowanych z pojedynczych źródeł jest w praktyce niemożliwe. Można jednak szacować je w ujęciu średnim lub jako górną granicę na bazie informacji zgodnie z poniższym opisem.

Piece domowe

W przypadku nowych urządzeń ustalenie emisji na 1 m^3 spalin jest względnie proste, opiera się na klasach emisyjnych. Więcej informacji można znaleźć tutaj[15]. Do szacowania łącznych emisji na analizowanym obszarze niezbędne jest jeszcze zebranie informacji (albo przyjęcie zgrubnych szacunków) o ilości i jakości obecnych tam pieców, ich paliwie, a także intensywności spalania w sezonie grzewczym (ewentualnie: mocy).

Transport drogowy

Normy emisji zanieczyszczeń w spalinach aut *EURO* funkcjonują już od wielu lat. Względnie łatwo jest więc przypisać im emisje w g/km, o ile uda się oszacować intensywność ruchu aut na danym odcinku drogi i przybliżoną strukturę wiekową pojazdów (z którą wprost związane są normy emisji). Warto pamiętać, że auta ciężarowe i autobusy są klasyfikowane oddzielnie. Więcej informacji na temat norm EURO podano w poniższym źródle[16].

Zakłady przemysłowe

Emisje zanieczyszczeń powietrza z zakładów przemysłowych są obecnie względnie mniej problematyczne, ze względu na wyposażenie w technologie oczyszczania spalin oraz zwykle położenie w pewnym oddaleniu od obszarów zamieszkanych, w porównaniu do źródeł domowych i motoryzacyjnych. Jednocześnie oszacowanie wartości emisji poszczególnych zakładów jest najtrudniejsze; pewne wskazówki można znaleźć w odpowiednim Rozporządzeniu[17].

Dane meteorologiczne – charakterystyka wiatru

Informacje na temat warunków meteorologicznych w wybranych lokalizacjach można pozyskać z danych publicznych Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej[18]. W Zakładce **data/dane_pomiarowo_obserwacyjne/dane_meteorologiczne/terminowe/klimat** dostępne są dane z poszczególnych lat i miesięcy (w tym średnia prędkość i kierunki wiatru – objaśnienie formatu danych jest w pliku k_t_format.txt). Warto skorzystać z funkcji Pobierz dane -> Z pliku -> z Folderu -> Łączenie i przekształcanie danych (w programie Excel). W ten sposób można przekształcić dane do postaci tabelarycznej oraz odfiltrować po nazwie tylko tę jedną stację pomiarową, która nas interesuje (bo jest najbliżej analizowanego obszaru). Można też np. skupić się na danych dotyczących tylko

[15] Normy emisji i sprawności dla domowych kotłów. Czysteogrzewanie.pl; Normy emisji dla domowych kotłów. Bluetherm.com.pl; Normy i wymagania pieców w gospodarstwach domowych. Energetycznyprojekt.pl
[16] Normy emisji zanieczyszczeń w spalinach pojazdów EURO
[17] Rozporządzenie w sprawie standardów emisyjnych z 2020 r.
[18] Dane IMGW

miesięcy zimowych – okresu grzewczego, kiedy to jakość powietrza jest zazwyczaj najniższa.

Prostszym sposobem na oszacowanie średniej prędkości oraz kierunku wiatru w danej miejscowości jest skorzystanie z opracowań ogólnych, np. mapy wietrzności Polski lub Global Wind Atlas[19].

Sposoby redukcji zanieczyszczeń atmosfery

Dane z ostatnich lat pokazują, że Polska jest na dobrej drodze do redukcji zanieczyszczenia powietrza. Nie oznacza to, że nie ma potrzeb dalszych działań w tym kierunku – wręcz przeciwnie. Istnieje wiele rozwiązań obecnie stosowanych i takich, które mogłyby w przyszłości przynieść jeszcze lepsze rezultaty. O jakich działaniach mowa...?

...Odpowiedź na to pytanie pozostawiamy Konkursowiczom! Sam oceń, które z nich mogą sprawdzić się w wybranej przez Ciebie lokalizacji.

Inspiracje

Portal *Powietrze i zdrowie* – informacje na temat społecznych skutków zanieczyszczenia powietrza w Polsce w przystępnej formie, repozytorium wiedzy naukowej w temacie. Współtworzony przez wykładowców naszego Wydziału 😊

Projekt CleanAir@School – inicjatywa zachęcają uczniów do wdrożenia monitoringu jakości powietrza na terenie szkoły i w jej sąsiedztwie;

Projekt AWAIR (Katowice) - koncentruje się na rozwiązaniach systemowych i organizacyjnych z punktu widzenia kontroli zanieczyszczeń powietrza, planowania działań naprawczych i prewencyjnych w skali makro i mikro;

Urban forests in Paris – opis działań związanych z przekształceniami zagospodarowania terenu w Paryżu dla chłodniejszego i czystszego powietrza;

Nature-based Solutions for microclimate regulation and air quality (European Commision) – opis zastosowania tzw. rozwiązań opartych na przyrodzie w europejskich miastach w celu poprawy jakości powietrza i mikroklimatu

Pruszków walczy o czyste powietrze – kampania edukacyjna ukierunkowana na aktywizację społeczności;

[19] Global Wind Atlas – atlas wiatru

Pomocne źródła

Krakowski Alarm Smogowy

Zanieczyszczenia powietrza a zdrowie i aktywność fizyczna

Zanieczyszczenie powietrza w UE: fakty i liczby – Rada Unii Europejskiej

JAKOŚĆ POWIETRZA W POLSCE – stan obecny i propozycje działań naprawczych

How air pollution affects our health – European Environment Agency

Harm to human health from air pollution in Europe: burden of disease status, 2024 – European Environment Agency

Ilustracje

Strona 2 – Zac Ong / Unsplash.com

Strona 3 – Anna Vidyakina / Unsplash.com

Strona 4 – okeykat / Unsplash.com