

NARZĘDZIA DO PROGNOZOWANIA EMISJI I MODELOWANIA IMISJI ZANIECZYSZCZEŃ WYKORZYSTYWANE PRZY OPRACOWYWANIU PROGRAMÓW OCHRONY POWIETRZA

Agnieszka BARTOCHA, Marek KUCZER, Wojciech ROGALA
ATMOTERM S.A.
bartocha@atmoterm.pl

STRESZCZENIE

Przygotowanie dobrej jakości programów ochrony powietrza (POP) wymaga zastosowania zaawansowanych narzędzi informatycznych i metod obliczeniowych. W referacie zademonstrowano, w jaki sposób moduł Prognozy emisji ułatwia projektowanie scenariuszy działań naprawczych. Przedstawiono również wpływ rozmieszczenia (ilości i gęstości) receptorów na wynik obliczeń stężeń zanieczyszczeń pochodzących z dróg.

1. Wstęp

Program ochrony powietrza (POP) jest skomplikowanym procesem złożonym z kilku etapów, które wymagają stosowania różnych narzędzi informatycznych i metod obliczeniowych w celu wykonania obliczeń stanu jakości powietrza oraz usprawnienia procesu przetwarzania danych (zbierania danych wejściowych do modelu, obliczania emisji, prognozowania emisji). Wybór odpowiednich narzędzi i metod ma duży wpływ na jakość wyników, a tym samym na jakość całego programu. W szczególności ważny jest sposób obrazowania wyników, który może problem uwypuklić bądź zatuszować. W referacie przedstawiono specjalny moduł Prognozy emisji służący do prognozowania i symulacji zmian emisji oraz przeanalizowano wpływ zastosowania dodatkowej funkcji (Intelligent gridding) na jakość wyników modelowania.

2. Przygotowanie scenariuszy działań – wykorzystanie modułu Prognozy emisji

Wojewódzki Kataster Emisji (WKE) jest specjalnym narzędziem przygotowanym do współpracy z modelem ADMS-Urban. Program może być wykorzystywany do różnych celów, na różnych etapach opracowywania POP tj. do: inwentaryzacji i obliczeń emisji, projektowania scenariuszy działań naprawczych, transferu danych do ADMS-Urban. W trakcie opracowywania pierwszego POP, w 2004 r., dla aglomeracji krakowskiej w celu sprawnego i szybkiego tworzenia scenariuszy działań naprawczych zaprojektowano nowy moduł WKE – Prognozy emisji. Narzędzie to okazało się niezbędne przy tak dużej ilości źródeł emisji, jaką w Krakowie przyjęto do obliczeń, tj. 745 emitorów punktowych, 450 - źródeł liniowych oraz 18 źródeł powierzchniowych (gridów), oraz przy założeniu 3 scenariuszy działań (wariant „bazowy”, wariant „komunikacyjny” oraz wariant „niskiej emisji”). Obliczenia wymagały:

- wprowadzania w szybki sposób zmian wielkości emisji dla dużej ilości emitorów i źródeł emisji,
- wprowadzania zmian zarówno wielkości, na podstawie których liczona była emisja (natężenie ruchu, ilość paliwa, zapotrzebowanie na ciepło, parametry paliw, itp.) jak i wskaźników emisji,
- wprowadzania zmian za pomocą wartości procentowych,

- zespołu kryteriów, za pomocą których można było wybrać określone grupy źródeł do zmiany (np. źródła liniowe, źródła spalające wybrane rodzaje paliw, itp.),
- raportowania wprowadzonych prognoz w postaci plików tekstowych lub xls,
- tworzenia dowolnej ilości scenariuszy prognoz emisji.

W nowym module uwzględniono wszystkie ww. potrzeby, a zastosowanie jego pozwoliło na znaczne skrócenie czasu obliczeń. W dalszych projektach POP Moduł był udoskonalany i dostosowywany do nowych wymagań, jakie stawiały następne programy, m.in.: śledzenia wszystkich wprowadzonych zmian, raportowania wprowadzanych zmian emisji w stosunku do emisji bazowej, dodawania dalszych kryteriów wyboru grup źródeł emisji (np. wybór poszczególnych grup pojazdów). W aktualnej wersji Moduł może być używany zarówno na etapie opracowywania POP, jak i podczas realizacji programów przez samorządy.

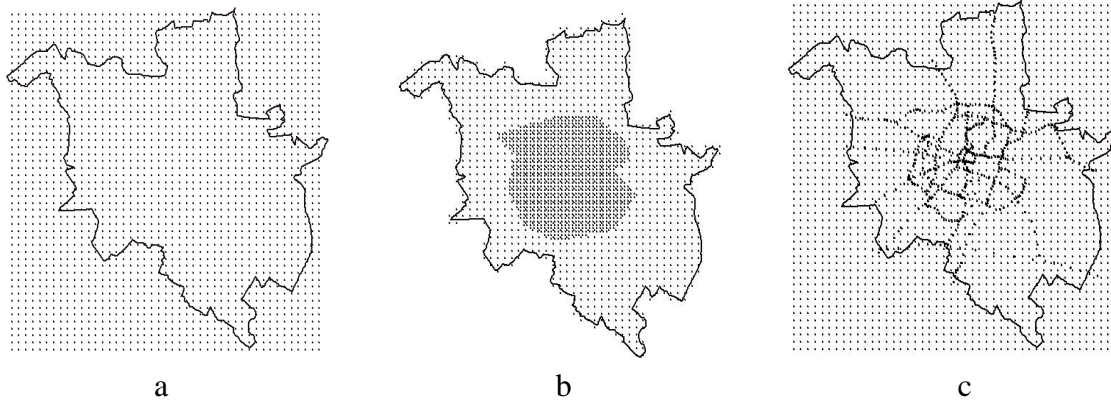
3. Modelowanie – wykorzystanie funkcji **Intelligent gridding**

ADMS-URBAN jest modelem przeznaczonym do modelowania przestrzennego rozkładu stężeń substancji zanieczyszczających głównie w skali aglomeracji i miast. W referacie przedstawiono funkcję **Intelligent gridding**, która pozwala na dokładne zobrazowanie wielkości wpływu emitorów liniowych na stężenia zanieczyszczeń w powietrzu. A jak wynika z analiz wykonywanych w ramach opracowywania POP, źródła liniowe (transport), obok niskiej emisji, identyfikowane są jako jedna z głównych przyczyn występowania przekroczeń standardów jakości powietrza w zakresie pyłu zawieszonego PM10 na obszarach miast i aglomeracji. Przykładowo, procentowy udział źródeł liniowych w stężeniach pyłu zawieszonego PM10 na obszarze przekroczeń wynosił dla Krakowa 68%, dla Poznania 48%, a dla Kalisza 32% [1-3].

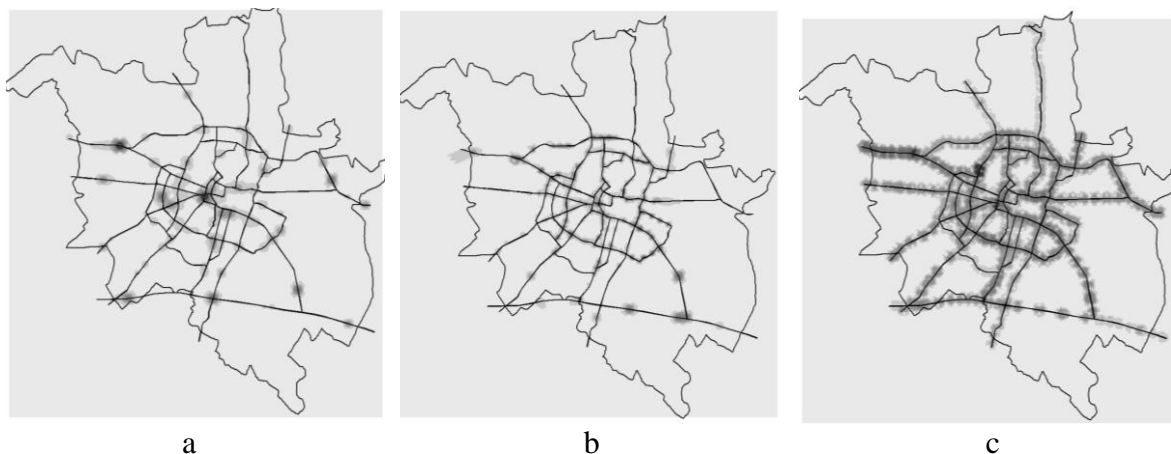
Funkcja **Intelligent gridding** definiuje dodatkowe punkty obliczeniowe wzdłuż dróg do regularnej siatki obliczeniowej tam, gdzie szybkość zmian stężeń jest największa. Punkty dodawane są w dwóch etapach. W pierwszym etapie do regularnej siatki obliczeniowej dodawanych jest nie więcej niż 5000 nowych punktów w zestawach po 4 punkty. Do każdego emitora liniowego dodawany jest co najmniej jeden taki zestaw. Pozostałe zestawy 4 punktów rozłożone są równomiernie wokół wszystkich emitorów liniowych. W każdym zestawie 2 punkty zlokalizowane są wewnątrz emitora liniowego tuż przy krawędzi zewnętrznej, a 2 poza emitorem. W drugim etapie pod koniec obliczeń, model definiuje dodatkowe punkty obliczeniowe - trzy zestawy 4 punktów na każdą parę zestawów dodanych wcześniej. Stężenia w dodatkowych punktach obliczane są przez liniową interpolację stężeń obliczonych w podstawowych zestawach [4].

Wpływ ilości i rozkładu receptorów na jakość obrazowania wyników przeanalizowano na podstawie obliczeń rozkładów stężeń z emitorów liniowych dla aglomeracji Poznań. Obliczenia na przykładzie percentyla 90,4 pyłu zawieszonego PM10 wykonano dla 3 różnych siatek obliczeniowych (przy zachowaniu tych samych, pozostałych parametrów modelowania). W pierwszym modelowaniu punkty obliczeniowe rozłożone były równomiernie w postaci siatki prostokątnej o kroku 500 m x 500 m. W drugim modelowaniu zwiększono ilość receptorów w centrum miasta, gdzie rozkład przestrzenny emitorów liniowych jest najgęstszy. Na siatkę prostokątną 500 m x 500 m nałożono drugą siatkę prostokątną o kroku 250 m x 250 m. Trzecie obliczenia wykonano przy włączonej opcji **Intelligent gridding** i jej domyślnych ustawieniach. Rozkład receptorów przedstawiono na rys. 1, a wyniki modelowania na rys. 2. Analiza wyników obliczeń dla siatki prostokątnej (rys. 2a), pokazuje bardzo nierównomierny rozkład stężeń wzdłuż dróg, w postaci pojedynczych, punktowych miejsc o wysokich stężeniach w pobliżu emitorów liniowych. Najwyższe stężenia notowane są w punktach, które przypadkowo znajdują się w obszarze emitora

liniowego oraz w pobliżu skrzyżowań o dużym natężeniu ruchu. Zagęszczenie siatki receptorów (rys. 2b) poprawia nieznacznie wyniki obliczeń – stężenia wzdłuż dróg rozłożone są w sposób bardziej jednolity. Jednak dopiero specjalne zagęszczenie punktów obliczeniowych wzdłuż dróg za pomocą funkcji Intelligent gridding obrazuje w miarę jednolity rozkład stężeń w pobliżu emitorów liniowych (rys. 2c). Jednocześnie pokazuje większe oddziaływanie emitorów liniowych na rozkład stężeń w mieście (większy obszar występowania wyższych stężeń wzdłuż dróg).

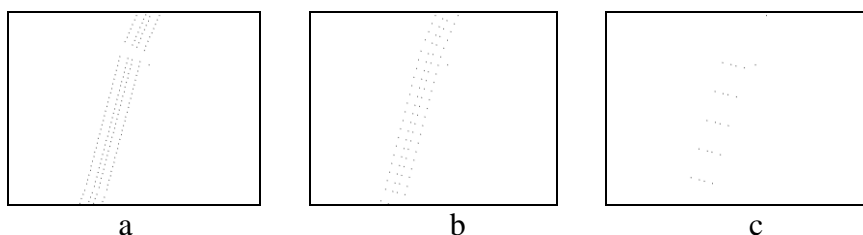


Rys. 1. Rozkład receptorów; a – siatka 500 m x 500 m, b – siatka zagęszczona, c – siatka z Intelligent gridding

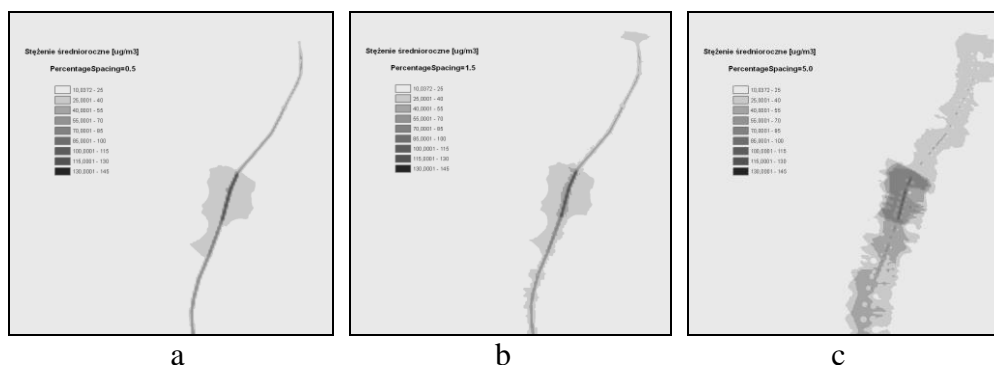


Rys. 2. Wynik obliczeń percentyla 90,4 dla pyłu zawieszonego PM10; a – siatka 500 m x 500 m, b – siatka zagęszczona, c – siatka z Intelligent gridding

Włączenie funkcji Intelligent gridding nawet do pięciu razy może zwiększyć ilość receptorów, przez co wydłuża się czas obliczeń. Aby mieć nad tym kontrolę, w funkcji wprowadzono kilka parametrów sterujących procesem definiowania punktów obliczeniowych. Zbadano wpływ wyboru jednego z parametrów na wyniki. Na rys. 3 przedstawiono ilość receptorów dla różnych ustawień parametru odległości między punktami wyrażonego wartością procentową (0,5; 1,5; 5,0). Rys. 4 przedstawia rozkład stężeń dla różnych ustawień tego parametru, dla przykładowej ulicy. W przypadku gęstej siatki receptorów (0,5), wyniki stężeń są rozłożone w równomierny sposób i dobrze zobrazowany jest szybki spadek stężeń wraz ze wzrostem odległości od emitora. Dla mniejszej ilości punktów, rozkład stężeń jest „poszarpany”, wpływ emitorów liniowych na otoczenie wydaje się większy.



Rys. 3. Ilość punktów obliczeniowych dla różnych ustawień parametru odległości między punktami wyrażonego procentem; a – 0,5; b – 1,5; c – 5,0



Rys. 4. Rozkład stężeń średniorocznych dla różnych ustawień parametru odległości między punktami wyrażonego procentem; a – 0,5; b – 1,5; c – 5,0

3. Wnioski

Zastosowanie specjalistycznych narzędzi (np. WKE moduł Prognozy emisji) w sposób istotny usprawnia i przyspiesza prace w POP.

Rozkład receptorów w istotny sposób wpływa na obrazowanie wyników rozkładu stężeń i może też mieć znaczenie przy interpretacji wyników.

Zarówno ilość jak i sposób zagęszczania receptorów są ważne dla uzyskania dobrego zobrazowania wpływu emitorów liniowych na jakość powietrza. Znaczne zwiększenie ilości punktów obliczeniowych wzdłuż dróg powoduje uzyskanie w miarę równomiernego rozkładu stężeń, bez występowania charakterystycznych punktowych pików, obrazuje również większy wpływ emitorów liniowych na jakość powietrza.

Dobór parametrów funkcji Intelligent gridding ma również wpływ na obrazowanie wyników rozkładu stężeń substancji zanieczyszczających. Zmniejszenie ilości punktów w opcji Intelligent gridding może spowodować pewne przeszacowanie w określeniu wpływu emitorów liniowych na jakość powietrza.

Uzyskanie wiarygodnych wyników stężeń jest szczególnie ważne w aglomeracjach i miastach, gdzie udział źródeł komunikacyjnych w imisji jest znaczący.

Literatura

1. ATMOTERM S.A.: Program ochrony powietrza dla miasta Krakowa, Opole 2005.
2. ATMOTERM S.A.: Program ochrony powietrza dla miasta Poznania, Opole 2007.
3. ATMOTERM S.A.: Program ochrony powietrza dla miasta Kalisz, Opole 2007.
4. CERC ADMS-Urban User Guide, version 2,2, 2006.
5. Markiewicz A.: Podstawy modelowania rozprzestrzeniania się zanieczyszczeń w powietrzu atmosferycznym, OWPW, Warszawa, 2004.