

KONCEPCJA MODELOWANIA MATEMATYCZNEGO JAKOŚCI POWIETRZA W MAŁEJ SKALI, JAKO NARZĘDZIA LOKALNYCH SYSTEMÓW WSPOMAGANIA DECYZJI W ZAKRESIE DZIAŁAŃ ZWIĄZANYCH Z OGRANICZANIEM NISKIEJ EMISJI

Zadanie zrealizowane w ramach projektu badawczo-rozwojowego
„Zintegrowany system polityki i programów Ograniczenia Niskiej Emisji – ZONE”,
współfinansowanego ze środków NCBiR w ramach Strategicznego programu badań
naukowych i prac rozwojowych „Społeczny i gospodarczy rozwój Polski
w warunkach globalizujących się rynków” GOSPOSTRATEG

**Instytut Ochrony Środowiska – Państwowy Instytut
Badawczy**

Warszawa, lipiec 2019 r.

Spis treści:

1. Zastosowanie modelowania stanu jakości powietrza w ZONE	3
2. Wybór modelu obliczeniowego	3
3. Koncepcja wykorzystania modelowania jakości powietrza w ramach ZONE	7
3.1 Cele i założenia	7
3.2 Zakres danych do uruchomienia modelu	7
3.2.1 Parametry meteorologiczne	7
3.2.2 Parametry fizyczno-geograficzne	8
3.2.3 Baza emisyjna	8
3.3 Oczekiwane rezultaty	11
4. Zastosowanie modelowania jako narzędzia systemów wspomaganie podejmowania decyzji dotyczących ograniczania niskiej emisji	11
4.1 Założenia ogólne	11
4.2 Udziały źródeł w kształtowaniu jakości powietrza w gminie	11
4.3 Koncepcja budowy scenariuszy redukcji emisji	12
4.4 Oczekiwane rezultaty	14

1. Zastosowanie modelowania stanu jakości powietrza w ZONE

W ramach ZONE przewiduje się zastosowanie modelowania matematycznego stanu jakości powietrza z wykorzystaniem danych emisyjnych uzyskanych w ramach inwentaryzacji źródeł w gminach pilotażowych.

W celu wykonania zakresu prac konieczne jest:

1. Wybór modelu, którym wykonane zostaną obliczenia stanu jakości powietrza,
2. Opracowanie koncepcji i planu modelowania ze wskazaniem źródeł danych dla modelu
3. Opracowanie założeń wykorzystania modelowania jako narzędzia lokalnych systemów wspomagania decyzji w zakresie działań związanych z ograniczaniem niskiej emisji

2. Wybór modelu obliczeniowego

Dokonano wyboru modelu obliczeniowego, dla którego przygotowane zostaną zestawy danych wejściowych: meteorologicznych, fizyczno-geograficznych oraz emisyjnych.

Procedurę wyboru modelu oparto o szereg warunków, które model powinien spełnić w celu przydatności w projekcie, uwzględniając min. uwarunkowania geograficzne i emisyjne gmin pilotażowych ZONE, w szczególności:

- Model musi być dedykowany uruchamianiu w różnych skalach przestrzennych. W ramach projektu przewidywane jest generalnie modelowanie dyspersji na poziomie gminy tj. w skali lokalnej (do kilku km), z ewentualną domeną zewnętrzną uwzględniającą napływ spoza obszaru gminy (do kilkudziesięciu km). Rozdzielczość siatki receptorów również będzie zróżnicowana, przewiduje się od ok 20m do 100m w zależności od wielkości gminy i gęstości zabudowy,
- Model musi mieć możliwość uwzględniania konfiguracji terenu na kształtowanie pola stężeń. W ramach projektu objęte analizą będą gminy na obszarach nizinnych (jak: Karczew czy Opoczno) gdzie konfiguracja terenu nie gra większej roli, jak również gminy górskie, lokalizowane w dolinach i kotlinach, gdzie wpływ konfiguracji terenu jest jednym z kluczowych parametrów decydujących o rozprzestrzenianiu zanieczyszczeń (jak: Mszana Dolna, Ustroń, Nowy Targ),
- Model musi uwzględniać zmienne warunki meteorologiczne, słabe wiatry oraz cisze. Podejście do przygotowania danych meteorologicznych zależeć będzie w znacznej mierze od powierzchni analizowanych gmin i dostępności danych ze stacji meteorologicznych. Dla małych obszarów o nieskomplikowanej topografii terenu możliwe jest zastosowanie jednolitych warunków meteorologicznych, jednak podstawowy zakres przygotowania danych meteorologicznych obejmować powinien wykonanie dla domeny obliczeniowej 3-wymiarowego zróżnicowanego przestrzennie pola parametrów meteorologicznych, opartych o dane z kilku stacji synoptycznych. W przypadku braku danych, konieczne może być wykorzystanie danych meteorologicznych wygenerowanych przez modele progностyczne (np. WRF),
- Konieczność uwzględnienia różnych typów źródeł emisji. Modelowanie wykonane dla sektora komunalno-bytowego przewiduje konieczność zastosowania źródeł punktowych i/lub ich agregacji do źródeł powierzchniowych. Model musi też posiadać równoczesną możliwość wykonywania obliczeń dla źródeł punktowych, liniowych i powierzchniowych.
- Możliwość ujęcia napływów zanieczyszczeń spoza własnej domeny obliczeniowej. W związku z faktem, że modelowanie ograniczone jest do obszarów gmin niezbędne jest aby model posiadał możliwość określenia warunków brzegowych napływu zanieczyszczeń spoza obszaru domeny obliczeniowej.
- Konieczność uwzględnienia przemian chemicznych zanieczyszczeń w modelu. Planowana jest analiza wpływu emisji na jakość powietrza, w tym na stężenia pyłu drobnego PM2.5, który,

poza tym, że jest w części emitowany ze źródeł, to w większości powstaje jako zanieczyszczenie wtórne, w znacznej mierze generowane emisjami dwutlenku siarki i tlenkami azotu, pochodzącymi przede wszystkim ze spalania węgla.

- Szybkość obliczeń i prezentacji wyników. Czas obliczeń jest istotny ze względu na wielokrotne cykle obliczeniowe związane z przygotowaniem i testowaniem scenariuszy redukcji emisji. Przydatne jest również, aby model posiadał własne narzędzia przetwarzania danych i prezentacji wyników, na bazie np. prostego interfejsu lub łatwego eksportu do systemów GIS.
- Dostępna dokumentacja modelu i community support. Elementy wsparcia istotne w przypadku napotkania problemów metodycznych czy generowania błędów przez model w czasie obliczeń.
- Liczba wdrożeń w polityce do zarządzania jakością powietrza w skali lokalnej i regionalnej. Wskazane jest aby wybrany model był już testowany i wykorzystywany w podobnych pracach i wdrożeniach.

Mając na względzie powyższe wymagania, dokonano przeglądu dostępnych na świecie modeli, ze szczególnym uwzględnieniem ich wdrożeń na terenach zurbanizowanych i przydatności w planowaniu jakości powietrza.

Umownie, modele transportu zanieczyszczeń ze względu na sposób opisu rozprzestrzeniania zanieczyszczeń i warunki upraszczające, podzielić można na modele: eulerowskie, lagrangeowskie oraz gaussowskie modele (smugi i obłoku) traktowane jako specjalne uproszczenia metody Lagrange'a.

Poniższa tabela przedstawia wynik analizy porównawczej modeli. Ujęto tylko modele których kod źródłowy jest powszechnie dostępny (bezpłatny).

Tabela 1. Porównanie przydatności wybranych rodzajów modeli dla potrzeb zastosowania w ZONE

Wyszczególnienie	Gaussowskie modele smugi	Gaussowskie modele obłoku	Lagrangeowskie modele cząstek	Modele Eulerowskie
Przykładowy model	AERMOD	CALPUFF	AUSTAL	CAMx, CMAQ
Skala przestrzenna	lokalna, od m kilkunastu km	lokalna/regionalna, od m do 200-300km	lokalna/regionalna, od m do kilkudziesięciu km	regionalna/globalna setki km
Konfiguracja terenu	Tak ograniczona	Tak	Tak	Tak
Zmienne przestrzennie warunki meteorologiczne	Nie	Tak	Nie	Tak
Obliczenia dla cisz i słabych wiatrów	Tak (częściowo)	Tak	Tak	Tak
Typy źródeł emisji	punktowe, liniowe, powierzchniowe, objętościowe i ich warianty	punktowe, liniowe, powierzchniowe i objętościowe	punktowe, liniowe, powierzchniowe	powierzchniowe (grid)
Napływ zanieczyszczeń spoza domeny	Nie	Tak	Nie	Tak
Przemiany chemiczne aerozoli wtórnych PM _{2.5}	Nie	Tak	Tak	Tak
Zasoby obliczeniowe	Przeciętne. komputery klasy PC	Średnie. komputery klasy PC	Duże. Większe projekty mogą wymagać złożonych klastrów obliczeniowych	Bardzo duże. Wymagają złożonych klastrów obliczeniowych i własnego środowiska programistycznego

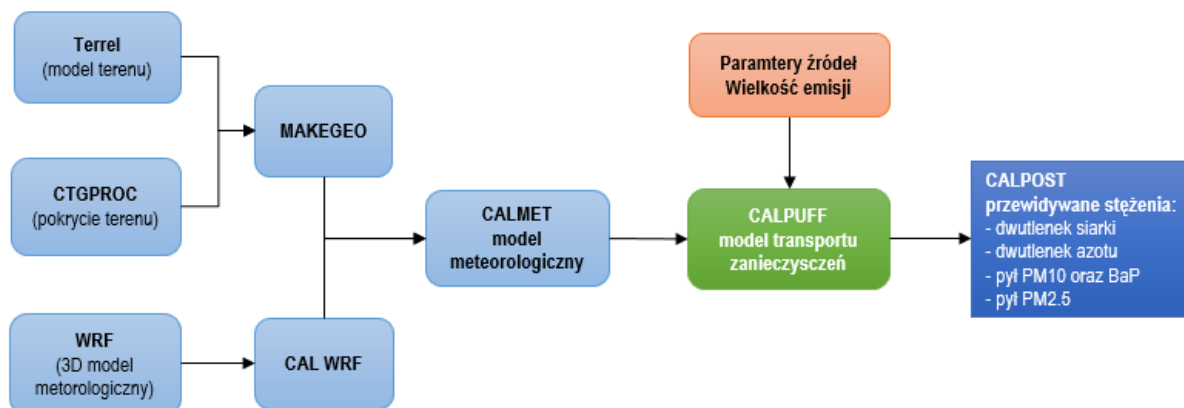
Wyszczególnienie	Gaussowskie modele smugi	Gaussowskie modele obłoku	Lagrangeowskie modele cząstek	Modele Eulerowskie
Powszechność stosowania	Powszechne. Duża liczba wdrożeń	Powszechne. Duża liczba wdrożeń	Ograniczone. Mała liczba wdrożeń	Powszechne. Stosowane tylko do dużych obszarowo projektów
Zalety	<ul style="list-style-type: none"> • dobra parametryzacja źródeł • szybki czas obliczeń • dokładność odwzorowania terenu i obiektów w skali lokalnej 	<ul style="list-style-type: none"> • różne typy źródeł • elastyczność przestrzenna • uwzględnia przemiany PM2.5 • szybki czas obliczeń • szeroka popularność 	<ul style="list-style-type: none"> • różne typy źródeł • elastyczność przestrzenna • bardzo dobrze opisują rozprzestrzenianie zanieczyszczeń • dobrze sprawdzają się w skomplikowanym terenie 	<ul style="list-style-type: none"> • najbardziej zaawansowane, • pełny cykl przemian chemicznych • rozbudowane warunki meteorologiczne
Wady	<ul style="list-style-type: none"> • jednolite warunki meteorologiczne • brak przemian wtórnych aerozoli PM2.5 • słabe wiatry traktowane w sposób uproszczony i brak obliczeń dla cisz 	<ul style="list-style-type: none"> • słabe wiatry i cisze traktowane w sposób uproszczony, co może prowadzić do przeszacowań stężeń 	<ul style="list-style-type: none"> • jednolite warunki meteorologiczne • duża zasadochłonność • brak wdrożeń potwierdzających przydatność dla celów ZONE 	<ul style="list-style-type: none"> • uproszczone źródła emisji, • brak możliwości uruchomienia dla małych obszarów i wysokich rozdzielczości • bardzo duża zasadochłonność

W wyniku analizy wybrano, opracowany w USA, gaussowski model obłoku **CALPUFF**, jako najlepiej spełniający wymagania projektu, który równocześnie znalazł już zastosowanie w podobnych pracach także w Polsce. Jak większość modeli nie jest pozbawiony wad, jednak w sposób zadawalający spełnia wymogi postawiona do zastosowania go w pracach ZONE.

Na system modelowania CALPUFF składa się pakiet modeli i procedur obliczeniowych, zarówno przygotowujących dane dla modelu (min. preprocesor meteorologiczny CALMET, procesor terenowy MAKEGEO), jak również moduły umożliwiające prace z wynikami modelowania i statystyczna obróbką wyników (CALPOST, POSTUTIL). Model umożliwia również wykorzystanie danych meteorologicznych pochodzących z modeli prognostycznych (np. MM5, WRF).

Sam model transportu zanieczyszczeń CALPUFF pozwala na wprowadzenie danych emisyjnych w postaci kombinacji źródeł punktowych, liniowych i powierzchniowych. Zastosowanie gaussowskiej metody obłoku (w praktyce lagrangeowskiej metody trajektorii), umożliwia ujęcie skreślenia wiatru w trakcie modelowania. Szerokie zastosowanie na świecie zawdzięcza również dużej elastyczności przestrzennej, można nim wykonywać projekty lokalne w skali kilku km, jak również modelowanie regionalne do odległości kilkuset km. Zaimplementowane mechanizmy przemian chemicznych (RIVAD, ISORROPIA) pozwalają na uzyskanie wyników dla zanieczyszczeń wtórnych już dla wysokich rozdzielczości siatek obliczeniowych.

Schemat ideowy modelu przedstawiono poniżej.



Rys. 1. Model CALMET/CALPUFF – schemat ideowy

3. Koncepcja wykorzystania modelowania jakości powietrza w ramach ZONE

3.1 Cele i założenia

Celem uruchomienia modelu transportu zanieczyszczeń w ramach ZONE jest uzyskanie wiedzy na temat stanu jakości powietrza dla gmin pilotażowych, umożliwiającym wykonanie następujących analiz:

1. Określenie stanu jakości powietrza w gminie w oparciu o dostępne, kompletne bazy danych o emisji (GIOŚ, Urzędy Marszałkowskie),
2. Wykonanie obliczeń wpływu emisji niskiej emisji, obliczonej jako wynik projektu ZONE, na stan jakości powietrza w gminach pilotażowych,
3. Porównanie obliczonego stanu jakości powietrza wg danych ZONE, z powszechnie dostępnymi danymi emisjami i wykonanie analiz w ujęciu uzyskanych różnic pomiędzy danymi uzyskanymi w ramach ZONE a obecnie stosowanymi danymi emisyjnymi na wyniki końcowe obliczeń,
4. Określenie, które ze źródeł/sektorów emisji mają największy wpływ na stan jakości powietrza i na tej podstawie wskazanie potencjału przyszłych redukcji emisji
5. Opracowanie – we współpracy z gminą – specyficznych scenariuszy redukcji emisji w celu potencjalnej poprawy jakości powietrza określone jako spadek wartości stężenia średniorocznego oraz ograniczenie narażenia zdrowia ludzi.

Modele transportu zanieczyszczeń pozwalają na przybliżenie stanu jakości powietrza w rejonach gdzie m.in. brak jest informacji o jakości powietrza ze stacji monitoringowych lub gdzie istniejące stacje charakteryzują się niewystarczającą reprezentatywnością przestrzenną, lub ich zastosowanie obwarowane jest wieloma zastrzeżeniami, a jakość wyników modelowania w największej mierze zależy od jakości danych wejściowych.

3.2 Zakres danych do uruchomienia modelu

System modelowania CALMET/CALPUFF dla poprawnego uruchomienia wymaga minimalnego zakresu parametryzacji w postaci:

- danych meteorologicznych ze stacji naziemnych oraz z profilowania pionowego atmosfery,
- parametrów fizyczno-geograficznych w postaci danych wysokościowych oraz klas zagospodarowania terenu, w celu wyznaczania parametrów warstwy granicznej atmosfery w interakcji w powierzchnią ziemi,
- danych o źródłach emisji i wielkości emisji.

3.2.1 Parametry meteorologiczne

Model CALMET/CALPUFF umożliwia wykorzystanie danych meteorologicznych wg następujących źródeł:

- dane z 1 stacji naziemnej i aerologicznej (dane jednolite dla całej domeny obliczeniowej). Jest to zakres minimum dla modelowania CALPUFFem i może mieć uzasadnienie dla bardzo małych obszarów, gdzie zmienność warunków meteorologicznych nie ma większego znaczenia (analizy w polu obliczeniowym od kilkuset metrów do 2-3 km),
- dane z wielu stacji meteorologicznych i aerologicznych zlokalizowanych w domenie obliczeniowej. W tym wypadku model CALMET generuje przestrzennie zróżnicowane warunki meteorologiczne dla całego obszaru obliczeniowego. Warunkiem niezbędnym do

zastosowanie tego rozwiązania jest istnienie wystarczającej liczby stacji naziemnych i stacji generujących profile pionowe atmosfery,

- dane z modeli prognostycznych (np. MM5, WRF). W tym wypadku, analogicznie jak przy modelowaniu z wykorzystaniem wyników ze stacji meteo, model CALMET generuje trójwymiarowe pole meteo na podstawie wyników dostarczonych przez modele. Rozwiązanie to jest powszechnie stosowane, gdy brak jest danych ze stacji synoptycznych.

W przypadku Polski liczba naziemnych stacji synoptycznych w przewidywanym obszarze obliczeniowym ZONE, jak również zakres danych niezbędnych do uruchomienia modelu jest wystarczająca, jednak problemem jest brak odpowiedniej liczby stacji aerologicznych, z których pozyskiwane są dane o profilu pionowym atmosfery. W Polsce znajdują się zaledwie 3 takie stacje.

W tym wypadku dla potrzeb modelowania przygotowane zostaną dane modelem prognostycznym WRF dla całej domeny obliczeniowej, w rozdzielczości ok 3-5 km.

Minimalny zakres parametrów meteorologicznych dla potrzeb przygotowania danych wejściowych do modelowania obejmuje:

- parametry z powierzchni ziemi: prędkość i kierunek wiatru, temperatura powietrza, zachmurzenie, wysokość podstawy chmur, ciśnienie atmosferyczne, wilgotność względna, wysokość opadu atmosferycznego,
- parametry z profilu pionowego atmosfery (sondaże aerologiczne): prędkość i kierunek wiatru, temperatura, ciśnienie atmosferyczne, wysokość pomiaru.

3.2.2 Parametry fizyczno-geograficzne

Warunki rozprzestrzeniania zanieczyszczeń w systemie modelowania CALMET/CALPUFF wymagają uwzględnienia wzajemnej interakcji powietrza warstwy granicznej atmosfery z powietrzną ziemi.

W tym celu w modelu ujmują się dodatkowe parametry powierzchni terenu jak: szorstkość, albedo oraz liczbę Bowena. Wartości te przypisuje się określonym rodzajom użytkowania terenu: zbiornikom wodnym, obszarom leśnym, uprawom, czy obszarom o zróżnicowanym stopniu zabudowy oraz jej wysokości. Klasy zagospodarowania terenu przypisane będą wg warstw przestrzennych Corine Land Cover 2016 (CLC2016).

Drugim elementem wykorzystywanych danych fizyczno-geograficznych jest ukształtowanie terenu. Wykorzystany zostanie cyfrowy model wysokościowy terenu (DEM), którego wysokości dla podstaw źródeł emisji jak i receptorów w siatce obliczeniowej, zostaną przypisane w określonej rozdzielczości dla modelu.

Przewiduje się wykorzystanie modeli o rozdzielczości od ok. 30m (np. ISOK, SRTM1) do 90-100m (EU-DEMv1.1., SRTM3), w zależności od rodzaju obliczeń i konfiguracji terenu.

Zakres podstawowych parametrów fizyczno-geograficznych obejmuje:

- wysokość terenu, kategorie użytkowania terenu, szorstkość, albedo, liczba Bowena, antropogeny strumień ciepła, wskaźnik pokrycia liściowego.

3.2.3 Baza emisyjna

Model skupiać będzie się na generowaniu staniu jakości powietrza w odniesieniu do pyłu zawieszonego emitowanego ze źródeł (pył pierwotny PM₁₀ i PM_{2.5}) oraz wtórnych aerozoli określonych jako PM_{2.5} (wtórny pył PM_{2.5}) powstający w wyniku przemian chemicznych głównych prekursorów, ujętych jako dodatkowe emisje tj. SO₂, NO_x, VOC oraz NH₃.

W modelu wykorzystane zostaną następujące rodzaje źródeł emisji:

- punktowe: źródła wysokie na terenie i poza terenem gminy z określoną wysokością, średnicą, prędkością wylotu gazów oraz wartością emisji,
- liniowe: źródła emisji z transportu samochodowego, zbudowane na podstawie sieci komunikacyjnej,
- powierzchniowe: źródła emisji niezorganizowanej (min. pola uprawne, emisje VOC z obszarów leśnych, niska emisja), w tym punktowej na małej wysokości i małej prędkości wylotu ze źródła.

Emisje z indywidualnego ogrzewania budynków mieszkalnych (niska emisja) w modelach transportu w skali krajowej i regionalnej (dla potrzeb Ocen rocznych lub Programów Ochrony Powietrza) traktowane są jako źródła powierzchniowe. Mała wysokość źródła, a przede wszystkim mała prędkość wylotu powodują, że rozprzestrzenianie emisji ograniczone jest w praktyce do miejsca jej uwolnienia.

W przypadku ZONE przewidywane jest modelowanie w skali lokalnej, przez co ze względu na dużą dokładność odwzorowania terenu oraz wypracowane ramach projektu dane o emisji może wystąpić zasadność przetestowania danych emisyjnych w formie źródeł punktowych. Ze względu na fakt, że w projekcie ZONE dostępne będą szczegółowe dane dotyczące indywidualnych źródeł grzewczych, po uruchomieniu modelu wykonana zostanie analiza porównawcza wyników obliczeń niskiej emisji wprowadzanych jako źródeł punktowych i powierzchniowych z uwzględnieniem różnych poziomów agregacji emisji.

W celu odtworzenia wyjściowego stanu jakości powietrza dla gminy zbudowana zostanie baza emisyjna uwzględniająca wszystkie sektory emisyjne, oparte o umowę klasyfikację SNAP (klasy 1-10).

Planuje się pozyskać bazy emisyjne pochodzące z:

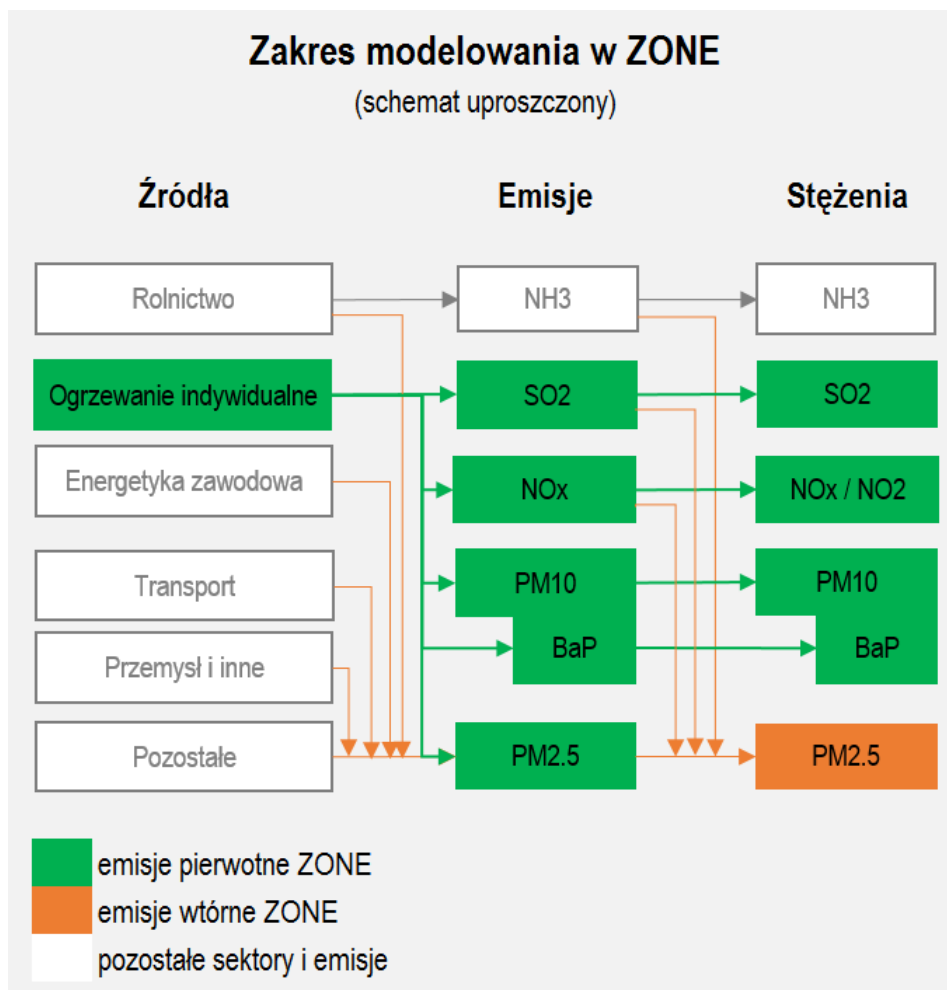
- EMEP – opracowane w ramach inwentaryzacji emisji w skali Europy dla potrzeb Konwencji o transgranicznym przemieszczaniu zanieczyszczeń powietrza na duże odległości (CRTAP). Dane te zostaną wykorzystane do oszacowania napływów spoza granic kraju (szczególnie istotne w Polsce południowej) i zastosowane w warunkach brzegowych jako tło pozakrajowe,
- GIOS – opracowane dla potrzeb rocznych i pięcioletnich ocen jakości powietrza, wykonane dla obszaru całego kraju, które wykorzystane zostaną do przygotowania napływów emisyjnych na teren gminy spoza jej obszaru tzw. tło regionalne
- Urzędów Marszałkowskich – opracowane na potrzeby wykonania Programów Ochrony Powietrza w wyższej rozdzielczości przestrzennej niż dla GIOS.
- inwentaryzacje gminne – uzupełnienie danych U.Marszałkowskich, w zależności od dostępności danych.

Wykonana zostanie kompilacja danych emisyjnych dla potrzeb modelu, min. agregacja niskich źródeł punktowych (gł. SNAP1 i SNAP3) do powierzchniowych. W dalszym etapie prac dane wypracowane w ramach ZONE zostaną wprowadzone do bazy emisyjnej i zastąpią istniejące dane.

Dalsze przetwarzania danych przestrzennych wynikać będą z przyjętej docelowo rozdzielczości siatki obliczeniowej, co określone zostanie po przeprowadzeniu testów z różnymi rozdzielczościami baz emisyjnej i receptorowej.

Przygotowanie danych o niskiej emisji nastąpi z wykorzystaniem gminnych informacji o zasięgu przestrzennym aktywnych sieci ciepłowniczych, w celu wykluczenia obszarów zasilania ciepłem systemowym. W przygotowaniu danych wykorzystane zostaną również gminne Plany Gospodarki Niskoemisyjnej, Projekty założeń do planu zaopatrzenia w ciepło, energię elektryczną i paliwa gazowe.

W ramach zadania wykonana również zostanie estymacja emisji całorocznych do 1-h na podstawie dostępnych danych o aktywnościach źródeł lub z zastosowaniem metod statystycznych. Działanie to umożliwi uzyskanie zmienności emisji w układzie sezonowym (wyodrębnienie sezonu grzewczego) oraz dobowym.



Rys. 2. Zakres modelowania emisji zanieczyszczeń w ZONE

3.3 Oczekiwane rezultaty

Wprowadzenie dla gmin pilotażowych systemów modelowania ma stworzyć podstawę systemów wspomagania podejmowania decyzji w oparciu o następujące użyteczności modeli:

1. Bazę emisyjną dla gminy, z możliwością jej edycji i zmian.
2. Określony stan wyjściowy jakości powietrza dla gminy, przedstawiony w plikach wynikowych i na mapach.
3. Analizy statystyczne oraz przekroczeń poziomów dopuszczalnych zanieczyszczeń określonych prawem polskim.

Na podstawie powyższego model będzie mógł być zastosowany jako narzędzia do wspomagania podejmowania decyzji dotyczących ograniczania niskiej emisji w gminie.

4. Zastosowanie modelowania jako narzędzia systemów wspomagania podejmowania decyzji dotyczących ograniczania niskiej emisji

4.1 Założenia ogólne

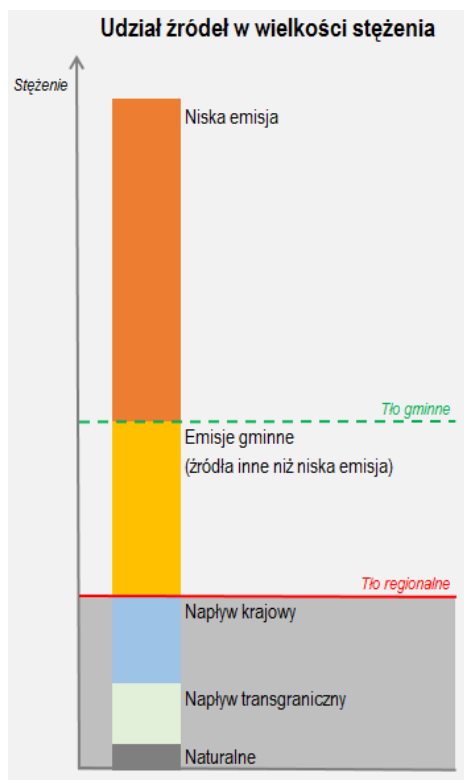
Dla potrzeb koncepcji zastosowania modelowania do wspomagania podejmowania decyzji i tworzenia lokalnych scenariuszy działań, uwzględnione zostały następujące elementy planowania redukcji emisji, specyficzne dla analizowanych gmin:

- cele i uwarunkowania poprawy jakości powietrza w strefie, w której zlokalizowana jest analizowana gmina, zapisane w programach ochrony powietrza (POP) i lokalnych programach ograniczenia niskiej emisji (PONE),
- wiedzę o udziałach poszczególnych sektorów emisji w strukturze zanieczyszczenia powietrza, w tym źródeł innych niż indywidualne źródła ciepła (np. rolnictwo lub transport drogowy)
- określenie potencjału redukcji emisji z indywidualnego ogrzewania – w oparciu o bilans paliwowy i stosowane technologie grzewcze,
- informacje o prowadzonych inwestycjach termomodernizacyjnych i wymianach źródeł ciepła

4.2 Udziały źródeł w kształtowaniu jakości powietrza w gminie

Jedną z podstawowych użyteczności modeli transportu zanieczyszczeń jest możliwość określenia, które źródła emisji i w jakim stopniu mają wpływ na jakość powietrza w określonym czasie i przestrzeni.

Przykładowa analizę udziału źródeł w wielkości stężenia zanieczyszczeń przedstawiono poniżej.



Rys. 3. Przykładowe określanie udziałów źródeł w wielkości stężenia.

Udziały te będą określane wg dwóch sposobów:

- **sektorów bazy emisyjnej dla gminy:** określa się, które źródła/sektory na terenie gminy mają największy wpływ na jakość powietrza. Może to być niska emisja, ale także transport lub produkcja przemysłowa, szczególnie gdy na terenie małej gminy znajduje się duży zakład przemysłowy
- **rozkładu przestrzennego emisji napływowej (tła):** określa się, w całkowitej wielkości stężenia, udział emisji napływowej na teren gminy, dla której nie ma możliwości redukcji. Emisja pochodzić będzie zarówno z obszaru kraju jak też z zagranicy.

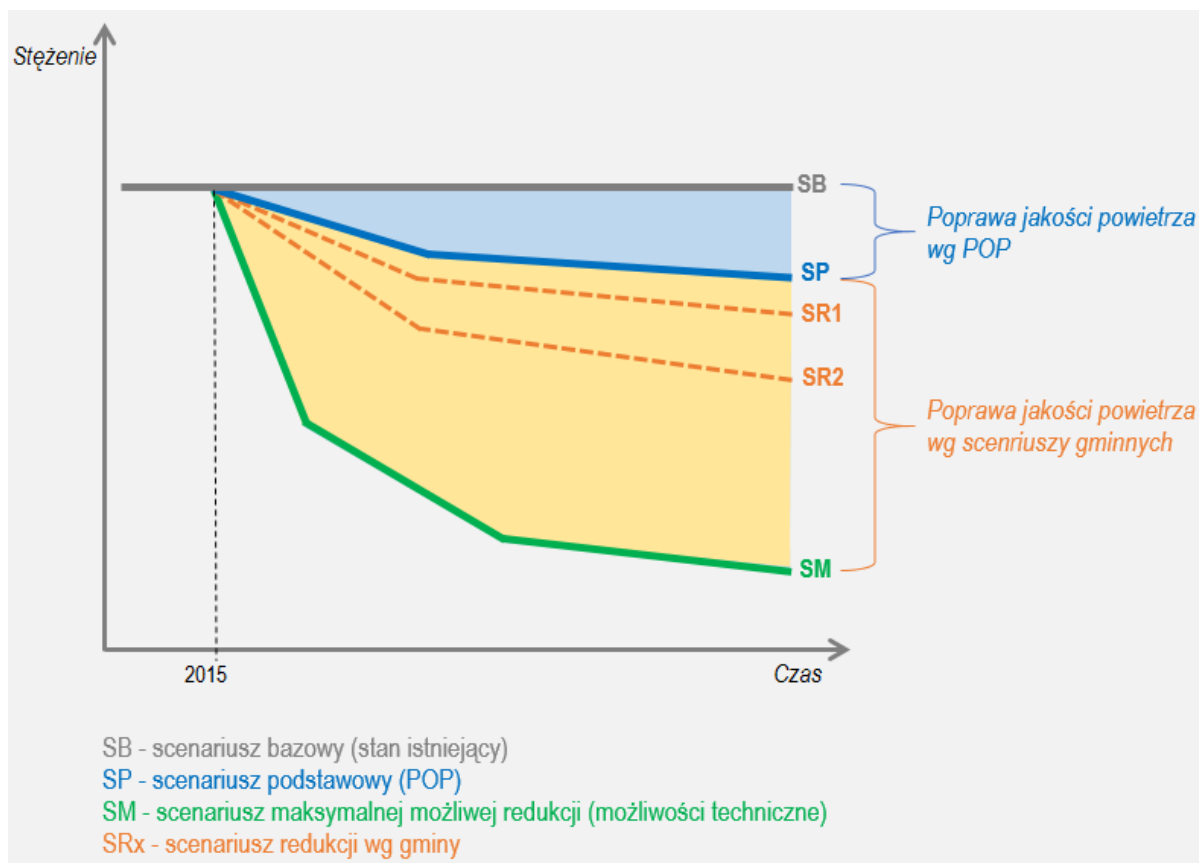
Scenariusze redukcji w ramach ZONE opracowywane będą tylko dla sektora niskiej emisji.

4.3 Koncepcja budowy scenariuszy redukcji emisji

Zastosowanie modeli transportu zanieczyszczeń, opartych bazy danych z wielkościami emisji umożliwiają obliczenia udziałów źródeł w wartości stężenia oraz planowanie działań zmierzających do poprawy jakości powietrza.

Jako podstawę odtworzenia stanu jakości powietrza na obszarze gmin pilotażowych przyjęto dane i meteorologiczne i emisyjne dla roku 2015, czyli najnowszych Planów Ochrony Powietrza. Punktem wyjścia będzie próba odtworzenia stanu jakości powietrza dla roku bazowego (2015), a następnie dla działań podjętych w POPach.

Opracowany będzie system scenariuszy redukcji emisji, którego założenia przedstawia poniższy rysunek.



Rys. 4. Zasady tworzenia scenariuszy redukcji emisji w ZONE

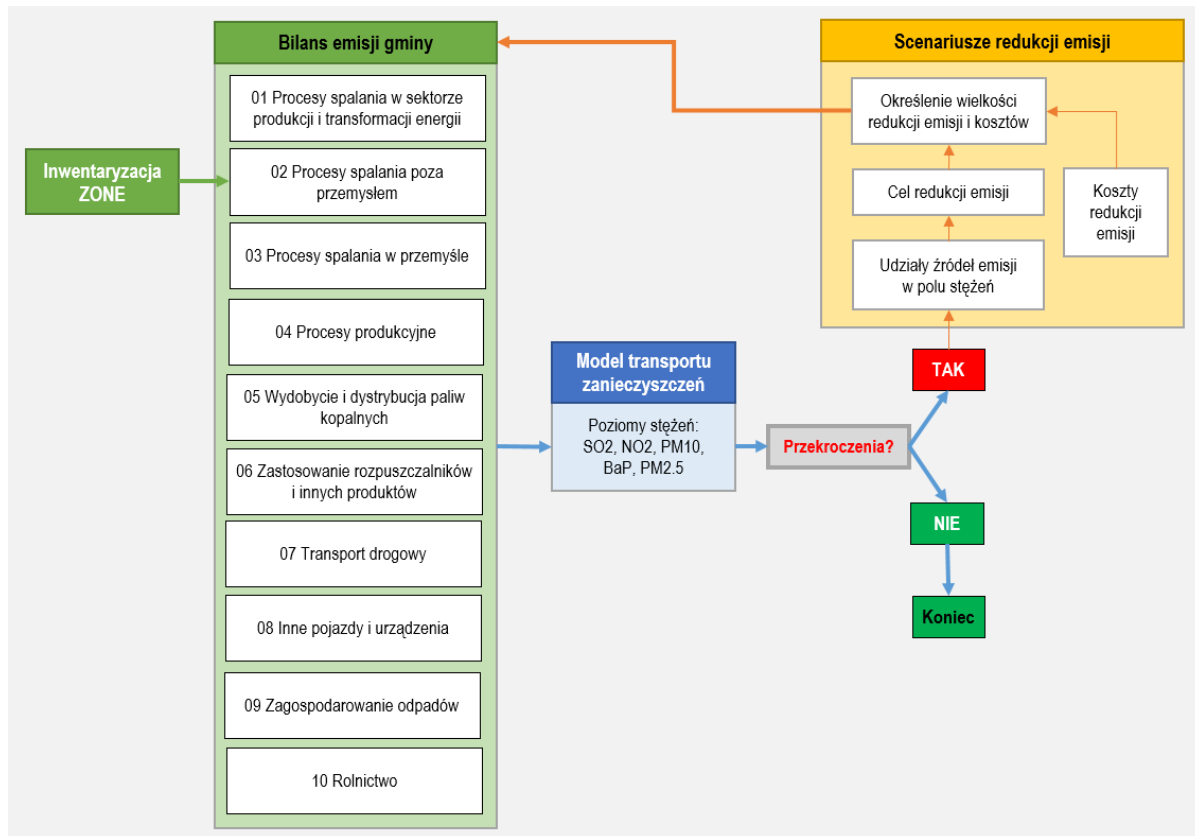
W ramach opracowywania zasad tworzenia lokalnych scenariuszy działań, opracowane zostaną następujące typy scenariuszy:

- **scenariusz bazowy (SB)** – scenariusz wyjściowy ustalający aktualny stan zanieczyszczenia powietrza przy obecnych wielkościach emisji (dla roku bazowego 2015),
- **scenariusz podstawowy (SP)** – szacujący wpływ działań w zakresie redukcji emisji zapisanych w zatwierdzonych programach ochrony powietrza i działaniach w ramach PONE do roku docelowego,
- **scenariusz maksymalnej redukcji (SM)** – zakładający maksymalną możliwą redukcję emisji, opartą, zgodnie z lokalnymi uwarunkowaniami: o całkowitą likwidację źródeł indywidualnych i podłączenie budynków do sieci ciepłowniczej, lub w przypadku braku takiej możliwości o wymianę wszystkich źródeł indywidualnych na źródła o najmniejszej możliwej emisji z wykorzystaniem OZE. Celem utworzenia scenariusza jest określenie jaka jest możliwa całkowita redukcja emisji i jaki będzie mieć wpływ na stan jakości powietrza.
- **scenariusze redukcji emisji (SR1, SR2, SR...)** – specyficzne dla analizowanych gmin – zakładające warianty redukcji emisji wynikające np. wymiany części lub wszystkich źródeł na kotły 5 klasy/ekodesignu, w całej gminie, na obszarach gdzie stwierdzono największe przekroczenia itd. Warunki redukcji emisji i oczekiwane rezultaty mieszczą się pomiędzy widełkami wyznaczonymi scenariuszami SP i SM i ujmują zakres dodatkowej redukcji emisji w stosunku do scenariusza SP. Planuje się wykonanie 2, a maksymalnie 3 scenariuszy dla każdej analizowanej gminy.

Procedura budowy scenariusza gminnego przedstawia się następująco:

1. Obliczenie udziału źródeł w wielkości stężenia.
2. Wskazanie sektorów gdzie potencjał redukcji jest największy.
3. Obliczenie wielkości redukcji i oszacowanie kosztów tej redukcji.
4. Uruchomienie modelu dla zredukowanych wielkości emisji i analiza wyników.

Schemat postępowania przedstawiono poniżej.



Rys. 5. Schemat procedury postępowania przy budowie scenariuszy redukcji emisji

W ramach postępów prac inwentaryzacyjnych w gminach, w bazie emisji do modelowania, stopniowo wielkości emisji z 2015 r. będą zastępowane emisjami obliczonymi na podstawie wyników inwentaryzacji indywidualnych źródeł ciepła.

Powyższa procedura pozwala na generowanie dowolnej liczby scenariuszy dla niskiej emisji w ramach ZONE w celu znalezienia rozwiązania optymalnego technicznie i kosztowo.

Scenariusze redukcji ograniczone zostaną wyłącznie do sektora niskiej emisji, czyli tam gdzie do obliczeń emisji dostępne będą dane o aktywności sektora (zapotrzebowanie ciepła, zużycie paliw).

4.4 Oczekiwane rezultaty

Opracowanie dla gmin pilotażowych systemów scenariuszy redukcji emisji na bazie modelu transportu zanieczyszczeń pozwoli na osiągnięcia podstawowych rezultatów zadania:

1. Określenie źródeł/sektorów emisji, które mają największy wpływ na stan jakości powietrza, co wskaże potencjał redukcji emisji,
2. Obliczenia wielkości emisji dla każdego ze scenariuszy wraz z oszacowaniem kosztów tej redukcji – we współpracy z zainteresowaną gminą

3. Określenie wpływu przyjętych scenariuszy na stan jakości powietrza na terenie gminy przedstawiony w plikach wynikowych i na mapach
4. Analizy porównawcze wyników modelowania scenariuszy oraz statystyczne opracowanie wyników ze wskazaniem optymalnych działań redukcji niskiej emisji na terenie gminy.