



MAŁOPOLSKA

**Szczegółowa metodyka
przeprowadzenia inwentaryzacji
emisji substancji dla obszaru
województwa małopolskiego oraz
zakres elektronicznej bazy danych.
Analiza stopnia wykorzystania
i potencjału odnawialnych źródeł
energii**



ATMOTERM S.A.
45-031 Opole, ul. Łangowskiego 4
tel. 77 44 26 666, fax 77 44 26 695

Opracowanie wykonano przez ATMOTERM S.A. na zlecenie Urzędu Marszałkowskiego Województwa Małopolskiego w ramach pracy pt. „**Wykonanie analizy z zakresu ochrony powietrza oraz odnawialnych źródeł energii na potrzebę opracowania nowego Programu ochrony powietrza dla województwa małopolskiego wraz z weryfikacją i aktualizacją narzędzi sprawozdawczości z realizacji programu**”
(umowa z dnia 4.11.2019)

Zespół autorski:

mgr inż. Aneta Lochno Kierownik projektu

mgr inż. Janusz Pietrusiak
mgr inż. Magdalena Załupka
mgr inż. Danuta Wunshik
mgr Wojciech Wahlig
mgr inż. Ireneusz Sobecki
mgr inż. Tomasz Przybyła



Spis treści

Spis treści.....	4
I. CEL I ZAKRES METODYKI	5
1. ŹRÓDŁA POZYSKIWANIA DANYCH WEJŚCIOWYCH.....	10
2. WSKAŹNIKI EMISJI WYKORZYSTANE W RAMACH INWENTARYZACJI.....	15
3. SZCZEGÓŁOWA METODYKA WYKONANIA INWENTARYZACJI ŹRÓDEŁ EMISJI	27
3.1. INWENTARYZACJA EMISJI PUNKTOWEJ	27
3.2. INWENTARYZACJA EMISJI POWIERZCHNIOWEJ	29
3.3. INWENTARYZACJA EMISJI LINIOWEJ	34
3.4. INWENTARYZACJA INNYCH ŹRÓDEŁ EMISJI.....	38
4. INWENTARYZACJA EMISJI I POCHŁANIANIA GAZÓW CIEPLARNIANAYCH	40
4.1. Energia.....	43
4.2. Procesy przemysłowe i użytkowanie produktów	45
4.3. Rolnictwo	46
4.4. Użytkowanie gruntów, zmiany użytkowania gruntów i leśnictwo	47
4.5. Odpady	48
5. ELEKTRONICZNA BAZA DANYCH I JEJ ZAWARTOŚĆ.....	49
5.1. STRUKTURA BAZY ORAZ JEJ ZAWARTOŚĆ	49
5.2. Struktura oraz zawartość bazy emisji liniowej	50
5.3. Struktura oraz zawartość bazy emisji powierzchniowej (komunalno-bytowej)	50
5.4. Struktura oraz zawartość bazy emisji z rolnictwa	51
5.5. Struktura oraz zawartość bazy emisji naturalnej	52
5.6. Struktura oraz zawartość bazy emisji niezorganizowanej	52
5.7. Struktura oraz zawartość bazy emisji punktowej.....	52
6. Eksport danych z inwentaryzacji do modelowania.....	53
7. OSZACOWANIE STOPNIA WYKORZYSTANIA, POTENCJAŁU ODNAWIALNYCH ŹRÓDEŁ ENERGII W WOJEWÓDZTWIE MAŁOPOLSKIM.....	56
Spis tabel.....	59

I. CEL I ZAKRES METODYKI

Celem niniejszego dokumentu jest przedstawienie szczegółowej metodyki przeprowadzenia inwentaryzacji źródeł emisji na obszarze województwa małopolskiego za rok 2018. Metodyka składa się z dwóch części określających szczegółowo:

1. Część 1 – Inwentaryzacja emisji

- a. sposób przeprowadzenia inwentaryzacji źródeł emisji punktowej, komunikacyjnej oraz powierzchniowej na terenie województwa małopolskiego
- b. sposób inwentaryzacji emisji gazów cieplarnianych
- c. zakres elektronicznej bazy danych o emisji

2. Część 2 – sposób oszacowania stopnia wykorzystania i potencjału odnawialnych źródeł energii dla województwa małopolskiego

Podstawą do opracowania obecnej metodyki inwentaryzacji emisji zanieczyszczeń było opracowanie „Metodyka przeprowadzenia inwentaryzacji emisji zanieczyszczeń dla obszaru województwa małopolskiego oraz zakresu elektronicznej bazy danych” przygotowane w ramach pracy nad obecnie obowiązującym Programem ochrony powietrza dla województwa małopolskiego .

Rokiem bazowym opracowania danych w ramach bazy emisji jest rok 2018, będący rokiem, dla którego opracowany zostanie nowy Program ochrony powietrza. W ramach obecnej metodyki zaproponowany został sposób aktualizacji danych za 2015 rok do roku bazowego 2018. Dodatkowo przeanalizowane zostało w ramach przedmiotowej metodyki wykorzystanie Centralnej Bazy Emisyjnej za rok 2018 przygotowanej przez Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami.

Metodyka inwentaryzacji i emisji zanieczyszczeń ma prezentować:

- a. źródła pozyskiwania danych o źródłach i wielkości emisji,
- b. wartości wskaźników emisji do wykorzystania w ramach inwentaryzacji oraz źródło ich pochodzenia,
- c. wskazanie powodów ewentualnych rozbieżności pomiędzy bilansem emisji wynikającym z przeprowadzonej przez Wykonawcę inwentaryzacji a bilansem przedstawionym w opracowaniu „*Roczna ocena jakości powietrza w województwie małopolskim. Raport wojewódzki za rok 2018*”, będącym podstawą wykonania programu ochrony powietrza,
- d. sposób oszacowania natężenia ruchu na drogach, dla których brak jest badań natężenia ruchu,
- e. sposób wyznaczenia struktury pojazdów oraz spełnianych przez nie norm emisji spalin,
- f. sposób wyznaczenia wielkości emisji gazów cieplarnianych,
- g. inne istotne elementy metodyki przygotowania inwentaryzacji emisji.

Metodyka oszacowania stopnia wykorzystania oraz potencjału odnawialnych źródeł energii obejmuje sposób:

- a.** oszacowania stopnia wykorzystania odnawialnych źródeł energii w województwie małopolskim, w tym:
 - źródła danych, które będą wykorzystane do oszacowania całkowitej liczby instalacji odnawialnych źródeł energii sumarycznie dla województwa małopolskiego oraz w podziale na gminy województwa małopolskiego,
 - sposób oszacowania liczby instalacji odnawialnych źródeł energii w podziale na typy instalacji oraz na gminy województwa małopolskiego,
 - sposób oszacowania całkowitej mocy zainstalowanej z OZE w podziale na typy instalacji oraz na gminy województwa małopolskiego,
 - inne istotne elementy metodyki.
- b.** oszacowania potencjału wykorzystania odnawialnych źródeł energii w województwie małopolskim, w tym:
 - sposób oszacowania całkowitej mocy możliwej do zainstalowania z odnawialnych źródeł energii w podziale na źródła, tj. energia słoneczna, energia wiatrowa, biomasa, biogaz, energia geotermalna (wysokotemperaturowa i niskotemperaturowa), energia wodna, itp. sumarycznie dla całego województwa małopolskiego,
 - źródła danych w zakresie potencjału wykorzystania poszczególnych źródeł związanego z położeniem geograficznym województwa małopolskiego,
 - wykaz proponowanych do wykorzystania opracowań,
 - wykaz i załączenie map potencjału odnawialnych źródeł energii (w przypadku ich wykorzystania),
 - inne istotne elementy metodyki.

Inwentaryzacja emisji przeprowadzona zgodnie z proponowaną metodyką zostanie wykorzystana w ramach aktualizacji Programu ochrony powietrza dla województwa małopolskiego.

Zakres metodyki obejmuje określenie sposobu inwentaryzacji źródeł:

- emisji punktowej podmiotów korzystających ze środowiska z terenu województwa małopolskiego,
- emisji powierzchniowej obejmującej sektor komunalno-bytowy, sektor usług i handlu oraz obiekty użyteczności publicznej,
- emisji komunikacyjnej uwzględniających drogi krajowe, wojewódzkie, powiatowe i gminne,
- emisji z innych źródeł powierzchniowych, do których należą:

- rolnictwo, a w szczególności obszary upraw, hodowla zwierząt oraz stosowanie nawozów i użycie maszyn rolniczych,
- emisja niezorganizowana z obszarów przemysłu wydobywczego oraz hałd, a także składowisk i lotnisk na terenie województwa,
- emisja naturalna z obszarów lasów.

Dodatkowo metodyka określa zawartość elektronicznej bazy danych o emisji z poszczególnych źródeł emisji z terenu województwa małopolskiego.

Inwentaryzacja emisji zanieczyszczeń obejmie następujące substancje:

- pył ogółem,
- pył PM₁₀,
- pył PM_{2,5},
- sumarycznie ujęte wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne (WWA),
- benzo(a)piren,
- dwutlenek azotu,
- sumarycznie ujęte tlenki azotu,
- dwutlenek siarki,
- dwutlenek węgla,
- tlenek węgla,
- sumarycznie ujęte niemietanowe lotne związki organiczne (NMLZO),
- metan,
- amoniak,
- benzen,
- arsen,
- kadm,
- rtęć.

Ponadto w inwentaryzacji zostaną ujęte gazy cieplarniane, takie jak:

- dwutlenek węgla z kategorią 4¹,
- dwutlenek węgla bez kategorii 4¹,
- metan z kategorią 4¹,
- metan bez kategorii 4¹,
- podtlenek azotu z kategorią 4¹,
- podtlenek azotu bez kategorii 4¹,
- HFC,
- PFC,
- SF₆,
- NF₃.

¹ Kategoria 4. *Użytkowanie gruntów, zmiany użytkowania gruntów i leśnictwo* (LULUCF) – zgodnie z wytycznymi dokumentu „2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories”

W ramach przedmiotowej metodyki przeanalizowane zostało również wykorzystanie Centralnej Bazy Emisyjnej za rok 2018 przygotowanej przez Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami, która posłużyła do przygotowania rocznej oceny jakości powietrza za rok 2018.

CZĘŚĆ 1

Inwentaryzacja emisji i zakres elektronicznej bazy danych o emisji

1. ŹRÓDŁA POZYSKIWANIA DANYCH WEJŚCIOWYCH

Dane wejściowe przewidziane do zastosowania w procesie opracowania inwentaryzacji emisji zanieczyszczeń dla województwa małopolskiego obejmują wiele źródeł o zróżnicowanej dokładności, które mają istotny wpływ na ostateczną dokładność wytworzonej informacji wyjściowej. Krótka charakterystyka oraz ocena dokładności każdego ze źródeł została przedstawiona poniżej.

Informacje przestrzenne i procesy geolokalizacyjne

Niezbędnym elementem przeprowadzenia inwentaryzacji emisji są informacje przestrzenne, zawierające się w warstwach systemu GIS. W celu wykonania geolokalizacji emisji, czyli umiejscowienia źródeł i emitorów w przestrzeni geograficznej, konieczne jest wykorzystanie następujących warstw wektorowych:

Tabela 1. Informacje przestrzenne do wykorzystania w modelu emisyjnym.

Lp.	Informacje przestrzenne	Źródło
1	Warstwa granic administracyjnych	Zbiór danych państwowego rejestru granic dostępny na stronie http://www.gugik.gov.pl/
2	Warstwa dróg krajowych i wojewódzkich oraz gminnych i powiatowych	opracowanie własne (selekcja obiektów, korekta i uzupełnienie) na podstawie danych © autorzy OpenStreetMap dostępnych do pobrania na stronie http://download.geofabrik.de/europe.html
3	Warstwa zabudowy	Warstwa Urzędu Marszałkowskiego regionalnego systemu Małopolskiej Infrastruktury Informacji Przestrzennej (MIIP)
4	Warstwa lasów	Opracowanie własne (kontrola i porównanie z innymi dostępnymi danymi, obliczenie powierzchni, przypisanie do jednostek administracyjnych) na podstawie bazy danych wektorowych Corine Land Cover 2018
5	Obszary wykorzystywane rolniczo	Opracowanie własne (kontrola i porównanie z innymi dostępnymi danymi, obliczenie powierzchni, przypisanie do jednostek administracyjnych) na podstawie bazy danych wektorowych Corine Land Cover 2018
6	Warstwa odkrywek, hałd i składowisk materiałów sypkich	Opracowanie na podstawie danych z Centralnej Bazy Emisji prowadzonej przez KOBIZE za rok 2018, po weryfikacji.
7	Granice emisyjnych obszarów bilansowych dla miast i aglomeracji oraz obszary pozostałej zabudowy mieszkaniowej	Opracowanie własne na podstawie inwentaryzacji obszarów metodą wywiadu bezpośredniego, na podstawie planów zaopatrzenia w ciepło, energię elektryczną i paliwa gazowe, map sieci ciepłowniczej, map sieci gazowej, na podstawie uchwał w sprawie podziału administracyjnego miast oraz z wykorzystaniem warstw granic administracyjnych, a także

Lp.	Informacje przestrzenne	Źródło
		zdjęć lotniczych i satelitarnych serwisu BING oraz geoportal.gov.pl
8	Warstwy siatek emisyjnych	Opracowanie własne na potrzeby niniejszego projektu w zadanej wymaganej rozdzielczości inwentaryzacji
9	Warstwy ulic dla miasta Krakowa	Dane z UM Kraków w odniesieniu do modelu ruchu opracowanego w ramach modelu VISUM

Na podstawie wyszczególnionych wyżej warstw wektorowych w systemie GIS przygotowany zostanie rozkład przestrzenny emisji dla wszystkich źródeł i emitorów. W ramach procesu geolokalizacyjnego zostaną utworzone warstwy, w których emisja zostanie przypisana do obiektów wektorowych, z przeznaczeniem do raportowania i modelowania rozprzestrzeniania zanieczyszczeń.

W zakresie danych przestrzennych zostaną wykorzystane warstwy wektorowe, zdjęcia satelitarne i lotnicze oraz dane rastrowe. Na dokładność uzyskanej w ten sposób informacji wpływają czas opracowania i precyzja wykorzystanych zasobów oraz rozdzielczość danych rastrowych. W odniesieniu do potrzeb niniejszego projektu można stwierdzić, że dokładność przyjętych danych przestrzennych jest wysoka i wystarczająca. Ich stopień aktualności jest najwyższy możliwy do pozyskania. Możliwe rozbieżności ze stanem rzeczywistym wynikają ze zmian czasowych (zmiany struktury zasiewów, zasięgu obszarów leśnych czy powstawanie nowych obiektów budowlanych) i są nieuniknione, jednak w skali niniejszego opracowania stanowią one znikome źródło błędów. Większy wpływ na dokładność prowadzonych obliczeń ma informacja atrybutowa warstwy wektorowej budynków pochodzącej z regionalnego systemu Małopolskiej Infrastruktury Informacji Przestrzennej (MIIP), w tym liczba kondygnacji oraz funkcja ogólna zawartych w tej warstwie obiektów.

Dane statystyczne

Na potrzeby budowy modelu emisyjnego wykorzystane zostaną dane z Banku Danych Lokalnych Głównego Urzędu Statystycznego dla roku bazowego – 2018 lub w przypadku braku danych dla 2018 roku, wykorzystane zostaną dane dla 2017 roku.

W ramach opracowania danych emisyjnych dla źródeł powierzchniowych wykorzystane zostaną także dane za rok 2018 obejmujące:

- liczbę ludności w podziale na jednostki administracyjne,
- dane o sieci gazowej, odbiorcach gazu oraz wielkości zużycia gazu w powiatach województwa,
- dane o zasobach mieszkaniowych oraz strukturze wiekowej budynków,
- dane o wielkości sprzedanej energii cieplnej w podziale na jednostki administracyjne.

W przypadku bazy danych o emisji komunikacyjnej wykorzystane zostaną jako dane posiłkowe informacje o strukturze wiekowej i paliwowej pojazdów. Na podstawie struktury wiekowej pojazdów zostanie określona odpowiednio struktura spełnianych przez nie norm emisji spalin.

W odniesieniu do rolnictwa, ze względu na brak rocznych danych statystycznych dotyczących powierzchni zasiewów i pogłowia zwierząt hodowlanych w rozbiu na gminy, wykorzystane zostaną dane z Powszechnego Spisu Rolnego przeprowadzonego w 2010 roku. Zawiera on szczegółowe dane spisane z natury w podziale na gminy. Te dane zostaną następnie uaktualnione dla roku 2018 w oparciu o dane GUS dla całego województwa, proporcjonalnie dla każdej gminy o współczynnik zmiany w stosunku do roku 2010. Dane dla poszczególnych gmin uaktualnione zostaną poprzez iloczyn danych ze spisu rolnego 2010 i wyliczonego współczynnika dla konkretnej danej statystycznej.

Dane statystyczne planowane do wykorzystania mogą być obarczone stopniem niepewności wynikającym z uśredniania dla określonych jednostek administracyjnych oraz w zależności od rodzaju danych, wynikającym ze sposobu zbierania informacji (ankietyzacja, spis). Są to jednocześnie dane bazujące na wielkościach i informacjach rzeczywistych, nie podlegających szacowaniu.

Dane z pomiarów ruchu pojazdów

Dla wyznaczenia wielkości emisji liniowej zostaną wykorzystane informacje pomiarowe o ruchu drogowym w Polsce zebrane w roku 2015. Generalny Pomiar Ruchu (GPR) został przeprowadzony na sieciach dróg krajowych oraz wojewódzkich. Analizowane dane obejmują lokalizację odcinków pomiarowych oraz Średni Dobowy Ruch Roczny (SDRR) z podziałem na kategorie pojazdów (motocykle, samochody osobowe, lekkie samochody ciężarowe (dostawcze), samochody ciężarowe bez przyczep, samochody ciężarowe z przyczepami/ naczepami, autobusy, ciągniki rolnicze). Szczegółowy opis metodyki pomiarów zawierają *„Wytyczne organizacji i przeprowadzenia Generalnego Pomiaru Ruchu w 2015 roku na drogach krajowych”* oraz *„Wytyczne Generalnego Pomiaru Ruchu na drogach wojewódzkich w 2015 roku”* dostępne na stronie Generalnej Dyrekcji Dróg Krajowych i Autostrad (<https://www.gddkia.gov.pl/pl/2551/GPR-2015>).

W analogiczny sposób zostaną wykorzystane badania natężenia ruchu na drogach miejskich w miastach województwa małopolskiego. W szczególności uwzględnione zostaną dane dla Krakowa i Krakowskiego Obszaru Metropolitalnego, dla których opracowywany był model ruchu w programie VISUM. Dane dla Krakowa i Krakowskiego Obszaru Metropolitalnego obejmują wszystkie ulice miasta w podziale na kategorie pojazdów w godzinach szczytu porannego oraz popołudniowego.

Podobnie jak dane GUS, dane z pomiarów ruchu opierają się na pomiarach rzeczywistych procesów. Dla pomiarów ciągłych i automatycznych są to dane dokładne obciążone jedynie błędem urządzeń pomiarowych. W przypadku odcinków pomiarowych poddawanych pomiarom nieciągłym, na dokładność pozyskanych danych wpływa także możliwy błąd ekstrapolacji czasowej oraz błąd ludzki. Szczegółową analizę w tym zakresie przedstawiają wymienione wyżej „Wytyczne GPR”.

Do analizy struktury pojazdów poruszających się po drogach województwa małopolskiego zostaną wykorzystane dane z bazy ewidencji pojazdów i kierowców CEPIK2.0 dla województwa małopolskiego. Na podstawie danych z CEPIK2.0 wyznaczony zostanie procentowy udział poszczególnych rodzajów pojazdów według normy Euro oraz rodzaju stosowanego paliwa. Ze względu na fakt, iż znaczna część danych w bazie CEPIK nie posiada przypisanej kategorii Euro, dokonana zostanie weryfikacja bazy. W tym celu wielkości pojazdów porównane zostaną z danymi dotyczącymi rodzajów pojazdów z GUS. Dla Krakowa źródłem danych o strukturze pojazdów będą rzeczywiste dane z Raportu Zdalnych Pomiarów Emisji Spalin wykonanych w 2019 r.

Bazy danych o emisjach ze źródeł punktowych

Dane wejściowe do określenia wielkości emisji punktowej zostaną pobrane z bazy prowadzonej przez KOBIZE za 2017 rok w ramach Centralnej Bazy Emisji oraz porównane zostaną z bazą prowadzoną przez Urząd Marszałkowski (dane z systemu SOZAT w zakresie opłat za korzystanie ze środowiska). Oba źródła danych będą podstawą opracowania inwentaryzacji emisji punktowej. Ze względu na dwa różne źródła danych nadrzędnym zostanie Centralna Baza Emisyjna prowadzona przez KOBIZE. W porównaniu wielkości emisji w obu bazach z całą pewnością mogą zdarzyć się informacje rozbieżne. Mimo, iż dane emisyjne pochodzą bezpośrednio od emitentów, ich stopień niepewności jest znaczny. Z tego też względu metodyka ich porównania zakłada kontrolę równoległą dla różnych źródeł danych (posiłkowo wykorzystane będą także bazy powstałe na potrzeby poprzednich Programów ochrony powietrza w przypadku znacznych rozbieżności danych, do ustalenia rzędu wielkości emisji).

W przypadkach wątpliwości odnośnie danych lub braku danych dotyczących parametrów emitorów czy emisji niezorganizowanej, zostaną wykorzystane udostępnione dane z pozwoleń zintegrowanych oraz pozwoleń na wprowadzanie gazów lub pyłów do powietrza.

Dane z inwentaryzacji bezpośredniej

Dla źródeł powierzchniowych, poza danymi statystycznymi oraz obliczeniami bazującymi na danych z opracowań dedykowanych i wskaźnikach, dla gmin województwa małopolskiego, które prowadzą inwentaryzację w ramach Systemu

SALPS, zostaną wykorzystane informacje dotyczące rodzaju stosowanych urządzeń spalania paliw, rodzaju stosowanych paliw oraz danych odnośnie obiektów uwzględnionych w bazie. Obiekty budowlane obejmują nie tylko budynki mieszkalne, ale również usługowe, użyteczności publicznej, handlowe oraz przemysłowe. Pozyskane dane pozwolą na weryfikację danych szacunkowych w zakresie struktury ogrzewania budynków, powierzchni ogrzewanej przez poszczególne media oraz liczby, rodzaju i wieku urządzeń na paliwo stałe. Kompletność danych oraz ich poprawność w ramach prowadzonych baz danych przez gminy będzie dodatkowo weryfikowana na etapie projektu.

Bazy te mają jednak znaczne braki w wypełnionych danych, dlatego pozostała część informacji będzie oszacowana na podstawie danych statystycznych. Natomiast informacje zebrane w ramach prowadzonej przez samorządy bazy danych będą nadrzędną wartością do wyliczenia i aktualizacji danych emisyjnych.

Inne dane

Opracowanie inwentaryzacji zostanie wykonane zgodnie z obowiązującymi przepisami i materiałami pomocniczymi, w szczególności:

- dyrektywą 2008/50/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 21 maja 2008 r. w sprawie jakości powietrza i czystszej powietrza dla Europy, wraz z aktami wykonawczymi i wytycznymi Komisji Europejskiej w zakresie sprawozdawczości z realizacji programu ochrony powietrza,
- opracowaniem „*EEA/EMEP Emission Inventory Guidebook*”,
- ustawą Prawo ochrony środowiska, z uwzględnieniem Ustawy z dnia 13 czerwca 2019 r. o zmianie ustawy – Prawo ochrony środowiska oraz ustawy o zarządzaniu kryzysowym (Dz. U. 2019 poz. 1211),
- Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 14 czerwca 2019 r. w sprawie programów ochrony powietrza oraz planów działań krótkoterminowych,
- opracowaniem Ministerstwa Środowiska i Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska pt. „*Wskazówki dla wojewódzkich inwentaryzacji emisji na potrzeby ocen bieżących i programów ochrony powietrza*”, Warszawa 2003,
- opracowaniem Ministerstwa Środowiska pt. „*Zasady sporządzania naprawczych programów ochrony powietrza w strefach*”, Warszawa, marzec 2003,
- opracowaniem Ministerstwa Środowiska pt. „*Aktualizacja zasad sporządzania naprawczych programów ochrony powietrza w strefach*”, Warszawa 2008,
- opracowaniem Ministerstwa Środowiska i Głównego Inspektora Ochrony Środowiska zawartych w opracowaniu pt. „*Wskazówki metodyczne dotyczące modelowania matematycznego w systemie zarządzania jakością powietrza*”. Warszawa 2003,

- opracowaniem „Wskazówki do odejmowania udziału źródeł naturalnych i posypywania dróg piaskiem i solą w ocenach jakości powietrza na podstawie wytycznych Komisji Europejskiej”, które zostało wykorzystane na potrzeby opracowania „Roczna ocena jakości powietrza w województwie małopolskim. Raport wojewódzki za rok 2018.”,
- innymi powszechnie dostępnymi dokumentami, metodykami, wytycznymi opracowanymi na zlecenie Ministerstwa Środowiska, Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska lub Generalnej Dyrekcji Ochrony Środowiska.

Inwentaryzacja gazów cieplarnianych będąca częścią zbudowanej bazy emisji będzie prowadzona w oparciu o dane Krajowego Ośrodka Bilansowania i Zarządzania Emisjami.

Źródła emisji zanieczyszczeń zostaną sklasyfikowane w oparciu o strukturę źródeł emisji określoną przez Europejską Agencję Środowiska, zgodnie z nomenklaturą SNAP. Struktura źródeł emisji określona jest w opracowaniu „EEA/EMEP Emission Inventory Guidebook”, w układzie klasyfikacji SNAP (Nomenklatura dla źródeł zanieczyszczenia powietrza).

2. WSKAŹNIKI EMISJI WYKORZYSTANE W RAMACH INWENTARYZACJI

Oszacowanie wielkości emisji w oparciu o dane rzeczywiste wymaga stosowania odpowiednich wskaźników emisji, które są charakterystyczne dla danego procesu. W ramach inwentaryzacji źródeł emisji w celu oszacowania wielkości emisji poszczególnych substancji przyjęto szereg założeń i danych wskaźnikowych. Dane te są oparte na literaturze oraz opracowaniach naukowych – w większości dedykowanych do wyznaczania emisji drogą inwentaryzacji. Ze względu na przyjęte założenia statystyczne występować może błąd wynikający z uogólnień analizowanych procesów i danych. Może on wpływać na rozbieżności względem lokalnie zachodzących emisji różnych substancji.

Biorąc pod uwagę uwarunkowania lokalne Małopolski oraz dostępne dane odnośnie procesów, zostanie przyjęty zestaw wskaźników emisji najbardziej odpowiadający warunkom analizowanych procesów, a także wytycznym w zakresie prowadzenia inwentaryzacji na potrzeby analizy jakości powietrza (ocena jakości powietrza, inwentaryzacje krajowe). W przypadku dotarcia do nowszych lub lepiej odzwierciedlających warunki lokalne wskaźników, których nie opisano w poniższej metodyce, zostanie rozważone i uzgodnione z Zamawiającym wprowadzenie odpowiednich zmian.

Źródła emisji powierzchniowej

W celu wybrania optymalnych dla skali województwa wskaźników do obliczeń emisji ze źródeł powierzchniowych przeanalizowano szereg pozycji literatury. Wzięto pod uwagę wskaźniki ujęte w opracowaniach przygotowanych na potrzeby inwentaryzacji w skali Europy i kraju:

- „Wskaźniki emisji zanieczyszczeń ze spalania paliw – kotły o nominalnej mocy cieplnej do 5 MW” – Instytut Ochrony Środowiska 2013 r.,
- „Wskazówki dla wojewódzkich inwentaryzacji emisji na potrzeby ocen bieżących i programów ochrony powietrza” – Ministerstwo Środowiska 2003 r.,
- „EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2019”.

Ze względu na opracowanie i budowę Centralnej Bazy Emisji na szczeblu krajowym na potrzebę opracowania rocznych ocen jakości powietrza, do przeprowadzenia inwentaryzacji proponuje się zastosowanie wskaźników emisji zanieczyszczeń powietrza ze źródeł spalania paliw w sektorze bytowo-komunalnym, przygotowanych na zlecenie Ministra Środowiska przez Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami, funkcjonujący w strukturach Instytutu Ochrony Środowiska – Państwowego Instytutu Badawczego (KOBiZE-PIB). Wskaźniki te zostały wykorzystane w Centralnej Bazie Emisyjnej.

W zależności od rodzajów źródeł (kotły, piece itp.) i ich podziału wg mocy określono wskaźniki emisji zanieczyszczeń powietrza ze spalania paliw w sektorze komunalno-bytowym dla wybranych zanieczyszczeń:

- pyłu całkowitego,
- pyłu PM₁₀,
- pyłu PM_{2,5},
- tlenku węgla (CO),
- tlenków azotu (NO_x/NO₂),
- tlenków siarki (SO_x/SO₂),
- niemetanowych lotnych związków organicznych (NMLZO),
- benzo(a)pirenu.

Wskaźniki emisji zostały podzielone ze względu na:

– kategorie paliw:

- paliwa gazowe (gaz ziemny, LPG, propan, biogaz),
- paliwa ciekłe (olej opałowy lekki, biodiesel, olej napędowy),
- paliwa stałe kopalne (z wyjątkiem węgla brunatnego i antracytu),
- paliwa stałe – antracyt, koks i półkoks,
- paliwa odnawialne – biomasa leśna,
- paliwa odnawialne – biomasa rolna,

- nominalne moce cieplne źródeł:
 - ✓ paliwa stałe kopalne:
 - źródła o nominalnej mocy cieplnej $\leq 0,5$ MW,
 - źródła o nominalnej mocy cieplnej $> 0,5$ MW i ≤ 1 MW,
 - źródła o nominalnej mocy cieplnej > 1 MW i ≤ 5 MW,
 - ✓ paliwa stałe (koks i półkoks, antracyt), biomasa leśna i rolna:
 - źródła o nominalnej mocy cieplnej $\leq 0,5$ MW,
 - źródła o nominalnej mocy cieplnej $> 0,5$ MW i ≤ 5 MW,
- rodzaj źródeł:
 - ✓ paliwa stałe:
 - ogrzewacze pomieszczeń,
 - kotły ręczne,
 - kotły automatyczne.
 - ✓ biomasa leśna:
 - ogrzewacze pomieszczeń,
 - piece peletowe,
 - kotły ręczne,
 - kotły automatyczne.
 - ✓ biomasa rolna.

Ze względu na brak w zestawie wskaźników wskazanych przez Ministerstwo Środowiska wszystkich substancji koniecznych do ujęcia w inwentaryzacji dla województwa małopolskiego, dla brakujących substancji przyjęte zostaną wskaźniki z Raportu technicznego EMEP/EEA Emission inventory guidebook 2019, według odpowiednich kategorii źródeł emisji.

Tabela 2. Wskaźniki emisji na podstawie Centralnej Bazy Emisji opracowane przez Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami – Paliwa stałe

Substancja	Węgiel kamienny [g/GJ]						
	Ogrzewacze pomieszczeń*	Kotły ręczne tradycyjne	Kotły ręczne zaawansowane	Kotły automatyczne	Ogrzewacze pomieszczeń spełniające wymogi Ekoprojektu	Kotły spełniające wymogi Ekoprojektu i klasy 5 wg PN-EN 303-5:2012	Źródła spalania o nominalnej mocy cieplnej > 0,5 MW i ≤ 1 MW
Pył ogółem TSP	600	350	150	90	31	22	80
Pył PM10	534	312	134	80	28	20	71
Pył PM2,5	414	242	104	62	22	16	55
CO	4500	2500	1500	400	1160	280	400
Tlenki azotu (NO _x /NO ₂)	100	160	170	220	170	190	200
Tlenki siarki (SO _x /SO ₂)	400	410	410	410	410	450	750
Niemetanowe lotne związki organiczne (NMLZO)	600	250	100	21	92	11	20
Benzo(a)piren	0,3	0,35	0,09	0,016	0,11	0,015	0,013

* piece, piecokuchnie, kominki, piece kaflowe

Tabela 3. Wskaźniki emisji na podstawie Centralnej Bazy Emisji opracowane przez Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami – Paliwa inne niż stałe.

Substancja	Jednostka	Biomasa leśna				Gaz ziemny	Olej opałowy	Biomasa rolna
		Ogrzewacze pomieszczeń*	Piece peletowe spełniające wymogi Ekoprojektu	Kotły ręczne o nominalnej mocy cieplnej $\leq 0,5$ MW	Kotły automatyczne o nominalnej mocy cieplnej $\leq 0,5$ MW			
Pył ogółem TSP	g/GJ	550	16	350	50	0,50	2	80
Pył PM10	g/GJ	522	15	333	48	0,50	2	76
Pył PM2,5	g/GJ	495	14	315	45	0,50	2	76
CO	g/GJ	4 000	274	3 000	350	30	30	500
Tlenki azotu (NO _x /NO ₂)	g/GJ	60	162	80	100	50	70	90
Tlenki siarki (SO _x /SO ₂)	g/GJ	15	11	15	15	0,4	80	20
Niemetanowe lotne związki organiczne (NMLZO)	g/GJ	500	420	350	30	1,9	0,69	20
Benzo(a)piren	g/GJ	0,2	0,018	0,13	0,015	8×10^{-7}	0,0001	0,015

* piece, piecokuchnie, kominki, piece kaflowe



Wartości wskaźników emisji proponowane do wykorzystania w ramach inwentaryzacji emisji powierzchniowej stanowią element arkuszy w elektronicznej bazie danych emisyjnych. Ze względu na niejednokrotnie brak danych o źródłach spalania, jakie występują na terenie województwa, częściowo przyjmowane będą wskaźniki uśrednione dla poszczególnych kategorii urządzeń. Dla urządzeń zasilanych paliwem węglowym przy braku danych zostaną przyjęte dwie kategorie urządzeń: kotły ręcznie zasilane tradycyjne oraz kotły spełniające wymogi Ekoprojektu i klasy 5 wg PN-EN 303-5:2012. Należy przyjąć, że są one uśrednione ze względu na parametry paliw, a także ze względu na stosowane urządzenia, które podzielono jedynie na rodzaj zasilania.

Dodatkowo do inwentaryzacji użyte zostaną wskaźniki emisji w podziale na wskazane urządzenia i paliwa dla gmin, gdzie intensywnie dokonywane są wymiany źródeł spalania paliw stałych w ostatnich trzech latach, aby uwzględnić zmiany w strukturze urządzeń na tych obszarach.

Pozostałe dane przyjęte na potrzeby określenia zapotrzebowania na ciepło do celów grzewczych oraz ciepłą wodę użytkową zostaną wskazane w rozdziale zawierającym szczegółowy opis bazy danych emisji powierzchniowej.

Tabela 4. Wartości wskaźników emisji dla różnych rodzajów paliw dla pozostałych substancji nie ujętych w Centralnej Bazie Emisji KOBIZE. (źródło danych: EMEP/EEA Raport techniczny 2019)

	Gaz ziemny	Węgiel kamienny - ogrzewacze pomieszczeń	Węgiel kamienny - ręczne zasilanie	Węgiel kamienny - automatyczne zasilanie	Drewno	Olej opałowy
NH ₃ [g/GJ]	0	5	0,3	0	70	0
BC [% z PM _{2,5}]	5,4	9,83	6,4	6,4	10	3,9
Pb [mg/GJ]	0,0015	100	200	100	27	0,012
Cd [mg/GJ]	0,00025	0,5	3	1	13	0,001
Hg** [mg/GJ]	0,1	3	6	5	0,56	0,12
As [mg/GJ]	0,12	1,5	5	1,5	0,19	0,002

** związki rtęci w odniesieniu do wskaźników emisji dotyczą rtęci w stanie gazowym

Źródła emisji z rolnictwa

Do obliczeń emisji ze źródeł rolniczych przyjęte zostaną wskaźniki emisji pochodzące ze źródeł:

- „The EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2019 – średnie dla terenu Europy, dla upraw rolnych, hodowli zwierząt oraz nawożenia upraw,
- „Wskazówki dla wojewódzkich inwentaryzacji emisji na potrzeby ocen bieżących i programów ochrony powietrza”, Warszawa 2003 r.

Tabela 5. Wskaźniki emisji ze źródeł rolniczych – uprawy rolne (źródło danych: EMEP/EEA 2019)

źródło emisji	PM10	PM2,5	jednostka
pola uprawne - uprawa gruntów	0,25	0,015	[kg/ha×rok]
pola uprawne - żniwa:	0,4725	0,019	[kg/ha×rok]
pszenica	2,7	0,020	[kg/ha×rok]
jęczmień	3,4	0,025	[kg/ha×rok]
owies	2,3	0,016	[kg/ha×rok]
żyto	2,0	0,015	[kg/ha×rok]
trawa	0,25	0,010	[kg/ha×rok]
suszenie zbóż:	0,505	0,1515	[kg/ha×rok]
pszenica	0,56	0,168	[kg/ha×rok]
jęczmień	0,43	0,129	[kg/ha×rok]
owies	0,66	0,198	[kg/ha×rok]
żyto	0,37	0,111	[kg/ha×rok]

Tabela 6. Wskaźniki emisji ze źródeł rolniczych – hodowla zwierząt (źródło danych: EMEP/EEA 2019)

hodowla	pył ogółem	PM10	PM2,5	NO jako NO ₂	NMLZO	NH ₃	jednostka
hodowla bydła	0,77	0,35	0,23	0,010	10,7695	26,4	[kg/zwierzę×rok]
hodowla owiec	0,14	0,06	0,02	0,012	0,224	1,4	[kg/zwierzę×rok]
hodowla kóz	0,14	0,06	0,02	0,012	0,583	1,4	[kg/zwierzę×rok]
hodowla koni	0,48	0,22	0,14	0,25	6,028	15,8	[kg/zwierzę×rok]
hodowla trzody chlewnej	0,65	0,12	0,006	0,002	1,1275	6,5	[kg/zwierzę×rok]
hodowla kur	0,19	0,04	0,003	0,014	0,165	0,31	[kg/zwierzę×rok]
hodowla brojlerów	0,04	0,02	0,002	0,027	0,108	0,17	[kg/zwierzę×rok]
hodowla gęsi	0,24	0,24	0,03	0,005	0,489	0,35	[kg/zwierzę×rok]
hodowla kaczek	0,14	0,14	0,02	0,022	0,489	0,65	[kg/zwierzę×rok]
hodowla indyków	0,11	0,11	0,02	0,027	0,489	0,90	[kg/zwierzę×rok]
hodowla drobiu średnio	0,228	0,111	0,013	0,025	0,348	0,60	[kg/zwierzę×rok]

Wskaźniki emisji metanu z hodowli będą uwzględniały materiały wykorzystywane przez KOBIZE. Odniesienie do tych wskaźników znajduje się w tabeli 20.

Tabela 7. Wskaźniki emisji ze źródeł rolniczych – rolne zastosowanie nawozów sztucznych (źródło danych: EMEP/EEA 2019)

Nawożenie:	TSP	PM10	PM2,5	NO ₂	NMLZO	NH ₃	jednostka
emisja z nawożenia upraw	1,56	1,56	0,06		0,86		[kg/ha×rok]
				0,04		0,05	[kg/kg(nawozu)×rok]

* Wskaźniki dla pyłów dotyczą wszystkich nawozów, pozostałe - nawozów azotowych

Wskaźniki emisji dla maszyn roboczych użytkowanych w pracach rolnych oparte zostaną o założenia dotyczące pracy maszyn. Zakłada się:

- średnie zużycie paliwa przez maszyny rolnicze – 20 dm³/ha,
- ilość prac polnych z użyciem kombajnu lub ciągnika w ciągu roku – 5 razy w ciągu roku dla 1 ha;
- gęstość oleju napędowego - 0,83 kg/dm³.

Tabela 8. Wskaźniki emisji ze źródeł rolniczych – maszyny rolne (źródło danych: EMEP/EEA 2019)

	BC (sadza)	pył ogółem	PM10	PM2,5	NOx	NMLZO	NH ₃	SO ₂	CO	CO ₂	CH ₄	jednostka
maszyny rolnicze	1,1	1,91	1,91	1,91	34,4	10	0,008	0,1	11,469	3160	0,087	[g/kg paliwa]

Źródła emisji komunikacyjnej

Zgodnie z informacją zawartą w rozdziale drugim, podstawowym źródłem danych o natężeniu ruchu planowanym do wykorzystania w ramach inwentaryzacji są pomiary (Generalny Pomiar Ruchu 2015 oraz dostępne pomiary dla dróg miejskich). Dla dróg powiatowych i gminnych, dla których nie są prowadzone pomiary natężenia ruchu, algorytm szacowania natężeń obejmuje wyznaczenie średniego natężenia na drogach wojewódzkich (z zachowaniem struktury pojazdów) znajdujących się na terenie danego powiatu oraz zmniejszenie obliczonego natężenia za pomocą współczynników przelicznikowych w zależności od kategorii i funkcji drogi powiatowej lub gminnej. Dla dróg o niższej kategorii eliminowany jest także ruch samochodów ciężarowych i autobusów.

Do wyznaczania wielkości emisji komunikacyjnej, zgodnie ze specyfikacją zamówienia, zastosowana zostanie metoda wyliczania emisji zgodnie z modelem COPERT IV. Model ten zawiera liczne algorytmy przeliczeniowe oraz wskaźnikowe uwzględniające zróżnicowanie regionalne. W oszacowaniu emisji komunikacyjnej nie zostanie w pełni wykorzystana metoda z modelu COPERT IV ze względu na brak dostępnych danych wejściowych koniecznych do wyliczenia emisji, a także ze względu na ograniczenia modelu i rozległość danych dla województwa. Dlatego też w oparciu o dostępne dane o strukturze pojazdów zostaną wykorzystane wskaźniki emisji z Tier 2 według EMEP air pollutant emission inventory guidebook 2019, które to są uproszczoną wersją wskaźników stosowanych w modelu COPERT IV. Metoda wyliczenia emisji pozostanie bez zmian, jedynie z uproszczeniami wynikającymi ze złożoności danych, które należałoby przyjąć do modelu COPERT IV. Przyjęcie zbyt wielu niewiadomych i założeń w modelu spowodowałoby wzrost poziomu niepewności prowadzonych obliczeń.

W przypadku przyjęcia proponowanej metody, w inwentaryzacji założone zostaną prędkości ze względu na rodzaj drogi:

- średnia prędkość dla dróg krajowych i wojewódzkich - 70 km/h,
- średnia prędkość dla autostrad - 110 km/h dla samochodów osobowych i dostawczych,
- średnia prędkość dla dróg powiatowych i gminnych poza miastami - 60 km/h,
- średnia prędkość dla dróg powiatowych i gminnych w miastach - 40 km/h.

Tabela 9. Wskaźniki emisji ze źródeł liniowych – emisja spalinowa (źródło danych: EMEP 2019)

Rodzaj transportu		CO	NMLZO	NOx	N ₂ O	NH ₃	Pb	TSP=PM 10=PM2, 5	B(a)P
		g/pojazd*km							
samochody osobowe									
Benzyna (średnie)	PRE ECE	37,3	2,8	2,53	0,01	0,0020	1,82E-05	0,0023	4,80E-07
	Euro 1	3,92	0,530	0,485	0,01	0,0922	1,82E-05	0,0023	3,20E-07
	Euro2	2,04	0,251	0,255	0,006	0,1042	1,82E-05	0,0023	3,20E-07
	Euro 3	1,82	0,119	0,097	0,002	0,0342	1,82E-05	0,0011	3,20E-07
	Euro 4	0,62	0,065	0,061	0,002	0,0342	1,82E-05	0,0011	3,20E-07
	Euro 5	0,62	0,065	0,061	0,0013	0,0123	1,82E-05	0,0014	3,20E-07
	Euro 6	0,62	0,065	0,061	0,0013	0,0123	1,82E-05	0,0014	3,20E-07
Diesel (średnie)	PRE ECE	0,688	0,159	0,546	0,00	0,0010	1,82E-05	0,2209	1,74E-06
	Euro 1	0,414	0,047	0,690	0,003	0,001	1,82E-05	0,0824	1,74E-06
	Euro2	0,296	0,035	0,716	0,005	0,001	1,82E-05	0,0548	1,74E-06
	Euro 3	0,089	0,02	0,773	0,007	0,001	1,82E-05	0,0381	1,74E-06
	Euro 4	0,092	0,014	0,58	0,01	0,001	1,82E-05	0,0314	1,74E-06
	Euro 5	0,040	0,0080	0,55	0,004	0,0019	1,82E-05	0,0021	1,74E-06
	Euro 6	0,049	0,0080	0,35	0,004	0,0019	1,82E-05	0,0015	1,74E-06
hybrydy	Euro 4 lub więcej	0,043	0,001	0,013	0.0002	0.0327	1.82E-05	b.d.	3.20E-07
samochody dostawcze									
Benzyna	PRE ECE	25,5	3,44	3,09	0,01	2,82E-06	2,82E-06	0,0023	4,80E-07
	Euro 1	8,82	0,614	0,563	0,025	0,0758	3,31E-06	0,0023	3,20E-07
	Euro2	5,89	0,304	0,230	0,025	0,0910	3,31E-06	0,0023	3,20E-07
	Euro 3	5,05	0,189	0,129	0,028	0,0302	3,31E-06	0,0011	3,20E-07
	Euro 4	2,01	0,128	0,064	0,013	0,0302	3,31E-06	0,0011	3,20E-07
	Euro 5	1,30	0,096	0,064	0,0013	0,0123	3,31E-06	0,0014	3,20E-07
	Euro 6	1,3	0,096	0,064	0,0013	0,0123	3,31E-06	0,0012	3,20E-07

Rodzaj transportu		CO	NMLZO	NOx	N ₂ O	NH ₃	Pb	TSP=PM 10=PM _{2,5}	B(a)P
		g/pojazd*km							
diesel	PRE ECE	1,34	0,133	1,66	0,0012	0,0012	4,65E-06	0,356	2,85E-06
	Euro 1	0,577	0,141	1,22	0,003	0,0012	4,17E-06	0,117	6,30E-07
	Euro2	0,577	0,149	1,22	0,003	0,0012	4,17E-06	0,117	6,30E-07
	Euro 3	0,473	0,094	1,03	0,009	0,0012	4,17E-06	0,0783	6,30E-07
	Euro 4	0,375	0,035	0,831	0,009	0,0012	4,17E-06	0,0409	6,30E-07
	Euro 5	0,075	0,035	1,15	0,004	0,0019	4,17E-06	0,0010	6,30E-07
	Euro 6	0,075	0,035	1,15	0,004	0,0019	4,17E-06	0,0009	6,30E-07
Samochody ciężarowe									
Diesel 7.5 – 16 t	PRE ECE	2,13	0,776	8,92	0,029	0,0029	9,48E-06	0,3344	9,00E-07
	Euro 1	1,02	0,326	5,31	0,008	0,0029	8,36E-06	0,201	9,00E-07
	Euro2	0,902	0,207	5,50	0,008	0,0029	8,05E-06	0,104	9,00E-07
	Euro 3	0,972	0,189	4,30	0,004	0,0029	8,36E-06	0,0881	9,00E-07
	Euro 4	0,071	0,008	2,65	0,012	0,0029	7,85E-06	0,0161	9,00E-07
	Euro 5	0,071	0,008	1,51	0,034	0,011	7,85E-06	0,0161	9,00E-07
	Euro 6	0,071	0,008	0,291	0,033	0,009	7,85E-06	0,0008	9,00E-07
Autobusy									
Miejskie CNG	Euro 1	8,400	0,371	16,500	brak	brak	2,89E05	0,0200	brak
	Euro 2	2,700	0,313	15,000	brak	brak	2,68E05	0,0100	Brak
	Euro 3	1,000	0,052	10,000	brak	brak	2,37E05	0,0100	brak
	EEV	1,0	0,045	2,5	brak	brak	2,37E05	0,0050	brak
Autobusy miejskie typowe	PRE ECE	5,710	1,990	16,500	0,029	0,002 9	1,90E05	0,9090	brak
	Euro 1	2,710	0,706	10,100	0,012	0,002 9	1,61E05	0,4790	brak
	Euro 2	2,440	0,463	10,7	0,12	0,0029	1,61E05	0,2200	brak
	Euro 3	2,670	0,409	9,380	0,001	0,002 9	1,62E05	0,2020	brak

Rodzaj transportu		CO	NMLZO	NO _x	N ₂ O	NH ₃	Pb	TSP=PM 10=PM2, 5	B(a)P
		g/pojazd*km							
	Euro 4	0,223	0,022	5,420	0,012	0,002 9	1,54E05	0,0462	brak
	Euro 5	0,223	0,022	3,090	0,032	0,011	1,54E05	0,0462	brak
	Euro 6	0,223	0,220	0,597	0,040	0,009	1,54E05	0,0023	brak

Proponuje się metodykę obliczania emisji pozaspalinowej (emisję ze ścierania hamulców i opon) oprzeć na wytycznych *EMEP/EEA emission inventory guidebook 2019 – tier 1 według tabeli 3-1 (1.A.3.b.vi Road transport: Automobile tyre and brake wear oraz 1.A.3.b.vii Road transport: Automobile road abrasion)*.

Wielkość resuspensji pyłów może zostać określona na podstawie wytycznych dla dróg utwardzonych zgodnie z United States Environmental Protection Agency: AP42, Fifth Edition, Volume 1, Chapter 13.2.1, Paved Roads (źródło: <http://www.epa.gov/ttnchie1/ap42/>). Opracowanie to prezentuje następujące współczynniki i założenia. Wskaźnik emisji wynikający z poruszania się pojazdów po drogach utwardzonych uwzględniający lokalne warunki meteorologiczne wylicza się na podstawie wzoru:

$$WE_{ext} = (k \cdot (L)^{0,91} \cdot (W)^{1,02}) \cdot (1 - P/4N)$$

gdzie:

- k – mnożnik wielkości cząstek zależny od frakcji emitowanego pyłu [g/km/poj.]
- L – masa cząstek zdeponowanych na powierzchni drogi [g/m²], mieści się w granicach 0,02 do 400 g/m², przyjęto wartość 102 g/m²
- W – średnia waga pojazdów poruszających się po drodze [Mg]
- P – liczba dni z opadami atmosferycznymi większymi niż 0,254 mm w analizowanym okresie dla roku 2018 – 150 dni dla województwa małopolskiego (średnia dla okresu 2015-2018)
- N – liczba dni w analizowanym okresie (N = 365 dla roku)

Wartość mnożnika k dla pyłu TSP, PM10 i PM2,5 została określona odpowiednio jako: 3,23; 0,62; 0,15. Średnią wagę pojazdów na drogach przyjęto na poziomie 7 Mg.

Wskaźniki emisji pozaspalinowej z transportu oraz resuspensji pyłów z unoszenia przedstawiono w kolejnej tabeli.

Tabela 10. Wskaźniki emisji pozaspalinowej z transportu²

² 1.A.3.b.vi Road transport: Automobile tyre and brake wear oraz 1.A.3.b.vii Road transport: Automobile road abrasion

Rodzaj emisji	TSP [g/pojazd*km]	PM10 [g/pojazd*km]	PM2,5 [g/pojazd*km]
emisja ze ścierania hamulców i opon - pojazdy osobowe	0,0182	0,0138	0,0074
emisja ze ścierania hamulców i opon - pojazdy dostawcze	0,0286	0,0216	0,0117
emisja ze ścierania hamulców i opon - pojazdy ciężarowe	0,0777	0,059	0,0316
emisja ze ścierania hamulców i opon - autobusy	0,1318	0,095	0,054
emisja ze ścierania jezdni - pojazdy osobowe	0,0203	0,0101	0,0055
emisja ze ścierania jezdni - pojazdy dostawcze	0,0203	0,0101	0,0055
emisja ze ścierania jezdni - pojazdy ciężarowe/autobusy	0,1026	0,0513	0,0277
wielkość resuspensji pyłów	0,7507	0,14409	0,0348

Źródła emisji niezorganizowanej i naturalnej

W kolejnych tabelach zestawiono proponowane wskaźniki emisji dla pozostałych źródeł emisji – emisji niezorganizowanej oraz naturalnej.

Tabela 11. Wskaźniki emisji ze źródeł niezorganizowanych (źródło: Maricopa Air Quality Department – Emissions Inventory Help Sheet 2012)

Źródło emisji	PM10	PM2,5
Żwirownie i piaskownie	706 kg/ha powierzchni / rok	169,4 kg/ha powierzchni / rok
Kopalnie odkrywkowe	706 kg/ha powierzchni / rok	169,4 kg/ha powierzchni / rok
Hałdy węgla oraz otwarte składowiska materiałów sypkich	706 kg/ha zwału / rok	169,4 kg/ha zwału / rok

Tabela 12. Wskaźniki emisji ze źródeł naturalnych (źródło: Wskazówki dla wojewódzkich inwentaryzacji emisji na potrzeby ocen bieżących i program ochrony powietrza – Ministerstwo Środowiska 2003)

Rodzaj lasu	NMLZO [kg/(ha x rok)]	NH ₃ [kg/(ha x rok)]
Lasy liściaste	10	3,6
Lasy iglaste	40	3,6
Lasy mieszane	25*	3,6

* średnia dla lasu liściastego i iglastego

Profile specjacyjne do modelowania dla NMLZO zawierają ponadto podział odnośnie izoprenu i monoterpeny z obszarów leśnych.

Emisja niezorganizowana z lotniska w Balicach według opracowania „Wskazówki dla wojewódzkich inwentaryzacji źródeł emisji na potrzeby ocen bieżących i programów ochrony powietrza” może być oszacowana na podstawie danych statystycznych na temat liczby cykli start-ładowanie oraz ilości paliw zużytych w ramach obsługi naziemnej ruchu lotniczego z zastosowaniem wzorów:

dla NO, CO, pyłu całkowitego:

$$E = B \cdot w$$

gdzie:

- E – wielkość emisji [Mg]
- B – zużycie paliwa [m³]
- W – wskaźnik unosu/emisji [Mg/tys. Mg paliwa]

Ze względu na brak podanych wartości dla siarki w paliwie lotniczym oraz benzynach lotniczych nie przedstawiono osobnego wzoru dla SO₂.

Tabela 13. Wskaźniki emisji dla ruchu lotniczego (źródło: Wskazówki dla wojewódzkich inwentaryzacji emisji na potrzeby ocen bieżących i program ochrony powietrza – Ministerstwo Środowiska 2003)

Źródło emisji	Wartość wskaźnika emisji					
	Pył ogółem [Mg/tys. Mg paliwa]	PM10 [Mg/tys. Mg paliwa]	PM2,5 [Mg/tys. Mg paliwa]	NOx [kg/t]	CO [kg/t]	NMLZO [t/tys. t paliwa]
Samoloty na paliwo lotnicze	0,0	0,0	0,0	12,5	5,2	0,78
Samoloty na benzyny lotnicze	0,3	0,3	0,3	3,52	1034	24

3. SZCZEGÓŁOWA METODYKA WYKONANIA INWENTARYZACJI ŹRÓDEŁ EMISJI

3.1. INWENTARYZACJA EMISJI PUNKTOWEJ

Inwentaryzacja źródeł punktowych na terenie województwa małopolskiego uwzględniać będzie emitory należące do wszystkich podmiotów ujętych w Centralnej Bazie Emisji, dla których uwzględnione zostaną następujące informacje dodatkowe:

- a) współrzędne emitatorów w układzie 92,
- b) ilość emitowanych substancji objętych inwentaryzacją [kg/rok],
- c) wysokość emitora [m],
- d) średnica emitora [m],
- e) prędkość wylotowa [m/s],
- f) temperatura gazów przy wylocie [K],
- g) oszacowany czas emisji [h/rok] oraz zmienność dobową i zmienność sezonową/miesięczną,
- h) dane dotyczące kotła (moc, ilość i rodzaj paliwa dla kotłów energetycznych),
- i) klasyfikacje SNAP,
- j) urządzenia redukujące emisję zainstalowane i działające: rodzaj/typ.

Wielkość emisji zanieczyszczeń oraz gazów cieplarnianych dla poszczególnych emitatorów zostanie ustalona dodatkowo w oparciu o dane zawarte w Wojewódzkiej Bazie Danych o Emisji (baza opłatowa) oraz zweryfikowane w oparciu o możliwe do pozyskania dane pochodzące z Krajowej bazy o emisjach gazów cieplarnianych i innych substancji.

Nadrzędnymi wielkościami emisji dla poszczególnych jednostek będą emisje podane w Centralnej Bazie Emisji przygotowanej przez KOBIZE. Dane te zostaną zweryfikowane i uzupełnione o pozostałe brakujące informacje na podstawie m.in. poprzedniej bazy emisji dla województwa małopolskiego za rok 2015.

W przypadku niespójności pomiędzy poszczególnymi źródłami danych, wykonana zostanie baza rozbieżności (jedynie w zakresie emisji zanieczyszczeń) w celu wybrania właściwych danych.

Udostępnione pozwolenia zintegrowane oraz pozwolenia na wprowadzanie gazów i pyłów do powietrza wydawane przez Marszałka Województwa Małopolskiego oraz posiadane decyzje wydane przez Wojewodę Małopolskiego poprzez stronę: <https://powietrze.malopolska.pl/pozwolenia> zostaną wykorzystane do uzyskania dodatkowych informacji o parametrach emitatorów, których brakuje w bazach nadrzędnych.

Bazy danych KOBIZE i z systemu SOZAT (baza opłatowa) zawierać mogą braki, szczególnie w zakresie wielkości emisji pyłu PM10 i PM2,5, także dla istotnych jednostek należących do kategorii SNAP01. Ze względu na to, że emisja w bazie opłatowej dotyczy pyłu ogółem, a nie pyłu PM10 czy PM2,5, wielkości emisji dla tych rodzajów pyłu obliczone zostaną w oparciu o przyjęte założenia:

- udział PM2,5 w PM10 równy 80%,
- udział PM10 w pyłe ogółem 50% dla źródeł technologicznych, oraz 90% dla źródeł energetycznych.

W przypadku braku danych o emitatorach i ich parametrach zostaną przyjęte wartości zastępcze zależne od wielkości emisji dla danego emitatora, według założeń przedstawionych w tabeli. Dla podmiotów, dla których brak współrzędnych emitatorów zostanie przeprowadzona geolokalizacja na podstawie danych adresowych.

W przypadku, gdy dla podmiotów, które znajdują się w bazie KOBIZE, ale nie znajdują się w bazie opłatowej systemu SOZAT stanowiącej podstawę inwentaryzacji, stwierdzone zostaną istotne braki lub błędy uniemożliwiające wiarygodną lokalizację i przypisanie niezbędnych parametrów źródeł, a emisja nie będzie istotna, dopuszcza się usunięcie emitatorów z bazy, po konsultacji z Zamawiającym i wskazaniu uzasadnienia.

Tabela 14. Zastępcze parametry emitatorów punktowych.

warunek wielkości emisji	proponowane parametry emitora				
zakres emisji pyłu PM10	wysokość	średnica	prędkość wylotowa	temp. spalin	
[Mg/rok]	[m]	[m]	[m/s]	[K]	[°C]
≤ 2	10	0,2	5	333	60
2 - 3	15	0,25	6	343	70
3 - 5	20	0,3	7	368	95
5 - 10	30	0,4	7,5	383	110
10 - 15	40	0,6	8	393	120
15 - 20	50	0,8	9	403	130
20 - 30	70	1	10	408	135
30 - 50	90	2	15	418	145
> 50	100	3	20	423	150

Oprócz zastosowanych profili zmienności czasowej dla emitorów w zależności od ich przynależności do kategorii SNAP, możliwe jest także zastosowanie profilowania indywidualnego zmienności czasowej na podstawie danych pomiarowych (pomiarów ciągłych dla emitora). W przypadku otrzymania takich danych, profilowanie indywidualne zostanie zastosowane dla dużych emitorów punktowych.

W razie konieczności zostanie dodatkowo oszacowana wielkość emisji niezorganizowanej dla huty Arcelor Mittal w trakcie występujących awarii w roku bazowym 2018.

3.2. INWENTARYZACJA EMISJI POWIERZCHNIOWEJ

Baza danych o źródłach powierzchniowych jest zbiorem informacji emisyjnej i przestrzennej o źródłach emisji z indywidualnych systemów grzewczych małej mocy, z sektora komunalno-bytowego, sektora usług i handlu oraz obiektów użyteczności publicznej. Do tych źródeł należą:

- małe kotłownie przydomowe,
- paleniska domowe (piece węglowe ceramiczne oraz węglowe trzony kuchenne),
- niewielkie kotłownie do 1 MW dostarczające ciepło do lokali usługowych lub warsztatów,
- kotłownie w obiektach użyteczności publicznej,
- kotłownie w obiektach handlu i usług.

W ramach inwentaryzacji emisji zostaną podjęte działania mające na celu zaktualizowanie danych znajdujących się w bazie emisji za 2015 rok w oparciu o nowe dane z *Bazy inwentaryzacji ogrzewania budynków w Małopolsce* (system SALPS) wprowadzone w latach 2016-2018, a także połączenie tych danych z danymi z Centralnej Bazy Emisji opracowanej przez KOBIZE.

W tym celu zweryfikowana zostanie metoda wyliczania zapotrzebowania na ciepło dla gminy w oparciu o dotychczasową metodykę stosowaną w obowiązującej

bazie emisji pod kątem aktualizacji danych oraz powierzchni obiektów znajdujących się na terenie danej gminy.

Brak danych wejściowych w Centralnej Bazie Emisyjnej (CBE) opracowanej przez KOBIZE uniemożliwia wykorzystanie jej do aktualizacji bazy emisji dla województwa. Zastosowane zostaną jedynie lokalizacje punktów adresowych, które zostały wprowadzone do Centralnej Bazy. Wielkość emisji powierzchniowej w CBE różni się prawie o 100% od wielkości emisji obliczonej dla roku 2015, dlatego też nie można wykorzystać tych danych bezpośrednio do obecnie opracowywanego programu ochrony powietrza, bez wiedzy na temat danych wejściowych do wyliczenia emisji.

Źródła emisji powierzchniowej tworzą zazwyczaj skupiska, stanowiące obszary zabudowy o określonej strukturze pokrycia zapotrzebowania na ciepło. Obszar zabudowy w gminie lub fragment dzielnicy miasta o względnie jednorodnej strukturze nazywamy *obszarem bilansowym*. W celu obliczenia emisji ze źródeł powierzchniowych na terenie województwa małopolskiego, wyznaczone zostaną obszary bilansowe w których zaznaczony zostanie każdy punkt adresowy znajdujący się na terenie danej gminy, dla których zostaną zebrane dane na temat:

- przynależności administracyjnej;
- ID obszaru/obiektu;
- powierzchni budynków z zaznaczeniem podziału na budynki jednorodzinne, wielorodzinne i inne (handlowo-usługowe, użyteczności publicznej), obliczonej na podstawie warstwy systemu GIS (MIIP), która zawiera informację o liczbie kondygnacji poszczególnych obiektów; prawidłowość szacunków powierzchni ogrzewanej wyliczonej i rzeczywistej zostanie sprawdzona na podstawie danych zebranych w Bazie inwentaryzacji ogrzewania budynków w Małopolsce;
- zapotrzebowanie na ciepło (sposób obliczenia tego parametru zostanie objaśniony w dalszej części tekstu);
- sposobu zebrania danych: TD – Top down – dla obiektów, dla których emisję obliczono metoda statystyczną, oraz BU – Bottom up – dla obiektów znajdujących się w Bazie inwentaryzacji ogrzewania budynków.
- zużycia ciepła wyznaczonego na podstawie dostępnych informacji o strukturze wiekowej budynków w podziale na gminy;
- sposobu pokrycia zapotrzebowania na ciepło w danej gminie z różnych nośników energii;
- obliczonej ilości emitowanych substancji objętych inwentaryzacją [kg/rok].

Średnia wysokość, na której znajduje się emitor dla źródeł z sektora komunalno-bytowego przyjmowana jest jako 8 m.

Sposób określenia zapotrzebowania na ciepło będzie identyczny jak dla bazy z 2015 roku. Wielkość zapotrzebowania na ciepło będzie wynikiem obliczeń dla dwóch

składowych: zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania oraz zapotrzebowania na ciepło do podgrzania ciepłej wody użytkowej dla budynków mieszkalnych.

$$Q = Q_h + Q_{cwu}$$

gdzie:

- Q – zapotrzebowanie na ciepło [kWh]
- Q_h – zapotrzebowanie na ciepło do celów grzewczych [kWh]
- Q_{cwu} – zapotrzebowanie na ciepło do podgrzania ciepłej wody użytkowej [kWh]

Zapotrzebowanie na ciepło do celów grzewczych można obliczyć z wzoru:

$$Q_h = 0,0036 \cdot A \cdot q_m \cdot [Sg \cdot (T_i - T_e) / Sg]$$

gdzie:

- A – powierzchnia budynku [m^2]
- q_m – jednostkowe zapotrzebowanie na ciepło do celów grzewczych w budynkach jednorodzinnych [kWh/ m^2 ·rok]
- q_m – jednostkowe zapotrzebowanie na ciepło do celów grzewczych w budynkach wielorodzinnych i innych [kWh/ m^2 ·rok]
- Sg – liczba dni grzewczych dla miejsca położenia budynku wg danych meteorologicznych z PN - B – 02025 [dni]
- T_i – temperatura obliczeniowa wewnątrz pomieszczenia [$^{\circ}C$]
- $T_i = 20^{\circ}C$ – przyjmuje się jako średnią temperaturę wszystkich pomieszczeń ogrzewanych w budynku stanowiącą jedną strefę o eksploatacyjnej temperaturze powietrza wewnętrznego [$^{\circ}C$]
- T_e – temperatura obliczeniowa zewnętrzna najniższa występująca w danej strefie klimatycznej wg PN-82/B-02403 [$^{\circ}C$]

Poszczególne gminy zostaną przypisane do odpowiedniej strefy klimatycznej wg normy PN-82/B-02403. Norma ta ustala również obliczeniowe temperatury zewnętrzne T_e dla każdej strefy.

Wartość q_m można wyznaczyć na podstawie wskaźnika zapotrzebowania na ciepło w zależności od wieku budynków. Dane obliczeniowe zawiera tabela poniżej. Podane roczne zużycie energii na ogrzanie $1 m^2$ zawiera w sobie energię niezbędną na ogrzanie pomieszczeń oraz podgrzanie powietrza wentylacyjnego.

Tabela 15. Przeciętne roczne zużycie energii na ogrzanie 1 m² powierzchni według struktury wiekowej budynków.³

Budynki budowane w latach	Przepis i data wprowadzenia	Wymagany współczynnik przenikania U dla ściany zewnętrznej [W/m ² K]	Przeciętne roczne zużycie na ogrzanie 1m ²			
			Energii bezpośredniej	Średnia	Energii pierwotnej	Średnia
			[kWh]	[kWh]	[GJ]	[GJ]
Do 1966	W środkowej i wschodniej części Polski mur 2 cegły	1,16	240 ÷ 280	260	1,31 ÷ 1,61	1,46
	W zachodniej części Polski mur 1½ cegły	1,4	300 ÷ 350	325	1,76 ÷ 2,05	1,905
1967-85	PN-64/B-03404 od 1966	1,16	240 ÷ 280	260	1,31 ÷ 1,61	1,46
	PN-74/B02020 od 1976					
1986 - 92	PN-82/B02020 od 1983	0,75	160 ÷ 200	180	0,88 ÷ 1,17	1,025
1993- 97	PN-91/B02020 od 1992	0,55	120 ÷ 160	140	0,73 ÷ 0,88	0,805
1998 - 2007	PN-91/B02020	0,3	90 ÷ 120	105	0,56 ÷ 0,88	0,72
po 2008	Warunki techniczne wg kategorii: średnioenergooszczędny	0,3-0,05	100	60	0,36	0,216
	Energooszczędny		80		0,288	
	Niskoenergetyczny		45		0,162	
	Pasywny		15		0,054	

Następnie na podstawie danych z GUS proponuje się oszacować odsetek poszczególnych grup wiekowych budynku w powiecie i wyznaczyć wskaźnik zapotrzebowania na ciepło jako średnią ważoną. Zapotrzebowanie energii na potrzeby ogrzewania:

$$Q_h = A \cdot \text{uśredniony wskaźnik}$$

Zapotrzebowanie na ciepło do podgrzania 1 m³ ciepłej wody użytkowej Q_{cwu} [GJ/m³] obliczamy ze wzoru:

$$Q_{cwu} = Q_{cw} \cdot V_{dśr}$$

Średnie zapotrzebowanie na c.w.u., $V_{dśr}$ można wyznaczyć jako iloczyn liczby mieszkańców w gminie **U** i średniorocznego zapotrzebowanie na 1 mieszkańca **V_c**.

³ Ochrona cieplna i ocena charakterystyki energetycznej budynków w świetle Prawa budowlanego i przepisów wykonawczych na stan prawny 1 stycznia 2011 roku

$$V_{dśr} = U \cdot V_c$$

- $V_{dśr}$ – średnie zapotrzebowanie na c.w.u. [m^3/rok]
 U – liczba mieszkańców w gminie [osoby]
 V_c – średnie zapotrzebowanie na c.w.u. na mieszkańca [m^3/rok]

Wielkość emisji substancji wprowadzanych do powietrza ze źródeł powierzchniowych dla wyznaczonego obszaru obliczona była dotychczas w oparciu o dane dotyczące zużycia energii cieplnej dla tego obszaru [GJ/rok] pokrywane przez zastosowanie odpowiedniego rodzaju paliw (węgiel kamienny, gaz ziemny, olej opałowy oraz drewno), z uwzględnieniem jaka część zapotrzebowania pokrywana jest przez sieć ciepłowniczą czy ogrzewanie elektryczne, a także odnawialne źródła energii. Do określenia struktury pokrycia zapotrzebowania na ciepło z poszczególnych rodzajów paliw i nośników energii w gminach wykorzystane były dane z danych źródłowych jak GUS oraz Baza inwentaryzacji ogrzewania budynków w Małopolsce. Bank danych lokalnych pozwala na pobranie danych takich jak:

- liczba odbiorców gazu do celów grzewczych,
- liczba ludności,
- liczba mieszkań,
- wielkość energii sprzedanej do celów grzewczych.

Obecnie proponuje się zastosowanie danych rzeczywistych dotyczących pokrycia zapotrzebowania na ciepło z *Bazy inwentaryzacji ogrzewania budynków w Małopolsce*, w podziale na poszczególne budynki. Dla pozostałych budynków nieobjętych bazą proponuje się, proporcjonalne do powierzchni budynku, rozdzielenie emisji wyliczonej dla danego obszaru bilansowego w gminie po odjęciu danych o emisji rzeczywistej. Pozwoli to na uzyskanie wielkości emisji na budynek, a w kolejnych latach na aktualizację danych w oparciu o dane rzeczywiste. Do modelowania dane o emisji będą agregowane do poligonów w celu uzyskania danych w siatce przestrzennej. Modelowanie dla każdego z budynków nie jest możliwe.

Emisję dla każdego paliwa i dla poszczególnych substancji określa się ze wzoru:

$$E = Z_c \cdot P \cdot w_E \cdot 10^{-6}$$

gdzie:

- E – emisja zanieczyszczenia [Mg/rok]
- w_E – wskaźnik emisji zróżnicowany dla zanieczyszczenia i paliwa [g/GJ]
- Z_c – średnie zapotrzebowanie na ciepło [GJ/m²×rok]
- P – wielkość powierzchni zabudowy na danym obszarze bilansowym [m²]

Na zbiór obszarów bilansowych na terenie województwa małopolskiego nałożona zostanie siatka kwadratowa o założonych parametrach, zbudowana w układzie współrzędnych PUWG 1992. Inwentaryzacja źródeł emisji powierzchniowej zostanie przygotowana w kwadratach według rozdzielczości:

- 0,1 km x 0,1 km dla obszaru miast o liczbie mieszkańców co najmniej 50 tys.,
- 0,25 km x 0,25 km dla pozostałych obszarów zabudowanych.

Emisja z obszarów bilansowych, na których zlokalizowane są źródła emisji, za pomocą narzędzi GIS zostanie ulokowana w siatce poprzez proporcjonalny udział obszaru bilansowego w danym kwadracie siatki. Kwadraty siatki zostaną opisane przez współrzędne środka danego kwadratu.

Przygotowane zostanie porównanie uzyskanych wielkości emisji zanieczyszczeń z poszczególnych źródeł w podziale na gminy z wartościami emisji zanieczyszczeń wyznaczonymi w ramach poprzedniej inwentaryzacji emisji przygotowanej na zlecenie Województwa Małopolskiego i wykorzystanej przy aktualizacji Programu ochrony powietrza dla województwa małopolskiego (zmiana ilościowa i procentowa).

3.3. INWENTARYZACJA EMISJI LINIOWEJ

Wielkość emisji zanieczyszczeń pochodzącej ze źródeł liniowych w głównej mierze uzależniona jest od wielkości natężenia ruchu pojazdów. Jej wpływ na środowisko dodatkowo różnicowany jest ze względu na:

- rodzaj pojazdów,
- rozłożenie ruchu pojazdów w czasie,
- typ stosowanego paliwa,
- prędkość,
- obciążenie i stan techniczny pojazdów,
- normy emisji spalin spełniane przez pojazdy.

Nie bez znaczenia pozostaje również wpływ emisji pozaspalinowej wynikającej ze zużycia opon, hamulców, nawierzchni dróg oraz resuspensji pyłów, która

bezpośrednio wynika ze stanu nawierzchni, rodzaju pobocza czy częstotliwości sprzątania nawierzchni. Dodatkowy wpływ na wielkość emisji mają takie czynniki, jak zwarta zabudowa wokół drogi, posiłkowe elementy infrastruktury drogowej (np. ekrany akustyczne), rodzaj szaty roślinnej otaczającej drogi czy ukształtowanie terenu.

Inwentaryzacja bazy emisyjnej na potrzeby aktualizacji Programu ochrony powietrza dla województwa małopolskiego uwzględniać będzie emisję spalinową, pozaspalinową oraz resuspensję pyłów z dróg:

- krajowych,
- wojewódzkich,
- powiatowych,
- gminnych.

W związku z tym w celu wyznaczenia przebiegu poszczególnych typów dróg na obszarze województwa małopolskiego wykorzystane zostaną warstwy wektorowe z zasobów Open Street Map, które będą poddane rewizji i uzupełnieniom na podstawie danych Generalnej Dyrekcji Dróg Krajowych i Autostrad i informacji gromadzonych przez Zarząd Dróg Wojewódzkich.

Aktualizacja bazy danych o emisji liniowej polegać będzie na rewizji lokalizacji dróg w porównaniu roku 2015 i 2018. Zweryfikowane zostaną natężenia ruchu dla Krakowa i Krakowskiego Obszaru Metropolitalnego w oparciu o model ruchu z modelu VISUM. Dane z modelu ruchu są znacznie dokładniejsze i pozwalają na wyznaczenie bardzo dokładnie emisji na wszystkich drogach Krakowa, a także dróg Metropolii Krakowskiej, czyli sąsiadujących z Krakowem gmin. Model jest zaktualizowany na rok 2017. Dla pozostałych dróg aktualizacja natężenia ruchu zostanie przeprowadzona w oparciu o metodykę GDDKIA.

Podział na strukturę pojazdów zostanie dokonany na podstawie danych z GUS oraz uzyskanych danych z CEPIK. Struktura pojazdów zostanie przyjęta jednakowa dla każdego z powiatów. W oparciu o założenia struktury pojazdów wyliczona zostanie emisja zgodnie ze wskaźnikami przedstawionymi w rozdziale 2.

Wielkości poszczególnych rodzajów emisji w znacznym stopniu uzależnione są od warunków pracy silnika, które wynikają z kolei z charakterystyki ruchu pojazdów. Średnie prędkości ruchu na drogach miejskich kształtują się na poziomie 10-50 km/h. W przypadku dróg poza obszarami zabudowanymi, przeciętny zakres prędkości kształtuje się na poziomie od 40 do 80 km/h, podczas gdy na drogach ekspresowych prędkości wynoszą od 70 do 130 km/h. Wpływ na rzeczywiste prędkości pojazdów na określonych typach dróg mają ilości poruszających się po nich pojazdów (należących do kategorii: samochody osobowe, lekkie samochody dostawcze, samochody ciężarowe, autobusy, motocykle i motorowery), styl jazdy kierujących, obowiązujące

ograniczenia prawne, warunki klimatyczne i stan nawierzchni oraz w przypadku pojazdów ciężarowych – masa własna i obciążenia.

Dane wejściowe do wyliczenia emisji stanowić będą:

a) Parametry ogólne

- lista głównych kategorii pojazdów: osobowe, dostawcze, ciężarowe, autobusy,
- lista standardów technologicznych (m.in. normy emisji spalin Euro) w podziale od EURO 1 do EURO 6 oraz bez normy – dane statystyczne.

b) Parametry dotyczące floty pojazdów

- ilość pojazdów danej podkategorii i standardu technologicznego – statystyczne dane dla powiatu

c) Parametry dotyczące poruszania się pojazdów

- lista kategorii pojazdów w powiązaniu z prędkością poruszania się pojazdów danej podkategorii i standardu technologicznego na drogach miejskich, pozamiejskich i na autostradach [km/h]
- podział procentowy przebiegu rocznego na drogi miejskie, pozamiejskie i autostrady pojazdów danej podkategorii i standardu technologicznego – na podstawie badań natężenia ruchu na drogach.

Udział poszczególnych rodzajów paliw spalanych w pojazdach zostanie przydzielony na podstawie danych GUS – Transport. Wyniki działalności w 2018 r.; Główny Urząd Statystyczny. Z danych GUS zostaną ujęte informacje takie jak:

- pojazdy według grup wiekowych,
- pojazdy według stosowanych rodzajów paliw,
- ilość pojazdów w podziale na kategorie pojazdów.

W celu określenia wielkości emisji z poszczególnych szlaków komunikacyjnych, zinwentaryzowane odcinki dróg zostaną podzielone na fragmenty odpowiadające wielkości oczek siatki modelowania. Dla wyznaczonych odcinków dróg zgromadzone zostaną informacje na temat wielkości natężenia ruchu w rozbiciu na poszczególne kategorie pojazdów emitujących substancje. Na ich podstawie oszacowane zostanie całkowite roczne natężenie ruchu pojazdów [szt./rok] dla dróg krajowych i wojewódzkich.

Dla dróg powiatowych i gminnych wyznaczenie wielkości emisji zanieczyszczeń oparte zostanie o analogiczną metodykę jak dla dróg krajowych i wojewódzkich, przy czym w przypadku braku informacji na temat natężenia ruchu, średni dobowy ruch pojazdów (SDR) w danym roku określony zostanie na podstawie pomiarów prowadzonych przez Zarząd Dróg Wojewódzkich na drogach wojewódzkich znajdujących się na obszarze danej gminy. Wartości z pomiarów uśrednione dla

powiatów zostaną przekształcone i dostosowane do konkretnych dróg powiatowych i gminnych w zależności od indywidualnych cech charakteryzujących odcinki w oparciu o współczynniki zmiany natężenia ruchu. Zachowana zostanie również struktura pojazdów poruszających się po drogach gminnych i powiatowych jak na drogach wojewódzkich, z tym, że ze względu na gabaryty oraz tonaż pojazdów ciężarowych i autobusów w metodyce przyjęto, że ruch takich pojazdów odbywa się wyłącznie na głównych drogach gminnych i powiatowych.

Tabela 16. Wartości współczynników przeliczeniowych dla natężenia ruchu na drogach powiatowych i gminnych (źródło: opracowanie własne na podstawie danych z innych obszarów, gdzie wykonywane są pomiary ruchu)

Rodzaj drogi	kategoria	Współczynnik
główne drogi gminne i powiatowe	I	0,30
główne dojazdy do osiedli	II	0,20
drogi osiedlowe	III	0,15
drogi serwisowe	IV	0,10
inne	V	0,05

Baza emisji komunikacyjnej zawierać będzie następujące informacje:

- współrzędne odcinka drogi w układzie 92,
- kategoria drogi (krajowa, wojewódzka, powiatowa, gminna), według oznaczeń dla poszczególnych dróg zostanie przyporządkowana do kategorii COPERT: miejska, lokalna, autostrada.
- ilość emitowanych substancji objętych inwentaryzacją [kg/rok],
- nazwy poszczególnych ulic i dróg,
- natężenie ruchu w rozbiciu na rodzaj pojazdu emitującego substancję do powietrza (osobowe, dostawcze, ciężarowe, autobusy) [szt./rok],
- zmienność dobową i zmienność miesięczną natężenia ruchu,
- klasyfikacja SNAP.

Ścieżka wyliczenia emisji komunikacyjnej w bazie emisji:

- zweryfikowanie odcinków dróg,
- zweryfikowanie natężenia pojazdów sumarycznie na danej drodze,
- podział natężenia ruchu na kategorie pojazdów: osobowe, dostawcze, ciężarowe i autobusy,
- podział każdej kategorii pojazdów na strukturę rodzajową według danych o kategorii Euro oraz stosowanym paliwie,
- przyporządkowanie wskaźników emisji dla każdego rodzaju pojazdów na drogach,
- wyliczenie emisji.

Ze względu na obszerny zakres danych i obliczeń dla poszczególnych dróg, baza emisji będzie zawierała zawężony zakres danych wejściowych, a obliczenia będą wykonywane poza plikami XLS.

W przypadku, gdy Zamawiający dostarczy dane z pomiarów emisji spalin pojazdów prowadzonych przez Zarząd Transportu Publicznego w Krakowie, Wykonawca wykorzysta je w ramach inwentaryzacji emisji zanieczyszczeń do określenia wskaźników emisji pojazdów. Wskaźniki te zostaną porównane ze wskaźnikami zaproponowanymi w rozdziale 2, a następnie po konsultacji z Zamawiającym uwzględnione w szacowaniu emisji dla miasta Krakowa.

3.4. INWENTARYZACJA INNYCH ŹRÓDEŁ EMISJI

Źródła emisji z rolnictwa

Rolnictwo jest źródłem emisji do powietrza głównie pyłu zawieszonego (PM10 oraz PM2,5), a także amoniaku. W oparciu o warstwy przestrzenne CORINE Land Cover 2018 oraz na podstawie informacji o sposobie użytkowania terenu z danych statystycznych GUS wyznaczone zostaną obszary aktywne rolniczo (np. tereny upraw czy stosowania maszyn rolniczych).

Emisję z rolnictwa stanowi również oszacowana emisja pochodząca z hodowli zwierząt. Emisja pochodząca z maszyn rolniczych wyznaczona zostanie na podstawie ilości ciągników i innych maszyn rolniczych w gminach, natomiast emisja z upraw polowych wyznaczona zostanie w oparciu o powierzchnię użytków rolnych. Obszary upraw uwzględniać będą następujące kategorie użytkowania terenu:

- grunty orne poza zasięgiem urządzeń nawadniających;
- sady i plantacje;
- łąki;
- tereny głównie zajęte przez rolnictwo z dużym udziałem roślinności naturalnej;
- murawiska i pastwiska naturalne;

Oszacowana emisja przypisana zostanie do obszarów użytkowania terenów aktywnych rolniczo, w podziale na siatkę emisyjną:

- 0,1 km x 0,1 km dla obszaru miast o liczbie mieszkańców co najmniej 50 tys.,
- 0,25 km x 0,25 km dla pozostałych obszarów zabudowanych,
- 0,5 km x 0,5 km dla obszarów niezabudowanych.

Aktualizacja bazy danych z 2015 roku polegać będzie głównie na:

- Aktualizacji w oparciu o nowe dane z GUS danych wejściowych w postaci obszarów upraw czy pogłowia zwierząt dla roku 2018 lub 2017 w przypadku braku danych,
- Aktualizacji obszarów upraw w oparciu o Corine Land Cover 2018.

Źródła emisji niezorganizowanej

W ramach inwentaryzacji źródeł emisji niezorganizowanej uwzględnione zostaną następujące źródła: kopalnie odkrywkowe oraz hałdy (z uwzględnieniem aktualnego stopnia rekultywacji) oraz otwarte składowiska materiałów sypkich, a także inne tereny, na których antropogenicznie usunięta została pokrywa roślinna, w wyniku czego skała macierzysta może podlegać deflacji.

Do inwentaryzacji emisji zostanie wykorzystana Centralna Baza Emisyjna opracowana przez KOBIZE. Ze względu na brak danych wejściowych wykorzystanych do wyliczenia emisji w tej bazie, nie będzie prowadzony proces aktualizacji i przyjęte zostanie, że baza jest adekwatna do warunków panujących w 2018 r.

Źródła emisji naturalnej

W ramach inwentaryzacji emisji naturalnej uwzględniona zostanie emisja prekursorów pyłu zawieszonego pochodząca z lasów. Określone zostaną obszary do inwentaryzacji na podstawie warstw wektorowych obejmujących obszary leśne. Wielkość emisji pochodzącej z lasów obliczona zostanie z następującego wzoru:

$$E = P \cdot w_e$$

gdzie:

- E – emisja zanieczyszczenia [kg/rok]
- P – powierzchnia obszarów leśnych danego rodzaju [ha]
- w_e – wskaźnik emisji [kg/(ha x rok)]

Ze względu na specyficzny skład niemetanowych lotnych związków organicznych emitowanych z lasów w podziale na izopreny i monoterpenuoidy (alpha-pinene, beta-pinene, limonene, itp.) wymagana jest szersza analiza składu emisji.

W tym celu przeanalizowano również dane ujęte w EMEP/EEA emission inventory guidebook 2019. W zestawieniu wskazanego poradnika porównano ostatnie oszacowania wielkości emisji [Simpson et al. (1995) and Guenther et al. (1995)]. Zgodnie ze wspomnianym oszacowaniem wielkość udziału izoprenów, monoterpenuoidów oraz innych LZO w ogólnej ilości emisji NMLZO z lasów wynosi:

- izopreny 17,9%
- monoterpenuoidy 50%
- inne pozostałe LZO 32,1%.

Emisja izoprenów jest ważna z punktu widzenia modelowania ozonu, natomiast emisja różnego rodzaju terpenów może być równie istotna pomimo szeregu niepewności co do sposobu zachowania się tych substancji w powietrzu. Źródła literaturowe [Guenther et al. (1991, 1993)] wskazują, że na krótkoterminowe zmiany

wielkości emisji izoprenów ma znaczny wpływ nasłonecznienie oraz temperatura. Na udział tych substancji w emisji mają również znaczący wpływ takie czynniki jak:

- różnice emisji ze względu na rodzaj drzew,
- okres roku,
- kondycja drzew.

Pomimo, że istnieje znaczna ilość różnego rodzaju monoterpenów, większość roślin emituje zaledwie dwa lub trzy rodzaje, szczególnie reaktywny jest α -pinene. Udział tych substancji w ogólnej liczbie NMLZO jest bardzo trudny do oszacowania ze względu na znaczne rozbieżności w udziałach dla każdego gatunku drzew, szczególnie dotyczy to drzew iglastych.

4. INWENTARYZACJA EMISJI I POCHŁANIANIA GAZÓW CIEPLARNIANYCH

Ze względu na strukturę, zawartość Programu ochrony powietrza oraz wymagania stawiane bazie danych o emisji, jako podstawę do przygotowania inwentaryzacji emisji i pochłaniania gazów cieplarnianych zostaną wykorzystane wytyczne:

1. Ministerstwa Środowiska odnośnie sposobu przygotowywania inwentaryzacji emisji na potrzeby programów ochrony powietrza,
2. Wytyczne tworzenia raportów na potrzeby Ramowej Konwencji Narodów Zjednoczonych w sprawie zmian klimatu oraz Protokołu z Kioto; opublikowane przez Międzyrządowy Zespół ds. Zmian Klimatu (Intergovernmental Panel on ClimateChange – IPCC) w 2006 r., pn.: *2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*.
3. Wytyczne „Porozumienia Między Burmistrzami” w zakresie opracowania planu działań na rzecz zrównoważonej energii (SEAP) (<http://www.pnec.org.pl/>).
4. Krajowego Ośrodka Bilansowania i Zarządzania Emisjami.

Inwentaryzacja emisji i pochłaniania gazów cieplarnianych obejmować będzie następującą grupę gazów cieplarnianych:

- dwutlenek węgla (CO_2),
- metan (CH_4),
- podtlenek azotu (N_2O),
- grupę gazów HFC (fluorowęglowodory),
- grupę gazów PFC (perfluorowęglowodory),
- sześćiofluorek siarki (SF_6),
- trójfluorek azotu (NF_3).

Emisja fluorowanych gazów przemysłowych (HFCs, PFCs i SF₆) w roku 2017 na obszarze Polski zgodnie z raportem Krajowego Ośrodka Bilansowania i Zarządzania Emisjami wyniosła łącznie 6 987,62 kt ekwiwalentu CO₂, co stanowiło 1,7% całkowitej emisji gazów cieplarnianych w roku 2017⁴. Dlatego na potrzeby przygotowania Programu ochrony powietrza uwzględniona zostanie emisja gazów przemysłowych HFCs, PFCs i SF₆ z sektora przemysłu podlegającego systemowi handlu emisjami. Dodatkowo w bilansie emisji gazów cieplarnianych nie zostanie ujęta emisja trójfluorku azotu (NF₃) ze względu na brak występowania w granicach Polski.

Emisje zostaną zestawione i przedstawione według klasyfikacji i w formacie tzw. Tablic Wspólnego Raportowania (Common Reporting Format CRF) w pięciu głównych kategoriach źródeł, podsektorach:

- Energia,
- Procesy przemysłowe i użytkowanie produktów,
- Rolnictwo,
- Użytkowanie gruntów, zmiany użytkowania gruntów i leśnictwo (LULUCF),
- Odpady.

Do szacowania emisji i pochłaniania gazów cieplarnianych zostaną zastosowane metodyki i wytyczne, które pozwalają na szacowanie wielkości emisji na różnym stopniu szczegółowości, w zależności od dostępności krajowych metod oraz parametrów, miar i wskaźników emisji. Opis metodyki szacowania emisji i pochłaniania na potrzeby przygotowania Oszacowania Emisji Gazów Cieplarnianych na potrzeby Programu ochrony powietrza został przedstawiony w kolejnych podrozdziałach.

Do szacowania emisji substancji w kategoriach nieobjętych systemem handlu uprawnieniami do emisji wykorzystana zostanie metodyka inwentaryzacji stosowana na potrzeby opracowania programów ochrony powietrza, planów działań na rzecz zrównoważonej energii, wytycznych IPPC. Wykorzystane zostaną również elementy metodyki polegającej na obliczeniu emisji na podstawie zużycia nośników energii finalnej na obszarze miast i gmin, w poszczególnych podsektorach, kategorii źródeł. Przez nośniki energii rozumie się:

- energię paliw kopalnych (na potrzeby gospodarczo-bytowe, transportowe i przemysłowe),
- ciepło sieciowe,
- energię elektryczną,
- energię ze źródeł odnawialnych.

⁴Źródło: opracowanie własne na podstawie „KRAJOWY RAPORT INWENTARYZACYJNY 2019, raport syntetyczny, Raport wykonany na potrzeby Ramowej konwencji Narodów Zjednoczonych w sprawie zmian klimatu oraz Protokołu z Kioto, KOBIZE

Podczas inwentaryzacji wykorzystane zostaną metodologie niezbędne dla uzyskania najlepszej jakości danych:

- metodologia „bottom-up” polega na zbieraniu danych u źródła. Każda jednostka podlegająca inwentaryzacji dostarcza dane, które następnie agregowane są w taki sposób, by były one reprezentatywne dla większej populacji lub obszaru. Metodologia ta zwiększa prawdopodobieństwo popełnienia błędu przy analizie i obróbce danych oraz niepewność, czy cała docelowa populacja została ujęta w zestawieniu;
- metodologia „top-down” polega na pozyskaniu zagregowanych danych dla większej jednostki obszaru lub populacji. Jakość danych jest wtedy zasadniczo lepsza, ponieważ ilość źródeł danych jest mniejsza. Jeżeli zagregowane dane nie są reprezentatywne dla danego obszaru lub populacji, należy tak je przekształcić, aby jak najwierniej obrazowały rzeczywisty stan. Główną wadą tej metody jest mała rozdzielczość danych, która może skutkować ukryciem trendów, mogących pojawić się przy większej rozdzielczości danych;
- inwentaryzacja emisji dwutlenku węgla (CO₂) – wytyczne „Jak opracować plan działań na rzecz zrównoważonej energii (SEAP)? (<http://www.pnec.org.pl/>).

Dla określenia wielkości emisji zostaną przyjęte standardowe krajowe wskaźniki emisji (Krajowego Ośrodka Bilansowania i Zarządzania Emisjami), które charakteryzują się większą dokładnością wyznaczenia emisji:

- dla paliw kopalnych (węgiel kamienny, brunatny i koks, olej opałowy oraz gaz ziemny) zostaną przyjęte wskaźniki emisji stosowane w KOBIZE, zweryfikowane dla roku 2018 (*Poland's National Inventory Report 2019 Greenhouse Gas Inventory for 1988-2017*);
- dla paliw płynnych stosowanych w transporcie (benzyna, olej napędowy) zostaną zastosowane najnowsze wskaźniki emisji z raportu Krajowej Inwentaryzacji Emisji Gazów Ciepłarnianych; wskaźniki uwzględniają emisję CO₂, metanu (CH₄) oraz podtlenku azotu (N₂O) (*Poland's National Inventory Report 2019 Greenhouse Gas Inventory for 1988-2017*);
- dla energii elektrycznej zostanie przyjęty wskaźnik 0,778 Mg CO₂/MWh (reprezentatywny dla sektora energetyki zawodowej – opartej na węglu kamiennym i brunatnym, z niewielkim udziałem biomasy)⁵;
- dla ciepła sieciowego przyjęty zostanie średni, referencyjny wskaźnik emisji (KOBIZE) 0,3418 Mg CO₂/MWh ciepła sieciowego.⁶

⁵http://www.kobize.pl/uploads/materialy/materialy_do_pobrania/wskaźniki_emisyjnosci/Wskaźniki_emisyjnosci_2018.pdf

⁶Poradnik Jak opracować plan działań na rzecz zrównoważonej energii (SEAP)? <http://www.pnec.org.pl/images/stories/SEAP>

Metodologia obliczeń

Obliczenia wielkości emisji zostaną wykonane za pomocą arkuszy kalkulacyjnych. Do obliczeń zostanie wykorzystany podstawowy wzór obliczeniowy:

$$E_{CO_2} = C \cdot EF$$

gdzie:

- E_{CO_2} – wielkość emisji CO₂ [Mg]
- C – zużycie energii (elektrycznej, ciepła, paliwa) [MWh] lub zużycie paliwa [GJ]
- EF – wskaźnik emisji CO₂ [MgCO₂/MWh] lub [kg CO₂/GJ]

Ekwiwalent CO₂

W inwentaryzacji uwzględnione zostaną również inne niż dwutlenek węgla gazy cieplarniane (CH₄, N₂O, itd.). W przypadku konieczności przedstawienia wielkości emisji gazów cieplarnianych innych niż CO₂ zastosowany zostanie przelicznik oparty na potencjale globalnego ocieplenia dla poszczególnych gazów, opracowanym przez IPCC.

Tabela 17. Globalny potencjał ocieplenia gazów cieplarnianych (źródło: wg Second Assessment Report)

Gaz Cieplarniany	Potencjał Globalnego Ocieplenia [100 lat, CO _{2eq}]
CO ₂ (dwutlenek węgla)	1
CH ₄ (metan)	21
N ₂ O (podtlenek azotu)	310
SF ₆ (heksafluoreksyarki)	23 900
PFC (perfluorowęglowodory)	8 700
HFC (heptafluoropropan)	140 -11 700 (w zależności od gazu)

Źródłom emisji gazów cieplarnianych zostanie dodatkowo przypisana klasyfikacja SNAP (Selected Nomenclature for sources of Air Pollution).

4.1. Energia

Do opracowania inwentaryzacji emisji w kategorii Energia konieczne będzie zebranie danych dotyczących nośników energii w sektorach:

1. Produkcji energii elektrycznej i ciepła (spalanie paliw):

- źródło danych Wojewódzkiego Banku Zanieczyszczeń Środowiska,
- emisja z sektora objętego systemem handlu uprawnieniami do emisji,

2. Spalania paliw w sektorze usług i handlu:

- źródło danych Wojewódzkiego Banku Zanieczyszczeń Środowiska.

3. Mieszkalnictwa.

4. Transportu.

Wśród danych pozyskiwanych do opracowania inwentaryzacji emisji gazów cieplarnianych, w kategorii Energia znajdują się m.in.:

- zużycie energii elektrycznej,
- zużycie ciepła sieciowego,
- zużycie paliw kopalnych (np.: węgiel, drewno, gaz, olej opałowy),
- zużycie paliw transportowych.

Zużyta ilość paliw i energii w sektorze transportu oszacowana zostanie na podstawie danych o natężeniu ruchu, które zostały pozyskane z generalnego pomiaru ruchu na drogach krajowych i wojewódzkich – pomiarów prowadzonych przez Generalną Dyрекcję Dróg Krajowych i Autostrad, Małopolskiego Zarządu Dróg Wojewódzkich, lokalnych pomiarów natężenia ruchu, udziału procentowego rodzaju pojazdów oraz wskaźników przeliczeniowych. W przypadkach, gdy przekazane dane byłyby zagregowane, zostanie dokonany podział na sektory na podstawie dostępnych danych, przybliżonej charakterystyki sektorów, gmin, powiatów, dla których wykonawca posiada szczegółowe dane.

Dla celów inwentaryzacji zostaną przyjęte następujące założenia:

- każdy obszar interwencji jest importerem netto energii elektrycznej, w związku z czym przyjęty zostanie wskaźnik emisji średni dla Polski, dla energii elektrycznej sieciowej;
- przyjęte założenia do szacowania emisji gazów w sektorze transportu będą spójne z założeniami przyjętymi do szacowania pozostałych zanieczyszczeń, m.in. pyłu PM₁₀, PM_{2,5};
- przyjęte założenia do szacowania emisji gazów w sektorze mieszkalnictwa będą spójne z założeniami przyjętymi do obliczeń pozostałych zanieczyszczeń, m.in. pyłu PM₁₀, PM_{2,5}.

Wybrane wskaźniki emisji CO₂, które zostaną wykorzystane do inwentaryzacji emisji gazów cieplarnianych przedstawiono w tabeli poniżej.

Tabela 18. Wybrane wskaźniki emisji CO₂ substancji z poszczególnych paliw przyjęte do obliczeń emisji⁷

Rodzaj paliwa	Wskaźniki emisji	
	[kg CO ₂ /GJ]	[MgCO ₂ /MWh]
Węgiel kamienny	94,9	0,3418
Węgiel brunatny	110,7	0,3986
Ropa naftowa	73,3	0,2640
Gaz ziemny	56,1	0,2020
Biogaz	54,6	0,1966
LPG	63,1	0,2272
Benzyna silnikowa	69,3	0,2495
Benzyna lotnicza	70,0	0,2521
Nafta lotnicza	71,5	0,2575
Olej napędowy	74,1	0,2668

4.2. Procesy przemysłowe i użytkowanie produktów

Do opracowania inwentaryzacji emisji w kategorii Procesy przemysłowe konieczne będzie zebranie danych dotyczących nośników energii obejmujących podmioty działalności gospodarczej wykonujące swoją działalność na terenie gmin Województwa Małopolskiego.

Źródłem danych będzie baza opłat za korzystanie ze środowiska prowadzona przez Urząd Marszałkowski Województwa Małopolskiego oraz bezpośrednia emisja z zakładów objętych systemem handlu uprawnieniami do emisji. Wybrane wskaźniki emisji CO₂, które zostaną wykorzystane do inwentaryzacji emisji gazów cieplarnianych, przedstawiono w tabeli poniżej.

Tabela 19. Wybrane wskaźniki emisji CO₂ z poszczególnych paliw przyjęte do obliczeń emisji⁸

Rodzaj paliwa	Wskaźniki emisji	
	[kg CO ₂ /GJ]	[MgCO ₂ /MWh]
Ropa naftowa	73,3	0,2640
Gaz ziemny	56,1	0,2020
Koks naftowy	97,5	0,3511
Koks	107,0	0,3853
Olej opałowy	77,4	0,2787
Gaz rafineryjny	57,6	0,2074

⁷ Źródło: Wartości opałowe (WO) i wskaźniki emisji CO₂ (WE) w roku 2015 do raportowania w ramach Systemu Handlu Uprawnieniami do Emisji za rok 2018- KOBIZE 2017
https://www.kobize.pl/uploads/materialy/materialy_do_pobrania/monitorowanie_raportowanie_weryfikacja_emisji_w_eu_ets

⁸ Źródło: Wartości opałowe (WO) i wskaźniki emisji CO₂ (WE) w roku 2015 do raportowania w ramach Systemu Handlu Uprawnieniami do Emisji za rok 2018- KOBIZE 2017
https://www.kobize.pl/uploads/materialy/materialy_do_pobrania/monitorowanie_raportowanie_weryfikacja_emisji_w_eu_ets

Rodzaj paliwa	Wskaźniki emisji	
	[kg CO ₂ /GJ]	[MgCO ₂ /MWh]
Gaz koksowniczy	44,4	0,1599
Gaz wielkopieczowy	260,0	0,9363

4.3. Rolnictwo

Do opracowania inwentaryzacji emisji w kategorii rolnictwo konieczne będzie zebranie danych dotyczących nośników energii w sektorach:

1. Uprawa;
2. Hodowla zwierząt.

W sektorze rolnictwa obliczenia emisji gazów cieplarnianych przeprowadzone zostaną dla upraw oraz dla hodowli zwierząt. W przypadku upraw określona zostanie emisja podtlenku azotu wynikająca ze stosowania nawozów azotowych, natomiast dla hodowli uwzględniona zostanie emisja metanu i podtlenku azotu. Emisja gazów cieplarnianych z hodowli zwierząt zostanie zróżnicowana w zależności od gatunku. Dlatego obliczona zostanie emisja dla: bydła, krów, trzody chlewnej, loch, koni i drobiu. Informacje o wielkości zużycia nawozów azotowych oraz stanie pogłowia zwierząt w podziale na poszczególne gminy zaczerpnięta zostanie ze Spisu rolnego. Następnie, na podstawie rocznych danych Banku Danych Lokalnych, proporcjonalnie wyliczone zostaną wielkości dla roku 2018. Wskaźniki emisji gazów cieplarnianych, które zostaną zastosowane w obliczeniach przedstawiono w tabeli poniżej.

Tabela 20. Wskaźniki emisji gazów cieplarnianych z działalności rolniczej⁹

Rodzaj działalności rolniczej	Jednostka	Wskaźniki emisji gazów cieplarnianych		
		CH ₄ z fermentacji	CH ₄ z odchodów	N ₂ O
hodowla bydła	[kg/(sztukę×rok)]	49,209	2,56	0,255
hodowla krów*	[kg/(sztukę×rok)]	97,358	13,76	0,910
hodowla owiec	[kg/(sztukę×rok)]	7,859	0,17	0,060
hodowla kóz	[kg/(sztukę×rok)]	5	0,12	0,070
hodowla koni	[kg/(sztukę×rok)]	18	1,39	0,291
hodowla trzody chlewnej	[kg/(sztukę×rok)]	1,5	5,97	0,127
hodowla loch	[kg/(sztukę×rok)]			0,277
hodowla drobiu	[kg/(sztukę×rok)]		0,08	0,005
nawożenia upraw nawozami azotowymi	[kg/(kg nazowu×rok)]			0,00125 ¹⁰

* – wskaźnik dla krów uzależniony jest od produkcji mleka, dla warunków polskich określono wskaźnik dla produkcji mleka 4-6 tys. l na rok

⁹ Źródło: Krajowy raport inwentaryzacyjny 2014 w języku angielskim (National Inventory Report 2019) zawierający dane o krajowych emisjach gazów cieplarnianych za lata 1988–2011 wraz z opisem metodyki – KOBIZE 2014, str. 1555, 157

¹⁰ Źródło: 2000 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, tab. 4.17

Wielkość emisji z działalności rolniczej obliczono z następującego wzoru:

$$E = L \cdot w_e$$

gdzie:

- E – emisja gazu cieplarnianego [kg/rok]
- L – roczna liczba zwierząt hodowlanych [sztuk] lub masa zużytych w ciągu roku nawozów azotowych [kg]
- w_e – wskaźnik emisji gazu cieplarnianego [kg/(sztukę×rok)] dla hodowli lub [kg/(kg nawozu×rok)] dla nawożenia

4.4. Użytkowanie gruntów, zmiany użytkowania gruntów i leśnictwo

Obliczenia dla sektora leśnego wykonane zostaną zgodnie z metodyką IPCC¹¹ określając emisję naturalną metanu i podtlenku azotu. Obliczenia pochłaniania CO₂ przez drzewa wykonane zostaną w oparciu o badania Lasów Państwowych. Bilans gazów cieplarnianych w sektorze leśnym będzie ujemny, gdyż przeważa pochłanianie.

W ramach inwentaryzacji emisji naturalnej z sektora leśnego w pierwszym etapie określone zostaną obszary do inwentaryzacji na podstawie map geodezyjnych w systemie informacji przestrzennej opisujących obszary leśne. Wielkość emisji pochodzącej z lasów obliczona zostanie z następującego wzoru:

$$E = P \cdot w_e$$

gdzie:

- E – emisja gazu cieplarnianego [kg/rok]
- P – powierzchnia lasu [ha]
- w_e – wskaźnik emisji gazu cieplarnianego [kg/(ha×rok)]

Do obliczeń wykorzystano wskaźniki podane w tabeli poniżej.

Tabela 21. Wskaźniki emisji gazów cieplarnianych z terenów leśnych

Rodzaj lasu	Wskaźniki emisji gazów cieplarnianych [kg/(ha×rok)]		
	CH ₄ ¹²	N ₂ O ¹³	CO ₂ ¹⁴
lasy liściaste	20	1,6	-5 000
lasy iglaste	50	1,6	-5 000
lasy mieszane	35	1,6	-5 000

¹¹ Źródło: Good Practice Guidance for Land Use, Land-Use Change and Forestry, Institute for Global Environmental Strategies (IGES) for the IPCC, 2003

¹² Wskazówki dla wojewódzkich inwentaryzacji emisji na potrzeby ocen bieżących i programów ochrony powietrza. Warszawa 2003
¹³ Krajowy raport inwentaryzacyjny 2012 w języku angielskim (National Inventory Report 2019) zawierający dane o krajowych emisjach gazów cieplarnianych za lata 1988–2011 wraz z opisem metodyki – KOBIZE 2012

¹⁴ Krajowy raport inwentaryzacyjny 2012 w języku angielskim (National Inventory Report 2019) zawierający dane o krajowych emisjach gazów cieplarnianych za lata 1988–2011 wraz z opisem metodyki – KOBIZE 2012

4.5. Odpady

Emisja gazów cieplarnianych z sektora gospodarki odpadami zostanie określona dla składowania odpadów oraz dla ich termicznego unieszkodliwiania, czyli spalania odpadów. Dane o wielkości i sposobie zagospodarowania odpadów przemysłowych zostaną zaczerpnięte z Banku Danych Lokalnych GUS, natomiast dane o ilości i sposobie zagospodarowania odpadów komunalnych ze sprawozdań przedkładanych Marszałkowi Województwa Małopolskiego przez gminy. Wielkość emisji zostanie obliczona w oparciu o wskaźniki podane w tabeli poniżej. Wielkość emisji metanu i dwutlenku węgla zostanie określona w stosunku do ilości odpadów skierowanych na składowiska w ciągu roku. Natomiast wielkość emisji podtlenku azotu i dwutlenku węgla zostanie określona w stosunku do strumienia odpadów poddanych termicznemu unieszkodliwianiu.

Tabela 22. Wskaźniki emisji gazów cieplarnianych z sektora gospodarki odpadami¹⁵

Sposób unieszkodliwiania odpadów	Wskaźniki emisji gazów cieplarnianych [Mg/Mg odpadów]*		
	CH ₄	N ₂ O	CO ₂
składowanie odpadów	0,057		0,047
spalanie odpadów komunalnych		0,000008	1,000
spalanie odpadów przemysłowych		0,000210	0,498
spalanie odpadów medycznych			0,570
spalanie osadów ściekowych		0,000800	0,285

* – wskaźniki emisji określa się dla ilości odpadów zgromadzonych w ciągu roku lub spalonych w ciągu roku

Wielkość emisji z sektora gospodarki odpadami obliczono z następującego wzoru:

$$E = M \cdot w_e$$

gdzie:

- E – emisja gazu cieplarnianego [Mg/rok]
- M – masa odpadów składowanych w ciągu roku lub spalanych w ciągu roku [Mg/rok]
- w_e – wskaźnik emisji gazu cieplarnianego [Mg/(Mg odpadów)]

¹⁵ źródło: 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories Volume 5 Waste, cytowane również w NIR 2019 CO₂ – s. 377 -378

5. ELEKTRONICZNA BAZA DANYCH I JEJ ZAWARTOŚĆ

Elektroniczna baza danych będzie zawierała wyniki przeprowadzonej inwentaryzacji źródeł emisji dla obszaru województwa małopolskiego z uwzględnieniem możliwości przeliczania wielkości emisji po zmianie jednostkowych wskaźników emisji zanieczyszczeń. Struktura bazy emisji nie zmieni się w stosunku do bazy emisji z 2015 roku.

5.1. STRUKTURA BAZY ORAZ JEJ ZAWARTOŚĆ

Bazę emisji tworzyć będą niezależne bazy (pliki) sporządzone w pakiecie MS Office – Excel w postaci plików xlsx, w zależności od rodzaju źródeł emisji (katastrów).

Baza emisji zostanie zestawiona w katalogu „**Baza emisji Małopolska 2018**”, natomiast w niższych folderach zbioru zostaną ujęte poszczególne rodzaje źródeł emisji:

- a. „emisja_komunikacyjna_2018”:
 - emisja_drogi gminne i powiatowe
 - nazwa pliku: emisja_drogi_PiG_małopolskie_2018.xlsx
 - emisja_drogi krajowe i wojewódzkie
 - nazwa pliku: emisja_drogi_KiW_małopolskie_2018.xlsx
- b. „emisja_powierzchniowa_2018”;
 - nazwa pliku: E1202_POP_2018_powierzchniowa_A.xlsx
 - dla każdego powiatu niezależnie ze względu na liczbę emitatorów.
- c. „emisja_niezorganizowana_2018”;
 - nazwa pliku: emisja_niezorganizowana_małopolskie_POP_2018.xlsx
 - emisja_małopolskie_lotniska_POP_2018.xlsx
 - emisja_małopolskie_skladowiska_POP_2018.xlsx
- d. „emisja_rolnictwo_2018”;
 - nazwa pliku: emisje_hodowla_rolnictwo_małopolskie_POP_2018.xlsx
 - emisje_uprawy_rolnictwo_małopolskie_POP_2018.xlsx
- e. „emisja_naturalna_2018”;
 - nazwa pliku: emisja_lasy_małopolskie_POP_2018.xlsx
- f. „emisja_punktowa_2018”
 - nazwa pliku: Baza_s_2018_gaz_ciepl.xlsx - gazy cieplarniane
 - Punktowa małopolskie 2018.xlsx

W bazie emisji dane niezbędne do modelowania dyspersji zanieczyszczeń zgromadzone zostaną w strukturze zapewniającej czytelność, szybką zmianę w razie

wyboru innego zestawu wskaźników, a także możliwość wykonywania raportów zbiorczych dla każdego rodzaju źródeł w podziale na strefy województwa oraz kategorie SNAP. Każda z tabel w bazie emisji zawierać będzie szereg danych, które pozostaną niezmiennie w stosunku do bazy emisji z 2015 r.

5.2. Struktura oraz zawartość bazy emisji liniowej

Baza emisji liniowej zostanie podzielona ze względu na rodzaj dróg, celem rozdzielania danych pomiarowych i szacunkowych oraz w celu rozdzielania obszernych zestawów danych na mniejsze, łatwiejsze w obsłudze zbiory. Nazwa bazy emisji (pliku) określać będzie rodzaj emisji oraz rodzaj dróg, dla których zostanie obliczona. W zależności od rodzaju siatki i typu dróg, baza zostanie podzielona na:

- bazę emisji liniowej z dróg krajowych i wojewódzkich,
- bazę emisji liniowej z dróg gminnych i powiatowych.

Baza emisji liniowej z dróg wojewódzkich i krajowych

Układ bazy emisji liniowej z dróg wojewódzkich i krajowych będzie analogiczny do układu bazy dla dróg powiatowych i gminnych. Obliczone dane emisyjne z bazy emisji liniowej składać się będą z powiązanych między sobą zakładerek:

- natężenie ruchu,
- baza emisji,
- wskaźniki,
- katalogi,
- raporty.

W skład poszczególnych tabel wchodzić będą niezbędne dane wejściowe oraz wyjściowe.

Baza emisji liniowej z dróg gminnych i powiatowych

Baza emisji liniowej dla dróg gminnych i powiatowych posiadać będzie układ identyczny jak dla dróg krajowych i wojewódzkich, każda z nich składać się będzie z powiązanych między sobą zakładerek arkusza kalkulacyjnego.

W skład poszczególnych tabel wchodzić będą niezbędne dane wejściowe i wyjściowe, które stanowią trzon bazy emisji – jej atrybuty (nazwy kolumn).

5.3. Struktura oraz zawartość bazy emisji powierzchniowej (komunalno-bytowej)

Baza emisji powierzchniowej składać się będzie z ośmiu powiązanych między sobą zakładerek:

- dane GUS,

- katalogi,
- katalog gmin,
- wskaźniki,
- wskaźniki SALPS,
- BUBD_[kod powiatu] – dane z bazy danych obiektów budowlanych
- baza,
- baza emitory,
- raporty,
- podsumowanie.

W skład poszczególnych tabel wchodzić będą niezbędne dane wejściowe oraz wyjściowe, stanowiące trzon bazy emisji – jej atrybuty, czyli poszczególne kolumny.

5.4. Struktura oraz zawartość bazy emisji z rolnictwa

Baza emisji z rolnictwa zostanie zestawiona plikach, w których ujęte zostały dane:

- baza emisji pochodzącej z hodowli,
- baza emisji pochodzącej z upraw.

Taki podział jest możliwy i uzasadniony również z powodu różnej lokalizacji emisji. Emisja pochodząca z terenów upraw rozmieszczona zostanie na obszarach pól uprawnych i łąk, natomiast emisja z hodowli zwierząt rozmieszczona zostanie na terenach zabudowy wiejskiej, a w gminach miejskich na terenach peryferyjnej zabudowy jednorodzinnej.

Dane wejściowe ze statystyk GUS zebrane zostaną w arkuszach „GUS 2010” i „GUS rok bazowy”. W arkuszu „GUS 2010” znajdą się dane z Powszechnego Spisu Rolnego z 2010 roku pobrane ze strony <http://stat.gov.pl/> z Banku Danych Lokalnych. Dane te zostaną przeliczone na rok bazowy 2018 w arkuszu „GUS rok bazowy”, w oparciu o wskaźniki poprawkowe wyznaczone na podstawie rocznych danych GUS dla województwa.

Baza składać się będzie z powiązanych między sobą zakładów arkusza kalkulacyjnego, w których każda stanowi odrębną tabelę relacji:

- GUS 2010,
- GUS rok bazowy,
- katalogi,
- wskaźniki,
- BAZA hodowla,

- BAZA uprawy
- BAZA emitory hodowla,
- BAZA emitory uprawy,
- Raporty.

W skład poszczególnych tabel wchodzić będą niezbędne dane wejściowe oraz wyjściowe, które stanowią trzon bazy emisji – jej atrybuty.

5.5. Struktura oraz zawartość bazy emisji naturalnej

Baza emisji naturalnej to baza emisji prekursorów pyłu zawieszonego z terenów leśnych. Baza składać się będzie z powiązanych między sobą zakładów arkusza kalkulacyjnego, w których każda stanowić ma odrębną tabelę relacji:

- katalogi,
- wskaźniki,
- BAZA,
- BAZA emitory,
- raporty.

5.6. Struktura oraz zawartość bazy emisji niezorganizowanej

Baza emisji niezorganizowanej to baza emisji pyłu zawieszonego PM10 i PM2,5 pochodzącej z terenów kopalni odkrywkowych oraz hałd (z uwzględnieniem aktualnego stopnia rekultywacji), a także innych terenów, na których antropogenicznie usunięta została pokrywa roślinna, w wyniku czego skała macierzysta podlega deflacji. Baza składać się będzie z arkuszy:

- katalogi,
- wskaźniki,
- BAZA,
- BAZA emitory,
- raporty.

W skład poszczególnych tabel wchodzić będą niezbędne dane wejściowe oraz wyjściowe, które stanowią trzon bazy emisji – jej atrybuty, czyli poszczególne kolumny.

5.7. Struktura oraz zawartość bazy emisji punktowej

Baza emisji punktowej składać się będzie z powiązanych między sobą arkuszy kalkulacyjnych, z których każdy stanowi odrębną tabelę:

- baza emisji,
- katalogi,

- raporty,
- zmienność emisji.

W skład poszczególnych tabel wchodzić będą niezbędne dane, stanowiące trzon bazy emisji – jej atrybuty, czyli poszczególne kolumny. W przypadku bazy danych punktowych oprócz danych podstawowych, niezbędnych z punktu widzenia modelowania emisji, ujęto również dane uzupełniające. W bazie znajdują się również informacje o emisji niezorganizowanej z obszarów przemysłowych pochodzących spoza instalacji.

6. EKSPORT DANYCH Z INWENTARYZACJI DO MODELOWANIA

Opracowane w ramach inwentaryzacji bazy danych emisji dla poszczególnych źródeł na dalszym etapie będą podlegały przetwarzaniu w celu eksportu do modeli rozprzestrzeniania zanieczyszczeń. W zależności od wymagań modelu procedura eksportu różni się w pewnym zakresie.

W celu prawidłowego zamodelowania emisji napływowej, dane z inwentaryzacji podlegają uzupełnieniu danymi z innych baz emisyjnych poza terenem objętym inwentaryzacją (bazy TNO-MACC III, EMEP, E-PRTR). Następnie dane podlegają przetworzeniu do obsługiwanego przez dany model układu współrzędnych (żaden z modeli emisyjnych nie współpracuje z układem współrzędnych PUWG 92, który został określony w zamówieniu). Przeliczeniu ulegają współrzędne punktów oraz wierzchołków obszarów emisji. Następnie w zależności od rodzaju źródeł emisji poszczególnym emitantom przypisywane są dodatkowe parametry właściwe dla danego źródła. Przykładowo dla emisji komunalno-bytowej przyjmuje się średnią wysokość emisji na poziomie 8 m nad powierzchnią gruntu, natomiast dla emitatorów punktowych wysokość przyjmuje się indywidualnie według inwentaryzacji.

Wielkość emisji zawartej w każdej z baz podlega modulacji i specjacji w zależności od przynależności do określonej kategorii SNAP w oparciu o profile zmienności godzinowej/dziennej, miesięcznej, sezonowej i rocznej. Finałnym elementem jest przetworzenie struktury danych zgodnie z wymogami plików emisyjnych modelu.

W zakresie źródeł punktowych określa się zmienność emisji w zależności od prowadzonych procesów. Dla dużych źródeł energetycznego spalania wchodzących w skład kategorii SNAP 01, które prowadzą w sposób ciągły monitoring emisji do powietrza oraz dla innych procesów produkcyjnych wchodzących w skład kategorii SNAP 03 i SNAP 04 jest określana zarówno sezonowa, jak i godzinowa zmienność czasowa.

W celu wyznaczenia wskaźników zmienności czasowej dla tych źródeł wykorzystane zostały współczynniki określone dla skali kraju w opracowaniu „*Analiza stanu zanieczyszczenia powietrza pyłem PM10 i PM2.5 z uwzględnieniem składu chemicznego pyłu, w tym metali ciężkich i WWA*” wykonanym dla GIOŚ w 2008 r. Profile czasowe podzielone zostały na kategorie SNAP.

SNAP0101 – Procesy spalania w sektorze produkcji i transformacji energii

SNAP0201 – Procesy spalania poza przemysłem

SNAP03 – Procesy spalania w przemyśle

SNAP04 – Procesy produkcyjne

W zakresie źródeł powierzchniowych z sektora komunalno-bytowego określa się zmienność emisji w odniesieniu do parametrów meteorologicznych i lokalizacji źródeł. W tym zakresie wykorzystuje się model emisji zanieczyszczeń pozwalający uwzględnić dobową zmienność temperatury powietrza w obszarze modelowania. Współczynniki zmienności czasowej godzinowej wyznaczane są dla każdej godziny w roku z uwzględnieniem również lokalizacji źródeł.

W zakresie źródeł liniowych określa się zmienność emisji w czasie na podstawie zmienności natężenia ruchu w kilku przedziałach czasowych: dobowym, miesięcznym. Podstawę stanowi zmienność godzinowa odrębna dla dni powszednich i weekendów. Uzyskane w ten sposób bazowe współczynniki modyfikuje się profilem miesięcznym.

W zakresie źródeł emisji z rolnictwa zmienność czasową określa się jako zmienność sezonową, zależną od prowadzonych procesów w ramach prac rolnych oraz wykorzystania maszyn roboczych. W zakresie hodowli ustala się zmienność na poziomie roku bez różnicowania czasowego.

Dla źródeł emisji niezorganizowanej profil ustala się na poziomie miesięcznym i dobowym. Związany jest on z działalnością wydobywczą kopalni odkrywkowych.

Dla emisji naturalnej wyznaczony został tylko profil miesięczny zmienności czasowej dotyczący funkcjonowania obszarów zielonych, w tym lasów.

CZĘŚĆ 2

Sposób oszacowania stopnia wykorzystania i potencjału odnawialnych źródeł energii dla województwa małopolskiego

7. OSZACOWANIE STOPNIA WYKORZYSTANIA, POTENCJAŁU ODNAWIALNYCH ŹRÓDEŁ ENERGII W WOJEWÓDZTWIE MAŁOPOLSKIM

Prace nad oszacowaniem stopnia wykorzystania, potencjału odnawialnych źródeł energii w województwie małopolskim wymagać będą zastosowania zestawu technik i metod badawczych. Kluczowe techniki, jakie zostaną wykorzystane w trakcie realizacji zadań scharakteryzowano w poniższej w tabeli.

Tabela 23. Techniki badawcze zastosowane w ramach szacowania stopnia wykorzystania, szacowania potencjału odnawialnych źródeł niskiej emisji.

Technika badawcza	Zakres badań	Uzasadnienie stosowania
Desk Research	Analiza dostępnych danych źródłowych, w tym ich wiarygodności	Konieczność zbierania i analizy istniejących danych
Kwerenda w instytucjach, organach administracji samorządowej	Przegląd danych i dokumentów przedmiotowych	Uzyskanie danych do określenia potencjału OZE ze strony samorządów lokalnych
Analiza statystyczna	Przegląd danych, analizy porównawcze, historyczne	Ilościowe przedstawienie wyników przeglądów i analiz, badań
Analiza przestrzenna	Wykorzystanie GIS, przegląd danych, mapowanie danych	Ilościowe przedstawienie wyników przeglądów i analiz
Analiza wielokryterialna	Do szacowania, oceny potencjału OZE	Konieczność uwzględnienia wielu kryteriów przy dokonaniu oceny, wyboru
Zastosowanie modeli tematycznych	Do szacowania, oceny potencjału OZE	Konieczność wykonania dodatkowych analiz ze względu na małą, w stosunku do analizowanego obszaru, rozdzielczość przestrzenną dostępnych wyników, zidentyfikowane luki w zakresie danych
Spotkania	Konsultacje z interesariuszami	Potrzeba konsultacji z interesariuszami projektu np. w celu pozyskania wiedzy nt. OZE, planowanych inwestycji
Metody i dedykowane narzędzia	Do oceny potencjału obszaru, opcji OZE	Uzyskanie określonych danych, informacji od interesariuszy (niezbędnych do realizacji pracy) oraz wspólne wypracowanie rozwiązań

Aby określić potencjał poszczególnych źródeł odnawialnej energii na obszarze województwa małopolskiego analizie zostaną poddane:

- dane meteorologiczno-klimatyczne:
 - uśłonecznienie na obszarze województwa małopolskiego,
 - średnia temperatura powietrza na obszarze województwa,
 - maksymalna temperatura powietrza na obszarze województwa,
 - opady atmosferyczne,
 - średnia prędkość wiatru na obszarze województwa.
- dane informacji przestrzennej:
 - hydrogeoróżnorodności,
 - topografia terenu,
 - hydrografia,
 - inne.

W ramach szacowania stopnia wykorzystania i potencjału w zakresie odnawialnych źródeł energii wykonana zostanie wielokryterialna diagnoza obszaru objętego Programem. Obejmować ona będzie analizę:

- danych odgórnych, m.in.
 - raporty Urzędu Regulacji Energetyki,
 - Ministerstwa Energii,
 - Atlasy Geotermalne,
 - Agencji Rozwoju Energii,
 - Instytutu Energetyki Odnawialnej,
 - Bank Gospodarstwa Krajowego (BGK).
- danych oddolnych;
 - wyniki ankiet i danych z gmin województwa małopolskiego,
 - dane z Wojewódzkiego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w Krakowie,
 - Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej,
 - baz danych Województwa Małopolskiego,
 - dane odnośnie energii z Tauron Dystrybucja, oddział w Krakowie.

Wśród przesłanek mających bezpośredni wpływ na rozwój odnawialnych źródeł energii w województwie należą:

- kompetencje samorządu województwa,
- wymogi określające sposób prowadzenia polityki rozwoju (regionalne, lokalne),

- założenia systemu zarządzania rozwojem Polski (krajowe).

Na podstawie analizy danych dotyczących stopnia wykorzystania odnawialnych źródeł energii, biorąc pod uwagę uwarunkowania rozwoju kraju, województwa, jak również lokalne, zostanie określony potencjał odnawialnych źródeł energii. Na potrzebę określenia potencjału odnawialnych źródeł energii zostaną również wykorzystane prognozy trendów rozwojowych odnawialnych źródeł energii.

SPIS TABEL

Tabela 1. Informacje przestrzenne do wykorzystania w modelu emisyjnym.	10
Tabela 2. Wskaźniki emisji na podstawie Centralnej Bazy Emisji opracowane przez Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami – Paliwa stałe.....	18
Tabela 3. Wskaźniki emisji na podstawie Centralnej Bazy Emisji opracowane przez Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami – Paliwa inne niż stałe.	19
Tabela 4. Wartości wskaźników emisji dla różnych rodzajów paliw dla pozostałych substancji nie ujętych w Centralnej Bazie Emisji KOBIZE. (źródło danych: EMEP/EEA Raport techniczny 2019)	20
Tabela 5. Wskaźniki emisji ze źródeł rolniczych – uprawy rolne (źródło danych: EMEP/EEA 2019) ...	20
Tabela 6. Wskaźniki emisji ze źródeł rolniczych – hodowla zwierząt (źródło danych: EMEP/EEA 2019)	21
Tabela 7. Wskaźniki emisji ze źródeł rolniczych – rolne zastosowanie nawozów sztucznych (źródło danych: EMEP/EEA 2019)	21
Tabela 8. Wskaźniki emisji ze źródeł rolniczych – maszyny rolne (źródło danych: EMEP/EEA 2019) ..	22
Tabela 9. Wskaźniki emisji ze źródeł liniowych – emisja spalinowa (źródło danych: EMEP 2019).....	23
Tabela 10. Wskaźniki emisji pozaspalinowej z transportu	25
Tabela 11. Wskaźniki emisji ze źródeł niezorganizowanych (źródło: Maricopa Air Quality Department – Emissions Inventory Help Sheet 2012)	26
Tabela 12. Wskaźniki emisji ze źródeł naturalnych (źródło: Wskazówki dla wojewódzkich inwentaryzacji emisji na potrzeby ocen bieżących i program ochrony powietrza – Ministerstwo Środowiska 2003)...	26
Tabela 13. Wskaźniki emisji dla ruchu lotniczego (źródło: Wskazówki dla wojewódzkich inwentaryzacji emisji na potrzeby ocen bieżących i program ochrony powietrza – Ministerstwo Środowiska 2003)...	27
Tabela 14. Zastępcze parametry emitorów punktowych.	28
Tabela 15. Przeciętne roczne zużycie energii na ogrzanie 1 m ² powierzchni według struktury wiekowej budynków.....	32
Tabela 16. Wartości współczynników przeliczeniowych dla natężenia ruchu na drogach powiatowych i gminnych (źródło: opracowanie własne na podstawie danych z innych obszarów, gdzie wykonywane są pomiary ruchu).....	37
Tabela 17. Globalny potencjał ocieplenia gazów cieplarnianych (źródło: wg Second Assessment Report)	43
Tabela 18. Wybrane wskaźniki emisji CO ₂ substancji z poszczególnych paliw przyjęte do obliczeń emisji	45
Tabela 19. Wybrane wskaźniki emisji CO ₂ z poszczególnych paliw przyjęte do obliczeń emisji	45
Tabela 20. Wskaźniki emisji gazów cieplarnianych z działalności rolniczej.....	46
Tabela 21. Wskaźniki emisji gazów cieplarnianych z terenów leśnych	47
Tabela 22. Wskaźniki emisji gazów cieplarnianych z sektora gospodarki odpadami	48
Tabela 23. Techniki badawcze zastosowane w ramach szacowania stopnia wykorzystania, szacowania potencjału odnawialnych źródeł niskiej emisji.	56