



# ZARZĄDZANIE JAKOŚCIĄ POWIETRZA

Zespół autorów



*Zarządzanie jakością powietrza*

# **Zarządzanie jakością powietrza**

Daniela Ďurčanská, Marek Drličiak, Dušan Jandačka, Jan Bitta,  
Vladislav Bízek, Ivana Foldynová, Daniel Hladký, Andrea Hrušková,  
Lubor Hruška, Peter Chovanec, Pavel Machálek, Irena Pavlíková,  
Michał Bonczyk, Ewa Krajny, Leszek Ośródka, Krystian Skubacz,  
Paweł Urban, Małgorzata Wysocka

Wydawnictwo Uniwersytet Żyliński w Żylinie  
EDIS – Centrum wydawnicze ŻU  
2020



Niniejsza publikacja jest wynikiem wdrożenia projektu AIR TRITIA - CE1101 (Ujednolicone podejście do systemu zarządzania zanieczyszczeniem powietrza dla funkcjonalnych obszarów miejskich w regionie TRITIA), finansowanego przez Europejski Fundusz Rozwoju Regionalnego Interreg Central Europe.

Redaktor naukowy      prof. Ing. Karel Kovářík, CSc.

Recenzenci              prof. dr. hab. inż. Jerzy Zwozdziak  
RNDr. Jan Hovorka, Ph.D.

Za poziom naukowy, językowy i techniczny publikacji odpowiadają autorzy.

Wydawnictwo: Uniwersytet Žyliński w Žylinie / EDIS – Centrum  
wydawnicze ŽU

© D. Ďurčanská, M. Drličiak, D. Jandačka, J. Bitta, V. Bízek, I. Foldynová, D. Hladký, A. Hrušková, L. Hruška, P. Chovanec, P. Machálek, I. Pavlíková, M. Bonczyk, E. Krajny, L. Ošródka, K. Skubacz, P. Urban, M. Wysocka, 2020

ISBN 978-80-554-1659-5

## *Zarządzanie jakością powietrza*

Zespół autorów uczestniczył w przygotowaniu monografii w zgodnie z następującym podziałem:

Rozdz. 1:

PhDr. Andrea Hrušková, Doc. Ing. Lubor Hruška, Ph.D., Ing. Ivana Foldynová, Ph.D., ACCENDO Ostrava

Ing. Vladislav Bízek, CSc., ACCENDO Ostrava, ČHMÚ ČR

Rozdz. 2:

Dr. Leszek Ośródk, Dr. Ewa Krajny, IMGW-PIB Warszawa

Rozdz. 3.1; 3.2 Doc. Ing. Daniela Ďurčanská, CSc., UNIZA Žilina

Rozdz. 3.3 Ing. Irena Pavlíková, VŠB - TU Ostrava, Wspólny Instytut Badań Jądrowych w Dubne, Federacja Rosyjska

RNDr. Jan Bitta, Ph.D., VŠB - TU Ostrava

Rozdz. 3.3.5; 3.3.6 Dr. hab. inż. Małgorzata Wysocka, Dr. hab. Krystian Skubacz, GIG Katowice

Rozdz. 3.4 Ing. Irena Pavlíková, VŠB - TU Ostrava, Wspólny Instytut Badań Jądrowych w Dubne, Federacja Rosyjska

Ing. Daniel Hladký, Ing. Pavel Machálek, VŠB - TU Ostrava,

ČHMÚ ČR

RNDr. Jan Bitta, Ph.D., VŠB - TU Ostrava

Rozdz. 4.1 Ing. Marek Drličiak, Ph.D., UNIZA Žilina

Rozdz. 4.2 Ing. Jan Bitta, Ph.D., VŠB - TU Ostrava

Rozdz. 4.3 Dr. Leszek Ośródk, Dr. Ewa Krajny, IMGW-PIB Warszawa

Rozdz. 5.1, 5.2 Ing. Dušan Jandačka, Ph.D., UNIZA Žilina

Rozdz. 5.3 Dr. hab. Krystian Skubacz, Dr. hab. inż. Małgorzata Wysocka, Mgr. Paweł Urban, dr inż. Michał Bonczyk, GIG Katowice

Rozdz. 6.1; 6.2 Ing. Peter Chovanec Ph.D., VŠB - TU Ostrava

Ing. Irena Pavlíková, VŠB - TU Ostrava, Wspólny Instytut Badań Jądrowych w Dubne, Federacja Rosyjska

Rozdz. 6.3: Dr. Leszek Ośródk, Dr. Ewa Krajny, IMGW-PIB Warszawa

Rozdz. 7 doc. Ing. Daniela Ďurčanská, CSc., UNIZA Žilina

## Spis treści

PRZEDMOWA .....	7
<b>1 PODSTAWY STRATEGICZNEGO ZARZĄDZANIA JAKOŚCIĄ POWIETRZA.....</b>	<b>9</b>
1.1 PODSTAWOWE POJĘCIA .....	11
1.2 ZASADY I METODA TWORZENIA STRATEGII .....	12
1.3 RAMY CZASOWE I TERYTORIALNE STRATEGII .....	16
1.4 PORÓWNANIE RAM PRAWNYCH REPUBLIKI CZESKIEJ, POLSKI I REPUBLIKI SŁOWACKIEJ W ZAKRESIE OPRACOWYWANIA STRATEGII .....	20
1.5 PODSTAWOWE PROCESY SPOŁECZNO - GOSPODARCZE W OBSZARZE TRITIA STRUKTURA OSADNICZA .....	24
1.6 TWORZENIE CZĘŚCI PROJEKTOWEJ STRATEGII ZARZĄDZANIA JAKOŚCIĄ POWIETRZA .....	30
1.7 LITERATURA .....	33
<b>2 WPLYW WARUNKÓW METEOROLOGICZNYCH NA JAKOŚĆ POWIETRZA.....</b>	<b>35</b>
2.1 LITERATURA .....	53
<b>3 ŹRÓDŁA ZANIECZYSZCZENIA POWIETRZA.....</b>	<b>55</b>
3.1 PODSTAWOWE POJĘCIA .....	55
3.2 TRANSPORT DROGOWY .....	60
3.2.1 <i>Transport w obszarze zainteresowania.....</i>	62
3.2.2 <i>Zanieczyszczenie powietrza powodowane przez transport drogowy .....</i>	65
3.2.3 <i>Źródła pyłów .....</i>	71
3.2.4 <i>Emisje spalin z transportu .....</i>	71
3.2.5 <i>Emisje pochodzące z procesów innych niż spalanie paliw .....</i>	72
3.2.6 <i>Zanieczyszczenie powietrza spowodowane ruchem samochodowym w regionie TRITIA.....</i>	75
3.2.7 <i>Ocena i obliczenie emisji powodowane przez transport drogowy.....</i>	78
3.2.8 <i>Transport drogowy vs. zanieczyszczenie powietrza, podsumowanie .....</i>	79
3.3 LOKALNE URZĄDZENIA DO OGRZEWANIA .....	80
3.3.1 <i>Inwentaryzacja lokalnych źródeł ogrzewania w obszarze TRITIA .....</i>	82
3.3.2 <i>Bilans emisji lokalnych urządzeń do ogrzewania na terytorium TRITIA..</i>	82
3.3.3 <i>Wpływ lokalnych urządzeń do ogrzewania na jakość powietrza w regionie TRITIA.....</i>	89
3.3.4 <i>Prognoza wpływu lokalnych urządzeń do ogrzewania na jakość powietrza na terytorium TRITIA .....</i>	96
3.3.5 <i>Streszczenie, lokalne ogrzewanie budynków .....</i>	105
3.3.6 <i>Źródła niskiej emisji w polskiej części obszaru TRITIA.....</i>	106
3.3.7 <i>Podsumowanie.....</i>	118
3.4 ŹRÓDŁA PRZEMYSŁOWE .....	120

<b>Zarządzanie jakością powietrza</b>	
3.4.1	Wykaz przemysłowych źródeł zanieczyszczenia powietrza na obszarze TRITIA..... 120
3.4.2	Bilans emisji źródeł przemysłowych na terytorium TRITIA ..... 126
3.4.3	Oddziaływanie źródeł przemysłowych na jakość powietrza w regionie TRITIA ..... 132
3.4.4	Prognoza wpływu przemysłowych źródeł na jakość powietrza na terytorium TRITIA..... 140
3.4.5	Streszczenie, źródła przemysłowe ..... 148
3.5	LITERATURA ..... 149
<b>4</b>	<b>MODELOWANIE JAKOŚCI POWIETRZA..... 157</b>
4.1	TRANSPORT ..... 157
4.1.1	Model transportu ..... 158
4.1.2	Wdrożenie wyników modelu ruchu ..... 165
4.1.3	Baza danych dotyczących ruchu dla terytorium TRITIA ..... 171
4.2	MODELOWANIE JAKOŚCI POWIETRZA..... 175
4.2.1	Model rozpraszania AQMS ..... 176
4.2.2	Modele matematyczne przeznaczone dla ochrony powietrza ..... 178
4.2.3	Modele oceny jakości powietrza na dużych obszarach..... 179
4.2.4	Model SYMOS'97..... 182
4.2.5	Systemy informacji geograficznej..... 183
4.2.6	System oceny środowiska ..... 185
4.2.7	Procedura modelowania ..... 195
4.3	KRÓTKOTERMINOWA PROGNOZA JAKOŚCI POWIETRZA DLA OBSZARU TRITIA.. ..... 203
4.3.1	Wybór modelu prognostycznego ..... 203
4.3.2	Teren badań ..... 207
4.3.3	Opis metodyki modelowania..... 208
4.3.4	Przygotowanie danych predykcyjnych ..... 209
4.3.5	Prognozowanie zanieczyszczeń ..... 211
4.3.6	Indeks jakości powietrza jako podstawowa informacja o prognozie stężeń..... 219
4.3.7	Przykłady wyników i wizualizacja ..... 219
4.3.8	Podsumowanie - możliwości rozwoju i rekomendacje dla innych zastosowań ..... 225
4.4	LITERATURA ..... 226
<b>5</b>	<b>SPECJALISTYCZNE POMIARY PYŁU ZAWIESZONEGO W POWIETRZU..... 231</b>
5.1	PODSTAWOWE POJĘCIA ..... 232
5.2	POMIAR, STĘŻENIE I ROZKŁAD PYŁU ZAWIESZONEGO W ŻYLINIE NA SŁOWACJI. .... 233
5.2.1	Skład chemiczny pyłu zawieszonego i jego zastosowanie..... 242
5.2.2	Podsumowanie osiągniętych wyników ..... 258

## *Zarządzanie jakością powietrza*

5.3	ROZKŁADY ZIARNISTOŚCI AEROZOLI W WYBRANYCH PUNKTACH POLSKO-CZESKIEGO POGRANICZA .....	259
5.3.1	<i>Miejsca pomiarów</i> .....	262
5.3.2	<i>Metoda pomiaru</i> .....	264
5.3.3	<i>Wyniki pomiarów</i> .....	267
5.3.4	<i>Badania izotopowe</i> .....	276
5.3.5	<i>Podsumowanie</i> .....	278
5.4	LITERATURA .....	280
<b>6</b>	<b>SYSTEM ZARZĄDZANIA JAKOŚCIĄ POWIETRZA (AQMS) ...</b>	<b>285</b>
6.1	PODSTAWOWE POJĘCIA .....	286
6.2	OPIS TECHNICZNY SYSTEMU .....	286
6.2.1	<i>Jednolita baza danych z informacjami</i> .....	287
6.2.2	<i>Elastyczność systemu</i> .....	291
6.2.3	<i>Bezpieczeństwo i ochrona danych</i> .....	292
6.2.4	<i>Opis interfejsu użytkownika</i> .....	294
6.2.5	<i>Podsumowanie</i> .....	298
6.3	SYSTEM PREDYKCJI JAKOŚCI POWIETRZA .....	299
6.3.1	<i>Wybrane systemy predykcji zanieczyszczeń powietrza w Europie</i> .....	300
6.3.2	<i>Systemy predykcji zanieczyszczeń powietrza w Czechach, Słowacji i Polsce</i> .....	301
6.3.3	<i>Prognoza jakości powietrza na obszarze TRITIA</i> .....	303
6.4	LITERATURA .....	307
<b>7</b>	<b>PODSUMOWANIE ZAGADNIENÍ</b> .....	<b>309</b>
7.1	CONCLUSION AND SUMMARY OF THE ISSUE .....	314
	<b>WYKAZ UŻYTYCH SYMBOLI I SKRÓTÓW</b> .....	<b>319</b>
	<b>ROZWIĄZANIA PROJEKTÓW</b> .....	<b>322</b>

## **Przedmowa**

Niniejsza praca zatytułowana „Zarządzanie jakością powietrza” jest wynikiem realizacji projektu Interreg Central Europe o nazwie „Ujednoczone podejście do systemu zarządzania zanieczyszczeniem powietrza dla funkcjonalnych obszarów miejskich w regionie TRITIA”.

Przedstawia ona wybrane problemy i wyzwania związane z zarządzaniem jakością powietrza, poprzez które stara się reagować na zmiany w zachowań społeczeństwie. Publikacja gromadzi opinie naukowców i instytucji badawczych trzech krajów z różnych dziedzin naukowych, zapewniając w ten sposób bardziej holistyczne podejście do tego samego tematu.

Dzięki temu praca ta może, w miarę możliwości, dotrzeć do szerszego grona odbiorców, czytelników, studentów i specjalistów. Czytelnik monografii otrzyma kompleksowy obraz i prezentację zarządzania jakością powietrza na poziomie teoretycznym i praktycznym.

Celem projektu AIR TRITIA było dostarczenie rozwiązań, które usprawniłoby lokalne i regionalne systemy zarządzania jakością powietrza, prezentację informacji opartych na konkretnych opiniach eksperckich i danych specjalistycznych, przedstawienie propozycji działań kompleksowych. Realizacja projektu miała na celu zwiększenie liczby opcji dla administracji publicznej w zakresie podejmowania decyzji i rozwiązywania problemów związanych z jakością powietrza. Umożliwi to realną pomoc w poprawie jakości powietrza na obszarach zanieczyszczonych w regionach, na które mogą mieć wpływ źródła z terenów sąsiednich.

W projekcie terytorium TRITIA obejmujmował obszar 4 regionów: Republikę Słowacką którą reprezentuje kraj żyliński, Republikę Czeską - kraj morawsko-śląski, Polskę - województwo śląskie i opolskie. Zadaniem projektu była propozycja kompleksowego rozwiązania problemu jakości powietrza w ujęciu transgranicznym oraz opracowanie i wdrożenie innowacyjnych narzędzi dla polityk krajowych we wszystkich trzech państwach w celu obniżenia zagrożenia zdrowia ludności.

Monografia „Zarządzanie jakością powietrza” jest wynikiem trzyletniej pracy międzynarodowego zespołu projektowego. Składa się z 7



## *Zarządzanie jakością powietrza*

rozdziałów, których przygotowaniem zajęli się autorzy z 3 krajów i 5 instytucji:

Uniwersytet w Żylinie

VŠB - Uniwersytet Techniczny Ostrawa

ACCENDO - Centrum Nauki i Badań, Ostrawa

GIG - Główny Instytut Górnictwa, Katowice

IMGW – PIB Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej – Państwowy Instytut Badawczy, Warszawa

Publikacja jest wielowątkowa i zawiera rozdziały zajmujące się zarówno stroną teoretyczną zagadnienia jak też, co najważniejsze, aspektami praktycznymi.

Pierwsza część monografii opisuje źródła zanieczyszczenia powietrza i założenia meteorologiczne dotyczące dyspersji zanieczyszczeń. Druga część przedstawia modelowanie i monitorowanie jakości powietrza. Na końcu opisano narzędzia zarządzania jakością powietrza.

Publikację zredagowali doc. Ing. Daniela Ďurčanská, CSc. i Ing. Dušan Jandačka, PhD.

W tym miejscu w imieniu zespołu autorów publikacji redaktorzy monografii pragną podziękować recenzentom za cenne rady i komentarze dotyczące publikacji:

prof. Ing. Karolovi Kovářikovi, CSc., redaktorowi naukowemu z Wydziału Inżynierii Lądowej z Uniwersytet w Żylinie, prof. dr. hab. inż. Jerzemu Zwoździakowi z Akademii Wojsk Lądowych – im. T.Kościuszki we Wrocławiu, RNDr. Janovi Hovorkovi, PhD., z Uniwersytetu Karola, w Pradze.

## **Podsumowanie zagadnień**

Na obszarze pogranicza polsko-czesko-słowackiego jakość powietrza na jak dotąd podlega zarządzaniu na poziomie lokalnym – (wewnątrz krajowym). Problematyka zanieczyszczenia powietrza jest specyficzna ze względu na swój transgraniczny wpływ i nie można skutecznie nią zarządzać tylko w ten sposób. Wymaga to współdziałania rządów ale też jednostek samorządowych oraz społeczności lokalnych tych obszarów w tych trzech krajach.

Konsorcjum badaczy ze Słowacji, Polski i Czech uzyskało projekt AIR TRITIA skupiający się na jakości powietrza w przygranicznym regionie TRITIA (Słowacja: Samorządowy region Żyliny, Republika Czeska: Region Morawsko-Śląski, Polska: województwo śląskie i opolskie). Wiodącym partnerem projektu był Uniwersytet Techniczny Ostrawa. Nad projektem współpracowało piętnastu partnerów projektu z regionu, organizacji edukacyjnych i badawczych, miast i instytucji samorządu regionalnego. Miasta bezpośrednio zaangażowane w projekt to: Żylinna, Ostrawa, Opawa, Opole i Rybnik.

Badania przeprowadzone w ramach projektu pokazują, że jakość powietrza w regionie TRITIA jest jedną z najgorszych w UE. Wraz z północnymi Włochami region ten należy do obszarów o wysokim długoterminowym stężeniu pyłu zawieszonego (PM<sub>10</sub> i PM<sub>2,5</sub>). W regionie TRITIA poziomy dopuszczalne stężenie benzo(a)pirenu są przekraczane w największym stopniu w całej UE.

Celem projektu AIR TRITIA jest udzielenie pomocy władzom publicznym w zakresie zarządzania jakością powietrza poprzez utworzenie jednolitej bazy danych informacji przestrzennej, wprowadzenie nowych narzędzi służących do zarządzania i prognozowania zanieczyszczenia powietrza oraz opracowanie strategii poprawy jakości powietrza dla poszczególnych miejskich obszarów funkcjonalnych i wspólnych strategii regionu TRITIA.

Zanieczyszczenie powietrza jest kwestią szczególną ze względu na swój zasięg. Problem ten nie może zostać skutecznie rozwiązany jedynie w ściśle określonych granicach geograficznych poszczególnych państw. Przykładem jest Słowacja, a w szczególności Czechy, na które oprócz

## *Zarządzanie jakością powietrza*

lokalnych źródeł zanieczyszczeń, niekorzystnie wpływają również emisje zanieczyszczeń przenoszone na duże odległości z aglomeracji przemysłowych z Polski. Dlatego środki mające na celu wyeliminowanie zanieczyszczenia powietrza wymagają współpracy na szczeblu ponadnarodowym. Główną innowacją projektu jest wprowadzenie w życie wspólnej koncepcji zarządzania jakością powietrza na poziomie międzynarodowym, popartej szczegółowym modelowaniem matematycznym oraz weryfikacji wyników za pomocą różnych rodzajów określonych pomiarów oraz wspólnego projektu optymalnej kombinacji środków uwzględniających wpływ na zdrowie ludzkie wraz z ocenami kosztów. Proponowane procedury i wyniki będą miały ogólne zastosowanie na obszarach miejskich, które zmagają się z podobnymi problemami.

W wyniku prac projektowych powstał System Zarządzania Jakością Powietrza - AQMS, system ekspercki, który analizuje wyniki modelowania zanieczyszczenia powietrza. Kolejnym rezultatem prac jest Predykcyjny System Ostrzegania - PWS, który pozwoli na modelowanie informacji o zanieczyszczeniu powietrza w ciągu następnych 72 godzin uzyskanych z monitorowania powietrza i danych meteorologicznych. W wyniku projektu powstała także Wspólna Strategia Zarządzania Jakością Powietrza w regionie TRITIA. Wszystkie te rezultaty są przetwarzane dla 5 uczestniczących miast (lub funkcjonalnych obszarów miejskich).

W proponowanych systemach wykorzystano modelowanie matematyczne za pomocą jednego z najpotężniejszych superkomputerów w Europie Środkowej, którym dysponuje Uniwersytet Techniczny Ostrawa, jako partner projektu. Projekt dotyczy wyjątkowo dużego obszaru, obejmuje on powierzchnię 34 tys. km<sup>2</sup>, na której mieszka 7,5 milionów mieszkańców. Strategie uwzględniają nie tylko skutki lokalne, ale także skutki regionalne i transgraniczne.

Rezultaty projektu będą stanowić dla poszczególnych miast i regionów podstawę ich strategicznych decyzji, mających na celu poprawę jakości powietrza. System zarządzania jakością powietrza opiera się na utworzonej bazie danych i jest przeznaczony dla dwóch grup użytkowników - administracji publicznej i ogółu społeczeństwa.

Projekt rozpoczął się w czerwcu 2017 r. W pierwszej połowie opracowano i przetworzono pomocnicze bazy danych w celu późniejszego

### *Zarządzanie jakością powietrza*

opracowania głównych rezultatów: baza danych demograficznych i baza danych społeczno-ekonomicznych, baza danych epidemiologicznych, baza danych przestrzennych geograficznych, baza danych meteorologicznych transportowych, baza danych lokalnych źródeł ciepła, baza danych zasobów przemysłowych; Wszystkie były następnie niezbędne do opracowania modeli lub znalezienia rozwiązań strategicznych.

Podczas projektu przeprowadzono również specjalistyczne pomiary zanieczyszczenia powietrza. W Żylinie prowadzono całoroczny monitoring zanieczyszczenia pyłem. Na granicy polsko-czeskiej monitorowano powietrze w miejscowości Horní Suchá (CZ) i Raciborzu (PL).

Wydział Inżynierii Materiałowej Uniwersytetu w Żylinie przygotował bazę danych obciążeń drogowych w oparciu o modele transportu w obszarze TRITIA. Baza danych transportu jest głównym zbiorem danych wejściowych dla modelu zanieczyszczenia powietrza, gdzie będzie stanowić podstawę do obliczania emisji z ruchu drogowego. Model ruchu terytorium jest przetwarzany w oprogramowaniu PTV VISUM. Model miał wysokie wymagania dotyczące przetwarzania, ponieważ konieczna była harmonizacja nie tylko układów współrzędnych, ale także rozwiązań transportowych w trzech krajach.

Oprócz działań badawczych zadaniem projektu było zdefiniowanie przekazywania informacji w regionie, określenie środków mających na celu ograniczenie emisji oraz opracowanie projektów legislacyjnych w celu skutecznego wdrożenia strategii zintegrowanego zarządzania jakością powietrza na poziomie terytorialnym.

Aby wdrożyć zintegrowaną strategię, w ramach projektu AIR TRITIA stworzono narzędzie do wydajnego i przejrzystego systemu zarządzania jakością powietrza AQMS (Air Quality Management System) zgodnie ze wsparciem decyzyjnym bazującym na dowodach.

AQMS to narzędzie wspierające długoterminowe podejmowanie strategicznych decyzji. Jest to system informatyczny, który poprzez przyjazne środowisko w postaci interaktywnej mapy dostarcza organom administracji państwowej dokumenty niezbędne do planowania strategicznego i podejmowania decyzji w dziedzinie jakości powietrza, w oparciu o wiedzę naukową. Na innym poziomie użytkownika system zapewnia społeczeństwu informacje na temat jakości powietrza i planowanych środków, dzięki czemu proces decyzyjny jest przejrzysty.

## *Zarządzanie jakością powietrza*

Ogólnie AQMS składa się z trzech poziomów użytkownika:

- Administratorski - poziom przeznaczony dla administratorów na cele zarządzania danymi, indywidualnymi bazami informacji i samym systemem.
- Zarządczy - poziom przeznaczony dla organów administracji państwowej, dostarczający szczegółowych informacji o sytuacji zanieczyszczenia powietrza na dotkniętym obszarze, o emisji, pochodzeniu zanieczyszczeń oraz wpływie proponowanych środków na jakość powietrza i zdrowie publiczne, w tym obliczenia kosztów realizacji danych działań.
- Publiczny - poziom przeznaczony dla ogółu społeczeństwa, dostarczający szczegółowych informacji o sytuacji zanieczyszczenia powietrza na dotkniętym obszarze, pochodzeniu zanieczyszczenia i wpływie planowanych środków na jakość powietrza.

W ramach projektu AIR TRITIA system obejmuje pięć miast i powiązane z nimi obszary miejskie (Opawa, Ostrawa, Opole, Rybnik i Żylin) oraz cały obszar TRITIA (Kraj Morawsko-Śląski, Województwo Opolskie i Śląskie oraz Kraj Żyliński).

Impulsem do stworzenia tego systemu była próba ujednoczenia procesów decyzyjnych i projekt wspólnych strategii poprawy jakości powietrza w obszarze TRITIA, w którym limity zanieczyszczenia powietrza określone zarówno przez prawodawstwo europejskie, jak i przez WHO były przekraczane w perspektywie długoterminowej. W ramach projektu AIR TRITIA utworzono niezbędną bazę danych, która zapewnia kompleksowe informacje, ujednoczone na poziomie wszystkich trzech zainteresowanych krajów (Republika Czeska, Polska i Słowacja) ze wspólnym celem zarządzania jakością powietrza. Ta ujednolicona baza danych stanowi rdzeń AQMS (Systemu Zarządzania Jakością Powietrza). Baza danych jest obsługiwana w GIS i zawiera kompleksowe zestawy danych przestrzennych i powiązane emisje, szczegółowe dane dotyczące zanieczyszczenia powietrza, w tym pochodzenie zanieczyszczenia dla cząstek PM<sub>10</sub> i PM<sub>2,5</sub>, NO<sub>2</sub> i cząstek benzo(a)pirenu w kolejnych latach 2006, 2010, 2015, dane dotyczące zagrożeń dla zdrowia, które wynikają z określonego obciążenia zanieczyszczeniem powietrza oraz dane ze specjalistycznych pomiarów. System pozwala uzyskać spojrzenie na obszary, w których zanieczyszczenia

### *Zarządzanie jakością powietrza*

i wartości przekraczają wartości graniczne. W ramach oceny całego rozpatrywanego obszaru przygotowaliśmy mapę pokazującą części obszaru, w których przekroczone są granice niektórych zanieczyszczeń.

Do oceny relacji emisja-imisja w obszarze TRITIA wykorzystano system modelowania ADMOSS - superkomputerowy system modelowania dyspersji analitycznej, opracowany na Uniwersytecie Technicznym Ostrawa. System ten umożliwia modelowanie rozproszenia zanieczyszczeń powietrza z dużej liczby źródeł na dużym obszarze ze szczegółami odpowiadającymi badaniu rozproszenia jednego źródła, co ma kluczowe znaczenie dla projektowania środków zarówno na poziomie lokalnym, jak i regionalnym. Dane wyjściowe modelu w postaci szczegółowego rozkładu imisji powietrza na rozpatrywanym terytorium obszaru TRITIA oraz wkłady poszczególnych grup źródeł, w tym transmisje na duże odległości z terytorium innych państw, są następnie widoczne w środowisku AQMS. Ponadto system ADMOSS pozwala również na późniejszą analizę i testowanie wpływu środków na poprawę jakości powietrza w celu osiągnięcia poziomu limitów legislacyjnych lub poziomu przy minimalnym ryzyku dla zdrowia ludzi. Dokładne zdefiniowanie tych środków i określenie ich wpływu na jakość powietrza i zdrowie publiczne są kolejnym krokiem w kierunku wypełnienia misji AQMS.

Zespół badawczy intensywnie współpracował z samorządami lokalnymi i grupami ekspertów w zakresie projektowania i rozwoju zintegrowanych strategii zarządzania jakością powietrza. Zostały one następnie wdrożone do AQMS.

Na budowę systemu przeznaczono i wydano znaczne środki finansowe. W przyszłości ważne jest, aby system samorządowy AQMS był regularnie, min. co 5 lat, aktualizowany. Ta część wymaga już nieznaczących kosztów, a system będzie nadal dostarczał informacje potrzebne do odpowiedzialnego zarządzania jakością powietrza.

## **Conclusion and Summary of the Issue**

Air quality in excessively polluted areas is still being managed locally. Air pollution is specific due to its cross-border impact and cannot be effectively managed only at national or regional level.

A consortium of researchers from Slovakia, Poland and the Czech Republic received the AIR TRITIA project focused on air quality in the TRITIA cross-border region (Slovakia: Žilina Self-Governing Region, Czech Republic: Moravian-Silesian Region, Poland: Silesian Voivodeship and Opole Voivodeship). Leader of the project is the VSB Technical University of Ostrava. Fifteen project partners from the region, educational and research organizations together with towns and institutions of regional self-government cooperate on the project. The cities directly involved in the project are Žilina, Ostrava, Opava, Opole and Rybnik.

Studies from the project show that air quality in the TRITIA region is one of the worst in the EU. Together with northern Italy, this region is one of the areas with high long-term dust concentration (PM<sub>10</sub> and PM<sub>2.5</sub>). In the TRITIA region, the limits of benzo(a)pyrene in question are even exceeded the most across the whole EU.

The objective of the AIR TRITIA project is to help public authorities in the field of air quality management by creating a unified spatial information database, introducing new tools for managing and predicting air pollution and developing air quality strategies for each urban functional area and common TRITIA region strategies.

The issue of air pollution is specific in its impact as it cannot be effectively addressed only within the strictly defined geographical boundaries of individual states. Apart from local sources of pollution, Slovakia, but especially the Czech Republic, is also adversely affected by long-range emissions of pollutants from industrial agglomerations from Poland. Therefore, measures aimed at eliminating air pollution require cooperation at transnational level. The main innovation of the project is the application of a common approach to air quality management at international level, supported by detailed mathematical modeling, verification of results by various types of specific measurements, and joint design of an optimal combination of measures taking into account human health impacts together with cost assessments. The proposed procedures

### *Zarządzanie jakością powietrza*

and outputs will be generally applicable in urban areas with similar problems.

The basic outputs of the project are the following: Air Quality Management System - AQMS, an expert system that will analyze the results of air pollution modeling, Predictive Warning System - PWS that will allow modeling of air pollution information over the next 48 hours obtained from air monitoring and meteorological data and the Common Air Quality Management Strategy for the TRITIA region. These outputs are processed for the participating 5 cities (or functional urban areas).

The proposed systems used mathematical modeling with the help of one of the most powerful supercomputers in Central Europe, which is available to VSB TU Ostrava as a project partner. The project deals with an extraordinarily large area of 34 thousand km<sup>2</sup> with 7.5 million residents. The strategies take into account not only local impacts but also regional and cross-border impacts.

The project outputs will provide the individual cities and regions with the basis for their strategic decisions aimed at improving air quality. The air quality management system is based on the created information database and is intended for two groups of users - public administration and the general public.

The project has started in June 2017. In the first half, supporting databases were developed and processed for the subsequent solution of the main outputs: demographic database and socio-economic database, epidemiological database, geographic spatial database, meteorological database, transport spatial database, database of local heating sources, industrial resources database; all of them were then needed for model development or strategy solutions.

During the project, specialized measurements of air pollution were also carried out. A year-round monitoring of particulate pollution was carried out in Žilina. At the Polish-Czech border, air monitoring was carried out in Horní Suchá (CZ) and Raciborz (PL).

The Faculty of Civil Engineering of the University of Žilina prepared a database of traffic load based on traffic models of the TRITIA area. The transport database is the main input file for the air pollution model, where it will be a basis for the calculation of emissions from transport. The transport



### *Zarządzanie jakością powietrza*

model of the territory is processed in the PTV VISUM software. The model required high processing demands, since it was necessary to harmonize not only coordinate systems, but also transport solutions in three countries.

In addition to the research activities, the project task was to define a transfer of information within the region, to define measures to reduce emissions and to develop legislative proposals for more effective implementation of the integrated air quality management strategy at the territorial level.

To implement the integrated strategy, the AIR TRITIA project has created a tool for efficient and transparent Air Quality Management System (AQMS) in line with evidence-based decision support.

AQMS is a tool to support long-term strategic decision making. It is an information system that, through a user-friendly environment in the form of an interactive map, provides state administration bodies with the documents necessary for strategic planning and decision-making in the area of air quality, based on scientific knowledge. At the same user level, the system provides information on air quality and planned measures to the public, making the decision-making process transparent.

Overall, AQMS consists of three user levels:

Administrator - level designed for administrators to manage data, individual information databases and the system itself.

Administration - level designed for the state administration authorities, providing detailed information on air pollution situation in the affected area, emissions, origin of pollution and impact of the proposed measures on air quality and public health, including quantification of costs for implementation of the measures.

Public - level intended for the general public, providing detailed information on the air pollution situation in the affected area, the origin of the pollution and the impact of the planned measures on air quality.

Within the AIR TRITIA project, the system comprises five towns and their associated urban areas (Opava, Ostrava, Opole, Rybnik and Žilina) and the entire TRITIA area (Moravian-Silesian Region, Opole and Silesian Voivodeship and Žilina Region).

### *Zarządzanie jakością powietrza*

The impetus for the creation of this system was an effort to unify decision-making processes and propose common strategies to improve air quality in the TRITIA area, where air pollution limits set by both European legislation and WHO have been exceeded in the long term. It was exactly in the framework of the AIR TRITIA project that the necessary information database was created, which provides comprehensive information, united at the level of all three countries concerned (Czech Republic, Poland and Slovakia) with the common goal of air quality management. This unified information database forms the core of the AQMS (Air Quality Management System). The database is operated in the GIS and includes comprehensive spatial data sets and related emissions, detailed air pollution distribution data including the origin of pollution for PM<sub>10</sub> and PM<sub>2,5</sub>, NO<sub>2</sub> and benzo(a)pyrene dust particles over the years 2006, 2010, 2015, data on health risks resulting from the specified air pollution load and data from specialized measurements. The system provides insight into areas with pollutants and values above limits. As part of the evaluation of the entire area under investigation, we have prepared a map showing parts of the area under investigation where the limits of some pollutants are exceeded.

The modeling system ADMOSS - Analytical Dispersion Modeling Supercomputing System, which was developed at VSB TU Ostrava, was used to assess emission-immission relations in the TRITIA area. This system makes it possible to model the dispersion of air pollutants from a large number of sources in a large area with details corresponding to a dispersion study of a single source, which is crucial for the design of measures both at local and regional level. The output of the model in the form of detailed distribution of air pollution in the territory of interest of the TRITIA area and contributions of individual groups of sources, including long-distance transmission from the territory of other states, are then displayed in the AQMS environment. The ADMOSS system also allows for subsequent analysis and testing of the impact of measures to improve air quality in order to achieve the level of legislative limits or the level with minimal risk to the health of the population. It is the definition of these measures and determination of their impact on air quality and public health which creates a further step towards fulfilling the AQMS mission.

### *Zarządzanie jakością powietrza*

The research team cooperated intensively with local governments and expert groups on the design and development of integrated strategies for air quality management. These were subsequently implemented in the AQMS.

Significant funds were spent on building the system. In future, it is important to update the AQMS regularly which should be carried out by the local self-governance bodies. This part will only require a fraction of the costs and the system will continue to provide the information needed for a responsible air quality management.

## Rozwiązania projektów



**Katedra Inżynierii Lądowej na Wydziale Budownictwa Uniwersytetu w Żylinie** zajmuje się badaniami podstawowymi i stosowanymi. W połączeniu z praktyką tworzy główny cel, skupiający się na zbudowaniu środowiska wspierającego integrację działań innowacyjnych i badawczych oraz wdrażanie wyników badań w praktyce chcąc zwiększyć konkurencyjności regionu samorządowego Żyliny i całego regionu w zakresie zrównoważonego transportu drogowego.

Głównymi obszarami badawczymi, na których koncentruje się Katedra Inżynierii Lądowej SvF, są obszary, w których Uniwersytet Žyliński ma na Słowacji ugruntowaną wysoką pozycję i zajmuje znaczącą pozycję w UE. Są to obszary transportu drogowego z naciskiem na inżynierię transportu, ocenę przepustowości i prognozy ruchu, inteligentne systemy transportowe, ocenę wpływu dróg na środowisko - oddziaływanie hałasu i emisji z transportu drogowego, diagnostyka stanu dróg:

- Inżynieria dróg i projektowanie
- Diagnostyka budowlana i testowanie materiałów budowlanych
- Oddziaływanie na środowisko

## Zarządzanie jakością powietrza



Wyższa Szkoła Górnicza - Uniwersytet  
Techniczny Ostrawa

Wydział Inżynierii Materiałowej, Katedra Środowiska Przemysłowego. Działania Katedry i kształcenie inżynierów mają na celu zminimalizowanie wpływu przemysłu na środowisko. Zakres badań obejmuje redukcję szkodliwych emisji do powietrza, redukcję zanieczyszczeń w ściekach, gospodarkę odpadami, redukcję negatywnych oddziaływań fizycznych na środowisko, stosowanie nowych technologii przyjaznych dla środowiska.

Działalność badawcza wydziału koncentruje się głównie na badaniach rozprzestrzeniania się zanieczyszczeń w powietrzu ze źródeł przemysłowych, transportu, a także z ogrzewania mieszkań i bada możliwości poprawy jakości powietrza przy możliwie najniższych kosztach. Wykorzystuje modele matematyczne i specjalny monitoring (przy użyciu stacji na dawnej wieży górniczej, przy użyciu bezzałogowych statków powietrznych i sterowców oraz biomonitoringu). Ponadto badania koncentrują się na odzysku energii i materiałów. Badania w zakresie ochrony powietrza koncentrują się głównie na poznaniu związków między źródłami zanieczyszczenia powietrza i jego jakości w obszarze zagłębia węglowego na Górnym Śląsku, co wpływa na terytorium 3 państw i ponad 5 milionów mieszkańców. Pracownicy katedry są zaangażowani w projekty mające na celu tworzenie strategii i narzędzi zarządzania jakością powietrza w regionie. Wykorzystywane są doświadczenia modelowania matematycznego na dużych obszarach z setkami tysięcy źródeł zanieczyszczenia powietrza i ich weryfikacja poprzez biomonitorowanie jakości powietrza za pośrednictwem mszaków przy wykorzystaniu wieloelementowej analizy aktywacji neutronów po napromieniowaniu w unikalnym na świecie reaktorze impulsowym IBR 2 w Zjednoczonym Instytucie Badań Jądrowych w Dubnej, Rosja.

## *Zarządzanie jakością powietrza*

### **ACCENDO - Centrum Nauki i Badań, z.ú.**

#### **Ostrawa**



Poprzez naukową pracę twórczą rozpowszechniamy wiedzę o człowieku, kulturze, społeczeństwie i środowisku. Prowadzimy w ramach badań podstawowych prace eksperymentalne i opisowe w celu uzyskania odpowiedniej wiedzy na temat zaobserwowanych zjawisk. W stosowanych badaniach przekazujemy zdobytą wiedzę do praktycznego wykorzystania dla ministerstw i innych jednostek organizacyjnych państwa, jednostek samorządu terytorialnego oraz innych podmiotów. Bazując na naszym doświadczeniu, z wielkim sukcesem wdramy nową wiedzę zawodową w praktyce życiowej.

Instytut edukacyjny służy rozpowszechnianiu profesjonalnych informacji na poziomie krajowym. Rozwijamy wzajemną współpracę i partnerstwo między innymi organizacjami badawczymi, instytucjami edukacyjnymi i przedstawicielami administracji publicznej państwa.

Nasze działania dają obywatelom i administracjom publicznym możliwość zarządzania i regulowania kluczowych procesów w terenie, wzmacniając w ten sposób spójność społeczną, a jednocześnie zmierzania się z zagrożeniami XXI wieku.



### **IMGW - PIB Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej Państwowy Instytut Badawczy, Warszawa**

Celem działań Instytutu jest przygotowywanie prognoz i ekspertyz dla społeczeństwa i organizacji w zakresie swojej działalności. Instytut osiąga ten cel, prowadząc badania, prace rozwojowe i wdrożeniowe, a także utrzymując sieć pomiarów.

Do zadań Instytutu należy w szczególności:

1. Wykonywanie systematycznych i specjalnych pomiarów.
2. Gromadzenie, przechowywanie i dostarczanie informacji o wykonanej pracy
3. Opracowywanie i rozpowszechnianie prognoz jakości wodnych źródeł i zanieczyszczenia powietrza;

### *Zarządzanie jakością powietrza*

4. Przeprowadzanie ocen stanu technicznego i bezpieczeństwa konstrukcji tam;

5. Prowadzenie badań naukowych w dziedzinie fizyki i chemii atmosfery, klimatologii, agrometeorologii, hydrologii, oceanografii, fizyki, chemii i biologii wody, hydrodynamiki wody, bilansu i zarządzania wodą, inżynierii wodnej i bezpieczeństwa wody, ekonomii, planowania i prognozowania w gospodarce i gospodarce wodnej a także w meteorologii, hydrologii i oceanografii, a także w pracach nad procesami i czynnikami wpływającymi na jakość zasobów wodnych.

Instytut Modelowania Zanieczyszczeń Powietrza specjalizuje się w:

- ✓ opracowywaniu strategii dostosowywania się do obszarów zmian klimatu narażonych na takie działania, w szczególności:
- ✓ prowadzenie prac projektowych w celu stworzenia zintegrowanego systemu pomiaru i prognozowania zanieczyszczenia powietrza na poziomie międzyregionalnym, transgranicznym i transnarodowym, ze szczególnym uwzględnieniem tła meteorologicznego
- ✓ projektowanie i obsługiwanie lokalnych i regionalnych systemów monitorowania jakości powietrza
- ✓ opracowanie strategii kontroli emisji dla elektrowni przemysłowych i elektrowni w celu zminimalizowania wpływu na środowisko, w tym ochrony meteorologicznej procesów produkcyjnych
- ✓ realizacja projektów badawczych, opinii i ekspertyz dotyczących wpływu warunków meteorologicznych i jakości powietrza na różne przejawy działalności człowieka



G Ł Ó W N Y  
I N S T Y T U T  
G Ó R N I C T W A

**GIG - Główny Instytut Górnictwa**  
**Katowice**

jest publicznym instytutem badawczo-rozwojowym z siedemdziesięcioletnim doświadczeniem w górnictwie, inżynierii środowiska i inżynierii lądowej. Misją GIG jest prowadzenie badań naukowych oraz działalności usługowej do tworzenia użytecznych relacji: człowiek - przemysł - środowisko. GIG działa jako instytucja ekspercka dla wielu gmin śląskich i poza regionem w zakresie licznych kwestii środowiskowych, takich jak zanieczyszczenie wód

### *Zarządzanie jakością powietrza*

i gleby, jakość powietrza, obszary miejskie, rozwój, edukacja i świadomość społeczna. Bardzo ważne jest zapewnienie wiedzy i informacji dotyczących wszystkich aspektów skażenia środowiska przez promieniotwórcze strefy przemysłowe i poprzemysłowe. Obecnie podstawowymi filarami działalności Instytutu są górnictwo i geoinżynieria, bezpieczeństwo przemysłowe, inżynieria środowiska i technologie zrównoważonej energii.