



**Interreg**   
CENTRAL EUROPE European Union  
European Regional  
Development Fund  
**AIR TRITIA**

# RIADENIE KVALITY OVZDUŠIA

Kolektív autorov



*Riadenie kvality ovzdušia*

# Riadenie kvality ovzdušia

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 Ośróodka, Krystian Skubacz,  
Paweł Urban, Małgorzata Wysocka

Vydala Žilinská univerzita v Žiline  
EDIS – vydavateľské centrum ŽU  
2020



Táto publikácia vznikla vďaka implementácii projektu AIR TRITIA – CE1101 (Jednotný prístup k systému riadenia kvality ovzdušia pre funkčné mestské oblasti v regióne TRITIA), financovaného programom Interreg Central Europe z Európskeho fondu regionálneho rozvoja.

Vedecký redaktor      prof. Ing. Karel Kovářík, CSc.

Recenzenti              prof. dr. hab. inž. Jerzy Zwozdziak  
RNDr. Jan Hovorka, Ph.D.

Za odbornú, jazykovú a technickú úroveň publikácie zodpovedajú autori.

Vydala Žilinská univerzita v Žiline/EDIS-vydavateľské centrum 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. Ośródka, K. Skubacz, P. Urban,  
M. Wysocka, 2020

ISBN 978-80-554-1658-8

## *Riadenie kvality ovzdušia*

Kolektív autorov sa podieľal na príprave monografie takto:

### Kap. 1

PhDr. Andrea Hrušková, Doc. Ing. Lubor Hruška,  
Ph.D., Ing. Ivana Foldynová, Ph.D., ACCENDO Ostrava  
Ing. Vladislav Bízek, CSc., Český hydrometeorologický ústav, ČR

### Kap. 2

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

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

Kap. 3.3 Ing. Irena Pavlíková, VŠB – TU Ostrava, Spojený ústav jaderných  
výzkumů v Dubně, Ruská federace

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

Kap. 3.3.5; 3.3.6 Dr. hab. inž. Małgorzata Wysocka, Dr. hab. Krystian  
Skubacz, GIG Katowice

Kap. 3.4 Ing. Irena Pavlíková, VŠB – TU Ostrava, Spojený ústav jaderných  
výzkumů v Dubně, Ruská federace

Ing. Daniel Hladký, Ing. Pavel Machálek, VŠB – TU Ostrava, Český  
hydrometeorologický ústav, ČR

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

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

Kap. 4.2 RNDr. Jan Bitta, Ph.D., VŠB – TU Ostrava

Kap. 4.3 Dr. Leszek Ośróodka, Dr. Ewa Krajny, IMGW-PIB Warszawa

Kap. 5.1; 5.2 Ing. Dušan Jandačka, Ph.D., UNIZA Žilina

Kap. 5.3 Dr. hab. Krystian Skubacz, dr inż. Michał Bonczyk

Dr. hab. inż. Małgorzata Wysocka, Mgr. Paweł Urban  
GIG Katowice

Kap. 6.1; 6.2 Ing. Peter Chovanec Ph.D., VŠB – TU Ostrava

Ing. Irena Pavlíková, VŠB – TU Ostrava, Spojený ústav jaderných  
výzkumů v Dubně, Ruská federace

Kap. 6.3 Dr. Leszek Ośróodka, Dr. Ewa Krajny, IMGW-PIB Warszawa

Kap. 7 Doc. Ing. Daniela Ďurčanská, CSc., UNIZA Žilina

## Obsah

|   |           |
|---|-----------|
| PREDHOVOR .....   | 7         |
| <b>1 VÝCHODISKA STRATEGICKÉHO ŘÍZENÍ KVALITY OVZDUŠÍ .....</b>  | <b>9</b>  |
| 1.1 ZÁKLADNÍ POJMY .....  | 11        |
| 1.2 PRINCIPY A ZPŮSOB TVORBY STRATEGIÍ.....   | 12        |
| 1.3 ČASOVÁ A ÚZEMNÍ PŮSOBNOST STRATEGIÍ.....  | 15        |
| 1.4 SROVNÁNÍ LEGISLATIVNÍHO RÁMCE ČESKÉ REPUBLIKY, POLSKA A SLOVENSKÉ REPUBLIKY PRO TVORBU STRATEGIÍ..... | 20        |
| 1.5 ZÁKLADNÍ PROCESY V ÚZEMÍ A SÍDELNÍ STRUKTURA.....   | 25        |
| 1.6 TVORBA NÁVRHOVÉ ČÁSTI STRATEGIÍ ŘÍZENÍ KVALITY OVZDUŠÍ.....   | 31        |
| LITERATURA POUŽITÁ V KAPITOLE 1 .....   | 33        |
| <b>2 VPLYV METEOROLOGICKÝCH PODMIENOK NA KVALITU OVZDUŠIA .....</b>                                       | <b>35</b> |
| LITERATÚRA POUŽITÁ V KAPITOLE 2 .....   | 53        |
| <b>3 ZDROJE ZNEČIŠŤOVANIA OVZDUŠIA .....</b>  | <b>55</b> |
| 3.1 ZÁKLADNÉ POJMY .....  | 55        |
| 3.2 CESTNÁ DOPRAVA.....   | 60        |
| 3.2.1 Doprava v záujmovom území.....  | 62        |
| 3.2.2 Znečisťovanie ovzdušia z cestnej dopravy .....  | 65        |
| 3.2.3 Zdroje tuhých častíc .....  | 70        |
| 3.2.4 Spaľovacie emisie z dopravy.....  | 71        |
| 3.2.5 Nespáľovacie emisie z dopravy.....  | 72        |
| 3.2.6 Znečistenie ovzdušia z automobilovej dopravy v regióne TRITIA.....                                  | 74        |
| 3.2.7 Hodnotenie a výpočet emisií z dopravy .....   | 77        |
| 3.2.8 Zhrnutie, cestná doprava vs. znečistenie ovzdušia .....   | 78        |
| 3.3 LOKÁLNÍ TOPENIŠŤE .....   | 79        |
| 3.3.1 Inventarizace lokálních topenišť v oblasti TRITIA .....   | 80        |
| 3.3.2 Emisní bilance lokálních topenišť na území TRITIA .....   | 81        |
| 3.3.3 Vliv lokálních topenišť na kvalitu ovzduší v regionu TRITIA.....                                    | 87        |
| 3.3.4 Predikce vlivu snížení emisí z lokálních topenišť na kvalitu ovzduší v regionu TRITIA .....         | 95        |
| 3.3.5 Shrnutí pro lokální topenište .....   | 103       |
| 3.3.6 Nízke zdroje emisií v polskej časti oblasti TRITIA .....  | 104       |
| 3.3.7 Zhrnutie pre nízke zdroje emisií.....   | 116       |
| 3.4 PRŮMYSLOVÉ ZDROJE .....   | 117       |
| 3.4.1 Inventarizace průmyslových zdrojů znečišťování ovzduší v oblasti TRITIA .....                       | 117       |
| 3.4.2 Emisní bilance průmyslových zdrojů na území TRITIA .....  | 123       |

## **Riadenie kvality ovzdušia**

|            |  |                     |
|------------|--|---------------------|
| 3.4.3      | <i>Vliv průmyslových zdrojů na kvalitu ovzduší v regionu TRITIA</i> .....                            | <a href="#">130</a> |
| 3.4.4      | <i>Predikce ovlivu snížení emisí z průmyslových zdrojů na kvalitu ovzduší v regionu TRITIA</i> ..... | <a href="#">139</a> |
| 3.4.5      | <i>Shrnutí, průmyslové zdroje</i> .....  | <a href="#">147</a> |
|            | <b>LITERATÚRA POUŽITÁ V KAPITOLE 3</b> .....   | <a href="#">148</a> |
| <b>4</b>   | <b>MODELOVANIE KVALITY OVZDUŠIA</b> .....  | <a href="#">157</a> |
| <b>4.1</b> | <b>DOPRAVA</b> .....   | <a href="#">157</a> |
| 4.1.1      | <i>Dopravný model</i> .....  | <a href="#">158</a> |
| 4.1.2      | <i>Implementácia výstupov dopravných modelov</i> .....   | <a href="#">165</a> |
| 4.1.3      | <i>Databáza dopravných údajov pre územie TRITIA</i> .....  | <a href="#">171</a> |
| <b>4.2</b> | <b>MODELOVÁNÍ KVALITY OVZDUŠÍ</b> .....  | <a href="#">175</a> |
| 4.2.1      | <i>Rozptylový model AQMS</i> .....   | <a href="#">176</a> |
| 4.2.2      | <i>Matematické modely pro ochranu ovzduší</i> .....  | <a href="#">178</a> |
| 4.2.3      | <i>Modely pro hodnocení kvality ovzduší v rozsáhlých oblastech</i> .....                             | <a href="#">179</a> |
| 4.2.4      | <i>Model SYMOS'97</i> .....  | <a href="#">182</a> |
| 4.2.5      | <i>Geografické informační systémy</i> .....  | <a href="#">183</a> |
| 4.2.6      | <i>Systém pro hodnocení stavu životního prostředí</i> .....  | <a href="#">185</a> |
| 4.2.7      | <i>Postup modelování</i> .....   | <a href="#">194</a> |
| <b>4.3</b> | <b>KRÁTKODOBÁ PREDPOVEĎ KVALITY OVZDUŠIA PRE OBLASŤ TRITIA</b> .....                                 | <a href="#">201</a> |
| 4.3.1      | <i>Výber prognostického modelu</i> .....   | <a href="#">202</a> |
| 4.3.2      | <i>Oblasť výskumu</i> .....  | <a href="#">205</a> |
| 4.3.3      | <i>Opis metodiky modelovania</i> .....   | <a href="#">206</a> |
| 4.3.4      | <i>Príprava prediktívnych údajov</i> .....   | <a href="#">208</a> |
| 4.3.5      | <i>Predpovedanie znečistenia</i> .....   | <a href="#">210</a> |
| 4.3.6      | <i>Index kvality ovzdušia ako základné informácie o predpovedi koncentrácie</i> .....                | <a href="#">216</a> |
| 4.3.7      | <i>Príklady výsledkov a vizualizácia</i> .....   | <a href="#">219</a> |
| 4.3.8      | <i>Zhrnutie – možnosti vývoja a odporúčania pre ďalšie aplikácie</i> .....                           | <a href="#">225</a> |
|            | <b>LITERATÚRA POUŽITÁ V KAPITOLE 4</b> .....   | <a href="#">227</a> |
| <b>5</b>   | <b>ŠPECIALIZOVANÉ MERANIA AEROSÓLU V OVZDUŠÍ</b> .....   | <a href="#">233</a> |
| <b>5.1</b> | <b>ZÁKLADNÉ POJMY</b> .....  | <a href="#">234</a> |
| <b>5.2</b> | <b>MERANIE, KONCENTRÁCIE A DISTRIBÚCIA AEROSÓLU</b> .....  | <a href="#">235</a> |
| 5.2.1      | <i>Chemické zloženie tuhých častíc a jeho využitie</i> .....   | <a href="#">242</a> |
| 5.2.2      | <i>Zhrnutie dosiahnutých výsledkov</i> .....   | <a href="#">259</a> |
| <b>5.3</b> | <b>DISTRIBÚCIA AEROSÓLOVEJ ZRNITOSTI NA VYBRANÝCH MIESTACH POĽSKO-ČESKÉHO POHRANIČIA</b> .....       | <a href="#">260</a> |
| 5.3.1      | <i>Výsledky meraní</i> .....   | <a href="#">278</a> |
| 5.3.2      | <i>Štúdie izotopov</i> .....   | <a href="#">278</a> |
| 5.3.3      | <i>Zhrnutie</i> .....  | <a href="#">278</a> |
|            | <b>LITERATÚRA POUŽITÁ V KAPITOLE 5</b> .....   | <a href="#">282</a> |
| <b>6</b>   | <b>SYSTÉM RIADENIA KVALITY OVZDUŠIA (AQMS)</b> .....   | <a href="#">287</a> |

|            |   |                   |
|------------|---|-------------------|
| <b>6.1</b> | <b>ZÁKLADNÉ POJMY .....</b>   | <b><u>287</u></b> |
| <b>6.2</b> | <b>POPIS TECHNICKÉHO RIEŠENIA SYSTÉMU AQMS .....</b>  | <b><u>288</u></b> |
| 6.2.1      | <i>Jednotná informačná databáza .....</i>   | <i><u>289</u></i> |
| 6.2.2      | <i>Respozívny dizajn .....</i>  | <i><u>291</u></i> |
| 6.2.3      | <i>Bezpečnosť a ochrana údajov .....</i>  | <i><u>293</u></i> |
| 6.2.4      | <i>Popis užívateľského rozhraní .....</i>   | <i><u>295</u></i> |
| 6.2.5      | <i>Shrnutí .....</i>  | <i><u>299</u></i> |
| <b>6.3</b> | <b>PREDIKČNÝ SYSTÉM KVALITY OVZDUŠIA .....</b>  | <b><u>300</u></b> |
| 6.3.1      | <i>Vybrané systémy predpovedania znečistenia ovzdušia v Európe .....</i>                            | <i><u>301</u></i> |
| 6.3.2      | <i>Predikčné systémy znečistenia ovzdušia v Českej republike, na Slovensku a v<br/>Poľsku .....</i> | <i><u>303</u></i> |
| 6.3.3      | <i>Prognóza kvality ovzdušia pre oblasť TRITIA .....</i>  | <i><u>304</u></i> |
| 6.3.4      | <i>Zhrnutie, výstražný systém .....</i>   | <i><u>307</u></i> |
|            | <b>LITERATÚRA POUŽITÁ V KAPITOLE 6 .....</b>  | <b><u>309</u></b> |
| <b>7</b>   | <b>ZÁVER A ZHRNUTIE PROBLEMATIKY .....</b>  | <b><u>311</u></b> |
| 7.1        | <b>CONCLUSION AND SUMMARY OF THE ISSUE .....</b>  | <b><u>315</u></b> |
| 7.2        | <b>ZOZNAM POUŽÍVANÝCH SYMBOLOV A SKRATIEK .....</b>   | <b><u>320</u></b> |
|            | <b>RIEŠITELIA PROJEKTU .....</b>  | <b><u>324</u></b> |

## **Predhovor**

Vedecká monografia s názvom „Riadenie kvality ovzdušia“ je výsledkom riešenia projektu Interreg Central Europe pod názvom *Jednotný prístup k systému riadenia kvality ovzdušia pre funkčné mestské oblasti v regióne TRITIA*.

Monografia predstavuje niektoré problémy a výzvy environmentálneho riadenia kvality ovzdušia, ktorými sa snaží reagovať na zmeny v spoločnosti. Publikácia spája príspevky autorov z akademickej sféry a výskumných inštitúcií troch štátov z rôznych vedeckých oblastí, a tak poskytuje holistickejší prístup k rovnakej tematike.

Monografia by sa preto podľa možností mohla dostať k širšej cieľovej skupine čitateľov, študentov, odborníkov z praxe. Čitateľ monografie získa komplexný prehľad a prezentáciu manažmentu kvality ovzdušia na teoretickej a praktickej úrovni.

Zámerom riešeného projektu AIR TRITIA bolo priniesť riešenia pre zlepšenie lokálneho a regionálneho riadenia kvality ovzdušia, predstaviť informácie podložené konkrétnymi expertízami a odbornými dátami, predložiť skutočné návrhy riešení vo vertikálnej i horizontálnej previazanosti. Realizácia projektu mala zvýšiť možnosti verejnej správy pre rozhodovanie a riešenie kvality ovzdušia a tým fakticky pomôcť zlepšiť kvalitu ovzdušia v znečistených oblastiach v regiónoch, ktoré môžu byť ovplyvňované zdrojmi zo susedných krajín.

Územie TRITIA v projekte je zastúpené územím 4 krajov: Slovenskú republiku zastupuje Žilinský samosprávny kraj, za Českú republiku je to Moravskoslezský kraj, Poľsko reprezentuje Slezské vojvodstvo a Opolské vojvodstvo. Úlohou projektu bolo komplexné riešenie kvality ovzdušia presahujúce hranice jednotlivých štátov a vývoj a implementácia inovatívnych nástrojov a národných politík všetkých troch štátov pre zmiernenie zdravotných rizík obyvateľov.



### *Riadenie kvality ovzdušia*

Monografia „Riadenie kvality ovzdušia“ je výsledkom trojročnej práce kolektívu medzinárodného projektu. Pozostáva zo 7 kapitol, na ktorých sa podieľali autori z 3 krajín a 5 inštitúcií:

- Žilinskej univerzity v Žiline
- VŠB – Technickej univerzity Ostrava
- ACCENDO – centra pre vedu a výskum, Ostrava
- GIG – Główny Instytut Górnictwa / Hlavný banský inštitút, Katowice
- IMWM – Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej / Inštitút meteorológie a vodného hospodárstva, Warszawa.

Publikácia je štruktúrovaná a obsahuje kapitoly zamerané prakticky aj teoreticky. V prvej časti monografie sú popísané zdroje znečisťovania ovzdušia a meteorologické predpoklady rozptylu znečisťujúcich látok. Druhá časť predstavuje modelovanie kvality ovzdušia a monitoring. Na záver sú popísané nástroje riadenia kvality ovzdušia.

Ako editori publikáciu upravili doc. Ing. Daniela Ďurčanská, CSc. a Ing. Dušan Jandačka, PhD.

Na záver je potrebné v mene autorského kolektívu poďakovať za cenné rady a pripomienky recenzentom publikácie, prof. Ing. Karolovi Kováříkovi, CSc., vedeckému redaktorovi zo Stavebnej fakulty Žilinskej univerzity v Žiline, prof. dr. hab. inž. Jerzy Zwodziakovi z Univerzity Wroclaw a RNDr. Janovi Hovorkovi, Ph.D., z Univerzity Karlovej, Praha.

## **Zhrnutie problematiky**

Kvalita ovzdušia v nadmerne znečistených oblastiach je stále riadená na miestnej úrovni. Znečistenie ovzdušia je špecifické svojim cezhraničným presahom a nie je možné ho efektívne riadiť len na národnej alebo regionálnej úrovni.

Konzorcium riešiteľov zo Slovenska, Poľska a Českej republiky získalo projekt AIR TRITIA zameraný na kvalitu ovzdušia v pohraničnom regióne TRITIA (SR: Žilinský samosprávny kraj, ČR: Moravskosliezsky kraj, PL: Sliezske vojvodstvo a Opolské vojvodstvo). Líder partnerom projektu je VŠB Technická univerzita Ostrava. Na projekte spolupracuje pätnásť projektových partnerov z regiónu, vzdelávacie a výskumné organizácie spolu s mestami a inštitúciami regionálnej samosprávy. Mestá zúčastnené priamo na riešení projektu sú Žilina, Ostrava, Opava, Opole a Rybnik.

Zo štúdií spracovaných v rámci projektu vyplýva, že kvalita ovzdušia v regióne TRITIA je jedna z najhorších v rámci EÚ. Spolu so severným Talianskom patrí tento región medzi oblasti s vysokou dlhodobou koncentráciou prachových častíc ( $PM_{10}$  a  $PM_{2,5}$ ). Limity sledovaného benzo(a)pyrénu sú v regióne TRITIA dokonca prekračované najviac v rámci celej EÚ.

Cieľom projektu AIR TRITIA je pomôcť orgánom verejnej správy v oblasti riadenia kvality ovzdušia vytvorením jednotnej priestorovej informačnej databázy, zavedením nových nástrojov pre riadenie a predpovedanie znečistenia ovzdušia a spracovaním stratégií kvality ovzdušia pre jednotlivé mestské funkčné oblasti a spoločné stratégie regiónu TRITIA.

Problematika znečisťovania ovzdušia je špecifická svojim dosahom. Nie je možné sa jej efektívne venovať iba v rámci striktno určených geografických hraníc jednotlivých štátov. Na Slovensko, ale najmä Česko okrem miestnych zdrojov znečisťovania nepriaznivo vplývajú aj diaľkovo prenášané emisie znečisťovateľov z priemyselných aglomerácií z Poľska. Preto opatrenia zamerané na elimináciu znečistenia ovzdušia vyžadujú spoluprácu na nadnárodnej úrovni. Hlavnou inováciou projektu je uplatnenie spoločného prístupu k riadeniu kvality ovzdušia na

### *Riadenie kvality ovzdušia*

medzinárodnej úrovni, podporeným detailným matematickým modelovaním, overenie výsledkov rôznymi typmi špecifického merania a spoločný návrh optimálnej kombinácie opatrení s prihliadnutím na vplyv na zdravie ľudí spolu s hodnotením nákladov. Navrhované postupy a výstupy budú uplatniteľné všeobecne v mestských oblastiach s podobnými problémami.

Základnými výstupmi projektu sú Systém riadenia kvality ovzdušia – AQMS, expertný systém, ktorý bude analyzovať výsledky modelovania znečistenia ovzdušia. Predpovedný systém varovania – PWS, ktorý umožní modelovanie informácií o znečistení ovzdušia počas nasledujúcich 48 hodín získaných z monitorovania ovzdušia a meteorologických údajov. Posledným výstupom projektu je Spoločná stratégia riadenia kvality ovzdušia pre región TRITIA. Tieto výstupy sú spracované pre zúčastnených 5 miest (resp. funkčných mestských oblastí).

Pri navrhovaných systémoch bolo využité matematické modelovanie za pomoci jedného z najvýkonnejších superpočítačov v strednej Európe, ktorým disponuje VŠB TU Ostrava ako partner projektu. Projekt rieši mimoriadne veľké územie, plošne ide o územie s rozlohou 34 tis. km<sup>2</sup>, na ktorom žije 7,5 mil. obyvateľov. Stratégie berú do úvahy nielen miestne vplyvy, ale aj regionálne a cezhraničné dopady.

Výstupy projektu budú jednotlivým mestám a krajom poskytovať podklady pre ich strategické rozhodnutia zamerané na zlepšovanie kvality ovzdušia. Systém riadenia kvality ovzdušia vychádza z vytvorenej informačnej databázy a je určený pre dve skupiny užívateľov – verejnú správu a širokú verejnosť.

Projekt začal v júni 2017. V prvej polovici boli zrealizované a spracované podporné databázy pre následné riešenie hlavných výstupov: demografická databáza a socio-ekonomická databáza, epidemiologická databáza, geografická priestorová databáza, meteorologická databáza dopravná priestorová databáza, databáza lokálnych zdrojov vykurovania, databáza priemyselných zdrojov. Všetky boli následne potrebné pre spracovanie modelov alebo pre riešenie stratégií.

Počas projektu boli vykonávané aj špecializované merania znečistenia ovzdušia. V Žiline bolo realizované celoročné sledovanie znečistenia

### *Riadenie kvality ovzdušia*

tuhými časticami. Na poľsko-českom pohraničí prebiehal monitoring ovzdušia v Horní Suché (CZ) a v Raciborzi (PL).

Stavebná fakulta Žilinskej univerzity v Žiline spracovala databázu dopravného zaťaženia vychádzajúcu z dopravných modelov riešenej oblasti TRITIA. Dopravná databáza je hlavným vstupným súborom pre model znečistenia ovzdušia, ktorý bude podkladom pre výpočet emisií z dopravy. Dopravný model územia je spracovaný v softvéri PTV VISUM. Model si vyžadoval veľké nároky na spracovanie, nakoľko bolo potrebné zosúladiť nielen súradnicové systémy, ale aj riešenia dopravy v troch štátoch.

Popri výskumných aktivitách bolo úlohou projektu nadefinovať odovzdávanie informácií v rámci regiónu, nadefinovanie opatrení ku znižovaniu emisií a vypracovanie legislatívnych návrhov pre efektívnejšiu implementáciu integrovanej stratégie pre riadenie kvality ovzdušia na územnej úrovni.

Pre implementáciu integrovanej stratégie bol v rámci projektu AIR TRITIA vytvorený nástroj pre efektívne a transparentné riadenie kvality ovzdušia AQMS (Air Quality Management System) v súlade s podporou rozhodovania založenom na dôkazoch.

AQMS je nástroj pre podporu dlhodobého strategického rozhodovania. Ide o informačný systém, ktorý prostredníctvom užívateľsky prívetivého prostredia v podobe interaktívnej mapy poskytuje orgánom štátnej správy podklady potrebné pre strategické plánovanie a rozhodovanie v oblasti kvality ovzdušia, ktoré sú podložené vedeckými poznatkami. Zároveň na inej užívateľskej úrovni poskytuje tento systém informácie o kvalite ovzdušia a plánovaných opatreniach verejnosti a celý rozhodovací proces sa tak stáva transparentným.

AQMS celkovo pozostáva z troch užívateľských úrovní:

- Administrátorskej – úroveň určená administrátorom pre správu dát, jednotlivých informačných databáz a systému samotného.
- Správcovskej – úroveň určená orgánom štátnej správy, poskytujúca podrobné informácie o imisnej situácii na dotknutom území, emisiách, pôvode znečistenia a vplyve

### *Riadenie kvality ovzdušia*

navrhovaných opatrení na kvalitu ovzdušia a zdravie obyvateľstva, vrátane vyčíslenia nákladov na realizáciu daných opatrení.

- Verejnej – úroveň určená širokej verejnosti, poskytujúca podrobné informácie o imisnej situácii na dotknutom území, pôvode znečistenia a vplyve naplánovaných opatrení na kvalitu ovzdušia.

V rámci projektu AIR TRITIA systém zahŕňa päť miest a k nim prislúchajúcich urbanizovaných oblastí (Opava, Ostrava, Opole, Rybník a Žilina) a celú oblasť TRITIA (Moravskoslezský kraj, Opolské a Sliezske vojvodstvo a Žilinský kraj).

Impulzom pre vytvorenie tohto systému bola snaha o zjednotenie rozhodovacích procesov a návrh spoločných stratégií na zlepšenie kvality ovzdušia v oblasti TRITIA, kde sú dlhodobo prekračované limity pre znečistenie ovzdušia stanovené ako európskou legislatívou, tak WHO. Práve v rámci projektu AIR TRITIA bola vytvorená potrebná informačná databáza, ktorá poskytuje ucelené informácie, zjednotené na úrovni všetkých troch príslušných krajín (Čiech, Poľska a Slovenska) so spoločným cieľom – riadenie kvality ovzdušia. Táto jednotná informačná databáza tvorí jadro AQMS (systému riadenia kvality ovzdušia). Databáza je prevádzkovaná v GIS a zahŕňa komplexné súbory priestorových údajov o príslušných emisiách, dáta o podrobnom rozložení znečistenia ovzdušia vrátane pôvodu znečistenia pre prachové častice PM<sub>10</sub> a PM<sub>2,5</sub>, NO<sub>2</sub> a benzo(a)pyrén v časovej rade rokov 2006, 2010, 2015, dáta o zdravotných rizikách vyplývajúcich zo stanoveného imisného zaťaženia a dáta zo špecializovaných meraní. Systém poskytuje náhľad na územia so znečisťujúcimi látkami a hodnotami prekračujúcimi limity. V rámci vyhodnotenia celého riešeného územia sme spracovali mapu, ktorá ukazuje časti riešeného územia, na ktorých sú prekročené limity niektorej so znečisťujúcich látok.

K posúdeniu emisne-imisných vzťahov v oblasti TRITIA bol využitý modelovací systém ADMOSS – Analytický Disperzný MOdelovací Superpočítačový Systém, ktorý bol vyvinutý na VŠB TU Ostrava. Tento systém umožňuje modelovať rozptyl znečisťujúcich látok v ovzduší z veľkého množstva zdrojov na rozsiahlom území s podrobnosťou

### ***Riadenie kvality ovzdušia***

zodpovedajúcou rozptylovej štúdii jedného zdroja, čo je pre návrh opatrení tak na lokálnej úrovni, ako aj na regionálnej úrovni kľúčové. Výstup z modelu v podobe podrobného rozloženia imisií na záujmovom území oblasti TRITIA a príspevky jednotlivých skupín zdrojov, vrátane diaľkového prenosu z územia druhých štátov, sú potom zobrazené v prostredí AQMS. Systém ADMOSS ďalej umožňuje následné analýzy a testovanie vplyvu opatrenia na zlepšenie kvality ovzdušia, tak aby bola dosiahnutá úroveň legislatívnych limitov alebo úrovne s minimálnym rizikom pre zdravie obyvateľstva. Práve definovanie týchto opatrení a stanovenie ich vplyvu na kvalitu ovzdušia a zdravie obyvateľstva je ďalším krokom k naplneniu poslania AQMS.

Riešiteľský kolektív intenzívne spolupracoval so samosprávami a expertnými skupinami na návrhu a tvorbe integrovaných stratégií pre riadenie kvality ovzdušia. Tie následne boli taktiež implementované do AQMS.

Na vybudovanie systému boli vynaložené nemalé finančné prostriedky. Do budúcnosti je dôležité, aby samosprávy systém AQMS pravidelne min. v 5 ročnom intervale aktualizovali. Táto časť už vyžaduje len zlomok nákladov a systém bude poskytovať naďalej informácie potrebné k zodpovednému riadeniu kvality ovzdušia.

### **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 Rybník.

### *Riadenie kvality ovzdušia*

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 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.

### *Riadenie kvality ovzdušia*

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 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.



### *Riadenie kvality ovzdušia*

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).

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

### *Riadenie kvality ovzdušia*

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.

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.

## *Riešitelia projektu*



### **Žilinská univerzita v Žiline**

Katedra cestného stavebníctva Stavebnej fakulty sa venuje základnému aj aplikovanému výskumu. V rámci spolupráce s praxou je primárnym cieľom vytvoriť prostredie podporujúce integráciu inovačných a výskumných aktivít a implementáciu výsledkov výskumu do praxe za účelom zvyšovania konkurencieschopnosti regiónu Žilinského samosprávneho kraja a celého regiónu v oblasti udržateľnej cestnej dopravy.

Hlavnými výskumnými oblasťami, na ktoré sa Katedra cestného stavebníctva SvF zameriava sú oblasti, v ktorých je Žilinská univerzita v Žiline etablovaná na Slovensku na excelentnej úrovni a v ktorých má významné postavenie aj v rámci EÚ. Sú to oblasti cestnej dopravy s dôrazom na dopravné inžinierstvo, kapacitné posúdenia a dopravné prognózy, inteligentné dopravné systémy, hodnotenie vplyvov komunikácií na životné prostredie – pôsobenie hluku a emisií z cestnej dopravy, diagnostiku stavu cestných komunikácií:

- Dopravné inžinierstvo a projektovanie,
- Diagnostiku stavieb a skúšky stavebných materiálov,
- Vplyvy na životné prostredie.



### **VŠB – Technická univerzita Ostrava**

Fakulta materiálově-technologická, Katedra životního prostředí v průmyslu. Činnost katedry a výuka inženýrů je zaměřena na minimalizaci vlivů průmyslu na životní prostředí. Náplň studia zahrnuje snižování škodlivých emisí v ovzduší, snižování znečišťujících látek v odpadních vodách, nakládání s odpady, snižování negativních dopadů fyzikálních vlivů na životní prostředí, využití nových ekologicky nezávadných technologií.

## **Riadenie kvality ovzdušia**

Výzkumné aktivity katedry směřují především do oblasti výzkumu šíření znečišťujících látek v ovzduší z průmyslových zdrojů, z dopravy i z domácích topenišť a zkoumají možnosti jak zlepšit kvalitu ovzduší za co nejmenší náklady. Přitom se využívají matematické modely a speciální monitoring (pomocí stanice na bývalé těžní věži, pomocí bezpilotních letadel a vzducholodi a pomocí biomonitoringu). Dále se výzkum zaměřuje na energetické a materiálové využití odpadů. Výzkum v oblasti ochrany ovzduší se zaměřuje zejména na poznání vztahů mezi zdroji znečišťování ovzduší a jeho kvalitou v oblasti černouhelné pánve Horního Slezska, která ovlivňuje území 3 států a více než 5 miliónů obyvatel. Pracovníci katedry jsou zapojeni do projektů, jejichž cílem je tvorba strategií a nástrojů pro řízení kvality ovzduší v uvedeném regionu. Využívá se zkušeností z matematického modelování ve velkých územích se státisíci zdroji znečišťování ovzduší a jejich ověření biomonitorem kvality ovzduší prostřednictvím mechorostů s využitím multiprvkové neutronové aktivační analýzy po ozáření ve světově unikátním pulzním reaktoru IBR 2 ve Spojeném ústavu jaderných výzkumů v ruské Dubně.



### **ACCENDO – Centrum pro vědu a výzkum, z.ú. Ostrava**

Prostřednictvím **vědecké tvůrčí práce** šíříme znalosti o člověku, kultuře, společnosti a životním prostředí. Pomocí základního výzkumu provádíme experimentální i teoretické práce k získání relevantních znalostí o pozorovaných jevech. V aplikovaném výzkumu směřujeme získané znalosti k praktickému využití pro ministerstva a další organizační složky státu, územní samosprávné celky a další subjekty. Na základě našich zkušeností aplikujeme s vysokým přínosem nové odborné poznatky do životní praxe.

Vzdělávací institut slouží k šíření odborných informací na národní úrovni. Rozvíjíme vzájemnou spolupráci a kooperaci mezi dalšími výzkumnými organizacemi, vzdělávacími institucemi a představiteli veřejné správy státu. Svou činností zprostředkováváme možnost pro občany i veřejnou správu řídit a regulovat klíčové procesy v území, posílit tak sociální soudržnost a zároveň tím čelit společenským rizikům 21. století.



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

Cieľom činnosti inštitútu je príprava predpovedí a expertíz pre spoločnosť v oblasti jeho pôsobenia. Inštitút dosahuje tento cieľ uskutočňovaním výskumných, vývojových a implementačných prác, ako aj udržiavaním siete meraní. Medzi úlohy inštitútu patrí najmä:

1. Vykonávanie systematických aj špeciálnych meraní.
2. Zhromažďovanie, uchovávanie a poskytovanie informácií o vykonaných prácach.
3. Vypracovanie a šírenie predpovedí kvality vodných zdrojov a znečistenia ovzdušia.
4. Vypracovanie hodnotení technického stavu a bezpečnosti priehradných štruktúr.
5. Vykonávanie vedeckého výskumu v oblasti fyziky a chémie atmosféry, klimatológie, agrometeorológie, hydrológie, oceánografie, fyziky, chémie a biológie vody, hydrodynamiky vody, vyváženia a riadenia vodných zdrojov, vodného inžinierstva a bezpečnosti vodných stavieb, ekonómie, plánovania a predpovedania. V hospodárstve a vodohospodárstve, ako aj v meteorológii, hydrológii a oceánografii, ako aj pri vykonávaní práce v oblasti procesov a faktorov ovplyvňujúcich kvalitu vodných zdrojov.

Inštitút na modelovanie znečistenia ovzdušia sa špecializuje na:

- ✓ prípravu stratégií na prispôbenie sa oblastiam zmeny klímy vystaveným účinkom takýchto činností, najmä:
- ✓ vykonávanie projektových prác na vytvorení integrovaného systému merania a predpovedania znečistenia ovzdušia na medziregionálnej, cezhraničnej a nadnárodnej úrovni s osobitným dôrazom na meteorologické pozadie,
- ✓ návrh a prevádzka miestnych a regionálnych systémov monitorovania kvality ovzdušia,
- ✓ vývoj stratégií kontroly emisií pre priemyselné a elektrárne s cieľom minimalizovať vplyv na životné prostredie vrátane meteorologickej ochrany výrobných procesov,

### ***Riadenie kvality ovzdušia***

- ✓ vykonávanie výskumných projektov, stanovísk a odborných stanovísk o vplyve meteorologických podmienok a kvality ovzdušia na rôzne prejavy ľudskej činnosti.



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**

Verejný výskumný a vývojový ústav so sedemdesiatročnou praxou v ťažbe, environmentálnom inžinierstve a stavebnom inžinierstve. Poslaním spoločnosti GIG je vykonávať vedecký výskum, ale aj servisné činnosti pre vytváranie užitočných vzťahov: človek – priemysel – životné prostredie. GIG pôsobí ako odborná inštitúcia pre mnoho obcí Sliezska aj mimo regiónu, pokiaľ ide o široké spektrum environmentálnych problémov, ako znečistenie vody a pôdy, kvalita ovzdušia, mestské oblasti, rozvoj, vzdelávanie a zvyšovanie povedomia verejnosti. Veľmi dôležité je poskytovanie vedomostí a informácií súvisiacich so všetkými aspektmi rádioaktívnej kontaminácie životného prostredia priemyselných a postpriemyselných zón. V súčasnej dobe sú základnými piliermi činnosti inštitútu ťažba a geoinžinierstvo, priemyselné zabezpečenie, environmentálne inžinierstvo a udržateľné energetické technológie.