

**WNIOSEK
O WSZCZĘCIE POSTĘPOWANIA HABILITACYJNEGO**

Załącznik 2a

**AUTOREFERAT
DOTYCZĄCY OSIĄGNIĘĆ W PRACY NAUKOWO-
BADAWCZEJ, DYDAKTYCZNEJ I ORGANIZACYJNEJ**

Marek Bogacki

**Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica
Wydział Geodezji Górniczej i Inżynierii Środowiska
Katedra Kształtowania i Ochrony Środowiska
al. A. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków**

Kraków, 2019

Spis treści

1. Imię i Nazwisko	2
2. Posiadane dyplomy, stopnie naukowe/artystyczne.....	2
3. Przebieg pracy zawodowej	2
4. Ukończone kursy/szkolenia	3
5. Wskazanie osiągnięcia naukowego	3
6. Spis jednotematycznych publikacji stanowiących osiągnięcie naukowe	3
7. Komentarz autorski do osiągnięcia naukowego.....	4
8. Krótka charakterystyka pozostałych osiągnięć naukowo-badawczych.....	19
9. Działalność dydaktyczna.....	28
10. Osiągnięcia w zakresie działalności organizacyjnej i popularyzatorskiej	29
11. Zestawienie dorobku naukowego i dydaktycznego	30
Literatura	31

1. Imię i Nazwisko

Marek Bogacki

2. Posiadane dyplomy, stopnie naukowe/artystyczne

- A. **Doktor nauk technicznych** w dyscyplinie: inżynieria środowiska. Tytuł nadany uchwałą Rady Wydziału Geodezji Górniczej i Inżynierii Środowiska (WGGiIŚ) Akademii Górniczo-Hutniczej im. Stanisława Staszica w Krakowie w dniu 8 października 1998 r. Tytuł rozprawy doktorskiej: *Modelowanie emisji ozonu w przyziemnej warstwie atmosfery*. Praca została wyróżniona przez Radę WGGiIŚ. Promotor pracy: dr hab. inż. Marian Mazur. Recenzenci: prof. dr hab. inż. Jacek Walczewski oraz prof. dr hab. Andrzej Olajossy.
- B. **Magister inżynier** w zakresie hutnictwa – specjalność odlewnictwo. Studia wyższe magisterskie ukończone na Wydziale Odlewnictwa Akademii Górniczo-Hutniczej im. Stanisława Staszica w Krakowie w dniu 15 września 1989 r. z wynikiem bardzo dobrym.
- C. **Nauczyciel kwalifikowany**: potwierdzony dyplomem ukończenia 2-letniego Międzywydziałowego Studium Pedagogicznego przy Instytucie Nauk Społecznych Akademii Górniczo-Hutniczej im. Stanisława Staszica w Krakowie w Krakowie. Studia ukończone w dniu 20.03.1989 r. z wynikiem bardzo dobrym.
- D. **Ukończone 2 semestralne Studia Podyplomowe** z zakresu Instrumentów i Technik Zarządzania Środowiskiem. Studia zorganizowane przez Wydział Geodezji Górniczej i Inżynierii Środowiska Akademii Górniczo-Hutniczej im. Stanisława Staszica w Krakowie w roku akademickim 2006/2007.

3. Przebieg pracy zawodowej

- A. **1.12.1998 do teraz**: praca na stanowisku adiunkta na Wydziale Geodezji Górniczej i Inżynierii Środowiska Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie.
- B. **1.10.1989 – 30.11.1998**: praca na stanowisku asystenta na Wydziale Geodezji Górniczej i Inżynierii Środowiska Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie.
- C. **1.10.2002 – 30.09.2005**: Praca na stanowisku adiunkta na Wydziale Inżynierii Środowiska w Państwowej Wyższej Szkole Zawodowej w Krośnie.
- D. **1.10.2006 – 30.06.2012**: praca na stanowisku kierownika Studiów Podyplomowych: Instrumenty i techniki zarządzania środowiskiem, organizowanych przez Wydział Geodezji Górniczej i Inżynierii Środowiska Akademii Górniczo-Hutniczej im. Stanisława Staszica w Krakowie.

4. Ukończone kursy/szkolenia

- A. **28-29.06.1999**: kurs: Podstawy tworzenia dokumentów kontekstowych. Ośrodek Edukacji Niestacjonarnej Akademii Górniczo-Hutniczej im. Stanisława Staszica w Krakowie.
- B. **3-18.09.2018**: kurs w zakresie Analizy i wizualizacji danych w R oraz podstaw statystyki matematycznej w R. Koordynacja kursu: Lab Masters, Warszawa.
- C. **18.06.2005 - 1.07.2005**: kurs języka rosyjskiego na Wydziale Filologii Rosyjskiej w Państwowym Uniwersytecie w Sankt-Petersburgu.
- D. Liczne kursy i szkolenia językowe potwierdzone certyfikatami w zakresie znajomości:
 - a) języka niemieckiego na poziomie C1,
 - b) języka angielskiego na poziomie B2,
 - c) języka rosyjskiego na poziomie B1.

5. Wskazanie osiągnięcia naukowego

Tytuł osiągnięcia naukowego (zgodnie z art. 16 ust. 2 ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki; Dz. U. nr 65, poz. 595 ze zm.): **Emisje zanieczyszczeń do powietrza z wybranych źródeł – identyfikacja, parametryzacja i modelowanie dla celów związanych z zarządzaniem jakością powietrza.**

6. Spis jednotematycznych publikacji stanowiących osiągnięcie naukowe

- ON1: Mazur M., **Bogacki M.**, Oleniacz R.: Analiza źródeł emisji związków fluoru z procesów hutnictwa żelaza. Ochrona Środowiska nr 4, p. 27-32, (1998). Punktacja wg MNiSW (1998): 9 pkt.
- ON2: Mazur M., **Bogacki M.**, Oleniacz R., Łopata A.: Assessment of ecological effects of the implementation of continuous casting of steel. Stahl und Eisen, vol. 123, no. 6/7, p. 109-113, (2003). Punktacja wg MNiSW (2003): 13 pkt.
- ON3: **Bogacki M.**, Oleniacz R., Mazur M.: Evaluation of gas emissions from graphitising of carbon products [W:] Environmental engineering III (eds.: Pawłowski L., Dudzińska M. R., Pawłowski A.), CRC Press, Balkema, London: Taylor&Francis Group, p. 9–14, (2010). Punktacja wg MNiSW (2010): 10 pkt.
- ON4: **Bogacki M.**, Oleniacz R., Mazur M., Szczygłowski P.: Air pollutant emissions during baking of semi-finished graphite products in a tunnel furnace. Environment Protection Engineering, vol. 38 no. 1, p. 15-23, (2012). Punktacja wg MNiSW (2012): 15 pkt, IF = 0,49.
- ON5: **Bogacki M.**, Macuda J.: The influence of shale rock fracturing equipment operation on atmospheric air quality. Archives of Mining Sciences, vol. 59 no. 4, p. 897–912, (2014). Punktacja wg MNiSW (2014): 20 pkt, IF = 0,63.
- ON6: Macuda J., **Bogacki M.**, Siemek J.: Effect of Drilling for Shale Gas on the Quality of Atmospheric Air Modelling. Problems of sustainable development, vol. 12, no. 1, p. 91-100, (2017). Punktacja wg MNiSW (2017): 15 pkt, IF = 1,06.

- ON7: **Bogacki M.**, Mazur M., Oleniacz R., Rzeszutek M., Szulecka A.: Re-entrained road dust PM10 emission from selected streets of Krakow and its impact on air quality. E3S Web of Conferences, vol. 28, no. 01003, p. 1–10, (2018). Punktacja wg MNiSW (2018): 15 pkt.
- ON8: **Bogacki M.**, Oleniacz R., Rzeszutek M., Szulecka A., Mazur M.: The impact of intense street cleaning on particulate matter air concentrations: a case study of a street canyon in Krakow (Poland). E3S Web of Conferences, EDP Sciences, vol. 45, no. 00009, p. 1-8, (2018). Punktacja wg MNiSW (2018): 15 pkt.
- ON9: **Bogacki M.**, Bździuch P.: Urban bus emission trends in the Krakow metropolitan area (Poland) from 2010 to 2015. Transportation Research Part D: Transport and Environment vol. 67, p. 33–50, (2019). Punktacja wg MNiSW (2013-2017): 35 pkt, IF = 3,445.
- ON10: **Bogacki M.**, Bździuch P.: Predicting the spatial distribution of emissions from urban buses based on previously measured data and scenarios for their modernization in the future. Case study: Krakow, Poland. Atmospheric Environment, vol. 199, p. 1–14, (2019). Punktacja wg MNiSW (2013-2017): 35 pkt, IF = 3,708.
- ON11: **Bogacki M.**, Syguła P.: Emisje biogeniczne lotnych związków organicznych do powietrza: wskaźniki emisji, metody modelowania. Wydawnictwa AGH, Kraków, (2014). Punktacja wg MNiSW (2014): 20 pkt.
- ON12: Smiatek G., **Bogacki M.**: Uncertainty assessment of potential biogenic volatile organic compound emissions from forests with the Monte Carlo method: Case study for an episode from 1 to 10 July 2000 in Poland. Journal of Geophysical Research, vol. 110, no. 23, D23304, p. 1-11, (2005). Punktacja wg MNiSW (2005): 40 pkt, IF = 3,38.

Legenda:

IF – impact factor zgodny z rokiem wg. WoS.

Punktacja wg MNiSW – punktacja wg listy czasopism MNiSW obowiązującej na koniec roku kalendarzowego, w którym ukazała się publikacja.

7. Komentarz autorski do osiągnięcia naukowego

Szeroko rozumiana ochrona atmosfery obejmuje swym działaniem trzy obszary tematyczne: ochronę powietrza atmosferycznego, ochronę warstwy ozonowej oraz ochronę klimatu. Moje dotychczasowe zainteresowania naukowe koncentrowały się przede wszystkim na zagadnieniach związanych z ochroną powietrza atmosferycznego a właściwie przyziemnej jego warstwy. Jakość powietrza na danym obszarze zawsze postrzegałem jako wypadkową oddziaływań trzech głównych czynników jakimi są: pole emisji (w tym napływy), czynniki meteorologiczne oraz lokalna orografia. Badając ich wzajemne oddziaływanie na drodze obserwacji lub symulacji komputerowych starałem się zawsze szukać głównych determinant kształtujących jakość powietrza. Głównym celem moich badań było więc poszukiwanie odpowiedzi na pytanie: co/kto i w jakim zakresie jest odpowiedzialny za jakość powietrza w danym obszarze? Odpowiedź na tak zadane pytanie szukałem poprzez prowadzenie pomiarów emisji i imisji, badań modelowych z wykorzystaniem technik numerycznych, statystyki i innych zaawansowanych narzędzi obliczeniowych, jak również poprzez rozwijanie obecnych i tworzenie nowych metod oceny wpływu emisji zanieczyszczeń na jakość powietrza. Wszystkie (bez wyjątku) tematy badawcze, które realizowałem w czasie 30 lat mojej pracy naukowej miały użyteczny

charakter. Odpowiadały na zapotrzebowanie szeroko rozumianego przemysłu, administracji, społeczeństwa. Zdecydowana większość prowadzonych prac badawczych została praktycznie wykorzystana i wdrożona zarówno w celu minimalizacji emisji zanieczyszczeń do powietrza ze źródeł przemysłowych, jak również dla potrzeb lepszego zarządzania emisjami i jakością powietrza w różnej skali. Szerokie podejście do zagadnień związanych z ochroną powietrza, jakie zawsze preferowałem, pozwala mi aktualnie czerpać korzyści kompleksowego postrzegania problemów zanieczyszczenia atmosfery. Znajomość mechanizmów związanych z powstawaniem emisji o charakterze zorganizowanym i niezorganizowanym z różnego typu źródeł oraz rozumienie mechanizmów i zjawisk zachodzących w powietrzu atmosferycznym pozwalają mi w sposób kompetentny poruszać się w szeroko rozumianym obszarze zarządzania jakością powietrza.

Mając na uwadze fakt, że osiągnięciem naukowym poddanym ocenie podczas postępowania habilitacyjnego może być cykl monotematycznych publikacji, postanowiłem z całego dorobku naukowego wybrać 12 publikacji. Odzwierciedlają one moją aktywność w obszarze badań nad emisjami zanieczyszczeń do powietrza z: (1) hutnictwa żelaza i stali, (2) przemysłu węglowo-grafitowego, (3) procesu poszukiwań gazu z łupków, (4) dróg (emisja wtórna), (5) floty autobusów miejskich w Krakowie oraz (6) ze źródeł naturalnych (emisje biogeniczne). Publikacje te zostały wybrane z ogólnej liczby 66 współautorskich publikacji bezpośrednio odnoszących się do sześciu wymienionych zagadnień. W poniższych podrozdziałach zostały przedstawione poszczególne osiągnięcia.

- **Emisje do powietrza z hutnictwa żelaza i stali**

Początek mojej działalności badawczej prowadzonej od roku 1989 w ramach Katedry Kształtowania i Ochrony Środowiska zbiegł się z okresem bardzo dynamicznej restrukturyzacji polskiego przemysłu ciężkiego, a szczególnie branży hutniczej. Jako absolwent Wydziału Odlewnictwa AGH znający technologie hutnicze zostałem włączony do grupy badawczej pracującej pod kierunkiem (wówczas) dr inż. Mariana Mazura, zajmującej się problematyką ochrony powietrza. Zainteresowania badawcze wspomnianego zespołu, a tym samym i moje koncentrowały się w tym okresie wokół zagadnień związanych z identyfikacją jakościową oraz oceną ilościową emisji do powietrza substancji pyłowo-gazowych z różnych technologii hutniczych, jak również oceną ich oddziaływania na jakość powietrza. Podstawowym obszarem moich badań były dwie największe polskie huty surowcowo-przetwórcze tj. ArcelorMittal Poland S.A. Oddział w Krakowie¹ oraz ArcelorMittal Poland S.A. Oddział w Dąbrowie Górniczej², wraz ze współpracującymi z nimi koksowniami, siłowniami i innymi mniejszymi zakładami (np. odlewniami). W latach 1989 - 2019 uczestniczyłem w realizacji 48 prac badawczych dotyczących branży hutniczej³, z czego 12 przed obronieniem doktoratu. Ponadto w analizowanym okresie uczestniczyłem w realizacji 11 badań statutowych (w tym w jednej przed obronieniem

¹ Wcześniejsze nazwy huty ArcelorMittal Poland S.A. Oddział w Krakowie: do 1990 r. - Kombinat Metalurgiczny Huty im. Lenina, od 1990 r. do 2004 r. - Huta im. Tadeusza Sendzimira, od 2004 r. do 2005 r. - ISPAT Polska Stal S.A. Oddział Kraków, oraz od 2005 r. do 2007 r. Mittal Steel Poland S.A. Oddział Kraków.

² Wcześniejsze nazwy huty ArcelorMittal Poland S.A. Oddział w Dąbrowie Górniczej: do 1991 r. Kombinat Metalurgiczny Huta Katowice P.P., od 1991 do 2002 r. Huta Katowice S.A., od 2003 r. do 2004 r. Polskie Huty Stali S.A. Oddział Dąbrowa Górnicza oraz od 2005 do 2007 r. Mittal Steel Poland S.A.

³ Wykaz zrealizowanych prac zleconych z obszaru hutnictwa żelaza i stali zawarty został w załączniku 3 do Wniosku. Prace (zgodnie z ich numeracją w załączniku 3) wykonane po uzyskaniu stopnia doktora, zawarte w punkcie II.F: 1-2, 5, 10-13, 15-19, 21, 25, 28, 31-33, 35-50. Prace wykonane przed uzyskaniem stopnia doktora, zawarte w punkcie II.F: 67, 75-76, 78-80, 91-92, 100, 102-104.

doktoratu) związanych z wyznaczaniem wielkości emisji z procesów hutniczych oraz oceną jej wpływu na jakość powietrza⁴. W wyniku prowadzonych w tym obszarze tematycznym badań powstało łącznie 29 współautorskich publikacji (z czego 5 przed doktoratem)⁵, na które składało się: 13 artykułów w czasopismach naukowych, 3 rozdziały w książkach, 13 artykułów w materiałach konferencyjnych. Tematyka prowadzonych badań, a tym samym tematyka publikacji koncentrowała się wokół trzech kluczowych zagadnień tj.: (1) jakościowego i ilościowego rozpoznania emisji zorganizowanej i niezorganizowanej z praktycznie wszystkich najistotniejszych źródeł/procesów hutniczych, (2) oceny czynników technologicznych determinujących wielkość emisji substancji do powietrza z analizowanych źródeł/procesów w kontekście ograniczenia tej emisji, (3) oceny wpływu tych emisji na jakość powietrza. Wszystkie te badania miały charakter naukowy. Prowadzone były na obiektach rzeczywistych, niejednokrotnie w ekstremalnie trudnych warunkach w kontekście środowiska pracy. Miały one w większości przypadków charakter pionierski. Należy tutaj wspomnieć, że w latach 90' ubiegłego wieku nie było wypracowanych tak jak jest to obecnie optymalnych technik pomiarowych, w tym metodyk poboru próbek, metod ich analizy fizykochemicznej, czy metod opracowania wyników. Duża część prowadzonych badań była poprzedzana głęboką analizą badanej technologii, dobraniem, a często opracowaniem nowatorskiej metody poboru próbek pyłów lub gazów a następnie dopiero wtedy wykonywano pomiary emisji do powietrza zidentyfikowanych zanieczyszczeń. Wyniki uzyskane z przeprowadzonych badań miały zwykle na celu wyprowadzenie zależności pomiędzy wielkością emisji danej substancji do powietrza a parametrami technologicznymi (charakterystyka fizykochemiczna wsadu, parametry techniczno-technologiczne urządzeń produkcyjnych lub urządzeń ochrony atmosfery). Wyniki badań były zawsze elementem wprowadzanych w danej hucie wdrożeń, ewentualnie stanowiły źródło informacji o charakterze emisji zanieczyszczeń do powietrza z danego źródła/procesu. Zwykle też wyprowadzone przy okazji prowadzonych badań wskaźniki emisji analizowanych substancji z danego źródła/procesu stanowiły podstawę (niektóre są stosowane do dzisiaj) do wyznaczania opłat za wprowadzane do powietrza ładunki zanieczyszczeń. Wyznaczone w drodze pomiarów wartości emisji (średniej, maksymalnej) z danego źródła/źródeł stanowiły dane wejściowe w procesie modelowania dyspersji zanieczyszczeń w powietrzu, oceniającym wpływ badanych obiektów (hut, koksowni, odlewni) na jakość powietrza. Należy w tym miejscu wspomnieć, że wprowadzona w dniu 29 sierpnia 1997 r. ustawa o zmianie ustawy o ochronie i kształtowaniu środowiska oraz o zmianie niektórych ustaw (Dz. U. z 1997 r., Nr 133, poz. 885), która likwidowała instytucję stref ochronnych wokół zakładów produkcyjnych, funkcjonującą od lat 60' ubiegłego wieku, stała się przyczynkiem do podjęcia szerokich badań nad możliwością likwidacji strefy ochronnej wokół Huty Katowice wraz Zakładów Koksowniczych „Przyjaźń” jak również huty Mittal Steel Poland SA Oddział w Krakowie. Przeprowadzone pogłębione analizy wpływu obu wspomnianych hut na jakość powietrza stanowiły przesłanki merytoryczne do podjęcia decyzji o likwidacji stref ochronnych wokół obu hut. Wysoka ocena merytoryczna prac badawczych realizowanych dla obu największych polskich hut zaowocowała powierzeniem zespołowi prof. Mariana Mazura, w którym pracowałem zadania opracowania między innymi: *Studium ochrony powietrza dla Huty Katowice S.A. w celu wydania decyzji*

⁴ Wykaz zrealizowanych prac statutowych z obszaru hutnictwa żelaza i stali zawarty został w załączniku 3 do Wniosku. Badania (zgodnie z ich numeracją w załączniku 3) wykonane po uzyskaniu stopnia doktora, zawarte w punkcie III.J: 1-4, 6-9, 11-12. Praca wykonana przed uzyskaniem stopnia doktora zawarta w punkcie III.J: 35.

⁵ Wykaz publikacji z obszaru hutnictwa żelaza i stali zawarty został w załączniku 3 do Wniosku. Publikacje (zgodnie z ich numeracją w załączniku 3) opublikowane po uzyskaniu stopnia doktora: zawarte w punkcie I.B (ON1-ON2), zawarte w punkcie II.E: 3, 9, 12, 27, 30, 32-34, 36, 38-40, 42, 79-84, 90, 92, 96. Prace wykonane przed uzyskaniem stopnia doktora zawarte w punkcie II.E: 65, 113, 116, 118, 120.

ustalającej rodzaje i ilości substancji zanieczyszczających dopuszczonych do wprowadzania do powietrza (1999 r.), opracowania dokumentacji do wniosku o wydanie dla Huty Katowice S.A. w Dąbrowie Górniczej pozwolenia na wprowadzanie gazów i pyłów do powietrza (2002 r.), opracowania dokumentacji do wniosku o wydanie dla Elektrociepłowni EC NOWA Sp. z o.o. w Dąbrowie Górniczej pozwolenia na wprowadzanie gazów i pyłów do powietrza (2003 r.), opracowania dokumentacji do uzyskania przez Elektrociepłownię EC NOWA Sp. z o.o. w Dąbrowie Górniczej pozwolenia zintegrowanego na wprowadzanie do środowiska substancji i energii (2004 r.), opracowania wniosku o wydanie pozwolenia zintegrowanego dla wszystkich instalacji funkcjonujących w ramach Mittal Steel Poland S.A. Oddział w Krakowie (2006-2007). Oprócz współpracy ze wspomnianymi hutami realizowałem również badania dla odlewni „KRAKODLEW S.A.” (1996 r.) oraz projekt monitoringu zanieczyszczeń powietrza dla rejonu oddziaływania Huty Ostrowiec S.A. w Ostrowcu Świętokrzyskim (1999 r.).

Za największe moje osiągnięcia naukowe z obszaru badań nad emisjami do powietrza z hutnictwa uważam:

- 1) przeprowadzenie wieloletnich, kompleksowych badań w dwu największych polskich hutach surowcowo-przetwórczych, których celem było zbilansowanie przychodu i rozchodu związków fluoru, w tym określenie poziomu ich emisji do powietrza z głównych procesów hutniczych tj.: procesu spiekania rud, procesu wielkopiecowego i stalowniczego. Badania te pozwoliły zdefiniować strukturę dystrybucji związków fluoru ze wspomnianych procesów metalurgicznych. Szczegółowo wyniki badań przeprowadzonych w tym obszarze przedstawiono w pracy:

ON1: Mazur M., **Bogacki M.**, Oleniacz R.: Analiza źródeł emisji związków fluoru z procesów hutnictwa żelaza. Ochrona Środowiska nr 4, p. 27-32, (1998). Punktacja wg MNiSW (1998): 9 pkt.

Wyniki badań nad emisjami związków fluoru z procesów hutniczych zostały ponadto opublikowane w pracach [1-3];

- 2) przeprowadzenie unikalnych (nie znane mi są inne tego typu badania, które byłyby przeprowadzone gdziekolwiek na świecie) badań nad emisją niezorganizowaną zanieczyszczeń pyłowo-gazowych z procesu ciągłego odlewania stali (COS) w Hucie Katowice. Badania te zrealizowane były w ramach pracy badawczej wykonanej dla Huty Katowice pt.: Określenie wskaźników emisji zanieczyszczeń pyłowo-gazowych dla technologii ciągłego odlewania stali z oceną oddziaływania na powietrze atmosferyczne (1999). Jednym z etapów tych badań było zidentyfikowanie źródeł emisji niezorganizowanej substancji pyłowo-gazowych, opracowanie metodyki jej oszacowania w ujęciu jakościowo-ilościowym a następnie wykonanie pomiarów i bilansów wielkości emisji do powietrza analizowanych substancji. Szczegółowy opis zastosowanej metodyki badań oraz uzyskanych wyników przedstawiono w publikacji [4]. Głównym celem wspomnianych badań było określenie efektu ekologicznego związanego z wprowadzeniem w Hucie Katowice nowoczesnej technologii COS. Stąd w ramach badań zidentyfikowano wszystkie źródła emisji zanieczyszczeń pyłowo-gazowych o charakterze zorganizowanym i niezorganizowanym, następnie wyznaczono na drodze bilansowej i/lub pomiarowej wielkości emisji zorganizowanej i niezorganizowanej z poszczególnych źródeł/procesów związanych z wdrażaną technologią COS. Wyprowadzono wskaźniki emisji dla wszystkich głównych zanieczyszczeń emitowanych z badanego procesu, jak również wyznaczono dla niego wskaźniki energetyczne. Wyprowadzone wskaźniki

zużycia energii oraz wskaźniki emisji odniesione do Mg surowej stali porównano z analogicznymi wskaźnikami wyprowadzonymi dla wcześniejszej (tradycyjnej) technologii odlewania stali opartej na odlewaniu stali do wlewnic. Szczegółowe wyniki badań w tym obszarze przedstawiono w pracach [5-8], a przede wszystkim w pracy:

ON2: Mazur M., **Bogacki M.**, Oleniacz R., Łopata A.: Assessment of ecological effects of the implementation of continuous casting of steel. Stahl und Eisen, vol. 123, no. 6/7, p. 109-113, (2003). Punktacja wg MNiSW (2003): 13 pkt.

Moja działalność badawcza w obszarze hutnictwa zaowocowała również publikacjami w zakresie oceny emisji z procesów:

- koksowania węgla [9], gdzie przedstawiono wyniki badań nad przebiegiem zmienności stężeń wybranych zanieczyszczeń w gazach odlotowych z procesu mokrego gaszenia koksu w Zakładzie Koksochemicznym hutby im. T. Sendzimira w Krakowie;
- spiekania rud [1-3, 10-15]: w których omówione zostały między innymi wyniki badań nad: czynnikami determinującymi wielkość emisji substancji pyłowo-gazowych do powietrza z procesu spiekalniczego (metody pierwotne), możliwościami ograniczenia emisji metodami wtórnymi, strukturą jakościowo-ilościową emisji do powietrza oraz jej wpływem na jego jakość;
- wielkopiecowego [16], w których przedstawiono zidentyfikowane, główne źródła emisji do powietrza związków siarki (H_2S , COS , SO_2) z procesu wielkopiecowego jak też przedstawiono wyniki pomiarów zawartości związków siarki w gazie gardzielowym i garowym oraz emisji związków siarki z koryta żużlowego i procesu granulacji żużla.

Duża część mojej działalności naukowej w obszarze hutnictwa wiązała się z badaniami związanymi z oceną wpływu emisji z przemysłu hutniczego na jakość powietrza. Uczestniczyłem w opracowaniu szeregu prac studialnych z tego obszaru. Najczęściej wyniki tych prac były wykorzystywane do przygotowania dokumentów niezbędnych do podejmowania różnego rodzaju decyzji administracyjnych (decyzje środowiskowe, pozwolenia zintegrowane, pozwolenia na wprowadzanie pyłów i gazów do powietrza, decyzje dotyczące likwidacji stref ochronnych wokół zakładów oraz innych). Ten rodzaj mojej działalności naukowej został udokumentowany w publikacjach [17-26]. Należy podkreślić, że wyniki wszystkich prac realizowanych dla przemysłu hutniczego zostały przez Zleceniodawców wykorzystane w praktyce (wdrożone).

• Emisje do powietrza z przemysłu węglowo-grafitowego

Przemysł węglowo-grafitowy współpracuje blisko z przemysłem metalurgicznym produkując dla niego między innymi: elektrody grafitowe do łukowych pieców stalowniczych, węglowe, półgrafitowe i grafitowe bloki katodowe do produkcji aluminium, węglowe, półgrafitowe i grafitowe wykładziny do wielkich pieców i pieców elektrycznych jak również szeroki asortyment różnego rodzaju wyrobów drobnych z grafitu (tuleje, wałki, kształtki, pręty, tygle itp.) i sypkich materiałów grafitowych (nawęglacze, pyły grafitowe, mączki grafitowe, antracyty). Moje zainteresowania naukowe związane z badaniami emisji do powietrza substancji pyłowo-gazowych z technologii produkcji wyrobów węglowych i grafitowych rozpoczęły się w roku 1993. Zespół dr inż. Mariana Mazura, w którym

pracowałem otrzymał z Sądeckich Zakładów Elektrod Węglowych w Nowym Sączu⁶ zlecenie badań dotyczących określenia rodzaju i wielkości emisji do powietrza gazów odlotowych z procesu wypalania elektrod węglowych w piecach kręgowych. Głównym celem badań była ocena skuteczności odpylania nowo wybudowanej instalacji oczyszczania gazów odlotowych, składającej się z chłodni spalin, elektrofiltru oraz filtra koksowego (doczyszczanie). W wyniku przeprowadzonych badań wyznaczono sprawność instalacji oczyszczającej gazy odlotowe, przede wszystkim w zakresie pyłu, ale również substancji smołowych oraz sumy i homologów wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych (WWA). Rezultaty tych badań zostały opisane w publikacji [27]. Rozpoczęta wówczas współpraca z zakładem w Nowym Sączu trwa do dzisiaj. W latach 1992 - 2019 brałem udział w realizacji 7 prac badawczych dla wspomnianego zakładu (w tym 1 pracy - przed doktoratem) oraz 5 prac wykonanych dla firmy SGL Angraph Sp. z o. o. w Nowym Sączu⁷, która zajmuje się produkcją drobnych wyrobów z węgla i grafitu⁸. Ponadto w analizowanym okresie realizowałem prace związane z oceną emisji zanieczyszczeń do powietrza z technologii wytwarzania wyrobów węglowych i grafitowych w ramach 6 badań statutowych realizowanych przez Katedrę Kształtowania i Ochrony Środowiska⁹. W wyniku prowadzonych w tym obszarze tematycznym badań powstało łącznie 15 współautorskich publikacji (z czego 1 przed doktoratem)¹⁰. Na publikacje te składa się: 6 artykułów w czasopiśmie naukowych, 7 rozdziałów w książkach, 2 artykuły w materiałach konferencyjnych. Tematyka prowadzonych badań, a tym samym tematyka publikacji koncentrowała się zawsze wokół czterech kluczowych zagadnień tj.: (1) jakościowego i ilościowego rozpoznania emisji zorganizowanej i niezorganizowanej z praktycznie wszystkich źródeł/procesów związanych z wytwarzaniem wyrobów węglowych i grafitowych, (2) oceny czynników technologicznych determinujących wielkość emisji substancji do powietrza z analizowanych źródeł/procesów w kontekście ograniczenia tej emisji, (3) oceny wpływu tych emisji na jakość powietrza, (4) oceny wpływu emisji z analizowanego zakładu na jakość gleb na terenie zakładu. Ta ostatnia aktywność badawcza nie została uwzględniona w niniejszym autoreferacie. Kluczowym elementem współpracy z dawnym Zakładem Elektrod Węglowych w Nowym Sączu było opracowanie dla Zakładu w 2014 r. dokumentacji oraz przygotowanie wniosku do wydania pozwolenia zintegrowanego.

Za największe moje osiągnięcia naukowe z obszaru badań nad emisjami do powietrza z przemysłu węglowo-grafitowego uważam kompleksowe przebadanie wszystkich źródeł emisji zorganizowanej i niezorganizowanej funkcjonujących w ramach dwóch wymienionych wcześniej zakładów tj. zakładu produkującego wielkogabarytowe produkty węglowe i grafitowe (obecnie firma COBEX Polska sp. z o.o.) oraz zakładu produkującego drobne wyroby węglowe i grafitowe (obecnie firma SGL Graphite Solutions Polska sp. z o.o.). Technologie produkcji wyrobów węglowych i

⁶ Nazwa zakładu podlegała wielokrotnym zmianom, wraz z zachodzącymi zmianami właścicielskimi: 1960-1989 Sądeckie Zakłady Elektrod Węglowych, 1989 – 1995 Polgraph S.A., 1995 - 2018 SGL Carbon Group Zakład w Nowym Sączu, od 2018 COBEX Polska sp. z o.o. w Nowym Sączu.

⁷ Od roku 2015 zakład występuje pod nową nazwą: SGL Graphite Solutions Polska sp. z o.o.

⁸ Wykaz zrealizowanych prac zleconych dla przemysłu węglowo-grafitowego zawarty został w załączniku 3 do Wniosku. Prace (zgodnie z ich numeracją w załączniku 3) wykonane po uzyskaniu stopnia doktora, zawarte w punkcie II.F: 23-24, 26, 29-30. Prace wykonane przed uzyskaniem stopnia doktora, zawarte w punkcie II.F: 65.

⁹ Wykaz zrealizowanych w Katedrze Kształtowania i Ochrony Środowiska AGH badań statutowych związanych z oceną wielkości emisji z różnych procesów technologicznych mających miejsce podczas produkcji wyrobów węglowych i grafitowych zawarty został w załączniku 3 do Wniosku. Badania (zgodnie z ich numeracją w załączniku 3) wykonane po uzyskaniu stopnia doktora zawarte w punkcie III.J: 7-9, 14-15, 17.

¹⁰ Wykaz publikacji dotyczących emisji zanieczyszczeń do powietrza z technologii produkcji wyrobów z węgla i grafitu zawarty został w załączniku 3 do Wniosku. Prace (zgodnie z ich numeracją w załączniku 3) wykonane po uzyskaniu stopnia doktora: zawarte w punkcie I.B (ON3-ON4), zawarte w punkcie II.A (A.2), zawarte w punkcie II.E (6, 8, 10-11, 14-15, 46, 48-49, 94).

grafitowych w obu zakładach są z pozoru bardzo podobne. Jednak ze względu na różny asortyment produkowanych wyrobów, stosowane w produkcji tworzywa węglowe, jak również umaszynowanie zakładu i przebieg procesów technologicznych różnią się między sobą w sposób zasadniczy. Stąd wyniki badań prowadzonych w każdym ze wspomnianych zakładów należy traktować niezależnie.

W ramach badań prowadzonych w zakładzie należącym obecnie do firmy COBEX Polska sp. z o.o. współuczestniczyłem w pomiarach strumienia objętości gazów odlotowych oraz stężeń zanieczyszczeń unoszonych i emitowanych z większości jednostkowych procesów technologicznych oraz brałem udział w opracowaniu wyników badań, jak również w redakcji raportów z badań i tworzeniu publikacji na ich podstawie. W analizowanym zakładzie brałem udział w określeniu emisji zanieczyszczeń do powietrza z następujących procesów produkcji wyrobów węglowych:

- kalcynowania, mielenia/kruszenia, klasyfikacji i mieszania surowców,
- formowania/tłoczenia/wytłaczania oraz wypalania wyrobów „zielonych”,
- obróbki i wykańczania produktów węglowych,

oraz w określeniu emisji zanieczyszczeń do powietrza z następujących procesów produkcji wyrobów grafitowych:

- mielenia i klasyfikowania surowców stałych,
- mieszania materiałów stałych i ciekłych,
- formowania i wypalania (wypalanie I) „zielonych” elektrod węglowych,
- impregnacji wstępnie wypalonych elektrod węglowych,
- ponownego wypalania zaimpregnowanych elektrod węglowych (wypalanie II),
- grafityzacji ponownie wypalonych elektrod węglowych,
- obróbki i wykańczania produktów grafitowych.

W raportach z przeprowadzonych w tym obiekcie badań (lista ich zamieszczona została w załączniku 3 do Wniosku) zamieszczono szczegółowe informacje o zastosowanych w badaniach metodykach/technikach pomiarów (często opracowanych specjalnie na potrzeby pobierania reprezentatywnych próbek pyłów i gazów z gazów odlotowych cechujących się dużą zawartością substancji smolistych), oraz przedstawiono kompletne wyniki przeprowadzonych badań wraz z ich obszernym komentarzem. Wyniki przeprowadzonych badań stanowiły zwykle „obraz emisji”, gdyż opisywały zmienność unosu/emisji wszystkich badanych substancji w funkcji czasu trwania poszczególnych procesów technologicznych (np.: mieszania surowców, wypalania elektrod „zielonych w piecach kręgowych”, grafityzacji wypalonych i zaimpregnowanych pakietem elektrod w piecach grafityzacyjnych LWG (Castnera)). Przeprowadzone badania miały zwykle na celu również ocenę skuteczności urządzeń/instalacji/systemów ochrony atmosfery stosowanych na różnych etapach produkcji. Dodatkowo w wyniku przeprowadzonych badań wyprowadzane były wskaźniki emisji dla poszczególnych zanieczyszczeń emitowanych z analizowanych etapów technologicznych. W ramach badań prowadzonych w tym zakładzie wyznaczano między innymi emisję do powietrza takich substancji jak: CO₂, CO, COS, CS₂, H₂S, SO₂, NO, NO₂, NH₃, CH₄, węglowodory alifatyczne (C₁-C₆), benzen i jego homologi (BTX), substancje smołowe, całkowity węgiel organiczny (TOC), wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne (suma oraz 16 homologów), H₂ oraz pył. Wybrane wyniki badań zostały opublikowane między innymi w pracy:

ON3: **Bogacki M.**, Oleniacz R., Mazur M.: Evaluation of gas emissions from graphitising of carbon products [W:] Environmental engineering III (eds.: Pawłowski L., Dudzińska M. R., Pawłowski A.), CRC Press, Balkema, London: Taylor&Francis Group, p. 9–14, (2010). Punktacja wg MNiSW (2010): 10 pkt,

oraz innych publikacjach [28-30].

Podobny charakter miały badania prowadzone przez wiele lat w zakładzie produkującym drobne wyroby z węgla i grafitu. Ich celem było również zbadanie emisji do powietrza substancji pyłowo-gazowych (analogicznych jak w zakładzie wcześniej opisanym) uwalnianych na wszystkich etapach procesu produkcyjnego tj.: przygotowania wsadu, mieszania mieszanki (tworzywa węglowego), formowania, wypalania w piecu tunelowym, impregnacji, grafityzowania oraz obróbki końcowej (maszynowej) produktu. Metodyka prowadzonych badań oraz ich wyniki zostały szczegółowo opisane w raportach wylistowanych w załączniku 3 do Wniosku. Wybrane aspekty badań zostały też przedstawione w formie publikacji. I tak w pracach [31-33] przedstawiono wyniki badań nad emisjami do powietrza substancji pyłowo-gazowych z procesu przygotowania masy węglowej (typu HCC i Rubba) do wytwarzania drobnych produktów węglowych i grafitowych. Badania miały na celu zmierzenie strumienia objętości gazów oraz określenie składu gazów odlotowych wydostających się z mieszalników tworzywa węglowego w okresie od momentu dodania do podgrzanej, suchej masy węglowej odpowiedniego lepiszcza, aż do momentu rozładowania mieszalnika. W wyniku badań wyznaczono profile zmienności emisji do powietrza w czasie procesu mieszania tworzywa węglowego między innymi takich substancji jak: CO, CO₂, O₂ i H₂ oraz poziom emisji średniej takich substancji jak: węglowodory alifatyczne (C₁-C₆), BTEX, pył ogółem, substancje smołowe, WWA i TOC w fazie stałej. W tym miejscu należy wspomnieć o innych badaniach przeprowadzonych przeze mnie na obiekcie mieszalni tworzyw węglowych (2012, materiał nie publikowany), w ramach których wykonałem analizę czynników utrudniających poprawne funkcjonowanie instalacji oczyszczania gazów odlotowych z mieszalników oraz opracowałem wytyczne do koncepcji modernizacji urządzeń ochrony atmosfery dla emitora MŁ-36 (emitor Mieszalni). Prowadziłem również badania nad emisją zanieczyszczeń do powietrza z procesu wypalania „zielonych” produktów węglowych w piecu tunelowym. Badania te zostały opisane w pracy:

ON4: **Bogacki M.**, Oleniacz R., Mazur M., Szczygłowski P.: Air pollutant emissions during baking of semi-finished graphite products in a tunnel furnace. Environment Protection Engineering, vol. 38 no. 1, p. 15-23, (2012). Punktacja wg MNiSW (2012): 15 pkt, IF = 0,49,

oraz w pracy [34]. Badania nad emisjami z procesu grafityzacji wyrobów drobnych w piecu Achesona zostały szczegółowo opisane w pracach [35, 36].

Podsumowując, należy podkreślić, że wszystkie przeprowadzone na terenie obu zakładów badania miały unikalny charakter. Wynikał on głównie z kompleksowego podejścia do prowadzonych badań. Oprócz celów związanych z identyfikacją i opisem jakościowo-ilościowym emisji zanieczyszczeń do powietrza z każdego etapu procesu technologicznego, dodatkowym celem badawczym było zawsze zidentyfikowanie czynników determinujących poziom emisji (pierwotnych, wtórnych) oraz zdefiniowanie postulatów mówiących o możliwości ograniczenia emisji z poszczególnych źródeł. Wyniki przeprowadzonych badań mają do dzisiaj charakter pionierski, a publikacje opisujące emisje z tego typu źródeł są wyjątkiem w piśmiennictwie światowym.

- **Emisje do powietrza z procesu poszukiwań gazu z łupków**

Odkrycie dużych zasobów gazu z łupków na terenie Polski zintensyfikowało procesy poszukiwań gazu ze złóż niekonwencjonalnych. Wymogi w zakresie ochrony środowiska stawiane koncesjonariuszom uruchomiły szereg programów badawczych, których celem było i nadal jest ocena wpływu prowadzenia prac poszukiwawczych/eksploatacyjnych związanych z wydobywaniem tego typu węglowodorów na środowisko, w tym na jakość powietrza. Od początku jednym z głównych celów badań prowadzonych w tym obszarze było opracowanie metodologii oceny wpływu prowadzenia prac poszukiwawczych na wszystkie elementy środowiska. Wraz z pracownikami Wydziału Wiertnictwa Nafty i Gazu Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie rozpocząłem badania nad opisem pola emisji (zorganizowanej/niezorganizowanej) zanieczyszczeń wprowadzanych do powietrza z różnego typu źródeł/procesów charakterystycznych dla poszczególnych etapów prowadzenia prac poszukiwawczych. Prace badawcze w tym zakresie prowadziłem w latach 2014, 2017, 2018 (3 etapy) w ramach badań statutowych Katedry Kształtowania i Ochrony Środowiska AGH. Wyniki tych badań zostały przedstawione w formie 4 publikacji naukowych (2 artykuły w czasopismach oraz 2 rozdziały w książkach), jednego referatu wygłoszonego w ramach III międzynarodowej Konferencji ShaleScience zorganizowanej przez ORLEN UPSTREAM (Warszawa, 9-10.06.2014 r.) jak również w formie wykładów wygłoszonych podczas warsztatów pt.: „Ocena oddziaływania na środowisko podczas poszukiwania i udostępniania gazu ziemnego ze złóż niekonwencjonalnych” (Kraków, 17-18.04.2013 r.), których odbiorcami byli przedstawiciele Ministerstwa Środowiska, dyrektorzy Regionalnych Dyrekcji Ochrony Środowiska oraz przedstawiciele firm poszukiwawczych i firm wykonujących raporty oddziaływania na środowisko.

Proces poszukiwań gazu ziemnego z łupków stanowi źródło emisji substancji pyłowo-gazowych do powietrza będące potencjalnym zagrożeniem dla jakości powietrza w rejonie oddziaływania wiertni. Prowadzone przeze mnie badania koncentrowały się na zidentyfikowaniu oraz sparametryzowaniu (względem czynników technologicznych i środowiskowych) źródeł emisji a następnie oszacowaniu poziomu emisji zanieczyszczeń do powietrza z czterech podstawowych etapów prowadzenia prac poszukiwawczych tj.: przygotowania wiertni, prac wiertniczych, udostępniania złoża i testów hydrodynamicznych. Do oceny wielkości emisji z poszczególnych źródeł/procesów na drodze obliczeniowej wykorzystałem przede wszystkim metodyki opracowane przez Amerykańską i Europejską Agencję Środowiskową (U.S. EPA, EMEP/EEA) oraz dane technologiczne i środowiskowe pochodzące z rzeczywistych obiektów (wiertni).

Moim osiągnięciem naukowym w zakresie badania emisji do powietrza substancji pyłowo-gazowych z procesu poszukiwań gazu z łupków jest:

- 1) zidentyfikowanie w oparciu o pogłębioną analizę przebiegu prac poszukiwawczych gazu z łupków wszystkich potencjalnych źródeł emisji substancji pyłowo-gazowych do powietrza oraz scharakteryzowanie a następnie sparametryzowanie tych źródeł/procesów względem czynników technologicznych i środowiskowych,
- 2) oszacowanie emisji substancji pyłowo-gazowych do powietrza z czterech predefiniowanych etapów prowadzenia prac poszukiwawczych z wykorzystaniem zunifikowanej bazy danych wejściowych stworzonej w oparciu o informacje pochodzące z obiektów rzeczywistych,
- 3) przeprowadzenie analizy wpływu na jakość powietrza emisji z poszczególnych etapów prowadzenia poszukiwawczych prac wiertniczych wraz z oceną ryzyka występowania potencjalnych przekroczeń standardów jakości powietrza w obszarze oddziaływania tych emisji.

Szczegóły badań związanych z oceną struktury i wielkości emisji zanieczyszczeń do powietrza powstałych na etapie:

- przygotowania obszaru wiertni do prowadzenia prac poszukiwawczych przedstawiono w pracach [37, 38],
- prowadzenia prac wiertniczych przedstawiono w pracy [38] oraz:

ON6: Macuda J., **Bogacki M.**, Siemek J.: Effect of Drilling for Shale Gas on the Quality of Atmospheric Air Modelling. Problems of sustainable development, vol. 12, no. 1, p. 91-100, (2017).
Punktacja wg MNiSW (2017): 15 pkt, IF = 1,06,

- udostępniania złoża techniką szczelinowania hydraulicznego przedstawiono w pracy [38] oraz:

ON5: **Bogacki M.**, Macuda J.: The influence of shale rock fracturing equipment operation on atmospheric air quality. Archives of Mining Sciences, vol. 59 no. 4, p. 897–912, (2014).
Punktacja wg MNiSW (2014): 20 pkt, IF = 0,63,

- prowadzenia testów hydrodynamicznych przedstawiono w pracy [38].

Badania opisane w pracach [37-40] wykazały, że prowadzenie prac poszukiwawczych gazu ziemnego z łupków jest źródłem znacznej ilości zanieczyszczeń pyłowo-gazowych wprowadzanych do powietrza, przy czym ilość i struktura emitowanych zanieczyszczeń jest silnie związana z etapem prowadzonego procesu i charakterystyką pracujących w ramach danego etapu źródeł emisji. W zakresie emisji do powietrza tlenków azotu największym źródłem emisji (na każdym etapie prac poszukiwawczych) są silniki spalinowe. Porównanie emisji tlenków azotu z poszczególnych etapów prac poszukiwawczych wskazuje, że największy udział w emisji sumarycznej (emisja z wszystkich czterech etapów) tego zanieczyszczenia stanowiła emisja związana z prowadzeniem prac wiertniczych (ok. 74,5%), następnie emisja z fazy udostępniania złoża (ok. 16,1%), fazy prowadzenia testów hydrodynamicznych (ok. 9,3%) oraz fazy przygotowania obszaru wiertni (ok. 0,1%). Struktura udziałów emisji innych głównych zanieczyszczeń powietrza z ww. faz składających się na proces poszukiwań gazu ze skał łupkowych kształtowała się następująco (udziały procentowe podawane w nawiasach odnoszą się kolejno do fazy: prac wiertniczych, udostępniania złoża, testów hydrodynamicznych oraz przygotowania obszaru wiertni): CO (72,9%; 15,5%; 9,1%; 2,5%), SO₂ (95,0%; 4,7%; 0,3%; 0%), pył ogółem (71,8%; 15,5%; 8,7%; 4,0%). Podczas prowadzenia prac poszukiwawczych emitowane są do powietrza również inne substancje, a szczególnie: CO₂, CH₄, węglowodory alifatyczne, BTEX oraz wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne (WWA). Oszacowane wartości emisji tych zanieczyszczeń zawarto w pracach [39, 40]. Przeprowadzone badania wykazały również, że z pośród emitowanych zanieczyszczeń największe ryzyko występowania przekroczeń wartości dopuszczalnych stężeń w powietrzu (poza obszarem wiertni) związane jest z emisjami tlenków azotu podczas prowadzenia prac wiertniczych i udostępniania złoża metodą szczelinowania hydraulicznego.

- **Emisja wtórna pyłu do powietrza z dróg**

Liczne badania składu chemicznego pyłu PM₁₀ w powietrzu miejskim przeprowadzone przez naukowców na całym świecie potwierdzają, że pył ten nie pochodzi głównie z procesu spalania paliw w silnikach pojazdów samochodowych, ale jest mieszaniną pyłów różnego pochodzenia, cechujących się różnym składem chemicznym. Znajdują się w nim: węgiel organiczny i elementarny, krzemiany, węglany, tlenki metali, fosfaty, wtórne aerozole organiczne i nieorganiczne. Morfologia cząstek pyłu w powietrzu, ich wielkość oraz skład chemiczny są w głównej mierze zdeterminowane źródłem pochodzenia. Źródła literaturowe wskazują, że z silników spalinowych emitowane są przede wszystkim cząstki o wymiarach poniżej 100 nm, składające się głównie z węgla organicznego i elementarnego. Cząstki o wielkości 2,5-10 µm oraz większe emitowane są przede wszystkim z powierzchni drogi. Pył zdeponowany na drogach może pochodzić między innymi z sektora przemysłowego, energetyki zawodowej oraz komunalnej, ale też jest produktem ścierania: nawierzchni drogi, opon samochodowych, klocków hamulcowych. Może też trafić na drogę w wyniku erozji eolicznej, czy wreszcie może być wwieziony na oponach samochodów wyjeżdżających z dróg nieutwardzonych, budów itp. Wiele badań przeprowadzonych na świecie wskazuje, że emisja wtórna pyłu z dróg stanowi znaczący udział w kształtowaniu poziomu stężeń pyłu PM₁₀ i PM_{2,5} w powietrzu miejskim, a szczególnie w pobliżu traktów komunikacyjnych.

Mając na uwadze powyższe fakty, w roku 2015 Miejskie Przedsiębiorstwo Oczyszczania sp. z o.o. w Krakowie zleciło zespołowi pod kierunkiem prof. dr hab. Mariana Mazura wykonanie badań mających na celu ocenę udziału emisji wtórnej pyłu z dróg na poziom stężeń pyłu PM₁₀ i PM_{2,5} w powietrzu w Krakowie. Jako obszar badań wybrano 4 ulice w centrum Krakowa charakteryzujące się różnym natężeniem ruchu (od 500 do ponad 20 000 poj./dobę) oraz różną strukturą pojazdów. Pobór próbek materiału pylistego oraz oszacowanie emisji pyłu PM₁₀ i PM_{2,5} do powietrza wykonano zgodnie z metodyką U.S. EPA (AP 42 Fifth Edition). Oszacowane wartości emisji wtórnej pyłu jak również wartości referencyjne emisji zaczerpnięte z wytycznych U.S. EPA posłużyły do oceny wpływu tej emisji na poziom stężeń pyłu PM₁₀ w powietrzu przy jednej z analizowanych ulic, przy której zlokalizowana była stacja automatycznego monitoringu jakości powietrza. Ocenę tę wykonano modelem matematycznym CALINE 4. Badania wykazały, że emisja wtórna pyłu PM₁₀ z dróg może stanowić nawet do 25 % w okresie zimowym oraz do 50 % w okresie letnim mierzonych poziomów stężeń pyłu PM₁₀ w powietrzu w pobliżu dróg. Fragment przeprowadzonych badań (wybrana ulica) został szczegółowo opisany w publikacji ON7 stanowiącej jedno z moich głównych osiągnięć naukowych:

ON7: **Bogacki M.**, Mazur M., Oleniacz R., Rzeszutek M., Szulecka A.: Re-entrained road dust PM₁₀ emission from selected streets of Krakow and its impact on air quality. E3S Web of Conferences, vol. 28, no. 01003, p. 1–10, (2018). Punktacja wg MNiSW (2018): 15 pkt.

Mój udział w przedmiotowych badaniach polegał między innymi na: przygotowaniu metodyki pobierania próbek pyłu z drogi, pobraniu próbek materiału pylistego z dróg, wyznaczeniu wskaźników emisji do powietrza pyłu PM₁₀ i PM_{2,5} w oparciu o charakterystykę zebranego pyłu, przygotowaniu danych emisyjnych uwzględniających rzeczywiste natężenie i strukturę ruchu pojazdów na badanych drogach, pomoc w przeprowadzeniu obliczeń dyspersji emisji wtórnej pyłu z dwóch wybranych dróg na jakość powietrza (model CALINE 4), opracowaniu raportu z badań oraz publikacji ON7.

Przeprowadzone na zlecenie Miejskiego Przedsiębiorstwa Oczyszczania sp. z o.o. w Krakowie badania pozwoliły również wyciągnąć wnioski dotyczące zjawisk zachodzących podczas mechanicznego czyszczenia ulic. Okazało się bowiem, że proces intensywnego sprzątania ulic może przyczynić się do krótkotrwałego, trwającego do 3 godzin wzrostu stężenia w powietrzu pyłu PM₁₀ i w dużo mniejszym stopniu pyłu PM_{2,5}. Dzieje się tak na skutek wzniecania przez zmiatarkę pyłu zdeponowanego na jezdni. Wyniki obliczeń modelowych potwierdziły zarejestrowany na stacji automatycznego monitoringu jakości powietrza 2-krotny wzrost stężenia pyłu PM₁₀ w powietrzu wywołany czyszczeniem mechanicznym al. Krasińskiego w Krakowie. Zarejestrowany „pik” podwyższonego stężenia PM₁₀ w powietrzu po przejechaniu zmiatarki przez badany odcinek ulicy ulega wygaszaniu w czasie do 3 godzin od momentu zakończenia sprzątania. Czas wygaszania „piku” jest silnie zdeterminowany istniejącymi warunkami meteorologicznymi, przede wszystkim prędkością wiatru i stanem równowagi atmosfery. Ze względu na jednostkowy charakter badań nie można wyprowadzić jednoznacznych wniosków wskazujących na brak efektów redukcji stężenia PM₁₀ i PM_{2,5} w powietrzu w dłuższej perspektywie czasu po przeprowadzeniu sprzątania badanej ulicy. Szczegóły przeprowadzonych w tym obszarze badań oraz pełne wnioski z nich wynikające przedstawione zostały w publikacji ON8 stanowiącej jedno z moich głównych osiągnięć naukowych:

ON8: **Bogacki M.**, Oleniacz R., Rzeszutek M., Szulecka A., Mazur M.: The impact of intense street cleaning on particulate matter air concentrations: a case study of a street canyon in Krakow (Poland). E3S Web of Conferences, EDP Sciences, vol. 45, no. 00009, p. 1-8, (2018). Punktacja wg MNiSW (2018): 15 pkt.

Badania nad emisją wtórną pyłu z dróg krakowskich znalazły również swoje odzwierciedlenie w publikacji [41] dotyczącej oceny wpływu uwzględnienia w obliczeniach dyspersji w kanionie ulicznym pyłu wtórnego unoszonego z powierzchni jezdni. W ramach tych badań wykazano wzrost skuteczności progностycznej modelu OSPM (Operational Street Pollution Model) po uwzględnieniu w danych wejściowych do modelu emisji wtórnej pyłu z dróg.

- **Emisje do powietrza z floty autobusów miejskich w Krakowie**

Wyniki badań prowadzonych na świecie wskazują, że głównym źródłem zanieczyszczeń powietrza w miastach i aglomeracjach miejskich stał się transport drogowy. Również w aglomeracji krakowskiej transport drogowy w znaczący sposób wpływa na poziom stężeń w powietrzu takich zanieczyszczeń jak tlenki azotu (NO_x), pyły drobne (PM₁₀ i PM_{2,5}) oraz w pewnym stopniu benzo(a)piren. W roku 2010 podjąłem współpracę z głównymi przewoźnikami w zakresie zbiorowego transportu autobusowego w aglomeracji krakowskiej jakimi są Miejskie Przedsiębiorstwo Komunikacyjne S.A. w Krakowie (MPK S.A.) oraz firma Mobilis Group sp. z o. o. (Mobilis) (ok. 12 % całej floty autobusów miejskich w Krakowie). Efektem tej współpracy, która trwa do dzisiaj, było między innymi:

- zrealizowanie pod moim kierunkiem w 2011 r. przez Panią Joannę Olchawską pracy magisterskiej dotyczącej analizy możliwości ograniczenia emisji zanieczyszczeń do powietrza z autobusów

komunikacji miejskiej w Krakowie, która została wyróżniona dwoma prestiżowymi nagrodami za najlepszą pracę magisterską¹¹;

- zrealizowanie pod moim kierunkiem w 2016 r. przez Panie: Ewelinę Bączek oraz Paulinę Bździuch pracy magisterskiej dotyczącej oceny zmian emisji zanieczyszczeń do powietrza z komunikacji miejskiej w Krakowie w latach 2010 - 2015 wraz z prognozą na rok 2025. Praca ta została również bardzo wysoko oceniona w czterech konkursach na najlepszą pracę dyplomową, magisterską¹²;
- zrealizowanie w 2018 r. w ramach Katedry Kształtowania i Ochrony Środowiska AGH badań statutowych dotyczących oceny emisji zanieczyszczeń do powietrza ze źródeł nieorganizowanych - Etap II;
- opublikowanie 5 artykułów naukowych w czasopismach krajowych i zagranicznych [42-46];
- przygotowanie i wygłoszenie 1 referatu na konferencji krajowej [47].

Głównym moim osiągnięciem naukowym w zakresie badania emisji do powietrza substancji pyłowo-gazowych z floty autobusów miejskich w Krakowie są prace:

ON9: **Bogacki M.**, Bździuch P.: Urban bus emission trends in the Krakow metropolitan area (Poland) from 2010 to 2015. *Transportation Research Part D: Transport and Environment* vol. 67, p. 33–50, (2019). Punktacja wg MNiSW (2013-2017): 35 pkt, IF = 3,445.

ON10: **Bogacki M.**, Bździuch P.: Predicting the spatial distribution of emissions from urban buses based on previously measured data and scenarios for their modernization in the future. Case study: Krakow, Poland. *Atmospheric Environment*, vol. 199, p. 1–14, (2019). Punktacja wg MNiSW (2013-2017): 35 pkt, IF = 3,708.

Oryginalność badań opisanych w pracach ON9 i ON10 polega na tym, że po raz pierwszy w Polsce, ale również unikalny na świecie zinventaryzowano w sposób detaliczny emisję 16 substancji pyłowo-gazowych do powietrza z wszystkich autobusów miejskich poruszających się po drogach aglomeracji krakowskiej w latach 2010-2015 [44, 45] oraz zaprognozowano poziom tej emisji na lata 2017, 2020 i 2025 [46]. Celem badań przeprowadzonych przez mnie i wyżej wspomnianych studentów było nie tylko oszacowanie bezwzględnej wielkości emisji rocznej zanieczyszczeń do powietrza dla całej floty krakowskich autobusów oraz każdego autobusu z osobna ale również wykazanie trendów zmienności czasowej i przestrzennej tej emisji w badanych okresach i zdefiniowanym obszarze badań (19 gmin). Realizacja tak ambitnego zadania wymagała precyzyjnego opisu pola emisji na podstawie przebiegów rzeczywistych (w km/rok) wszystkich autobusów w badanym okresie oraz na podstawie ich tras przejazdu (badanie rozkładu przestrzennego emisji). Analogiczne badania wykonano również dla scenariuszy opisujących prognozowane warianty modernizacyjne floty krakowskich autobusów na lata 2017, 2020, 2025. W badaniach wykorzystywano informatyczny system szacowania emisji COPERT IV oraz pakiet narzędzi GIS-owych. W rezultacie przeprowadzonych w tym obszarze badań powstała bogata dokumentacja pokazująca w sposób wielokryterialny wpływ podejmowanych przez przewoźników krakowskich w latach 2010-2025 działań w zakresie modernizacji floty autobusów na ilość emitowanych do powietrza zanieczyszczeń. Analizy tego typu stanowią istotny wkład w zakresie badań nad emisjami zanieczyszczeń do powietrza z transportu drogowego w aglomeracji krakowskiej

¹¹ Otrzymane nagrody przedstawiono w załączniku 3 do Wniosku w pozycji III.J.17.

¹² Otrzymane nagrody przedstawiono w załączniku 3 do Wniosku w pozycji III.J.19.

w kontekście zarówno optymalnego zarządzania jakością powietrza w Krakowie jak i w kontekście budowy scenariuszy dla rozwoju zbiorowego transportu autobusowego w Krakowie.

- **Emisje biogeniczne do powietrza**

Emisja lotnych związków organicznych (LZO) ze źródeł naturalnych, w tym z roślin lądowych, stanowi istotny wkład w budżet globalnej emisji tych związków do powietrza. Jest ona elementem składowym globalnego obiegu węgla w przyrodzie. Lotne związki organiczne uwalniane z roślin (BLZO) są efektem interakcji roślin z otaczającym jej otoczeniem i stanowią odpowiedź na szereg czynników stresogennych dla rośliny. Wyemitowane do powietrza BLZO wpływają na chemizm atmosfery, w tym na dynamikę tworzenia się zanieczyszczeń wtórnych np. ozonu [48]. Badania nad emisjami biogenicznymi na świecie biegną już od kilkudziesięciu lat i ciągle są rozwijane. W Polsce tego typu badania niestety mają charakter marginalny. Moje zainteresowanie emisjami biogenicznymi do powietrza rozpocząłem w 2000 r., podczas 6-miesięcznego pobytu naukowego w Instytucie Meteorologii i Klimatologii Towarzystwa Fraunhofera (IMK-IFU, Institute for Meteorology and Climate Research - Fraunhofer Association) w Garmisch-Partenkirchen, gdzie prowadząc (wówczas) pionierskie dla Polski badania modelowe nad rozkładem przestrzenno-czasowym stężenia ozonu w przyziemnej warstwie atmosfery postanowiłem uwzględnić w polu emisji przyjętym do obliczeń numerycznych nie tylko emisję ze źródeł antropogenicznych ale również bardzo istotną z punktu widzenia chemizmu tworzenia się ozonu emisję biogeniczną. Bazując na doświadczeniach w tym zakresie niemieckich i amerykańskich badaczy zaadoptowałem do moich badań stosowaną przez nich metodologię a następnie stworzyłem bazę danych przestrzennych niezbędnych do prowadzonych obliczeń, zawierającą informacje dotyczące: sposobu użytkowania terenu (w tym lokalizacji lasów w Polsce), składu gatunkowego drzewostanów, wskaźników gęstości powierzchniowej biomasy (liście i igły) opartych na wskaźniku powierzchni liści (LAI, leaf area index) oraz stałych szybkości emisji niemetanowych lotnych związków organicznych (NMLZO) przyporządkowanych poszczególnym gatunkom drzew. Obliczenia modelowe przeprowadzono dla okresu lipca 2000 r. Dane meteorologiczne dla badanego okresu wygenerowałem przy pomocy modelu MM5 (Fifth-Generation Penn State/NCAR Mesoscale Model). W prowadzonych badaniach uwzględniłem zjawisko występowania zmiennej temperatury powietrza w funkcji wysokości korony drzew (canopy model). Głównym celem badań było oszacowanie dla obszaru całej Polski emisji biogenicznej takich prekursorów tworzenia się ozonu w troposferze jak: izopren, monotereny (np. α -pinen, β -pinen, limonen) czy inne NMLZO, do których zaliczono: alkany, alkeny, węglowodory aromatyczne i alkohole. Szczegóły metodologiczne oraz wyniki przedmiotowych badań przedstawiono w pracy [49]. Podobne badania, jednak z zastosowaniem nieco nowocześniejszych narzędzi obliczeniowych przeprowadzono dla obszaru Polski i okresu lipca 2015 r. Celem było określenie emisji dwóch podstawowych grup substancji emitowanych ze źródeł naturalnych tj. izoprenu oraz terpenów. Emisję BLZO określono na drodze symulacji komputerowej wykonanej z użyciem modelu MEGAN v2.1 (Model of Emissions of Gases and Aerosols from Nature) oraz z wykorzystaniem 1-godzinnych pól meteorologicznych pochodzących z modelu WRF v3.8 (Weather Research and Forecasting). Korzystając z 16 określonych globalnie klas typów funkcjonalnych roślinności PFT (Plant Functional Types) oszacowano wielkość emisji BLZO z obszaru Polski z rozdzielczością przestrzenną 4x4 km oraz krokiem czasowym 1 godziny. W pracach [50, 51] przedstawiono założenia do obliczeń oraz poddano analizie bezwzględną wartość

emisji obu grup związków, ich przestrzenny rozkład i zmienność czasową w funkcji panujących warunków atmosferycznych, w tym temperatury oraz nasłonecznienia.

Moim osiągnięciem naukowym w zakresie badania emisji biogenicznych do powietrza jest uruchomienie i rozwijanie w Polsce badań nad metodami szacowania emisji biogenicznych do powietrza dla celów związanych z zarządzaniem jakością powietrza w skali regionalnej. Informacje o rozkładzie przestrzenno-czasowym emisji wysokoreaktywnych związków organicznych ze źródeł naturalnych służą nie tylko w celom bilansowym (np. bilans emisji biogenicznej z obszaru Polski), ale przede wszystkim, stanowią główne źródło danych wejściowych dla współczesnych regionalnych modeli fotochemicznych (diagnostycznych i prognostycznych) stosowanych powszechnie w zarządzaniu jakością powietrza. Przegląd aktualnej wiedzy w zakresie szacowania emisji biogenicznych zawarłem w monografii:

ON11: **Bogacki M.**, Syguła P.: Emisje biogeniczne lotnych związków organicznych do powietrza: wskaźniki emisji, metody modelowania. Wydawnictwa AGH, Kraków, (2014). Punktacja wg MNiSW (2014): 20 pkt.

W monografii tej przedstawiono między innymi takie zagadnienia jak: charakterystyka najważniejszych przedstawicieli BLZO, rola BLZO w atmosferze, mechanizmy powstawania i czynniki determinujące emisję BLZO, metody wyznaczania emisji BLZO, metody modelowania i inwentaryzacji BLZO, sposoby wyznaczania niepewności emisji BLZO, źródła pozyskiwania danych wejściowych do modelowania emisji BLZO. Do monografii dołączono również wskaźniki emisji BLZO dla różnych gatunków roślin opracowane na podstawie danych literaturowych.

Bardzo ciekawym aspektem badań nad emisjami biogenicznymi było zagadnienie oszacowania niepewności wyznaczania emisji poszczególnych głównych substancji biogenicznych. Przeprowadzone przeze mnie oraz dr Gerharda Smiatka (IMK-IFU) badania w tym zakresie przedstawiono w pracy:

ON12: Smiatek G., **Bogacki M.**: Uncertainty assessment of potential biogenic volatile organic compound emissions from forests with the Monte Carlo method: Case study for an episode from 1 to 10 July 2000 in Poland. *Journal of Geophysical Research*, vol. 110, no. 23, D23304, p. 1-11, (2005). Punktacja wg MNiSW (2005): 40 pkt, IF = 3,38.

Określenie zakresu niepewności dla poszczególnych głównych determinant emisji BLZO do powietrza przeprowadzono na przykładzie 10-dniowego epizodu (1-10 lipca.2000 r.) dla obszaru Polski, stosując w tym celu metodę Monte Carlo. Metoda ta jest zalecana szczególnie do szacowania niepewności dla procesów o dużej złożoności/losowości, w sytuacjach gdy nie jest możliwe stosowanie prostszych metod analitycznych. Obliczenia numeryczne prowadzono dla godzinowej emisji BLZO w domenie o rozdzielczości przestrzennej 10x10 km obejmującej obszar całej Polski. Zbudowany na potrzeby prowadzonych badań model obliczeń niepewności emisji BLZO sparametryzowany był następującymi zmiennymi: rodzaj pokrycia terenu, temperatura liści, natężenie promieniowania fotosyntetycznie czynnego (PAR, Photosynthetically active radiation), gęstość biomasy liściastej, wskaźnik emisji izoprenu, monoterpenów i innych BLZO dla każdego analizowanego gatunku roślin. Dla każdej z wymienionych zmiennych określono przedziały niepewności oraz funkcję rozkładu prawdopodobieństwa (PDF, Probability Distribution Function). Pole parametrów meteorologicznych o rozdzielczości czasowej jednej godziny dla analizowanego epizodu wygenerowano przy pomocy

modelu MCCC (Multiscale Climate Chemistry Model). W wyniku przeprowadzonych obliczeń (10 000 iteracji) określono ogólną dla całej domeny (Polska) oraz dla analizowanego okresu badań (1-10 lipca 2000 r.) niepewność szacowania emisji izoprenu (wynikającą z niepewności wyznaczenia badanych zmiennych) w zakresie od 71% do 73%, niepewność szacowania emisji monoterpenu w zakresie od 57% do 140% oraz niepewność wyznaczenia emisji pozostałych BLZO w zakresie od 55% do 57%. Największe zakresy wyznaczonych niepewności były spowodowane w kolejności malejącej: niepewnością współczynników emisji, temperatury liści, gęstości biomasy liściastej, a w przypadku szacowania niepewności emisji izoprenu dodatkowo niepewnością wyznaczenia PAR.

8. Krótka charakterystyka pozostałych osiągnięć naukowo-badawczych

Działalność naukowa opisana w rozdziale 7 Autoreferatu stanowiła istotny, ale nie jedyny obszar mojej 30-letniej aktywności zawodowej. W ramach sześciu obszarów wytypowanych przeze mnie jako osiągnięcie naukowe opublikowałem łącznie 66 prac (ok 47 % wszystkich publikacji) oraz zrealizowałem 63 zlecone prace badawcze (ok. 45 % wszystkich zleconych prac badawczych). Pozostała moja działalność badawcza zaowocowała opublikowaniem 75 prac naukowych (18 - przed obroną doktoratu oraz 57 – po obronie doktoratu) oraz realizacją 76 prac badawczych (40 - przed obroną doktoratu oraz 36 – po obronie doktoratu). Moja pozostała działalność naukowa (poza wymienioną w rozdziale 7) koncentrowała się ponadto na:

- 1) badaniach emisji do powietrza z rafinerii nafty wraz z oceną jej wpływu na jakość powietrza (12 prac badawczych, 1 publikacja),
- 2) badaniach emisji do powietrza z procesów spalania różnych typów odpadów w różnych instalacjach przemysłowych wraz z oceną jej wpływu na jakość powietrza (5 prac badawczych, 16 publikacji),
- 3) badaniach emisji do powietrza z działalności górniczej (górnictwa podziemnego i odkrywkowego) wraz z oceną jej wpływu na jakość powietrza (16 prac badawczych, 5 publikacji),
- 4) rozwijaniu metod modelowania dyspersji zanieczyszczeń powietrza z wyłączeniem modeli fotochemicznych, wraz z ich walidacją (11 prac badawczych, 16 publikacji),
- 5) badaniach w zakresie modelowania procesów tworzenia się ozonu w przyziemnej warstwie atmosfery w skali regionalnej (2 prace badawcze, 13 publikacji),
- 6) badaniach i wdrażaniu systemów monitoringu jakości powietrza oraz ocenie jakości powietrza na drodze pomiarowej (6 prac badawczych, 10 publikacji),
- 7) badaniu zmienności parametrów meteorologicznych w wybranym obszarze dla potrzeb zarządzania jakością powietrza (5 publikacji),
- 8) badaniu emisji do powietrza z transportu drogowego wraz z oceną jej wpływu na jakość powietrza (2 prace badawcze, 7 publikacji),
- 9) badaniu jakości powietrza wewnętrznego (1 publikacja),
- 10) badaniu emisji z innych typów źródeł wraz z oceną jej wpływu na jakość powietrza głównie pod kątem przygotowywania materiałów niezbędnych do wydania różnego rodzaju decyzji środowiskowych (22 prace badawcze, 2 publikacje).

Badania emisji do powietrza z rafinerii nafty wraz z oceną jej wpływu na jakość powietrza

Obszarem badań była Rafineria Nafty „Trzebinia” S.A. w Trzebini. Kierownikiem zespołu badawczego, którego byłem członkiem był prof. Marian Mazur. Większość badań prowadzona była przed obroną mojej pracy doktorskiej.

Moje główne osiągnięcie naukowe w tym obszarze polega na:

- opisie, sparametryzowaniu i zbilansowaniu emisji węglowodorów z: parku magazynowego (surowców, półproduktów i produktów naftowych), instalacji technologicznych, elektrociepłowni zakładowej, frontu nalewowego produktów) [52],
- wykonaniu *Studium ochrony powietrza atmosferycznego* dla Rafinerii w kontekście: oceny jej oddziaływania na środowisko, wdrażanego wówczas programu naprawczego, modernizacji parku zbiorników do magazynowania surowców i produktów ropopochodnych, hermetyzacji nalewu paliw do autocystern i zabudowy stacji odzysku par lotnych węglowodorów, modernizacji terminalu paliw, budowy czterech sztuk nowych zbiorników o objętości 5000 m³ każdy, budowy dwóch sztuk nowych zbiorników o objętości 10000 m³ każdy,
- wykonaniu bilansu zmian wielkości emisji zanieczyszczeń do środowiska związanych z planowaną regeneracją olejów przepracowanych w stosunku do stanu istniejącego.

Poza ww. działaniami jako promotor dwóch prac magisterskich kierowałem badaniami nad:

- oceną wpływu różnych rozwiązań technologicznych na zmniejszenie emisji par węglowodorów ze stacji paliw (1996),
- zbilansowaniem emisji lotnych związków organicznych ze wszystkich stacji paliw zlokalizowanych na obszarze miasta Nowy Sącz (1999).

Badania emisji do powietrza z procesów spalania różnych typów odpadów w różnych instalacjach przemysłowych wraz z oceną jej wpływu na jakość powietrza

Kierownikiem zespołu badawczego, którego byłem członkiem byli w zależności od badań: prof. Marian Mazur lub (wówczas) mgr inż. Robert Oleniacz. Większość badań prowadzona była przed obroną mojej pracy doktorskiej.

Moje główne osiągnięcie naukowe w tym obszarze polega na:

- czynnym uczestnictwie w cyklu kompleksowych badań emisji do powietrza z procesu magazynowania oraz spalania odpadów niebezpiecznych (różnego typu: przemysłowych, szpitalnych, farmaceutycznych) w piecu pułkowym lub obrotowym zlokalizowanym na terenie Spalarni Odpadów Lobbe w Dąbrowie Górniczej. Badaniami objęto emisję między innymi takich zanieczyszczeń jak: dwutlenek siarki (SO₂), tlenki azotu (NO_x), tlenek węgla (CO), chlorowodór (HCl), związki fluoru, cyjanowodór (HCN), fenol, PCDDs/PCDFs, b(a)p, pył oraz zawarte w nim metale (Fe, Zn, Cu, Pb, Ni, Cr, Cd, Hg). Szczegółowy opis badań oraz uzyskane wyniki przedstawiono w pracach [53-62],
- czynnym uczestnictwie w badaniach emisji do powietrza z procesu spopielenia odpadów medycznych w systemie Purotherm-Pyrolise w zakresie następujących zanieczyszczeń: SO₂, H₂S, NO_x, CO, HCl. Szczegółowy opis badań oraz uzyskane wyniki przedstawiono w pracy [63],
- czynnym uczestnictwie w realizacji badań związanych z nowatorskim opracowaniem technologii utylizacji w cementowym piecu obrotowym przeterminowanych odpadów pestycydowych

pochodzących z rejonu Krasnegostawu. Moim zadaniem było zamodelowanie emisji do powietrza produktów rozkładu termicznego pestycydów oraz oszacowanie wpływu tej emisji na jakość powietrza wokół Cementowni „Rejowiec”. Szczegółowy opis badań oraz uzyskane wyniki przedstawiono w pracach [64-67].

W kontekście badań nad spalaniem odpadów należy jeszcze wspomnieć o moim 1-miesięcznym (w roku 1994) udziale w pracach nad systemem oczyszczania gazów odlotowych z rtęci. Badania były realizowane dla spalarni odpadów komunalnych (Spittelau) w Wiedniu, podczas mojego stażu naukowego na Uniwersytecie Technicznym w Grazu (Austria). W ramach badań poszukiwałem najbardziej odpowiednich metod chemisorpcji rtęci na nośnikach ceramicznych bazujących na $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$ pokrytych takimi metalami jak: Zn, Cu, Ag, Au i Pt. Przegląd metod i systemów usuwania par rtęci z gazów odlotowych, będący między innymi efektem prowadzonych w Grazu badań przedstawiłem w pracy [68].

Badania emisji do powietrza z działalności górniczej (górnictwa podziemnego i odkrywkowego) wraz z oceną jej wpływu na jakość powietrza

Działalność górniczą niezależnie od jej charakteru (podziemna, odkrywkowa, otworowa) cechuje zawsze istotny wpływ na środowisko. Z punktu widzenia wpływu na jakość powietrza szczególnie uciążliwe są procesy pozyskiwania surowców w kopalniach odkrywkowych. Procesy te stały się więc głównym obszarem moich zainteresowań badawczych. Aktywność swą koncentrowałem na budowaniu modeli emisyjnych kopalń (najczęściej odkrywkowych, ale nie tylko) w celu jak najlepszego opisanie w układzie przestrzenno-czasowym pola emitowanych z nich zanieczyszczeń pyłowo-gazowych. Poprawne opisanie pola emisji substancji do powietrza polega między innymi na sparametryzowaniu emisji z wszystkich potencjalnych źródeł (naturalnych i antropogenicznych) w oparciu o dostępne dane technologiczne i środowiskowe, przy wykorzystaniu najbardziej odpowiednich do opisu danego procesu/źródła metodyk szacowania emisji. Opracowane informacje o polu emisji wykorzystywałem zwykle do oceny wpływu analizowanej kopalni na jakość powietrza, stosując w tym celu metody matematycznego modelowania dyspersji zanieczyszczeń pyłowo-gazowych w powietrzu. Opracowania tego typu były wykorzystywane do sporządzania ocen oddziaływania na środowisko analizowanych kopalń.

Moje główne osiągnięcie naukowe w tym obszarze polega na:

- ciągłym doskonaleniu opisu matematycznego pola emisji substancji do powietrza z analizowanych kopalń w oparciu o bardziej precyzyjny opis dynamiki zmian parametrów technologiczno-środowiskowych w układzie przestrzenno-czasowym,
- optymalnej adaptacji istniejących metodyk szacowania emisji do konkretnej sytuacji występującej w danej kopalni,
- diagnozowaniu najczęstszych trudności napotykanych przy budowie modeli emisyjnych z kopalń (głównie odkrywkowych) oraz próbie szukania najlepszych metod rozwiązywania tych trudności.

Szczegółowy opis metodyk szacowania emisji z kopalń odkrywkowych oraz opis trudności napotykanych podczas ich stosowania przedstawiono w pracach [69-73].

Rozwijanie metod modelowania dyspersji zanieczyszczeń powietrza z wyłączeniem modeli fotochemicznych, wraz z ich walidacją

Modele dyspersji zanieczyszczeń pyłowo-gazowych w przyziemnej warstwie atmosfery stały się obecnie powszechnym narzędziem do oceny wpływu różnego rodzaju źródeł emisji na jakość powietrza oraz do oceny jakości powietrza w układzie przestrzenno-czasowym w różnych skalach. W mojej działalności badawczej korzystałem z wielu typów modeli dyspersji dobierając je za każdym razem odpowiednio do potrzeb obliczeniowych. Od początku lat 90' korzystam z prostego modelu smugi Gaussa, opartego na analitycznym rozwiązaniu równania dyfuzji zanieczyszczenia gazowego w poruszającym się ośrodku gazowym (równanie Pasquilla). Model ten wykorzystywałem przede wszystkim do oceny wpływu na jakość powietrza pojedynczych źródeł emisji lub grupy źródeł, często wyrażonych jako emitor/emitory zastępczy/e. Ze względu na zastosowane w modelu uproszczenia jego stosowalność ograniczona jest do małej skali przestrzennej i obszarów o nieskomplikowanej orografii. Modelowanie dyspersji zanieczyszczeń w większej skali (np. do 50 km), w tym w obszarach o złożonej orografii realizowałem zwykle za pomocą modelu AERMOD (stacjonarny model gaussowski smugi drugiej generacji) lub przy użyciu gaussowskiego modelu obłoku CALPUFF wspieranego przez procesor meteorologiczny CALMET (możliwość modelowania dyspersji zanieczyszczeń w skali regionalnej). Do modelowania w skali od kilku do kilku tysięcy kilometrów używałem modelu MCCC (Multiscale Climate Chemistry Model). W zastosowaniach specyficznych np. do oceny wpływu emisji zanieczyszczeń z dróg na jakość powietrza stosowałem modele do tego celu dedykowane tj.: CALINE3 i CALINE4 (model gaussowski, wykorzystujący koncepcję tzw. „strefy mieszania” do scharakteryzowania dyspersji zanieczyszczeń nad jezdnią), R-LINE (stacjonarny model gaussowski) lub OSPM (Operational Street Pollution Model), który dzięki formule obliczeniowej w której zaimplementowano zarówno cechy modelu smugi jak i box-modelu szczególnie dobrze nadaje się do opisu dyspersji zanieczyszczeń powietrza w kanionach ulicznych.

Moje główne osiągnięcia naukowe w tym obszarze polega na:

- 1) badaniu wpływu na wyniki obliczeniowe wprowadzanych przed wejściem Polski do Unii Europejskiej regulacji prawnych, zmieniających w pewnym zakresie metodykę referencyjną dotyczącą obliczeń rozprzestrzeniania się zanieczyszczeń w powietrzu. Tematyka ta została przedstawiona w pracach [74-76],
- 2) udziale w badaniach walidacyjnych modelu AERMOD. Do badań wykorzystano dane pochodzące z eksperymentu Tracy Power Plant (Nevada, USA). Badano wpływ danych meteorologicznych pochodzących z różnych źródeł, w tym zamodelowanych z użyciem modelu WRF (Weather Research and Forecasting Model) na skuteczność progностyczną modelu AERMOD. Opis metodologii badań oraz uzyskane wyniki przedstawiono w pracach [77, 78],
- 3) udziale w badaniach oceniających wpływ uwzględnienia modułów transformacji chemicznej (MESOPUFF, RIVAD/ARM3, ISORROPIA/RIVAD) zaimplementowanych w modelu CALPUFF (wer. 6.42) na skuteczność progностyczną modelu w zakresie predykcji stężeń pyłu PM₁₀ w powietrzu. Badania prowadzono na przykładzie emisji spalin z dużego obiektu energetycznego opalanego węglem (LCP), nie wyposażonego w instalację do odsiarczania spalin. Przedstawione w pracach [79-82] wyniki badań wykazały, że zaimplementowanie w modelu do obliczeń dyspersji zanieczyszczeń w powietrzu dodatkowego mechanizmu tworzenia się aerozolu wtórnego (ISORROPIA/RIVAD, opcja AQUA) powoduje znaczny wzrost średniego rocznego stężenia PM₁₀ w

powietrzu w porównaniu z wariantami obliczeniowymi nie uwzględniającymi mechanizmów transformacji chemicznej,

- 4) przeprowadzeniu badań porównawczych dwóch modeli dyspersji zanieczyszczeń w powietrzu tj. CALINE3 i modelu „referencyjnego” obowiązującego w Polsce w odniesieniu do oceny wpływu emisji z transportu drogowego na jakość powietrza. Badania zostały szczegółowo opisane w pracach [83, 84]. Wyniki badań wykazały, że metoda referencyjna wykorzystywana do obliczania propagacji zanieczyszczeń ze źródeł liniowych powoduje kilkakrotne przeszacowanie wyników obliczeń w porównaniu z metodą zalecaną przez US EPA (model CALIN3),
- 5) przeprowadzeniu badań wpływu bariery akustycznej przy drodze na dyspersję zanieczyszczeń gazowych (na przykładzie CO) wokół drogi [85]. W badaniach wykorzystano dwa modele dyspersji zanieczyszczeń w powietrzu tj. model R-LINE oraz AERMOD. Wyniki badań potwierdziły znaczący efekt blokujący bariery akustycznej w procesie rozprzestrzeniania się zanieczyszczeń gazowych emitowanych z drogi. Ponadto wykazały, że stosowanie modelu AERMOD do oceny wpływu emisji z dróg wyposażonych w bariery akustyczne może prowadzić do dwukrotnego przeszacowania prognozowanych stężeń, gdyż model ten nie uwzględnia występowania efektu cienia aerodynamicznego wynikającego ze stosowania barier akustycznych,
- 6) udziale w badaniach walidacyjnych modelu OSPM na przykładzie kanionu ulicznego al. Krasińskiego w Krakowie. Walidację modelu przeprowadzono w oparciu o analizę porównawczą wyników zamodelowanych stężeń NO_2 , PM_{10} i $\text{PM}_{2,5}$ z wynikami stężeń tych zanieczyszczeń zarejestrowanymi na stacji monitoringu jakości powietrza zlokalizowanej w środku kanionu al. Krasińskiego (Kraków). Do walidacji modelu wykorzystano powszechnie stosowaną metodę opartą na wskaźnikach statystycznych oceniających skuteczność modeli prognostycznych dyspersji zanieczyszczeń w powietrzu. Wyniki tych badań przedstawiono w pracach [86-88]. Dodatkowo w ramach walidacji modelu OSPM badano wpływ uwzględnienia w obliczeniach emisji wtórnej pyłu z drogi na poprawę skuteczności prognostycznej modelu w kontekście stężeń PM_{10} i $\text{PM}_{2,5}$ w powietrzu kanionu. Wyniki tych badań przedstawiono w pracy [41],
- 7) prowadzeniu badań związanych z szacowaniem niepewności inwentaryzacji emisji zanieczyszczeń dla celów związanych z modelowaniem dyspersji zanieczyszczeń w powietrzu [89] oraz badań związanych z przygotowaniem danych emisyjnych a następnie prowadzeniem obliczeń modelowych dla celów związanych z oceną jakości powietrza na danym terenie (Nowy Sącz, Końskie, Kielce, Ostrowiec Świętokrzyski, Skarżysko Kamienna, Starachowice, Busko-Zdrój, Lublin, Przemyśl). Przykładowe wyniki tego typu badań przedstawiono w pracach [90-93].

Badania w zakresie modelowania procesów tworzenia się ozonu w przyziemnej warstwie atmosfery w skali regionalnej

Matematyczne modelowanie procesów fizykochemicznych zachodzących w przyziemnej warstwie atmosfery w aspekcie prognozowania stężeń ozonu (O_3) było głównym tematem mojej rozprawy doktorskiej (1998 r.). Koncentrowała się ona przede wszystkim na zamodelowaniu poziomu stężeń O_3 w przyziemnej warstwie atmosfery na obszarze miasta Nowy Sącz. W ramach badań zinwentaryzowałem emisję zanieczyszczeń (prekursorów tworzenia się O_3) emitowanych ze źródeł przemysłowych, komunalnych i transportu drogowego. Następnie wykorzystując w tym celu box-model zamodelowałem poziom emisji O_3 dla 3 dniowego epizodu trwającego od 1–3 lipca 1993 r.

Wyniki obliczeń modelowych poddałem walidacji w oparciu o rzeczywiste pomiary stężenia O_3 zarejestrowane w tym okresie na stacji monitoringu jakości powietrza w Nowym Sączu. Skrócony opis przeprowadzonych badań przedstawiono w pracach [89, 94-96]. W ramach rozwoju narzędzi badawczych dotyczących prognozowania stężeń O_3 w powietrzu zająłem się zaawansowanym modelem fotochemicznym MCCM, który pozwolił mi na modelowanie rozkładu stężeń O_3 w powietrzu w skali regionalnej. Podczas pobytu na stażu naukowym w IMK-IFU w Garmisch-Partenkirchen (2000 r.) swoje działania badawcze koncentrowałem przede wszystkim na przygotowaniu danych wejściowych oraz adaptacji modelu MCCM do wykonania obliczeń modelowych rozkładu zanieczyszczeń powietrza (w tym O_3) dla Europy, Polski, Polski południowej i Krakowa. Obliczenia takie wykonałem dla epizodu smogu fotochemicznego, który wystąpił na terenie Polski w dniach 16-22.08.1998 r. Wyniki obliczeń numerycznych poddałem walidacji względem obserwacji zarejestrowanych na kilkunastu stacjach monitoringu jakości powietrza w Polsce.

Moje główne osiągnięcie naukowe w tym obszarze polega na:

- 1) prowadzeniu badań nad przyczynami tworzenia się ozonu w przyziemnej warstwie atmosfery oraz rozwijaniu wiedzy niezbędnej do prawidłowego przygotowywania danych emisyjnych dla potrzeb modelowania zjawisk fizykochemicznych zachodzących w powietrzu atmosferycznym. Wyniki tych badań zostały przedstawione między innymi w pracach [93, 97-101],
- 2) przeprowadzeniu po raz pierwszy w Polsce obliczeń modelowych (wraz z walidacją) rozkładu zanieczyszczeń powietrza dla Europy, Polski, Polski południowej oraz Krakowa, ze szczególnym uwzględnieniem rozkładu stężenia O_3 w powietrzu. Badania te zostały opisane między innymi w pracach [102-104].

Badania w zakresie wdrażania systemów monitoringu jakości powietrza oraz oceny jakości powietrza na drodze pomiarowej

Moja aktywność zawodowa w zakresie wdrażania systemów monitoringu jakości powietrza koncentrowała się w dwóch obszarach: (1) doborze lokalizacji stacji monitoringu jakości powietrza w obszarach miejskich, miejsko-przemysłowych i przemysłowych, (2) badaniach jakości powietrza na drodze pomiarowej.

Moje główne osiągnięcie naukowe w tym obszarze polega na:

- 1) współtworzeniu systemu monitoringu jakości powietrza dla obszaru województwa kieleckiego, między innymi poprzez budowę bazy danych o emisjach, wykonanie na jej podstawie obliczeń rozkładu przestrzennego stężeń podstawowych zanieczyszczeń powietrza, określenie lokalizacji stacji monitoringu jakości powietrza. Podobny zakres badań wykonałem przy wdrażaniu lokalnego systemu monitoringu jakości powietrza dla Zakładów Cementowo-Wapienniczych "Nowiny" S.A oraz dla Elektrowni Jaworzno III (system monitoringu mobilnego). Uczestniczyłem również w opracowywaniu kart dokumentacyjnych dla stacji automatycznego monitoringu jakości powietrza w Krakowie. Niektóre z wymienionych badań zostały opisane w pracach [105-107],
- 2) badaniu stężeń w powietrzu takich substancji jak: benzen, SO_2 , NO_2 (metody pasywne) [60, 108-110] oraz pył zawieszony (PM_{10} i $PM_{2,5}$) wraz z jego analizą pod kątem zawartości w nim węgla i związków siarki [111]. Bardzo interesującym tematem w tym obszarze były badania składu granulometrycznego pyłu w powietrzu prowadzone w czasie rzeczywistym z wykorzystaniem

pyłomierza optoelektronicznego [112-114]. Badania te prowadzone przeze mnie przez wiele lat pozwoliły mi na zdobycie olbrzymiego doświadczenia w korzystaniu z tych metod pomiarowych, jak również pozwoliły mi poznać ich słabe i mocne strony.

Badania zmienności parametrów meteorologicznych w wybranym obszarze dla potrzeb zarządzania jakością powietrza

Badanie zmienności parametrów meteorologicznych i ocena ich wpływu na jakość powietrza w analizowanym obszarze jest elementem standardowym przy prowadzeniu wszelkich badań w obszarze ochrony powietrza. W ramach prowadzonej przeze mnie działalności badawczej powstały jednak trzy współautorskie publikacje, będące efektem prowadzenia badań stricte nakierowanych na ocenę wpływu wybranych parametrów meteorologicznych na kształtowanie poziomu stężeń wybranych substancji w powietrzu. Badania te prowadzone były dla obszaru aglomeracji krakowskiej, w której jakość powietrza jest przede wszystkim zdeterminowana orografią i wynikającymi z niej warunkami meteorologicznymi. Parametrami meteorologicznymi, którym poświęcono szczególną uwagę w badaniach były: temperatura powietrza, prędkość i kierunek wiatru oraz wysokość warstwy mieszania.

Drugim niemniej ważnym nurtem badań w obszarze analizy danych meteorologicznych były badania poświęcone ocenie reprezentatywności różnych źródeł danych meteorologicznych (baz danych), wykorzystywanych w różnego rodzaju analizach środowiskowych. Źródłami tymi były ogólnie dostępne bazy danych meteorologicznych (o charakterze globalnym) takie jak: ERA-Interim (Interim ECMWF Re-Analysis), NASA MERRA (National Aeronautics and Space Administration Modern-Era Retrospective Analysis for Research and Applications) and NCEP CFSv2 (National Centre for Atmospheric Research Climate Forecast System v2). Symulacje retrospekcyjne prowadzone były z użyciem modelu WRF dla dwóch domen: (1) o rozdzielczości przestrzennej 9 km x 9 km obejmującej obszar całej Polski oraz (2) o rozdzielczości 3 km x 3 km obejmującej obszar Polski południowo-zachodniej. Analizie poddano dwa dwutygodniowe epizody występujące w lipcu 2015 r. i styczniu 2016 r. Walidację danych obliczeniowych dokonano w oparciu o wyniki obserwacji zarejestrowanych w pięciu naziemnych stacjach meteorologicznych zlokalizowanych w badanym obszarze. Analizę walidacyjną wyników obliczeń prowadzono metodami statystycznymi.

Moje główne osiągnięcie naukowe w tym obszarze polega na:

- 1) ocenie dla obszaru aglomeracji krakowskiej wpływu: temperatury, prędkości i kierunku wiatru oraz głębokości warstwy mieszania na poziom stężeń 1-godzinnych takich zanieczyszczeń powietrza jak: PM_{10} , $PM_{2,5}$, NO_x , NO_2 , SO_2 , CO , O_3 i C_6H_6 . Analizę statystyczną danych prowadzono dla lat 2012 i 2014-2015 w układzie sezonowym (sezon grzewczy i nie grzewczy). Wpływ analizowanych czynników meteorologicznych na poziom stężeń analizowanych substancji w powietrzu określono z wykorzystaniem nieparametrycznego współczynnika korelacji porządku rang Spearmana oraz na podstawie analizy kierunku napływu zanieczyszczeń. Dodatkowo zwrócono uwagę na epizody ponadnormatywnych poziomów stężeń w powietrzu (głównie pyłu zawieszonego PM_{10}) oraz wpływ prędkości i kierunku wiatru na występowanie tych epizodów w Krakowie. Szczegóły badań przedstawiono w pracach [115-117],

- 2) przeprowadzeniu oceny reprezentatywności danych meteorologicznych zgromadzonych na ogólnodostępnych serwerach danych (ERA-Interim, NASA MERRA i NCEP CFSv2) poprzez wykonanie obliczeń retrospekcyjnych z użyciem modelu WRF. Walidacja statystyczna wyników obliczeń wykazała wysoką korelację między modelowanymi i obserwowanymi wartościami analizowanych parametrów meteorologicznych. Szczegóły badań przedstawiono w pracach [118, 119].

Badania emisji do powietrza z transportu drogowego wraz z oceną jej wpływu na jakość powietrza

W wielu realizowanych przeze mnie pracach badawczych była konieczność szacowania wielkości emisji do powietrza zanieczyszczeń emitowanych zarówno z silników spalinowych jak również z procesów ścierania opon, nawierzchni jezdni czy wreszcie wyznaczania emisji wtórnej pyłu z dróg [37, 41-47, 70, 83-88, 93, 108, 109, 120-123]. W przypadku wyznaczania emisji z dróg jednym z najistotniejszych parametrów determinujących wielkość tej emisji, ale też wnoszącym stosunkowo dużą niepewność do całego budżetu niepewności jest strumień poruszających się po danej drodze pojazdów. Parametr ten ma szczególnie duże znaczenie w przypadku szacowania emisji z transportu z obszarów miejskich, charakteryzujących się gęstą siecią dróg, różnych kategorii. Zwykle informacje dotyczące dobowego, tygodniowego i miesięcznego natężenia ruchu pojazdów na danej drodze nie są dostępne. Jednak coraz częściej się zdarza (szczególnie w dużych aglomeracjach miejskich), że niektóre z dróg wyposażone są w systemy monitoringu natężenia i struktury ruchu pojazdów. Takie systemy pomiarowe pozwalają uzyskiwać informacje dotyczące profili zmienności natężenia ruchu na badanej drodze w różnych horyzontach czasowych. Pojawiło się więc pytanie, czy jest możliwe bazując na ograniczonej liczbie opomiarowanych dróg w danej aglomeracji miejskiej przenieść w sposób reprezentatywny uśrednione (w ramach tej samej kategorii dróg) profile natężenia ruchu z opomiarowanych dróg na inne, nieopomiarowane drogi tej samej kategorii? Aby odpowiedzieć na to pytanie przeprowadzono na podstawie pomiarów ruchu zarejestrowanych w 2012 r. na wybranych ulicach Krakowa (należących do różnych kategorii) analizy statystyczne sprawdzające taką możliwość. Wykonano przy pomocy testów statystycznych: LSD Fishera oraz HSD Tukeya 3 analizy jednoczynnikowe dla średnich wartości natężenia ruchu względem różnych okresów uśredniania (rozkład: miesięczny, tygodniowy, dobowy). Na podstawie uzyskanych wyników opracowano uśrednione profile natężenia ruchu dla każdej analizowanej kategorii drogi (modele lokalne) oraz wspólny dla całej próbki (model globalny). Opracowane modele porównano z wartościami pomiarowymi za pomocą odpowiednich wskaźników statystycznych. Wyniki przeprowadzonej analizy statystycznej wykazały, że globalny model uśredniania natężenia ruchu w odniesieniu do analizowanych dróg wykazuje bardzo wysoką zgodność. Może być on więc transponowany na inne drogi krakowskie przynależne do tej samej kategorii, co drogi o znanym profilu [124].

Moje główne osiągnięcie naukowe w tym obszarze polega na opracowaniu wraz ze współautorami pracy [124] statystycznie weryfikowanego modelu uśredniania profili natężenia ruchu pojazdów w ramach analizowanych kategorii dróg.

Badania jakości powietrza wewnętrznego

Moja dotychczasowa aktywność zawodowa w niewielkim wymiarze dotyczyła również badań w zakresie oceny jakości powietrza wewnętrznego. Aktywność ta zaowocowała powstaniem pod moim kierunkiem pracy magisterskiej Pana Cezarego Kulisa pt.: *Opracowanie modelu decyzyjnego do zarządzania jakością powietrza wewnętrznego w pomieszczeniach z wentylacją naturalną wraz z budową i walidacją urządzenia wykonawczego*, jak również wspólną publikacją [125]. W ramach prowadzonych badań wykonano pomiary w jednej z sal wykładowych zlokalizowanych w budynku Wydziału Geodezji Górniczej i Inżynierii Środowiska AGH w zakresie takich parametrów fizycznych jak: temperatura i wilgotność względna, jak również badano stężenie CO₂ w sali. Odczucia studentów w zakresie ich komfortu cieplnego badano przy pomocy wskaźników: PMV (Predictive Mean Vote), PPD (Predicted Percentage of Dissatisfied) i PDIAQ (Percentage of Dissatisfied with Indoor Air Quality). Wyniki przeprowadzonych badań posłużyły do zbudowania empirycznego modelu decyzyjnego opartego na logice rozmytej, wykorzystującego informacje o temperaturze i wilgotności powietrza w sali oraz o stężeniu CO₂. Model ten został zaimplementowany do urządzenia wykonawczego stanowiącego sterownik mikroprocesorowy, sprzęgnięty z urządzeniami pomiarowymi mierzącymi w czasie rzeczywistym wspomniane trzy parametry. Celem urządzenia wykonawczego jest sygnalizacja poprzez interfejs graficzny i świetlny (diody o różnych kolorach) konieczności otwarcia okien i przewietrzenia sali wykładowej, jak również proponowanie momentu zamknięcia okien, po osiągnięciu przez powietrze wewnętrzne założonych wartości kryterialnych mierzonych parametrów.

Moje główne osiągnięcie naukowe w tym obszarze polega na współuczestnictwie w przeprowadzeniu oceny stanu jakości powietrza wewnętrznego w sali dydaktycznej wraz z oceną komfortu cieplnego użytkowników sali a następnie na opracowaniu urządzenia wspomagającego zarządzaniem jakością powietrza wewnętrznego w sali poprzez generowanie podpowiedzi dotyczących postępowania w zakresie wietrzenia sali.

Badania emisji z innych typów źródeł wraz z oceną jej wpływu na jakość powietrza głównie pod kątem przygotowywania materiałów niezbędnych do wydania różnego rodzaju decyzji środowiskowych

Zarządzanie środowiskiem w sferze operacyjnej odbywa się między innymi poprzez różnego rodzaju decyzje administracyjne usankcjonowane w prawie polskim i europejskim. W mojej długoletniej działalności w obszarze szeroko rozumianej ochrony powietrza uczestniczyłem (najczęściej jako członek interdyscyplinarnych zespołów eksperckich, a kilka razy również jako ich kierownik) w przygotowywaniu dokumentacji do wydania różnego rodzaju decyzji administracyjnych związanych z ochroną środowiska. Były to przede wszystkim: raporty oddziaływania przedsięwzięcia na środowisko, pozwolenia sektorowe i zintegrowane, decyzje dotyczące zniesienia stref ochronnych wokół zakładów oraz przeglądy ekologiczne. Ponadto uczestniczyłem w przygotowaniu różnego rodzaju projektów, analiz, studiów, ekspertyz, wniosków, opinii i ocen z obszaru szeroko rozumianej ochrony powietrza. Materiały te przygotowywałem dla największych polskich i zagranicznych firm głównie z branży hutniczej, przemysłu węglowo-grafitowego, energetyki, przemysłu naftowego, górnictwa oraz na zlecenia administracji rządowej i samorządowej. Obszerna lista tego typu prac została zawarta w załączniku 3 do Wniosku, w punktach II.F, III.M i III.N.

Należy jeszcze wspomnieć, że poza pracami związanymi z ochroną powietrza, uczestniczyłem w realizacji badań z obszaru nauk społecznych, które związane były z analizą losów absolwentów polskich uczelni na rynku pracy [126].

9. Działalność dydaktyczna

Rozpoczęcie mojej pracy naukowo-dydaktycznej w roku 1989 w Katedrze Kształtowania i Ochrony Środowiska AGH zbiegło się z uruchomieniem pierwszego w ramach Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie i jednego z pierwszych w Polsce kierunku Inżynierii Środowiska. Ten fakt w istotny sposób wpłynął na moją działalność dydaktyczną. Realizowana była ona na wielu płaszczyznach. Z jednej strony koncentrowała się na współuczestniczeniu w przygotowywaniu nowatorskiego jak na tamten czas programu studiów w obszarze inżynierii środowiska, jak również na opracowywaniu treści nowych przedmiotów, nigdzie wcześniej do tej pory nie wykładanych. Z drugiej strony poświęcałem dużo czasu na budowanie od podstaw bazy laboratoryjnej i ćwiczeniowej dla prowadzonych przeze mnie przedmiotów. Równocześnie rozwijałem system praktyk śródrocznych i zawodowych za które byłem odpowiedzialny. Opracowana w tamtych latach koncepcja kształcenia studentów, jak również zbudowany wówczas system laboratoriów specjalistycznych (w tym komputerowych) stał się podstawą do funkcjonowania kierunku Inżynierii Środowiska na wiele lat. W okresie od 1989 r. przygotowywałem/współprzygotowywałem programy, jak również prowadziłem zajęcia dydaktyczne z ponad 25 różnych przedmiotów, realizowanych na studiach stacjonarnych i niestacjonarnych. Aktualnie prowadzone przeze mnie przedmioty w ramach dwóch kierunków kształcenia tj. Inżynierii Środowiska i Geoinformacji zestawilem w załączniku 3 do Wniosku w pkt III. I.1. Prowadziłem również, przez krótki czas zajęcia dydaktyczne w Państwowej Wyższej Szkole Zawodowej w Krośnie oraz w Uniwersytecie Pedagogicznym w Krakowie. Organizuję również praktyki zawodowe oraz wyjazdy terenowe dla studentów kierunku Inżynieria Środowiska. Stworzyłem od podstaw laboratorium do przedmiotu „Miernictwo Przemysłowe”, laboratorium komputerowe do przedmiotów związanych z szeroko rozumianym zarządzaniem danymi środowiskowymi, oraz współuczestniczyłem w tworzeniu Laboratorium Ochrony Powietrza. Byłem opiekunem 10 prac inżynierskich oraz 47 prac dyplomowych magisterskich, z których 5 było laureatami prestiżowych konkursów na najlepsze prace dyplomowe. Sumarycznie prowadzone przeze mnie prace magisterskie zdobyły 12 nagród na poziomie lokalnym i krajowym. Byłem również opiekunem 10 referatów/publikacji studenckich, z których 4 zostały wyróżnione nagrodami. Aktualnie jestem też promotorem pomocniczym trzech otwartych przewodów doktorskich. Od 2012 roku współprowadzę Koło Naukowe Inżynierii Ochrony Powietrza na Wydziale Geodezji Górniczej i Inżynierii Środowiska AGH. W latach 2006-2012 kierowałem Studiami Podyplomowymi „Instrumenty i techniki zarządzania środowiskiem” organizowanymi przez Wydział Geodezji Górniczej i Inżynierii Środowiska AGH. W ramach tych studiów prowadziłem też kilka przedmiotów specjalistycznych z zakresu zarządzania emisjami i jakością powietrza. Za działalność dydaktyczną zostałem nagrodzony w roku 2006 i 2015 nagrodą Rektora AGH.

10. Osiągnięcia w zakresie działalności organizacyjnej i popularyzatorskiej

Działalność organizacyjna odgrywała i odgrywa istotną rolę w mojej aktywności zawodowej. Realizowała się ona na polu: dydaktycznym, naukowo-badawczym, we współpracy z przemysłem i administracją różnych szczebli, w obszarze eksperckim, w działalności organizacyjnej na macierzystym wydziale oraz w działalności popularyzatorskiej. W obszarze szeroko rozumianej dydaktyki angażowałem się zawsze w tworzenie jak najlepszej infrastruktury dydaktycznej wspierającej proces kształcenia studentów. Podejmowane działania polegały na inicjowaniu umów z różnego rodzaju firmami, które pomagały w wyposażeniu laboratoriów w urządzenia, programy komputerowe itp. Zorganizowałem również wraz z firmą partnerską Studia Podyplomowe, które cieszyły się bardzo dużym powodzeniem. Współorganizowałem Studenckie Koło Naukowe Inżynierii Ochrony Powietrza, z którym od trzech lat organizujemy wydarzenie o nazwie: Studenckie Forum Inżynierii Środowiska. Wydarzenie to stanowi forum wymiany myśli pomiędzy studentami kierunku inżynierii środowiska a ich potencjalnymi pracodawcami. Współpracuję również bardzo aktywnie z podmiotami gospodarczymi operującymi w naszym kraju realizując dla nich prace naukowo-badawcze o dużym potencjale wdrożeniowym. Podobną działalność realizuję w odniesieniu do administracji samorządowej pełniąc rolę eksperta w Radzie Programowej ds. Ochrony Powietrza w Krakowie przy Prezydencie Miasta Krakowa (od 2013 r.) oraz Regionalnym Programie Operacyjnym Województwa Małopolskiego (od 2007 r.). Na macierzystym Wydziale jestem od 2012 r. członkiem: Wydziałowej Komisji Wyborczej oraz Wydziałowej Komisji Bibliotecznej. Prowadzę również szeroką działalność popularyzującą wiedzę z zakresu inżynierii środowiska, a szczególnie ochrony powietrza. W tym zakresie wygłosiłem w kraju i za granicą (Rosja) wiele referatów/wykładów, udzieliłem wiele wywiadów dla telewizji, radia i prasy, prowadziłem wiele wydarzeń (spotkania, konferencje, fora) związanych z problemami ochrony powietrza. Udzielam się również jako recenzent prac naukowych publikowanych w czasopiśmie krajowych (kilka recenzji) i zagranicznych (6 recenzji). Za działalność organizacyjną zostałem nagrodzony w roku 2014 nagrodą Rektora AGH.

11. Zestawienie dorobku naukowego i dydaktycznego**Zestawienie dorobku naukowo-badawczego (stan: kwiecień 2019)**

Dorobek naukowo-badawczy	Przed doktoratem	Po doktoracie	Suma
Sumaryczna liczba publikacji	25	116	141
Czasopisma z listy JRC	0	12	12
Publikacje w bazie Web of Science	0	16	16
Publikacje w bazie Scopus	0	18	18
Monografie autorstwo/współautorstwo	0	1	1
Autorstwo i współautorstwo rozdziałów w monografiach	0	25	25
Artykuły w innych czasopismach niż z listy JRC	25	104	129
Materiały konferencyjne krajowe i zagraniczne	11	34	45
Artykuły w wersji elektronicznej	0	3	3
Referaty wygłoszone ale nie opublikowane	0	2	2
Sumaryczny Impact Factor	0	19,119	19,119
Sumaryczna punktacja publikacji wg MNiSW	59	620,5	679,5
Indeks Hirscha wg bazy Web of Science	-	3	3
Indeks Hirscha wg bazy Scopus	-	4	4
Indeks Hirscha wg bazy Google Scholar (h ₁₀)	-	7 (6)	7 (6)
Liczba cytowań wg bazy Web of Science (bez autocytowań)	-	29 (25)	29 (25)
Liczba cytowań wg bazy Scopus	-	43	43
Liczba cytowań wg bazy Google Scholar	18	254	272
Udział w konferencjach o zasięgu międzynarodowym	3	13	16
Udział w konferencjach o zasięgu krajowym	8	22	31
Liczba wygłoszonych referatów na międzynarodowych i krajowych konferencjach tematycznych	5	31	36
Recenzje artykułów w czasopismach zagranicznych (z listy JRC)	0	6	6
Opracowania zbiorowe, ekspertyzy	53	86	139
Recenzowanie projektów międzynarodowych	0	2	2

Adres do strony Researchgate, gdzie umieszczone są prawie wszystkie moje publikacje (na które pozwalały prawa autorskie): https://www.researchgate.net/profile/Marek_Bogacki2/publications

Adres do strony Publons, gdzie umieszczone są potwierdzenia wykonanych recenzji czasopism JRC: <https://publons.com/researcher/1425369/marek-bogacki/>

Literatura

1. Mazur M., **Bogacki M.**, Oleniacz R.: *Emisja związków fluoru z procesów hutnictwa żelaza*. IV Sympozjum POL-EMIS'98: Ograniczanie emisji zanieczyszczeń do atmosfery, czerwiec 1998, Szklarska Poręba, PZITS Wrocław, **755**, p. 127-136 (1998)
2. Mazur M., **Bogacki M.**, Oleniacz R.: *Emisja związków fluoru z hutnictwa żelaza*. Ochrona Powietrza i Problemy Odpadów, **33**(2): p. 61-65, (1999)
3. Mazur M., Oleniacz R., **Bogacki M.**: *Struktura emisji związków fluoru z hutnictwa żelaza na przykładzie Huty Katowice*. Inżynieria Środowiska, **5**(1): p. 33-43, (2000)
4. Mazur M., **Bogacki M.**, Oleniacz R., Łopata A.: *Niezorganizowana emisja zanieczyszczeń powietrza z hal ciągłego odlewania stali*. Inżynieria Środowiska, **6**(1): p. 111-130, (2001)
5. Mazur M., **Bogacki M.**, Oleniacz R.: *Wpływ wprowadzenia ciągłego odlewania stali na wielkość emisji zanieczyszczeń z Huty Katowice*. XX Konferencja Naukowo-Techniczna Huty Katowice S.A.: Huta Katowice w środowisku naturalnym, październik 2000, Rogoźnik, Huta Katowice S.A., Stowarzyszenie Inżynierów i Techników Przemysłu Hutniczego w Polsce, Oddział Hutnictwa Żelaza i Stali w Dąbrowie Górniczej, p. 69-79 (2000)
6. Mazur M., **Bogacki M.**, Oleniacz R.: *Bezpośrednie i pośrednie efekty wprowadzenia ciągłego odlewania stali w bilansie emisji zanieczyszczeń z huty żelaza*. VIII Ogólnopolska Konferencja Naukowo -Techniczna: Gospodarka cieplna i eksploatacja pieców przemysłowych, 4-7.10.2000, Poraj k. Częstochowy, Wyd. Politechniki Częstochowskiej, p. 191-204 (2000)
7. Mazur M., **Bogacki M.**, Oleniacz R., Łopata A., Niedojadło A.: *Technologia ciągłego odlewania stali i jej wpływ na ograniczenie emisji zanieczyszczeń z procesów hutniczych*. V Sympozjum POL-EMIS'2000: Ograniczanie emisji zanieczyszczeń do atmosfery, czerwiec 2000, Szklarska Poręba, PZITS Wrocław, **778**, p. 59-68 (2000)
8. Mazur M., **Bogacki M.**, Oleniacz R., Łopata A.: *Влияние на окружающую среду технологии непрерывного литья*. Черные металлы, (12): p. 58-62, (2003)
9. Mazur M., Oleniacz R., **Bogacki M.**: *Przebieg zmienności stężeń wybranych zanieczyszczeń w gazach odlotowych z procesu mokrego gaszenia koksu*. Inżynieria Środowiska, **7**(2): p. 209-222, (2002)
10. Mazur M., **Bogacki M.**, Żurek B.: *Analiza możliwości obniżenia emisji zanieczyszczeń z procesu spiekania rud*. XII Konferencja Naukowo-Techniczna Huty Katowice: Problemy ochrony środowiska w hutnictwie na przykładzie Huty Katowice, październik 1992, Rogoźnik, Stowarzyszenie Inżynierów i Techników Przemysłu Hutniczego, p. 261-291 (1992)
11. Mazur M., **Bogacki M.**: *Investigation of the effect of conditioning waste gas from the ore sintering process on the emission of dust*. Metall. Foundry Eng., **19**(2): p. 239-244, (1993)
12. Mazur M., Benesch R., Łędzki A., **Bogacki M.**: *Proekologiczne zamierzenia ograniczające emisje zanieczyszczeń z procesu spiekania*. XVI Konferencja Naukowo-Techniczna Huty Katowice S.A.: Postęp techniczny i technologiczny w okresie 20-lecia Huty Katowice oraz zamierzenia rozwojowe do 2001 roku, listopad 1996, Szczyrk, Huta Katowice S.A., Stowarzyszenie Inżynierów i Techników Przemysłu Hutniczego w Polsce, Oddział Hutnictwa Żelaza i Stali w Dąbrowie Górniczej, p. 56-73 (1996)
13. Mazur M., **Bogacki M.**, Oleniacz R.: *Analiza źródeł emisji związków fluoru z procesów hutnictwa żelaza*. Ochrona Środowiska, **4**: p. 27-32, (1998)
14. Mazur M., Łędzki A., **Bogacki M.**: *Ograniczenie emisji tlenku węgla z procesu spiekania rud*. Inżynieria Środowiska, **5**(2): p. 351-361, (2000)

15. Mazur M., **Bogacki M.**, Oleniacz R.: *Wpływ związków metali alkalicznych w procesie spiekania rud na emisję pyłów*, [w] *Emisje zagrażające środowisku*, J.D. Rutkowski, A. Musialik-Piotrowska (ed.). PZITS Wrocław: Wrocław, **803**, p. 217-224 (2002)
16. Mazur M., **Bogacki M.**, Oleniacz R.: *Emisja związków siarki z procesu wielkopiecowego*. XVI Konferencja Naukowo-Techniczna Huty Katowice S.A.: Postęp techniczny i technologiczny w okresie 20-lecia Huty Katowice oraz zamierzenia rozwojowe do 2001 roku, listopad 1996, Szczyrk, p. 102-108 (1996)
17. Mazur M., **Bogacki M.**, Oleniacz R.: *Ocena zasięgu oddziaływania emisji zanieczyszczeń z Huty Katowice i ZK "Przyjaźń" w Dąbrowie Górniczej w aspekcie weryfikacji wielkości strefy ochronnej*. III Konferencja: Problemy ochrony powietrza w aglomeracjach miejsko-przemysłowych, wrzesień 1998, Ustroń, Wyd. Politechnika Śląska, Katedra Ochrony Powietrza oraz firma GREG w Gliwicach, p. 151-160 (1998)
18. Mazur M., Oleniacz R., **Bogacki M.**: *Ocena zasięgu istotnego oddziaływania emisji zanieczyszczeń z Huty Katowice pod kątem likwidacji strefy ochronnej*. XX Konferencja Naukowo -Techniczna Huty Katowice S.A.: Huta Katowice w środowisku naturalnym, październik 2000, Rogoźnik, Huta Katowice S.A., Stowarzyszenie Inżynierów i Techników Przemysłu Hutniczego w Polsce, Oddział Hutnictwa Żelaza i Stali w Dąbrowie Górniczej, p. 40-51 (2000)
19. Mazur M., Oleniacz R., **Bogacki M.**: *Analiza możliwości likwidacji stref ochronnych wokół wybranych zakładów przemysłu hutniczego i koksochemicznego*. Inżynieria Środowiska, **5**(1): p. 59-84, (2000)
20. Mazur M., R. Oleniacz, **Bogacki M.**: *Ocena udziału Huty Katowice w poziomie opadu pyłu, ołowiu i kadmu na powierzchnię terenu wokół zakładu*. IV Konferencja: Problemy ochrony powietrza w aglomeracjach miejsko-przemysłowych, wrzesień, 2001 Ustroń, Wyd. Politechnika Śląska, Katedra Ochrony Powietrza, p. 199-206 (2001)
21. Mazur M., Oleniacz R., **Bogacki M.**: *Likwidacja strefy ochronnej Huty Katowice i Zakładów Koksoowniczych „Przyjaźń” w Dąbrowie Górniczej*. Problemy ekologii, **5**: p. 214-216, (2002)
22. Mazur M., Oleniacz R., **Bogacki M.**, Łopata A.: *Weryfikacja emisji pyłowej z Huty Katowice i zasięgu jej oddziaływania*. Inżynieria Środowiska, **7**(1): p. 17-38, (2002)
23. Mazur M., Oleniacz R., **Bogacki M.**: *Likwidacja strefy ochronnej wokół Huty Katowice w Dąbrowie Górniczej*. XXI Konferencja Naukowo -Techniczna Huty Katowice S.A.: Huta Katowice w środowisku naturalnym, czerwiec 2003, Rogoźnik, PHS S.A. – Oddział Huta Katowice, **1**, p. (2003)
24. Mazur M., Oleniacz R., **Bogacki M.**, Szczygłowski P.: *Ocena oddziaływania Mittal Steel Poland SA Oddział w Krakowie na jakość powietrza w aspekcie likwidacji strefy ochronnej*. II Konferencja z cyklu Instrumenty Zarządzania Ochroną Środowiska nt. Ocena oddziaływania na środowisko na szczeblu krajowym i regionalnym, 20-22 października 2005, Kraków, AGH Uczelniane Wydawnictwa Naukowo-Dydaktyczne, p. 257-263 (2005)
25. Mazur M., **Bogacki M.**, Oleniacz R.: *Ocena wielkości emisji do powietrza z ArcelorMittal Poland S.A. Oddział w Krakowie w odniesieniu do standardów Unii Europejskiej*, [w] *Ochrona powietrza w teorii i praktyce*, J. Koniecznyński (ed.). IPIŚ PAN Zabrze: Zabrze, **1**, p. 123-130 (2008)
26. Mazur M., Oleniacz R., **Bogacki M.**, Szczygłowski P.: *Ocena wpływu ArcelorMittal Poland S.A. Oddział w Krakowie na jakość powietrza*, [w] *Ochrona powietrza w teorii i praktyce*, J. Koniecznyński (ed.). IPIŚ PAN Zabrze: Zabrze, **2**, p. 87-96 (2008)
27. Mazur M., **Bogacki M.**: *Oczyszczanie spalin z pieców kręgowych do wypalania elektrod węglowych*. II Sympozjum: Ograniczenie emisji zanieczyszczeń do atmosfery, POL-EMIS 94,

- czerwiec 1994, Szklarska Poręba, Polskie Zrzeszenie Inżynierów i Techników Inżynierii Ochrony Atmosfery, Politechnika Wrocławska Instytut Inżynierii Środowiska, **673**, p. 231-237 (1994)
28. Mazur M., Oleniacz R., **Bogacki M.**, Szczygłowski P.: *Emisja zanieczyszczeń z procesu grafityzacji elektrod węglowych w piecach LWG (Castnera). Cz. 1. Wybrane substancje gazowe*. Inżynieria Środowiska, **10**(2): p. 149-160, (2005)
 29. Mazur M., Oleniacz R., **Bogacki M.**, Szczygłowski P.: *Emisja zanieczyszczeń z procesu grafityzacji elektrod węglowych w piecach LWG (Castnera). Część 2, Wybrane substancje pyłowe*. Inżynieria Środowiska, **11**(1): p. 27-38, (2006)
 30. Mazur M., Oleniacz R., **Bogacki M.**, Szczygłowski P.: *Emission of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) during the production of carbon and graphite electrodes*, [w] Environmental Engineering III, L. Pawlowski, M. R. Dudzinska, A. Pawlowski (ed.). Crc Press-Taylor & Francis Group: London, p. 59-66 (2010)
 31. Mazur M., **Bogacki M.**, Oleniacz R., Szczygłowski P.: *Air pollutant emissions from process of mixing materials used for manufacturing small products from carbon and graphite*. Environment Protection Engineering, **34**(4): p. 119-127, (2008)
 32. Mazur M., **Bogacki M.**, Oleniacz R., Szczygłowski P.: *Badania zawartości pyłu ogółem i węglowodorów wyższych w gazach odprowadzanych z procesu przygotowania tworzyw do produkcji drobnych wyrobów węglowych i grafitowych*, [w] Aktualne problemy w ochronie powietrza atmosferycznego, A. Musialik-Piotrowska, J.D. Rutkowski (ed.). PZITS Wrocław, **880**, p. 109-112 (2008)
 33. Mazur M., **Bogacki M.**, Oleniacz R., Szczygłowski P.: *Badania zawartości substancji gazowych w gazach odprowadzanych z procesu przygotowania tworzyw do produkcji drobnych wyrobów węglowych i grafitowych*, [w] Aktualne problemy w ochronie powietrza atmosferycznego, J.D. Rutkowski A. Musialik-Piotrowska (ed.). PZITS Wrocław: Wrocław, **880**, p. 113-116 (2008)
 34. **Bogacki M.**, Oleniacz R., Mazur M., Szczygłowski P.: *Emisja zanieczyszczeń pyłowo-gazowych z procesu wypalania półproduktów grafitowych w piecu tunelowym*, [w] Współczesne osiągnięcia w ochronie powietrza atmosferycznego, A. Musialik-Piotrowska, J.D. Rutkowski (ed.). PZITS Wrocław: Wrocław, **893**, p. 39-46 (2010)
 35. Mazur M., Oleniacz R., **Bogacki M.**, Szczygłowski P.: *Emisja zanieczyszczeń powietrza z procesu grafityzacji wyrobów drobnych*, [w] Ochrona powietrza w teorii i praktyce, J. Koniecznyński (ed.). IPIŚ PAN Zabrze: Zabrze, **1**, p. 169-178 (2006)
 36. Mazur M., Oleniacz R., **Bogacki M.**, Szczygłowski P.: *Emisja zanieczyszczeń z pieca Achesona do grafityzacji wyrobów drobnych*. Inżynieria Środowiska, **11**(2): p. 145-159, (2006)
 37. **Bogacki M.**, Oleniacz R., Janicka M.: *Ocena wpływu na jakość powietrza procesu przygotowania obszaru wiertni przy poszukiwaniach gazu z łupków*, [w] Ochrona powietrza w teorii i praktyce, J. Koniecznyński (ed.). IPIŚ PAN Zabrze: Zabrze, **2**, p. 43-56 (2014)
 38. **Bogacki M.**, Oleniacz R.: *Emisja zanieczyszczeń do powietrza z procesu poszukiwań gazu z łupków*, [w] Aktualne problemy w inżynierii i ochronie atmosfery, J. Kuropka, K. Gaj, I. Sówka (ed.). Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej: Wrocław, p. 15-24 (2018)
 39. **M. Bogacki**, J. Macuda: *The influence of shale rock fracturing equipment operation on atmospheric air quality*. Archives of Mining Sciences, **59**(4): p. 897-912, (2014)
 40. Macuda J., **Bogacki M.**, Siemek J.: *Effect of drilling for shale gas on the quality of atmospheric air*. Problems of Sustainable Development, **12**(1): p. 91-100, (2017)

41. Rzeszutek M., **Bogacki M.**, Bździuch P., Szulecka A.: *Improvement assessment of the OSPM model performance by considering the secondary road dust emissions*. Transportation Research Part D: Transport and Environment, **68**: p. 137-149, (2018)
42. Bździuch P., **Bogacki M.**: *Autobusowy transport publiczny w Krakowie na tle najlepszych światowych systemów komunikacji miejskiej oraz oceana wpływu jego modernizacji na wielkość emisji zanieczyszczeń*. Transport Miejski i Regionalny **4**: p. 26-31, (2017)
43. Bździuch P., **Bogacki M.**: *Evaluating the influence of modernization of the urban bus fleet in Krakow in the years 2010-2015 on the amount of pollutants emitted into the air*. Ochrona Środowiska i Zasobów Naturalnych, **28**(2): p. 1-6, (2017)
44. Bzdziuch P., **Bogacki M.** : *Emisja metali ciężkich do powietrza z autobusów miejskich w Krakowie w latach 2010–2025*. Transport Miejski i Regionalny, **37**(1): p. 18-25, (2018)
45. **Bogacki M.**, Bździuch P.: *Urban bus emission trends in the Krakow metropolitan area (Poland) from 2010 to 2015*. Transportation Research Part D: Transport and Environment, **67**: p. 33-50, (2019)
46. **Bogacki M.**, Bździuch P.: *Predicting the spatial distribution of emissions from urban buses based on previously measured data and scenarios for their modernization in the future. Case study: Krakow, Poland*. Atmospheric Environment, **199**: p. 1–14, (2019)
47. Bździuch P., **Bogacki M.**: *Przykład zastosowania oprogramowania COPERT 4 do oceny zmian emisji zanieczyszczeń do powietrza na przykładzie komunikacji miejskiej w Aglomeracji Krakowskiej*. I Konferencja Naukowo-Techniczna.: Technologie informatyczne w ochronie i kształtowaniu środowiska, 17 stycznia 2017, Warszawa, Polskie Stowarzyszenie Informatyki Środowiska, p. (2017)
48. **Bogacki M.**, Syguła P.: *The impact of biogenic volatile organic compounds emission on photochemical processes occurring in the troposphere*. Geomatics and Environmental Engineering, **7**(1): p. 37–46, (2013)
49. **Bogacki M.**, Smiatek G.: *Określenie przestrzenno-czasowego rozkładu emisji lotnych związków organicznych z lasów na przykładzie Polski*, [w] Problemy ochrony powietrza w aglomeracjach miejsko-przemysłowych. Wyd. Polska Akademia Nauk, Oddział w Łodzi. Komisja Ochrony Środowiska i Gospodarki Komunalnej: Łódź, Gliwice, p. 17-24 (2003)
50. Szulecka A., **Bogacki M.**: *Wstępna ocena wielkości emisji biogenicznych lotnych związków organicznych z obszaru Polski. Studium przypadku: lipiec 2015*. ECOpole'17 Central European Conference, 4th–7th October 2017, Opole, p. 11 (2017)
51. Szulecka A., **Bogacki M.**: *Estimates of the biogenic volatile organic compounds emission in Poland during July 2015*. Proceedings of ECOpole, Society of Ecological Chemistry and Engineering, **11**(2): p. 433–441, (2017)
52. Mazur M., Oleniacz R., **Bogacki M.**: *Obliczanie emisji par węglowodorów z przemysłu rafineryjnego*. Inżynieria Środowiska, **1**: p. 105-116, (1996)
53. Mazur M., Oleniacz R., **Bogacki M.**: *Badania emisji chlorowodoru i związków fluoru podczas spalania odpadów niebezpiecznych*. Ochrona Środowiska, **18**(4 (63)): p. 21-24, (1996)
54. Mazur M., R. Oleniacz, **Bogacki M.**: *Emisja chlorowodoru i związków fluoru ze spalania odpadów niebezpiecznych*. III Sympozjum POL-EMIS'96: Ograniczanie emisji zanieczyszczeń do atmosfery czerwiec 1996, Szklarska Poręba, Wyd. PZITS, **719**, p. 153-162 (1996)
55. Oleniacz R., Mazur M., **Bogacki M.**: *Emisja zanieczyszczeń ze spalania odpadów przemysłowych w piecu obrotowym*. Ekologia i Technika, (5/6): p. 28-31, (1996)

56. Oleniacz R., Mazur M., **Bogacki M.**: *Emisja zanieczyszczeń ze spalania odpadów farmaceutycznych i poszpitalnych w piecu obrotowym*. Ekologia i Technika, (5/6): p. 32-35, (1996)
57. Oleniacz R., Mazur M., **Bogacki M.**: *Emisja zanieczyszczeń ze spalania odpadów ściekowych w piecu półkowym*. Ekologia i Technika, **5/6**: p. 36-39, (1996)
58. Oleniacz R., Mazur M., **Bogacki M.**: *Spalanie odpadów poszpitalnych i farmaceutycznych w piecu obrotowym*. III Międzynarodowa Konferencja: Spalanie odpadów - technologie i problemy, 30.09-2.10 1997, Szczyrk, p. 229 - 240 (1997)
59. Oleniacz R., Mazur M., **Bogacki M.**: *Emisja metali ciężkich ze spalania odpadów niebezpiecznych*. Inżynieria Środowiska, **2**: p. 49-63, (1997)
60. Oleniacz R., Mazur M., **Bogacki M.**: *Emisja zanieczyszczeń podczas składowania i termicznej utylizacji osadów ściekowych z przemysłu koksochemicznego*. III Międzynarodowa Konferencja: Spalanie odpadów - technologie i problemy, 30.09-2.10.1997, Szczyrk, p. 299 - 308 (1997)
61. Oleniacz R., Mazur M., **Bogacki M.**: *Emisja zanieczyszczeń ze spalania odpadów niebezpiecznych w piecu obrotowym*. Ekoinżynieria, **1 (26)**: p. 16-24, (1998)
62. Oleniacz R., Mazur M., **Bogacki M.**: *Emisja zanieczyszczeń ze spalania odpadów niebezpiecznych w piecu obrotowym*, [w] Gospodarka odpadami, J. Siuta, G. Borowski (ed.). Wyd. Ekoinżynieria Lublin, p. 197-208 (1998)
63. Oleniacz R., Mazur M., **Bogacki M.**: *Spopielanie odpadów medycznych w systemie Purotherm-Pyrolise—zmiennosc składu spalin i emisji zanieczyszczeń w cyklu załadowczym*. V Sympozjum POL-EMIS'2000: Ograniczanie emisji zanieczyszczeń do atmosfery, czerwiec 2000, Szklarska Poręba, PZITS Wrocław, **778**, p. 93-104 (2000)
64. Mazur M., Oleniacz R., **Bogacki M.**, Słupek S.: *Pesticide waste incineration in the wet process cement kiln*. 28th International Symposium on Combustion. University of Edinburgh, Scotland, July 30 – August 4, The Combustion Institute, Pittsburgh, p. 335 (2000)
65. Mazur M, Oleniacz R., **Bogacki M.**: *Prognoza wpływu na stan zanieczyszczenia powietrza procesu unieszkodliwiania odpadów pestycydowych w piecu cementowym*. IV Konferencja: Problemy ochrony powietrza w aglomeracjach miejsko-przemysłowych, wrzesień 2001 Ustroń, Wyd. Politechnika Śląska, p. 207-214 (2001)
66. Mazur M., Oleniacz R., **Bogacki M.**, Słupek S.: *Odpady pestycydowe jako paliwo zastępcze w piecach obrotowych do wypalania klinkieru cementowego*, [w] Paliwa z odpadów. Wyd. HELION sp. z o.o., p. 41-52 (2001)
67. Mazur M., Oleniacz R., **Bogacki M.**, Słupek S.: *Odpady pestycydowe jako paliwo zastępcze w piecach obrotowych do wypalania klinkieru cementowego (streszczenia)*. III Międzynarodowa Konferencja: Paliwa z Odpadów 2001, 17-19 października 2001, Wisła, p. (2001)
68. **Bogacki M.**: *Przegląd metod i systemów usuwania par rtęci z gazów odlotowych*. Ochrona Powietrza i Problemy Odpadów, **31(1)**: p. 14-16, (1997)
69. **Bogacki M.**, Dziugiel M.: *Metodyka wyznaczania emisji pyłu do powietrza z procesu erozji wietrznej na terenie kopalni odkrywkowej surowców mineralnych*. Przegląd Górniczy, **69(11)**: p. 56--63, (2013)
70. Dziugiel M., **Bogacki M.**: *Metodyka wyznaczania emisji niezorganizowanej pyłu do powietrza z dróg oraz eksploatacji składowisk w kopalni odkrywkowej surowców mineralnych*. Przegląd Górniczy, **69(12)**: p. 68--74, (2013)

71. **Bogacki M.**, Dudek R., Władzielczyk K.: *The analysis of the difficulties connected with marking the field of the disorganized emission of suspended particles during the process of quarrying aggregates*. Polish Journal of Environmental Studies, **23**(3A): p. 15–22, (2014)
72. **Bogacki M.**, Janicka M.: *Metodyka wyznaczania pola emisji zanieczyszczeń pyłowo-gazowych z kopalni odkrywkowej*, [w] Inżynieria i ochrona powietrza, J. Kuropka, A. Musialik-Piotrowska (ed.). Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej: Wrocław, p. 71-80 (2014)
73. **Bogacki M.**, Oleniacz R.: *Ocena wpływu działalności górniczej na jakość powietrza atmosferycznego w kontekście ubiegania się o koncesję na działalność wydobywczą*. XXVII Szkoła Eksploatacji Podziemnej 2018, 26–28.02.2018, Kraków, Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią Polskiej Akademii Nauk, Kraków, p. 55 (2018)
74. Oleniacz R., **Bogacki M.**: *Zmiany w metodyce modelowania rozprzestrzeniania się zanieczyszczeń w powietrzu opartej na modelu Gaussa*. Ogólnopolska Konferencja z cyklu: Instrumenty zarządzania ochroną środowiska nt. Problematyka ocen środowiskowych w przededniu wstąpienia Polski do Unii Europejskiej, 16-18 października 2003, Kraków, AGH Uczelniane Wydawnictwa Naukowo-Dydaktyczne, p. 295-308 (2003)
75. **Bogacki M.**, Oleniacz R.: *Referencyjna metodyka modelowania poziomów substancji w powietrzu na tle innych modeli obliczeniowych*. Inżynieria Środowiska, **9**(1): p. 35-45, (2004)
76. Oleniacz R., **Bogacki M.**: *Porównanie poprzedniej i aktualnej metodyki modelowania rozprzestrzeniania się zanieczyszczeń w powietrzu opartej na modelu smugi Gaussa*. Inżynieria Środowiska, **9**(1): p. 57-69, (2004)
77. Rzeszutek M., Szulecka A., Oleniacz R., **Bogacki M.**: *Assessment of the AERMOD dispersion model over complex terrain with different types of meteorological data: Tracy Power Plant experiment*. ASEE17: International Conference on Advances in Energy Systems and Environmental Engineering: Clean Energy, Clean Water, Clean Air, 2–5 July 2017, Wrocław, B. Kaźmierczak (ed.), Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, p. 122 (2017)
78. Rzeszutek M., Szulecka A., Oleniacz R., **Bogacki M.**: *Assessment of the AERMOD dispersion model over complex terrain with different types of meteorological data: Tracy Power Plant experiment*. E3S Web of Conferences, **22** (00149), DOI: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/20172200149>, (2017)
79. Oleniacz R., Rzeszutek M., **Bogacki M.**: *Moduły przemian chemicznych tworzenia się wtórnych aerozoli nieorganicznych w modelu CALPUFF i ich znaczenie w ocenie wpływu na jakość powietrza*. ECOpole'15 Central European Conference, 14th– 17th October 2015 Opole, p. 41–42, 44–45 (2015)
80. Oleniacz R., Rzeszutek M., **Bogacki M.**: *Assessment of chemical transformation modules for secondary inorganic aerosol formation in CALPUFF model*. Proceedings of ECOpole, **10**(1): p. 57-66, (2016)
81. Oleniacz R., Rzeszutek M., **Bogacki M.**: *Impact of use of chemical transformation modules in Calpuff on the results of air dispersion modelling*. Ecological Chemistry and Engineering S, **23**(4): p. 605-620, (2016)
82. Oleniacz R., Rzeszutek M., **Bogacki M.**: *Impact of a coal-fired CHP plant without flue gas desulfurization (FGD) system on secondary inorganic aerosol formation in air*. SEED 2016, The International Conference on the Sustainable Energy and Environment Development, 17th–19th May 2016 Kraków, M. Filipowicz, T. Olkusi, K. Styszko (ed.), Wydawnictwo Instytutu Zrównoważonej Energetyki, p. 170 (2016)
83. Rzeszutek M., Kasietczuk M., **Bogacki M.**: *Impact assessment of road transport on air quality in the selected area of Krakow*. IX Krakow Conference of Young Scientists, October 2–4, 2014,

- Krakow, AGH University of Science and Technology in Krakow, Grupa Naukowa Pro Futuro, Krakow; Agencja Reklamowo-Wydawnicza "OSTOJA", **9**, p. 97 (2014)
84. Rzeszutek M., Kasietczuk M., **Bogacki M.**: *Impact assessment of road transport on air quality in the selected area of Krakow*. Logistyka, **4** (dod.: CD nr 6 Logistyka – nauka): p. 4864–4873, (2014)
 85. **Bogacki M.**, Szulecka A., Rzeszutek M.: *Ocena wpływu bariery akustycznej przy drodze na dyspersję tlenu węgla*. Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Gdańskiego, Ekonomia Transportu i Logistyka, **59**: p. 271-282, (2016)
 86. **Bogacki M.**, Rzeszutek M., Heba K.: *Modelowanie dyspersji zanieczyszczeń powietrza w kanionie ulicznym na przykładzie Alei Krasińskiego w Krakowie*. Czasopismo Inżynierii Lądowej, Środowiska i Architektury, **33**(63): p. 21-38, (2016)
 87. **Bogacki M.**, Rzeszutek M., Heba K.: *Modelowanie dyspersji zanieczyszczeń powietrza w kanionie ulicznym*. INFRAEKO 2016. Nowoczesne miasta, infrastruktura i środowisko, V międzynarodowa konferencja naukowo-techniczna, 9–10 czerwca 2016, Kraków, J. Dziopak, D. Słyś, A. Stec (ed.), Politechnika Rzeszowska im. Ignacego Łukasiewicza, Katedra Infrastruktury i Ekorozwoju. Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej, Rzeszów, p. 33–42 (2016)
 88. Rzeszutek M., **Bogacki M.**: *Ocena modelu dyspersji zanieczyszczeń powietrza OSPM: studium przypadku, Polska, Kraków*. Rocznik Ochrona Środowiska, **18**: p. 351-362, (2016)
 89. **Bogacki M.**: *Ocena błędu inwentaryzacji emisji zanieczyszczeń dla celów związanych z modelowaniem dyspersji zanieczyszczeń w powietrzu*. Inżynieria Środowiska, **5**(1): p. 45-57, (2000)
 90. Mazur M., **Bogacki M.**, Dworak Z.: *Stan jakości powietrza w Uzdrowisku Busko-Solec*. Aura, (12): p. 12-14, (1992)
 91. Mazur M., **Bogacki M.**, Oleniacz R.: *Zastosowanie metody obliczeniowo-pomiarowej do oceny stanu zanieczyszczenia powietrza w Nowym Sączu*. Inżynieria Środowiska, **1**: p. 53-63, (1996)
 92. Mazur M., **Bogacki M.**, Oleniacz R.: *Kompleksowa ocena jakości powietrza w Nowym Sączu przy pomocy metody obliczeniowo-pomiarowej*. II Konferencja: Problemy ochrony powietrza w aglomeracjach miejsko-przemysłowych, wrzesień 1996, Ustroń, p. 149-156 (1996)
 93. **Bogacki M.**, Mazur M., Oleniacz R.: *Zastosowanie modelu "skrzynki" do oceny poziomu stężeń zanieczyszczeń komunikacyjnych w przyziemnej warstwie atmosfery*. Inżynieria Środowiska, **2**: p. 65-75, (1997)
 94. **Bogacki M.**, Mazur M., Oleniacz R.: *Modelowanie emisji ozonu w przyziemnej warstwie atmosfery na przykładzie Nowego Sącza*. III Konferencja: Problemy ochrony powietrza w aglomeracjach miejsko-przemysłowych, wrzesień 1998, Ustroń, Katedra Ochrony Powietrza oraz firma GREG w Gliwicach, Wyd. Politechnika Śląska, p. 27-36 (1998)
 95. **Bogacki M.**, Mazur M., Oleniacz R.: *Modelowanie stężenia ozonu w niskiej troposferze na przykładzie Nowego Sącza*. Aura, **3**: p. 4-6, (1999)
 96. **Bogacki M.**: *Modeling of ozone immission in the lowest layer of atmosphere using box-model*. Archiwum Ochrony Środowiska, **32**: p. 3-20, (2006)
 97. **Bogacki M.**: *Możliwość ograniczenia emisji ozonu troposferycznego-teoria i praktyka. Cz. II*. Problemy Ekologii, **5**: p. 163-167, (1998)
 98. **Bogacki M.**: *Możliwości ograniczenia emisji ozonu troposferycznego-teoria i praktyka. Cz. I*. Problemy Ekologii, **3**: p. 98-101, (1998)

99. **Bogacki M.**, Pabisz M.: *Strategie ograniczania stężeń ozonu w przyziemnej warstwie atmosfery*. Ochrona Powietrza i Problemy Odpadów, **36**(5): p. 169-176, (2002)
100. **Bogacki M.**: *Wpływ sposobu zagospodarowania terenu na potencjał oksydacyjny powietrza*. Inżynieria Środowiska, **8**(2): p. 135-147, (2003)
101. **Bogacki M.**, Janik J., Seweryn P.: *Inwentaryzacja emisji zanieczyszczeń do powietrza z obszaru aglomeracji krakowskiej dla potrzeb prognozowania stężeń zanieczyszczeń fotochemicznych*. Konferencja cykliczna: Instrumenty zarządzania ochroną środowiska pt: Oceny oddziaływania na środowisko na szczeblu krajowym i regionalnym, 20-22 października 2005, Kraków, AGH Uczelniane Wydawnictwa Naukowo-Dydaktyczne, p. 279-288 (2005)
102. **Bogacki M.**, Forkel R.: *Modelowanie imisji ozonu w przyziemnej warstwie atmosfery na obszarze Polski*. IV Konferencja: Problemy ochrony powietrza w aglomeracjach miejsko-przemysłowych, wrzesień 2001, Ustroń, Wyd. Politechnika Śląska, Katedra Ochrony Powietrza, p. 31-38 (2001)
103. **Bogacki M.**, Forkel R.: *Modelowanie imisji ozonu w przyziemnej warstwie atmosfery na obszarze Krakowa*. VI Sympozjum POL-EMIS'2002: Emisje zagrażające środowisku, 12-15 czerwca 2002, Kudowa Zdrój, J.D. Rutkowski, A. Musialik-Piotrowska (ed.), Wyd. PZITS Wrocław, **803**, p. 7-16 (2002)
104. **Bogacki M.**, Forkel R.: *Prognozowanie stężeń ozonu dla Europy*, [w] Problemy ochrony powietrza w aglomeracjach miejsko-przemysłowych. Wyd. Polska Akademia Nauk, Oddział w Łodzi. Komisja Ochrony Środowiska i Gospodarki Komunalnej: Łódź, Gliwice, p. 9-16 (2003)
105. Mazur M., Oleniacz R., **Bogacki M.**: *Wdrażanie monitoringu zanieczyszczeń powietrza atmosferycznego w Kielcach*. Inżynieria Środowiska, **1**: p. 85-96, (1996)
106. Mazur M., Oleniacz R., **Bogacki M.**, Kozakiewicz R.: *Monitoring zanieczyszczeń powietrza wokół Elektrowni "Jaworzno III"*. Aura, **9**: p. 10-12, (1996)
107. Mazur M., Oleniacz R., **Bogacki M.**, Kozakiewicz R.: *Koncepcja monitoringu zanieczyszczeń powietrza wokół Elektrowni "Jaworzno III" mobilną stacją pomiarową*. II Sympozjum POL-IMIS'97: Ocena wielkości imisji zanieczyszczeń powietrza czerwiec 1997, Szklarska Poręba, Wyd. PZITS **727**, p. 33 - 42 (1997)
108. **Bogacki M.**: *Ocena ekspozycji budynku wielorodzinnego na zanieczyszczenia powietrza pochodzące z komunikacji i stacji paliwowej na przykładzie benzenu*, [w] Ochrona powietrza atmosferycznego: wybrane zagadnienia, A. Musialik-Piotrowska, J.D. Rutkowski (ed.). Wyd. PZITS: Wrocław, p. 55-64 (2012)
109. **Bogacki M.**, Oleniacz R., Szulecka A.: *Ocena ekspozycji budynku wielorodzinnego na wpływ emisji benzenu ze stacji paliw oraz transportu drogowego w okresie letnim*, [w] Powietrze atmosferyczne. Jakość - zagrożenia - ochrona, J. Kuropka K. Gaj (ed.). Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej Wrocław, p. 50-61 (2016)
110. Bździuch P., Zemełka A., Kozieł K., Żołyniak J., Bączek E., Rososińska B., Oleniacz R., **Bogacki M.**: *Przykład wykorzystania próbników pasywnych do oceny przestrzennego zróżnicowania stężeń zanieczyszczeń w powietrzu miejskim*. V Międzynarodowa Konferencja Naukowo-Techniczna INFRAEKO 2016 „Nowoczesne miasta. Infrastruktura i środowisko”, Kraków, J. Dziopak, D. Styś, A. Stec (ed.), Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej, p. 49-62 (2016)
111. Dziugieł M., **Bogacki M.**, Oleniacz R., Mazur M.: *Zawartość węgla i siarki w pyłe PM_{2.5} i PM₁₀ w powietrzu w centrum Krakowa*, [w] Ochrona powietrza w teorii i praktyce, J. Koniecznyński (ed.). IPIŚ PAN Zabrze: Zabrze, **1**, p. 29–41 (2012)

112. **Bogacki M.**, Oleniacz R., Mazur M., Kamiński S.: *Pomiary wielkości cząstek w powietrzu w czasie rzeczywistym*, [w] Ochrona powietrza atmosferycznego: osiągnięcia w nauce, energetyce i przemyśle. , A. Musialik-Piotrowska, J.D. Rutkowski (ed.). PZITS Wrocław: Wrocław, p. 23-26 (2006)
113. **Bogacki M.**, Oleniacz R., Mazur M., Kamiński S.: *Real-time measurement of the size of air particulates*. Environment Protection Engineering, **32**(3): p. 69-73, (2006)
114. **Bogacki M.**, Oleniacz R., Mazur M., Dziugiel M.: *Pomiary liczby i wielkości cząstek aerozoli w powietrzu miejskim z wykorzystaniem metody optoelektronicznej*, [w] Ochrona powietrza w teorii i praktyce, J. Koniecznyński (ed.). IPIŚ PAN Zabrze: Zabrze, **2**, p. 15-22 (2010)
115. Oleniacz R., **Bogacki M.**, Rzeszutek M., Kot A.: *Meteorologiczne determinanty jakości powietrza w Krakowie*, [w] Ochrona powietrza w teorii i praktyce, J. Koniecznyński (ed.). IPIŚ PAN Zabrze: Zabrze, **2**, p. 163-178 (2014)
116. Oleniacz R., **Bogacki M.**, Szulecka A., Rzeszutek M., Mazur M.: *Assessing the impact of wind speed and mixing-layer height on air quality in Krakow (Poland) in the years 2014-2015*. Journal of Civil Engineering, Environment and Architecture, **33**(63 (2/II/16)): p. 315-342, (2016)
117. Oleniacz R., **Bogacki M.**, Szulecka A., Rzeszutek M., Mazur M.: *Wpływ prędkości i kierunku wiatru na jakość powietrza w Krakowie*. V Międzynarodowa Konferencja Naukowo-Techniczna INFRAEKO 2016 „Nowoczesne miasta. Infrastruktura i środowisko”, Kraków, J. Dziopak, D. Słyś, A. Stec (ed.), Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej, p. 263-276 (2016)
118. Szulecka A., **Bogacki M.**: *Evaluation of available data initializing retrospective simulations using WRF meteorological model*. ECOpole'16 Central European Conference, **12**(1): p. 77-86, (Contribution was presented during ECOpole'16 Conference, Zakopane, 5-8.10.2016), (2018)
119. Szulecka A., **Bogacki M.**: *Ocena dostępnych baz danych meteorologicznych dla celów poprawy wyników krótkoterminowych symulacji w modelu WRF-ARW na przykładzie obszaru południowo-zachodniej Polski*. ECOpole'16 Central European Conference, 5th–8th October, Opole, p. 7–8 (2016)
120. **Bogacki M.**, Mazur M., Oleniacz R.: *Prognozowanie wpływu motoryzacji na poziom stężenia ozonu w przyziemnej warstwie atmosfery*. II Konferencja: Problemy ochrony powietrza w aglomeracjach miejsko-przemysłowych, wrzesień 1996, Ustroń, Katedra Ochrony Powietrza oraz firma GREG w Gliwicach, Wyd. Politechnika Śląska, p. 2-12 (1996)
121. **Bogacki M.**, Mazur M., Oleniacz R., Rzeszutek M., Szulecka A.: *Re-entrained road dust PM10 emission from selected streets of Krakow and its impact on air quality*. E3S Web of Conferences, **28** (01003), 1-10 DOI: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/20182801003>, (2018)
122. **Bogacki M.**, Oleniacz R., Rzeszutek M., Szulecka A., Mazur M.: *The impact of intense street cleaning on particulate matter air concentrations: a case study of a street canyon in Krakow (Poland)*. INFRAEKO 2018, Modern cities: infrastructure and environment, VI International Conference of Science and Technology, June 7–8 2018, Kraków, A. Stec, D. Słyś (ed.), Rzeszów University of Technology, The Faculty of Civil and Environmental Engineering and Architecture. Department of Infrastructure and Water Management, p. 24 (2018)
123. **Bogacki M.**, Oleniacz R., Rzeszutek M., Szulecka A., Mazur M.: *The impact of intense street cleaning on particulate matter air concentrations: a case study of a street canyon in Krakow (Poland)*. E3S Web of Conferences **45** (00009), 1-8 DOI: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/20184500009>, (2018)
124. **Bogacki M.**, Kot A., Rzeszutek M.: *Model of averaging traffic flow variability profiles based on the examples of selected streets in Krakow*. Logistyka, **4**(ad. CD no 3 Logistyka-nauka): p. 8694–8700, (2015)

125. Kulis C., **Bogacki M.**: *Ocena mikroklimatu sali dydaktycznej z wentylacją naturalną*. INFRAEKO 2016. Nowoczesne miasta, infrastruktura i środowisko. V międzynarodowa konferencja naukowo-techniczna, 9–10 czerwca 2016, Kraków J. Dziopak, D. Słyś, A. Stec (ed.), Politechnika Rzeszowska im. Ignacego Łukasiewicza. Katedra Infrastruktury i Ekorozwoju. Rzeszów. Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej, Rzeszów, p. 207–216 (2016)
126. Любинска - Богацка М., **Богацки М.**: *Социальная ситуация выпускников польских университетов на рынке труда*, [w] Актуальные проблемы образования и общества. Сборник трудов участников пятой международной научно-практической конференции Ярославский филиал образовательного учреждения профсоюзов "Академия Труда и Социальных отношений": Ярославль, **1**, p. 248-253 (2014)



Kraków, 25.04.2019r.