

Załącznik 2 do wniosku o wszczęcie postępowania habilitacyjnego

Autoreferat

Jacek Wojciech Kamiński

Centre for Research in Earth and Space Science
York University
Toronto
Kanada

Spis treści

1. CURRICULUM VITAE	2
2. PRZEBIEG PRACY NAUKOWEJ PRZED UZYSKANIEM STOPNIA DOKTORA	5
3. PRZEBIEG PRACY NAUKOWEJ PO UZYSKANIU STOPNIA DOKTORA	7
3.1. Modelowanie chemii i dynamiki atmosfery	7
3.2. Modelowanie chemii stratosfery i zastosowania na potrzeby projektowania instrumentów teledetekcyjnych.....	10
3.3. Modelowanie klimatu	11
3.3.1. Wpływ składu chemicznego atmosfery na zmiany klimatu.....	12
3.3.2. Modelowanie klimatu i chemii atmosfery w Arktyce	12
3.3.3. Modelowanie wymiany między troposferą a stratosferą.....	14
3.4. Modelowanie atmosfer planetarnych	15
4. OSIĄGNIĘCIA NAUKOWO-BADAWCZE BĘDĄCE WKŁADEM HABILITANTA DO	17
ROZWOJU DZIEDZINY	17

1. CURRICULUM VITAE

WYKSZTAŁCENIE

- 1994 Ph. D.
Centre for Research in Earth and Space Science,
York University, Toronto, Kanada
- tytuł rozprawy: A Study of Stratospheric Chemistry Using a 3D Global
Chemical Transport Model.
- promotor: Prof. John C. McConnell, FRSC
- nostryfikacja: Doktor nauk technicznych, Politechnika Warszawska, 2010
- 1980 Mgr. inż.
Systemy ochrony atmosfery i meteorologia techniczna
Wydział Inżynierii Sanitarnej i Wodnej
Politechnika Warszawska
- tytuł pracy: Weryfikacja modelu rozprzestrzeniania się zanieczyszczeń
atmosferycznych pochodzących z niskich źródeł emisji
- promotor: dr hab. inż. Stanisław Chruściel

NADANE TYTUŁY AKADEMICKIE

- 2006 - Adjunct Professor
Faculty of Graduate Studies, York University, Toronto
- 2004 - Adjunct Professor
Centre for Research in Earth and Space Science, York University, Toronto

NAGRODY I WYRÓŻNIENIA

- 1988 i 1989 Laureat konkursu na stypendium doktoranckie Environment Canada
1978 i 1979 Nagroda Dziekana ISiW PW po III i IV roku studiów magisterskich

DZIAŁALNOŚĆ ORGANIZACYJNA

- 2012 Chair of Local Organizing Committee - Quadrennial Ozone Symposium
Toronto, August 2012, <http://www.cmos.ca/QOS2012>
- 2011 Fundator i Prezes, Fundacja EkoPrognoza, Warszawa, www.EkoPrognoza.pl

CZŁONKOWSTWO

- American Geophysical Union
- European Geophysical Union

DOŚWIADCZENIE ZAWODOWE

- 2002 - Director, Atmospheric Modelling and Data Assimilation Laboratory
Centre for Research in Earth and Space Science
York University, Toronto
- 2010 - 2011 Visiting Research Scientist, Environment Canada, Toronto
- 2002 - President, WxPrime Corporation, Toronto
- 2002 - 2007 Executive Director, Multiscale Air Quality Network, York University, Toronto
- 2002 Vice President, EarthGuard Environmental Group Inc. Toronto
- 1987 - 2002 President, Atmospheric Research and Modelling Consultants, Toronto
- 1981 - 1987 Atmospheric Scientist, Meteorological Environmental Planning Ltd, Toronto

PROJEKTY NAUKOWE

- 2012 - Global and regional air quality climate simulations using GEM-AQ in the context of IPCC AR5
Grant - Canadian Foundation for Climate and Atmospheric Sciences, \$100 tys, Główny wykonawca.
- 2010 - Development of the GEM-Mars model - MATMOS instrument design
Kontrakt - Canadian Space Agency, \$180 tys, Główny wykonawca.
- 2009 - Exploration of UTLS processes using OSIRIS and ACE data with extended GEM-AQ
Grant - Canadian Space Agency, \$191 tys, Kierownik projektu.
- 2009 - 2011 PREMIER Study - IMPACT - Quantification of atmospheric pollution and climate aspects. Core candidate for Earth Explorer mission
Kontrakt - European Space Agency, wartość projektu 500 tys €, Główny wykonawca.
- 2009 - 2012 PREMIER Study - CORSA - Consolidation of requirements and synergistic retrieval algorithm. Core candidate for Earth Explorer mission
Kontrakt - European Space Agency, 500 tys €, Główny wykonawca.
- 2007 - 2011 North American Air Quality
Grant - Canadian Foundation for Climate and Atmospheric Sciences, \$200 tys, Główny wykonawca.
- 2007 - 2011 Air Quality in Future Climate
Grant - Ontario Ministry of Environment, \$150 tys, Główny wykonawca
- 2006 - 2007 Potential impact of aviation emissions on the upper troposphere and lower stratosphere
Kontrakt - Transport Canada, \$100 tys, Kierownik projektu.
- 2006 - 2010 Chemical – Dynamical Studies of the Troposphere and Stratosphere with a

High Resolution Model GEM-strato,
Grant - Canadian Foundation for Climate and Atmospheric Sciences,
\$300 tys, Kierownik projektu.

PROJEKTY W LATACH 1981 DO 2002

W tym okresie brałem udział w licznych projektach badawczych związanych z rozwojem i zastosowaniem modeli chemii atmosfery. Wyniki prac udokumentowane zostały w szeregu publikacji w czasopiśmie naukowych. Poniższe projekty były finansowane m.in. ze środków Natural Sciences and Engineering Research Council of Canada, Environment Canada, Transport Canada, Health Canada, Canadian Foundation for Climate and Atmospheric Sciences, Canadian Space Agency, Ontario Ministry of the Environment, European Space Agency, US Federal Aviation Administration:

- Study of stratospheric chemistry and the development of a global chemical tracer model to investigate formation of the Antarctic ozone hole.
- Regional air quality study using the Acid Deposition and Oxidants Model (ADOM).
- Development of on-line chemistry in the MC2 mesoscale model, MC2-AQ.
- Stratospheric and tropospheric data assimilation of ozone from OSIRIS and SMR and carbon monoxide from MOPITT observations using 3DVar and global weather forecast model with on-line chemistry.
- Utilization of SSM/I derived ice cover data in ice motion modelling.
- Modelling of ultraviolet albedo and calculation of photodissociation rates of CH₄ and C₂H₂ in the atmosphere of Uranus using a highly accurate radiative transfer model based on a doubling and adding method. Comparison with Voyager-2 data.

PUBLIKACJE NAUKOWE OPISANE W BAZIE WEB OF SCIENCE

(dane z 11 maja 2012)

Indeks H 10

Liczba publikacji: $19 + 1^* = 20$

Liczba cytowań: $401 + 6^* = 407$

Liczba cytowań z wyłączeniem autocytowań: $385 + 6^* = 391$

*) uwaga: w artykule **Plummer D. A., J. C. McConnell, L. Neary, J. W. Kaminski, J. Drummond, J. Narayan, V. Young and D. R. Hastie, Assessment of emissions data for the Toronto region using aircraft-based observations and an air quality model, Atmospheric Environment, 35, 6453-6463, 2001**, moje nazwisko zawiera błąd (Kaminski zamiast Kaminski) i dlatego ten artykuł nie jest uwzględniany w automatycznych obliczeniach serwisu Web of Science.

2. PRZEBIEG PRACY NAUKOWEJ PRZED UZYSKANIEM STOPNIA DOKTORA

Moje zainteresowania zawodowe w związane z modelowaniem komputerowym w dziedzinie chemii i fizyki atmosfery ukształtowały się w okresie studiów. Będąc studentem Wydziału Inżynierii Sanitarnej i Wodnej Politechniki Warszawskiej obrałem specjalizację Systemy Ochrony Atmosfery i Meteorologii Technicznej. Wówczas po raz pierwszy poznałem modele matematyczne stosowane do opisu procesów, zachodzących w środowisku atmosferycznym. Za wyniki w nauce dwukrotnie uzyskałem Nagrodę Dziekana. Dyplom magistra inżyniera w specjalności inżynierii środowiska uzyskałem w styczniu 1980r., na podstawie pracy dyplomowej „Weryfikacja modelu rozprzestrzeniania się zanieczyszczeń atmosferycznych pochodzących z niskich źródeł emisji”, napisanej w Zakładzie Ochrony Atmosfery, pod kierunkiem dr hab. inż. Stanisława Chruściela.

Od maja do września 1981 r. pracowałem jako specjalista w dziedzinie pomiarów atmosferycznych w instytucie badawczo-rozwojowym Unisearch Associates Inc. w Toronto (Kanada). Pod kierownictwem prof. Harolda I. Schiffa¹ brałem udział w pracach nad projektowaniem, testowaniem i kalibracją instrumentów pomiarowych, m.in. wysokoczułego systemu do pomiarów tlenków azotu².

W latach 1981 – 1987 zostałem zatrudniony w Meteorological Environmental Planning Ltd. Prace, w których brałem udział, realizowane były na zlecenie Environment Canada (Federalne Ministerstwo Środowiska Kanady) oraz Ontario Ministry of Environment (Ministerstwo Środowiska prowincji Ontario) i dotyczyły m.in. budowy modelu transportu zanieczyszczeń ADOM (Acidified Deposition and Oxidants Model). Brałem też udział w opracowaniu modułu analizy obiektywnej na potrzeby numerycznych modeli prognozy pogody oraz procedury asymilacji danych meteorologicznych, które to produkty zostały zastosowane do celów operacyjnych w centrum kanadyjskiej służby meteorologicznej (CMC - Canadian Meteorological Centre, Environment Canada). Na zlecenie tego samego centrum rozwijałem również oprogramowanie do baz danych oraz procedury do archiwizowania informacji pomiarowych.

Pozostałe prace wdrożeniowe dotyczyły opracowania zaawansowanych narzędzi obliczeniowych do modelowania interakcji pomiędzy atmosferą, kriosferą i oceanem. Brałem udział m.in. w pracach nad systemem modelowania przemieszczania się pokrywy lodowej na oceanie oraz zastosowaniem do tego typu obliczeń informacji satelitarnej. System został wdrożony operacyjnie w Centrum Prognozy Pokrywy Lodu (Ice Centre, Environment Canada). Pozostałe projekty dotyczyły opracowania parametrycznego modelu falowania oceanu, wdrożonego operacyjnie w CMC, a także prognozowania oblodzenia obiektów (freezing spray) oraz działającego w czasie rzeczywistym modelu trajektorii rozprzestrzeniania się wycieków ropy na powierzchni oceanu.

¹ Harold I. Schiff(1923-2003) Pierwszy Dziekan Wydziału Nauk Ścisłych, York University, Członek Kanadyjskiej Akademii Nauk.

² Tunable Diod Laser - zaprojektowany i zbudowany przez www.unisearch-associates.com.

Równolegle rozwijałem swoje zainteresowania naukowe. W roku 1982 podjąłem studia doktoranckie w Centrum Eksperymentalnych Badań Kosmicznych (Centre for Research in Experimental Space Science, obecnie Centre for Research in Earth and Space Science), na Uniwersytecie York w Toronto (Kanada). Promotorem mojej pracy został prof. John C. McConnell³, - jeden ze światowych specjalistów modelowania procesów wymiany radiacyjnej, dynamiki i chemii atmosfery ziemskiej oraz atmosfer planetarnych. W trakcie tych studiów, już jako członek zespołu prof. McConnella brałem udział w realizacji licznych projektów [A1, A2] naukowych. Dwukrotnie – w roku 1988 i 1989 – uzyskałem w drodze konkursu stypendium doktoranckie ufundowane przez Environment Canada. Również dwukrotnie – w roku 1988 i 1990 – odbyłem kilkumiesięczne staże w Narodowym Centrum Badań Atmosfery (NCAR National Center for Atmospheric Research) w USA, współpracując z dr Byronem A. Boville⁴

W ramach studiów doktoranckich prowadziłem także, we współpracy z Narodową Agencją Aeronautyki i Przestrzeni Kosmicznej USA (NASA), badania nad wpływem emisji z samolotów ponaddzwiękowych na bilans chemiczno-dynamiczny stratosfery w ramach strategicznego projektu Atmospheric Effects of Aviation Project (AEAP, Oddziaływanie Lotnictwa na Atmosferę) Globalnej Inicjatywy (Global Modelling Initiative) [A3].

W 1986 r. ponownie współpracowałem z placówką NASA – Laboratorium Napędów Odrzutowych (Jet Propulsion Laboratory) w ramach misji Voyager-2 i jego przelotu koło planety Uran. W ramach tego projektu pracowałem nad modelowaniem radiacyjnego transportu energii w atmosferze Uranu do obliczania współczynników fotodysocjacji acetylenu metodą „podwajania i dodawania” (doubling and adding) [A4].

Moja rozprawa doktorska pt.: „A Study of Stratospheric Chemistry Using a 3D Global Chemical Transport Model” („Studium modelowe chemii stratosfery przy użyciu globalnego modelu transportu związków chemicznych w atmosferze”), obroniona została na Uniwersytecie York w roku 1994. Praca ta, prowadzona we współpracy z NCAR, została dopuszczona do obrony na podstawie opinii prof. Guy P. Brasseur⁵, który pełnił funkcję egzaminatora zewnętrznego. Przeprowadziłem wówczas, jedno z pierwszych na świecie, studium chemii i dynamiki stratosfery w kontekście zanikającej warstwy ozonowej nad Antarktydą. Nadany mi wówczas stopień naukowy Doctor of Philosophy został w roku 2010 nostryfikowany przez Wydział Inżynierii Środowiska Politechniki Warszawskiej [A5, A6].

Bibliografia - wybrane publikacje i prezentacje konferencyjne

A1 Sandilands, J.W., **J.W. Kaminski**, J.C. McConnell, S.R. Beagley and N. McFarlane, Modelling stratospheric polar ozone using objective analysis, pp 508-511 in Ozone in

³ Distinguished Research Professor, York University oraz Członek Kanadyjskiej Akademii Nauk.

⁴ Byron A. Boville (1953-2006) Jeden z głównych autorów modeli klimatu w NCAR.

⁵ Dyrektor - Climate Service Centre Germany, GKSS, Hamburg. Poprzednio NCAR Associate Director and Director of Earth and Sun Systems Laboratory, National Center for Atmospheric Research, USA. Director of Max-Planck Institute for Meteorology, Hamburg, Germany, Member Max-Planck Society (członek Niemieckiej Akademii Nauk), Doctor Honoris Causa of the University Pierre and Marie Curie, Paris, Member of the Academia Europaea, Foreign Member of the Norwegian Academy of Sciences and Letters.

- the troposphere and stratosphere, Proceedings of the Quadrennial Ozone Symposium, 4-13 June, 1992, Charlottesville, VA, Ed. R. D. Hudson, NASA conf. pub. 3266, 1994.
- A2 **Kaminski, J.W.**, J.C. McConnell and J.W. Sandilands, Calculations of Arctic ozone chemistry using objectively analysed data in a 3-D CTM, pp 492-495 in Ozone in the troposphere and stratosphere, Proceedings of the Quadrennial Ozone Symposium, 4-13 June, 1992, Charlottesville, VA, Ed. R.D. Hudson, NASA conf. pub. 3266, 1994.
- A3 Templeton, E.M.J., J.C. McConnell, S.R. Beagley, J. de Grandpré, **J.W. Kaminski**, Tropospheric distributions of NMHC in winter and spring using a 3-D SL chemical transport model and CMC objectively analysed meteorological data, AGU, December 1994.
- A4 **Kaminski J.W.** and J.C. McConnell, A note on enhancement of J values in optically thick scattering atmospheres, Can. J. Phys., 69, 1166-1174, 1991.
- A5 **Kaminski, J.W.**, J.C. McConnell, B.A. Boville, Simulation of the Antarctic ozone hole, IUGG, Vienna, , 11-24 August 1991.
- A6 Cloud Radiance Modelling - Phase II, G.R. Gladstone, **J.W. Kaminski**, R. Link and J.C. McConnell, for Atmospheric Environment Service, Environment Canada, 68 pages, Nov. 1984.

3. PRZEBIEG PRACY NAUKOWEJ PO UZYSKANIU STOPNIA DOKTORA

Wyniki pracy doktorskiej stanowiły punkt wyjścia do dalszych badań nad dynamiką i chemią troposfery i stratosfery.

Zagadnienia, którymi zajmuje się można sklasyfikować w trzech grupach badawczych:

- modelowanie chemii i dynamiki atmosfery
- modelowanie klimatu
- modelowanie atmosfer planetarnych

Poza głównym kierunkiem badań, zajmowałem się również optymalizacją kodu komputerowego, projektowaniem operacyjnych systemów prognozy meteorologicznej i jakości powietrza, oraz organizacją centrum modelowania klimatu w skali regionalnej.

3.1. Modelowanie chemii i dynamiki atmosfery

W latach 1996-1999, na zlecenie Canadian Space Agency, kierowałem projektem dotyczącym rozbudowy globalnego modelu prognozy pogody SEF⁶+C o moduł przemian chemicznych w stratosferze i troposferze, na potrzeby modelowania i asymilacji danych z instrumentów MOPITT⁷ oraz OSIRIS⁸ [B10, B14, B15, B16, B17]. Doświadczenia te skłoniły mnie do podjęcia prac nad budową modelu jakości powietrza typu on-line, w którym przemiany chemiczne wbudowane były jako jeden z modułów modelu meteorologicznego.

⁶ SEF- operacyjny model prognozy pogody.

⁷ Measurement of Pollution in The Troposphere, na pokładzie satelity Terra, pomiary CO i CH₄

⁸ Optical Spectrograph and InfraRed Imager System, na pokładzie satelity Odin

Prace te można określić jako pionierskie w skali światowej, ponieważ wszystkie stosowane podówczas modele chemii atmosfery były budowane jako odrębne, nie powiązane z modelem meteorologicznym programy. W ścisłej współpracy z Uniwersytetem York w latach 1994-1999 opracowałem prototyp modelu fotochemicznego ograniczonego obszaru noszącego akronim MC2+C (Mesoscale Compressible Community + Chemistry). W następnych latach model ten (noszący obecnie nazwę MC2-AQ) był pod moim kierunkiem udoskonalany i rozwijany [B11, B12, B13].

W roku 1999 model MC2-AQ został uruchomiony w dawnym Zakładzie Meteorologii i Ochrony Atmosfery Instytutu Systemów Inżynierii Środowiska PW, gdzie został wykorzystany jako narzędzie obliczeniowe m.in. w pracach doktorskich dr inż. Joanny Strużewskiej (2002) i dr inż. Małgorzaty Zdunek (2004) oraz grantów KBN 3 P04G 079 22 (2002-2004) i 2 P04D 028 30 (2006-2008).

Idea budowania modeli on-line zaczęła z czasem budzić coraz większe zainteresowanie środowisk naukowych. W roku 2002 Uniwersytet York uzyskał z CFCAS (Canadian Foundation for Climate and Atmospheric Sciences – Kanadyjska Fundacja Badań Klimatu i Nauk o Atmosferze) finansowanie rozbudowy globalnego modelu GEM (Global Environmental Multiscale – Globalny wieloskalowy model środowiska), wykorzystywanego operacyjnie przez Kanadyjskie Centrum Meteorologiczne, celem uwzględnienia w obliczeniach chemii troposfery i procesów aerozolowych. Prace prowadzone były w ramach konsorcjum MAQNet (Multiscale Air Quality Network – Sieć Wieloskalowego Modelowania Jakości Powietrza), zrzeszającego kanadyjskie uniwersytety i instytuty badawcze. W okresie realizacji projektu pełniłem rolę dyrektora wykonawczego konsorcjum i sprawowałem nadzór merytoryczny nad strategią rozbudowy modelu GEM-AQ [B1 DO B9].

Bibliografia - wybrane publikacje i prezentacje konferencyjne

- B1 Gong, S. L., Lavoue, D., Zhao, T. L., Huang, P., and **Kaminski, J. W.**: GEM-AQ/EC, an on-line global multiscale chemical weather modelling system: model development and evaluations of global aerosol climatology, *Atmos. Chem. Phys. Discuss.*, 12, 9283-9330, doi:10.5194/acpd-12-9283-2012, 2012.
- B2 Struzewska, J. and **Kaminski, J. W.**: Impact of urban parameterization on high resolution air quality forecast with the GEM – AQ model, *Atmos. Chem. Phys. Discuss.*, 12, 9517-9551, doi:10.5194/acpd-12-9517-2012, 2012.
- B3 Lupu, A., **J. W. Kaminski**, L. Neary, J. C. McConnell, K. Toyota, C. P. Rinsland, P. F. Bernath, K. A. Walker, C. D. Boone, Y. Nagahama, K. Suzuki, Hydrogen cyanide in the upper troposphere: GEM-AQ simulation and comparison with ACE-FTS observations, *Atmos. Chem. Phys.*, 9, 4301-4313, 2009.
- B4 Fiore, A. M., F. J. Dentener, O. Wild, C. Cuvelier, M. G. Schultz, P. Hess, C. Textor, M. Schulz, R. Doherty, L. W. Horowitz, I. A. MacKenzie, M. G. Sanderson, D. T. Shindell, D. S. Stevenson, S. Szopa, R. van Dingenen, G. Zeng, C. Atherton, D. Bergmann, I. Bey, G. Carmichael, B. N. Duncan, G. Faluvegi, G. Folberth, M. Gauss, S. Gong, D. Hauglustaine, T. Holloway, I. S. A. Isaksen, D. J. Jacob, J. E. Jonson, **J. W. Kaminski**, T. J. Keating, A. Lupu, E. Marmer, V. Montanaro, R. Park, G. Pitari, K. J. Pringle, J. A. Pyle, S. Schroeder, M. G. Vivanco, P. Wind, G. Wojcik, S. Wu, A. Zuber, Multi-model estimates of intercontinental source-receptor relationships for ozone pollution, *J. Geophys. Res.*, 114, D04301, doi:10.1029/2008JD010816, 2009.

- B5 Sanderson, M. G., F. J. Dentener, A. M. Fiore, C. Cuvelier, T. J. Keating, A. Zuber, C. S. Atherton, D. J. Bergmann, T. Diehl, R. M. Doherty, B. N. Duncan, P. Hess, L. W. Horowitz, D. J. Jacob, J.-E. Jonson, **J. W. Kaminski**, A. Lupu, I. A. Mackenzie, E. Mancini, E. Marmer, R. Park, G. Pitari, M. J. Prather, K. J. Pringle, S. Schroeder, M. G. Schultz, D. T. Shindell, S. Szopa, O. Wild, P. Wind, A multi-model study of the hemispheric transport and deposition of oxidised nitrogen, *Geophys. Res. Lett.*, 35, L17815, doi:10.1029/2008GL035389, 2008.
- B6 **Kaminski, J.W.**, L. Neary, J. Struzewska, J.C. McConnell, A. Lupu, J. Jarosz, K. Toyota, S.L. Gong, X. Liu, K. Chance, and A. Richter, GEM-AQ, an on-line global multiscale chemical weather modelling system: model description and evaluation of gas phase chemistry processes. *Atmos. Chem. Phys.*, 8, 3255-3281, 2008.
- B7 Struzewska, J. and **Kaminski, J.W.**: Formation and transport of photooxidants over Europe during the July 2006 heat wave - observations and GEM-AQ model simulations, *Atmos. Chem. Phys.*, 8, 721-736, 2008.
- B8 Gong, S. L., Huang, P., Zhao, T. L., Sahsuvar, L., Barrie, L. A., **Kaminski, J. W.**, Li, Y. F., and Niu, T.: GEM/POPs: a global 3-D dynamic model for semi-volatile persistent organic pollutants – Part 1: Model description and evaluations of air concentrations, *Atmos. Chem. Phys.*, 7, 4001-4013, 2007.
- B9 O'Neill, N. T., M. Campanelli, A. Lupu, S. Thulasiraman, J. S. Reid, M. Aube, L. Neary, **J.W. Kaminski**, J.C. McConnell, Optical evaluation of the GEM-AQ air quality model during the Quebec smoke event of 2002: performance criteria for extensive and intensive optical variables, *Atmos. Environ.*, 40, 3737-3749, 2006.
- B10 Llewellyn, E. J., N.D. Lloyd, D.A. Degenstein, R.L. Gattinger, S.V. Petelina, A.E. Bourassa, J.T. Wiensz, E.V. Ivanov, I.C. McDade, B.H. Solheim, J.C. McConnell, C.S. Haley, C. von Savigny, C.E. Sioris, C.A. McLinden, E. Griffioen, **J.W. Kaminski**, W.F.J. Evans, E. Puckrin, K. Strong, V. Wehrle, R.H. Hum, D.J.W. Kendall, J. Matsushita, D.P. Murtagh, S. Brohede, J. Stegman, G. Witt, G. Barnes, W.F. Payne, L. Pich, K. Smith, G. Warshaw, D.-L. Deslauniers, P. Marchand, E.H. Richardson, R.A. King, I. Wevers, W. McCreath, E. Kyrl, L. Oikarinen, G.W. Leppelmeier, H. Auvinen, G. Mgie, A. Hauchecorne, F. Lefvre, J. de La Ne, P. Ricaud, U. Frisk, F. Sjoberg, F. von Schele, L. Nordh, The OSIRIS instrument on the Odin Spacecraft, *Can. J. Phys.*, 82, 411-422, 2004.
- B11 Yang, R.J., A.G. Xia, D.V. Michelangeli, D.A. Plummer, L. Neary, **J.W. Kaminski**, J.C. McConnell, Evaluating a Canadian regional air quality model using ground-based observations in north-eastern Canada and United States, *J. Environ. Monit.*, 40-46, 2003.
- B12 **Kaminski, J.W.**, D.A. Plummer, L. Neary, J.C. McConnell, J. Struzewska and L. Lobocki, First application of MC2-AQ to multiscale air quality modelling over Europe, *Physics and Chemistry of the Earth*, 27, 1517-1524, 2002.
- B13 Plummer, D.A., J.C. McConnell, L. Neary, **J.W. Kaminski**, R. Benoit, J. Drummond, J. Narayan, V. Young and D.R. Hastie, Assessment of emissions data for the Toronto region using aircraft-based measurements and an air quality model, *Atmospheric Environment*, 35, 6453-6463, 2001.
- B14 **Kaminski, J.W.**, J.C. McConnell, P. Gauthier, G. Brunet, S. Pellerin, Tropospheric chemical modelling and MOPITT data assimilation, *Proceedings of the Quadrennial Ozone Symposium, Sapporo 2000*, 3-8 July, pp 459-460, (pub. NASDA), 2000.

- B15 **Kaminski, J.W.**, J.C. McConnell, P. Gauthier, G. Brunet, S. Pellerin, Stratospheric chemical modelling and data assimilation of ODIN measurements, Proceedings of the Quadrennial Ozone Symposium, Sapporo 2000, 3-8 July, pp 461-462, (pub. NASDA), 2000.
- B16 **Kaminski, J.W.**, J.C. McConnell, G. Brunet, P. Gautier and S. Pellerin, Assimilation of ODIN ozone data in the CMC weather forecast model with chemistry: preliminary results, SODA Workshop on Chemical Data Assimilation Proceedings, KNMI, de Bilt, 9-10 December, 1998, pp37-42, KNMI pub series, 188, 1999.
- B17 **Kaminski, J.W.**, J.C. McConnell and B.A. Boville, A three-dimensional chemical transport model of the stratosphere: Midlatitude results, J. Geophys. Res., 101, 28,731-28,751, 1996.

3.2. Modelowanie chemii stratosfery i zastosowania na potrzeby projektowania instrumentów teledetekcyjnych

Doświadczenia zdobyte w trakcie prac w ramach MAQNet nad GEM-AQ pozwoliły na zbudowanie nowego modelu chemii stratosfery GEM-Strato-Chemistry. Model ten jest wykorzystywany do prowadzenia badań nad procesami wymiany między górną troposferą, a dolną stratosferą (Upper Troposphere Lower Stratosphere - UTLS), a w szczególności do symulacji i analizy obserwacji wykonanych w czasie projektu START08. Prace te realizowane są we współpracy z NCAR. Obecnie pracuję nad połączeniem GEM-AQ i GEM-Strato-Chemistry (proponowana nazwa modelu – GEM-AC). Będzie to jeden z pierwszych modeli, w których połączony zostanie opis procesów chemicznych w troposferze i stratosferze. Prototyp GEM-AC jest wykorzystywany w projekcie PREMIER, finansowanym przez Europejską Agencję Kosmiczną ESA, mającym na celu zaprojektowanie instrumentów do pomiarów związków chemicznych w troposferze i stratosferze z pokładu platformy satelitarnej [C1, C2, C4, C5]. Podobnie, w projekcie PHEMOS model ten jest używany do zaprojektowania instrumentów na satelicie PCW (Polar Communicatio and Weather). Będą to pierwsze obserwacje meteorologiczne i chemiczne wykonane z silnie wydłużonej orbity eliptycznej (Highly Elliptical Orbit – HEO) [C3, C6, C7, C8, C9].

Bibliografia - wybrane publikacje i prezentacje konferencyjne

- C1 Glatthor, N., M. Höpfner, K. Semeniuk, A. Lupu, P. I. Palmer, J. C. McConnell, **J. W. Kaminski**, T. von Clarmann, G. P. Stiller, B. Funke, S. Kellmann, A. Linden, and A. Wiegler, The Australian bush fires of February 2009: MIPAS observations and GEM-AQ model results, submitted to ACPD, April 2012.
- C2 Heilliette, S., Rochon; Y., Garand; Y. and **Kaminski, J.W.**, Assimilation of infrared radiances in the context of Observing System Simulation Experiments, submitted to Journal of Applied Meteorology and Climatology, May 2012.
- C3 McConnell, J., T. McElroy, N. O'Neill, R. Nassar, H. Buijs, P. Rahnama, K. A. Walker, R. V. Martin, C. Sioris, L. Garand, A. Trichtchenko, M. Bergeron, B. Solheim, K. Semeniuk, Y. Chen, A. Lupu, I. McDade, J. Shan, W. Evans, D. Jones, K. Strong, P.

- Fogal, J. Drummond, T. Duck, A. Royer, A. Hakami, D. Degenstein, A. Bourassa, P. Bernath, C. Boone, Y. Rochon, C. McLinden, R. Menard, D. Turner, **J. Kaminski**, V.-H. Peuch, J. Tamminen, K. Chance, C. Clerbaux, B. Kerridge, L. Moreau, S. Lantagne, M. Roux, PCW/PHEMOS-WCA: Quasi-geostationary viewing of the Arctic and environs for Weather, Climate and Air quality, ESA ATMOS-2012, Bruges, 18-22nd June, 2012 (Poster).
- C4 van Weele, M., J. Williams, P. van Velthoven, J. McConnell, **J. Kaminski**, A. Lupu, M. Chipperfield, P. Palmer, Paul, B. Kerridge, Brian, Model evaluations of methane variability in the upper troposphere and lower stratosphere, ESA ATMOS-2012, Bruges, 18-22nd June, 2012.
- C5 Kerridge, B, R. Siddans, A. Waterfall, B. Latter, G. Miles, J. Reburn, J. Orphal, N. Glatthor, F. Friedl-Vallon, A. Kleinert, L. Hoffman, P. Preusse, D. Murtagh, J. Urban, A. Dudhia, M. van Weele, J. McConnell, **J. Kaminski**, A. Lupu, K. Semeniuk, J. Langen, M. Riese, P. Eriksson, A. Murk, M. Whale, S. Glossow, M. Hegglin, V.-H. Peuch, P. Forster, P. Palmer, R. Hogan, Robin, P.-F. Pierre-Francois, P. Bernath, J.-M. Flaud, PREMIER - Earth Explorer 7 Candidate Mission, ESA ATMOS-2012, Bruges, 18-22nd June, 2012.
- C6 McConnell, J. C., **J. W. Kaminski**, A. Lupu, K. Semeniuk, Biomass burning and lightning sources of emissions from ACE-FTS, OSIRIS, and MOPITT using GEM-AQ in high resolution mode, Joint ACE/OSIRIS Science Team meeting, Environment Canada, Toronto, 25-27 October, 2010.
- C7 Al Mamun, A., **J. W. Kaminski**, J. C. McConnell, Stratospheric water and temperature from GEM, ACE and MLS, Joint ACE/OSIRIS Science Team meeting, Environment Canada, Toronto, 25-27 October, 2010
- C8 Rinsland, C. P., C. D. Boone, P. F. Bernath, E. Mahieu, R. Zander, G. Dufour, C. Clerbaux, . S. Turquety, L. Chiou, J. C. McConnell, L. Neary, and **J. W. Kaminski**, First space-based observations of formic acid (HCOOH): Atmospheric Chemistry Experiment Austral spring 2004 and 2005 southern hemisphere tropical-mid-latitude upper troposphere measurements, Geophys. Res. Lett., 33, L23804, doi:10.1029/2006 GL027128, 2006.
- C9 Strong, K., G. Bailak, D. Barton, M. R. Bassford, R. D. Blatherwick, S. Brown, D. Chartrand, J. Davies, J. R. Drummond, J. R. Fogel, E. Forsberg, R. Hall, A. Jofre, **J. W. Kaminski**, J. Kusters, C. Laurin, J. C. McConnell, C. T. McElroy, C. A. McLinden, S. M. L. Melo. K. Menzies, C. Midwinter, F. J. Murcray, C. Nowlan, R. J. Olson, B. M. Quine, Y. Rochon, V. Savastiouk, B. Solheim, D. Sommerfeldt, A. Ullberg, S. Wechohlad, H. Wu and D. Wunch, MANTRA - A balloon mission to study the odd-nitrogen budget of the stratosphere, Atmosphere-Ocean, 43, 283 – 299, 2005.

3.3. Modelowanie klimatu

Na gruncie doświadczeń MAQNet oraz prac prowadzonych na UQAM (Université du Québec à Montréal) i w RPN (Recherche en prévision numérique, Environment Canada), model chemii troposfery i stratosfery został zintegrowany z wersją modelu GEM, używaną do symulacji klimatu (GEM-Climate).

3.3.1. Wpływ składu chemicznego atmosfery na zmiany klimatu

W ramach projektu finansowanego przez CFCAS oraz Ontario Ministry of Environment, model GEM-Climate-AC jest wykorzystywany do symulacji klimatu dla roku 2050 w skali globalnej, kontynentalnej i regionalnej dla prowincji Ontario [D1, D2]. Jest to jedna z pierwszych tego rodzaju symulacji kaskadowych na świecie wykonana w sposób spójny, a jej wyniki będą użyte w piątej ocenie Międzyrządowego Panelu d/s Zmian Klimatycznych (IPCC AR5). Związane na potrzeby projektu konsorcjum uniwersytetów i placówek rządowych, ma stanowić pierwszy etap organizacji instytutu badawczego prowadzącego prace nad modelowaniem klimatu regionalnego.

W roku 2011 Zespół Meteorologii KOiKŚ PW uzyskał finansowanie Narodowego centrum nauki na realizację grantu nt „Wpływ zmian klimatu na jakość i zanieczyszczenie powietrza w Europie Środkowej”. Wyniki prac przyczynią się do lepszego zrozumienia złożonych powiązań pomiędzy składem chemicznym atmosfery a zmianami klimatu w skali regionalnej. Model GEM-Climate-AC zostanie skonfigurowany nad obszarem Europy Środkowej w rozdzielczości ok. 15 km. Symulacja bieżącego klimatu obejmować będzie okres 2001-2010. Planowane jest też wykorzystanie pomiarów satelitarnych zanieczyszczeń powietrza. Obliczenia dla scenariusza przyszłego klimatu wykonane będą dla okresu 2041-2050.

Bibliografia - wybrane publikacje i prezentacje konferencyjne

- D1 **Kaminski, J. W.**, A. Lupu, L. Neary, K. Semeniuk, K. Toyota, J. McLarty, A. Mamun, J. Struzewska, F. Daerden, J. C. McConnell, GEM-AC suite of models for Air quality, climate and process studies – update, ACE Science Team Meeting, 28-30th October, Waterloo, 2009.
- D2 McConnell, J. C., A. Lupu, L. Neary, **J. W. Kaminski**, K. Toyota, K. Semeniuk. Climate and regional air quality impacts on Canadian and Ontarian scales using GEM-AQ and GEM-AQ/LAM (oral). CMOS 2009 Halifax.

3.3.2. Modelowanie klimatu i chemii atmosfery w Arktyce

Troposfera nad Arktyką odgrywa istotną rolę w kształtowaniu globalnego bilansu energii i dynamiki atmosfery. Zachodzące w atmosferze nad Arktyką reakcje chemiczne są uwarunkowane zarówno sytuacjami meteorologicznymi w rejonie Oceanu Arktycznego, jak też transportem zanieczyszczeń gazowych i pyłowych znad otaczających Arktykę kontynentów. Wpływ transportu transkontynentalnego na jakość powietrza w tym rejonie jest szczególnie znacząca w okresie zimy i wiosny. Zjawisko smogu arktycznego zostało po raz pierwszy zaobserwowane w latach 50-tych ubiegłego stulecia, a badania nad toksycznością powietrza prowadzone są od lat 80-tych XXw.

Wyjaśnienie zachodzących w Arktyce niekorzystnych zjawisk związanych z jakością powietrza wymaga ustalenia związków przyczynowo skutkowych pomiędzy emisją w obszarach źródłowych leżących na obrzeżach Arktyki, a obserwowaną w tym regionie zmiennością stężeń zanieczyszczeń [E4 do E7]. W szczególności wymaga to ustalenia trajektorii transportu międzykontynentalnego zanieczyszczeń nad Arktykę, wyznaczonych przy użyciu modeli numerycznych - moje badania na ten temat są przedstawione w [E2, E3].

Istotnym aspektem jest też prognozowanie zmian klimatu Arktyki. Aktualne scenariusze przewidują, że do roku 2040 Ocean Arktyczny będzie wolny od pokrywy lodowej. W celu lepszego zrozumienia zachodzących w Arktyce zjawisk, które są wynikiem zmian klimatu konieczne jest zastosowanie zintegrowanych modeli chemii i klimatu takich jak GEM-Climate-AC.

Obecnie, konsorcjum kordynowane przez Uniwersytet York opracowuje system obserwacji Arktyki, który będzie działał w oparciu o instrumenty satelitarne na orbicie quasi-geostacjonarnej [E1]. W pracach nad instrumentem wykorzystany jest model GEM-AQ.

Bibliografia - wybrane publikacje i prezentacje konferencyjne

- E1 McConnell, J., T. McElroy, N. O'Neill, R. Nassar, H. Buijs, P. Rahnema, K. A. Walker, R. V. Martin, C. Sioris, L. Garand, A. Trichtchenko, M. Bergeron, B. Solheim, K. Semeniuk, Y. Chen, A. Lupu, I. McDade, J. Shan, W. Evans, D. Jones, K. Strong, P. Fogal, J. Drummond, T. Duck, A. Royer, A. Hakami, D. Degenstein, A. Bourassa, P. Bernath, C. Boone, Y. Rochon, C. McLinden, R. Menard, D. Turner, **J. Kaminski**, V.-H. Peuch, J. Tamminen, K. Chance, C. Clerbaux, B. Kerridge, L. Moreau, S. Lantagne, M. Roux, PCW/PHEMOS-WCA: Quas-geostationary i viewing of the Arctic and environs for Weather, Climate and Air quality, ESA ATMOS-2012, Bruges, 18-22nd June, 2012.
- E2 Toyota, K., McConnell, J. C., Lupu, A., Neary, L., McLinden, C. A., Richter, A., Kwok, R., Semeniuk, K., **Kaminski, J. W.**, Gong, S.-L., Jarosz, J., Chipperfield, M. P., and Sioris, C. E.: Analysis of reactive bromine production and ozone depletion in the Arctic boundary layer using 3-D simulations with GEM-AQ: inference from synoptic-scale patterns, *Atmos. Chem. Phys.*, 11, 3949-3979, doi:10.5194/acp-11-3949-2011, 2011.
- E3 Toyota, K., J. C. McConnell, A. Lupu, L. Neary, C. A. McLinden, A. Richter, R. Kwok, K. Semeniuk, **J. W. Kaminski**, S.-L. Gong, J. Jarosz, M.P. Chipperfield, and C. E. Sioris, Supplement to "Analysis of reactive bromine production and ozone depletion in the Arctic boundary layer using 3-D simulations with GEM-AQ: inference from synoptic-scale patterns", *Atmos. Chem. Phys.*, 1-11, 2011.
- E4 Lupu, A., N. T. O'Neill, **J. W. Kaminski**, K. Semeniuk, and J. C. McConnell, Transport of biomass burning emissions into the Arctic in April 2008: GEM-AQ simulation and comparison with aircraft observations from the ARCTAS and ARCPAC campaigns, poster, EGU, April, Vienna, 2011.
- E5 Shindell, D. T., H. Teich, M. Chin, F. Dentener, R. M. Doherty, G. Faluvegi, A. M. Fiore, P. Hess, I. A. MacKenzie, M. G. Sanderson, M. G. Schultz, M. Schulz, D. S. Stevenson, C. Textor, O. Wild, D. J. Bergmann, H. Bian, C. Cuvelier, B. N. Duncan, G. Folberth, L. W. Horowitz, J. Jonson, **J. W. Kaminski**, E. Marmer, R. Park, K. J. Pringle, S. Schroeder, S. Szopa, T. Takemura, G. Zeng, T. J. Keating, and A. Zuber, A multi-model assessment of pollution transport to the Arctic, *Atmos. Chem. Phys.* 8, 5353-5372, 2008.
- E6 Donovan, D.P., H. Fast, Y. Makimo, J.C. Bird, A.I. Carswell, J. Davies, T. J. Duck, **J.W. Kaminski**, C.T. McElroy, R.L. Mittermeier, S. R. Pal, V. Savastouk and J.A. Whiteway,

Ozone, column ClO, and PSC measurements made at the NDSC Eureka observatory (80°N, 86°W) during the spring of 1997, *Geophys. Res. Letts.*, 24, 2709-2712, 1997.

- E7 Donovan D.P., J.C. Bird, J.A. Whiteway, T.J. Duck, S.R. Pal, A.I. Carswell, J.W. Sandilands and **J.W. Kaminski**, Ozone and aerosol observed by Lidar in the Canadian Arctic during the winter of 1995/96, *Geophys. Res. Letts.*, 23, 3317-3320, 1996.

3.3.3. Modelowanie wymiany między troposferą a stratosferą

Potrzeba badań obszaru wymiany między troposferą a stratosferą (UTLS- upper troposphere lower stratosphere) z wykorzystaniem pomiarów teledetekcyjnych i modelowania wynika z faktu, że obszar ten jest szczególnie wrażliwy na zachodzące w atmosferze procesy, wywołane zmianami klimatycznymi. Wysokość górnej granicy warstwy tropikalnej tropopauzy, która stanowi główny obszar wciągania masy z troposfery do stratosfery, jest uzależniona od składu chemicznego i związanego z nim bilansu termicznego. Od tej charakterystyki uzależniona jest efektywność transportu pary wodnej do wyższych warstw atmosfery, a w konsekwencji rozkład temperatury i chemia ozonu w strefach polarnych w stratosferze, co z kolei kształtuje dynamikę i strukturę UTLS.

W średnich i wyższych szerokościach geograficznych, wymiana pomiędzy stratosferą i troposferą stanowi istotny mechanizm transportu ozonu do troposfery. Jednym z procesów które mogą niekorzystnie zmienić aktualnie strukturę UTLS jest wzrost emisji związanych z transportem lotniczym i uwalnianie do strefy UTLS związków takich jak NO_x, CO, SO₂ i pary wodnej [F1, F2, F3].

Kierowana przeze mnie grupa badawcza na Uniwersytecie York prowadzi prace nad modelowaniem rejonu UTLS finansowane ze środków CFCAS i CSA. Aktualnie biorę udział w federalnym programie prowadzonym przez USA we współpracy z Niemcami, Francją, Włochami i Kanadą, którego celem jest zbadanie związków pomiędzy rozwojem sektora transportu lotniczego i zmianami klimatu.

Bibliografia - wybrane publikacje i prezentacje konferencyjne

- F1 Brasseur, Guy, Lead Coordinating author, A Report on the Way Forward Based on the Review of Research Gaps and Priorities, Chapter IV Chemistry and Transport Processes in the Upper Troposphere and Lower Stratosphere, Principal Authors: J. McConnell, D. Toohey, Coordinating Authors: I. Isaksen, J. Rodriguez, Lead Authors: L. Avallone, W. Evans, **J. Kaminski**, A. Lupu, L. Neary, M. Ross, K. Semeniuk, K. Toyota, Aviation and climate change initiative (ACCRI), August, 2008.
http://www.faa.gov/about/office_org/headquarters_offices/aep/aviation_climate/
- F2 McConnell, J. C., W. Evans, **J. Kaminski**, A. Lupu, L. Neary, K. Semeniuk, K. Toyota, UT/LS chemistry and transport, Subject specific white paper (SSWP) for ACCRI, FAA, January, 2008.
- F3 Kerridge, B, R. Siddans, A. Waterfall, B. Latter, G. Miles, J. Reburn, J. Orphal, N. Glatthor, F. Friedl-Vallon, A. Kleinert, L. Hoffman, P. Preusse, D. Murtagh, J. Urban, A. Dudhia, M. van Weele, J. McConnell, **J. Kaminski**, A. Lupu, K. Semeniuk, J. Langen, M. Riese, P. Eriksson, A. Murk, M. Whale, S. Glossow, M. Hegglin, V.-H. Peuch, P.

Forster, P. Palmer, R. Hogan, Robin, P.-F. Pierre-Francois, P. Bernath, J.-M. Flaud, PREMIER - Earth Explorer 7 Candidate Mission, ESA ATMOS-2012, Bruges, 18-22nd June, 2012.

3.4. Modelowanie atmosfer planetarnych

Prawie po 20 latach od mojej pierwszej pracy w zakresie modelowania atmosfery Uranu i interpretacji obserwacji uzyskanych przez instrumenty umieszczone na pokładzie satelity Voyager-2, przystąpiłem do modelowania atmosfery Marsa.

Moje doświadczenie w modelowaniu fizyki i chemii atmosfery umożliwiło mi współpracę z BIRA⁹ nad zastosowaniem modelu GEM do symulacji atmosfery Marsa. GEM-Mars został użyty do symulacji obserwacji z Viking I i Viking II (misje NASA w latach 1975-1982) oraz PHOENIX¹⁰ [G1] (2008, NASA oraz CSA). Model ten zostanie również użyty do symulacji atmosfery Marsa w celu ustalenia charakterystyk potrzebnych do zbudowania instrumentów MATMOS oraz NOMAD [G2] (jestem członkiem międzynarodowego zespołu badawczego budującego ten instrument), które będą służyć do pomiaru składu chemicznego atmosfery Marsa. Instrumenty te będą umieszczone na orbicie Marsa w ramach międzyplanetarnej misji Mars Trace Gas Orbiter przewidzianej na rok 2016. Model GEM-Mars jest rozwijany równolegle i niezależnie w BIRA oraz przeze mnie w zespole na Uniwersytecie York.

W pierwszej fazie projektu symulacje z GEM-Mars są używane do symulacji chemicznego składu atmosfery w celu stworzenia syntetycznych obserwacji, które dalej są użyte w eksperymentach asymilacji obserwacji (OSSE - Observing System Simulation Experiment). Asymilacja danych syntetycznych umożliwia ocenę przydatności obserwacji do ustalenia składu atmosfery. W następnej fazie, gdy zbudowane instrumenty będą na orbicie, model zostanie użyty do interpretacji pomiarów oraz do asymilacji danych [G3, G4, G5].

Kolejne zastosowania modelu GEM-Mars współpracującego z systemem asymilacji danych umożliwi przeprowadzenie prognozy stanu atmosfery w celu zaplanowania trajektorii hamowania i lądowania na powierzchni planety.

Bibliografia - wybrane publikacje i prezentacje konferencyjne

G1 Daerden, F, L. Neary, J. Whiteway, C. Dickinson, L. Komguem, J.C. McConnell, and **J. Kaminski**, Simulating the Phoenix Lander meteorological conditions with a Mars GCM, Geophysical Research Abstracts, 14, EGU2012-12628, 2012, EGU General Assembly, April, 2012.

G2 Daerden, F., A.C. Vandaele, J.J. Lopez-Moreno, R. Drummond, M. R. Patel, G. Bellucci, and **the NOMAD** team, Science objectives of the NOMAD spectrometer on ExoMars Trace Gas Orbiter, Division of Planetary Aeronomy, DPS, Nantes, October, 2011.

⁹ BIRA Belgisch Instituut voor Ruimte-Aëronomie – Belgian Institute for Space Aeronomy, (www.aeronomie.be, mars.aeronomie.be). Belgijski Instytut Aeronomii,

¹⁰ LIDAR jak i stacja meteorologiczna były zaprojektowane i zbudowane na York University.

- G3 Neary, L., F. Daerden, **J.W. Kaminski**, and J.C. McConnell (2010), Mars methane emission and transport scenarios using the GEM–Mars GCM, EGU General Assembly 2010, EGU2010-10390.
- G4 Neary, L., F. Daerden, **J.W. Kaminski**, J.C. McConnell, Modelling Mars Chemistry and Meteorology with the GEM-Mars GCM, EGU, Vienna, April, 2010.
- G5 Neary, L., F. Daerden, **J.W. Kaminski**, J.C. McConnell, A.-C. Vandaele, R. Drummond, Modelling Mars Chemistry and Meteorology with the GEM-Mars GCM, COSPAR, July, 2010.

4. OSIĄGNIĘCIA NAUKOWO-BADAWCZE BĘDĄCE WKŁADEM HABILITANTA DO ROZWOJU DZIEDZINY

Motywy przewodnim cyklu pięciu wybranych publikacji, wchodzących w skład przedstawionej rozprawy habilitacyjnej, jest budowa spójnego opisu przemian chemicznych i dynamicznych przebiegających w troposferze i stratosferze Ziemi. Na każdym etapie rozwoju poziom złożoności modelu uwzględniał aktualny stan wiedzy oraz był uwarunkowany możliwościami technicznymi w kontekście dostępnych pomiarów atmosferycznych oraz mocy obliczeniowej komputerów. Przeznaczeniem tworzonych przez mnie modeli są badania procesów w atmosferze pozwalające na poszerzenie wiedzy wyniesionej z pomiarów i modelowania a także na weryfikację hipotez naukowych poprzez porównanie z obserwacjami. Aktualna generacja modeli uwzględnia sprzężenia zwrotne pomiędzy składem chemicznym atmosfery a procesami fizycznymi, co umożliwi prowadzenie wiarygodnych symulacji dotyczących zmian klimatu. Obecnie modele są wykorzystywane w pracach z zakresu ochrony atmosfery w różnych skalach przestrzennych i czasowych oraz do wykonywania krótkoterminowej prognozy jakości powietrza. Zbudowane modele stanowią wkład naukowy do wiedzy o procesach atmosferycznych oraz doboru metod obliczeniowych.

Moje osiągnięcia naukowe podsumowuje cykl pięciu publikacji zatytułowany „Zintegrowane modele numeryczne jako narzędzie badawcze zmienności chemii i dynamiki atmosfery w ujęciu wieloskalowym”, w skład którego wchodzi następujące pozycje:

- H1 **Kaminski, J.W.**, J.C. McConnell and B.A. Boville, A three-dimensional chemical transport model of the stratosphere: Midlatitude results, *J. Geophys. Res.*, 101, 28,731-28,751, 1996.
- H2 **Kaminski, J.W.**, D.A. Plummer, L. Neary, J.C. McConnell, J. Struzewska and L. Loboeki, First application of MC2AQ to multiscale air quality modelling over Europe, *Physics and Chemistry of the Earth*, 27, 1517-1524, 2002.
- H3 **Kaminski, J.W.**, L. Neary, J. Struzewska, J.C. McConnell, A. Lupu, J. Jarosz, K. Toyota, S.L. Gong, X. Liu, K. Chance, and A. Richter, GEM-AQ, an on-line global multiscale chemical weather modelling system: model description and evaluation of gas phase chemistry processes. *Atmos. Chem. Phys.*, 8, 3255-3281, 2008.
- H4 Struzewska, J. and **Kaminski, J.W.**: Formation and transport of photooxidants over Europe during the July 2006 heat wave - observations and GEM-AQ model simulations, *Atmos. Chem. Phys.*, 8, 721-736, 2008.
- H5 Lupu, A., **J. W. Kaminski**, L. Neary, J. C. McConnell, K. Toyota, C. P. Rinsland, P. F. Bernath, K. A. Walker, C. D. Boone, Y. Nagahama, K. Suzuki, Hydrogen cyanide in the upper troposphere: GEM-AQ simulation and comparison with ACE-FTS observations, *Atmos. Chem. Phys.*, 9, 4301-4313, 2009.

Wszystkie prace są współautorskie. Wkład naukowy współautorów do powstania prac został opisany w załączniku numer 7.

Wybrane artykuły opisują wyniki badań nad budową i zastosowaniami modeli transportu i chemii stratosfery i troposfery. Cykl publikacji przedstawia opis komponentów modelu, charakterystyki otrzymanych wyników i metody oceny jakości otrzymanych wyników.

Poniżej zamieszczony został krótki opis artykułów przedstawiający wkład danej pracy w rozwój wiedzy o modelowaniu dynamiki i chemii atmosfery.

H1 Kaminski, J.W., J.C. McConnell and B.A. Boville, A three-dimensional chemical transport model of the stratosphere: Midlatitude results, *J. Geophys. Res.*, 101, 28,731-28,751, 1996.

Nowatorski wkład:

W momencie publikacji artykułu w roku 1996 istniało niewiele trójwymiarowych modeli chemii stratosfery. W pracy tej przedstawiono oryginalne rozwiązania, które zostały stworzone w toku badań i prac nad rozwojem modelu: metodę zachowania masy dla transportowanych grup/rodzin związków chemicznych oraz wstępne przeliczenie współczynników fotodysocjacji, są nadal używane w modelach stratosferycznych. Techniki i rezultaty wypracowane w trakcie tych badań były w późniejszym okresie wykorzystane w wielu publikacjach i rozprawach doktorskich. Był to pierwszy model tej klasy zbudowany i wykorzystywany w Kanadzie.

Podsumowanie:

Głównym celem badań zaprezentowanych w tej publikacji było zbudowanie zaawansowanego trójwymiarowego modelu transportu i chemii, który umożliwiłby realistyczne symulacje procesów stratosferycznych. W toku moich badań stworzyłem model złożony z modułu chemicznego, sparametryzowanych tablic współczynników fotodysocjacji oraz modułu transportu. Przeprowadzone symulacje poddałem ocenie sprawdzalności z wykorzystaniem obserwacji z instrumentów satelitarnych, dla substancji o długim czasie życia – takich, jak N_2O , CH_4 czy woda. Wyniki modelu wykazały dobrą zgodność z dostępnymi obserwacjami i rozkładami uzyskiwanymi z modeli dwuwymiarowych. Moduł chemiczny zawierał opis 34 reakcji chemicznych i 15 reakcji fotochemicznych zachodzących pomiędzy 21 związkami istotnymi ze względu na kierunki przemian chemicznych w stratosferze. Transport substancji był modelowany z wykorzystaniem spektralnego schematu adwekcji dla 9 pól, z uwzględnieniem trzech grup związków O_x , ClO_x and NO_x .

H2 Kaminski, J.W., D.A. Plummer, L. Neary, J.C. McConnell, J. Struzewska and L. Loboeki, First application of MC2AQ to multiscale air quality modelling over Europe, *Physics and Chemistry of the Earth*, 27, 1517-1524, 2002.

Nowatorski wkład:

W momencie stworzenia modelu fotochemicznego MC2-AQ, jego koncepcja i budowa, oparta na architekturze nazwanej później „on-line” (w których moduły chemiczne były wbudowane jako dodatkowy element tradycyjnie rozumianego modelu meteorologicznego), stanowiły nowość. Pierwsze eksperymenty, ocena sprawdzalności i zastosowania modelu MC2-AQ były przeprowadzone w obszarach obliczeniowych zlokalizowanych nad Ameryką Północną. Przedmiotowa publikacja przedstawia zastosowanie modelu w skali regionalnej nad kontynentem europejskim, w unikalnej w owym czasie konfiguracji kaskadowej (samozagnieźdzenia). Na podstawie symulacji numerycznych prześledzono rolę warunków synoptycznych w kształtowaniu się i przebiegu epizodów ozonowych. W specyficznych warunkach meteorologicznych zjawisko smogu ozonowego obejmuje rozległe obszary Europy, a wysokie stężenia ozonu występują nie tylko w lokalizacjach związanych z obecnością źródeł emisji, ale także w strefach pozamiejskich.

Podsumowanie:

Model MC2-AQ jest trójwymiarowym modelem fotochemicznym typu „on-line”, stworzonym dla celów badawczych w zakresie jakości powietrza w skali od regionalnej do miejskiej. W ramach przedstawionej pracy, model został zaadaptowany dla kontynentu europejskiego. Koncepcja systemu bazuje na niehydrostatycznym modelu meteorologicznym MC2 (Canadian Mesoscale Compressible Community Model) stworzonym do w kanadyjskim instytucie RPN. Do tego modelu wbudowane zostały moduły opisujące przemiany chemiczne, emisje biogenne i antropogenne oraz procesy depozycji. Transport związków chemicznych jest realizowany na tej samej siatce jak dla pól meteorologicznych z wykorzystaniem tych samych schematów adwekcji, konwekcji i dyfuzji. Model ma możliwość przeprowadzania obliczeń w trybie kaskadowym. W omawianej publikacji przedstawione zostało studium modelowe rozwoju epizodu ozonowego w okresie 18-26 czerwca 2000 r, który swoim zasięgiem objął Europę Środkową. Akumulacja prekursorów ozonu w warunkach słabego wiatru i wysokiej temperatury były kluczowa dla zainicjowania epizodu na tak dużą skalę. Dalszy rozwój tego przypadku oraz rozszerzanie się strefy objętej wysokimi stężeniami ozonu było sterowane sytuacją synoptyczną i charakterem systemów frontowych. Front stacjonarny stowarzyszony z układem niskiego ciśnienia nad Ukrainą blokował transport zanieczyszczonej masy powietrza w kierunku wschodnim. Epizod zakończył się przejściem frontu chłodnego i napływem relatywnie czystego powietrza znad Atlantyku. Model prawidłowo odtworzył ogólne charakterystyki epizodu fotochemicznego (rozwój, czas trwania, zakończenie).

H3 Kaminski, J.W., L. Neary, J. Struzewska, J.C. McConnell, A. Lupu, J. Jarosz, K. Toyota, S.L. Gong, X. Liu, K. Chance, and A. Richter, GEM-AQ, an on-line global multiscale chemical weather modelling system: model description and evaluation of gas phase chemistry processes. *Atmos. Chem. Phys.*, 8, 3255-3281, 2008.

Nowatorski wkład:

Publikacja ta, będąca podstawową referencją dla modelu GEM-AQ, stanowi podsumowanie osiągnięć projektu MAQNet. Zbudowany w ramach tego projektu model wnosi nową jakość w zakresie modelowania chemii troposfery. Jakkolwiek technika modelowania on-line jest obecnie stosowana coraz częściej, wyjątkowość modelu GEM-AQ wynika z jego uniwersalności w odniesieniu do problemów w różnych skalach przestrzennych - od globalnej klimatologii rozkładu substancji chemicznych, poprzez problemy transportu zanieczyszczeń w skali regionalnej aż po epizody jakości powietrza w skali lokalnej. Do chwili obecnej, jest to jedyny wieloskalowy model wykorzystywany w takim trybie (samozagieżdżania) operacyjnie do wykonywania prognozy meteorologicznej i jakości powietrza.

Podsumowanie:

W toku prac do globalnego operacyjnego modelu prognozy pogody GEM (Global Environmental Multiscale Model) zaimplementowano on-line moduły chemiczne opisujące chemię tła troposfery oraz procesy związane z kształtowaniem jakości powietrza w zanieczyszczonej troposferze. Utworzony w ten sposób model GEM-AQ może być wykorzystywany jako narzędzie obliczeniowe w rozmaitych zastosowaniach oraz w szerokim zakresie skal przestrzennych – od globalnej po mezo-gamma. Mechanizm chemiczny opisuje 50 związków, 116 reakcji chemicznych i 19 fotochemicznych. Ponadto model wyposażony jest w moduł aerozolowy opisujący 5 typów aerozolu, sklasyfikowanych ze względu na skład chemiczny, w 12 frakcjach wielkości cząstek. Transport adwekcyjny substancji gazowych i aerozolowych realizowany jest z wykorzystaniem efektywnego schematu semi-Lagrangowskiego, identycznego z wykorzystywanym dla parametrów meteorologicznych. Transport pionowy uwzględnia parametryzowaną turbulencję podsiatkową oraz głęboką konwekcję. Efekty suchej depozycji są traktowane jako zmienne w czasie i przestrzeni warunki brzegowe równania dyfuzji. Mokra depozycja dla związków w fazie gazowej jest uproszczona i ograniczona do procesu wymywania opadem. Dane emisyjne bazują na średniorocznych strumieniach emisji ze źródeł antropogenicznych i średniomiesięcznych wartościach emisji biogenych z powierzchni oceanu i gleb. Uwzględnione są również klimatologiczne emisje z płonącej biomasy oraz emisje NO_x powstające wskutek wyładowań atmosferycznych. Celem zbadania zdolności modelu do odtworzenia obserwowanej zmienności sezonowej oraz rozkładu przestrzennego substancji chemicznych w atmosferze, przeprowadzono 5-cio letnią symulację (2001-2005) w skali globalnej na siatce o rozdzielczości 1.5 stopnia. Wyniki modelu GEM-AQ zostały porównane z obserwacjami satelitarnymi z instrumentów GOME, SCIAMACHY i MOPITT, sondażami ozonowymi z eksperymentu SHADOZ oraz profilami klimatologicznymi opracowanymi przez Logan (1999), a także pomiarami naziemnymi oraz pomiarami lotniczymi z eksperymentu TRACE-A. Wykazano ogólną dobrą zgodność modelu z obserwacjami w dolnej i środkowej części troposfery.

Rozkłady modelowanych stężenia ozonu poprawnie odtwarzały obserwowaną zmienność, za wyjątkiem obszarów nad oceanami w strefie tropikalnej. Porównanie wyników modelu dla

tlenku węgla i dwutlenku azotu z obserwacjami satelitarnymi wskazuje na potrzebę użycia dokładniejszych danych dotyczących emisji z płonącej biomasy. Zostało wykazane, że zbudowany model może mieć zastosowania w pracach badawczych związanych z jakością powietrza jak i chemią troposfery.

H4 Struzewska, J. and **Kaminski, J.W.**: Formation and transport of photooxidants over Europe during the July 2006 heat wave - observations and GEM-AQ model simulations, *Atmos. Chem. Phys.*, 8, 721-736, 2008.

Nowatorski wkład:

Model GEM-AQ został zastosowany do ustalenia genezy fali upałów nad Europą Środkową w okresie pierwszych dwóch tygodni lipca 2006, a także do oceny wpływu wysokich temperatur, które wówczas wystąpiły - na zanieczyszczenie fotochemiczne w tym regionie. Problem ten jest istotny, ponieważ prognozy zmian klimatu regionalnego dla Europy Środkowej wskazują na prawdopodobne zwiększenie się częstości występowania zjawisk ekstremalnych, w tym między innymi fal upałów. Jednocześnie, podwyższone stężenia ozonu powodują wzrost zachorowalności na choroby układu oddechowego, nasilenie przebiegu tych chorób i udokumentowany wzrost śmiertelności. Ocena wpływu fal upałów na zanieczyszczenie fotochemiczne jest zatem konieczna, jako element analizy potencjalnych skutków zmian klimatu. Omawiana praca stanowiła również pierwsze zastosowanie tak złożonego systemu modelowania jakości powietrza w warunkach fali upałów w Europie. Wyniki pracy stanowiły motywację dla wyboru okresu porównawczego w ramach międzynarodowego projektu AQMEII, obejmującego 23 zespoły badawcze.

Podsumowanie:

Fala upałów, która wystąpiła w Europie Środkowej i północno-wschodniej w pierwszej połowie lipca 2006 r., powstała w wyniku adwekcji suchych i gorących mas powietrza zwrotnikowego znad obszaru północnej Afryki. Masa powietrza napływała wzdłuż zachodniego brzegu rozległego układu wyżowego z centrum nad Europą Wschodnią. Studium rozwoju sytuacji synoptycznej w trakcie fali upałów oraz formowania się i transportu zanieczyszczeń fotochemicznych, przeprowadzono na podstawie wyników symulacji modelem GEM-AQ. Obliczenia wykonano na siatce o zmiennej rozdzielczości, z krokiem przestrzennym ~15km nad całym kontynentem europejskim i Północnym Atlantykiem. Wyniki modelowania porównano z pomiarami naziemnymi oraz sondażami pionowymi dla parametrów meteorologicznych oraz ozonu i tlenków azotu. Obliczone miary błędów modelu, jak również analiza zmienności serii czasowych dla wybranych parametrów wskazała na zadowalającą zgodność modelu z obserwacjami. Rozkład przestrzenny indeksów ekspozycji na wysokie stężenia ozonu: SOMO35 (efekty zdrowotne) i AOT40 (wpływ na roślinność) wykazuje podobieństwa z rozkładem wysokich temperatur. Strefa najwyższych stężeń ozonu rozciągała się wzdłuż trajektorii napływu gorącego podzwrotnikowego powietrza. W wyższych szerokościach geograficznych poziom stężeń ozonu był zmniejszony ze względu na rozcieńczanie i „starzenie się” mas powietrza transportowanych znad Europy Środkowej.

- H5** Lupu, A., **J. W. Kamiński**, L. Neary, J. C. McConnell, K. Toyota, C. P. Rinsland, P. F. Bernath, K. A. Walker, C. D. Boone, Y. Nagahama, K. Suzuki, Hydrogen cyanide in the upper troposphere: GEM-AQ simulation and comparison with ACE-FTS observations, Atmos. Chem. Phys., 9, 4301-4313, 2009.

Nowatorski wkład:

Publikacja ta jest przykładem jednego z wielu unikalnych zastosowań modelu GEM-AQ do interpretacji obserwowanej zmienności związków chemicznych w atmosferze. Wysokiej jakości dane pomiarowe posłużyły do oceny sprawdzalności modelu. Prace dotyczyły pionierskich analiz rozkładu przestrzennego i zmienności czasowej cyjanowodoru (HCN). Porównano 3-letnią serię pomiarów w górnej troposferze prowadzonych za pomocą instrumentu ACE-FTS (Atmospheric Chemistry Experiment Fourier transform spectrometer) na pokładzie kanadyjskiego satelity SCISAT-1 z wynikami symulacji modelem GEM-AQ.

Podsumowanie:

Cyjanowódor (HCN) jest substancją występującą w atmosferze w niewielkich stężeniach. Źródłem HCN w atmosferze jest przede wszystkim płonąca biomasa. W troposferze spadek stężenia tego związku związany jest z depozycją na powierzchni oceanów, przypuszczalnie wskutek procesów biologicznych poprzez reakcję z rodnikiem hydroksylowym. Biorąc pod uwagę relatywnie proste zależności chemiczne oraz długi czas życia (wynoszący w troposferze kilka miesięcy), cyjanowódor jest traktowany jako substancja wskaźnikowa dla oszacowania ilości płonącej biomasy. W publikacji wykazano, że wyniki 3-letniej symulacji modelem GEM-AQ z wykorzystaniem emisji HCN z pożarów biomasy są zgodne z obserwacjami w górnej troposferze pochodzącymi z ACE-FTS, odniesieniu do wartości stężeń, ich rozkładu i sezonowości. Wyniki modelowania dobrze odwzorowują rozkład globalny cyjanowodoru w górnej troposferze, za wyjątkiem okresu letniego w średnich i wyższych szerokościach geograficznych na półkuli północnej, kiedy model wykazuje znaczące niedoszacowanie oraz w tropikach w okresie zimy i wiosny, gdzie ma miejsce przeszacowanie zawartości HCN. Analiza wyników modelu pozwoliła na wytłumaczenie obserwowanej zmienności stężeń cyjanowodoru w górnej troposferze, z uwzględnieniem zmienności międzyrocznej.

Jacek Wojciech Kamiński

