

Dr Danuta Szumińska

Uniwersytet Kazimierza Wielkiego

Wydział Kultury Fizycznej, Zdrowia i Turystyki

Instytut Geografii

Pl. Kościeleckich 8, 85-033 Bydgoszcz

AUTOREFERAT

Z opisem osiągnięcia naukowego
(w języku polskim)

1. Imię i nazwisko:

Danuta SZUMIŃSKA

2. Posiadane dyplomy, stopnie naukowe – z podaniem nazwy, miejsca i roku ich uzyskania oraz tytuł rozprawy doktorskiej:

a) stopień naukowy

- nazwa: **Doktor Nauk o Ziemi w Zakresie Geografii**
- miejsce uzyskania: **Uniwersytet Mikołaja Kopernika, Wydział Biologii i Nauk o Ziemi, Toruń**
- rok uzyskania stopnia naukowego: **2007 r.**
- temat:

„Naturalne i antropogeniczne uwarunkowania przebiegu wybranych procesów hydrologicznych w zlewni Wdy”

- Promotor w przewodzie doktorskim: **Prof. dr hab. Zygmunt Babiński**
- Recenzenci w przewodzie doktorskim: **Prof. dr hab. Andrzej Tadeusz Jankowski**
Dr hab. Ryszard Glazik, prof. UMK

b) tytuł zawodowy uzyskany w szkołach wyższych

- nazwa: **Magister Geografii (specjalność geografia fizyczna i paleogeografia czwartorzędu)**
- miejsce uzyskania: **Uniwersytet Mikołaja Kopernika, Wydział Biologii i Nauk o Ziemi, Toruń**
- rok uzyskania tytułu zawodowego: **1998 r.**
- temat:

„Przebieg procesów fluwialnych zarejestrowanych w osadach i formach dna doliny Drwęcy na wybranym odcinku poniżej Golubia-Dobrzynia”

- Promotor pracy magisterskiej: **Prof. dr hab. Leon Andrzejewski**

3. Informacje o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych:

- **1.10.2000 r. – 30.09.2007 r.** – pracownik naukowo-dydaktyczny na stanowisku asystenta w Instytucie Geografii na Wydziale Matematyki Techniki i Nauk Przyrodniczych Akademii Bydgoskiej (od roku 2005 na Wydziale Nauk Przyrodniczych Uniwersytetu Kazimierza Wielkiego w Bydgoszczy, zmiana wskutek reorganizacji uczelni).
- **1.10.2007 r. – do chwili obecnej** – pracownik naukowo-dydaktyczny na stanowisku adiunkta w Instytucie Geografii, w latach 2007-2011 na Wydziale Nauk Przyrodniczych, a od października 2011 roku na Wydziale Kultury Fizycznej, Zdrowia i Turystyki Uniwersytetu Kazimierza Wielkiego w Bydgoszczy.

4. Wskazanie osiągnięcia wynikającego 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. 2016 r. poz. 882 ze zm. W Dz. U, z 2016 r. poz. 1311):

a) Tytuł osiągnięcia naukowego:

*„CZYNNIKI DETERMINUJĄCE WARUNKI HYDROCHEMICZNE
WE WSPÓŁCZESNYCH STREFACH PERYGLACJALNYCH W KONTEKŚCIE
ZMIAN KLIMATU I ZRÓŻNICOWANEJ ANTROPOPRESJI”*

b) (autor/autorzy, tytuł/tytuły publikacji, rok wydania, nazwa wydawnictwa):

Osiągnięcie naukowe, będące przedmiotem postępowania habilitacyjnego składa się z dziewięciu oryginalnych anglojęzycznych publikacji naukowych:

- 7 publikacji w czasopismach naukowych posiadających współczynnik wpływu Impact Factor (IF), znajdujących się w bazie Journal Citation Reports (JCR) – część A wykazu MNiSW;
- 1 publikacja w czasopiśmie naukowym z części B wykazu MNiSW.

Parametry bibliometryczne osiągnięcia naukowego:

- Sumaryczny Impact Factor (zgodny z rokiem publikacji) = 25,559
- Sumaryczny Impact Factor (5-letni) = 28,726
- Sumaryczna punktacja (zgodna z rokiem publikacji) wg MNiSW = 278
- Liczba cytowań publikacji według bazy Web of Science (WoS) = 33

Publikacje wymienione zgodnie z obszarami badawczymi oraz chronologią ukazywania się prac:

MONGOLIA

- [1] **Szumińska D.**, 2016. Changes in surface area of the Böön Tsagaan and Orog lakes (Mongolia, Valley of the Lakes, 1974-2013) compared to climate and permafrost changes. *Sedimentary Geology* 340: 62-73.
IF 2016 = 2,373 ; IF 5-letni = 2,930 (Część A wykazu MNiSW – 35 punktów)
Mój udział procentowy: 100%
- [2] Szopińska M., **Szumińska D.**, Polkowska Ż., Machowiak K., Lehmann S., Chmiel S., 2016. The chemistry of river-lake systems in the context of permafrost occurrence (Mongolia, Valley of the Lakes). Part I. Analysis of ion and trace metal concentrations. *Sedimentary Geology* 340: 74-83.
IF 2016 = 2,373 ; IF 5-letni = 2,930 (Część A wykazu MNiSW – 35 punktów)
Mój udział procentowy: 40%
- [3] Szopińska M., Dymerski T., Polkowska Ż., **Szumińska D.**, Wolska L., 2016. The chemistry of river-lake systems in the context of permafrost occurrence (Mongolia, Valley of the Lakes) Part II. Spatial trends and possible sources of organic composition, *Sedimentary Geology* 340: 84-95.
IF 2016 = 2,373 ; IF 5-letni = 2,930 (Część A wykazu MNiSW – 35 punktów)
Mój udział procentowy: 30%

ANTARKTYKA

- [4] Szopińska M., **Szumińska D.**, Bialik R.J., Chmiel S., Plenzler J., Polkowska Ż., 2018. Impact of a newly-formed periglacial environment and other factors on fresh water chemistry at the western shore of Admiralty Bay in the summer of 2016 (King George Island, Maritime Antarctica). *Science of the Total Environment* 613-614: 619-634.
IF 2017 = 4,610 ; IF 5-letni = 4,984 (Część A wykazu MNiSW – 40 punktów)
Mój udział procentowy: 40%
- [5] Potapowicz J., **Szumińska D.**, Szopińska M., Polkowska Ż., 2019. The influence of global climate change on the environmental fate of anthropogenic pollution released from the permafrost. Part I. Case study of Antarctica, *Science of the Total Environment* 651: 1534–1548.
IF 2018 = 4,610 ; IF 5-letni = 4,984 (Część A wykazu MNiSW – 40 punktów)
Mój udział procentowy: 30%
- [6] **Szumińska D.**, Czapiewski S., Szopińska M., Polkowska Ż., 2018. Analysis of air mass back trajectories with present and historical volcanic activity and anthropogenic compounds to infer pollution sources in the South Shetland Islands (Antarctica). *Bulletin of Geography . Physical Geography Series* 15: 111-137.
IF - brak (Część B wykazu MNiSW – 13 punktów)
Mój udział procentowy: 70%

SPITSBERGEN

- [7] **Szumińska D.**, Szopińska M., Lehmann-Konera S., Franczak Ł., Kociuba W., Chmiel S., Kalinowski P., Polkowska Ż., 2018. Water chemistry of tundra lakes in the periglacial zone of the Bellsund Fiord (Svalbard) in the summer of 2013. *Science of the Total Environment* 624, 1669-1679.

IF 2017 = 4,610 ; IF 5-letni = 4,984 (Część A wykazu MNiSW – 40 punktów)

Mój udział procentowy: 45%

- [8] Lehmann-Konera S., Franczak Ł., Kociuba W., **Szumińska D.**, Chmiel S., Polkowska Ż., 2018. Comparison of hydrochemistry and organic compound transport in two non-glaciated high Arctic catchments with a permafrost regime (Bellsund Fjord, Spitsbergen). *Science of the Total Environment* 613-614: 1037-1047.

IF 2017 = 4,610 ; IF 5-letni = 4,984 (Część A wykazu MNiSW – 40 punktów)

Mój udział procentowy: 10%

- c) omówienie celu naukowego/artystycznego ww. pracy/prac i osiągniętych wyników wraz z omówieniem ich ewentualnego wykorzystania.

Wstęp i cel badań

Systemy hydrologiczne, występujące na styku geosfery i atmosfery, a także antroposfery, wykazują dużą wrażliwość na wszelkie zmiany środowiska przyrodniczego. Wiele aspektów związanych z procesami zachodzącymi w zlewniach wymaga systematycznych badań, ze względu na duże zróżnicowanie czynników oraz ich współwystępowanie i współoddziaływanie, tworzenie się sprzężeń zwrotnych, a także zróżnicowany: lokalny, regionalny i globalny charakter. Nowe możliwości badań, dotyczących interakcji środowiska wodnego i pozostałych elementów środowiska, wynikają z coraz większej dokładności obrazowania satelitarne, lotniczego i naziemnego powierzchni terenu, a także dostępności coraz bardziej zaawansowanych modeli klimatycznych. Elementem stanowiącym wypadkową oddziaływania zarówno przyrody nieożywionej, jak też ożywionej jest status chemiczny wód powierzchniowych. Poznanie składu chemicznego wód, a także obraz zmian chemizmu wody w przestrzeni i czasie, daje możliwość wyodrębnienia czynników odpowiedzialnych za przebieg procesów hydrochemicznych. Pośrednio niesie także informację o warunkach zasilania cieków i jezior oraz ich krótko- i długookresowych zmianach. Udoskonalanie chemicznych technik analitycznych (między innymi w zakresie tworzenia metodyki i wzorców dla obszarów o niewielkim stopniu antropopresji), jest kolejnym aspektem pozwalającym na coraz lepsze rozpoznanie zależności pomiędzy poszczególnymi elementami środowiska.

Jednym z ważniejszych czynników determinujących procesy hydrologiczne, a pośrednio także skład chemiczny wód jest klimat. Jest on odpowiedzialny za zmiany środowiska wodnego zarówno

w geologicznej skali czasowej, jak też za wahania krótkookresowe (wieloletnie, sezonowe). Niezależnie od trwającej dyskusji, dotyczącej przyczyn globalnego ocieplenia klimatu (m in. Haman, 2008; Tett i in., 2012; Cook i in., 2013), na wszystkich kontynentach zarejestrowano od drugiej połowy XX wieku dodatnie trendy temperatur powietrza (IPCC, 2014). Ze wzrostem temperatur powietrza związane są wieloaspektowe zmiany w zlewniach, wynikające z przekształcenia warunków obiegu wody, dynamiki formowania odpływu, a także współzależnych procesów erozji fizycznej i denudacji chemicznej (m in. Zwoliński 2007; Zwoliński i in., 2007; Sobota, 2013; Rachlewicz i in., 2016). Bardzo intensywnym zmianom, związanym z wahaniami klimatu podlegają (i zgodnie z prognozą na XXI wiek będą podlegać) zlewnie, w których występują lodowce i/lub wieloletnia zmarzlina. Prognozy klimatyczne wskazują, że na znacznych obszarach dojdzie w XXI wieku do degradacji wieloletniej zmarzliny. Podobnie prognozuje się dalszą recesję lodowców na półkuli północnej oraz wskazuje się na duże prawdopodobieństwo zmniejszenia zasięgu kriosfery także na półkuli południowej (m in., IPCC, 2014).

Kolejnym, oprócz zmian klimatycznych, silnie oddziałującym na środowisko zlewni czynnikiem jest nasilająca się, szczególnie od XVIII wieku, antropopresja. Wyniki badań wskazują, że nawet odizolowana od obszarów uprzemysłowionych i niezamieszkała Antarktyka jest już od początku rewolucji przemysłowej narażona na dopływ substancji pochodzenia antropogenicznego (McConnel i in., 2014). W świetle obserwowanych zmian klimatycznych, istotnym zagadnieniem staje się problem akumulacji i reemisji zanieczyszczeń zgromadzonych w kriosferze i wpływ tych procesów na środowisko wodne i powiązane z nim ekosystemy.

W ramach niniejszego zbioru publikacji, składającego się na prezentowane osiągnięcie naukowe, przeanalizowano czynniki kształtujące warunki hydrochemiczne w obrębie trzech obszarów zlokalizowanych w miejscach o relatywnie (w skali globalnej) małej ingerencji człowieka w środowisko przyrodnicze, a jednocześnie podlegających silnym przekształceniom, związanym z zarejestrowanym w drugiej połowie XX wieku i początku XXI wieku wzrostem temperatur powietrza.

Pierwszy obszar badawczy zlokalizowany jest w **Mongolii** i obejmuje dwa systemy rzeczno-jeziorne (1 - rzeka Baydrag – jezioro Böön Tsagaan; 2 – rzeka Tuyn wraz z dopływem Shargalyuut – jezioro Orog). Drugi obszar położony jest na **zachodnim wybrzeżu Zatoki Admiralicji na Wyspie Króla Jerzego w Antarktyce** i obejmuje pięć cieków zlokalizowanych w różnym oddaleniu od współczesnych czoł lodowców (Potok Skamieniały Las, Potok Mchowy, Potok Onitologów, potoki Sphinx I i Sphinx II, Potok Foczy oraz Potok Fosa). Trzeci obszar obejmuje rejon **Svalbardu** i dwie zlewnie (Potok Renifer i Potok Wydrzyca) oraz jeziora tundrowe zlokalizowane na tym obszarze. Pierwszy obszar badawczy obejmuje strefę peryglacjalną przedpola gór Changaj, w obrębie której współcześnie nie występują

lodowce górskie, natomiast znajduje się tu południowa granica zasięgu wieloletniej zmarzliny. Dwa pozostałe obszary badawcze obejmują strefę peryglacjalną obszarów współcześnie zlodowaconych, w obrębie której wyodrębnić można obszary paraglacjalne (Zwoliński, 2007; Slaymaker, 2011).

Większość prac badawczych przedstawionych w osiągnięciu naukowym prowadzonych było w ramach interdyscyplinarnego zespołu badawczego, który powstał w wyniku realizacji projektów uczelnianych oraz nieformalnych inicjatyw badawczych. Badania prezentowane w publikacjach [4-6] przeprowadzone zostały w związku z udziałem habilitantki w projektach pt. „Identyfikacja i oznaczanie poziomów stężeń i translokacji zanieczyszczeń atmosferycznych w zbiornikach wodnych jako wskaźnik możliwości adaptacyjnych środowiska Antarktyki” oraz „Analiza składu chemicznego opadu na zachodnim wybrzeżu Zatoki Admiralicji (Wyspa Króla Jerzego) w sezonie letnim 2017/2018”.

Charakterystyka zbioru publikacji

W monotematycznym cyklu prac składających się na osiągnięcie naukowe autorki zebrano artykuły, których tematyka dotyczy czynników kształtujących warunki hydrochemiczne w wybranych zlewniach zlokalizowanych w strefie peryglacjalnej. W przeprowadzonej w publikacjach i podsumowanej w autoreferacie analizie wpływu poszczególnych czynników na warunki hydrologiczne i hydrochemiczne, wyodrębniono czynniki lokalne i globalne, a także naturalne i antropogeniczne. Szczegółowa metodyka badań została przedstawiona w poszczególnych pracach zbioru.

Prace pogrupowano według obszarów badawczych, w pierwszej kolejności omówiono wyniki badań z obszaru Mongolii, a w dalszej części wyniki badań z Antarktyki oraz Spitsbergenu.

BADANIA z obszaru MONGOLII

Pierwszy obszar badawczy zlokalizowany jest w Mongolii i obejmuje dwa systemy rzeczno-jeziorne południowego skłonu Gór Changaj. Obszar ten rozpościera się od grzbietu Gór Changaj do Doliny Jezior i obejmuje wszystkie strefy rozprzestrzenienia zmarzliny od ciągłej, poprzez nieciągłą, wyspową do sporadycznej. Jego południowy skraj stanowi jednocześnie najdalej na południe wysunięty fragment granicy wieloletniej zmarzliny nie związanej ze zlodowaceniami góorskimi na półkuli północnej, a także północną granicę występowania pustyń. Na badane systemy rzeczno-jeziorne składają się: jezioro Böön Tsagaan (powierzchnia 248 km² w roku 2013), jezioro Orog (powierzchnia 74 km² w roku 2013), i zasilające je rzeki, odpowiednio Baydrag i Tuyn. Obecne jeziora są relikdami rozległego prajeziora, wypełniającego w przeszłości Dolinę Jezior (Komatsu i in., 2001). Zasilanie systemów rzeczno-jeziornych odbywa się w głównej mierze w górnych częściach zlewni, zlokalizowanych w Górach

Changaj (strefa zmarzliny ciągłej, nieciągłej i wyspowej), które określone zostały jako obszar kształtujący odpływ dla systemów rzecznych Mongolii Centralnej (Davaa i Oyunbaatar, 2012). W pierwszych trzech publikacjach prezentowanego cyklu przedstawiono zmiany środowiska wodnego w obrębie systemów rzeczno-jeziornych w powiązaniu ze zmianami klimatu [1], oraz chemizm wody odniesiony do możliwego wpływu zmarzliny na warunki zasilania [2 i 3].

W pracy [1] - *Changes in surface area of the Böön Tsagaan and Orog lakes (Mongolia, Valley of the Lakes, 1974-2013) compared to climate and permafrost changes* przeanalizowano zmiany zasięgu linii brzegowej jezior Böön Tsagaan i Orog w okresie 1974-2013 w powiązaniu ze zmianami warunków opadowych i temperatury powietrza. W badanym okresie jeziora charakteryzowały się znacznymi wahaniami zwierciadła wody, a skrajnie suche warunki wystąpiły w latach 1988-1989 oraz w latach 2004-2011, kiedy jezioro Böön Tsagaan zmniejszyło swoją powierzchnię o kilkanaście procent, a jezioro Orog całkowicie zanikło. Przeprowadzona szczegółowa analiza warunków klimatycznych pozwoliła na stwierdzenie, że głównymi przyczynami znacznego zmniejszenia powierzchni jezior Böön Tsagaan i Orog był postępujący wzrost temperatur powietrza, na który nałożyło się zmniejszenie sum opadów atmosferycznych, obserwowane od lat 80. XX wieku. Zwrócono także uwagę na kluczową rolę roztopów śnieżnych w uzupełnianiu zasobów wodnych jezior. Uzyskane wyniki badań wskazują, że za zanik jezior odpowiedzialny jest nie tylko opisywany we wcześniejszej literaturze dodatni trend temperatury powietrza widoczny od połowy XX wieku (Batimaa i in., 2008; Dagvadorj i in., 2009), ale także wielkość i struktura opadów atmosferycznych. Widoczne jest to w wynikach analizy składowych głównych (PCA), gdzie opady atmosferyczne stanowiły obok temperatury powietrza, jeden z głównych czynników determinujących zmiany powierzchni jezior. W wyniku nałożenia się tych czynników, na początku XXI wieku, wystąpiła wyjątkowo silna susza. Jak wskazują badania Tao i in. (2015), nie wszystkie jeziora w Mongolii zareagowały w taki sam sposób na zmiany zasilania, dlatego w dyskusji w pracy [1] zwrócono uwagę na możliwy wpływ degradacji wieloletniej zmarzliny na obserwowane zmiany powierzchni jezior na terenie Mongolii. Degradacja zmarzliny powoduje trwałe zmiany warunków hydrologicznych, w związku z przekształceniem warunków infiltracyjnych, a także zmianami wielkości parowania z powierzchni gruntu (m in. Glazik, 1995; White i in., 2007; Cheng i Jin, 2012). W odróżnieniu do sezonowego zamarzania i odmarzania, które powodują sezonowe zmiany warunków zasilania wód podziemnych i powierzchniowych, proces trwałej degradacji zmarzliny skutkuje okresowym wzrostem zasobów wodnych (Glazik, 1995). Jednak, jak wskazują wyniki badań z obszaru Chin, znaczące zmniejszenie zasięgu zmarzliny w czasie ostatnich 30 lat o 18,6% pierwotnego jej zasięgu, spowodowało trwałe przekształcenie warunków hydrologicznych (Jin i in., 2000; Cheng i Jin, 2012). Wspomniani autorzy wymieniają zmniejszenie objętości odpływu ze zlewni, a także zanik

mokradet, jako główne długofalowe skutki degradacji zmarzliny, szczególnie silne w obrębie peryferyjnego jej położenia. Dla Mongolii brak jest szczegółowych danych dotyczących zmian zasięgu zmarzliny, jednak degradacja zmarzliny widoczna jest w zwiększeniu miąższości warstwy czynnej, między innymi w wierceniach obserwacyjnych zlokalizowanych w Changaju (Sharkuu, 2003), czy też w obserwowanej dynamice form pingo (Babiński, 1982, 2007). Jednocześnie, w prognozach dotyczących zmian zmarzliny przedstawiany jest jej zanik w XXI wieku na znacznym obszarze Mongolii (Sharkuu, 2003; Dagvadorj i in., 2009). W świetle powyższych wyników obserwacji wieloletniej zmarzliny oraz prognoz dotyczących jej zaniku, a także postępującego pustoszczenia terenów południowej Mongolii i północnych Chin, duże zbiorniki wodne, takie jak Orog i Böön Tsagaan stanowią element środowiska warunkujący przetrwanie wielu gatunków roślin i zwierząt. Zróżnicowany sposób reakcji jezior Mongolii na wahania warunków klimatycznych ([1], Tao i in., 2015) wskazuje, że jednym z czynników determinujących wahania powierzchni jezior może być degradacja zmarzliny, powodująca odmienną reakcję poszczególnych jezior na zmianę warunków termicznych i opadowych.

Na dalszym etapie badań w Mongolii podjęto tematykę związaną z czynnikami kształtującymi chemizm wody w obrębie systemów rzeczno-jeziornych przedstawionych w pierwszej publikacji. Należy zaznaczyć, że analizowane rzeki nie były wcześniej obiektem badań dotyczących chemizmu wody (z wyjątkiem regionu gorących źródeł w górnej części rzeki Shargalyuut - dopływu rzeki Tuyn), natomiast wyniki badań dotyczących jezior w Mongolii dostępne były tylko w ogólnej pracy przeglądowej dotyczącej silnie zasolonych jezior na tym obszarze (Egorov, 1993). Jednocześnie w ostatnim czasie, już po opublikowaniu cyklu prac dotyczących systemów rzeczno-jeziornych w Mongolii, które wchodzi w skład prezentowanego osiągnięcia naukowego, zaobserwować można wzrost zainteresowania badaczy tym obszarem (Chun i in., 2017; Keisuke i Haruna, 2018; Klinge i in., 2018).

Próbki wody do analiz chemicznych zostały pobrane przez autorkę autoreferatu w trakcie wyjazdu badawczego do Mongolii w 2013 roku, w profilach zamykających górne biegi rzek Bajdrag i Tuyn (obszar występowania zmarzliny), w profilach ujściowych rzek, a także z jezior (obszar sezonowego przemarzania gruntu, strefa półpustyń i pustyń). Przeprowadzona w pierwszym etapie badań analiza zmian zasięgu jezior Böön Tsagaan i Orog [1], a także zebranie danych dotyczących środowiska przyrodniczego badanych zlewni, były niezbędne do interpretacji wyników analiz chemicznych próbek wody. Zostały one przedstawione w dwóch kolejnych publikacjach prezentowanego osiągnięcia naukowego [2 i 3].

W drugiej pracy prezentowanego osiągnięcia naukowego pt. ***The chemistry of river-lake systems in the context of permafrost occurrence (Mongolia, Valley of the Lakes). Part I. Analysis of***

ion and trace metal concentrations przeanalizowano możliwy wpływ różnych czynników: występowania zmarzliny, budowy geologicznej, warunków klimatycznych i wpływu działalności człowieka, na obecność oraz poziomy stężeń związków nieorganicznych w badanych wodach. Stwierdzono wzrost stężeń niektórych związków w dół biegu rzek, czyli zgodnie ze zmniejszającym się udziałem zmarzliny w badanych zlewniach. Zarejestrowany wzrost stężenia azotanów (NH_4^+ , NO_3^-) wiązany jest w literaturze z bezpośrednim ich uwalnianiem ze zmarzliny (Abbot i in., 2015; Yang i in., 2010). Z kolei wpływ degradacji zmarzliny na wzrost stężeń innych substancji rozpuszczonych w wodzie, jak na przykład SO_4^{2-} , Na^+ , Ca^{2+} , K^+ , wynika z większej interakcji wód powierzchniowych z głębiej położonymi poziomami mineralnymi oraz mobilizacji związków w efekcie utleniania poziomów glebowych, które wcześniej były trwale lub okresowo uwodnione (Frey i McClelland, 2009).

Analiza składowych głównych (PCA) wykonana dla badanych próbek wody wykazała, że PC1 jest silnie skorelowany z wartościami pH, przewodnictwa, całkowitym węglem organicznym (ang. *Total Organic Carbon* - TOC) oraz stężeniami F^- , Cl^- , SO_4^{2-} , Na^+ , NH_4^+ , Mg^{2+} , K^+ , Ca^{2+} , Li, V, Co, As, Se, Rb, Sr, Ga, Cd (korelacja dodatnia) oraz z Si, Sc (korelacja ujemna). Wskazuje to na kształtowanie chemizmu wody przez zasilenie podziemne i proces parowania. Z kolei PC2 dodatnio skorelowany z wartościami stężeń Al, V, Mn, Cu, U, Fe, Ni, Zn, może świadczyć o ograniczonym transporcie tych elementów w środowisku, na przykład w wyniku naprzemiennie zachodzących procesów utleniania i redukcji. Wyraźnie widoczne jest także zróżnicowanie pomiędzy chemizmem wód jezior (kształtowanym głównie wskutek procesów parowania) oraz cieków i źródeł, gdzie silniejszy wpływ wywierają warunki geochemiczne oraz zmienność warunków hydro-meteorologicznych.

W interpretacji chemizmu wody jezior Bööen Tsagaan i Orog istotna okazała się analiza zmian poziomu jezior opisana pierwszym artykule z listy prezentowanego osiągnięcia naukowego. W pracy [1] zwrócono uwagę, że całkowite wyschnięcie jeziora Orog było przyczyną relatywnie szybkiego usunięcia z wyschniętej misy jeziornej powierzchniowej warstwy osadów wraz z wytrąconymi związkami chemicznymi. Na ryc. 6 A w pracy [1] widoczne są zmiany w obrębie dna jeziora Orog zarejestrowane na zdjęciach satelitarnych pomiędzy 11 czerwca a 20 sierpnia 2005 roku. W miarę wysychania jeziora zaobserwowano pojawienie się w dnie zabarwionych na biało osadów, które w okresie około 1 miesiąca zostały usunięte. W trakcie badań prowadzonych w Mongolii w latach 2005 i 2013 autorka autoreferatu zaobserwowała relatywnie szybkie powstawanie szczelin z wysychania i zwitków błotnych w obrębie den jezior okresowo wysychających, między innymi w obrębie odsłoniętego dna jeziora Orog (Ryc. 2 e-f w pracy [1]). Proces ten sprzyjał szybkiej deflacji drobnoziarnistych osadów dennych. Zaobserwowane zjawisko znalazło odzwierciedlenie w różnicach chemizmu wody obydwu jezior. Jak to opisano w pracy [1] prezentowanego osiągnięcia naukowego,

jeziro Orog kilkakrotnie całkowicie zanikło w latach 2004-2011. W efekcie, w próbkach wody pobranych w roku 2013, już po ponownym napełnieniu jeziora Orog wodą, zaobserwowano kilkakrotnie niższe stężenia wszystkich oznaczanych anionów i kationów, w porównaniu do próbek wody pobranych w tym samym czasie z jeziora Böön Tsagaan [2]. Jezioro Böön Tsagaan nie podlegało w okresie ostatnich 40 lat tak drastycznym wahaniom powierzchni i przez cały badany okres było wypełnione wodą. Uzyskane wyniki pokazują duży wpływ procesu parowania na kształtowanie się chemizmu wody, a także deflację, nie uwzględnianą wcześniej w badaniach chemizmu zbiorników wodnych na tym obszarze, jako czynnik kształtujący chemizm wody jezior okresowo lub sporadycznie wysychających. Wniosek ten znalazł także potwierdzenie w znacznym zróżnicowaniu stężeń chlorków w obydwu jeziorach [2], co trudno wiązać wyłącznie ze zróżnicowaniem warunków lokalnych, ponieważ pochodzenie chlorków wiązane jest głównie z dostawą z opadów atmosferycznych (Petrone i in., 2006). Procesy deflacyjne, zachodzące w okresach wyschnięcia jeziora Orog, są odzwierciedleniem aktualnych warunków hydro-klimatycznych determinujących okresowy, bądź całkowity zanik jeziora i „wyzerowanie” warunków hydrochemicznych przez usunięcie ewaporatów. Historia funkcjonowania jeziora Orog i zapis zmian warunków hydrologicznych w zlewni w okresie kilku tysięcy lat zostały przeanalizowane przez Yu i in. (2017), w pracy opublikowanej na podstawie analizy kilkunastometrowej miąższości rdzeni osadów pobranych z dna jeziora w czasie gdy całkowicie zanikło. Wyniki badań cytowanych autorów wskazują na wahania stężeń głównych jonów w osadach, w zależności od zmian czynników, uznanych przez autorów jako determinujących chemizm osadów: uziarnienia, intensywności parowania, dopływu rzecznej, wnoszenia składników chemicznych do systemu limnicznego wskutek procesów eolicznych. Należy podkreślić, że wspomniani autorzy nie uwzględnili procesów eolicznych, jako potencjalnego czynnika powodującego także wywianie związków chemicznych z misy jeziornej, co wykazano w pracach prezentowanego cyklu publikacji [1-3]. Zdaniem autorki autoreferatu jest to istotny czynnik wpływający na chemizm zbiorników jeziornych strefy suchej, gdzie dochodzi cyklicznie do całkowitego lub częściowego odstonięcia den jezior.

W trzeciej pracy prezentowanego cyklu pt. ***The chemistry of river-lake systems in the context of permafrost occurrence (Mongolia, Valley of the Lakes) Part II. Spatial trends and possible sources of organic composition***, zwrócono szczególną uwagę na związki organiczne rozpoznane w wodach badanych systemów rzeczno-jeziornych, w tym na zawartość całkowitego węgla organicznego (ang. *Total Organic Carbon - TOC*), a także obecność związków z grupy wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych (WWA, ang. *polycyclic aromatic hydrocarbons - PAHs*), oraz innych związków organicznych, takich jak związki halogenoorganiczne, ftalany i wyższe alkany. Oprócz punktów pobierania próbek wody uwzględnionych w pracy [2], jako dodatkową próbkę referencyjną dla

związków pochodzenia wulkanicznego przyjęto wodę pobraną z kaldery nieczynnego wulkanu Togo, zlokalizowanego w północnej Mongolii [3]. Prezentowane wyniki badań są jednymi z pierwszych podejmujących zagadnienie rozprzestrzenienia i pochodzenia różnego typu związków organicznych na terenie Mongolii.

Na podstawie przeprowadzonych badań wykazano, że najwyższe wartości stężeń całkowitego węgla organicznego, rzędu 120-150 mgL⁻¹, charakteryzują próbki pobrane z jezior Böön Tsagaan i Orog, które stanowią ujścia analizowanych systemów rzecznych. W pozostałych próbkach wartości TOC były kilkukrotnie niższe, przy czym najniższe wartości stwierdzono w rzece Shargalyuut (dopływ Tuyn), która znajduje się najbliżej strefy zmarzliny ciągłej, ale jednocześnie jej wody zasilane są w dużej mierze poprzez gorące źródła, występujące w jej górnym i środkowym biegu. Zróżnicowanie zawartości całkowitego węgla organicznego wzdłuż biegu rzek jest wynikiem zróżnicowanej dostawy związków węgla z powierzchniowej warstwy gruntu. W dolinach rzecznych Mongolii stanowiących, ze względu na warunki mikroklimatyczne, astrefowe obszary występowania wieloletniej zmarzliny (Glazik, 1995), związki węgla mogą być uwalniane ze zmarzliny w trakcie jej sezonowego rozmarzania lub trwałej degradacji (Abbot i in., 2015; Yang i in., 2010). Ale obecność związków węgla w wodach może wynikać także z dostawy związanej z obecnością zwierząt, wypasanych w dolinach rzecznych i korzystających z wodopojów (źródeł), zlokalizowanych nad jeziorami Böön Tsagaan i Orog. Wypas zwierząt w Mongolii stanowi także jeden z czynników przyspieszających degradację zmarzliny (Sharkhuu i Sharkhuu, 2012).

We wszystkich analizowanych wodach stwierdzono obecność związków halogenoorganicznych zawierających Cl, Br i J (ang. *organochlorides*, *organobromine* i *organoiodine compounds*). Jednakże najliczniej reprezentowane związki to ftalan dibutylo, ester kwasu bis-(2-metylopropylo)-1,2-benzenodikarboksylowego, tetrachloreten. Związki te stosowane są w przemyśle jako dodatki do kosmetyków, klejów, czy też rozpuszczalniki. Ponadto silnie reprezentowane były w badanych próbkach także wyższe alkany, które wchodzi w skład m in. olejów napędowych, są też wykorzystywane do produkcji detergentów. W wszystkich badanych próbkach stwierdzono także obecność związków z grupy wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych (WWA, ang. PAHs). Najliczniej reprezentowane były związki, które mogą być związane ze spalaniem paliw: naftalen, fluoren, fenantren i fluoranten. Porównanie uzyskanych wyników do badań innych autorów wskazuje, że zmierzone zawartości stężeń niektórych związków z grupy WWA w badanych wodach wykazują poziomy zanieczyszczenia porównywalne do terenów zurbanizowanych [3]. Wysokie wartości stężeń widoczne są zwłaszcza w przypadku jeziora Böön Tsagaan, a także cieku Shargalyuut. Niższe wartości stężeń w jeziorze Orog mogą być spowodowane usunięciem części związków w wyniku deflacji powierzchniowej warstwy osadów dennych w okresie całkowitego wyschnięcia jeziora. Obecność

związków z grupy WWA w badanych wodach może być wynikiem lokalnego wpływu człowieka (spalanie biomasy), a także efektem transportu atmosferycznego na duże odległości. Świadczy o tym obecność w wodach lotnych związków organicznych, takich jak ftalany, benzen, toluen, etylobenzen, ksylen, związanych z produkcją plastików (Al-Saleh i in., 2011), a także pochodne tych związków jak furfural (Krause i in., 2014), które mogą docierać do Mongolii drogą atmosferyczną (Net i in., 2015) z uprzemysłowionych terenów północnych Chin (Zhamsueva i in., 2015). Związki z grupy WWA mogą pochodzić także z obecnej aktywności wulkanicznej, oraz z uwalniania związków zakumulowanych w świeżych, holocenijskich osadach wulkanicznych. Biorąc pod uwagę bliskość aktywnych wulkanicznie obszarów północno-wschodniej Syberii, czy też obecność młodych (holocenijskich) pokryw wulkanicznych w Mongolii (w tym w badanych zlewniach), nie można wykluczyć także takiego źródła ich pochodzenia. Jednocześnie, ze względu na dużą hydrofobowość tych związków, należy wnioskować, że są one dostarczane do środowiska wodnego w wyniku procesów eolicznych, lub reemisji wynikającej z desorpcji z materii organicznej (Barnier i in., 2014). Wyniki przeprowadzonych analiz wykazały, że w badanych wodach występują związki organiczne, które można wiązać zarówno ze źródłami naturalnymi, jak też antropogenicznymi. Ponadto udokumentowano związki świadczące o docieraniu do badanego obszaru związków organicznych pochodzenia antropogenicznego z odległych obszarów.

Wyniki badań dla strefy południowego zasięgu zmarzliny w Mongolii skłoniły habilitantkę do podjęcia dalszych badań dotyczących chemizmu wody, w innych regionach, gdzie zmarzlina ma charakter peryferyjny, więc odmienny do relatywnie dobrze rozpoznanych obszarów jej występowania w obrębie kontynentów Azji czy Ameryki Północnej.

BADANIA z obszaru ANTARKTYKI

Kolejne prace prezentowanego osiągnięcia naukowego to trzy publikacje dotyczące obszaru Antarktyki [4, 5, 6]. Antarktyka charakteryzuje się występowaniem współczesnych lodowców oraz młodej, tworzącej się strefy pozbawionej lodu, w której zachodzą procesy morfogenetyczne charakterystyczne dla strefy peryglacialnej.

W pierwszej pracy dotyczącej Antarktyki pt. *Impact of a newly-formed periglacial environment and other factors on fresh water chemistry at the western shore of Admiralty Bay in the summer of 2016 (King George Island, Maritime Antarctica)* [4] przeanalizowano czynniki kształtujące chemizm wód płynących na zachodnim wybrzeżu Zatoki Admiralicji. Badany obszar położony jest na Wyspie Króla Jerzego w Archipelagu Szetlandów Południowych, gdzie zlokalizowana jest Polska Stacja Antarktyczna im. Henryka Arctowskiego. Do badań wybrano zlewnie charakteryzujące się różnymi źródłami zasilania, które można podzielić na dwa główne typy: 1 - zlewnie z okresowym zasilaniem

wodami ablacyjnymi lodowców, 2 – zlewnie pozbawione zasilania lodowcowego. Próbkę do badań zostały pobrane w trakcie dwóch sezonów w czasie południowego lata w roku 2016. W kolejnym sezonie badawczym w trakcie 41 wyprawy antarktycznej, w której uczestniczyłam, wykonałam kartowanie terenowe badanych zlewni, w tym aktualizację przebiegu cieków oraz dokumentację możliwych źródeł zasilania.

Badany obszar charakteryzuje się znacznym tempem recesji lodowców zarejestrowanym od drugiej połowy XX ([4]; Pudełko i in., 2018), co jest przyczyną znacznej dynamiki układu sieci wodnej. Na podstawie wyników przeprowadzonych badań stwierdzono, że wszystkie badane wody charakteryzowały się niskimi wartościami mineralizacji ($<100\text{mgL}^{-1}$). Stwierdzono jednak różnicę pomiędzy składem chemicznym wód płynących w obrębie obszarów, które zostały odsłonięte wskutek recesji lodowców w czasie ostatnich kilkudziesięciu lat (obszary IV-V) oraz obszarów wcześniej pozbawionych pokrywy lodowej (obszary I-III) [4]. Przy pomocy analizy składowych głównych (PCA) określono dwie grupy czynników kształtujących chemizm wody. Pierwsza grupa związana jest z wpływem areozoli morskich i obecnością w wodach jonów Na^+ , Cl^- oraz boru. Natomiast drugą grupę powiązać można z procesami wietrzenia skał i obecnością w wodach żelaza i glinu. Stwierdzono, że druga grupa czynników znacznie silniej determinuje chemizm wody w obrębie zlewni z zasilaniem lodowcowym (IV-V). Obszary te charakteryzują się jednocześnie relatywnie krótkim czasem, w porównaniu do obszarów I-III, w którym odsłonięte spod lodu osady morenowe podlegają procesom wymywania związków chemicznych. Niezlodowacone fragmenty badanych obszarów IV-V zbudowane są głównie ze świeżych, silnie uwodnionych osadów morenowych (Ryc. 2 w pracy [4]). Uzyskane wyniki badań wskazują, że w takim środowisku chemizm wody determinowany jest silnie przez obecność żelaza i glinu, które w wyniku dłuższego czasu funkcjonowania obszaru w warunkach peryglacialnych ulegają częściowemu wypłukaniu z osadów (obszary I-III). Ponadto stwierdzono, że chemizm wody determinowany jest bardzo mocno przez obecność antarktycznej fauny i flory, zwłaszcza kolonii pingwinów, co wpływa na zwiększenie stężenia PO_4^{3-} , NO_3^- , NH_4^+ , cynku, miedzi oraz strontu. Pomimo obecności stacji badawczej, nie stwierdzono w badanych wodach wzrostu stężeń metali. Jednak analiza udziału stężenia siarczanów (VI) nie pochodzących z soli morskiej (ang. non-sea salt SO_4^{2-}) wskazuje (Appendix A, Tab. 4 w pracy [4]), że zanieczyszczenia pochodzenia antropogenicznego mogą docierać do Antarktyki wraz z areozolami.

Badany obszar charakteryzuje się specyficznymi warunkami występowania zmarzliny. Jej występowanie w warunkach peryglacialnych ograniczone jest do obszarów wolnych od lodu, które w przypadku Wyspy Króla Jerzego zajmują zaledwie około 10% powierzchni (Birkenmajer, 2002). Jednocześnie obszary pozbawione lodu znajdują się w większości w strefie brzegowej oceanu

i podlegają jego oddziaływaniu. Pomimo tego, poza bezpośrednią strefą brzegową (Kasprzak i in., 2018), istnieją sprzyjające warunki do występowania w obszarze Antarktyki Morskiej zmarzliny o charakterze nieciągłym, która osiąga na Wyspie Króla Jerzego całkowitą miąższość 20-100 m (Bockheim i in., 2013) i miąższość warstwy czynnej 10-200 cm (Vieira i in., 2010). Jak wykazały przeprowadzone badania chemizmu wody, ze względu na jej relatywnie krótki czas funkcjonowania w warunkach peryglacialnych, a także ograniczenie biologicznych źródeł dostawy węgla, zmarzlina nie stanowi na badanym obszarze źródła zwiększonej dostawy związków zawierających węgiel organiczny do wód (parametr TOC) [4].

W związku z pytaniami dotyczącymi możliwej akumulacji i uwalniania innych związków chemicznych ze zmarzliny na obszarze Antarktyki kontynuowano badania w tym zakresie, a ich wyniki zostały przedstawione w publikacji [5] z listy osiągnięcia naukowego pt. ***The influence of global climate change on the environmental fate of anthropogenic pollution released from the permafrost. Part I. Case study of Antarctica.*** W pracy zawarto przegląd istniejącego stanu wiedzy, dotyczącego potencjalnego wpływu zmarzliny na środowisko Antarktyki, w kontekście związków chemicznych, które mogą być magazynowane i uwalnianie ze zmarzliny. Specyfika środowiska kriogenicznego Antarktyki sprawia, że jego dominującym elementem jest pokrywa lodowa. Zmarzlina występuje w niektórych obszarach kontynentu antarktycznego pod pokrywą lodową (zmarzlina subglacialna) oraz na obszarach pozbawionych lodu (Bockheim i Hall, 2002). Jej występowanie w obrębie tego drugiego typu obszarów zależy od szeregu czynników, takich jak wysokość nad poziom morza (i odległość od wybrzeża), obecność i miąższość pokrywy śnieżnej, rzeźba terenu, litologia oraz pokrywa roślinna (m in. Vieira i in., 2010; Almeida i in., 2014; Oliva i in., 2017). Przeprowadzona analiza dostępnych wyników badań wykazała, że sfera kriogeniczna stanowi magazyn związków chemicznych, a procesy ich akumulacji i reemisji do środowiska przyrodniczego zachodzą równocześnie [5]. W pracy szczególną uwagę zwrócono na zanieczyszczenia pochodzenia antropogenicznego (pol. trwałe zanieczyszczenia organiczne - TZO, ang. *persisten organic pollutants* – POPs oraz metale ciężkie), których akumulacja oraz uwalnianie z lodu i zmarzliny może powodować negatywne skutki dla antarktycznej fauny i flory. Na podstawie dostępnej literatury opracowano do artykułu mapę, na której zaprezentowano obecność wybranych zanieczyszczeń pochodzenia antropogenicznego w Antarktyce (Ryc. 5 w pracy [5]). Mapa została przygotowana na podstawie stworzonej bazy danych GIS, do której wprowadzonych zostało 158 punktów z 88 publikacji naukowych. W bazie danych uwzględniono wyniki badań próbek zarówno środowiska abiotycznego (lód, śnieg, gleba, woda, osady morskie, areozole), jak też biotycznego (mchy, porosty, fauna morska). Jest to pierwsza baza danych GIS zawierająca dane o rozmieszczeniu zanieczyszczeń antropogenicznych w Antarktyce. Należy zaznaczyć, że w publikacji [5] wykorzystano

tylko część danych zgromadzonych w bazie (która w przyszłości będzie wykorzystywana do przygotowania kolejnych publikacji i aktualizowana), dotyczących wybranych związków chemicznych: związków z grupy polichlorowanych bifenyli (PCBs), dichlorodifenylotrichloroetanu (DDT) i jego pochodnych oraz związków z grupy wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych (WWA, ang. PAHs). Na podstawie wyników badań zobrazowanych na mapie stwierdzono, że Antarktyka nie jest obszarem odizolowanym od zanieczyszczeń, rozumianych jako obecność danej substancji w miejscu, w którym normalnie nie powinna ona występować, lub też jako występowanie substancji w stężeniu powyżej naturalnego tła (Chapman, 2007). Zanieczyszczenia te są pochodzenia lokalnego i wynikają z działalności stacji badawczych oraz transportu morskiego (Martins i in., 2004, 2010; Curtosi i in., 2007), a także dostają się do niskich szerokości geograficznych wskutek globalnej cyrkulacji atmosferycznej oraz transportu atmosferycznego na duże odległości (Martins i in., 2004). Należy podkreślić, że zagrożenia dla środowiska związane z gromadzeniem się niektórych TZO wzrosły w ostatnich dziesięcioleciach ze względu na wzrost emisji antropogenicznej np. związków z grupy WWA z południowej półkuli (Bargagli, 2008; Xue i in., 2016).

Uzyskane wyniki badań odnoszą się do obszarów zlokalizowanych w rejonach, gdzie występuje znaczna liczba stacji badawczych, czyli wzdłuż Półwyspu Antarktycznego oraz Morza Rossa, a także w rejonie Ziemi Królowej Maud (Ryc. 5 w publikacji [5]). Jednak należy przypuszczać, że związki organiczne pochodzenia antropogenicznego zostały zakumulowane w środowisku kriogenicznym całej Antarktyki i poprzez ich uwalnianie nadal dostają się i będą dostawać się do środowiska oraz jego poszczególnych abiotycznych i biotycznych komponentów. Jak wskazują badania zestawione w pracy [5] związki te mogą prowadzić do trwałego uszkodzenia organizmów antarktycznych, a ich wpływ wzmacniany jest poprzez bioakumulację zachodzącą w kolejnych ogniwach łańcucha pokarmowego. Podobnie toksyczne działanie wykazują metale ciężkie [5], których obecność w Antarktyce wynika, podobnie jak obecność TZO, zarówno z obecności stacji badawczych i transportu morskiego na Oceanie Południowym (m in. Alam i Sadiq, 1993; Kennicutt i in., 1995; Webster i in., 2003; Santos i in., 2005; Tin i in., 2009; Abakumov i in., 2017), jak też z globalnej cyrkulacji atmosferycznej i transportu atmosferycznego na duże odległości (Hong i in., 1998; Lu i in., 2012). W prezentowanej publikacji [5] wskazano, że zmiany klimatu mogą być czynnikiem wpływającym na warunki akumulacji i reemisji zanieczyszczeń. Wynika to ze zwiększenia zasięgu obszarów wolnych od lodu, i ich dużych zdolności akumulacji związków zarówno w środowisku geogenicznym, jak i biogenicznym, a także ze względu na reemisję związków zakumulowanych w środowisku kriogenicznym. W pracy zwrócono także uwagę na potrzebę stworzenia wskaźników zanieczyszczenia antropogenicznego, odniesionych w szczególności do związków, które mogą mieć różne pochodzenie (naturalne i antropogeniczne).

Powstanie kolejnej pracy nr [6] z listy osiągnięcia naukowego, pt. ***Analysis of air mass back trajectories with present and historical volcanic activity and anthropogenic compounds to infer pollution sources in the South Shetland Islands (Antarctica)***, miało na celu sprawdzenie czy możliwe jest docieranie do Antarktyki zanieczyszczeń drogą atmosferyczną, między innymi z obszarów uprzemysłowionych, a także z obszarów aktywnego wulkanizmu, a tym samym czy źródła te mogą powodować modyfikację warunków hydrochemicznych w zlewniach antarktycznych. Interpretacja źródeł pochodzenia związków chemicznych stanowi jeden z aspektów zrozumienia sposobów ich przemieszczania się w środowisku przyrodniczym. Na podstawie pracy [5] stwierdzono powszechną obecność w Antarktyce związków chemicznych pochodzenia antropogenicznego, które nie mogą być pochodzenia lokalnego, jak na przykład używane w rolnictwie pestycydy, np. dichlorodifenylotrichloroetan (DDT), dichlorodifenylodichloroetylen (DDE), heksachlorocykloheksan (HCH), czy też produkowane dla przemysłu elektrotechnicznego związki z grupy polichlorowanych bifenyli (PCBs). Związki te traktowane są jako „antropogeniczny odcisk palca” (ang. *anthropogenic fingerprints*). W przypadku Antarktyki nadal jednak trwa dyskusja dotycząca stopnia jej izolacji i możliwości docierania zanieczyszczeń z niższych szerokości geograficznych, a autorzy często formułują różne wnioski dotyczące tego zagadnienia [5, 6].

W związku z powyższym, w publikacji [6] prezentowanego osiągnięcia naukowego przeprowadzono analizę częstości napływu do Szetlandów Południowych mas powietrza, z uwzględnieniem obszarów źródłowych zlokalizowanych poza Antarktyką. Badania przeprowadzono na podstawie analizy codziennych, 10-dniowych trajektorii wstecznych mas powietrza wyznaczonych w modelu HYSPLIT (Draxler i in. 2009), dla okresu od września 2015 do sierpnia 2016. Na ich podstawie stwierdzono dużą częstotliwość napływu mas powietrza docierających do Szetlandów Południowych z rejonu Ameryki Południowej (31% analizowanych dni), a także z innych odległych obszarów, jak Nowa Zelandia (13%), a nawet Australia (5%). Ze względu na możliwe pochodzenie związków organicznych z grupy WWA zarówno ze źródeł antropogenicznych, jak też naturalnych (erupcje wulkanów), wraz z częstotliwością docierania mas powietrza z niższych szerokości geograficznych, przeanalizowano także aktywność wulkaniczną w badanym przedziale czasowym. Stwierdzono, że pomimo dużej częstotliwości napływu mas powietrza znad Ameryki Południowej, wysp Sandwich Południowy czy Nowej Zelandii, możliwość docierania związków pochodzenia wulkanicznego do Antarktyki miała miejsce kilkakrotnie w badanym okresie, w czasie współwystępowania aktywności wulkanicznej oraz napływu mas powietrza znad rejonu aktywnego wulkanizmu [6]. Biorąc jednak pod uwagę znaczną aktywność wulkaniczną na półkuli południowej [6], można sądzić, że mogła być ona znaczącym źródłem między innymi powszechnie występujących w Antarktyce związków z grupy WWA [5]. Związki te mogły

zostać zakumulowane w przeszłości, między innymi w środowisku kriogenicznym. Prezentowana praca [6] stanowi wkład w rozpoznanie mechanizmów docierania do Antarktyki związków traktowanych jako zanieczyszczenia, związanych zarówno z procesami naturalnymi, jak też działalnością człowieka i wpisuje się w trwającą na ten temat dyskusję (m in. Klánová i in., 2008; Pereira i in., 2006; Hara i in., 2008; McConnell i in., 2014). Jednocześnie uzyskane wyniki wskazują na konieczność każdorazowego uwzględniania w interpretacji wyników badań chemizmu środowiska zarówno zdarzeń nagłych (erupcje wulkanów, pożary lasów), jak też występujących cyklicznie (spalanie paliw w półroczu zimowym, używanie pestycydów w rolnictwie) w odległych od Antarktyki obszarach [6]. Zdarzenia takie mogą być przyczyną zarówno zróżnicowania przestrzennego występowania związków chemicznych, jak też różnic w ich stężeniach w badanych próbkach. Zagadnienie napływu związków chemicznych z odległych obszarów należy uwzględniać zarówno w kontekście stężeń chwilowych, na przykład w próbkach opadów atmosferycznych, wód płynących, a także w kontekście trwałej akumulacji związków w osadach, glebach czy organizmach antarktycznych.

BADANIA z obszaru SPITSBERGENU

Ostatnie dwie prace prezentowanego cyklu publikacji [7 i 8] związane są z współcześnie zlodowaconym regionem Arktyki. Obszar badań zlokalizowany jest w północno-zachodniej części Ziemi Wedela-Jarlsberga, w rejonie Bellsundu na Spitsbergenie. W regionie tym, podobnie jak w Antarktyce, występują współczesne lodowce oraz młode obszary peryglacjalne, podlegające dynamicznym procesom morfologicznym. W porównaniu do Antarktyki, obszary pozbawione lodu zajmują tu jednak większą powierzchnię. W przypadku Archipelagu Svalbard około 40% powierzchni to niezlodowacona strefa peryglacjalna, w obrębie której występuje wieloletnia zmarzlina (Humlum i in., 2003). W porównaniu do Antarktyki, arktyczne obszary nie pokryte lodem charakteryzują się także większą bioróżnorodnością, wynikającą z łagodniejszych warunków klimatycznych oraz dłuższego czasu funkcjonowania ekosystemów peryglacjalnych (Convey, 2001; Chapin i in., 2005).

W pierwszej pracy dotyczącej Spitsbergenu pt. ***Water chemistry of tundra lakes in the periglacial zone of the Bellsund Fiord (Svalbard) in the summer of 2013*** [7], przeanalizowano skład chemiczny wody w płytkich jeziorach tundrowych, położonych w obrębie południowo-zachodniej części ziemi Wedela-Jarlsberga, w strefie wybrzeża. Próbkę pobrano w sezonie letnim 2013 roku, a w dalszym etapie wykonane zostały analizy związków nieorganicznych (podstawowych jonów nieorganicznych i metali). Badania miały na celu sprawdzenie związku pomiędzy chemizmem opadów atmosferycznych i wód płynących (Potok Wydrzyca, ang. *Tyvjobekken Creek*), a składem chemicznym wody w płytkich jeziorach tundrowych.

Na podstawie uzyskanych wyników stwierdzono, że wszystkie badane wody charakteryzowały się niskimi wartościami mineralizacji ($<100\text{mgL}^{-1}$). W jeziorach stwierdzono dużo wyższe stężenia podstawowych oznaczanych anionów i kationów, w stosunku do zbadanych próbek opadów atmosferycznych i nieco niższe stężenia w stosunku do próbek z Potoku Wydrzyca [7]. We wszystkich badanych próbkach najwyższy udział procentowy przypadają na Ca^{2+} , Cl^- and SO_4^{2-} . W wodach jezior wyróżniono związki pochodzenia geogenicznego (Ca^{2+} , Mg^{2+} , SO_4^{2-} , Sr), związki pochodzące z areozoli morskich (Cl^- i Na^+), a także stwierdzono obecność grupy metali, również powiązanych z dostawą atmosferyczną (Mn, Co, Cu, Cd, Ni, Ga i Ba). Na takie pochodzenie wymienionej grupy metali wskazuje silna korelacja próbek opadu z czynnikiem PC1 w analizie składowych głównych [7]. Obecność wymienionych metali w próbkach opadu oraz próbkach wód powierzchniowych może być związana zarówno z lokalną dostawą, wskutek spalania paliwa na statkach (Krawczyk i in., 2008; Kozak i in. 2015), jak też z dalekim transportem atmosferycznym z obszarów uprzemysłowionych (Pacyna, 1995). Stwierdzono także, że wysokie stężenia SO_4^{2-} oprócz pochodzenia geogenicznego, mogą także wynikać z dostawy atmosferycznej z obszarów uprzemysłowionych. Ponadto stwierdzono, że różnice w stężeniach sumy analizowanych jonów pomiędzy poszczególnymi badanymi jeziorami, mogą świadczyć o zaobserwowanym wcześniej w jeziorach Mongolii, eolicznym usuwaniu wytrąconych z wody ewaporatów (wraz z powierzchniową warstwą drobnoziarnistych osadów) [1, 2, 3]. Ma to miejsce w przypadku całkowitego wyschnięcia jeziora lub okresowego odsłonięcia jego dna. Kolejnym czynnikiem wpływającym na skład chemiczny wody jest położenie jeziora (odległość od linii brzegowej oceanu), co jest związane z dużym udziałem w ogólnej sumie jonów Cl^- i Na^+ , pochodzących z areozoli morskich.

Oprócz wpływu atmosferycznego, warunki hydrochemiczne w jeziorach związane są ściśle z procesami zachodzącymi w warstwie czynnej wieloletniej zmarzliny, której miąższość na badanym obszarze może przekraczać 150 cm (Repelewska-Pękalowa i in., 2013). Proces sezonowego odmarzania warstwy czynnej wpływa także na kształtowanie warunków hydrologicznych i chemizmu wody [8] Wydrzyca, którą charakteryzuje śnieżno-deszczowo-zmarzlinowy reżimem zasilania (Bartoszewski i in., 2013). Na podstawie uzyskanych wyników stwierdzono, że badane wody jezior tundrowych, a także Potoku Wydrzyca charakteryzują się wyższymi stężeniami azotanów (V) (NO_3^-) w stosunku do wód opadowych (Supplementary Material 2 w pracy [7]). W przypadku wód jezior azotany mają także większy udział procentowy w ogólnej sumie jonów, w porównaniu do próbek wód badanego ciekłu i opadów atmosferycznych. Azotany (V) w badanych wodach mogą być pochodzenia biogenicznego (Chmiel i in., 2013), ale także mogą być związane z procesem uwalniania tych związków z wieloletniej zmarzliny. Jak dowodzą liczne wyniki badań uzyskane w obszarach kontynentalnego rozprzestrzenienia

zmarzliny w Azji i Ameryce Północnej (m in., O'Donnell i Jones, 2006; Petrone i in., 2006; Frey i McClelland, 2009; Keller i in., 2010; Bagard i in., 2011; Douglas i in., 2013) stanowi ona bowiem magazyn związków organicznych, które uwalniane są do środowiska wodnego w czasie sezonowego rozmrażania warstwy czynnej, a także degradacji zmarzliny.

Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że podobnie jak w przypadku znacznie większych powierzchniowo jezior w Mongolii [2] i [3], a także jezior w Antarktyce Morskiej (Zwoliński, 2007), jeziora strefy peryglacjalnej w Arktyce stanowią pułapki sedymentacyjne dla związków chemicznych o różnej genezie: pochodzących z mokrej i suchej depozycji, pochodzenia geogenicznego i biogenicznego oraz związków uwalnianych z wieloletniej zmarzliny. Biorąc pod uwagę przewidywany wzrost głębokości warstwy czynnej wieloletniej zmarzliny w XXI wieku, należy przypuszczać, że liczba jezior tundrowych ulegnie zwiększeniu, a jeziora będą stanowić miejsca nagromadzenia i wtórnej emisji związków chemicznych do wody i atmosfery. Przedstawione w pracy [7] wyniki uzupełniają także istniejący stan wiedzy na temat dostawy zanieczyszczeń antropogenicznych (w tym metali ciężkich) do wód w strefie peryglacjalnej Arktyki Morskiej.

Wpływ sezonowego odmarzania wieloletniej zmarzliny na chemizm wód powierzchniowych przeanalizowano w kolejnej pracy prezentowanego osiągnięcia naukowego dotyczącej Spitsbergenu, pt. ***Comparison of hydrochemistry and organic compound transport in two non-glaciated high Arctic catchments with a permafrost regime (Bellsund Fjord, Spitsbergen)***, [8]. Badania zostały wykonane w odniesieniu do dwóch cieków - Potoku Wydrzyca (ang. *Tyvjobekken Creek*) i Potoku Renifer (ang. *Reindeer Creek*), zlokalizowanych w strefie peryglacjalnej, na przedpolach lodowców Scotta i Renard. Cieki charakteryzują się śnieżno-deszczowo-zmarzlinowym reżimem zasilania (Bartoszewski i in., 2013). W zlewni Potoku Wydrzyca dominują młode osady lodowcowe i fluwioglacjalne, nie przekształcone lub słabo przekształcone przez procesy glebotwórcze. Tylko niewielkie fragmenty tej zlewni pokryte są przez gleby brunatne, o większym niż inne inicjalne gleby tego obszaru, udziale materii organicznej i humusu (Klimowicz i in., 2013). Gleby brunatne, wykształcone na piaszczystych, bogatych w frakcję ilastą skałach osadowych Calypsostrandy, zajmują z kolei większe powierzchnie w zlewni Potoku Renifer. W celu określenia wpływu sezonowych zmian warunku hydrologicznych na chemizm wody w sezonie letnim 2012 roku codziennie, w okresie 41 dni, pobierane były codziennie w obydwu ciekach próbki wody, i równolegle przeprowadzono obserwacje warunków meteorologicznych oraz hydrologicznych. W trakcie pobierania próbek wody zmierzone zostały pH i przewodnictwo, a w dalszym etapie wykonano analizy związków organicznych: parametru węgla rozpuszczonego (ang. *dissolved organic carbon* – DOC), sumy fenoli oraz zawartości formaldehydu (HCHO). Fenole oraz formaldehyd mogą stanowić między innymi antropogeniczny ślad środowiskowy, związany

z niepełnym procesem spalania paliw kopalnych (m.in. Ruman i in., 2014; Kozak i in., 2015). W analizowanych ciekach zaobserwowano sezonową dynamikę zawartości węgla rozpuszczonego i formaldehydu [8]. Porównanie badanych parametrów do warunków hydrometeorologicznych wskazuje, że źródłem węgla rozpuszczonego i formaldehydu jest spływ powierzchniowy i uwalnianie związków, związane z sezonowym odmarzaniem warstwy czynnej zmarzliny. W przypadku cieku Renifer stężenie zarówno DOC, jak i HCHO było przez cały okres obserwacji wyższe w porównaniu do cieku Wydrzyca, co wynika z odmiennego charakteru pokrywy glebowej w tej zlewni (Klimowicz i in., 2013; Chmiel i in., 2013). Dodatnia korelacja pomiędzy wielkością przepływu w cieku a DOC w Potoku Renifer wskazuje na większe znaczenie spływu powierzchniowego jako źródła DOC w przypadku tego cieku, w porównaniu do Wydrzycy [8]. Natomiast w przypadku Potoku Wydrzyca, pomimo generalnie niższych stężeń DOC i HCHO, widoczne jest uruchamianie dostawy badanych związków do wód na przełomie lipca i sierpnia, w czasie zmniejszenia objętości przepływów (ograniczenie spływu powierzchniowego, a większy udział odpływu wynikającego z tajania zmarzliny). Warto podkreślić, że pomimo podobnej powierzchni zlewni, Potok Wydrzyca charakteryzuje się dwu-trzykrotnie niższym odpływem, niż Potok Renifer. Wskazuje to na odmienne warunki formowania odpływu w obydwu zlewniach. Ponadto zlewnia Potoku Renifer, ze względu na bardziej zaawansowany etap procesu transformacji powierzchni, związany z silniej rozwiniętą pokrywą glebową, bogatszą szatą roślinną tundry i w związku z tym obecnością reniferów, charakteryzuje się większą zawartością związków węgla w powierzchniowej części profilu glebowego. Wymywanie tych związków uruchamiane jest po opadach deszczu, w wyniku spływu powierzchniowego i śródpokrywowego.

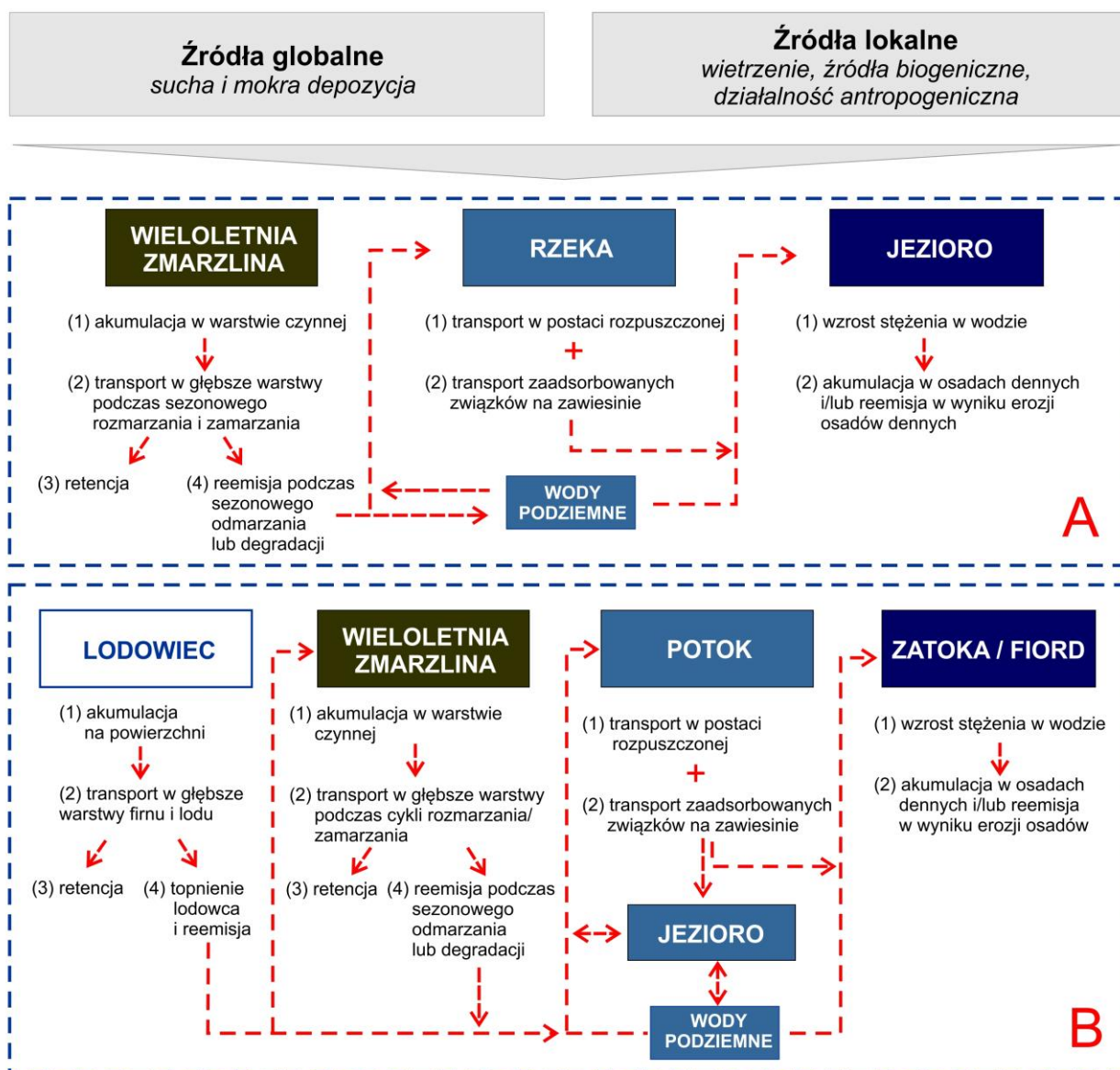
W związku z prognozowanym na XXI wiek dalszym wzrostem temperatur powietrza i postępującą recesją lodowców oraz degradacją wieloletniej zmarzliny, w przypadku zlewni arktycznych, podobnie jak, w przypadku badanych zlewni w Antarktyce, należy spodziewać się intensyfikacji uwalniania związków chemicznych nagromadzonych w lodzie i wieloletniej zmarzlinie. Jednakże w odróżnieniu do Antarktyki, w przypadku Spitsbergenu należy spodziewać się uwalniania ze zmarzliny także związków węgla, których obecność związana jest z produkcją insitu przez florę i faunę arktyczną. Przedstawione w artykule wyniki badań, ze względu na częstotliwość pobierania próbek, wnoszą nowe wartości do rozpoznania środowiskowych skutków sezonowego tajania wieloletniej zmarzliny w strefie polarnej, a także pozwalają na szerszą dyskusję dotyczącą skutków degradacji zmarzliny w wyniku zmian klimatu.

Podsumowanie i wnioski

Z przeglądu literatury przedstawionego w prezentowanych ośmiu publikacjach osiągnięcia naukowego wynika, że istnieje dysproporcja pomiędzy rozpoznaniem środowiskowych skutków wzrostu temperatury powietrza w obrębie obszarów rozprzestrzenienia wieloletniej zmarzliny na terenie kontynentów Europy, Azji i Ameryki Północnej, a obszarami południowej granicy jej występowania na półkuli północnej. Co ważniejsze, ze względu na dużą dynamikę granicy zasięgu wieloletniej zmarzliny w związku ze zmianami klimatu, obszary te mogą podlegać trwałemu przekształceniu warunków hydrologicznych i hydrochemicznych, związanych ze zmianami środowiska kriogenicznego. Podobnie intensywne zmiany dotyczą obszarów współcześnie zlodowaconych, gdzie zmiana ze środowiska glacialnego na peryglacjalne wskutek deglacjacji, powoduje szereg skutków środowiskowych. **Opisane osiągnięcie badawcze stanowi zatem uzupełnienie aktualnego stanu wiedzy na temat chemizmu oraz czynników determinujących chemizm wód powierzchniowych w obszarach peryferyjnego występowania zmarzliny.**

Z badań zaprezentowanych w przedstawionym osiągnięciu wynika, że akumulacja i uwalnianie związków chemicznych w środowisku kriogenicznym stanowią stale zachodzące i współwystępujące procesy, przy czym w procesach tych, w trzech badanych obszarach, lodowce i zmarzlina uczestniczą w różnym stopniu. Jest to związane z różnym czasem deglacjacji tych terenów oraz odmiennymi warunkami transformacji wynikającej oddziaływania czynników naturalnych, determinujących procesy wietrzenia skał, a także stopnia zaawansowania sukcesji roślinnej, obecności zwierząt oraz oddziaływania człowieka. Na załączonej rycinie 1 dokonano podsumowania uzyskanych wyników badań na temat przemieszczania się substancji chemicznych w badanych środowiskach peryglacjalnych. Pomimo różnic w lokalizacji trzech badanych obszarów oraz różnym udziale powierzchni pokrytej przez lód, w stosunku do powierzchni niezlodowaconej w przypadku Antarktyki i Arktyki, wszystkie badane strefy peryglacjalne charakteryzuje kaskadowość transportu związków chemicznych.

Obszar centralnej Mongolii, ze zmniejszającym się zasięgiem reliktovej zmarzliny oraz nielicznymi lodowcami góorskimi, stanowi strefę szczątkowego oddziaływania środowiska kriogenicznego na stosunki wodne i chemizm wody. Jednocześnie w badanym regionie Mongolii środowisko wodne, ze względu na kontynentalizm klimatu, oraz znaczny wzrost temperatur powietrza w czasie ostatnich kilkudziesięciu lat, znajduje się w okresie silnej transformacji w kierunku krajobrazu pustynnego. Ten etap ewolucji determinuje nie tylko sytuację hydrologiczną, ale także warunki chemiczne w jeziorach Mongolii, dla których całkowity zanik może być przyczyną usunięcia części zakumulowanych w jeziorze związków chemicznych, na skutek procesów deflacyjnych.



Rycina 1. Media transportowe warunkujące sposób przemieszczania się substancji chemicznych (w tym zanieczyszczeń) w strefach peryglacialnych: A/ na obszarze Mongolii B/ na obszarze zachodniego wybrzeża Zatoki Admiralicji oraz wybrzeża Bellsundu – schemat opracowano na podstawie wszystkich publikacji z listy osiągnięcia naukowego

Odmienne, w stosunku do Mongolii, kształtują się procesy kształtujące chemizm wód powierzchniowych obszarów peryglacialnych w obydwu badanych strefach polarnych. Wskutek szybko postępującej recesji lodowców w Antarktyce i Arktyce, zwiększyła się w czasie ostatnich kilkudziesięciu lat powierzchnia obszarów pozbawionych lodu, a układ sieci wodnej podlegał dynamicznym zmianom. W obrębie tych obszarów zachodzi intensywne uwalnianie związków chemicznych zdeponowanych na

powierzchni lodowców, w lodzie lodowcowym oraz w wieloletniej zmarzlinie. Jednocześnie nadal trwa ich akumulacja związków chemicznych, zarówno na obszarach pokrytych lodem, jak i pozbawionych pokrywy lodowej, wynikająca z dostawy atmosferycznej zanieczyszczeń z odległych obszarów, a także lokalnej dostawy związków pochodzących ze źródeł naturalnych i antropogenicznych. Dwa analizowane obszary polarne różnią się między sobą zakresem stężeń i rodzajem zdeponowanych związków chemicznych, nie tylko z powodu lokalnych warunków geologicznych, ale także z powodu różnego stopnia izolacji od obszarów silnie przekształconych antropogenicznie, a także zasięgu i czasu funkcjonowania (transformacji) obszarów pozbawionych lodu. Do zasadniczych różnic pomiędzy badanymi obszarami Svalbardu i Antarktyki Morskiej można zaliczyć sezonowe uwalnianie ze zmarzliny związków węgla i azotu w Arktyce, czego nie zaobserwowano w Antarktyce Morskiej.

Zmiany środowiska kriogenicznego zachodzące w różnych regionach globu, należy rozważać także w kontekście źródeł dostawy zanieczyszczeń. **Ważnym wkładem w istniejący stan wiedzy, wynikającym z zaprezentowanych badań jest brak stref buforowych dla obszarów oddalonych od dużych skupisk ludności, chroniących przed napływem zanieczyszczeń antropogenicznych.** Istotne jest też wykazanie, że zanieczyszczenia te, ze względu na akumulację w środowisku kriogenicznym, mogą oddziaływać na ekosystemy jeszcze długo po ustaniu emisji. Zatem zarówno przeszła działalność człowieka, na przykład z czasów rewolucji przemysłowej, jak też współczesna, znalazła i znajdzie ślad w środowisku, w którym związki mogą być czasowo zmagazynowane w lodzie i zmarzlinie. Szczególnie niebezpieczne dla środowiska przyrodniczego badanych obszarów polarnych może być uwalnianie się związków zaliczanych do trwałych zanieczyszczeń organicznych, które nawet w niewielkich stężeniach mogą podlegać bioakumulacji w środowisku i wpływać na funkcjonowanie ekosystemów. Jednak nie tylko antropopresja o zmiennym natężeniu, ale także naturalne zdarzenia o gwałtownym charakterze, mogą odcisnąć trwały ślad w środowiskach kriogenicznych i związanych z nimi ekosystemach. Jednym z tego typu zdarzeń są erupcje wulkanów, które ze względu na emisję pyłów i gazów do atmosfery, oddziałują nie tylko na swoje najbliższe otoczenie, ale także nawet na odległy obszar Antarktyki. Ze względu na możliwe naturalne i antropogeniczne pochodzenie niektórych związków, na przykład związków z grupy WWA, należy w przyszłości podjąć próbę znalezienia wskaźników pozwalających na oddzielenie śladów działalności człowieka (*fingerprints*), od efektów naturalnych zjawisk ekstremalnych o zasięgu lokalnym i globalnym.

Literatura (do punktu 4)

- Abakumov E., Lupachev A., Andreev M., 2017. Trace element content in soils of the King George and Elephant islands, Maritime Antarctica. *Journal of Chemical Ecology* 33 (9): 856–868.
- Abbott B.W., Jones J.B., Godsey S.E., Larouche J.R., Bowden W.B., 2015. Patterns and persistence of hydrologic carbon and nutrient export from collapsing upland permafrost. *Biogeoscience* 12: 3725–3740.
- Alam I.A., Sadiq M., 1993. Metal concentrations in Antarctic sediment samples collected during the Trans-Antarctica 1990 expedition. *Marine Pollution Bulletin* 26: 523–527.
- Almeida I.C.C., Schaefer C.E.G.R., Fernandes R.B.A., Pereira T.T.C., Nieuwendam A., Pereira A.B., 2014. Active layer thermal regime at different vegetation covers at Lions Rump, King George Island, Maritime Antarctica. *Geomorphology* 225: 36–46.
- Al-Saleh I., Shinwari N., Alsabbaheen, A. 2011. Phthalates residues in plastic bottled waters. *The Journal of Toxicological Sciences* 36: 469–478.
- Babiński Z., 1982. Pingo Degradation in the Bayan-Nuurin-Khotnor Basin, Khangai Mountains, Mongolia, *Boreas* 11: 291–298.
- Babiński Z., 2007. Pochodzenie i degradacja form zmarzlinowych typu pingo w Mongolii. [W:] Florek W. (red.), *Morfotwórcza rola lodowców i lądolodów plejstoceny i współczesnych*. Słupskie Prace Geograficzne Akademia Pomorska, Słupsk: 45–59.
- Bagard M.-L., Chabaux F., Pokrovsky O.S., Viers J., Prokushkin A.S., Stille P., Rihs S., Schmitt A.-D., Dupré B., 2011. Seasonal variability of element fluxes in two Central Siberian rivers draining high latitude permafrost dominated areas. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 75: 3335–3357.
- Bargagli R., 2008. Environmental contamination in Antarctic ecosystems. *Science of the Total Environment* 400: 212–226.
- Barnier Ch., Ouvrard S., Robin Ch., Morel J.L., 2014. Desorption kinetics of PAHs from aged industrial soils for availability assessment. *Science of the Total Environment* 470–471: 639–645.
- Bartoszewski S., Chmiel S., Michalczyk Z., 2013. Hydrography. [W:] Zagórski P., Harasimiuk M., Rodzik J. (red.), *The Geographical Environment of NW Part of Wedel Jarlsberg Land (Spitsbergen, Svalbard)*. Faculty of Earth Science and Management, Maria Curie-Skłodowska University, Lublin: 192–211.
- Batimaa P., Batnasan N., Bolormaa B., 2008. Climate change and water resources in Mongolia. [W:] Basandorj D., Oyunbaatar D. (red.), *Uncertainties In Water Resource Management: Causes, Technologies And Consequences (WRM-MON2008)*. Conference Proceedings, Ulaanbaatar, Mongolia: 7–12.
- Birkenmajer K., 2002. Retreat of ecology glacier, Admiralty Bay, King George Island (South Shetland Islands, West Antarctica) 1956–2001. *Bulletin of the Polish Academy of Sciences* 50: 15–29.
- Bockheim J.G., Hall K.J., 2002. Permafrost, active-layer dynamics and periglacial environments of continental Antarctica. *South African Journal Science* 98: 82–90.
- Bockheim J., Vieira G., Ramos M., López-Martínez J., Serrano E., Guglielmin M., Wilhelm K., Nieuwendam A., 2013. Climate warming and permafrost dynamics in the Antarctic Peninsula region. *Global and Planetary Change* 100: 215–223.
- Chapin F.S., Berman M., Callaghan T.V., Convey P., Crépin A.S., Danell K., Ducklow H., Forbes B., Kofinas G., McGuire A.D., Nuttall M., Virginia R., Young O., Zimov S.A., Christensen T., Godduhn A., Murphy E.J., Wall D., Zockler C., 2005. Polar System. [W:] Hassan R., Scholes R., Ash N. (red.), *Ecosystems and Human Well-Being, Volume 1: Current State and Trends*. Findings of the Condition and Trends Working Group. V. Series. GF50.E264. Millennium Ecosystem Assessment. Island Press, 1718 Connecticut Avenue, Suite 300, NW, Washington.
- Chapman P.M., 2007. Determining when contamination is pollution- Weight of evidence determinations for sediments and effluents. *Environment International* 33: 492–501.
- Cheng G., Jin H. 2012. Permafrost and groundwater on the Qinghai-Tibet Plateau and in northeast China. *Hydrogeology Journal* 21: 5–23.
- Chmiel S., Bartoszewski S., Michalczyk Z., 2013. Hydrochemistry. [W:] Zagórski P., Harasimiuk M., Rodzik J. (red.), *The Geographical Environment of NW Part of Wedel Jarlsberg Land (Spitsbergen, Svalbard)*. Faculty of Earth Science and Management, Maria Curie-Skłodowska University, Lublin: 102–117.

- Chun X., Su R., Liu J., Liang W., Yong M., Ulambadrakh K., 2017. Climatic implications on variations of Qehan Lake in the arid regions of Inner Mongolia during the recent five decades. *Environmental Monitoring and Assessment* 189(14), DOI 10.1007/s10661-016-5721-5.
- Convey, P., 2001. Antarctic ecosystems. [W:] Levin S.A. (red.), *Encyclopedia of Biodiversity* 1. Academic Press, San Diego: 171–184.
- Cook J., Nuccitelli D., Green S.A., Richardson M., Winkler B., Painting R., Way R., Jacobs P., Skuce A., 2013. Quantifying the consensus on anthropogenic global warming in the scientific literature. *Environmental Research Letter* 8, 024024, doi:10.1088/1748-9326/8/2/024024.
- Curtosi A., Pelletier E., Vodopivec C.L., Mac Cormack W.P., 2007. Polycyclic aromatic hydrocarbons in soil and surface marine sediment near Jubany Station (Antarctica). Role of permafrost as a low-permeability barrier. *Science of the Total Environment* 383: 193–204.
- Dagvadorj D., Natsagdorj L., Dorjpurev J., Namkhainyam B., 2009. Mongolia: Assessment Report on Climate Change. Ministry of Nature, Environment and Tourism, Mongolia.
- Davaa G., Oyunbaatar D., 2012. Surface water resources assessment. [W:] Gantuul, Sh. (red.), *Integrated Water Management National Assessment Report, Volume I*. Government of Mongolia, Ministry of Environment and Green Development, Ulaanbaatar: 9-75.
- Douglas T., Blum J.D., Guo L., Keller K., Gleason J.D., 2013. Hydrogeochemistry of seasonal flow regimes in the Chena River, a subarctic watershed draining discontinuous permafrost in interior Alaska (USA). *Chemical Geology* 335: 48–62.
- Draxler R., Stunder B., Rolph G., Stein A., Taylor A., 2009. HYSPLIT4 user's guide. Version 4.9. Silver Spring, MD: Air Resources Laboratory, National Oceanic and Atmospheric Administration.
- Egorov N., 1993. Mongolian salt lakes: some features of their geography, thermal patterns, chemistry and biology. *Hydrobiologia* 267: 13–21.
- Frey K.E., McClelland J.M., 2009. Impacts of permafrost degradation on arctic river biogeochemistry. *Hydrological Processes* 23: 169–182.
- Glazik R., 1995. Obieg wody w klimacie kontynentalnym na przykładzie północnej Mongolii. *Prace Geograficzne* 164, IGI PAN Warszawa, Wyd. Continuo, Wrocław: 1–190.
- Haman K., 2008. Naturalne i antropogeniczne przyczyny zmian klimatu. *Nauka* 1: 119–127.
- Hara K., Osada K., Yabuki M., Hayashi M., Yamanouchi T., Shiobara M., Wada M., 2008. Measurement of black carbon at Syowa station, Antarctica: seasonal variation, transport processes and pathways. *Atmospheric Chemistry and Physics Discussions* 8: 9883–9929.
- Hong S., Boutron C.F., Edwards R., Morgan V.I., 1998. Heavy metals in Antarctic ice from law dome: initial results. *Environmental Research* 78: 94–103.
- Humlum O., Instanes A., Sollid J.L., 2003. Permafrost in Svalbard: a review of research history, climatic background and engineering challenges. *Polar Research* 22 (2): 191–215.
- IPCC, 2014. Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. [W:] Pachauri R.K., Meyer L.A. (red.), IPCC. Geneva, Switzerland.
- Jin H., Li S., Cheng G., Shaoling W., Li X., 2000. Permafrost and climatic change in China. *Global and Planetary Change* 26, 387–404.
- Kasprzak M., Strzelecki M.C., Rachlewicz G., Migoń P., 2018. Coastal Permafrost on King George Island (Antarctica): does not exist or it is just forming. [W:] Małecki J., Rymer K., Buchwał A., Kostrzewski A. (red.), XXXVII Sympozjum Polarne „Polar Change – Global Change” Streszczenia. UAM, Poznań: 106-107.
- Keisuke F., Haruna M., 2018. Control of Water Chemistry in Alkaline Lakes: Solubility of Monohydrocalcite and Amorphous Magnesium Carbonate in CaCl₂, MgCl₂, Na₂CO₃ Solutions. *ACS Earth and Space Chemistry* 2(7): 735-744.
- Keller K., Blum J.D., Kling G.W., 2010. Stream geochemistry as an indicator of increasing permafrost thaw depth in an arctic watershed. *Chemical Geology* 273: 76–81.
- Kennicutt M.C., McDonald S.J., Sericano J.L., Boothe P., Oliver J., Safe S., Presley B.J., Li H., Wolfe D., Wade T.L., Crockett A., Bockus D., 1995. Human contamination of the marine environment—Arthur Harbor and McMurdo Sound, Antarctica. *Environmental Science and Technology* 29: 1279–1287.

- Klánová J., Matykiewiczová N., Máčka Z., Prošek P., Láška K., Klán P., 2008. Persistent organic pollutants in soils and sediments from James Ross Island, Antarctica, *Environ. Pollut.* 152: 416–423.
- Klimowicz Z., Chodorowski J., Melke J., Uziak S., Bartmiński P., 2013. Soils. [W:] Zagórski P., Harasimiuk M., Rodzik J. (red.), *The Geographical Environment of NW Part of Wedel Jarlberg Land (Spitsbergen, Svalbard)*. Faculty of Earth Science and Management, Maria Curie-Skłodowska University, Lublin: 248–271.
- Klinge M., Dulamsuren C., Erasmi S., Karger D.N., Hauck M., 2018. Climate effects on vegetation vitality at the treeline of boreal forests of Mongolia. *Biogeosciences* 15: 1319–1333.
- Komatsu G., Brantingham P.J., Olsen J.W., Baker V.R., 2001. Paleoshoreline Geomorphology of Böön Tsagaan Nuur and Orog Nuur: The Valley of the Lakes. *Geomorphology* 39: 83–98.
- Kozak K., Koziół K., Luks B., Chmiel S., Ruman M., Marć M., Namieśnik J., Polkowska Ż., 2015. The role of atmospheric precipitation in introducing contaminants to the surface waters of the Fuglebekken catchment, Spitsbergen. *Polar Research* 34:24207, <https://doi.org/10.3402/polar.v34.24207>.
- Krause T., Tubbesing C., Benzing K., Schöler H.F., 2014. Model reactions and natural occurrence of furans from hypersaline environments. *Biogeosciences* 11: 2871–2882.
- Krawczyk W.E., Bartoszewski S.A., Siwek K., 2008. Rain water chemistry at Calypsobyen, Svalbard. *Polish Polar Research* 29 (2): 149–162.
- Lu Z., Cai M., Wang J., Yang H., He J., 2012. Baseline values for metals in soils on Fildes Peninsula, King George Island, Antarctica: the extent of anthropogenic pollution. *Environmental Monitoring and Assessment* 184: 7013–7021.
- Martins C.C., Bicego M.C., Taniguchi S., Montone R.C., 2004. Aliphatic and polycyclic aromatic hydrocarbons in surface sediments in Admiralty Bay, King George Island, Antarctica. *Antarctic Science* 16 (2): 117–122.
- Martins C.C., Bicego M.C., Rose N.L., Taniguchi S., Lourenço R.A., Figueira R.C.L., Mahiques M.M., Montone R.C., 2010. Historical record of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) and spheroidal carbonaceous particles (SCPs) in marine sediment cores from Admiralty Bay, King George Island, Antarctica. *Environmental Pollution* 158: 192–200.
- McConnell J.R., Maselli O.J., Sigl M., Vallenga P., Neumann T., Anschütz H., Bales R.C., Curran M.A.J., Das S.B., Edwards R., Kipfstuhl S., Layman L., Thomas E.R., 2014. Antarctic-wide array of high-resolution ice core records reveals pervasive lead pollution began in 1889 and persists today. *Scientific Reports*, 4: 5848, DOI: 10.1038/srep05848.
- Net S., Sempéré R., Delmont A., Paluselli A., Ouddane B., 2015. Occurrence, fate, behavior and ecotoxicological state of phthalates in different environmental matrices. *Environmental Science & Technology* 49: 4019–4035.
- O'Donnell J.A., Jones Jr. J.B., 2006. Nitrogen retention in the riparian zone of catchments underlain by discontinuous permafrost. *Freshwater Biology* 51: 854–864.
- Oliva M., Hrbáček F., Ruiz-Fernández J., Ángel de Pablo M., Vieira G., Ramos M., Antoniades D., 2017. Active layer dynamics in three topographically distinct lake catchments in Byers Peninsula (Livingston Island, Antarctica). *Catena* 149: 548–559.
- Pacyna J.M., 1995. The origin of Arctic air pollutants: lessons learned and future research. *Science of the Total Environment* 160: 39–53.
- Pereira E.B., Evangelista H., Pereira K.C.D., Cavalcanti I.F.A., Setzer A.W., 2006. Apportionment of black carbon in the South Shetland Islands, Antarctic Peninsula. *Journal of Geophysical Research* 111, D03303, doi: 10.1029/2005JD006086.
- Petrone K.C., Jones J.B., Hinzman L.D., Boone R.D., 2006. Seasonal export of carbon, nitrogen, and major solutes from Alaskan catchments with discontinuous permafrost. *Journal of Geophysical Research* 111, G02020, doi: 10.1029/2005JG000055.
- Pudęłko R., Angiel P. J., Potocki M., Jędrejek A., Kozak M., 2018. Fluctuation of Glacial Retreat Rates in the Eastern Part of Warszawa Icefield, King George Island, Antarctica, 1979–2018. *Remote Sensing* 10, 892; doi:10.3390/rs10060892.
- Rachlewicz G., Szpikowska G., Szpikowski J., Zwoliński Z., 2016. Solute and particulate fluxes in catchments in Spitsbergen. [W:] Beylich, A.A., Dixon, J.C., Zwoliński, Z. (red.), *Source-to-Sink Fluxes in Undisturbed Cold Environments*. Cambridge University Press: 116–132.
- Repelewska-Pękalowa J., Pękala, K., Zagórski, P., Superson, J. 2013. Permafrost and periglacial processes. [W:] Zagórski P., Harasimiuk M., Rodzik J. (red.). *The Geographical Environment of NW Part of Wedel Jarlsberg Land (Spitsbergen, Svalbard)*. Faculty of Earth Sciences and Spatial Management, Maria Curie-Skłodowska University, Lublin: 166–191.
- Ruman M., Szopińska M., Kozak K., Lehmann S., Polkowska Ż., 2014. The research of the contamination levels present in samples of precipitation and surface waters collected from the catchment area Fuglebekken (Hornsund, Svalbard Archipelago). *AIP Conference Proceedings* 1618: 297–300, <https://doi.org/10.1063/1.4897732>.

- Santos I.R., Silva-Filho E.V., Schaefer C.E.G.R., Albuquerque-Filho M.R., Campos L.S., 2005. Heavy metal contamination in coastal sediments and soils near the Brazilian Antarctic Station, King George Island. *Marine Pollution Bulletin* 50: 185–194.
- Sharkhuu N., 2003. Recent changes in the permafrost of Mongolia. [W:] Phillips M., Springman S.M., Arenson L.U. (red.), *Permafrost*. Swets&Zeitlinger, Lisse: 1029-1034.
- Sharkhuu N., Sharkhuu A., 2012. Effects of climate warming and vegetation cover on permafrost of Mongolia. [W:] Werger, M.J.A., van Staaldin, M.A. (red.), *Eurasian Steppes. Ecological Problems and Livelihoods in a Changing World, Plant and Vegetation* 6. Springer Science + Business Media B.V.: 445–472.
- Slaymaker O., 2011. Criteria to distinguish between periglacial, proglacial and paraglacial environments. *Quaestiones Geographicae* 30(1): 85-94.
- Sobota I., 2013. Współczesne zmiany kriosfery północno-zachodniego Spitsbergenu na przykładzie rejonu Kaffiøry. Wydawnictwo Naukowe UMK, Toruń, pp.449.
- Tao S., Fang J., Zhao X., Zhao S., Shen H., Hu H., Tang Z., Wang Z., Guo Q., 2015. Rapid loss of lakes on the Mongolian Plateau. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 112, 2281–2286.
- Tett S.F.B., Jones G.S., Stott P.A., Hill D.C., Mitchell J.F.B., Allen M.R., Ingram W.J., Johns T.C., Johnson C.E., Jones A., Roberts D.L., Sexton D.M.H., Woodage M.J., 2002. Estimation of natural and anthropogenic contributions to twentieth century temperature change. *Journal Of Geophysical Research* 107 (D16), 4306, 10.1029/2000JD000028.
- Tin T., Fleming Z.L., Hughes K.A., Ainley D.G., Convey P., Moreno C.A., Pfeiffer S., Scott J., Snape I., 2009. Impacts of local human activities on the Antarctic environment. *Antarctic Sciences* 21 (1): 3–33.
- Webster J., Webster K., Nelson P., Waterhouse E., 2003. The behaviour of residual contaminants at a former station site, Antarctica. *Environmental Pollution* 123: 163–179.
- White D., Hinzman L.D., Alessa L., Cassano J., Chambers M., Falkner K., Francis J., Gutowski W.J., Holland M., Holmes R.M., Huntington H., Kane D.L., Kliskey A., Lee C., McClelland J., Peterson B., Rupp T.S., Straneo F., Steele M., Woodgate R., Yang D., Yoshikawa K., Zhang T., 2007. The Arctic freshwater system: changes and impacts. *Journal of Geophysical Research* 112, G04S54. <http://dx.doi.org/10.1029/2006JG000353>.
- Vieira G., López-Martínez J., Serrano E., Ramos M., 2008. Climate change and permafrost degradation. Geomorphological evidence from Deception and Livingston islands, maritime Antarctic. [W:] Kane D.L., Hindel K.M. (red.), *Proceedings Ninth International Conference on Permafrost*. 2. Institute of Northern Engineering, University of Alaska, Fairbanks: 1839–1844.
- Vieira G., Bockheim J., Guglielmin M., Balks M., Abramov A.A., Boelhouwers J., Cannone N., Ganzert L., Gilichinsky D.A., Goryachkin S., Lopez-Martinez J., Meiklejohn J., Raffi R., Ramos M., Schaefer C., Serrano E., Simas F., Sletten R., Wagner D., 2010. Thermal state of permafrost and active-layer monitoring in the Antarctic: advances during the international polar year 2007–2009. *Permafrost and Periglacial Processes* 21: 182–197.
- Xue R., Chen L., Lu Z., Wang J., Yang H., Zhang J., Cai M., 2016. Spatial distribution and source apportionment of PAHs in marine surface sediments of Prydz Bay, East Antarctica. *Environmental Pollution* 219: 528–536.
- Yang, Z., Ou, Y.H., Xu, X., Zhao, L., Song, M., Zhou, C., 2010. Effects of permafrost degradation on ecosystems. *Acta Ecologica Sinica* 30: 33–39.
- Yu K., Lehmkuhl F., Diekmann B., Zeeden Ch., Nottebaum V., Stauch G., 2017. Geochemical imprints of coupled paleoenvironmental and provenance change in the lacustrine sequence of Orog Nuur, Gobi Desert of Mongolia. *Journal of Paleolimnology* 58(4): 511-532.
- Zhamsueva G., Zayakhanov A., Starikow A., Tsydyrov V., Khodzher T., Golobokova L., Marinayte I., Onichyk N., Azzaya D., Oyunchimeg D., 2015. Water-soluble inorganic ions and PAHs of summer PM10 samples in Mongolia during 2005–2010. *Atmospheric Pollution Research* 6: 120–128.
- Zwoliński Z., 2007. Mobilność materii mineralnej na obszarach paraglacialnych, Wyspa Króla Jerzego, Antarktyka Zachodnia. *Wyd. Nauk. UAM, Seria Geografia*, 74, pp. 266.
- Zwoliński Z., Rachlewicz G., Mazurek M., Paluszkievicz R., 2007. The geoecological model for small tundra lakes, Spitsbergen. *Landform Analysis* 5: 113-118.

5. Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo - badawczych

Po ukończeniu w 1993 roku Liceum Ogólnokształcącego nr 7 w Bydgoszcy rozpoczęłam pięcioletnie studia magisterskie na kierunku geografia na Uniwersytecie Mikołaja Kopernika w Toruniu. Początek moich zainteresowań naukowych przypada na rok 1996, kiedy rozpoczęłam realizację pracy magisterskiej pt.: **„Przebieg procesów fluwialnych zarejestrowanych w osadach i formach dna doliny Drwęcy na wybranym odcinku poniżej Golubia-Dobrzynia”** w Zakładzie Geomorfologii i Paleogeografii Czwartorzędu, w Instytucie Geografii UMK. Pracę realizowałam pod kierunkiem Pana prof. dr hab. Leona Andrzejewskiego. W trakcie studiów aktywnie uczestniczyłam w pracach Studenckiego Koła Geografów UMK, biorąc udział w obozach naukowych, konferencjach naukowych oraz wyjazdach badawczych organizowanych przez koło naukowe oraz instytucje naukowe. W roku 1995 wzięłam udział w wyprawie naukowej do Mongolii, zorganizowanej przez Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania Polskiej Akademii Nauk w Toruniu. W trakcie piątego roku studiów pomagałam w organizacji ogólnopolskich warsztatów geomorfologicznych organizowanych przez Zakład Geomorfologii i Paleogeografii Czwartorzędu UMK. Podczas studiów (II-V rok) otrzymywałam stypendium naukowe za bardzo dobre wyniki w nauce. Studia ukończyłam w roku 1998 z wynikiem bardzo dobrym, otrzymując tytuł magistra geografii (specjalizacja: geomorfologia i paleogeografia czwartorzędu). Po ukończeniu studiów w latach 1998-2000 pracowałam w przedsiębiorstwie geodezyjnym, jednocześnie podnosząc swoje kwalifikacje w zakresie pomiarów terenowych, przez ukończenie dwuletniego technikum geodezyjnego w Toruniu.

W 2000 roku rozpoczęłam pracę w Katedrze Geografii w Wyższej Szkole Pedagogicznej w Bydgoszcy (obecnie Instytut Geografii na Uniwersytecie Kazimierza Wielkiego). Badania naukowe realizowałam w zakresie dwóch, opisanych poniżej grup zagadnień.

5.1. Naturalne i antropogeniczne czynniki warunkujące przebieg procesów hydrologicznych w zlewniach strefy młodoglacjalnej w Polsce

Badania przed uzyskaniem stopnia naukowego doktora

W latach 2000-2007 zajmowałam się realizacją rozprawy doktorskiej dotyczącej przebiegu procesów hydrologicznych w zlewni Wdy. Moje badania skoncentrowały się w tym okresie na tematyce związanej z **naturalnymi i antropogenicznymi uwarunkowaniami przebiegu procesów hydrologicznych**. Mój pierwszy artykuł naukowy pt. *Geologiczne i geomorfologiczne uwarunkowania rozwoju koryta Drwęcy pomiędzy Golubiem-Dobrzyniem a Elgiszewem* ukazał się w roku 2002 w Przeglądzie Geograficznym. Stanowił on rozwinięcie badań zrealizowanych w ramach pracy magisterskiej i przedstawiał

zagadnienia związane z wpływem lokalnych warunków na przebieg procesów fluwialnych formujących dno doliny rzecznej. Zagadnienia poruszone w tym artykule wpłynęły na moją dalszą pracę badawczą w zlewni rzeki Wdy. W swoich badaniach szczególną uwagę zwracałam na wpływ czynników lokalnych na przebieg procesów hydrologicznych, przy czym zakres moich badań poszerzyłam o wpływ antropopresji. W tym okresie opublikowałam pięć prac dotyczących czynników kształtujących procesy hydrologiczne w zlewni Wdy, w których między innymi zostały poruszone zagadnienia naturalnych uwarunkowań tych procesów (Szumińska, 2004; 2005), a także hydrologicznych i morfologicznych konsekwencji zmian sposobu użytkowania wód w zlewni (Szumińska i Habel, 2005; Babiński i Szumińska, 2006; Szumińska 2006a, 2006b). Wyniki badań zostały zaprezentowane na dwóch konferencjach w Rosji w roku 2005 (Babiński i Szumińska, 2005a, 2005b) oraz na trzech konferencjach w Polsce, w tym na Ogólnopolskim Zjeździe Geografów Polskich i 55 Zjeździe PTG w 2006 roku na UMK w Toruniu (Szumińska, 2006a; Szumińska, 2006b). W tym czasie byłam także współautorem dwóch publikacji podsumowujących badania przyrodnicze na obszarze Borów Tucholskich (Dysarz i in., 2006; Jutrowska i in. 2007). W okresie do uzyskania tytułu naukowego doktora moje badania realizowane były w oparciu o konkursy wydziałowe, w których uzyskałam dofinansowanie 5 projektów własnych, dotyczących zlewni Wdy, oraz byłam uczestnikiem 2 projektów, kierowanych przez mojego opiekuna naukowego prof. Dr hab. Zygmunta Babińskiego.

Najważniejszym osiągnięciem związanym z realizowanym kierunkiem badań było uzyskanie w 2007 roku stopnia doktora nauk o Ziemi na podstawie dysertacji pt. **„Naturalne i antropogeniczne uwarunkowania przebiegu wybranych procesów hydrologicznych w zlewni Wdy”**, której promotorem był Pan prof. dr hab. Zygmunt Babiński, a recenzji podjęli się Pan prof. dr hab. Ryszard Glazik z Uniwersytetu Mikołaja Kopernika i Pan prof. dr hab. Andrzej Tadeusz Jankowski z Uniwersytetu Śląskiego w Katowicach. Praca została obroniona na Uniwersytecie Mikołaja Kopernika w Toruniu, na Wydziale Biologii i Nauk o Ziemi.

Badania po uzyskaniu stopnia naukowego doktora

Po uzyskaniu tytułu naukowego doktora kontynuowałam badania w zlewni Wdy. W związku z sugestiami zawartymi w jednej z recenzji rozprawy doktorskiej, w kolejnych latach przeprowadziłam uzupełniające pomiary hydrologiczne w wybranych zlewniach dopływów rzeki Wdy. W 2014 roku została wydana monografia recenzowana przez prof. Dr hab. Ryszarda Glazika, pt. **Przebieg odpływu w zlewni Wdy na tle zmian intensywności użytkowania wód w drugiej połowie XX wieku** (Szumińska, 2014a), przygotowana na bazie rozprawy doktorskiej uzupełnionej o nowe wyniki badań. Ponadto problematyka dotycząca warunków formowania odpływu oraz przekształceń stosunków wodnych

w zlewni Wdy poruszona została także w innych pracach opublikowanych po uzyskaniu stopnia naukowego doktora (Szumińska, 2009a, 2010a, 2010b, 2011; Jankowski i in., 2010; Szumińska i Absalon, 2012; Szumińska i in., 2017a). Z wymienionych publikacji, dwie prace są indeksowane w Web of Sciences (Szumińska, 2010a; Szumińska i Absalon, 2012).

W okresie tym zaczęłam współpracować z jednostkami samorządowymi z regionu. Współpracę tą nawiązałam między innymi w wyniku organizacji w Instytucie Geografii UKW cyklicznych sympozjów oraz konferencji naukowo-samorządowych i naukowych dotyczących dróg wodnych (od 2007 roku). Dobra współpraca z regionem wpłynęła na możliwość prowadzenia ukierunkowanych badań naukowo-wdrożeniowych, dotyczących funkcjonowania cieków wchodzących w skład Bydgoskiego Węzła Wodnego. W związku z tym zakres moich badań objął inne rzeki zlokalizowane w strefie młodoglacjalnej – Dolną Wisłę i Brdę, a także Kanał Bydgoski. Prowadzone badania były skoncentrowane na skutkach morfologicznych zmian sposobu użytkowania Kanału Bydgoskiego, a także czynnikach kształtujących warunki morfologiczne miejskiego odcinka koryta Brdy oraz odcinka Wisły pomiędzy Solcem Kujawskim, a Bydgoszczą. Badania wykonywane były we współpracy z Urzędem Marszałkowskim Województwa Kujawsko-Pomorskiego, który sfinansował w 2008 roku grant *„Ocena możliwości rewitalizacji funkcji żeglugowych drogi wodnej Wisła – Odra ze szczególnym uwzględnieniem Kanału Bydgoskiego”* (w grantie pełniłam rolę wykonawcy). Ponadto powyższą problematyką zajmowałam się współpracując z firmą Żegluga Bydgoska, w której w ramach półrocznego stażu (w 2011 r.) finansowanego ze środków Unii Europejskiej realizowałam projekt pt. *„Uziarnienie i skład mechaniczny materiału wleczonego w korycie Wisły w odcinku Solec Kujawski – Tczew”*. Efektem wymienionych powyżej badań było powstanie 6 publikacji (Babiński i in., 2008; Szumińska 2008, 2009b, 2009c, 2013; Szumińska i in., 2012b). W okresie tym zostałam także zaproszona do opracowania 6 haseł do Encyklopedii Bydgoszczy, związanych z siecią wodną (Jastrzębski, red., 2011). W latach 2012-2013 byłam uczestnikiem kolejnej edycji projektu finansowanego przez Unię Europejską „Staż Sukcesem Naukowca” i wykonałam dla firmy MEWAT sp. z o.o. w Bydgoszczy, zajmującej się energetyką wodną, opracowanie pt. *„Wyznaczenie potencjalnych lokalizacji nowych elektrowni wodnych w województwie kujawsko-pomorskim w oparciu o nowoczesne technologie informacyjne”*. W roku 2014, w związku dobrą znajomością zagadnień hydrologicznych i przyrodniczych okolic Bydgoszczy, zostałam zaproszona do realizacji trzech arkuszy Mapy Sozologicznej Polski w skali 1:50000, w których byłam głównym autorem komentarzy oraz pełniłam funkcję koordynatora naukowego treści graficznej mapy (Szumińska i in., 2015a, 2015b, 2015c).

Kolejną instytucją, z którą współpracowałam w tym okresie był Wdecki Park Krajobrazowy, na terenie którego prowadziłam badania hydrologiczne. Efektem badań było powstanie dwóch

operatów wchodzących w skład Uaktualnienia Planu Ochrony Parku (Szumińska i Czerebiej, 2009; Szumińska i Giętkowski, 2009). Przeprowadzone badania zostały opublikowane w postaci czterech prac (Szumińska i Spóz, 2012; Szumińska i in., 2012a; Szumińska i Fabianowska, 2013; Szumińska, 2015), a po uzupełnieniu i uaktualnieniu w formie recenzowanej przez prof. dr hab. Zygmunta Babińskiego monografii (Szumińska i Czerebiej, 2016). Ponadto uzyskane na tym terenie wyniki badań zostały zaprezentowane w formie referatów na dwóch konferencjach krajowych dotyczących obszarów chronionych (w Fojutowie w 2013 roku oraz w Tleniu w 2014 roku). W okresie tym wzięłam także udział w przygotowaniu monografii miasta i gminy Mrocza (Szumińska, 2014b) oraz w przygotowaniu polsko-angielskiej monografii dotyczącej obszaru natura 2000 Ostoja Nadgoplańska (Dombrowicz i in., 2017). W roku 2018 uczestniczyłam w kolejnym projekcie badawczo-wdrożeniowym dotyczącym jezior Borówno, które zostało zlecone przez Starostwo Powiatowe w Bydgoszczy (Szumińska i in. 2018). Badania zostały zainicjowane z powodu znacznego obniżenia się poziomu wody w jeziorze i miały na celu ustalenie przyczyn tego procesu. W ramach współpracy z innymi jednostkami naukowymi w Polsce w roku 2009 uczestniczyłam jako wykonawca w dwóch grantach MNiSW realizowanych przez naukowców z Uniwersytetu Mikołaja Kopernika w Toruniu. W ramach realizacji grantów wykonałam opracowania dotyczące współczesnych i przeszłych warunków hydrologicznych na badanych obszarach.

Wyniki badań dotyczących wpływu czynników naturalnych i antropopresji na procesy hydrologiczne w zlewniach młodoglacjalnych zostały zaprezentowane w formie referatów wygłoszonych na 5 konferencjach. Były to dwie konferencje w Polsce: 1) Konferencja Naukowa „Przeobrażenia stosunków wodnych w warunkach zmieniającego się środowiska” w Zakopanem w 2009 roku oraz 2) International Geomorphology Workshop for Young Scientists „The field methods of the study of fluvial processes as the basis in dynamic geomorphology” w 2011 roku w Bydgoszczy, oraz trzy konferencje zagraniczne: 1) Międzynarodowa Konferencja „Rекреacyjnoje prirodozopolzowanie, turizm i ustojczywoje razwicie regionow” w 2007 roku w Barnaule (Rosja), 2) VIII Seminarium Młodych Uczonych Zajmujących się Problematyką Procesów Erozji, Procesów Korytowych i Procesów w Ujściowych Odcinkach Rzek w 2010 roku w Ufie (Rosja) (ang. *The Interinstitutional Scientific Council on Erosion, River Channel and Mouth Processes*, od 2008 roku jestem członkiem tego towarzystwa), 3) Konferencja „13th International Conference of Computational Methods in Sciences and Engineering” (ICCMSE 2017) w 2017 roku w Salonikach (Grecja). Wyniki zaprezentowane na ostatniej konferencji zostały opublikowane w rozszerzonych materiałach konferencyjnych indeksowanych w Web of Sciences (Szumińska i in., 2017a).

Opisane powyżej badania pozwoliły na określenie okresów intensywnego przekształcania sieci wodnej w badanych zlewniach strefy młodoglacjalnej. Były one związane z intensywną działalnością hydrotechniczną w czasie funkcjonowania zaboru pruskiego oraz intensyfikacją prac hydrotechnicznych po drugiej wojnie światowej (Babiński i in., 2008; Szumińska 2009a, 2010b, 2014a; Szumińska i Absalon, 2012; Szumińska i in., 2010b, 2015d, 2017a). Okresy te były przedzielone czasem zaniechania intensywnego użytkowania sieci wodnej. W pracach zwróciłam także uwagę na trwający od końca XX wieku proces powrotu warunków hydrologicznych do bardziej zbliżonych do naturalnych (w odniesieniu do badanych zlewni), niż w okresach intensywnego użytkowania wód (Szumińska i Habel, 2005; Szumińska 2006b, 2009, 2010b, 2014a). W niektórych przypadkach powrót do warunków naturalnych był przyczyną problemów z użytkowaniem terenów nadrzecznych (Szumińska i Habel, 2005; Szumińska 2006a, 2014a). Badania przeprowadzone na terenie Bydgoskiego Węzła Wodnego wskazały z kolei, że w przypadku sztucznych obiektów wodnych, zaniechanie użytkowania zgodnie z zaprojektowanymi dla tego obiektu, prowadzi do ich degradacji wskutek spłylenia koryta i pogorszenia warunków żeglugowych (Babiński i in., 2008). W swoich badaniach zwróciłam uwagę na duży wpływ czynników lokalnych, takich jak rzeźba terenu, budowa geologiczna, sytuacja hydrogeologiczna, czy też działalność człowieka, na kształtowanie warunków hydrologicznych w zlewniach młodoglacjalnych (Szumińska, 2010a, 2011; Szumińska i Spóz, 2012; Szumińska i in., 2012a).

5.2. Czynniki warunkujące przebieg procesów hydrologicznych i hydrochemicznych w zlewniach współczesnych stref peryglacjalnych

Badania dotyczące tego zagadnienia realizowałam po uzyskaniu tytułu naukowego doktora, chociaż zostały one zainspirowane w trakcie udziału w wyprawie naukowej do Mongolii w 2005 roku, zorganizowanej w Instytucie Geografii Uniwersytetu Kazimierza Wielkiego (pod kierunkiem prof. dr hab. Zygmunta Babińskiego). W czasie tej wyprawy miałam możliwość poznania środowiska przyrodniczego Mongolii Centralnej, co wpłynęło na podjętą przeze mnie w późniejszym okresie problematykę zaprezentowaną w osiągnięciu habilitacyjnym.

Najważniejszym grantem w którym brałam udział po uzyskaniu tytułu naukowego doktora był międzynarodowy projekt o akronimie FLUMEN pt. ***“Fluvial processes and sediment dynamics of slope channel systems: Impacts of socio economic-and climate change on river system characteristics and related services”***. Był to grant finansowany ze środków Unii Europejskiej (Marie Curie Actions, Grant Agreement N. 318969), realizowany w latach 2012-2015 przez konsorcjum składające się z 10 partnerów - instytucji naukowych z Europy (Polski, Włoch, Niemiec, Szwecji, Rumuni, Mołdawii,

Ukrainy i Rosji). Oprócz pracy w projekcie, we wcześniejszym okresie brałam udział w konsultacjach treści projektu po stronie polskiej, współpracując z dr Sergiejem R. Chalovem z Uniwersytetu im. Łomonosowa w Moskwie. W ramach realizacji powyższego grantu oraz własnego projektu badawczego realizowanego na UKW, zorganizowałam w roku 2015 wyprawę badawczą do Mongolii. W czasie wyjazdu badawczego przeprowadziłam badania w Mongolii Centralnej (zlewnie rzek Tuyn i Bajdrag), a także wspólnie z naukowcami z Rosji i Szwecji, badania w dorzeczu rzeki Selengi. Efektem wyprawy do Mongolii, oprócz prac opisanych w części 4 autoreferatu [1, 2, 3], jest indeksowana w Web of Sciences publikacja dotycząca wpływu warunków litologicznych doliny na zróżnicowanie morfologiczne koryta Orhonu (prawobrzeżny dopływ Selengi) (Szumińska i in., 2017b). Wyniki tych badań zostały przedstawione w formie referatu na konferencji "13th International Conference of Computational Methods in Sciences and Engineering" (ICCMSE 2017) w 2017 roku w Salonikach (Grecja). Badania te są kontynuowane i na dalszym etapie planowane jest przygotowanie kolejnych publikacji o tej tematyce.

Oprócz wyprawy do Mongolii, po uzyskaniu stopnia naukowego doktora, brałam udział w trzech innych wyprawach badawczych, w 2007 roku do Rosji w okolice Nowosybirsk oraz Górnoałtajską (góry Ałtaj, doliny rzek Ob i Katuń), w 2010 roku w okolice Ufy (południowy Ural) oraz okolice Moskwy, a w 2017 roku do Polskiej Stacji Antarktycznej im. H. Arctowskiego, zlokalizowanej na Wyspie Króla Jerzego w Antarktyce. W ramach dwóch pierwszych wyjazdów miałam możliwość poznania problematyki procesów morfologicznych i hydrologicznych dolin rzecznych w różnych regionach Rosji. W ramach ostatniego wyjazdu prowadziłam badania dotyczące chemizmu oraz czynników determinujących chemizm wód powierzchniowych na wyspie należącej do Archipelagu Szetlandów Południowych (wyniki zostały opisane w części 4 Autoreferatu oraz w pracy [4]). Ponadto w 2010 roku w trakcie wyjazdu do Rosji zapoznałam się z badaniami prowadzonymi w Laboratorium Erozji Gleb i Procesów Korytowych Rzek, na Wydziale Geografii Uniwersytetu im. Łomonosowa w Moskwie.

Udział w wyżej wymienionych ekspedycjach zainspirował mnie do rozszerzenia problematyki badawczej o zagadnienia związane z chemizmem wód powierzchniowych. W 2013 roku nawiązałam współpracę z pracownikami Katedry Chemii Analitycznej Politechniki Gdańskiej. Po uzyskaniu obiecujących wyników badań systemów rzeczno-jeziornych w Mongolii, wykrystalizowała się koncepcja tematyki mojego osiągnięcia habilitacyjnego, dotyczącej warunków kształtowania się chemizmu wód powierzchniowych w obszarach zlokalizowanych we współczesnych strefach peryglacialnych. Wyniki badań, opisane szczegółowo w części 4 Autoreferatu, a także wyniki jeszcze nie opublikowane, zostały zaprezentowane jak do tej pory na 3 konferencjach zagranicznych: 1) na

konferencji „EUCOP4 - 4th European Conference on Permafrost” w 2014 roku w Portugalii; 2) w trakcie „1st Central European Polar Meeting” w 2015 roku w Austrii oraz na 3) konferencji „The Arctic Science Summit Week” w 2017 roku w Czechach, a także na 4 naukowych konferencjach w Polsce: 1) na „58th Annual Scientific Meeting of the Polish Chemical Society” w 2015 roku w Gdańsku; 2) na Międzynarodowej konferencji „Impact of climate change and pollution on vegetation distribution and condition in the temperate, boreal, alpine and arctic zones of northern Europe” w 2016 roku w Warszawie; 3) na konferencji „Interdisciplinary Polar Studies in Poland” w 2017 roku w Warszawie oraz 4) w trakcie XXXVII Sympozjum Polarnego „Polar Change – Global Change” w 2018 roku w Poznaniu.

W ramach utworzonego zespołu badawczego nadal prowadzone są wspólne prace na obszarze Antarktyki i Spitsbergenu. Między innymi w latach 2017-2018 zrealizowano badania w ramach umowy pomiędzy Instytutem Biochemii i Biofizyki Polskiej Akademii Nauk oraz Uniwersytetem Kazimierza Wielkiego: 1) „Szczegółowa charakterystyka hydrologiczna i hydrochemiczna jeziora Imbirowego na zachodnim wybrzeżu Zatoki Admiralicji (Wyspa Króla Jerzego)” oraz 2) „Analiza składu chemicznego opadu na zachodnim wybrzeżu Zatoki Admiralicji (Wyspa Króla Jerzego) w sezonie letnim 2017/2018”. Wyniki tych badań znajdują się w trakcie opracowywania i zostaną opublikowane w kolejnych latach. W dalszym ciągu prowadzone są także badania w ramach projektu „Identyfikacja i oznaczanie poziomów stężeń i translokacji zanieczyszczeń atmosferycznych w zbiornikach wodnych jako wskaźnik możliwości adaptacyjnych środowiska Antarktyki”, realizowanego na podstawie umowy o współpracy pomiędzy Politechniką Gdańską i Instytutem Biochemii i Biofizyki Polskiej Akademii Nauk, we współpracy z partnerami – Uniwersytetem Kazimierza Wielkiego i Uniwersytetem Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie.

Podsumowując, najważniejsze aspekty mojej pracy badawczej związane są z rozpoznaniem czynników wpływających na funkcjonowanie wód powierzchniowych w warunkach zmieniającego się klimatu i zmiennej w czasie działalności człowieka. Badania te, jak do tej pory, dotyczyły: 1 – zlewni na terenie młodoglacjalnym w Polsce; 2 – zlewni we współczesnych strefach peryglacjalnych na terenie Mongolii, Antarktyki i Arktyki. Przy czym w tym drugim przypadku badania objęły także czynniki determinujące chemizm wody. Ważną częścią prowadzonej przeze mnie działalności badawczej w Polsce były badania wdrożeniowe, w których oprócz aspektu poznawczego, znaczącym elementem była także interpretacja zachodzących procesów i zjawisk hydrologicznych w kontekście współczesnej gospodarki człowieka.

Podsumowanie osiągnięć naukowo - badawczych

Podsumowując moją aktywność naukową, opublikowałam (autorstwo i współautorstwo) **69 prac naukowych**. Po otrzymaniu stopnia naukowego doktora opublikowałam **57 prac**:

- **8 artykułów naukowych w czasopismach posiadających współczynnik wpływu Impact Factor znajdujących się w bazie Journal Citation Reports (JCR) i części A wykazu MNiSW;**
- **5 artykułów naukowych w czasopismach zamieszczonych w części B wykazu MNiSW;**
- **3 monografie naukowe;**
- **14 rozdziałów w monografiach;**
- **3 artykuły w recenzowanych materiałach konferencji międzynarodowych uwzględnionych w bazie Web of Science (WoS);**
- **4-krotnie redagowałam naukowo publikacje zwarte;**
- **20 innych publikacji naukowych.**

Ponadto po uzyskaniu tytułu doktora byłam autorem lub współautorem **9 opracowań o charakterze ekspertyz i zbiorów danych** (prace niepublikowane) wykonanych na zamówienie krajowych jednostek samorządowych, prywatnych przedsiębiorstw oraz jednostek związanych z ochroną przyrody (**7 razy jako główny wykonawca lub kierownik opracowania**).

Zestawienie opublikowanych prac naukowych zamieszczono w tabeli 1, a szczegółowy spis prac opublikowanych i niepublikowanych zamieszczono w załączniku 3 do wniosku.

Tabela. 1. Zestawienie opublikowanych prac naukowych
(wraz z impact factor - IF, punktami MNiSW i cytowaniami wg bazy Web of Science-WoS)

Liczba wszystkich publikacji		Liczba publikacji		Punkty MNiSW	IF zgodny z rokiem publikacji	IF – 5 letni	Liczba cytowań wg WoS*
		z Impact Factor	bez Impact Factor				
Ogółem	69	8	61	517,5	26,021	29,4106	36
Przed uzyskaniem stopnia doktora	12	-	12	25	-	-	-
Po uzyskaniu stopnia doktora	57	8	49	492,5	26,021	29,4106	36

Mój dorobek publikacyjny charakteryzują następujące wskaźniki bibliometryczne:

- Liczba publikacji zamieszczonych w bazie Web of Science (WoS): **11**
(stan na dzień 4 marca 2019 r.);
- Liczba cytowań publikacji według bazy Web of Science (WoS): **36**

(stan na dzień 4 marca 2019 r.);

- Indeks Hirscha według bazy Web of Science (WoS): **4**
(stan na dzień 4 marca 2019 r.);
- Sumaryczny impact factor (IF) według listy Journal Citation Reports (JCR), zgodnie z rokiem opublikowania: **26,021**
- Sumaryczny impact factor (IF 5-letni) według listy Journal Citation Reports (JCR), zgodnie z rokiem opublikowania: **29,188**
- Sumaryczna punktacja (zgodna z rokiem publikacji, dla publikacji po uzyskaniu stopnia doktora) wg MNiSW: **492,5 punktów**;
- Liczba cytowań publikacji: **72** i indeks Hirscha (h-index): **4** według bazy Google Scholar (stan na dzień 4 marca 2019 r.).

Po otrzymaniu stopnia naukowego doktora realizowałam (jako kierownik, wykonawca, uczestnik projektu) **13 projektów badawczych** (1 grant UE, 3 projekty realizowane we współpracy z innymi jednostkami naukowymi w Polsce, 3 projekty realizowane we współpracy z jednostkami zewnętrznymi, 6 projektów otrzymanych w ramach konkursów wydziałowych). Ich szczegółowe zestawienie przedstawiono w załączniku 3. Najważniejszym projektem był Grant Unii Europejskiej, Marie Curie Actions *“Fluvial processes and sediment dynamics of slope channel systems: Impacts of socio economic-and climate change on river system characteristics and related services”* realizowany w latach 2012-2017 w ramach konsorcjum złożonego z 10 partnerów.

Wyniki prowadzonych badań zaprezentowałam na **24 konferencjach, kongresach oraz warsztatach** (dokładny spis w załączniku 3 do wniosku, a syntetyczne zestawienie zamieszczono w tabeli 2). Przed uzyskaniem stopnia naukowego doktora uczestniczyłam w **5 konferencjach** naukowych (w tym 2 międzynarodowych), gdzie wyniki badań zaprezentowałam w postaci 4 referatów i 1 posteru. Po uzyskaniu stopnia doktora uczestniczyłam w **19 konferencjach** naukowych, w tym **11 międzynarodowych**, m.in. w: Portugalii, Czechach, Grecji. Wyniki badań zaprezentowałam w formie 13 referatów (w tym 7 na konferencjach międzynarodowych), oraz w formie 13 posterów (w tym 8 na konferencjach międzynarodowych).

Po uzyskaniu stopnia naukowego doktora brałam udział w organizacji **7 konferencji naukowych**, w tym **4 międzynarodowych** z udziałem gości zagranicznych oraz **1 warsztatów międzynarodowych**. W trakcie tych wydarzeń **4 razy** pełniłam funkcję **sekretarza konferencji**.

Tabela 2. Czynny udział w konferencjach (kongresach, warsztatach) naukowych

Konferencje	Liczba konferencji		Razem
	Przed uzyskaniem stopnia doktora	Po uzyskaniu stopnia doktora	
Międzynarodowe i zagraniczne	3	11	14
Krajowe	2	8	10
Razem	5	19	24

Po uzyskaniu tytułu naukowego doktora wzięłam udział w **dwóch stażach naukowych**, podnosząc swoje kwalifikacje w zakresie analityki chemicznej (na Politechnice Gdańskiej oraz na Uniwersytecie Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie) oraz w **6 wyjazdach badawczych**, z których najważniejsze to wyjazd do **Mongolii w 2013 roku** (4 tygodnie) w ramach realizacji projektu UE *“Fluvial processes and sediment dynamics of slope channel systems: Impacts of socio economic-and climate change on river system characteristics and related services”* oraz wyjazd do **Polskiej Stacji Antarktycznej im. H. Arctowskiego w 2017 roku** (5 tygodni) w celu realizacji projektu *„Identyfikacja i oznaczanie poziomów stężeń i translokacji zanieczyszczeń atmosferycznych w zbiornikach wodnych jako wskaźnik możliwości adaptacyjnych środowiska Antarktyki”*. Ponadto w **latach 2011-2013 dwukrotnie byłam laureatem konkursów w ramach projektu „Staż Sukcesem Naukowca”** (finansowanych ze środków UE), które pozwoliły mi to na realizację w bydgoskich przedsiębiorstwach dwóch 6-miesięcznych staży związanych z gospodarką wodną.

Po uzyskaniu stopnia naukowego doktora otrzymałam **3 nagrody** za działalność naukową oraz **1 nagrodę** za działalność organizacyjną, a także **1 wyróżnienie** za wybitne osiągnięcia naukowe i organizacyjne:

- **Nagroda indywidualna III stopnia** za wyróżniające się osiągnięcia naukowe w roku akademickim 2006/2007, 2007 r., Rektor Uniwersytetu Kazimierza Wielkiego;
- **Nagroda zespołowa III stopnia** za wyróżniające się osiągnięcia organizacyjne w roku akademickim 2008/2009, 2009 r., Rektor Uniwersytetu Kazimierza Wielkiego;
- **Nagroda indywidualna III stopnia** za wyróżniające się osiągnięcia naukowe w 2010 roku, 2010 r., Rektor Uniwersytetu Kazimierza Wielkiego;
- **Wyróżnienie** za wybitne osiągnięcia naukowe i organizacyjne w roku akademickim 2015/2016, 2016 r., Rektor Uniwersytetu Kazimierza Wielkiego;
- **Nagroda indywidualna I stopnia** za osiągnięcia naukowe w roku 2016, 2017 r., Rektor Uniwersytetu Kazimierza Wielkiego.

Podsumowanie działalności dydaktycznej

Podczas mojego zatrudnienia na Uniwersytecie Kazimierza Wielkiego prowadziłam liczne wykłady, ćwiczenia, seminaria oraz zajęcia terenowe dla studentów z Polski oraz studentów zagranicznych z wymiany ERASMUS.

Przed uzyskaniem stopnia naukowego doktora pełniłam rolę opiekuna naukowego w trakcie realizacji **8 prac magisterskich** na kierunku geografia w Instytucie Geografii na Uniwersytecie Kazimierza Wielkiego (promotorem prac był prof. dr hab. Zygmunt Babiński). Po uzyskaniu stopnia naukowego doktora pełniłam funkcję **promotora w 35 pracach licencjackich** oraz w **3 pracach magisterskich** na kierunku geografia. Ponadto byłam **recenzentem 47 prac dyplomowych**, z czego 22 to prace licencjackie, a 25 to prace magisterskie. Część prac dyplomowych, w których byłam opiekunem wykazywało wysoki poziom badawczy i zostało opublikowanych w formie artykułów naukowych (Szumińska i Habel, 2005; Szumińska i Spóz, 2012; Szumińska, Fabianowska, 2013; Szumińska i in., 2012a, 2012b, 2015d, 2017a).

W latach 2016-2018 pełniłam funkcję **promotora pomocniczego w przewodzie doktorskim Pani mgr inż. Małgorzaty Szopińskiej**. Rozprawa doktorska pt. „Charakterystyka czynników modyfikujących skład wód powierzchniowych na obszarach peryglacialnych o znikomej działalności antropogenicznej ze szczególnym uwzględnieniem degradacji wieloletniej zmarzliny i recesji lodowców” **została obroniona z wyróżnieniem** dnia 2 marca 2018 roku na Wydziale Chemicznym Politechniki Gdańskiej (promotorem pracy była Pani prof. dr hab. inż. Żaneta Polkowska). Ponadto **od 2010 roku sprawuję opiekę** nad rozwojem naukowym Pana **mgr inż. Sebastiana Czapiewskiego**, w latach 2010-2011 jako promotor pracy licencjackiej, w latach 2011-2013 jako promotor pracy magisterskiej, a od 2017 roku jako opiekun naukowy w realizacji rozprawy doktorskiej.

Moim dużym osiągnięciem dydaktycznym jest ukierunkowanie prac Koła Naukowego Studentów Geografii działającego w Instytucie Geografii UKW, nad którym sprawowałam opiekę w latach 2001-2008. Moja praca z kołem naukowym spowodowała włączenie na stałe do jego działalności organizacji obozów naukowych, czy udziału w konferencjach kół naukowych.

Podsumowanie działalności popularyzującej naukę

Moja działalność popularyzująca naukę związana była z przygotowywaniem **wykładów i warsztatów** na cyklicznie organizowane na Uniwersytecie Kazimierza Wielkiego wydarzenia, takie jak: Dni Otwarte, Bydgoski Festiwal Nauki czy Dzień Geografa (łącznie byłam autorem lub współautorem **7 wydarzeń**). Ponadto przygotowałam wystawę fotografii „Antarktyka – podróż do krainy lodu”, która prezentowana była łącznie przez 9 miesięcy w Bibliotece Głównej UKW, Wojewódzkiej i Miejskiej Bibliotece Publicznej

in. Dr Witolda Bełzy w Bydgoszczy oraz Centrum Nowoczesności Młyn Wiedzy w Toruniu. Wystawa prezentowana w Centrum Nowoczesności Młyn Wiedzy została przygotowana we współpracy z partnerami z Polski oraz Hiszpanii. W 2016 roku wygłosiłam wykład na zaproszenie Wdeckiego Parku Krajobrazowego, promujący książkę pt. „Zasoby wodne Wdeckiego Parku Krajobrazowego” (Szumińska i Czerebiej, 2016).

Najważniejszym osiągnięciem z zakresu popularyzacji nauki było **założenie w 2013 roku czasopisma Geography and Tourism** (byłam głównym założycielem i pomysłodawcą czasopisma). Czasopismo już w 2016 roku znalazło się na liście **B MNiSW** (6 pkt.), a w latach 2017-2018 stało się laureatem **grantu finansowanego przez MNiSW** (w ramach Działalności Upowszechniającej Naukę). Od samego początku istnienia czasopisma wykonywałam większość prac redakcyjnych, redagując samodzielnie 6 zeszytów czasopisma i współredagując 5 zeszytów. **Od roku 2016 do chwili obecnej pełnię funkcję redaktora naczelnego czasopisma.**

Podsumowanie działalności organizacyjnej

Od samego początku mojej pracy na Uniwersytecie Kazimierza Wielkiego intensywnie angażowałam się w działalność organizacyjną Instytutu Geografii, podejmując różne aktywności wymienione poniżej:

- **członek Wydziałowej Komisji Rekrutacyjnej** (w latach 2000-2006);
- **członek Wydziałowej Komisji Wydawniczej** na Wydziale Kultury Fizycznej, Zdrowia i Turystyki (od 2012 roku);
- **członek Rady Programowej** kierunku Rewitalizacja Dróg Wodnych (od 2013 roku)
- **członek Rady Programowej** kierunku Geografia, I stopień (od 2016 roku)
- **członek Wydziałowej Komisji ds. Etyki Badań Naukowych** na Wydziale Kultury Fizycznej, Zdrowia i Turystyki (od 2018 roku);
- **opiekun studentów stacjonarnych pierwszego stopnia** – kierunek geografia WKFZiT UKW w roku akademickim: 2015/2016, 2016/2017, 2017/2018;

Ponadto W latach 2000-2010 zajmowałam się **organizacją zaplecza dydaktycznego Instytutu Geografii**, które weszło początkowo w skład Biblioteki Geograficznej, a od 2017 roku zostało częściowo włączone do zasobów Biblioteki Głównej UKW.

Podsumowanie innych osiągnięć

W celu podnoszenia swoich kwalifikacji zawodowych i warsztatu badacza uczestniczyłam w **16 szkoleniach, warsztatach i konferencjach**, dotyczących zagadnień hydrologicznych

i geomorfologicznych, zagadnień chemicznych, wykorzystania technik GIS w badaniach naukowych, a także dotyczących przygotowywania wniosków projektów unijnych.

W swoich badaniach już na etapie pracy doktorskiej zaczęłam wykorzystywać nowoczesne techniki pomiarowe oraz przetwarzania danych, używając oprogramowania Microstation, ArcGIS, QGIS, SAGA GIS. W celu podniesienia swoich kompetencji w tym zakresie pięciokrotnie wzięłam udział w szkoleniach i warsztatach (w 2001, 2002, 2007, 2010 i 2011 roku). Pozwoliło to na stosowanie w moich badaniach w szerokim zakresie metod GIS, zarówno w aspekcie wykorzystywania istniejących baz danych, jak też tworzenia własnych geoprzestrzennych baz danych, takich jak Geoportal Wdeckiego Parku Krajobrazowego, baza danych torfowisk Borów Tucholskich, baza danych zawierająca wyniki badań chemizmu środowiska Antarktyki, modele batymetryczne obiektów hydrologicznych w Polsce i na świecie. Taki sposób gromadzenia wyników badań daje możliwość dalszego uzupełniania i rozbudowywania stworzonych baz danych, a także pozwoli w przyszłości weryfikować uzyskane do tej pory wyniki badań.

Ponadto w celu podniesienia kwalifikacji dydaktycznych w latach 2017-2019 wzięłam udział w trzech szkoleniach w ramach finansowanego przez UE projektu „Innowacyjny Dydaktyk UKW”, mającego na celu podnoszenie kompetencji kadry dydaktycznej uczelni (kurs języka angielskiego, szkolenie z wykorzystania pakietu Statistica oraz szkolenie z metod kształcenia zdalnego). W związku z moim zainteresowaniem edukacją alternatywną wzięłam też udział w III Ogólnopolskich Spotkaniach Edukacji Alternatywnej w 2016 roku, a także w 2018 roku w dwóch dwu-dniowych warsztatach Porozumienia bez Przemocy (ang. *Non-Violent Communication* - NVC).

Pełny wykaz osiągnięć został umieszczony w Załączniku 3 do wniosku.

Literatura (do punktu 5)

Babiński Z., Szumińska D., 2005a. Antropogennyje izmienienija zandrovogo bassejna reki Wdy. Dvadcatyje Plenarnyje Mieżvuzovskoje Koordinacionnoje Sovieszczanije po Problemie Erozjonnych, Ruslovych i Ustievych Processov, Mieżvuzovskij Naucno-Koordinacjonnyj Sovet, 13–15 oktjabria 2005, Dokłady i soobszczenija. Moskovskij Gosudarstviennyj Universitet im. M. V. Lomonosova, Uljanowsk: 101–103.

Babiński Z., Szumińska D., 2005b. Gidromorfologiczeskije posledstvija izmienienija ispolzovanija irrigacjonnych sistem w centralnoj czasti bassejna rieki Wdy. [W:] Tysiskina H. A. (red.), Relief i Prirodopolzovanie Predgornych i Nizkogornych Territorij, Materiały Mieżdunarodnoj Naucno-Practiczeskoj Konferencji, Barnaul, 3–7 oktjabria 2005, Izdat. Altajskogo Universiteta: 29–32.

Babiński Z. Szumińska D., 2006. Human impact on the hydrological regimen and fluvial processes of the River Wda. [W:] Chalov R. S., Kamykowska M., Krzemień K. (red.), Channel processes in the rivers of mountains, foothills and plains. Prace Geograficzne UJ, 116, Kraków: 9–21.

Babiński Z., Habel. M., Szumińska. D., 2008. Mechanizmy i przyczyny zamulania koryta Kanału Bydgoskiego. [W:] Babiński Z. (red.), Rewitalizacja drogi wodnej Wisła-Odra szansa dla gospodarki regionu, seria: Przyroda

- i Turystyka Regionu Pomorza i Kujaw, Tom 1. Urząd Marszałkowski Województwa Kujawsko-Pomorskiego, Instytut Geografii UKW, Wyd. LOGO, Bydgoszcz: 65–80.
- Dombrowicz M., Szumińska D., Stopiński P., 2017. Ostoja Nadgoplańska: Europejskie Dziedzictwo Przyrodnicze. Wydawnictwo Uniwersytetu Kazimierza Wielkiego, Bydgoszcz: 1–92.
- Dysarz R., Giętkowski T., Szumińska D., 2006. Badania geograficzne Borów Tucholskich. [W:] Jastrzębski W., Woźny J. (red.), Dziedzictwo kulturowe i przyrodnicze Borów Tucholskich. Stan badań i potrzeby badawcze. UKW, Wyd. LOGO, Bydgoszcz: 24–50.
- Jankowski M., Karasiewicz T., Noryskiewicz A. M., Szumińska D., 2010. Late glacial and Holocene evolution of Central European lake lands in the light of interdisciplinary studies. [W:] Ice, water, humans – quaternary landscape evolution in the Peribaltic Region, 35 Hauptversammlung der Deutschen Quartarvereinigung Deuqua E.V., 12th Annual Meeting of the INQUA Peribaltic Working Group, Universitet Greifswald: 103.
- Jastrzębski J. (red.), 2011. Encyklopedia Bydgoszczy. T. 1. Towarzystwo Miłośników Miasta Bydgoszczy, Bydgoszcz.
- Jutrowska E., Szumińska D., Dysarz R., Giętkowski T., Habel M., 2007. Badania geograficzne rzeki Brdy i jej dorzecza. [W:] Jastrzębski W., Woźny J. (red.), Dziedzictwo kulturowe i przyrodnicze Brdy i jej dorzecza, Materiały z konferencji naukowej w Tucholi z dnia 21.09.2007. Wyd. LOGO, Bydgoszcz-Tuchola: 112–139.
- Szumińska D., 2002. Geologiczne i geomorfologiczne uwarunkowania rozwoju koryta Drwęcy pomiędzy Golubiem-Dobrzyńem a Elgiszewem. Przegląd Geograficzny 74 (4): 509–528.
- Szumińska D., 2004. The hydrological importance of peatlands in the catchment of the Prusina river. [W:] Wołejko L., Jasnowska J. (red.), The future of Polish mires. Wydawnictwo Akademii Rolniczej, Szczecin: 79–84.
- Szumińska D., 2005. Hydrograficzna i hydrologiczna charakterystyka zlewni Wdy. [W:] Babiński Z. (red.), Środowisko przyrodnicze w badaniach geografii fizycznej, Promotio Geografica Bydgosiensia, Tom 2, UKW, Bydgoszcz: 35–67.
- Szumińska D., 2006a. Zmiany zasięgu zbiorników wodnych w sąsiedztwie Kanału Wdy w XIX i XX wieku, Ogólnopolski Zjazd Geografów i 55 Zjazd PTG, Toruń 13-17 września. Dokumentacja Geograficzna 32, IGiPZ PAN, Warszawa: 271–277.
- Szumińska D., 2006b. Wpływ kaskady hydroenergetycznej Żur-Gródek na przepływy i stany wód rzeki Wdy. [W:] Olszewski A., Chutkowski K. (red.), Drogami wędrówek i badań Profesora Rajmunda Galona w 100. rocznicę urodzin, Przewodnik sesji terenowych, Ogólnopolski Zjazd Geografów Polskich i 55 Zjazd PTG, Toruń 13-17 września 2006. Wydawnictwo Turpress, Toruń: 180–183.
- Szumińska D., 2008. Sieć wodna okolic Bydgoszczy. [W:] Szumińska D. (red.), Zasoby przyrodnicze i kulturowe drogi wodnej Wisła-Odra, seria: Przyroda i Turystyka Regionu Pomorza i Kujaw, Tom 2. Urząd Marszałkowski Województwa Kujawsko-Pomorskiego, Instytut Geografii UKW, Wyd. LOGO, Bydgoszcz: 16–27.
- Szumińska D., 2009a. Wpływ dziewiętnastowiecznych systemów irygacyjnych na stosunki wodne w wybranych rejonach Borów Tucholskich. [W:] Jankowski A.T., Absalon D., Machowski R., Ruman M. (red.), Przeobrażenia stosunków wodnych w warunkach zmieniającego się środowiska. Wydział Nauk o Ziemi UŚ, PTG Oddz. Katowicki, RZGW Gliwice, Sosnowiec: 269–278.
- Szumińska D., 2009b. Bydgoski Węzeł Wodny. [W:] Szumińska D. (red.), Walory turystyczne drogi wodnej E-70 na terenie województwa kujawsko-pomorskiego. Wyd. UKW, GrafArt, Bydgoszcz: 38–42.
- Szumińska D., 2009c. Warunki hydrologiczne rzek i kanałów okolic Bydgoszczy. [W:] Szumińska D. (red.), Walory turystyczne drogi wodnej E-70 na terenie województwa kujawsko-pomorskiego. Wyd. UKW, GrafArt, Bydgoszcz: 43–47.
- Szumińska D., 2010a. Dynamika i uwarunkowania odpływu w południowej części zlewni Wdy. [W:] A. Magnuszewski (red.), Hydrologia w ochronie i kształtowaniu środowiska, Krajowy Kongres Hydrologiczny T. II. Monografie Komitetu Inżynierii Środowiska PAN 69, Warszawa: 129–137.
- Szumińska D., 2010b. Przekształcenia warunków hydrologicznych w dolinie dolnej Wdy wskutek budowy stopni wodnych. Prace Komisji Krajobrazu Kulturowego PTG, 13: 110–121.
- Szumińska D., 2011. Primery vozdejstvia mestnyh geomorfologiceskih uslovij na processy formirovania rusla i pojmy rek zony poslednego oledenienia na territorii polskoj izmennosti. [W:] Chalov R.S. (red.), Erozia pocv, ovraznaa erozia, ruslovyie processy: teoreticeskie i prikladnye voprosy, Geograficeskij Facultet, MGU, Moskwa: 273–283.
- Szumińska D., 2013. Wpływ istniejącej zabudowy hydrotechnicznej i rozbudowy infrastruktury miejskiej na morfologię koryta Brdy w odcinku bydgoskim. Journal of Health Sciences 3 (15): 106–115.
- Szumińska D., 2014a. Przebieg odpływu w zlewni Wdy na tle zmian intensywności użytkowania wód w drugiej połowie XX wieku. Wydawnictwo UKW, Wdecki Park Krajobrazowy, Bydgoszcz-Osie: 1–175.

- Szumińska D., 2014b. Hydrografia. [W:] Łaniecki S. (red.), Mrocza. Monografia miasta i gminy, Tom 1, Środowisko geograficzno-przyrodnicze. Urząd Miasta i Gminy Mrocza, Wyd. Pejzaż, Bydgoszcz: 33–48.
- Szumińska D., 2015. Sieć wodna Parku, Lokalizacja Parku w systemie sieci wodnej. [W:] Dombrowicz M., Babiński Z., Szumińska D., Dysarz R. (red.), Studium ochrony przyrody Wdeckiego Parku Krajobrazowego. Wyd. Nice, Bydgoszcz: 41–72.
- Szumińska D., Habel M., 2005. Problemy związane z użytkowaniem rzeki Wdy pomiędzy jeziorem Wdzydze a stopniem wodnym Wojtał oraz ich naturalne i antropogeniczne uwarunkowania. [W:] Babiński Z. (red.), Środowisko przyrodnicze w badaniach geografii fizycznej, Promotio Geographica Bydgostiensia, Tom 2. UKW, Bydgoszcz: 67–88.
- Szumińska D., Czerebiej Z., 2009. Operat ochrony zasobów wodnych. [W:] Uzupełnienie i uaktualnienie planu ochrony Wdeckiego Parku Krajobrazowego. Archiwum Wdeckiego Parku Krajobrazowego (niepublikowane).
- Szumińska D., Giętkowski T., 2009. Baza danych GIS Wdeckiego Parku Krajobrazowego. [W:] Uzupełnienie i uaktualnienie planu ochrony Wdeckiego Parku Krajobrazowego. Archiwum Wdeckiego Parku Krajobrazowego (niepublikowane).
- Szumińska D., Absalon D., 2012. Transformation of a water network in a moraine upland - outwash plain - valley landscape. Polish Journal of Environmental Studies 21 (2): 259–265.
- Szumińska D., Spóz M., 2012. Wstępne wyniki badań dotyczących zróżnicowania odpływu ze zlewni Ryszki oraz zasilania jeziora Mukrz. [W:] Pająkowski J. (red.), Rezerwat przyrody „Cisy Staropolskie im. Leona Wyczółkowskiego” w Wierchlesie. Zespół Parków Krajobrazowych Chełmińskiego i Nadwiślańskiego, Towarzystwo Przyjaciół Dolnej Wisły, Świecie: 49–56.
- Szumińska D., Habel M., Kaszuba K., 2012a. Ukształtowanie misy jeziora Mukrz w świetle nowych pomiarów batymetrycznych. [W:] J. Pająkowski (red.), Rezerwat przyrody „Cisy Staropolskie im. Leona Wyczółkowskiego” w Wierchlesie. Zespół Parków Krajobrazowych Chełmińskiego i Nadwiślańskiego, Towarzystwo Przyjaciół Dolnej Wisły, Świecie: 44–48.
- Szumińska D., Tracz B., Wituła T., 2012b. Projekt przewodnika kajakowo-turystycznego po Starej Noteci Rynarzewskiej wykonany przy wykorzystaniu technik GIS. [W:] Szumińska D. (red.), Rewitalizacja dróg wodnych szansą dla gospodarki. Promotio Geographica Bydgostiensia, Tom 8. Wydawnictwo UKW, Bydgoszcz: 133–142.
- Szumińska D., Fabianowska K., 2013. Uwarunkowania występowania i dynamika wypływów wód podziemnych w obszarach sandrowych na przykładzie środkowej części zlewni Wdy. Journal of Health Sciences 3(15): 88–105.
- Szumińska D., Rurek M., Gorączko M., 2015a. Komentarz do Mapy Sozologicznej Polski w skali 1:50 000: arkusz N-33-108-C Nakło N. Notecią. [W:] Kokociński P. (red.) Nakło nad Notecią N-33-108-C, Mapa Sozologiczna w skali 1:50 000. Główny Geodeta Kraju, Poznań.
- Szumińska D., Rurek M., Gorączko M., 2015b. Komentarz do Mapy Sozologicznej Polski w skali 1:50 000: arkusz N-34-97-C Bydgoszcz. [W:] Kokociński P. (red.), Bydgoszcz N-34-97-C, Mapa sozologiczna w skali 1:50 000. Główny Geodeta Kraju, Poznań.
- Szumińska D., Rurek M., Gorączko M., 2015c. Komentarz do Mapy Sozologicznej Polski w skali 1:50 000: arkusz N-33-108-D Bydgoszcz - Zach. [W:] Kokociński P. (red.), Bydgoszcz - Zach. N-33-108-D, Mapa sozologiczna w skali 1:50 000. Główny Geodeta Kraju, Poznań.
- Szumińska D., Czapiewski S., Giętkowski T., 2015d. Directions of changes in the use of peatlands of the Tuchola Pinewoods from the end of the 19th to the end of the 20th century. [W:] Tylman W. (red.), Climate variability and human impacts in Central and Eastern Europe during the last two milenia, 17-19 June, University of Gdańsk, Poland, Program and abstracts book: 95–96.
- Szumińska D., Czerebiej Z., 2016. Zasoby wodne Wdeckiego Parku Krajobrazowego. Dziedzictwo Przyrodnicze Wdeckiego Parku Krajobrazowego Tom 2, Wdecki Park Krajobrazowy, Wyd. Unitex, Osie: 1–200.
- Szumińska D., Pakuła D., Czapiewski S., 2017a. Transformation of the Wda River Channel in the 20th Century (the Tuchola Pinewoods, Poland). [W:] Simos T.E., Kalogiratos Z., Monovasilis T. (red.), Proceedings of the International Conference of Computational Methods in Sciences and Engineering 2017 (ICCMSE-2017), AIP Conference Proceedings 1906, American Institute of Physics, New York: 170005 (1–4).
- Szumińska D., Czapiewski S., Machowiak K., 2017b. Morphological diversification of the valley bottom with reference to lithological conditions (Orkhon River, Mongolia). [W:] Simos T.E., Kalogiratos Z., Monovasilis T. (red.), Proceedings of the International Conference of Computational Methods in Sciences and Engineering 2017 (ICCMSE-2017), AIP Conference Proceedings 1906, American Institute of Physics, New York: 170006 (1–4).

Szumińska D., Goszczyński J., Smietana J., Czapiewski S., 2018. Ocena aktualnego stanu środowiska gruntowo-wodnego jeziora Borówno wraz z koncepcją badań i obserwacji w celu ustalenia przyczyn zanikania jeziora. Archiwum Starostwa Powiatowego w Bydgoszczy (niepublikowane).

Bydgoszcz, 4 marca 2019 r.

Danuta Szumińska

