

Dr Robert Machowski
Uniwersytet Śląski
Wydział Nauk Przyrodniczych
Instytut Nauk o Ziemi
ul. Będzińska 60, 41–200 Sosnowiec

Autoreferat

1. Imię i nazwisko.

Robert MACHOWSKI

2. Posiadane dyplomy, stopnie naukowe lub artystyczne – z podaniem podmiotu nadającego stopień, roku ich uzyskania oraz tytułu rozprawy doktorskiej.

a) stopień naukowy

- nazwa: doktor nauk o Ziemi (w zakresie geografii)
- nazwa i miejsce uzyskania: Uniwersytet Śląski, Wydział Nauk o Ziemi, Sosnowiec
- rok uzyskania stopnia naukowego: 2009
- temat: Zbiorniki w nieckach osiadania na Wyżynie Katowickiej – przemiany geosystemów w warunkach zróżnicowanej antropopresji
- promotor: prof. dr hab. Andrzej T. Jankowski
- recenzenci: prof. dr hab. Adam Choiński, dr hab. Włodzimierz Marszelewski

b) tytuł zawodowy

- nazwa: magister geografii (specjalność: kształtowanie i ochrona środowiska)
- nazwa i miejsce uzyskania: Uniwersytet Śląski, Wydział Nauk o Ziemi, Sosnowiec
- rok uzyskania stopnia naukowego: 2002
- temat: Charakterystyka limnologiczna zbiorników wodnych na obszarze Garbu Tarnogórskiego
- promotor: prof. dr hab. Andrzej T. Jankowski

3. Informacja o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych lub artystycznych.

- a) 2002-2006 – starszy technik w grupie pracowników inżynieryjno-technicznych – Zakład Hydrologii i Gospodarki Wodnej Obszarów Urbanizowanych, Wydział Nauk o Ziemi Uniwersytetu Śląskiego.
- b) 2006-2009 – starszy technik w grupie pracowników inżynieryjno-technicznych – Wydział Nauk o Ziemi Uniwersytetu Śląskiego.
- c) 2009-2014 – adiunkt w grupie pracowników naukowo-dydaktycznych – Zakład Hydrologii i Gospodarki Wodnej Obszarów Urbanizowanych, Katedra Geografii Fizycznej, Wydział Nauk o Ziemi Uniwersytetu Śląskiego, Sosnowiec;
- d) 2014-2018 – adiunkt w grupie pracowników naukowo-dydaktycznych – Katedra Geografii Fizycznej, Wydział Nauk o Ziemi Uniwersytetu Śląskiego, Sosnowiec;
- e) 2018-2019 – adiunkt w grupie pracowników badawczo-dydaktycznych – Katedra Geografii Fizycznej, Wydział Nauk o Ziemi Uniwersytetu Śląskiego, Sosnowiec;
- f) od 2019 r. – adiunkt w grupie pracowników badawczo-dydaktycznych – Wydział Nauk Przyrodniczych, Instytut Nauk o Ziemi Uniwersytetu Śląskiego, Sosnowiec;
- g) 2022-2023 – asystent w grupie pracowników dydaktycznych – Wydział Nauk Społecznych, Uniwersytet Humanistyczno-Przyrodniczy im. Jana Długosza w Częstochowie.

4. Omówienie osiągnięć, o których mowa w art. 219 ust. 1 pkt. 2 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2021 r. poz. 478 z późn. zm.). Omówienie to winno dotyczyć merytorycznego ujęcia przedmiotowych osiągnięć, jak i w sposób precyzyjny określać indywidualny wkład w ich powstanie, w przypadku, gdy dane osiągnięcie jest dziełem współautorskim, z uwzględnieniem możliwości wskazywania dorobku z okresu całej kariery zawodowej.

a) Tytuł dzieła naukowego:

Rola górniczych niecek z osiadania w kształtowaniu powierzchniowych stosunków wodnych (na przykładzie regionu górnośląskiego)

b) Cykl powiązanych tematycznie publikacji naukowych (zgodnie z art. 219 ust. 1. pkt 2b ustawy) stanowiący podstawę wszczęcia postępowania habilitacyjnego obejmuje 5 publikacji naukowych opublikowanych w języku angielskim:

b1) **Machowski R.**, Rzetala M.A., 2014: Morpho- and hydrogenesis of water bodies in subsidence basins as exemplified by water bodies in Zabrze, Upper Silesia (Southern Poland). *Zeitschrift für Geomorphologie* vol. 58,4 (2014):471-183. 10.1127/0372-8854/2014/0135

Impact Factor za 2014 r. – 0,734

Punktacja MNiSW za 2014 r. – 15 pkt

Mój indywidualny wkład w powstaniu artykułu polegał na opracowaniu koncepcji i celu badań, przeprowadzeniu kartowania hydrologicznego, poborze prób, interpretacji i dyskusji uzyskanych wyników w tym charakterystyce stosunków wodnych i ich przeobrażeniach w okresie 1939-2006 z określeniem hydrologicznych konsekwencji procesu osiadania, napisaniu zasadniczej części manuskryptu oraz wykonaniu figur. Oświadczenie współautorki w załączniku.

b2) **Machowski R.**, Rzetala M.A., Rzetala M., Solarski M., 2016: Geomorphological and hydrological effects of subsidence and land use change in industrial and urban areas. *Land Degradation & Development*, vol. 27, issue 7, pp. 1740-1756. <https://doi.org/10.1002/ldr.2475>

Impact Factor za 2016 r. – 9,787

Punktacja MNiSW za 2016 r. – 50 pkt

Mój indywidualny wkład w powstaniu artykułu polegał na opracowaniu koncepcji i celu badań, przeprowadzeniu kartowania hydrologicznego, poborze prób w terenie, interpretacji i dyskusji uzyskanych wyników, w tym charakterystyce stosunków wodnych i ich przeobrażeniach w okresie 1890-1990 z określeniem hydrologicznych konsekwencji procesu osiadania, w tym na zbadaniu i opracowaniu zagadnień hydrochemicznych, autorstwo tekstu w wyszczególnionym zakresie, opracowanie wniosków badań oraz opracowanie i wykonanie rysunków nr 6 i 7, zaangażowanie w dyskusji z recenzentami i zespołem redakcyjnym czasopisma. Oświadczenia współautorów w załączniku.

b3) **Machowski R.**, Rzetala M.A., Rzetala M., Solarski M., 2019: Anthropogenic enrichment of the chemical composition of bottom sediments of water bodies in the neighborhood of a non-ferrous metal smelter (Silesian Upland, Southern Poland). *Scientific Reports* 9, Article number: 14445 (2019). DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-019-51027-w>

Impact Factor za 2019 r. – 4,16

Punktacja MNiSW za 2019 r. – 140 pkt

Mój indywidualny wkład w powstaniu artykułu polegał na opracowaniu koncepcji i celu badań, przeprowadzeniu kartowania hydrologicznego w tym pobór prób, interpretacji i dyskusji uzyskanych wyników w kontekście wzbogacenia składu chemicznego osadów dennych zbiorników wodnych położonych na obszarach dotkniętych oddziaływaniem węgłnego górnictwa, opracowaniu pierwotnej wersji manuskryptu. Odpowiadałem za prowadzenie dyskusji z recenzentami i zespołem redakcyjnym czasopisma. Oświadczenia współautorów w załączniku.

b4) Solarski M., **Machowski R.**, Rzetala M., Rzetala M.A., 2022: Hypsometric changes in urban areas resulting from multiple years of mining activity. *Scientific Reports* 12, Article number: 2982 (2022). <https://doi.org/10.1038/s41598-022-06847-8>

Impact Factor za 2022 r. – 4,997

Punktacja MNiE za 2022 r. – 140 pkt

Mój indywidualny wkład w powstaniu artykułu polegał na opracowaniu koncepcji i celu badań, interpretacji i dyskusji uzyskanych wyników w kontekście określenia skutków wieloletniej podziemnej eksploatacji obserwowanych w postaci zmian hipsometrycznych powierzchni terenu, napisaniu pierwotnej wersji manuskryptu oraz opracowaniu części figur i zestawień tabelarycznych. Odpowiadałem za prowadzenie dyskusji z recenzentami i zespołem redakcyjnym czasopisma. Oświadczenia współautorów w załączniku.

b5) **Machowski R.**, 2022: Changes in the Landform and Water Conditions of the Industrialized Urban Area as a Result of Mining Activities. *Land* 2022, 11, 1710. <https://doi.org/10.3390/land11101710>

Impact Factor za 2022 r. – 3,905

Punktacja MNiE za 2022 r. – 70 pkt

Suma punktów **MNiE** w roku opublikowania przypisanych publikacjom stanowiącym osiągnięcie naukowe: **415**

Sumaryczny **Impact Factor** w roku opublikowania publikacji stanowiących osiągnięcie naukowe: **23,583**

c) Omówienie celu naukowego

Wprowadzenie

Podziemne wydobywanie kopalin zwykle skutkuje bezpośrednią i pośrednią degradacją środowiska geograficznego (Akcin i in., 2010; Can i in., 2012a; Wang, 2017). Najczęstszym negatywnym oddziaływaniem są zmiany wysokości terenu oraz powiązane z nimi przeobrażenia stoków wodnych. Nieprzewidywalną konsekwencją tej działalności są osiadania terenu, które ujawniają się nad wyeksploatowanymi złożami kopalin oraz w ich bezpośrednim sąsiedztwie (Johnson, 2005; Lee i in., 2013; Marschalko i in., 2013). Powszechnie utożsamiane są z tzw. szkodami górniczymi, powodując szereg wymiernych strat materialnych w postaci m.in. uszkodzeń obiektów np. budynków, szlaków komunikacyjnych (Jankowski i in., 2001; Can i in., 2012b; Machowski i in., 2016). Podziemna eksploatacja powoduje powstanie rozległych niecek z osiadania oraz licznych hałd zbudowanych z odpadów wytwarzanych w czasie wydobywania surowców, a następnie ich przeróbki. Najczęściej niecka z osiadania przyjmuje kształt owalny lub eliptyczny, a jej wielkość, zasięg oraz przebieg procesu powstawania uzależniony jest od czynników górniczo-geologicznych (Żmuda, 1973; Cabała i in., 2004). Ocenia się, że osiadania spowodowane przez górnictwo węgłne mogą dotyczyć powierzchni rzędu 1000 km² na Wyżynie Śląskiej i jej obrzeżach (Dwucet, Wach, 1994). Głębokość niecek w skrajnych przypadkach już teraz prze-

kracza 30 metrów (SolarSKI, 2013; Dulias, 2016; Machowski i in., 2016). Człowiek poprzez swoją działalność w tym zakresie w niezamierzony sposób modyfikuje lokalny obieg wody (Machowski, Rzetala, 2018).

Analiza dotychczas opublikowanych wyników badań dotyczących górniczych niecek z osiadania w kontekście zmian obiegu wody wykazała incydentalne traktowanie tych stref jako obiektów badań. Wynika to prawdopodobnie z faktu, że w większości przypadków zagłębienia terenu (zarówno o cechach infiltracyjnych, jak i ewapotranspiracyjnych) są suche. Przeprowadzona kwerenda była podstawą poszukiwania odpowiedzi na kilka aktualnych pytań badawczych:

- Jaki jest zakres ilościowy i przestrzenny zmian hipsometrycznych powierzchni terenu na obszarach miejskich spowodowany wieloletnią wgłębną działalnością górniczą?
- W jakim stopniu powstawanie górniczej niecki z osiadania wpływa na zmiany ilościowe i jakościowe użytkowania terenu?
- Jaki jest zakres zmian długości powierzchniowej sieci hydrograficznej oraz liczby sztucznych zbiorników wodnych w zasięgu górniczej niecki z osiadania?
- Jaki jest zakres ilościowy występowania metali w osadach dennych zbiorników oraz stopień zanieczyszczenia wód powierzchniowych w zasięgu górniczych osiadań terenu?
- Jak niecki z osiadania wpływają na zmiany ilościowe poszczególnych składowych obiegu wody?

Postawione pytania badawcze pozwoliły sprecyzować następującą hipotezę: Indykatorem hydrologicznych konsekwencji procesu osiadania są: ilościowo-jakościowe zmiany stosunków wodnych, baseny sedimentacyjne kumulujące zanieczyszczenia w osadach dennych, zmiany użytkowania terenu.

Identyfikacja i analiza zagrożeń będących efektem zmian środowiska jako niezamierzony skutek wgłębnego wydobycia surowców mineralnych poza czysto poznawczym charakterem posiada również znaczenie aplikacyjne, zwłaszcza na obszarach o dużej gęstości zaludnienia. W celu zweryfikowania postawionej hipotezy badawczej zaplanowano szereg badań, które polegały na:

1. Określeniu zasięgu i wielkości osiadań na obszarach zurbanizowanych spowodowanych przez podziemne górnictwo oraz ich roli w kształtowaniu użytkowania terenu.
2. Określeniu zmian długości powierzchniowej sieci hydrograficznej oraz liczby sztucznych zbiorników wodnych powstałych jako niezamierzony efekt wgłębnego górnictwa.
3. Zbadaniu zawartości metali i metaloidów w osadach dennych zbiorników wodnych stanowiących baseny sedimentacyjne w kontekście koncentracji zanieczyszczeń oraz parametrów fizykochemicznych wód powierzchniowych w zasięgu górniczej niecki z osiadania.
4. Ocenie roli niecek z osiadania w ilościowym kształtowaniu elementów obiegu wody.

Prace badawcze w obrębie niecek z osiadania o górniczej genezie prowadziłem już na etapie rozprawy doktorskiej. W tym czasie zajmowałem się głównie badaniami limnologicznymi, które dotyczyły antropogenicznych zbiorników wodnych. Prezentowane przeze mnie na konferencjach wyniki badań były przychylnie przyjmowane przez polskich geografów, co utwierdziło mnie w przekonaniu o konieczności podjęcia szerszych badań hydrologicznych obejmujących swym zasięgiem górnicze niecki z osiadania. Powodem kontynuowania badań nad rolą górniczych niecek z osiadania w kształtowaniu stosunków wodnych, a szczególnie ich wpływie na składowe obiegu wody było poszukiwanie odpowiedzi na pytania dotyczące ilościowych i jakościowych charakterystyk, co niewątpliwie stanowi nowatorskie podejście w stosunku do istniejących opracowań. Obszarem w Polsce, gdzie powszechnie ujawniają się geomorfologiczno-hydrologiczne konsekwencje wgłębnego górnictwa są przede wszystkim tereny Wyżyny Śląskiej (Dulias, 2011; Szypuła, 2014, 2020; Machowski i in., 2016). Górnicze niecki z osiadania powstają na terenach zagospodarowanych w różnych kierunkach od leśnych i rolniczych po przemysłowe i osadnicze. Te ostatnie cechują się największą gęstością zaludnienia w Polsce, co dodatkowo stwarza szereg zagrożeń (Żmuda, 1973; Czaja, 1999; Dulias, 2016).

Pomimo istotnego ograniczenia w ostatnich kilkunastu latach wydobycia surowców mineralnych (węglu kamiennego oraz ród cynku i ołowiu) problematyka badawcza związana z górnymi osiadaniem terenu nadal jest aktualna. Wynika to bezpośrednio z faktu aktywizacji górotworu i powstawania niecek z osiadania nawet kilkadziesiąt lat po zaprzestaniu górniczej eksploatacji. Doskonałym przykładem w tym zakresie są liczne medialne doniesienia o tego typu szkodach na terenie Trzebini, gdzie kopania została zamknięta pod koniec XX w.

Wyniki badań oraz ich omówienie

Osiągnięcie naukowe pt.: „Rola górniczych niecek z osiadania w kształtowaniu powierzchniowych stosunków wodnych (na przykładzie regionu górnośląskiego)”, które zostało przedłożone jako podstawa wszczęcia postępowania habilitacyjnego, zawarte jest w zbiorze pięciu powiązanych tematycznie oryginalnych artykułów naukowych opublikowanych w języku angielskim. Wszystkie prace zostały wydane w czasopiśmie ujętych w bazie Journal Citation Reports (JCR) tj. posiadających współczynnik wpływu Impact Factor (IF), które znajdują się w wykazie MEiN. Mój wkład w przygotowanie poszczególnych publikacji został szczegółowo opisany w oświadczeniach współautorskich.

W każdej z prac zaplanowano badania w taki sposób aby wyniki pozwoliły na uzyskanie aktualnych odpowiedzi w kontekście luki badawczej. Są to prace ukierunkowane głównie na dokumentowanie zmian powierzchni terenu o górniczej genezie oraz ich wpływie na wybrane komponenty środowiska geograficznego. Podstawowym kryterium wyboru obiektów badawczych były zazwyczaj spektakularne rozmiary zaistniałych przeobrażeń powierzchni terenu pod względem zasięgu oraz zmian hipsometrycznych.

Pierwsze opracowanie wchodzące w skład dzieła stanowi jeszcze echa tematyki, którą częściowo zajmowałem się w czasie prac nad doktoratem. W artykule **“Morpho- and hydrogenesis of water bodies in subsidence basins as exemplified by water bodies in Zabrze, Upper Silesia (Southern Poland)”** celem badań była ocena dynamiki zmian powierzchni osiadającej w odniesieniu do warunków formowania zbiorników wodnych. Przeprowadzone badania wykazały, że zlewnia niecki z osiadania w Zabrzu-Makoszowach posiada powierzchnię 3,09 km². Zbiorniki pojawiły się jedynie w zachodniej części badanej niecki co wskazuje na wyraźną zależność ich powstawania od rodzaju skał zalegających na powierzchni terenu. W tej strefie zidentyfikowano głównie pokrywę w postaci gliny zwałowej lub jej zwietrzliny, które zajmowały 0,7 km² – 22,7% powierzchni zlewni. Kształtowanie strefy osiadań górniczych w Zabrzu-Makoszowach odbywało się w okresie ostatnich kilkadziesiąt lat. W początkowym okresie eksploatacja odbywała się mało wydajnym systemem zabierkowym. Dopiero na przełomie lat 1925/1926 stopniowo zaczęto wprowadzać urabianie pokładów systemem ścianowym, przez co znacząco wzrosła eksploatacja węgla. Pod koniec lat 30. XX w. występowały wprawdzie geomorfologiczne skutki działalności górniczej ale nie obserwowano powstawania rozlewisk w miejscu współczesnej strefy osiadań górniczych.

Wybieranie urobku z zawałem stropu rozpoczęto na tym terenie na początku lat 50. XX w. Proces osiadania przebiegał tu nierównomiernie zarówno w czasie, jak i w przestrzeni. W latach 60. XX w. osiadania gruntu były stosunkowo niewielkie. W obrębie niecki z osiadania pojawiły się lokalne podmokłości i zawodnienia terenu. W celu ich osuszenia wykonano sieć rowów drenujących. Do końca lat 1970. osiadania terenu w Makoszowach pod zabudowaniami dochodziły do 1,0 m, natomiast na pozostałym obszarze były większe, ale nie przekraczały 3,5 m, przy czym proces ten postępował i nadal postępuje w czasie. Na przestrzeni kolejnych kilkunastu lat osiadania terenu były na tyle duże, że doszło do ukształtowania się znacznie większych i głębszych zalewisk. Obniżenia powierzchni gruntu przyczyniły się także do dalszego wzrostu powierzchni zajętych przez podmokłości. W celu ich likwidacji rozbudowano istniejącą sieć rowów, którymi odprowadzano płytko występujące wody gruntowe. Dużo większe zmiany

nastąpiły pomiędzy 1983 a 1993 rokiem. Na skutek zaistniałych osiadań i zmian w konfiguracji terenu zahamowany został grawitacyjny odpływ wód Potoku Bielszowickiego płynącego na północ od głównej strefy osiadań. Konieczne okazały się prace hydrotechniczne, które w istotny sposób zmieniły jego przebieg. W wyniku tych działań ujście potoku zostało przesunięte z 56 + 700 km do 57 + 400 km biegu Kłodnicy (Jankowski i in., 2007). Rozwojowi osiadań towarzyszyły dalsze zabiegi kształtujące morfologię terenu polegające m.in. na budowie nowych obwałowań i podwyższeniu już istniejących a także na zasypaniu powstałej niecki przez składowanie skały płonnej z pobliskiej kopalni. Ciągłość procesów osiadania terenu przyczyniła się do przyrostu powierzchni wodnej w innych częściach zlewni. Obniżenia terenu osiągnęły wartości na poziomie 5 m, a w dolinie Potoku Bielszowickiego osiadania przybrały dużo większe rozmiary dochodząc do 12 m (Machowski, 2010). W latach 1993-2006 wygląd tych terenów uległ jedynie nieznacznym zmianom, w głównej mierze wynikających z dalszych obniżeń powierzchni terenu. Zastopowany został przyrost powierzchni wodnej a decydujące znaczenie odegrały występujące ograniczenia w postaci wałów ochronnych oraz nasypów ciągów komunikacyjnych. Na przełomie XX i XXI w. zbiorniki wodne uformowane w strefie osiadania miały powierzchnię jednostkową od nieco ponad 1,0 ha do ponad 2,5 ha, głębokość maksymalną ok. 2 m i pojemność maksymalną rzędu od kilku do kilkunastu tysięcy m³. W rozpatrywanym wieloleciu łączna powierzchnia zajmowana przez zbiorniki zwiększyła się z 1,19 ha do 4,55 ha. Ciągłość procesu osiadania doprowadziła do utworzenia obniżeń, które stały się lokalnymi basenami sedymentacyjnymi z nowym poziomem bazy erozyjnej. Oprócz materiału sedymentacyjnego, zagłębienia te są wypełniane przez sedentację materii organicznej z obumarłych roślin, które rosły kiedyś w strefie osiadania. Istotnym czynnikiem jest również depozycja atmosferyczna, zwłaszcza w przypadku izolowanych zagłębień zlokalizowanych w niecce osiadania bez dopływów. Zróżnicowaniem źródeł dostawy materii do obniżenia można tłumaczyć duże różnice granularne pomiędzy poszczególnymi obiektami badawczymi. We wszystkich przypadkach dominuje frakcja powyżej 0,1 mm, najmniejszy udział przypada natomiast na ziarna o średnicy poniżej 0,02 mm.

Problematykę oceny hydrologicznych skutków procesu osiadania na obszarze miejsko-przemysłowym rozpatrzono na przykładzie jednej z bardziej spektakularnych niecek osiadania w środkowej Europie, którą opisano w opracowaniu pt. „**Geomorphological and hydrological effects of subsidence and land use change in industrial and urban areas**”. Niecka znajduje się w środkowej części Wyżyny Śląskiej w strefie wododziałowej dorzecza Wisły i Odry, na pograniczu Bytomia, Chorzowa i Piekar Śląskich, gdzie powstały izolowane bezodpływowe zagłębienia o cechach ewapotranspiracyjnych oraz infiltracyjnych (z możliwością epizodycznego odpływu), których łączna powierzchnia wynosi 651,1 ha. W okresie 1890-1990 stan hydrologiczny badanego obszaru zmienił się diametralnie. Przez wschodnią i północną część obszaru przebiega dział wodny I rzędu, oddzielający dorzecza Wisły i Odry. Podczas gdy jego przebieg praktycznie nie zmienił się, to wiele zlewni niższych rzędów uległo istotnym modyfikacjom. Nowe granice między jednostkami hydrograficznymi są konsekwencją powstania wklęsłych form terenu w wyniku osiadań górniczych oraz wzniesienia sztucznych form wypukłych. Wieloletnia działalność człowieka na tym obszarze spowodowała powstanie kilku niecek z osiadania typu ewapotranspiracyjnego i infiltracyjnego. Każda niecka poprzecinana jest nasypami drogowymi i kolejowymi, które dzielą ją na kilka mniejszych zamkniętych stref bez odpływu. Stwierdzono, że obszar dzieli się na część z odpływem skierowanym do dorzecza Wisły, który obejmuje 184,9 ha, w tym 105 ha to zamknięta, bezodpływowa strefa niecek osiadania oraz część z odpływem do Odry wielkości 773,1 ha, w tym 546,1 ha znajduje się w bezodpływowej strefie górniczych niecek osiada. Powierzchnia poszczególnych niecek z osiadania zawiera się w przedziale od 1,5 do 175,9 ha i wynosi łącznie 651,1 ha, czyli 68,0% badanego obszaru. Przeprowadzone wyliczenia wskazują, że do obszarów bezodpływowych niecek z osiadania rocznie trafia nieco ponad 4 hm³ wód opadowych. Parowanie z powierzchni obszarów bez-

odpływowych obliczono na poziomie ok. 2,7 hm³. Niezbilansowana ilość wód zwiększa lokalne zasoby wodne zbiorników znajdujących się południowej części obszaru o słabo przepuszczalnym podłożu oraz infiltruje w głąb podłoża w jego północnej części.

Inne długookresowe zmiany w systemie hydrologicznym, które wykazano na badanym terenie to zwiększenie łącznej długości cieków powierzchniowych z 0,9 do 5,7 km. Wzrost gęstości sieci rzecznej z 0,09 do 0,56 km/km² jest konsekwencją postępujących osiadań terenu powodujących zwiększanie dopływu wody na badany teren oraz małej przepuszczalności podłoża. W przeszłości podejmowano działania zmierzające do osuszenia powstałych podmokłości wykonując system rowów, które odprowadzają nadmiar wód. W centralnej części obszaru rowy te są przeważnie krótkie, od kilkudziesięciu do kilkuset metrów i zasilają zbiorniki w nieckach z osiadania lub łączą je ze sobą. System dłuższych rowów odwadnia jedynie zachodnią strefę górniczych obniżen.

Pod koniec XIX w. na opisywanym terenie znajdowało się 81 antropogenicznych zbiorników wodnych o łącznej powierzchni 23,8 ha. Dominowały małe sztuczne jeziora, które powstały z zalanych wyrobisk skoncentrowanych głównie w zachodniej części badanego obszaru. Największy współcześnie funkcjonujący na tym terenie zbiornik powstał z jednego z nich. Przyrost jego powierzchni wzrastał wraz z postępującym osiadaniem przyległych terenów. Procesy osiadania ujawniały się w ciągu całego XX w. W tym czasie liczba zbiorników wodnych zmniejszyła się do 48, jednak ich łączna powierzchnia wzrosła ponad dwukrotnie do 58,4 ha pod koniec wieku. Zbiorniki skupione są głównie w południowej części obszaru i cechują się znacznie większą jednostkową powierzchnią niż te z końca XIX w. Zbiorniki stanowią centralnie położone obiekty w zamkniętych zlewniach, których granice biegną wzdłuż nasypów drogowych i kolejowych i/lub sztucznych lub częściowo naturalnych wzniesień. Wskaźnik gęstości występowania sztucznych zbiorników uległ zmniejszeniu o ok. 40% (z 8,5 do 5,0 sztucznych jezior na 1 km²) w badanym okresie, przy ponad dwukrotnym wzroście pokrycia wskaźnika jeziorności obszaru (z 2,5% do 6,1%). W tym czasie stwierdzono poważne przeobrażenie całego układu hydrograficznego. Najbardziej jaskrawym przejawem tych zmian jest powstanie płytkich antropogenicznych zbiorników o łącznej objętości ok. 0,6 hm³. Procesowi temu sprzyjał brak połączenia hydraulicznego między wodami powierzchniowymi i podziemnymi spowodowany zaleganiem w podłożu słabo przepuszczalnych formacji skalnych.

Problematykę akumulacji metali i metaloidów w kontekście wzbogacenia składu chemicznego osadów dennych zbiorników wodnych położonych na obszarach dotkniętych oddziaływaniem wglębnego górnictwa opisano w pracy pt. „**Anthropogenic enrichment of the chemical composition of bottom sediments of water bodies in the neighborhood of a non-ferrous metal smelter (Silesian Upland, Southern Poland)**”. Badaniami terenowymi objęto grupę kilku zbiorników wodnych zlokalizowanych na granicy trzech miast: Katowic, Sosnowca i Mysłowic. Na terenach tych wydzielonych zostało kilka endoreicznych zlewni. Znajdujące się tu zbiorniki pełnią funkcję basenów sedymentacyjnych. Zakumulowane w ich obrębie osady denne zostały wykorzystane do analizy zjawisk i procesów zachodzących w środowisku zlewni. Procesom rozwoju gospodarczego regionu towarzyszyły przekształcenia środowiska naturalnego przekraczające wszelkie dopuszczalne granice. Wybrany do badań teren jest tego doskonałym przykładem, gdyż przez wiele dziesięcioleci podlegał oddziaływaniom szkodliwej dla środowiska i zagrażającej życiu i zdrowiu huty rud cynku i ołowiu. Podstawowy skład osadów dennych oraz zawartość pierwiastków śladowych są dobrymi wskaźnikami zanieczyszczenia ekosystemów wodnych i warunków środowiskowych panujących na obszarze zlewni (Rzetała i in., 2013). Stosunkowo nowym podejściem geoekologicznym jest próba oceny stopnia antropogenicznego wzbogacenia składu chemicznego osadów na tle geochemicznej charakterystyki formacji powierzchniowych reprezentatywnych dla podłoża i obszaru w sąsiedztwie zbiorników wodnych (Rzetała, 2015). Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono obecność pierwiastków śladowych w osadach dennych w zakresie: 14,0-330,0 mg/kg – As, 430,0-1940,0 mg/kg – Ba, 1,0-7,0 mg/kg – Be, 2,0-

34,0 mg/kg – Br, 8,5-444,0 mg/kg – Cd, 56,0-113,0 mg/kg – Ce, 10,0-90,0 mg/kg – Co, 69,0-203,0 mg/kg – Cr, 3,8-14,9 mg/kg – Cs, 20,0-298,0 mg/kg – Cu, 1,0-2,6 mg/kg – Eu, 2,9-36,0 mg/kg – Hf, 25,0-52,2 mg/kg – La, 5,0-49,9 mg/kg – Nd, 20,0-148,0 mg/kg – Ni, 130,0-3200,0 mg/kg – Pb, 20,0-90,0 mg/kg – Rb, 0,3-4,7% – S, 3,5-80,6 mg/kg – Sb, 6,9-16,3 mg/kg – Sc, 4,2-9,2 mg/kg – Sm, 89,0-1107,0 mg/kg – Sr, 6,0-24,0 mg/kg – Th, 1,3-7,9 mg/kg – U, 44,0-140,0 mg/kg – V, 14,0-38,0 mg/kg – Y, 805,0-38400,0 mg/kg – Zn, 72,0-543,5 mg/kg – Zr. Wykazano, że osady denne były zanieczyszczone w stopniach od umiarkowanego do skrajnego następującymi pierwiastkami: Cd, Zn, S, As, Pb, Sr, Co, Cr, Cu, Ba, Ni, V, Be. Stwierdzono, że jedną z konsekwencji położenia tych zbiorników na terenach miejskich i przemysłowych jest antropogeniczne wzbogacenie składu chemicznego osadów dennych w niektóre podstawowe składniki (materia organiczna, związki Mn, Ca i P) oraz śladowe pierwiastki: Cd, Zn, Pb, Sb, As, Cu i Co, Br, Ni, S, Be, Cs, Sr, V, Cr, Sc, Ba, U, Ce, Eu i Th, praktycznie bez wzbogacenia osadów z innymi analizowanymi składnikami podstawowymi i śladowymi (La, Rb, K₂O, Nd, Sm, Na₂O, Hf, SiO₂, Zr).

W pracy wykazano, że wielkość antropogenicznego wzbogacenia osadów dennych może służyć jako wskaźnik stopnia zanieczyszczenia osadów dennych oraz stanu geoekologicznego ekosystemów wodnych. Wartości wskaźnika antropogenicznego wzbogacenia osadów powinny być brane pod uwagę przy planowaniu gospodarczego wykorzystania takich zbiorników wodnych i prowadzeniu prac remediacyjnych.

Przy rozpatrywaniu roli górniczych niecek z osiadania w kształtowaniu stosunków wodnych niezmiernie ważne jest określenie skutków wieloletniej podziemnej eksploatacji w kontekście zmian hipsometrycznych obserwowanych na powierzchni terenu. Szczegółowe badania w tym zakresie zostały przeprowadzone w granicach administracyjnych Bytomia i opublikowane w pracy pt. „**Hypsometric changes in urban areas resulting from multiple years of mining activity**”. Na obszarze miasta o powierzchni 69,74 km² dokonano oceny wpływu wieloletniego podziemnego wydobycia kopalin na zmiany wysokości terenów zurbanizowanych. Spośród kilkunastu miast występujących w regionie górnośląskim, to właśnie Bytom został szczególnie dotknięty ekstremalnymi zmianami wysokości terenu związanymi z głębinną eksploatacją prowadzoną na tym obszarze. Przeprowadzone analizy wykazały, że do 2011 r. w wyniku osiadań górniczych wysokość całego Bytomia obniżyła się średnio o 5,5 m. Antropogeniczne osiadania w okresie 1883-2011 wynosiły średnio 43 mm rocznie i objęły 64,5% powierzchni miasta. Najczęściej obniżenia osiągały głębokość od 1,1 m do 5,0 m; stwierdzono je na nieco ponad 28% badanej powierzchni. Mniejszy udział (ponad 17%), stanowiły zagłębienia o głębokości do 10 m. Osiadania terenu przekraczające 10 m objęły łącznie 19,2% powierzchni Bytomia. Najgłębsza niecka powstała we wschodniej części miasta, gdzie pod koniec XX w. obniżenia sięgały 35 m. W południowo-wschodnim rejonie pojawiła się niecka z osiadań o głębokości 34 m, a w centralnej części osiadania dochodziły do 30 m. W granicach miasta zinwentaryzowano również wiele niecek z osiadania o maksymalnych głębokościach przekraczających 20 m.

Powstałe osiadania terenu w obrębie miasta świadczą o ogromnych ilościach wydobytych surowców mineralnych. Ich pozyskanie związane było z powstaniem znacznie większych ilości odpadów w postaci tzw. skały płonnej, które składowano na hałdach. W granicach Bytomia wzrost wysokości bezwzględnej dotknął nieco ponad 14% powierzchni miasta. Jego wysokość wzrosła najczęściej o 1,1 m do 5,0 m. Najwyższą bezwzględną wysokość 35 m osiągnęła hałda położona w południowo-zachodniej części Bytomia. Powszechnym zjawiskiem w ostatnich latach jest zasypywanie niecek osiadań skałą płonną.

Tak duże i powszechnie występujące osiadania gruntów, które obejmują tereny zamieszkałe są praktycznie niespotykane w innych miastach regionu. Osiadania gruntów w Bytomiu są szczególnie wyraźne na terenach zurbanizowanych. Obserwowane na powierzchni deformacje powodują powstawanie konkretnych strat ekonomicznych w postaci m.in. uszkodzeń i zniszczeń budynków, uszkodzeń konstrukcyjnych i eksploatacyjnych szlaków komunikacyjnych, zalania terenów, w tym placów miejskich i osiedli ludzkich, wyłączenia z użytkowania zbiorników

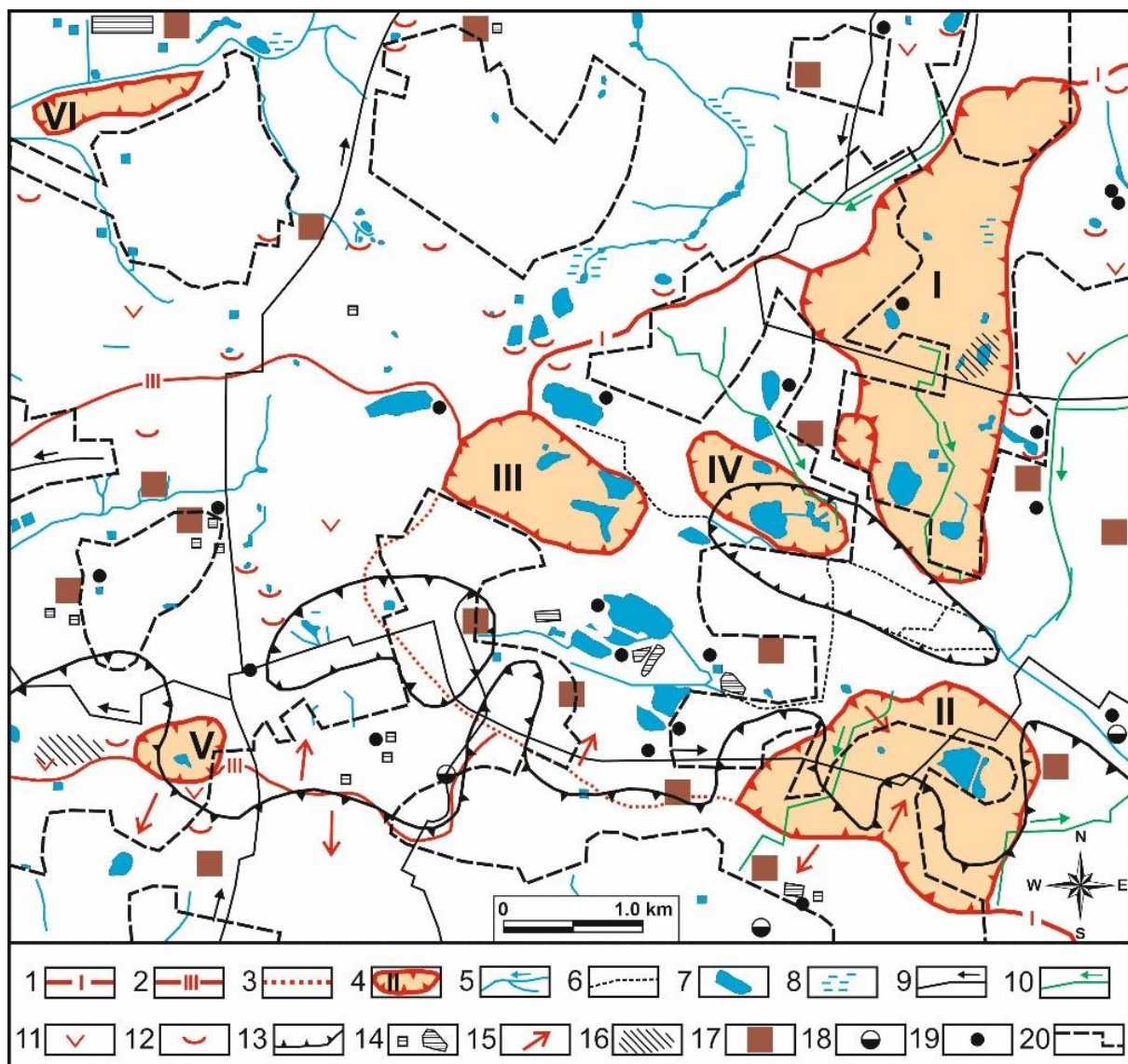
wodnych, konieczności nadbudowywania i częstych remontów obwałowań cieków i budowli hydrotechnicznych. Między innymi z tego powodu Bytom jest jednym z najszybciej wyludniających się miast w Polsce i Europie. Dodatkowym czynnikiem wpływającym na spadek liczby ludności miasta jest pogarszający się stan techniczny jego zabudowy (zwłaszcza starej z przełomu XIX i XX w.). W wyniku zniszczeń budynków dzielnic Karb i Miechowice oraz niektórych obszarów w centrum miasta mieszkańcy zostali wysiedleni. Najszybciej wyludniały się dzielnice dotknięte osiadaniem gruntów.

Zupełnie marginalne traktowanie w literaturze światowej górniczych niecek z osiadania jako obiektów, które wpływają na kształtowanie obiegu wody było m.in. przyczyną przeprowadzenia badań w tym zakresie, które opublikowano w pracy pt. **„Changes in the Landform and Water Conditions of the Industrialized Urban Area as a Result of Mining Activities”**. W centralnej części Wyżyny Śląskiej, obejmującej obszary miejskie – głównie Świętochłowice oraz częściowo Rudę Śląską, Chorzów i Zabrze – znajduje się obszar o powierzchni 51,26 km², gdzie zlokalizowanych jest kilka dużych powierzchniowo górniczych niecek z osiadania. Pod koniec XIX w. na analizowanym obszarze rozpoczął się proces scalania pojedynczych niewielkich pól górniczych w większe kopalnie. W tym czasie wpływ górnictwa podziemnego na rzeźbę terenu oraz stosunki wodne był niewielki. Łączna długość sieci rzecznej wynosiła 37,47 km, funkcjonowały 192 antropogeniczne zbiorniki, które łącznie zajmowały powierzchnię 31,4 ha. Pod koniec XX w. ukształtował się tradycyjny krajobraz przemysłowy, a miejscami przyjął charakter poprzemysłowy. Zmiany w rzeźbie terenu spowodowane przez wgłębne wydobywanie węgla kamiennego, a w północnej części także rud cynku i ołowiu dotyczyły 38,8 km², co stanowi udział wynoszący aż 75,7% badanego obszaru. Najczęściej osiadania gruntu wynosiły do 10 m (61,8%). Natomiast miejscami maksymalne obniżenia osiągnęły blisko 30 m. Największym zagrożeniem osiadaniem objęte są obszary, gdzie w przeszłości prowadzono podziemną eksploatację na niewielkich głębokościach (do 100 m p.p.t.). Tego typu wydobywanie dotyczyło obszarów rozproszonych na całym obszarze badań. Pod koniec XX w. łączna długość sieci rzecznej zmniejszyła się o 8,31 km do 29,16 km. W tym czasie funkcjonowały w środowisku geograficznym 322 antropogeniczne zbiorniki wodne – wzrost o 130 sztucznych jezior. Wody limniczne łącznie zajmowały 129,4 ha. Na badanym obszarze dominują małe i bardzo małe zbiorniki. Do największych zalicza się sztuczne jeziora, takie jak: „Edward” – 9,69 ha, „Marcin” – 6,4 ha oraz „Kokotek” – 5,31 ha.

Obserwowane zmiany stosunków wodnych, które dotyczą zwłaszcza wód powierzchniowych wyrażają się także w postaci zmian ilościowych w cyklu hydrologicznym. W okresie poprzedzającym podziemną eksploatację surowców mineralnych przez badany obszar przebiegał wyraźny dział wodny pierwszego rzędu, który wyznaczał granice dwóch sąsiednich dorzeczy. W takich warunkach wschodnia część odwadniana była za pośrednictwem Rawy do dorzecza Wisły, a północna i zachodnia część obejmowała dorzecze Odry. Ewolucja rzeźby terenu wynikająca z działalności górniczej spowodowała zmianę położenia działu wodnego pierwszego rzędu. Współcześnie na znacznej długości jego przebieg jest niepewny, a miejscami praktycznie niemożliwy do wyznaczenia. Ponadto zidentyfikowano sześć bezodpływowych zagłębień, które powstały na skutek górniczych osiadań terenu (rys. 1). W zlewni Rawy znajdują się cztery największe pod względem powierzchni niecki oraz po jednej mniejszej w zlewni Bytomki i Czarniawki. Łącznie obszary endoreiczne zajmują powierzchnię 6,9 km². Powstanie tych obniżień spowodowało wyraźne modyfikacje w przebiegu naturalnych procesów związanych z cyrkulacją wody, których wyrazem są m.in. ilościowe zmiany bilansu wodnego poszczególnych zlewni. Powstałe niecki mają charakter terenów endoreicznych ewapotranspiracyjnych. Zostały „wyłączone” z obiegu wody zlewni, w granicach których dotychczas funkcjonowały (rys. 1).

Uwzględniając w równaniu bilansu wodnego średnie roczne opady z lat 1961-2020, które wynosiły 731,5 mm obliczono, że do poszczególnych obszarów endoreicznych średnio w roku z opadów trafiało od 140 814 m³ do 2 280 451 m³ wody. Średnia roczna suma opadów łącznie przekraczała nieco 5 hm³. Na badanym obszarze w okresie 1961-2020 średnie roczne parowanie

terenowe wynosiło 481,7 mm, co przekładało się na ubytek wody z obszarów endoreicznych w zakresie od 92 719 m³ do 1 501 560 m³ wody. Łącznie w roku daje to ubytek rzędu 3,3 hm³ wody. Przeprowadzone wyliczenia pozwalają stwierdzić, że powstały nadmiar wody w ilości od 48 095 m³ w niecce nr VI do 778 891 m³ w niecce nr I z uwagi na słabą przepuszczalność podłoża tylko w niewielkim stopniu zasila pierwszy poziom wodonośny. Wody opadowe zasilają liczne sztuczne zbiorniki wodne. W naturalnych warunkach (przed rozpoczęciem eksploatacji górniczej) wody opadowe z terenów zlewni endoreicznych zasilająby powierzchniową sieć rzeczną. Największe straty w tym zakresie dotyczą zlewni Rawy, gdzie suma opadów atmosferycznych w zasięgu czterech niecek średnio w roku wynosi 4,76 hm³. W zlewni Bytomki i Czarniawki straty te są szacowane na 0,14 hm³. Z obszarów podmokłych część wód odprowadzana jest za pomocą systemu pomp do kanalizacji.



Rys. 1. Stosunki wodne obszaru badań na przełomie XX i XXI w. (wg: Mapa hydrograficzna..., 2001, zmienione i uzupełnione): 1 – dział wodny I rzędu, 2 – dział wodny III rzędu, 3 – dział wodny niepewny, 4 – dział wodny zagłębień bezodpływowych typu ewapotranspiracyjnego, 5 – cieki powierzchniowe, 6 – cieki powierzchniowe przykryte, 7 – zbiorniki wodne, 8 – tereny podmokłe i okresowo podmokłe, 9 – przerzut wód zanieczyszczonych ściekami przemysłowymi, 10 – przerzut wód czystych, 11 – izolowane zagłębienia bezodpływowe typu chłonnego, 12 – izolowane zagłębienia bezodpływowe typu ewapotranspiracyjnego, 13 – zasięg intensywnych antropogenicznych przekształceń terenu, 14 – osadniki, 15 – kierunek sypływu powierzchniowego i lokalnego płytkiego przepływu podziemnego, 16 – obszary okresowo podmokłe przez utrudnienie odpływu w skutek działalności gospodarczej, 17 – oczyszczalnie ścieków, 18 – stacje uzdatniania wody, 19 – przepompownie, 20 – zasięg kanalizacji.

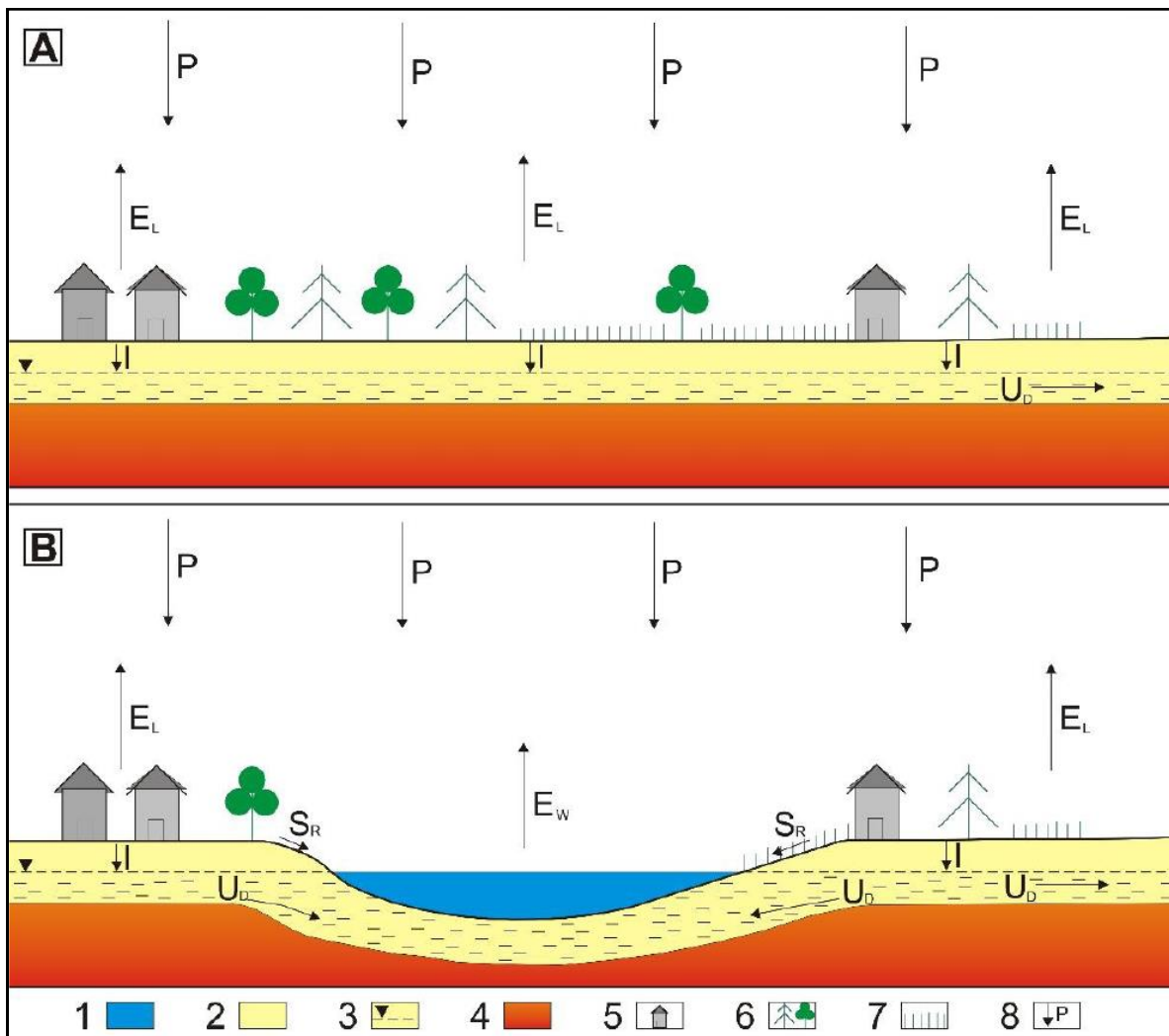
Górnictwo spowodowało powstawanie zagłębień o cechach endoreicznych. Na badanym obszarze nadal prowadzone jest odwadnianie górotworu, które chroni kopalnie przed zalaniem. O specyficznej budowie geologicznej tych terenów świadczy obecność nieprzepuszczalnych warstw osadów na stosunkowo niewielkich głębokościach. Tego typu formacje skalne skutecznie zatrzymują infiltrującą w głąb górotworu wodę pochodzącą z opadów atmosferycznych. Przepływ wód podziemnych jest ograniczony do strefy utworzonej niecki i ma charakter lokalny. Powstająca niecka z osiadania wymusza spływ wody w kierunku jej najniższej części, co skutkuje podniesieniem lustra wody w stosunku do powierzchni terenu. W badanych zagłębiach endoreicznych woda pojawia się na powierzchni terenu, tworząc antropogeniczne zbiorniki wodne, z których ubytek wody następuje wyłącznie na drodze ewapotranspiracji. Na niektórych obszarach nadmiar wody jest odpompowywany do miejskiej sieci kanalizacyjnej.

Podsumowanie

Na podstawie przeprowadzonych badań terenowych, laboratoryjnych oraz studiów kamealnych udało się z sukcesem przeprowadzić postępowanie sprawdzające postawionej na wstępie hipotezy badawczej mówiącej, że „Indykatorem hydrologicznych konsekwencji procesu osiadania są: ilościowo-jakościowe zmiany stosunków wodnych, baseny sedymentacyjne kumulujące zanieczyszczenia w osadach dennych oraz zmiany użytkowania terenu. Według mnie wyniki badań posiadają charakter nowatorskich charakterystyk, wyjaśniając cel naukowy jaki został sformułowany na etapie badań pilotażowych. Uważam, że udało się wyjaśnić kilka zasadniczych problemów naukowych. Dzięki uzyskanym wynikom wypełniona została luka badawcza w literaturze przedmiotu, zwłaszcza w zakresie hydrologii, geomorfologii a także ochrony i kształtowania środowiska geograficznego. Dokonano regionalnych uogólnień dotyczących syntetycznego przedstawienia ilościowych i jakościowych przemian stosunków wodnych w zasięgu górniczych niecek z osiadania, co niewątpliwie stanowi nowatorskie podejście w stosunku do istniejących opracowań.

Obserwowane w regionie górnośląskim zmiany hipsometryczne pojawiające się na powierzchni terenu są powszechnie obserwowanym skutkiem podziemnego górnictwa. Przeprowadzone w tym zakresie badania stanowiąc niejakie rozpoznanie do dalszych analiz hydrograficznych wykazały, że na skutek 120-letniej działalności górniczej w wielu miejscach obniżenia terenu osiągają 30 m. W skrajnych przypadkach w najgłębszych nieckach z osiadania obniżenia wynoszą 35 m. Dotyczy to zwłaszcza terenów miejskich Bytomia. Górnicze osiadania objęły 45 km² co stanowi 64,5% powierzchni miasta. Poza oddziaływaniem na stosunki wodne zmiany hipsometryczne w wielu przypadkach decydują o użytkowaniu terenu. Najbardziej jaskrawe przykłady pochodzą właśnie z terenów miejskich, gdzie powodują wymierne straty ekonomiczne. Objawiają się one w postaci wysiedlania ludności z całych fragmentów dzielnic. Przebywanie w uszkodzonych i zniszczonych budynkach na tych terenach realnie zagraża życiu i zdrowiu ludzi.

Jednym z ważniejszych przejawów oryginalności naukowej poruszanych zagadnień dotyczących roli górniczych niecek z osiadania w kształtowaniu obiegu wody jest określenie ilościowych zmian dotyczących pionowej wymiany wody. Uwzględniając wyniki badań przeprowadzonych w najbardziej spektakularnych pod względem powierzchni i głębokości nieckach z osiadania zlokalizowanych w środkowej części Wyżyny Śląskiej stwierdzono powstanie bezodpływowych zagłębień terenu mających cechy terenów endoreicznych ewapotranspiracyjnych. Środowiskowe uwarunkowania sprawiają, że średnio w roku w bilansie wodnym tych terenów powstaje nadmiar wód w ilości nieco ponad 1,7 hm³. Antropogeniczne zmiany w ukształtowaniu terenu wynikające z działalności górniczej spowodowały niejakie „wyłączenie” niecek z obiegu wody w granicach dotychczasowych dorzeczy Wisły i Odry. Na badanych terenach ich łączne powierzchnie wynosiły odpowiednio: 754,75 ha i 585,35 ha. W moim odczuciu do najważniejszych osiągnięć zaliczyć należy opracowanie modelu przedstawiającego zmiany obiegu wody w strefie występowania górniczych niecek z osiadania (rys. 2).



Rys. 2. Schematyczny obieg wody na obszarach przed (A) i po (B) wystąpieniu górniczych osiadań terenu: 1 – zbiornik wodny, 2 – osady przepuszczalne, 3 – poziom wód podziemnych, 4 – osady nieprzepuszczalne, 5 – zwarta i rozproszona zabudowa miejska, 6 – lasy i tereny zadrzewione, 7 – suche i wilgotne łąki, 8 – składowe obiegu wody P – opady atmosferyczne, E_L – parowanie terenowe, E_w – parowanie z powierzchni wody, U_D – przepływ wód podziemnych, S_R – spływ powierzchniowy.

Inne długookresowe zmiany w systemie hydrologicznym będące konsekwencją górniczych osiadań terenu wyrażają się zarówno w postaci zwiększenia łącznej długości cieków powierzchniowych z 0,9 do 5,7 km, jak również zmniejszenia łącznej długości sieci rzecznej z 37,47 km do 29,16 km. Odmiennie skutki w obydwu przypadkach są przede wszystkim konsekwencją działań człowieka. Na wszystkich wybranych do badań poligonach stwierdzono generalnie wzrost powierzchni zajętej przez zbiorniki. W poszczególnych strefach objętych osiadaniami górniczymi wskaźniki te zmieniają się w zakresie z 1,19 ha do 4,55 ha, z 23,8 ha do 58,4 ha oraz z 31,4 ha do 129,4 ha.

Zbiorniki wodne, których powstanie związane jest z działalnością górniczą stanowią zasadniczy element zlewni endoreicznych. Pełnią one funkcję basenów sedymentacyjnych akumulując m.in. metale i metaloidy które, należy traktować jako wskaźniki ich jakości. Wykazano, że koncentracja niektórych z nich jest problemem ekologicznym, postrzeganym w kategoriach przyrodniczych i społeczno-gospodarczych. Rangę wpływów działalności ludzkiej w kształtowaniu zawartości metali i metaloidów w osadach dennych zbiorników wodnych podkreśla rekordowo wysokie zanieczyszczenie osadów dennych niektórymi metalami, np. baru (430,0-1940,0 mg/kg), kadmu (8,5-444,0 mg/kg), ołowiu (130,0-3200,0 mg/kg), strontu (89,0-1107,0 mg/kg), cynku (805,0-38400,0 mg/kg) oraz cyrkonu (72,0-1195,0), co należy traktować jako wartości rekordowe w tego typu badaniach na świecie.

Zaprezentowane wyniki badań pozwalają stwierdzić, że dokonałem rozpoznania oddziaływania górniczych niecek z osiadania na kształtowanie stosunków wodnych. Przeprowadzone badania i analizy zostały wykonane z zastosowaniem przede wszystkim klasycznych metod ilościowych i jakościowych wykorzystywanych w naukach o Ziemi, jak również technik badawczych stanowiących narzędzia Geograficznych Systemów Informacyjnych (GIS). Do najważniejszych osiągnięć naukowych będących podstawą wszczęcia postępowania habilitacyjnego zaliczam:

1. Charakterystykę stosunków wodnych i ich przeobrażeń w konsekwencji procesu osiadania w obrębie najbardziej spektakularnych pod względem rozmiarów górniczych niecek z osiadania.
2. Ilościowe określenie wielkości zmian pionowej wymiany wody w kształtowaniu bilansu wodnego zlewni związanych z powstaniem górniczych niecek z osiadania.
3. Określenie wielkości koncentracji metali i metaloidów w osadach dennych zbiorników wodnych położonych na obszarach dotkniętych oddziaływaniem wglębnego górnictwa.
4. Wykazanie wpływu osiadań górniczych w kontekście zmian użytkowania terenu.
5. Opracowanie modelu obiegu wody w strefie górniczych niecek z osiadania.

Literatura

- Akcin H., Kutoglu H.S., Kemaldere H., Deguchi T., Koksal E., 2010: Monitoring subsidence effects in the urban area of Zonguldak Hardcoal Basin of Turkey by InSAR-GIS integration. *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.* 10(9), 1807-1814. <https://doi.org/10.5194/nhess-10-1807-2010>.
- Cabala J.M., Cmiel S.R., Idziak A.F., 2004: Environmental impact of mining activity in the Upper Silesian Coal Basin (Poland). *Geol. Belg.* 7(3-4), 225-229.
- Can E., Kuscu S., Kartal M.E., 2012a: Effects of mining subsidence on masonry buildings in Zonguldak hard coal region in Turkey. *Environ. Earth Sci.* 66(8), 2503-2518. <https://doi.org/10.1007/s12665-011-1473-2>.
- Can E., Kuscu S., Mekik C., 2012b: Determination of underground mining induced displacements using GPS observations in Zonguldak-Kozlu Hard Coal Basin. *Int. J. Coal Geol.* 89(1, SI), 62-69. <https://doi.org/10.1016/j.coal.2011.08.006>.
- Czaja S., 1999: Zmiany stosunków wodnych w warunkach silnej antropopresji (na przykładzie konurbacji katowickiej). Wydawnictwo Uniwersytetu Śląskiego, Katowice. 192 s.
- Dulias R., 2011: Impact of mining subsidence on the relief of the Rybnik Plateau, Poland. *Z. Geomorphol.* 55(1), 25-36. <https://doi.org/10.1127/0372-8854/2011/0055S1-0035>
- Dulias R., 2016: The Impact of Mining on the Landscape, A Study of the Upper Silesian Coal Basin in Poland. Environmental Science and Engineering. 209, Springer International Publishing, Switzerland.
- Dwucet K., Wach J., 1994: Obliczanie zmian powierzchni ziemi wywołanych wglębną eksploatacją górnictw na przykładzie województwa katowickiego. [w:] A. Dominik (red.): Przewodnik do ćwiczeń z ochrony środowiska. Akademia Ekonomiczna im. K. Adamieckiego, Katowice. s. 95-97.
- Jankowski A. T., Molenda T., Matusiak R., 2007: Wpływ działalności górniczej na kształtowanie stosunków wodnych dolin rzecznych na przykładzie Kochłówki (Potoku Bielszowickiego). [w:] U. Myga-Piątek (red.): Prace Komisji Krajobrazu Kulturowego PTG nr 7. Doliny rzeczne. Przyroda-Krajobraz-Człowiek. Komisja Krajobrazu Kulturowego Polskiego Towarzystwa Geograficznego, Sosnowiec. s. 337-341.
- Jankowski A. T., Molenda T., Rzętała M., 2001: Reservoirs in subsidence basins and depression hollows in the Silesian Upland – selected hydrological matters. *Limnological Review*. Volume 1/2001. Wydawnictwo Uniwersytetu Mikołaja Kopernika, Toruń. s. 143-150.
- Johnson K.S., 2005: Subsidence hazards due to evaporite dissolution in the United States. *Environ. Geol.* 48, 395-409. <https://doi.org/10.1007/s00254-005-1283-5>

- Lee D.K., Mojtabai N., Lee H.B., Song W.K., 2013: Assessment of the influencing factors on subsidence at abandoned coal mines in South Korea. *Environ. Earth Sci.* 68, 647-654. <https://doi.org/10.1007/s12665-012-1768-y>
- Machowski R., 2010: Przemiany geosystemów zbiorników wodnych powstałych w nieckach osiadania na Wyżynie Katowickiej. Wydawnictwo Uniwersytetu Śląskiego, Katowice. 178 s.
- Machowski R., Rzetala M., 2018: Impact of subsidence basins on changes in the catchment water cycle. 18th International Multidisciplinary Scientific Geoconferences SGEM 2018. Conference Proceedings, vol. 18, Water Resource. Forest, Marine and Ocean Ecosystems, Issue 3.1, Hydrology and Water Resources. pp 407-414. DOI: 10.5593/sgem2018/3.1/S12.053
- Machowski R., Rzetala M.A., Rzetala M., Solarski M., 2016: Geomorphological and hydrological effects of subsidence and land use change in industrial and urban areas. *Land Degradation & Development*, vol. 27, issue 7, 1740-1756. <https://doi.org/10.1002/ldr.2475>
- Mapa hydrograficzna Polski, 1:50 000. Arkusz: M-34-62-B (Chorzów). Główny Geodeta Kraju, Warszawa, 2001.
- Marschalko M., Křístková V., Fuka M., Kubečka K., Bouchal T., 2013: An indicative method for determination of the most hazardous changes in slopes of the subsidence basins in underground coal mining area in Ostrava (Czech Republic). *Environ. Monit. Assess.* 185, 509-522. <https://doi.org/10.1007/s10661-012-2571-7>
- Rzetala M.A., 2015: Assessment of toxic metal contamination of bottom sediments in water bodies in urban areas. *Soil and Sediment Contamination: An International Journal* 24(1), 49-63. <https://doi.org/10.1080/15320383.2014.911721>.
- Rzetała M., Jaguś A., Rzetała M.A., Rahmonov O., Rahmonov M., Khak V., 2013: Variations in the Chemical Composition of Bottom Deposits in Anthropogenic Lakes. *Polish Journal of Environmental Studies* 22(6), 1799-1805.
- Solarski M. Anthropogenic transformations of the Bytom area relief in the period of 1883-1994. *Environ. Socio-econ. Stud.* 1(1), 1-8. <https://doi.org/10.1515/enviro-2015-0001>.
- Szypuła B., 2014: Quantitative changes of anthropogenic relief over the last 100 years in the Silesian Upland (south Poland). *Z. Geomorphol.* 58(2), 175-183. <https://doi.org/10.1127/0372-8854/2013/0111>.
- Szypuła B., 2020: Digital adaptation of the Geomorphological Map of Upper Silesian Industrial Region, Poland (1:50,000) – Old map new possibilities. *J. Maps* 16(2), 614-624. <https://doi.org/10.1080/17445647.2020.1800528>.
- Wang J., Wang P., Qin Q., Wang H., 2017: The effects of land subsidence and rehabilitation on soil hydraulic properties in a mining area in the Loess Plateau of China. *CATENA* 159, 51-59. <https://doi.org/10.1016/j.catena.2017.08.001>.
- Żmuda S., 1973: Antropogeniczne przeobrażenia środowiska przyrodniczego konurbacji górnośląskiej. Śląski Instytut Naukowy, Katowice. 211 s.

5. Informacja o wykazywaniu się istotną aktywnością naukową albo artystyczną realizowaną w więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej lub instytucji kultury, w szczególności zagranicznej.

W czasie pracy zawodowej na Uniwersytecie Śląskim od samego początku brałem aktywny udział w życiu naukowym macierzystej jednostki nawiązując współpracę z innymi ośrodkami w kraju i za granicą. Wyrazem merytorycznego zaangażowania w kształtowanie przygranicznej współpracy międzynarodowej (uczestnicząc w pracach Komitetu Organizacyjnego), było przygotowanie Sympozjum Polsko-Czeskiego, które odbyło się w 2003 r. w Sosnowcu. W ramach bilateralnej współpracy międzyuczelnianej Uniwersytetu Śląskiego oraz Uniwersytetu Ostrawskiego czynnie uczestniczyłem w spotkaniu naukowym prezentując także wyniki swoich

badan. Kolejną doskonałą okazją do wymiany doświadczeń i nawiązania nowych kontaktów naukowych był udział w pracach tzw. sterującego komitetu organizacyjnego, którego zadaniem było dwukrotnie przygotowanie i poprowadzenie międzynarodowej konferencji limnologicznej w 2004 r. w Sosnowcu i 2005 r. w Cieszynie. W czasie tych spotkań nawiązałem współpracę z pracownikami krajowych oraz zagranicznych jednostek naukowych i naukowo-dydaktycznych. Rezultatem późniejszego wspólnego zaangażowania były m. in. współautorskie publikacje oraz wystąpienia prezentowane na krajowych i zagranicznych konferencjach naukowych:

1. Instytut Melioracji i Użytków Zielonych, Falenty – Stacja Badawcza w Jaworkach (Dr Andrzej Jaguś):

- Jaguś A., **Machowski R.**, Rahmonov O., Rzętała M., Rzętała M. A., 2005: Transformations in landscape in Polish Carpathians (selected issues from Pieniny Mts. Region). [w:] J. Szabó & R. Morkūnaitė (red.): Landscapes – Nature and man. University of Debrecen, Lithuanian Institute of Geology and Geography, Debrecen – Vilnius. s. 51-71

2. Zakład Hydrologii, Instytut Geografii, Wydział Oceanografii i Geografii, Uniwersytet Gdański (Prof. dr hab. Roman Cieśliński, mgr Emilia Gołębiewska):

- Cieśliński R., **Machowski R.**, Ruman M., 2009: Charakterystyka fizyko-chemiczna wód rozlewiska Bobrka w strefie górniczych osiadań terenu (Wyżyna Śląska). [w:] Kształtowanie środowiska geograficznego i ochrona przyrody na obszarach uprzemysłowionych i zurbanizowanych. T. 40. WBiOŚ UŚ, WNoZ UŚ, Katowice – Sosnowiec. s. 19-28.
- Cieśliński R., **Machowski R.**, Ruman M., 2009: Podobieństwa i różnice cech fizyczno-chemicznych wód dolnego i górnego biegu Piaśnicy. [w:] R. Bogdanowicz, J. Fac-Beneda (red.): Zasoby i ochrona wód. Obieg wody i materii w zlewniach rzecznych. Fundacja Rozwoju Uniwersytetu Gdańskiego, Gdańsk. s. 481-489.
- Cieśliński R., Ruman M., **Machowski R.**, Gołębiewska E., 2009: Wpływ działalności człowieka na zmiany sieci hydrograficznej w zlewni rzeki Płutnicy (zlewisko Zatoki Puckiej). [w:] R. Bogdanowicz, J. Fac-Beneda (red.): Zasoby i ochrona wód. Obieg wody i materii w zlewniach rzecznych. Fundacja Rozwoju Uniwersytetu Gdańskiego, Gdańsk. s. 199-210.

3. Katedra Ochrony i Inżynierii Środowiska, Wydział Inżynierii Materiałów, Budownictwa i Środowiska, Akademia Techniczno-Humanistyczna, Bielsko-Biała (dr hab. Prof. ATH Andrzej Jaguś):

- Rzętała M.A., Rahmonov O., Jaguś A., Rahmonov M., Rzętała M., **Machowski R.**, 2011: Occurrence of Chemical Elements in Common Reeds (*Phragmites Australis*) as Indicator of Environmental Conditions. Research Journal of Chemistry and Environment. Vol.15 (2) June (2011). s. 610-616. (IF - 0,379)
- Jaguś A., Rzętała M., Rahmonov O., Rzętała M.A., **Machowski R.**, 2012: River water pollution in areas in southern Poland with various types of anthropopressure. [w:] Teka Komisji Ochrony i Kształtowania Środowiska Przyrodniczego O.L. PAN, no. 9. PAN oddział w Lublinie, Lublin. s. 70-79.
- Rzętała M.A., Jaguś A., **Machowski R.**, Rzętała M., 2015: The Development of Freshwater Deltas and their Environmental and Economic Significance. Ecological Chemistry and Engineering S. vol. 22(1). s. 107-123. <https://doi.org/10.1515/eces-2015-0007> (IF - 0,552)

Dzięki nawiązanym kontaktom oraz uzyskaniu finansowania z Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego w ramach projektu międzynarodowego niewspółfinansowanego nr 758/N-ROSJA/2010/0 „Konsekwencje piętrzenia wody rzek, jezior i zbiorników wodnych (na przykładzie Bajkału i doliny Angary)” miałem możliwość realizacji stażu naukowego w Rosji. W dniach od 11 do 25 lipca 2012 r. w Instytucie Skorupy Ziemskiej Syberyjskiego Oddziału Rosyjskiej

Akademii Nauk w Irkucku odbyłem staż w tamtejszym Laboratorium Inżynierii Geologicznej i Geoekologii. W ramach pobytu prowadziłem również prace terenowe w południowej części strefy brzegowej Zbiornika Brackiego polegające m.in. na pomiarach form brzegowych oraz identyfikacji procesów fizyczno-limnologicznych. Prace terenowe obejmowały swym zasięgiem również strefę brzegową wyspy Olchon na jeziorze Bajkał, gdzie prowadzono monitoring procesów grawitacyjnych w strefie aktywności soliflukcyjnej. Wymiernym efektem nawiązanej współpracy były publikacje oraz wystąpienia prezentowane na zagranicznych konferencjach naukowych:

- **Machowski R.**, Pellinen V.A., Rzetala M.A., 2012: The impact of mining activity on changes in the river network in the Silesian Upland. *Argentina y Ambiente 2012*. M. dos Santos Afonso y R. M. Torres Sánchez (eds.): Libro de Resúmenes del I Congreso Internacional de Ciencia y Tecnología Ambiental, y I Congreso Nacional de la Sociedad Argentina de Ciencia y Tecnología Ambiental. Asociación Argentina para el Progreso de las Ciencias, Buenos Aires. s. 116-116.
- **Machowski R.**, Pellinen V.A., Rzetala M.A., 2012: The role of mining subsidence in the formation of lakes in the Silesian Upland – Southern Poland. [in:] M. dos Santos Afonso y R. M. Torres Sánchez (eds.): *Argentina y Ambiente 2012*. Libro de Resúmenes del I Congreso Internacional de Ciencia y Tecnología Ambiental, y I Congreso Nacional de la Sociedad Argentina de Ciencia y Tecnología Ambiental. Asociación Argentina para el Progreso de las Ciencias, Buenos Aires. s. 382-382.
- **Machowski R.**, SolarSKI M., 2015: Abrasion processes in the littoral zone of the Brack Reservoirs (between Khadakhan and Angarskiy). 15th International Multidisciplinary Scientific Geoconferences SGEM 2015. *Water Resource. Forest, Marine and Ocean Ecosystems Conference Proceedings*, vol. I. Hydrology & Water Resources. pp 17-24. DOI: 10.5593/SGEM2015/B31/S12.003

W 2008 roku w dniach od 5 do 17 sierpnia na Półwyspie Kamczatka uczestniczyłem w realizacji projektu badawczego pt. „Geosystemy jezior wulkanicznych – procesy przyrodnicze i znaczenie gospodarcze”. Poza badaniami terenowymi prowadzonymi w ramach szkoły wulkanologicznej wyjazd miał również na celu nawiązanie współpracy pomiędzy Wydziałem Nauk o Ziemi Uniwersytetu Śląskiego a Kamczackim Uniwersytetem im. Vitusa Beringa oraz Instytutem Wulkanologii Dalekowschodniego Oddziału Rosyjskiej Akademii Nauk w Pietropawłowsku Kamczackim. Efektem prowadzonych badań były publikacje oraz wystąpienia prezentowane na krajowych i zagranicznych konferencjach naukowych:

- **Machowski R.**, Rzetala M., 2011: Skład chemiczny osadów jezior wulkanicznych w południowej części Kamczatki. [w:] W. Marszelewski (red.): *Anthropogenic and natural transformations of lakes*. Vol. 5. Polish Limnological Society, Toruń. s. 113-119.
- **Machowski R.**, Rzetala M.A., Rzetala M., 2015: Basic composition and trace elements of sediments in small volcanic lakes in southern Kamchatka and Tenerife. 15th International Multidisciplinary Scientific Geoconferences SGEM 2015. *Science and Technologies in Geology, Exploration and Mining. Conference Proceedings*, vol. I. Geology, Mineral Processing, Oil & Gas Exploration. pp 61-68. DOI: 10.5593/SGEM2015/B11/S1.008

W ramach współpracy z Uniwersytetem im. A. Mickiewicza w Poznaniu, w sierpniu 2017 r. odbyłem krótkoterminowy staż na Stacji Polarnej UAM Petuniabukta na Spistbergenie uczestnicząc w warsztatach terenowych dotyczących zintegrowanego monitoringu środowiska przyrodniczego.

Potwierdzeniem mojej aktywności naukowej, którą realizowałem we współpracy z innymi niż macierzysta uczelnia, są współautorskie publikacje zrealizowane z pracownikami (dr Arkadiusz Płomiński, dr Daniel Bakota) Uniwersytetu Humanistyczno-Przyrodniczego im. Jana Długosza

z siedzibą w Częstochowie. Nawiązanie współpracy dało mi również sposobność podjęcia pracy w semestrze zimowym roku akademickiego 2022/2023 z możliwością jej przedłużenia w kolejnym roku:

- Bakota D., **Machowski R.**, Płomiński A., Romanchuk A., Rzetala M., Zastavetska L., 2020: The Disaster as a Factor in the Development of Modern Tourism. A Study Case Based on the Chernobyl Nuclear Power Plant. *Journal of Environmental Management and Tourism*, vol. 11, no 7. s. 1729-1741. DOI: [https://doi.org/10.14505/jemt.11.7\(47\).14](https://doi.org/10.14505/jemt.11.7(47).14)
- Rzetala M.A, **Machowski R.**, Solarski M., Bakota D., Płomiński A., Rzetala M., 2023: Toxic metals, non-metals and metalloids in bottom sediments as a geoecological indicator of water body suitability for recreational use. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 20 (5), Article number 4334. <https://doi.org/10.3390/ijerph20054334>

W ramach nawiązanej współpracy z pracownikami naukowymi Białoruskiego Uniwersytetu Państwowego w Mińsku (prof. Svetlana Khomitch, dr Tamara A. Makarevich) udało się opracować współautorski artykuł, który został opublikowany w czasopiśmie *Ecological Indicators* o współczynniku **IF 4,958**:

- Ramanchuk A.I., Makarevich T.A., Khomitch S., **Machowski R.**, Rzetala M.A., Rzetala M., 2021: Methodological approaches to phytomediation of productive processes in chalk quarry reservoirs of Belarus. *Ecological Indicators* 129 (2021), 107995. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2021.107995>

Nawiązana współpraca, zarówno ta na poziomie krajowym, jak i poza granicami Polski stanowi dla mnie istotny element osobistego rozwoju naukowego. Kontakty z wieloma osobami pozwalają na wymianę myśli, konstruktywną dyskusję oraz publikację wyników prowadzonych badań.

6. Informacja o osiągnięciach dydaktycznych, organizacyjnych oraz popularyzujących naukę lub sztukę.

a) Działalność dydaktyczna

Po uzyskaniu stopnia naukowego doktora rozpocząłem pracę dydaktyczną w roku akademickim 2009/2010 na Wydziale Nauk o Ziemi Uniwersytetu Śląskiego. Od tego czasu prowadziłem zajęcia dydaktyczne na studiach stacjonarnych i niestacjonarnych na kierunku geografia studia I i II stopnia, na kierunku ochrona środowiska studia I i II stopnia, na kierunku inżynieria zagrożeń środowiskowych studia I stopnia, na kierunku aquamatyka – interdyscyplinarne gospodarowanie środowiskiem wodnym studia II stopnia a także na studiach podyplomowych „Zastosowanie współczesnych metod hydrologii w inżynierii, gospodarce wodnej i ochronie przeciwpowodziowej”. Prowadziłem również zajęcia na Wydziale Humanistycznym Uniwersytetu Śląskiego na kierunku turystyka historyczna studia II stopnia z przedmiotu „Wybrane zagadnienia z geografii fizycznej”. W czasie pracy dydaktycznej prowadziłem wykłady, zajęcia laboratoryjne, seminaria oraz ćwiczenia terenowe. W ramach seminarium licencjackiego sprawowałem opiekę naukową nad **45 studentami** będąc promotorem ich **prac licencjackich i seminaryjnych**, które realizowali na Wydziale Nauk Przyrodniczych UŚ. W latach 2009-2022 byłem recenzentem **47 prac licencjackich** oraz **122 prac magisterskich**.

W ramach obowiązków dydaktycznych pełniłem następujące funkcje:

- Opiekun studentów I-go roku studiów stacjonarnych pierwszego stopnia – kierunek geografia w roku akademickim 2010/2011;
- Opiekun studentów II-go roku studiów stacjonarnych pierwszego stopnia – kierunek geografia w roku akademickim 2011/2012;

- Opiekun studentów III-go roku studiów stacjonarnych pierwszego stopnia – kierunek geografia w roku akademickim 2012/2013;
- Opiekun studentów I-go roku studiów stacjonarnych drugiego stopnia – kierunek geografia w roku akademickim 2013/2014;
- Opiekun studentów II-go roku studiów stacjonarnych drugiego stopnia – kierunek geografia w roku akademickim 2014/2015;
- Opiekun studentów II-go roku studiów stacjonarnych drugiego stopnia – kierunek geografia w roku akademickim 2020/2021.
- Aktualnie opiekun Studenckiego Koła Naukowego Geografów Uniwersytetu Śląskiego od roku akademickiego 2020/2021.

Do ważnych osobistych osiągnięć na polu dydaktyki zaliczam również:

- Otrzymanie Nagrody Indywidualnej III Stopnia Rektora Uniwersytetu Śląskiego za działalność dydaktyczną.
- Zakwalifikowanie w ramach konkursu na projekty modułów do Ogólnoakademickiej Oferty Dydaktycznej na rok akademicki 2022/2023 zajęć mojego współautorstwa – „Światoznawstwo – scenariusze podróży naukowo-poznawczych”.
- Opublikowanie (po zakończeniu metodycznego i merytorycznego audytu zewnętrznego) na platformie Centrum Kształcenia na Odległość UŚ, wykładu e-learningowego pt. „Globalne problemy środowiska przyrodniczego – zdarzenia o charakterze globalnym” oraz „Globalne problemy środowiska przyrodniczego – aspekty regionalne”. Były to działania realizowane w ramach projektu UPGOW (Uniwersytet Partnerem Gospodarki Opartej na Wiedzy) w Programie Operacyjnym Kapitał Ludzki, poddziałanie 4.1.1. Wzmocnienie potencjału dydaktycznego Uczelni, które realizowałem w ramach celowo powołanego konsorcjum.
- Uzyskanie dodatku zadaniowego w związku z realizacją projektu pt.: „Jeden Uniwersytet – Wiele Możliwości. Program Zintegrowany”, współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego, w ramach III Osi Priorytetowej, Działanie 3.5. Kompleksowe programy szkół wyższych, Programu Operacyjnego Wiedza Edukacja Rozwój, w związku z realizacją zadań w ramach zadania nr 5 „Dodatkowe zadania praktyczne dla studentów realizowane w formie projektowej”.
- Pełnienie od 2003 r. funkcji redaktora naukowego jedyne w Polsce cyklicznego studenckiego czasopisma geograficznego pt. „Z badań nad wpływem antropopresji na środowisko” (ISSN 1895-6785), indeksowanego przez Polską Bibliografię Naukową, wydawanego przez Studenckie Koło Naukowe Geografów Uniwersytetu Śląskiego.
- Opublikowanie we współautorstwie przewodnika do ćwiczeń dla studentów geografii i ochrony środowiska pt. „Globalne problemy środowiska przyrodniczego”, który ukazał się nakładem Wydawnictwa Uniwersytetu Śląskiego w 2014 r. w Katowicach. 80 s.
- Otrzymanie pisemnego podziękowania złożonego na ręce Kierownika Katedry Geografii Fizycznej Prof. dr hab. Andrzeja T. Jankowskiego przez Prof. dr hab. Leona Kozackiego za pomoc w przygotowaniu programu ćwiczeń terenowych dla studentów II roku Kształtowania Środowiska Przyrodniczego UAM oraz poprowadzenie sesji terenowej.

Poza macierzystą jednostką zajęcia dydaktyczne prowadziłem także na Wydziale Nauk Społecznych Uniwersytetu Jana Długosza w Częstochowie w semestrze zimowym roku akademickiego 2022/2023. Zajęcia zostały powierzone mi w ramach otwartego konkursu, który wygrałem.

b) Działalność organizacyjna

Moja aktywność w zakresie działań organizacyjnych przejawiała się już w czasie studiów geograficznych, którą realizowałem pod egidą Studenckiego Koła Naukowego Geografów Uni-

wersytetu Śląskiego. Jeszcze jako student pomagałem przy obsłudze Sympozjum Polsko-Czeskiego, które odbywało się na Wydziale Nauk o Ziemi UŚ w Sosnowcu w dniach 6-7 maja 1999 r. W ramach działań statutowych SKNG UŚ czynnie uczestniczyłem przy organizacji kilku wyjazdów naukowo-badawczych:

- Chorwacja, Słowenia (październik 1999 r.) – wyprawa naukowo-badawcza „Bałkany 1999”.
- Pojezierze Mazurskie (sierpień 2000 r.) – wyprawa naukowo-badawcza „Mazury 2000”.
- Szwecja, Norwegia, Finlandia (lipiec 2001 r.) – wyprawa naukowo-badawcza „Skandynawia 2001”.

Podjęcie pracy w 2002 roku na stanowisku starszego technika w grupie pracowników inżynieryjno-technicznych w Zakładzie Hydrologii i Gospodarki Wodnej Obszarów Urbanizowanych na Wydziale Nauk o Ziemi Uniwersytetu Śląskiego dało mi możliwość realizacji szeregu zadań, do których w tym czasie należały: obsługa i pomoc w organizacji zajęć dydaktycznych oraz współdziałanie w organizacji badań naukowych. Do ważniejszych przejawów mojej działalności organizacyjnej na tym etapie rozwoju naukowego należały:

- Udział w organizacji Sympozjum Polsko-Czeskiego w Sosnowcu w dniach 6-7 października 2003 r. (członek tzw. sterującego komitetu organizacyjnego).
- Udział w organizacji VIII Ogólnopolskiej Konferencji Limnologicznej pt. „Jeziora i sztuczne zbiorniki wodne – funkcjonowanie, rewitalizacja i ochrona” w Sosnowcu w dniach 15-17 września 2004 r. (członek tzw. sterującego komitetu organizacyjnego).
- Udział w organizacji „II Forum Geografów Polskich” w dniach 14-15 marca 2005 r., (WNoZ UŚ w Sosnowcu) pt. „Wpływ rozwoju nauk geograficznych na proces kształcenia społeczeństwa oraz promocję wiedzy geograficznej w Polsce” (członek tzw. pomocniczego komitetu organizacyjnego).
- Udział w organizacji IX Ogólnopolskiej Konferencji Limnologicznej pt. „Jeziora i sztuczne zbiorniki wodne – procesy przyrodnicze oraz znaczenie społeczno-gospodarcze” w Cieszynie w dniach 13-16 września 2005 r. (członek tzw. sterującego komitetu organizacyjnego).
- Udział w organizacji Sympozjum Polsko-Węgierskiego nt. „Anthropogenic aspects of landscape transformations” w Smoleniu w dniach 4-5 maja 2006 r. (członek tzw. pomocniczego komitetu organizacyjnego).
- Udział w organizacji uroczystości nadania Doktoratu Honorowego. Tytuł Doctora Honoris Causa Uniwersytetu Śląskiego dla Prof. Dr. Jon Ove Hagen z Uniwersytetu w Oslo (Norwegia). Uroczystość zorganizowana w ramach Festiwalu Ziemi i Badań Polarnych w Sosnowcu, 19-21 maja 2008 na Wydziale Nauk o Ziemi Uniwersytetu Śląskiego (członek tzw. sterującego komitetu organizacyjnego).

Komentując swoje ważniejsze osiągnięcia organizacyjne chciałbym zwrócić także uwagę na swoje działania, które dotyczyły:

- Udziału w organizacji Konferencji Naukowej „Przeobrażenia stosunków wodnych w warunkach zmieniającego się środowiska” w Sosnowcu-Zakopanym w dniach 7-10 października 2009 r. (członek tzw. sterującego komitetu organizacyjnego).
- Organizacji od 2011 r. ćwiczeń terenowych dla studentów I roku ochrony środowiska „Elementy i zasoby środowiska”, które odbywają się w Zakopanym.
- Udziału w pracach Wydziałowej Komisji Wyborczej przeprowadzającej wybory kolegium elektorów Uniwersytetu Śląskiego, elektorów Wydziału Nauk o Ziemi oraz władz dziekańskich Wydziału Nauk o Ziemi na kadencję 2016-2020.
- Udziału w obradach Rady Wydziału Nauk o Ziemi Uniwersytetu Śląskiego w latach 2012-2020.
- Przygotowania technicznego do druku kilkunastu zwartych opracowań książkowych wydanych w ramach serii Prace Wydziału Nauk o Ziemi Uniwersytetu Śląskiego.

c) działalność popularyzująca naukę

Od samego początku pracy zawodowej na Uniwersytecie Śląskim prowadziłem aktywną działalność popularyzującą naukę m.in. ściśle współpracując z kolejnymi władzami SKNG UŚ. W ramach tej współpracy czynnie uczestniczyłem w aktywizacji studentów nakłaniając ich do rozwijania swoich zainteresowań i prowadzenia pierwszych badań naukowych. Uczestnictwo w pracach naukowych realizowanych pod egidą SKNG UŚ znajduje odzwierciedlenie w rozmowach kwalifikacyjnych na studia magisterskie uzupełniające, studia doktoranckie, a nawet w rozmowach z przyszłym pracodawcą. Wymiernym efektem tej współpracy były liczne publikacje naukowe wydawane w ramach czasopisma studenckiego pt. „**Z badań nad wpływem antropopresji na środowisko**”. Doskonałym przykładem włączenia do publicznej dyskusji młodych badaczy – doktorantów i studentów Wydziału Nauk o Ziemi Uniwersytetu Śląskiego było monograficzne opracowanie pt. „**Przemiany przestrzenne oraz społeczne Bytomia i jego centrum**”, którego byłem współredaktorem. Autorami książki byli młodzi badacze – doktoranci i studenci, którym nie obce było „świeże” spojrzenie na często „stare” problemy mające miejsce w tym mieście. Publikacja ta zwraca również uwagi na to co jest i będzie ważne dla tych grup wiekowych, które obecnie wchodzi na rynek pracy.

Warte podkreślenia jest także moje zaangażowanie w popularyzację samego Wydziału Nauk o Ziemi UŚ w regionie oraz geografii jako nauki w odbiorze społecznym. Bardzo istotne w tym zakresie jest moje osobiste zaangażowanie w organizację takich przedsięwzięć jak:

- Ogólnopolskie Targi Edukacyjne – „V Ogólnopolskie Prezentacje „Edukacja 2003” w Katowicach – koordynator organizacyjny z kierunku geografia Wydział Nauk o Ziemi UŚ („Spodek” 4-6 marca 2003 r.).
- Dni Otwarte Wydziału Nauk o Ziemi Uniwersytetu Śląskiego w ramach Dni Ziemi (22 kwietnia 2004 r.).
- Prelekcja pt. „Teneryfa i La Gomora – wyspy przyrodniczych osobliwości” – wykład dla uczniów szkół podstawowych i gimnazjów z cyklu „Podróże po świecie” organizowanych na Wydziale Nauk o Ziemi UŚ przez Polskie Towarzystwo Geograficzne (12 kwietnia 2011 r.).
- Wykład popularnonaukowy pt. Wpływ działalności górniczej na środowisko przyrodnicze” dla uczniów Liceum Ogólnokształcącego nr II im. Powstańców Śląskich w Mysłowicach (26 kwietnia 2023 r.).
- Wystawa fotografii podróżniczej (kilkanaście plansz wielkoformatowych) – XVII piętro WNoZ UŚ (stała ekspozycja w latach 2012-2020).
- IV Międzynarodowy Dzień Geografa pt. „Geografia wobec wyzwań współczesności” oraz „Dzień otwarty Wydziału Nauk o Ziemi Uniwersytetu Śląskiego” (Sosnowiec, 22.04.2016 r.); przeprowadzenie warsztatów nt. „Metody badań stosowane w hydrologii, krenologii, potamologii i limnologii”.
- Wystawa pt. „Cztery strony świata na fotografii podróżniczej” – Akademia im. Jana Długosza w Częstochowie, marzec 2017 r. – kurator wystawy.
- Współtworzenie od 2014 r. Encyklopedii Województwa Śląskiego poprzez opracowanie kilkudziesięciu haseł w ramach projektu koordynowanego przez Instytut Badań Regionalnych Biblioteki Śląskiej. O dużej popularności przedsięwzięcia świadczą bardzo wysokie wskaźniki wyświetleń poszczególnych haseł http://ibrbs.pl/mediawiki/index.php/Dr_Robert_Machowski.
- Opublikowanie kilkunastu artykułów popularnonaukowych, w tym kilka w czasopiśmie „Geografia w szkole. Czasopismo dla nauczycieli”. Potwierdzeniem celowości prowadzonych działań na tego typu polu popularyzacji nauki jest m.in. wykorzystanie jednego z artykułów w wykazie literatury wchodzącej w zakres treści obowiązujących w „**Wojewódzkim Konkursie Przedmiotowym z Geografii dla uczniów szkół podstawowych woj. śląskiego w roku szkolnym 2018/2019**”:

- Jaguś A., **Machowski R.**, Rzętała M., 2014: Wyspa Wielkanocna. Tajemniczy skrawek lądu na Pacyfiku. Geografia w szkole nr 2/2014. Czasopismo dla nauczycieli. Edupress, Warszawa. s. 16-18.
- **Machowski R.**, Rzętała M., 2017: Surowe oblicza Kamczatki. Geografia w szkole nr 4/2017. Czasopismo dla nauczycieli. Wydawnictwo Agencja AS, Warszawa. s. 18-21.
- **Machowski R.**, Rzętała M., 2020: Uwaga woda! Oznakowanie naszego wodnego świata. Geografia w szkole nr 1/2020. Czasopismo dla nauczycieli. Wydawnictwo Agencja AS, Warszawa. s. 4-9.
- **Machowski R.**, Rzętała M., 2020: Nowa Zelandia – na krańcu świata. Geografia w szkole nr 4/2020. Czasopismo dla nauczycieli. Wydawnictwo Agencja AS, Warszawa. s. 16-21.
- **Machowski R.**, Rzętała M., 2020: Wyjątkowy świat przyrody Afryki Południowej. Geografia w szkole nr 6/2020. Czasopismo dla nauczycieli. Wydawnictwo Agencja AS, Warszawa. s. 8-15.
- **Machowski R.**, Rzętała M., 2021: Patagonia – przyrodnicze kontrasty. Geografia w szkole nr 1/2021. Czasopismo dla nauczycieli. Wydawnictwo Agencja AS, Warszawa. s. 14-20.
- **Machowski R.**, Rzętała M., 2021: Fenomen Czarnobyli – 35 lat od katastrofy. Geografia w szkole nr 4/2021. Czasopismo dla nauczycieli. Wydawnictwo Agencja AS, Warszawa. s. 20-25.
- **Machowski R.**, Rzętała M., 2021: Gejzery – fenomen hydrosfery. Geografia w szkole nr 6/2021. Czasopismo dla nauczycieli. Wydawnictwo Agencja AS, Warszawa. s. 12-18.
- **Machowski R.**, Rzętała M., 2022: Deforestacja – globalny problem środowiska przyrodniczego. Geografia w szkole nr 4/2022. Czasopismo dla nauczycieli. Wydawnictwo Agencja AS, Warszawa. s. 4-10.
- **Machowski R.**, Rzętała M., 2023: Pustynnienie – globalny problem środowiska przyrodniczego. Geografia w szkole nr 4/2023. Czasopismo dla nauczycieli. Wydawnictwo Agencja AS, Warszawa. (w druku).

Do ważnych w moim odczuciu osiągnięć popularyzujących naukę zaliczam także publikację kilku opracowań o charakterze sprawozdań z wydarzeń naukowych, których byłem organizatorem lub brałem w nich czynny udział:

- **Machowski R.**, 2002: Sprawozdanie z 51. Zjazdu Polskiego Towarzystwa Geograficznego. [w:] M. Rzętała, T. Szczypiek (red.): Z badań nad wpływem antropopresji na środowisko. Tom 3. Studenckie Koło Naukowe Geografów Uniwersytetu Śląskiego, Wydział Nauk o Ziemi Uniwersytetu Śląskiego, Sosnowiec. s. 167-171.
- **Machowski R.**, Rzętała M., Parzóch K., 2004: VIII Ogólnopolska Konferencja Limnologiczna „Jeziora i sztuczne zbiorniki wodne – funkcjonowanie, rewitalizacja i ochrona” Sosnowiec, 15-17.09.2004. [w:] Czasopismo Geograficzne. Tom LXXV, z. 4. PTG, Wrocław. s. 344-346.
- **Machowski R.**, Warmuz M., 2004: Nasze spotkanie z Afryką – sprawozdanie z pobytu w Tunezji. [w:] R. Machowski, M. Rzętała (red.): Z badań nad wpływem antropopresji na środowisko. Tom 5. Studenckie Koło Naukowe Geografów Uniwersytetu Śląskiego, Wydział Nauk o Ziemi Uniwersytetu Śląskiego, Sosnowiec. s. 142-148.
- **Machowski R.**, Ruman M., 2005: Sprawozdanie z 54 Zjazdu Polskiego Towarzystwa Geograficznego. [w:] R. Machowski, M. A. Rzętała (red.): Z badań nad wpływem antropopresji na środowisko. Tom 6. Studenckie Koło Naukowe Geografów Uniwersytetu Śląskiego, Wydział Nauk o Ziemi Uniwersytetu Śląskiego, Sosnowiec. s.195-160.
- **Machowski R.**, Rzętała M., 2005: VIII i IX Ogólnopolska Konferencja Limnologiczna. Gazeta uniwersytecka. Luty nr 5 (125). Miesięcznik Uniwersytetu Śląskiego w Katowicach. s. 14-14.
- **Machowski R.**, Rzętała M., 2008: Kamczatka 2008’ – sprawozdanie z wyjazdu naukowego. [w:] R. Machowski, M. A. Rzętała (red.): Z badań nad wpływem antropopresji na środowisko. Tom 9. Studenckie Koło Naukowe Geografów Uniwersytetu Śląskiego, Wydział Nauk o Ziemi Uniwersytetu Śląskiego, Sosnowiec. s.115-119.

7. Oprócz kwestii wymienionych w pkt. 1-6, wnioskodawca może podać inne informacje, ważne z jego punktu widzenia, dotyczące jego kariery zawodowej.

Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo-badawczych przed uzyskaniem stopnia doktora

Pierwsze przejawy mojej działalności naukowej przypadają na okres studiów geograficznych, które realizowałem na Wydziale Nauk o Ziemi Uniwersytetu Śląskiego w Sosnowcu. W tym czasie brałem aktywny udział w działaniach naukowo-badawczych, organizacyjnych i dydaktycznych realizowanych przez Studenckie Koło Naukowe Geografów Uniwersytetu Śląskiego uczestnicząc m. in. w pracach Komisji Rewizyjnej SKNG UŚ. Z ważniejszych osobistych osiągnięć przypadających na ten okres zaliczam powołanie w 1999 r. przez Senat Uniwersytetu Śląskiego do Komisji Dyscyplinarnej dla Studentów Uniwersytetu Śląskiego na okres bieżącej kadencji Uczelnianej Rady Samorządu Studenckiego. Wymiernym efektem prowadzonych badań naukowych były pierwsze publikacje i wystąpienia na studenckich konferencjach zarówno w kraju, jak i za granicą. Studia geograficzne ukończyłem w 2002 roku z wynikiem bardzo dobrym otrzymując tytuł magistra geografii (specjalność: kształtowanie i ochrona środowiska) po przedstawieniu pracy magisterskiej pt. „Charakterystyka limnologiczna zbiorników wodnych na obszarze Garbu Tarnogórskiego” napisanej w Zakładzie Hydrologii i Gospodarki Wodnej Obszarów Urbanizowanych Katedry Geografii Fizycznej Uniwersytetu Śląskiego pod kierunkiem Prof. dr hab. Andrzeja T. Jankowskiego. Zainteresowania naukowe mogłem nadal rozwijać i realizować w ramach etatowego zatrudnienia na stanowisku starszego technika w grupie pracowników inżynieryjno-technicznych. Równoległe podjąłem studia doktoranckie skupiając się na badaniach antropogenicznych zbiorników wodnych powstałych w nieckach z osiadania. Doktorat zwieńczony został publiczną obroną na początku 2009 roku stanowiąc podstawę decyzji Rady Wydziału Nauk o Ziemi UŚ o nadaniu tytułu doktora nauk o Ziemi w zakresie geografii. Praca doktorska została opublikowana w 2010 r. przez Wydawnictwo Uniwersytetu Śląskiego pod tytułem „Przemiany geosystemów zbiorników wodnych powstałych w nieckach osiadania na Wyżynie Katowickiej”.

W okresie pracy nad doktoratem realizowałem także szereg innych inicjatyw naukowych, których zakres merytoryczny dotyczył geografii fizycznej, geomorfologii, hydrologii oraz kształtowania i ochrony środowiska, a szczególnie (**szczególony spis publikacji zestawiono w załączniku nr 5**):

- właściwości fizyko-chemicznych wód limnicznych i potamicznych regionu górnośląskiego i obrzeży.
- procesów i form brzegowych w obrębie antropogenicznych zbiorników wodnych.
- przemian krajobrazowych regionu pienińskiego oraz obszarów silnie zurbanizowanych i uprzemysłowionych.

Do czasu uzyskania stopnia doktora wyniki swoich badań opublikowałem w postaci **1 monografii, 36 artykułów w czasopiśmie i rozdziałach monografii**, uczestniczyłem w **29 konferencjach naukowych**, na których wygłosiłem **18 referatów** i **zaprezentowałem 3 postery**. W ramach prac naukowo-badawczych brałem udział lub kierowałem **9 projektami badawczymi**, które finansowane były ze środków wydziałowych, przez Jego Magnificencję Rektora Uniwersytetu Śląskiego, Komitet Badań Naukowych oraz Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego. Otrzymałem także w 2006 r. **Nagrodę Jego Magnificencji Rektora Uniwersytetu Śląskiego za działalność naukowo-badawczą**.

Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo-badawczych po uzyskaniu stopnia doktora

Po uzyskaniu stopnia doktora kontynuowałem tematy badawcze, których realizacja została zapoczątkowana jeszcze na poprzednim etapie mojego rozwoju naukowego. W tym czasie przystąpiłem także do realizacji nowych wyzwań naukowych podejmując tematykę badawczą w zakresie (**szczegółowy spis publikacji zestawiono w załączniku nr 5**):

- zlodzenia zbiorników wodnych w regionie górnośląskim,
- składu chemicznego osadów jezior i antropogenicznych zbiorników wodnych w Polsce i na świecie,
- powodzi na Wiśle i Odrze w XIX i XX w.
- zmian zagospodarowania doliny Odry w aspekcie zagrożenia powodziowego.

Równocześnie mocno zaangażowałem się w realizację przedsięwzięć o charakterze naukowym i popularno-naukowym, z których najważniejsza jest **Encyklopedia Województwa Śląskiego** (<http://ibrbs.pl/mediawiki/index.php>). Jest to wieloletnie interdyscyplinarne, naukowe wydawnictwo encyklopedyczne kierowane przez Instytut Badań Regionalnych Biblioteki Śląskiej. Od samego początku tej inicjatywy (2014 r.) jestem jednym z najbardziej aktywnych autorów. Opracowałem głównie we współautorstwie 45 haseł. Większość opublikowanych materiałów dotyczy wód powierzchniowych. W moim dorobku dominują hasła podstawowe „A”, które posiadają objętość wydawniczą rzędu 40 tys. znaków, a kilka kolejnych ma rangę hasła głównego „B” o wielkości nie mniejszej niż 1/2 arkusza (20 tys. znaków). Dzięki podjęciu tych czasochłonnych działań udało się wypełnić lukę i zebrać w jednym miejscu kilkadziesiąt przedmiotowych haseł dotyczących głównie hydrosfery województwa śląskiego.

Główny nacisk swojej działalności naukowej skupiłem na przemianach zachodzących w hydrosferze na terenach, gdzie ujawniają się górnicze osiadania terenu. W porównaniu z badaniami prowadzonymi na etapie doktoratu poszerzyłem przede wszystkim zakres merytoryczny wykonanych badań oraz zasięg terytorialny opracowania. Szczegółowy opis wraz z efektami przedstawiłem jako moje osiągnięcie naukowe, które jest przedmiotem postępowania habilitacyjnego.

Po uzyskaniu stopnia doktora wyniki swoich badań opublikowałem w postaci **3 monografii, 44 artykułów w czasopismach i rozdziałach monografii**, uczestniczyłem w **23 konferencjach naukowych (większość międzynarodowych lub zagranicznych)**, na których wygłosiłem **7 referatów i zaprezentowałem 10 posterów**. W ramach prac naukowo-badawczych brałem udział lub kierowałem **10 projektami badawczymi**, które finansowane były ze środków wydziałowych, przez Jego Magnificencję Rektora Uniwersytetu Śląskiego, Narodowe Centrum Nauki, Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego oraz Unię Europejską. Otrzymałem także **3 Nagrody Jego Magnificencji Rektora Uniwersytetu Śląskiego za działalność naukowo-badawczą i dydaktyczną**.



(podpis wnioskodawcy)