

AUTOREFERAT
dotyczący osiągnięć w pracy naukowo-badawczej,
organizacyjnej i dydaktycznej

1. Imię i nazwisko

RENATA AUGUSTYNIAK

2. Posiadane dyplomy, stopnie naukowe/artystyczne – z podaniem nazwy, miejsca i roku ich uzyskania

- 1995 tytuł zawodowy magistra inżyniera ochrony środowiska w zakresie ochrony wód, uzyskany na Wydziale Ochrony Wód i Rybactwa Śródlądowego Akademii Rolniczo-Technicznej w Olsztynie, tytuł pracy magisterskiej: „Drobnoustroje czynne w przemianach związków węgla, siarki i fosforu śródleśnych terenów bagiennych okolic Olsztyna”, promotor – prof. dr hab. Stanisław Niewolak
- 1997 dyplom ukończenia studiów podyplomowych w zakresie pedagogiki szkoły wyższej, Studium Pedagogiczne Akademii Rolniczo-Technicznej w Olsztynie.
- 2004 stopień doktora nauk rolniczych w dyscyplinie kształtowanie środowiska, uzyskany na Wydziale Ochrony Środowiska i Rybactwa, Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie, tytuł pracy: „Wpływ wieloletniego sztucznego napowietrzania na przykładzie Jeziora Długiego na wymianę związków biogennych między osadami a wodą”, promotor: prof. dr hab. Helena Gawrońska

3. Informacje o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych/artystycznych

- od 1995 do Katedra Chemii i Technologii Wody i Ścieków, Zakład
2004 Limnologii Fizycznej Akademii Rolniczo-Technicznej
w Olsztynie (obecnie Katedra Inżynierii Ochrony Wód
Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie) –
asystent;
- 1999-2004 studium doktoranckie przy Wydziale Ochrony

Środowiska i Rybactwa, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie - doktorantka
od 2004 Katedra Inżynierii Ochrony Środowiska (obecnie Katedra Inżynierii Ochrony Wód), Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie, adiunkt

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. nr 65, poz. 595 ze zm.):

a) Tytuł osiągnięcia naukowego/artystycznego

WPLYW CZYNNIKÓW FIZYCZNO-CHEMICZNYCH I MIKROBIOLOGICZNYCH NA ZASILANIE WEWNĘTRZNE FOSFOREM WÓD WYBRANYCH JEZIOR MIEJSKICH

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

Renata Augustyniak, Wpływ czynników fizyczno-chemicznych i mikrobiologicznych na zasilanie wewnętrzne fosforem wód wybranych jezior miejskich, 2018, Monografia nr 140, Wydawnictwo Komitetu Inżynierii Środowiska PAN, Lublin, ISBN 978-83-63714-39-0.

Recenzentami wydawniczymi monografii byli:
prof. dr hab. inż. Józefa Wiater z Politechniki Białostockiej
oraz prof. dr hab. Lucjan Pawłowski z Politechniki Lubelskiej.

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

Niniejsze badania były realizowane w ramach grantu Narodowego Centrum Nauki, uzyskanego przeze mnie w konkursie OPUS 1, pt: „*Biologicznie dostępny fosfor jako potencjalne źródło zasilania wewnętrznego w jeziorach zmienionych antropogenicznie*” (Nr 2011/01/B/ST10/06569) (II.J.1).

Do podjęcia badań opisanych w monografii skłonił mnie fakt, że złożoność procesów, które zachodzą w osadach, ich fizyczno-chemiczno-biologiczny charakter nie pozwoliły jak dotąd na opracowanie modelu, który by jednoznacznie pozwolił przewidywać wielkość zasilania wewnętrznego wód w ten pierwiastek. Z mojej wieloletniej pracy w zakresie ochrony i rekultywacji zbiorników wodnych wiem, że w dobie postępującego zanieczyszczenia wód powierzchniowych konieczność opracowywania i doskonalenia metod ochronnych i rekultywacyjnych jezior jest bezdyskusyjna. Analiza wpływu osadów dennych na jakość wód oraz szczegółowe poznawanie mechanizmów wiązania i uwalniania związków biogenicznych takich jak fosfor, azot czy węgiel w interfazie woda-osady zbiorników wodnych jest niezbędna do osiągnięcia postępu w dziedzinie inżynierii i ochrony środowiska.

Jeziora śródmiejskie, leżące w bezpośredniej bliskości osiedli ludzkich i zakładów przemysłowych, są szczególnie narażone na antropopresję. Jednocześnie zbiorniki te stanowią niezwykle cenny element krajobrazu, który posiada niezaprzeczalne walory przyrodnicze i rekreacyjne. Działania człowieka w celu zapewnienia sobie bezpośredniego dostępu do zasobów wodnych z biegiem wieków doprowadziły do ogromnych przekształceń terenu w zlewniach jezior i rzek. Jednak zdecydowanie największe zagrożenia dla jakości wód przyniosła ze sobą rewolucja przemysłowa i skok jakościowy w zakresie poprawy warunków higienicznych gospodarstw domowych, osiągnięty dzięki upowszechnieniu się wodociągów i kanalizacji, co spowodowało wzrost ilości powstających ścieków bytowo-gospodarczych. Nie bez znaczenia jest również ciągły wzrost populacji ludzkiej. Zbiorniki wodne zlokalizowane w bezpośredniej bliskości osiedli bardzo często padały ofiarą lawinowej degradacji związanej z odprowadzaniem surowych ścieków. Zarówno na świecie, jak i w naszym kraju liczne były przypadki

przekształceń jezior miejskich w zbiorniki hypertroficzne, a nawet saprotroficzne.

Osady dennie są integralną częścią ekosystemu jeziorowego, działającą przede wszystkim jako magazyn auto- i allochtonicznych substancji dopływających do jeziora ze zlewni. W chwili obecnej dla prawidłowego funkcjonowania jeziora kluczowe znaczenie mają procesy wymiany substancji w interfazie woda-osad, gdyż depozyty dennie są tym elementem ekosystemu jeziorowego, który w stropowej warstwie (o miąższości 10-15 cm) zawiera ponad 90% całkowitej ilości fosforu (w wodzie i elementach biologicznych jest zgromadzone tylko kilka procent ogólnej ilości tego pierwiastka w całym ekosystemie) i może to stanowić poważne zagrożenie dla jakości wód w przypadku uruchomienia w zbiorniku zjawiska zasilania wewnętrznego.

Wraz z rozwojem koncepcji uznawania fosforu za kluczowy czynnik powodujący eutrofizację wód rozpoczęto badania nad losami tego pierwiastka w osadach dennych jezior. Okazało się, że jest to zagadnienie trudne i skomplikowane, sprawiające nadal wiele problemów. Wiadomo, że procesy wymiany fosforu w interfazie zależą od szeregu czynników środowiskowych, z których najważniejszymi są zawartość tlenu i powiązany z tym potencjał oksydacyjno-redukcyjny, temperatura czy pH, jednak ciągle istnieją luki w tym obszarze wiedzy, a w literaturze można znaleźć niejednoznaczne wyniki.

Jak dotąd wiele badań skupiało się na procesach fizyko-chemicznych, kontrolujących uwalnianie fosforu z osadów dennych do wód i pomijało mikrobiologiczny aspekt procesów uwalniania fosforu z osadów dennych jezior. Należy pamiętać, że mikroorganizmy są jednym z kluczowych elementów biorących udział w cyklach biogeochemicznych. W związku z moim doświadczeniem w zakresie mikrobiologii, zdobytym podczas realizacji badań do pracy magisterskiej (Autoreferat p. 2; II.E.11, II.E.12, II.E.16, II.E.17, II.E.18, III.B.1, III.B.7) postanowiłam połączyć badania fizyko-chemiczne interfazy z analizą mikrobiologiczną wybranych drobnoustrojów czynnych w przemianach biogeochemicznych fosforu, węgla i siarki.

Celem przeprowadzonych badań było określenie potencjalnego wpływu osadów dennych badanych jezior miejskich o charakterze bezodpływowym na zasilanie wewnętrzne wód tych zbiorników w związki fosforu z uwzględnieniem wzajemnych powiązań pomiędzy elementami fizykochemicznymi i mikrobiologicznymi cyklu biogeochemicznego fosforu.

Zakres przeprowadzonych prac obejmował badania:

- ✓ składu chemicznego fazy wodnej i stałej interfazy badanych jezior miejskich w strefie litoralu i profundalu ze szczególnym uwzględnieniem pierwiastków biogenicznych (fosfor, azot, węgiel) oraz innych związków mineralnych, które uczestniczą w cyklu biogeochemicznym fosforu;
- ✓ liczebności drobnoustrojów biorących udział bezpośredni lub niebezpośredni w cyklu biogeochemicznym fosforu (bakterie heterotroficzne, bakterie fosforowe, bakterie redukujące siarczany);
- ✓ właściwości sorpcyjnych osadów dennych badanych jezior miejskich w stosunku do fosforu metodą eksperymentów laboratoryjnych z uwzględnieniem wpływu wybranych czynników środowiskowych (temperatura, pH) na te zdolności.

Badaniami objęto pięć jezior miejskich, położonych na terenie Olsztyna: Podkówka, Redykajny, Sukiel, Track oraz Tyrsko. Wspólną cechą badanych zbiorników jest bezpośrednia antropopresja w zlewni, wyrażona jako obecność terenów zabudowanych. Ponadto każde z analizowanych jezior w chwili obecnej jest zbiornikiem o bezodpływowym charakterze, co pozwala traktować je jako obiekty o charakterze kumulatywnym, które pełnią rolę magazynu substancji allochtonicznych pochodzących z terenu zlewni i atmosfery. Antropopresja wywierana na badane jeziora ma różne nasilenie. Wszystkie zbiorniki są użytkowane rekreacyjnie przez okolicznych mieszkańców. Analizowane jeziora reprezentują różne typy miktyczne i troficzne. Jeziora Redykajny, Sukiel i Tyrsko są zbiornikami stratyfikowanymi, z epilimnionem o niezbyt dużej miąższości, ostrą termokliną i chłodnym, wyrównanym termicznie hypolimnionem, co

wskazuje na bradymiktyczny charakter mieszania wód. W jeziorze Podkówka stwierdzono występowanie niepełnej stratyfikacji w związku z wykształceniem szczątkowego metalimnionu. Natomiast jezioro Track zdecydowanie wykazuje cechy zbiornika polimiktycznego.

Letnie układy tlenowe, stwierdzone w badanych jeziorach świadczą o podwyższonej trofii wód badanych zbiorników. We wszystkich jeziorach w pełni stratyfikowanych (Redykajny, Sukiel, Tyrsko) krzywe tlenowe mają kształt klinogrady, z obserwowanymi deficytami tlenu przy dnie. Występowanie odtlenienia wód naddennych stwierdzono również w niecałkowicie uwarstwionym jeziorze Podkówka. Jedynie w polimiktycznym jeziorze Track tlen latem występował w całej masie wód.

Interfaza litoralu i profundalu czterech jezior (Podkówka Redykajny, Track i Tyrsko) była badana po raz pierwszy. W tych zbiornikach dotąd prowadzono jedynie nieliczne badania hydrochemiczne wód. Jedynie w jeziorze Sukiel szczegółowe badania chemizmu powierzchniowej warstwy osadów wykonał Tadajewski jeszcze w latach pięćdziesiątych ubiegłego wieku.

Wyniki przeprowadzonych badań wykazały, że osady dennie, wody z nad osadu i wody interstycjalne badanych jezior różniły się między sobą składem chemicznym. Osady dennie strefy litoralu miały charakter krzemianowy, natomiast osady strefy profundalu – mieszany – krzemianowo-organiczny. Wapń i węglany w badanych jeziorach nie występowały w dużych ilościach, nieco większą zawartość tych składników odnotowano jedynie w jeziorze Track. Wykonana analiza podobieństw składu chemicznego wód interfazy, jak i osadów dennych wskazuje, że jezioro Track najbardziej różni się od pozostałych badanych zbiorników pod względem chemizmu wód z nad osadów i profundalowych osadów dennych. Wszystkie badane jeziora wykazują pewien stopień podobieństwa w tym zakresie (co wynika zapewne z ich wspólnej genezy), o czym świadczą niezbyt duże wartości odległości euklidesowych. Odrębność jeziora Track wynika najprawdopodobniej z najsilniejszej antropopresji (wcześniejsze osuszenie jeziora, wieloletnie odprowadzanie ścieków sanitarnych i deszczowych, sąsiedztwo części przemysłowej miasta).

Wykazałam również, że w badanych jeziorach miejskich Olsztyna materia organiczna jest głównym składnikiem odpowiedzialnym za wiązanie fosforu w osadach dennych, o czym świadczy dominacja ilościowa frakcji NaOH-nrP (fosforu związanego z materią organiczną) w osadach wszystkich badanych jezior, niezależnie od strefy deponowania (litoral, profundal). O dominującym wpływie materii organicznej w kształtowaniu chemizmu wód interfazy świadczą wysokie zawartości związków węgla, z dużym udziałem formy organicznej w wodach z nad osadów oraz z ilościową przewagą formy organicznej w wodach interstycjalnych, jak również przewaga ilościowa organicznych form związków azotu i fosforu w wodach z nad osadów i duży ich udział w wodach interstycjalnych.

Zdolności sorpcyjne osadów dennych badałam na drodze eksperymentów laboratoryjnych. Ponieważ stosunkowo najlepiej poznanym i dość szeroko opisanym w literaturze czynnikiem wpływającym na wielkość uwalniania fosforu z osadów w interfazie jest zawartość tlenu przy dnie, wybrałam inne czynniki środowiskowe również uznawane za istotne przy zjawisku zasilania wewnętrznego – temperaturę i odczyn. Badania przeprowadziłam w warunkach statycznych w trzech różnych temperaturach (4°C, 10°C i 20°C) oraz trzech zakresach odczynu (pH 5, pH 7, pH 9), w warunkach tlenowych. Warianty temperatury dobrano w ten sposób, aby uwzględnić wartości spotykane w wodach jezior umiarkowanej strefy klimatycznej w cyklu rocznym. W badanych jeziorach stratyfikowanych wartości temperatury wód naddennych wynoszą nieco powyżej 4 °C, ale w przypadku potencjalnego poddawania tych jezior działaniom użytkowym (np. wykorzystania jako dolnego źródła ciepła lub rekultywacji metodą destratyfikacyjną), temperatura wód przydennych może ulec znacznemu podwyższeniu. Natomiast zakres pH ustalony w eksperymentach jest charakterystyczny dla jezior pochodzenia polodowcowego, o wodach z przeciętnymi zdolnościami buforowymi, nie poddanych zanieczyszczeniom przemysłowym, które mogą w znaczący sposób wpłynąć na obniżenie lub podwyższenie odczynu.

Porównanie wyników badań osadów obydwu badanych stref jeziora (litoral, profundal) wykazało, że osady strefy litoralu miały dużo niższe

zdolności sorpcyjne w stosunku do fosforu w porównaniu do osadów strefy profundalu. Mogło to być związane z dominacją ilościową krzemionki, która ogranicza wiązanie fosforu. Również formowanie się osadów litoralu w warunkach szybkiego obiegu materii w strefie „dna czynnego” mogło wpłynąć na ich niskie zdolności sorpcyjne. Z tego powodu depozyty denne strefy litoralu nie stanowią skutecznej bariery ochronnej w przypadku zwiększonego dopływu fosforu ze źródeł zlewniowych.

Obydwa badane przeze mnie czynniki środowiskowe (temperatura i odczyn) wywierały istotny wpływ na sorpcję fosforu przez osady denne badanych zbiorników. Wzrost temperatury powodował wzrost maksymalnej pojemności sorpcyjnej głębokowodnych osadów ($S_{\max}$). Wzrost odczynu powodował natomiast zmniejszenie $S_{\max}$. Reakcja na zmiany testowanych warunków środowiskowych uzależniona była od składu chemicznego osadów dennych oraz od stosunków poszczególnych składników kompleksu sorpcyjnego (Fe, Al, Mn, Ca, Mg) do fosforu.

Wiązanie fosforanów przez materię organiczną i dołączone do niej żelazo, mangan, czy glin w krótkim czasie ekspozycji na fosforany (24 h) odbywało się głównie na drodze sorpcji fizycznej, na co wskazywały wyliczone przeze mnie niewielkie wartości zmian swobodnej energii Gibbsa.

Najlepsze zdolności sorpcyjne w stosunku do fosforu miały profundalowe osady jeziora Tyrsko, co związane było najprawdopodobniej z wyższymi zawartościami żelaza w wodach interfazy, jak również wyższymi zawartościami żelaza, glinu i manganu w osadach. Osady te wykazywały również największą zdolność trwałego zatrzymywania fosforu (mniejsza zdolność desorpcji P), o czym świadczyły najwyższe wyznaczone ilości fosforu histeretycznego P_{ret} . Natomiast najslabsze zdolności sorpcyjne miały osady jeziora Podkówka, które także wykazywały najwyższą desorpcję uprzednio zaadsorbowanego fosforu.

Profundalowe osady denne płytkich zbiorników (Track, Podkówka) miały wyraźnie mniejsze zdolności sorpcyjne (wyrażone jako $S_{\max}$) w stosunku do fosforu, co może wynikać z innych warunków deponowania osadów i ich przemian diagenetycznych w strefie wód płytkich w porównaniu do strefy głębokowodnej.

Przeprowadzone przeze mnie badania wykazały również, że analizowane grupy drobnoustrojów (bakterie heterotroficzne - LBH, bakterie fosforowe – BP_{min} i BP_{org} oraz bakterie redukujące siarczany- BRS) są w stanie istotnie wpływać na depozycję fosforu w osadach dennych, przy czym efekt ten jest wyraźniejszy dla bakterii redukujących siarczany i bakterii heterotroficznych, a mniej wyraźny dla bakterii fosforowych (być może ze względu na mniejsze liczebności BP). Zależność pomiędzy ilością fosforu i jego frakcji w osadach dennych, a liczebnością badanych grup drobnoustrojów, miała zazwyczaj charakter odwrotnie proporcjonalny (im więcej bakterii, tym mniejsza depozycja fosforu w osadzie).

Zauważyłam również, że pomimo niewielkich zawartości siarczanów w interfazie badanych jezior zanotowane istotne ujemne korelacje pomiędzy fosforem osadowym, a liczebnością bakterii redukujących siarczany, wskazują na powiązanie cykli biogeochemicznych siarki i fosforu. Bakterie redukujące siarczany wpływają istotnie na obniżenie depozycji fosforu w osadach najprawdopodobniej poprzez wywoływanie zmian warunków redoks w interfazie.

Podsumowując - przedstawiona przeze mnie jako osiągnięcie naukowe wynikające z art. 16 ust. 2 Ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. nr 65, poz. 595 ze zm.) praca dotyczy ważnego zarówno z naukowego, jak i praktycznego punktu widzenia zagadnienia obiegu związków fosforu w ekosystemach miejskich jezior bezodpływowych. Szczegółowe rozpoznanie procesów wchodzących w skład cyklu biogeochemicznego fosforu w zbiornikach wodnych, ze względu na jego znaczenie w procesach eutrofizacji wód jest niezwykle ważne. Prawidłowe projektowanie skutecznych zabiegów technicznych w celu poprawy jakości wody jezior zdegradowanych jest niemożliwe do osiągnięcia bez uwzględnienia roli osadów dennych w kształtowaniu obiegu fosforu w tych obiektach. Mam nadzieję, że zagadnienia prezentowane w pracy w przyszłości okażą się pomocne w rozwijaniu efektywnych metod rekultywacji jezior.

5. Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo-badawczych

5.1. Osiągnięcia naukowe

W latach 1989-1995 (z roczną przerwą z powodów zdrowotnych) studiowałam na Wydziale Ochrony Wód i Rybactwa Śródlądowego Akademii Rolniczo-Technicznej. Pracę magisterską pt.: „Drobnoustroje czynne w przemianach związków węgla, siarki i fosforu śródleśnych terenów bagiennych okolic Olsztyna” zrealizowałam pod kierunkiem prof. dr. hab. Stanisława Niewolaka (Autoreferat, p. 2). Wyniki tej pracy zostały opublikowane w pięciu artykułach naukowych (II.E.11, II.E.12, II.E.16, II.E.17, II.E.18) oraz dwóch doniesieniach na konferencję (III.B.1, III.B.7).

Po ukończeniu studiów w grudniu 1995 roku rozpoczęłam pracę w Zakładzie Limnologii Fizycznej Katedry Chemii i Technologii Wody i Ścieków Akademii Rolniczo-Technicznej w Olsztynie (obecnie Katedra Inżynierii Ochrony Wód Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie) na stanowisku asystenta. Moim głównym opiekunem naukowym była Pani prof. dr hab. Helena Gawrońska, natomiast kierownikiem całego zespołu, w którym prowadziłam badania był Pan prof. dr hab. Konstanty Lossow. Od początku mojej pracy zajęłam się badaniami procesów wymiany związków azotu i fosforu w interfazie woda-osady denne rekultywowanego różnymi metodami Jeziora Długiego w Olsztynie. Wyniki prowadzonych przeze mnie badań zostały opublikowane w artykułach naukowych (II.A.1; II.E.1, II.E.2, II.E.3, II.L.1, II.L.2) oraz doniesieniach (III.B.2, III.B.3, III.B.4, III.B.5). Wykonane przeze mnie analizy były również częścią raportów z badań prowadzonych na zlecenie Urzędu Miasta w Olsztynie (II.J.3). Wyniki moich badań naukowych na temat wpływu metody sztucznego napowietrzania z destratyfikacją Jeziora Długiego na procesy wymiany związków biogenych pomiędzy osadami a wodą posłużyły do przygotowania rozprawy doktorskiej pt.: *„Wpływ wieloletniego sztucznego napowietrzania na przykładzie Jeziora Długiego na wymianę związków biogenych między osadami a wodą”*, wykonanej pod kierunkiem prof. dr hab. Heleny Gawrońskiej (Autoreferat p. 2). Recenzentami pracy byli prof. dr hab. Bogusław Zdanowski z Instytutu Rybactwa Śródlądowego w Olsztynie oraz dr hab. Ryszard Wiśniewski, prof.

UMK. Po obronie niniejszej pracy na Wydziale Ochrony Środowiska i Rybactwa, Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie uzyskałam stopień doktora nauk rolniczych w dyscyplinie kształtowanie środowiska. Praca doktorska na wniosek jednego z Recenzentów została uhonorowana Nagrodą Zespołową Rektora II Stopnia za osiągnięcia w dziedzinie naukowej (II.K.1). Niniejsza praca została przedstawiona również w dokumentacji konkursowej do Zespołowej Nagrody Naukowej Marszałka Województwa Warmińsko-Mazurskiego, którą w 2005 roku otrzymał zespół kierowany przez prof. dr. hab. Konstantego Lossowa za *„Cykl badań służących rekultywacji jezior, ze szczególnym uwzględnieniem rekultywacji Jeziora Długiego”* (II.K.2).

Wyniki tych badań wykazały, że metoda wieloletniego sztucznego napowietrzania z destratyfikacją (prowadzona w latach 1987-2000) w istotny sposób wpłynęła na zmniejszenie zawartości związków azotu i fosforu w fazie wodnej interfejsy badanego jeziora- obserwowany procent redukcji ilości tych pierwiastków wyniósł ponad 80%. Pod wpływem zastosowanej metody rekultywacji zanotowano również zmiany zarówno składu chemicznego osadów dennych, polegające na obniżeniu ilości materii organicznej, azotu i fosforu. W wodzie jeziora oraz w wodach z nad osadu zaobserwowano wyczerpanie żelaza i manganu na stanowiskach napowietrzanych. Straty azotu były spowodowane najprawdopodobniej intensyfikacją sprzężonych procesów nitrifikacji-denitryfikacji w interfejsie. Z kolei zmniejszenie ilości fosforu w powierzchniowej warstwie osadów było prawdopodobnie efektem odłożenia nowej warstwy osadów, odzwierciedlającej zmienione w wyniku rekultywacji warunki środowiskowe. Żelazo i mangan zostały stracone wraz z fosforem do osadów oraz częściowo zablokowane w formie siarczków, jednak ogólna zawartość fosforu w ekosystemie Jeziora Długiego w wyniku wieloletniego odprowadzania ścieków była na tyle wysoka, że pomimo tak dużego obniżenia (90%), pozostałe w wodzie ilości fosforu przy braku w niej żelaza i manganu nie mogły dalej być stracone do osadów dennych i stymulowały produkcję pierwotną.

Wyniki niniejszych badań zostały opublikowane w indeksowanych czasopismach z IF (II.A.2, II.E.4) oraz w innym czasopiśmie (II.E.5).

Między innymi dzięki uzyskanym przeze mnie wynikom (później opisanym w pracy doktorskiej) zespół badawczy pod kierownictwem prof. dr hab. Heleny Gawrońskiej i prof. dr. hab. Konstantego Lossowa opracował i wdrożył na Jeziorze Długim metodę inaktywacji fosforu, mającą na celu podniesienie zdolności sorpcyjnych osadów dennych za pomocą dodania do jeziora koagulantu glinowego PAX 18. Zdecydowano się na zastosowanie chlorku poliglinu ze względu na fakt, że powstające podczas aplikacji takiego koagulantu kompleksy fosforanowo–glinowe są niewrażliwe na zmiany potencjału redoks w interfazie i zapewniają zahamowanie zasilania wewnętrznego wód jeziora fosforem, pomimo występowania długotrwałych deficytów tlenowych przy dnie, czemu sprzyjały wysokie zawartości materii organicznej w osadach Jeziora Długiego. Metoda została zastosowana na jeziorze w latach 2001-2003. Najważniejszym osiągnięciem tych badań jest stwierdzenie, że dobrą praktyką w rekultywacji jezior jest stosowanie kombinacji zabiegów technicznych, ponadto pozytywne efekty rekultywacji metodą inaktywacji fosforu mogą utrzymywać się przez wiele lat. Ponadto bardzo ważnym aspektem poznawczym tych badań jest fakt, że trwałe zmiany elementów biologicznych (przebudowa struktury gatunkowej, powrót gatunków cennych przyrodniczo, będących wskaźnikami dobrej jakości wód ekosystemu) w wyniku rekultywacji występują z pewną bezwładnością, wynoszącą kilka lat po zakończeniu zabiegów technicznych. Jezioro Długie jest jednym z nielicznych zbiorników na świecie, w których przeprowadzone działania rekultywacyjne zakończyły się sukcesem i uzyskano trwałą poprawę jakości wody w tym jeziorze. Efekty zastosowania tej metody, jak również wyniki wieloletnich obserwacji skuteczności rekultywacji na Jeziorze Długim zostały opublikowane w wielu czasopismach indeksowanych (II.A.5, II.A.6, II.A.7, II.A.8, II.A.9, II.A.11, II.A.12, II.E.2, II.E.3, II.E.23, II.E.25, II.E.32, II.E.33, II.E.39, II.E.47, II.E.50, II.E.51) oraz opracowaniach (II.F.1, II.F.2, II.F.3) i doniesieniach (II.L.11, III.B.19).

Po obronie pracy doktorskiej zostałam zaproszona do współpracy naukowej przez Recenzenta mojej pracy doktorskiej, prof. dr. hab. Bogusława Zdanowskiego i wspólnie z jego zespołem z Instytutu Rybactwa Śródlądowego w Olsztynie prowadziłam badania osadów dennych kompleksu

podgrzanych jezior konińskich. Wyniki tych prac zostały opublikowane w pozycjach II.E.14, II.E.15). Wspólnie z tym zespołem prowadziłam również badania na innych obiektach (II.E.5, II E.7)

W tym samym czasie nawiązałam współpracę naukową z prof. dr hab. Wojciechem Janczukowiczem z UWM w Olsztynie, w badaniach dotyczących usuwania fosforu ze ścieków mleczarskich w reaktorze typu SBR oraz zagadnienia środowiskowych konsekwencji unieszkodliwiania osadów jeziornych. Efekty tej współpracy zostały opublikowane w pozycjach II.E.8, II.E.9, II.E.13.

W 2008 roku otrzymałam zaproszenie do współpracy naukowej od prof. Kyoung Ho Kanga z Chonnam National University z Korei Południowej. Przygotowałam projekt na konkurs o stypendium post-doc, ogłoszony przez Korea Science and Engineering Foundation (obecnie National Research Foundation of Korea) pt.: *“The physico-chemical aspects of the Mytilus galloprovincialis ability for the sea water quality improvement and control eutrophication”* (III.L.1). Projekt został przyjęty do realizacji i otrzymałam stypendium na 12-miesięczny pobyt w Katedrze Akwakultury w Chonnam National University w Yeosu. Podczas pobytu w Korei zajmowałam się przede wszystkim badaniami zdolności biofiltracyjnych małży *Mytilus* sp. czego efektem była praca II.A.4, w której przedstawiłam potencjalne możliwości wykorzystania tych małży do usuwania z wody morskiej związków organicznych i metali ciężkich. Ponadto współpracowałam z zespołem prowadzonym przez prof. Kanga także w badaniach parametrów fizjologicznych oraz krioprezerwacji innych organizmów morskich – wrotka *Brachionus plicatilis* (II.A.3), ślimaka morskiego *Charonia sauliae* (III.B.9, III.B.11) oraz małża *Fulvia mutica* (III.B.10). W tym czasie opublikowałam także wraz z prof. Kangiem rozdział w monografii (II.E.19).

Po powrocie ze stypendium w Korei odbyłam dwumiesięczny staż w ramach projektu współfinansowanego przez Unię Europejską (ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego) pt.: *„Komercjalizacja wyników badań oraz kreowanie postaw przedsiębiorczych przez UWM w Olsztynie poprzez staże, szkolenia i działania uświadamiające z zakresu przedsiębiorczości*

akademickiej”, w przedsiębiorstwie Grontmij Polska Sp. z o.o., Biuro Regionalne Północ w Olsztynie (III.L.2)

Następnie przygotowałam wniosek o grant naukowy pt.: *„Biologicznie dostępny fosfor jako potencjalne źródło zasilania wewnętrznego w jeziorach zmienionych antropogenicznie”* i złożyłam go w 2011 roku do Narodowego Centrum Nauki w konkursie OPUS 1. Wniosek został skierowany do finansowania (Nr 2011/01/B/ST10/06569) (II.J.1). W ramach tego grantu zrealizowałam badania opisane w monografii habilitacyjnej, jak również opublikowałam szereg artykułów i doniesień na temat fosforu w osadach dennych jezior miejskich Olsztyna oraz badań wybranych grup bakterii w osadach dennych tych jezior (II.E.22, II.E.24, II.E.27, II.E.30, II.E.31, II.E.38, II.E.40, II.L.7, II.L.9, II.L.10, II.L.12, II.L.13, II.L.14, II.L.15).

W 2013 jako główny wykonawca projektu rozpocząłam realizację badań do grantu NCN finansowanego w konkursie OPUS, realizowanego przez dr. inż. Michała Łopatę z UWM w Olsztynie, pt.: *„Ocena zmian środowiska abiotycznego jezior o niskiej alkaliczności zachodzących pod wpływem zastosowania soli glinu”*. Badania były realizowane na dwóch twardowodnych jeziorach Olsztyna oraz na trzech miękowodnych jeziorach zlokalizowanych w pobliżu Olsztyna. Bezpieczne zastosowanie koagulantów glinowych wymaga utrzymania bezpiecznego zakresu odczynu wody, co zapobiega przejściu glinu w formy toksyczne dla organizmów (np. Al^{3+} w obniżonym pH). W celu zapobieżenia tej możliwości testowano substancje wspomagające utrzymanie odczynu podczas usuwania fosforu z wody za pomocą koagulantu glinowego. Wyniki tych badań zostały opublikowane w pozycjach II.E.26, II.E.37, III.B.16, III.B.17, III.B.22, III.B.24.

W 2013 roku złożyłam aplikację w konkursie ogłoszonym przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego pt.: *„TOP 500 Innovators – Science, Management, Commercialization”* w ramach projektu współfinansowanego przez Unię Europejską (PO Kapitał Ludzki) pt.: *„Programy stażowo-szkoleniowe dla naukowców w najlepszych ośrodkach akademickich na świecie w zakresie zarządzania badaniami i komercjalizacji ich wyników”* (III.L.3). Moja aplikacja została pozytywnie rozpatrzona i odbyłam dwumiesięczny staż w Haas School of Business na Uniwersytecie

Kalifornijskim w Berkeley, w Stanach Zjednoczonych. Podczas stażu odbyłam zarówno cykl szkoleń z zakresu komercjalizacji wyników badań, kierowania zespołami badawczymi, umiejętności komunikacyjnych, metody design thinking, jak również praktykę w firmie PAX Water Technology oraz 18 wizyt studyjnych w firmach oraz instytucjach naukowych działających w Dolinie Krzemowej (m.in. NASA, Google, Autodesk, Institute for the Future, Lawrence Livermore National Laboratory - National Ignition Facility w Livermore, Lawrence Livermore Berkeley Laboratory oraz Energy Bioscience Institute na Uniwersytecie w Berkeley).

W okresie od lutego 2015 do lutego 2016 przebywałam na rocznym urlopie dla poratowania zdrowia.

Podczas mojej pracy naukowej uczestniczyłam również w wielu projektach, realizowanych na zlecenie jednostek samorządowych. Badania te miały na celu określenie warunków środowiskowych w jeziorach miejskich, analizę wpływu zlewni na jakość wód oraz wykreowanie propozycji działań ochronnych i rekultywacyjnych dla tych zbiorników. Poczynając od udziału w pracach zespołu zajmującego się rekultywacją Jeziora Długiego, uczestniczyłam również w rekultywacji Jeziora Wolsztyńskiego metodą inaktywacji fosforu (II.F.4, II.J.5) oraz w rekultywacji Jeziora Klasztornego Górnego w Strzelcach Krajeńskich (II.J.10). Byłam wykonawcą w badaniach jezior: Starokiejkuckiego (II.F.7, II.J.6), Gim (II.F.8, II.J.7), Suskiego (II.F.5, II.F.6, II.J.8), trzech jezior skępskich (II.F.9, II.J.11), czterech jezior kartuskich (II.F.10, II.J.9, II.F.12, II.J.18), jeziora Wierzysko (II.J.12, II.A.10), Ełckiego (II.J.13), zbiornika Arkadia (II.F.11, II.J.15), Wolsztyńskiego (II.J.14), Szczepankowskiego (II.J.16), Świętego w Obrze (II.J.17). Obecnie jestem kierownikiem badań realizowanych na potrzeby projektu ochrony i rekultywacji Jeziora Miłkowskiego (II.J.19) oraz kierownikiem wstępnych badań w celu opracowania metody usuwania osadów dennych z Jeziora Domowego Małego w Szczytnie (II.J.20).

We współpracy z koleżankami i kolegami z Katedry Inżynierii Ochrony Wód UWM realizowałam także badania hydrologiczne rzek i cieków pod kątem wpływu zlewni na jakość ich wód, wyniki tych badań zostały

przedstawione na konferencjach naukowych (II.E.42, II.E.43, II.E.44, II.E.45, II.E.46, II.E.48, II.E.49).

Natomiast we współpracy z naukowcami z Wydziału Nauk Technicznych UWM w Olsztynie (z zespołem Pana prof. dr. hab. Janusza Piechockiego) przeanalizowałam możliwości wykorzystania jeziora jako dolnego źródła ciepła, z uwzględnieniem potencjalnych skutków ekologicznych takiego zabiegu. Efektem współpracy jest rozdział w monografii (II.E.41) wydanej przez CRC Press, Taylor & Francis Group.

W swojej pracy naukowej jestem współautorem 12 prac indeksowanych przez bazę Journal Citation Report (1 przed doktoratem, 11 po doktoracie), 26 artykułów w innych czasopismach krajowych i zagranicznych (3 przed doktoratem, 23 po doktoracie), 21 rozdziałów w monografiach krajowych i zagranicznych, 44 referatów i doniesień na konferencjach krajowych i międzynarodowych (USA, Argentyna, Korea Południowa, Chiny, Turcja, Włochy, Irlandia, Austria, Bułgaria). Jestem autorem 1 monografii, jak również współautorem 13 opracowań wykonanych dla jednostek samorządowych. Byłam lub jestem kierownikiem 3 projektów badawczych (jeden finansowany przez NCN, dwa przez jednostki samorządowe). Byłam głównym wykonawcą w 1 grantie NCN, jak również wykonawcą w 16 projektach realizowanych na zlecenie jednostek samorządowych.

Wykonałam także 8 recenzji artykułów naukowych dla czasopism takich, jak: *Ecological Engineering*, *Desalination and Water Treatment*, *Boreal Environmental Research*, *Bioremediation Journal*, *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *Oceanological and Hydrobiological Studies*.

Byłam również recenzentem wniosku w programie NCBiR BIOSTRATEG.

Poniżej przedstawiam zestawienie ilościowe i punktowe najważniejszych osiągnięć naukowo-badawczych:

Wyszczególnienie					
Oryginalnie opublikowane naukowe prace twórcze udostępnione w obiegu społecznym, monografie i publikacje książkowe					
Rodzaj publikacji	Punkty MNiSW na rok wydania	Punkty MNiSW na rok 2018	IF rok wydania	IF 2018	Liczba publikacji
Artykuły w czasopismach wyróżnionych w Journal Citation Report (JCR)	216	235	13,639	15,114	12
W czasopiśmie z listy MNiSW	106	272	0	2,505	26
Rozdziały w monografiach	107	105	-	-	21
Monografie	25	25	-	-	1
Materiały konferencyjne	-	-	-	-	44
Artykuły popularno-naukowe	-	-	-	-	3
Opracowania zlecone przez jednostki samorządowe	-	-	-	-	13
Recenzje artykułów	-	-	-	-	8
RAZEM	454	637	13,639	17,619	128

Wskaźniki oceny dorobku naukowego			
Źródło danych	Web of Science	Scopus	Google Scholar
Indeks Hirscha	5	5	7
Liczba cytowań ogółem	89	45	185

5.2. Osiągnięcia w zakresie popularyzowania nauki

Uzupełnieniem mojej pracy naukowej była działalność popularyzatorska. Od wielu lat przygotowuję i realizuję wykłady i zajęcia laboratoryjne i terenowe dla młodzieży z gimnazjów i szkół średnich z województwa warmińsko-mazurskiego.

Brałam również udział jako koordynator merytoryczny w realizacji krótkich filmów dokumentalnych, realizowanych w ramach dwóch projektów, finansowanych przez WFOŚiGW w Olsztynie: „*Wpław przez Olsztyn*” i „*Zanim zabraknie jej w kranach*” (III.Q.8, III.Q.9). Filmy te poruszają tematykę związaną z ochroną wód i były emitowane w TVP3 Olsztyn, a także dostępne są na kanale Youtube.

Do działalności popularyzatorskiej zaliczam także wykład wygłoszony dla słuchaczy Uniwersytetu Trzeciego Wieku pt.: „Funkcjonowanie i ochrona jezior”.

5.3. Osiągnięcia w zakresie działalności organizacyjnej

Podczas mojej pracy zawodowej realizowałam wiele zadań organizacyjnych na rzecz Wydziału Nauk o Środowisku i uczelni. W 2004 roku byłam członkiem Wydziałowej Komisji Rekrutacyjnej, a następnie zostałam powołana na funkcję Opiekuna Roku na dwóch kierunkach studiów stacjonarnych: Ochronie środowiska i Rybactwie, którą sprawowałam do 2009 roku.

Czynnie uczestniczyłam w organizacji 60 i 65 rocznicy Wydziału Nauk o Środowisku, jak również w przygotowaniu obchodów 20-lecia współpracy Wydziału z Rotary Club-Detmold-Blomberg w 2017 roku.

Od 2012 roku jestem przedstawicielem adiunktów i asystentów w Radzie Wydziału Nauk o Środowisku.

Od 2014 roku pełnię funkcję opiekuna Naukowego Koła Ekologów.

Od 2012 roku pełnię funkcję opiekuna praktyk studenckich:

- na kierunku Ochrona środowiska (praktyka wodociagowo-kanalizacyjna i przemysłowa);
- na kierunku Gospodarowanie zasobami wodnymi (praktyka w przedsiębiorstwach dystrybucji wody i administracyjna)

- międzynarodowych praktyk wodociągowo- kanalizacyjnych dla studentów kierunków Ochrona środowiska oraz Inżynieria środowiska, realizowanych w Niemczech we współpracy z Rotary Club Detmold-Blomberg oraz Hochschule Ostwestfalen-Lippe.

Aktywnie uczestniczę w pracach Wydziałowego Zespołu ds. Jakości Kształcenia na kierunku Gospodarowanie zasobami wodnymi, a wcześniej – na kierunku Ochrona środowiska.

Jestem członkiem trzech towarzystw naukowych – Polskiego Towarzystwa Hydrobiologicznego (od 1997 roku), Polskiego Towarzystwa Limnologicznego (od 2001 roku) oraz Stowarzyszenia Absolwentów Programu TOP 500 Innovators (od 2013 roku). W PTH pełniłam funkcję członka zarządu Oddziału Olsztyńskiego w latach 2009-2011.

Pracowałam aktywnie przy organizacji dwóch ogólnopolskich konferencji Polskiego Towarzystwa Limnologicznego pt „Naturalne i antropogeniczne przemiany jezior”, które odbyły się w 2000 roku w Zalesiu k/Olsztyna oraz w 2013 roku w Rynie.

Uczestniczyłam również w pracach zespołu, który wraz Centrum Innowacji i Transferu Technologii UWM przygotował Ogólnopolskie Targi Technologii „Warmińsko-mazurska nauka dla biznesu” pt.: Rekultywacja i ochrona jezior oraz rybactwo”.

Moja praca organizacyjna została doceniona dwukrotnie – w 2011 roku otrzymałam Wyróżnienie Rektora UWM w Olsztynie oraz w 2016 roku – Zespołową Nagrodę Rektora II Stopnia za osiągnięcia organizacyjne.

5.4. Osiągnięcia dydaktyczne

Podczas mojej wieloletniej pracy, na Uniwersytecie Warmińsko-Mazurskim przygotowałam programy i realizowałam następujące zajęcia dydaktyczne:

- ✓ ćwiczenia z przedmiotu: CHEMIA ŚCIEKÓW (kierunek Ochrona środowiska, Wydział Nauk o Środowisku, UWM w Olsztynie), lata 1995-2010.
- ✓ ćwiczenia i wykłady z przedmiotu: OCHRONA I REKULTYWACJA ZBIORNIKÓW WODNYCH (kierunek Ochrona

środowiska, Wydział Nauk o Środowisku, UWM w Olsztynie), lata 1995-2001, 2014

- ✓ wykłady i ćwiczenia z przedmiotu: OCHRONA WÓD (kierunek Rybactwo, Wydział Nauk o Środowisku, UWM w Olsztynie), od 2002 do chwili obecnej.
- ✓ ćwiczenia i wykłady z przedmiotu: ŚCIEKI BYTOWO-GOSPODARCZE I PRODUKCYJNE (kierunek Ochrona środowiska, Wydział Nauk o Środowisku, UWM w Olsztynie), lata 2009-2014.
- ✓ wykłady i ćwiczenia z przedmiotu: OCHRONA ŚRODOWISKA W PRZEMYŚLE (kierunek Ochrona środowiska, Wydział Nauk o Środowisku, UWM w Olsztynie), lata 2011-2014.
- ✓ wykłady i ćwiczenia z przedmiotu: WODY POWIERZCHNIOWE JAKO ŹRÓDŁA WODY WODOCIĄGOWEJ I ODBIORNIKI ŚCIEKÓW (kierunek Ochrona środowiska, Wydział Nauk o Środowisku, UWM w Olsztynie), rok 2011.
- ✓ wykłady i ćwiczenia z przedmiotu: JĘZYK ANGIELSKI W INŻYNIERII ŚRODOWISKA (kierunek Inżynieria środowiska, Wydział Nauk o Środowisku, UWM w Olsztynie), rok 2014.
- ✓ ćwiczenia z przedmiotu: ANALIZA WODY I ŚCIEKÓW (kierunek Inżynieria środowiska, Wydział Nauk o Środowisku, UWM w Olsztynie), lata 2014-2017.
- ✓ wykłady i ćwiczenia z przedmiotu: INŻYNIERIA OCHRONY I REKULTYWACJI WÓD (kierunek Inżynieria środowiska, Wydział Nauk o Środowisku, UWM w Olsztynie), 2014 r.
- ✓ ćwiczenia i wykłady z przedmiotu: MELIORACJE (kierunek Inżynieria Środowiska, Wydział Nauk o Środowisku, UWM w Olsztynie), od 2014 r.
- ✓ ćwiczenia i wykłady z przedmiotu: MELIORACJE (kierunek Ochrona środowiska, Wydział Nauk o Środowisku, UWM w Olsztynie), 2016 r.
- ✓ wykłady i ćwiczenia z przedmiotu: BIOFILTRACJA W OCZYSZCZANIU WÓD (kierunek Ochrona środowiska, Wydział Nauk o Środowisku, UWM w Olsztynie), 2014 - 2017 r.
- ✓ wykłady i ćwiczenia z przedmiotu: OCHRONA WÓD W ZLEWNIACH (kierunek Ochrona środowiska, Wydział Nauk o Środowisku, UWM w Olsztynie), od 2017 r.
- ✓ ćwiczenia z przedmiotu: NIEZAWODNOŚĆ I BEZPIECZEŃSTWO SYSTEMÓW INŻYNIERSKICH (kierunek Inżynieria środowiska, Wydział Nauk o Środowisku, UWM w Olsztynie), 2017 r.

- ✓ wykłady i ćwiczenia z przedmiotu: MELIORACJE (kierunek Gospodarowanie zasobami wodnymi, Wydział Nauk o Środowisku, UWM w Olsztynie), od 2018 r.
- ✓ wykłady i ćwiczenia z przedmiotu: UMIEJĘTNOŚCI KOMUNIKACYJNE (kierunek Inżynieria środowiska, Wydział Nauk o Środowisku, UWM w Olsztynie), od 2018 r.

Przygotowałam programy następujących przedmiotów w języku angielskim:

- ✓ dla kierunku Inżynieria środowiska: COMMUNICATION SKILLS, BIOFILTRATION IN WATER TREATMENT, ENVIRONMENTAL MANAGEMENT,
- ✓ dla kierunku Rybactwo: WATER PROTECTION,
- ✓ dla kierunku Gospodarowanie zasobami wodnym: BIOFILTRATORS ROLE IN THE WATER ENVIRONMENT,

oraz w języku polskim:

- ✓ dla kierunku Ochrona środowiska: SYSTEMY ZARZĄDZANIA ŚRODOWISKOWEGO.,
- ✓ dla kierunku Gospodarowanie zasobami wodnymi: HYDROCHEMIA INTERFAZY WODA-OSADY DENNE

Byłam promotorem 21 prac magisterskich oraz 12 prac inżynierskich (na kierunkach Ochrona środowiska i Inżynieria środowiska). Wykonałam recenzje 7 prac magisterskich i 11 prac inżynierskich. Pełnię także funkcję promotora pomocniczego w jednym otwartym przewodzie doktorskim (III.K).

