

## **2. ZAŁĄCZNIK do Wniosku**

### **AUTOREFERAT**

Dorobek i osiągnięcia naukowe określone w art. 16 ust. 2 (Dz. U. 2017 r. poz. 1789) oraz osiągnięcia dydaktyczne i organizacyjne

**Dr Justyna Zamorska**  
**Zakład Oczyszczania i Ochrony Wód**  
**Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska i Architektury**  
**Politechnika Rzeszowska**  
Rzeszów, kwiecień 2019

**1. Imię i nazwisko**

**JUSTYNA ZAMORSKA**

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

**1999** dr Nauk o Ziemi, dyscyplina: geologia, specjalność: hydrogeologia  
Wydział Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska, Akademia Górniczo-Hutnicza, Kraków

**Tytuł rozprawy doktorskiej:** Prognozowanie wybranych właściwości wody w środowisku naturalnym metodą rozpoznawania obrazów

Promotor: Prof. dr hab. inż. Zdzisław Hippe  
Kraków, listopad 1999

**1990** magister biologii, specjalność: biologia środowiskowa  
Uniwersytet Śląski w Katowicach, Wydział Biologii i Ochrony Środowiska

**Temat pracy dyplomowej magisterskiej:** Analiza zmienności genetycznej syntetycznych populacji jęczmienia jarego

**3. Informacje o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych**

1990-1991 – asystent stażysta w Zakładzie Technologii Wody i Ścieków, Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska Politechniki Rzeszowskiej.

1991-1995 – asystent w Zakładzie Technologii Wody i Ścieków, Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska Politechniki Rzeszowskiej.

1995-2000 – asystent w Zakładzie Oczyszczania i Ochrony Wód, Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska Politechniki Rzeszowskiej.

2000 – obecnie – adiunkt w Zakładzie Oczyszczania i Ochrony Wód, Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska Politechniki Rzeszowskiej.

2014-2016 – nauczyciel akademicki, Państwowa Wyższa Szkoła Wschodnioeuropejska w Przemyślu

**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**

**Ocena jakości mikrobiologicznej wody z zastosowaniem metod hodowlanych, cytometrii przepływowej i luminometrii, Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej, Rzeszów 2019, ISBN 978-83-7934-296-9.**

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

Podstawą do ubiegania się przeze mnie stopnia doktora habilitowanego nauk technicznych w dyscyplinie inżynieria środowiska (mój udział wynosi 100%) jest: Zamorska J., **Ocena jakości mikrobiologicznej wody z zastosowaniem metod hodowlanych, cytometrii przepływowej i luminometrii**, Wydawnictwo Politechniki Rzeszowskiej, Rzeszów 2019.

**c) Omówienie celu naukowego ww. pracy i osiągniętych wyników wraz z omówieniem ich ewentualnego wykorzystania w praktyce**

W przedstawionej do oceny monografii pt. „Ocena jakości mikrobiologicznej wody z zastosowaniem metod hodowlanych, cytometrii przepływowej i luminometrii” dokonano porównania metod oceny jakości mikrobiologicznej różnych rodzajów wód: powierzchniowej, deszczowej, podziemnej, wodociągowej i basenowej. Niewielki fragment badań prezentowanych w monografii, skupiony na pojedynczych wynikach wybranych wód został wcześniej opublikowany w trzech pracach (zgodnie z załącznikiem 4: II E.5., II E.9. i II E.10.). W przypadku każdego ze wspomnianych artykułów wyniki stanowiły <10% całości pracy. Istotny autorski wkład do nauki w obszarze dyscypliny naukowej inżynieria środowiska przedstawianego osiągnięcia dotyczy oceny jakości mikrobiologicznej wód o różnej charakterystyce mikrobiologicznej z zastosowaniem tradycyjnych metod hodowlanych oraz luminometrii i cytometrii przepływowej.

**Wprowadzenie**

Mikroorganizmy w środowisku wodnym reprezentowane są przez liczne wirusy, bakterie, sinice, glony oraz grzyby i pierwotniaki. Część z nich stanowi mikroflorę autochtoniczną, która nie stanowi zagrożenia dla zdrowia ludzi. Oprócz nich w środowisku wodnym występuje także mikroflora allochtoniczna, w skład której mogą wchodzić mikroorganizmy chorobotwórcze, dlatego tak istotną rolę w określeniu jakości wody stanowi ocena jej jakości mikrobiologicznej. Pojawienie się bądź stała obecność chorobotwórczych drobnoustrojów w wodach przeznaczonych do picia powoduje niebezpieczeństwo rozprzestrzeniania się licznych

chorób zakaźnych. W związku z tym konieczne jest stałe monitorowanie jakości mikrobiologicznej wód. Problem dotyczy głównie tych źródeł, które są przeznaczone do zaopatrywania ludności w wodę do spożycia, ale także wód basenowych czy deszczowych, które są coraz częściej brane pod uwagę jako alternatywne źródło wody. Dokładne i szybkie wykrywanie komórek drobnoustrojów, pozostaje stałym wyzwaniem w szerokim spektrum badań i dziedzin zastosowań. Wyzwanie to obejmuje tak różnorodne zagadnienia, jak uzyskiwanie informacji ilościowych na temat określonych populacji drobnoustrojów w naturalnej wodzie powierzchniowej, monitorowanie jakości wody stosowanej w przemyśle spożywczym i farmaceutycznym, czy szybkie wykrywanie zagrożenia w wodzie do picia. Metody oceny jakości mikrobiologicznej wody można podzielić na metody tradycyjne (hodowlane) oraz metody wykorzystujące nowoczesne osiągnięcia techniki. Tradycyjne metody są stosowane od wielu lat, natomiast metody wykorzystujące cytometr przepływowy oraz luminometr to swojego rodzaju nowość w ocenie jakości mikrobiologicznej wody.

W ostatnim trzydziestoleciu odnotowano znaczący postęp w zakresie badań mikroflory różnych środowisk. Znaczny postęp technologiczny, w tym pojawienie się mikrobiologii molekularnej, ujawniły złożoną i obfitą obecność mikroorganizmów w prawie każdym środowisku wodnym. To nowe podejście uwydatniło ogromne niedoszacowanie bakterii wykrywanych konwencjonalnymi metodami w porównaniu do bakterii wykrytych metodami niezależnymi od hodowli – zjawisko to jest klasycznie określane jako "wielka anomalia zliczania płytek". Cytometrię przepływową (FCM) definiuje się jako zliczanie komórek, a stosowane różne techniki cytometryczne są aktualnie porównywane ze sobą. Także luminometria w porównaniu do metod hodowlanych charakteryzuje się wysoką dokładnością pomiarów oraz czułością, a także stosunkowo niedużym kosztem aparatury. Pozwala dokładnie i w krótkim czasie dokonać pomiaru ilości biomasy oraz aktywności metabolicznej drobnoustrojów.

### **Omówienie celu naukowego**

Celem podjętych badań była ocena jakości mikrobiologicznej wód o różnej charakterystyce mikrobiologicznej, a co za tym idzie o różnym stopniu zanieczyszczenia mikrobiologicznego:

- wód powierzchniowych,
- deszczowych,
- podziemnych,
- wodociągowych,
- basenowych.

Ocena była prowadzona z wykorzystaniem tradycyjnych metod hodowlanych oraz szybkich metod instrumentalnych: cytometrii przepływowej i luminometrii.

Przeprowadzone analizy parametrów mikrobiologicznych były podstawą do wykonania analizy statystycznej mającej odpowiedzieć na pytanie: Czy szybkie metody oceny jakości mikrobiologicznej, takie jak luminometryczne oznaczanie ATP oraz cytometria przepływowa

dadzą na tyle wiarygodny wynik dla różnych rodzajów analizowanych wód, iż pozwoli to na rutynowe ich stosowanie.

Tradycyjna ocena ilości mikroorganizmów na różnych podłożach miała odpowiedzieć na pytanie czy stosowane metody referencyjne (metoda hodowlana z pożywką referencyjną – agar A) dają wiarygodne wyniki dla wszystkich przebadanych rodzajów wód.

### **Zakres pracy**

Realizacja wytyczonych celów pracy wymagała studiów literaturowych, jak również przeprowadzenia badań laboratoryjnych.

Badania laboratoryjne obejmowały ocenę jakości mikrobiologicznej wód o różnej charakterystyce mikrobiologicznej: wód powierzchniowych, deszczowych, podziemnych, wodociągowych oraz basenowych.

Zakres prowadzonych badań laboratoryjnych obejmował oznaczenia:

1. ogólnej liczby bakterii psychrofilnych, ogólnej liczby bakterii mezofilnych. Oznaczenia te wykonywano na dwóch rodzajach podłoży agarowych: agarze referencyjnym – agar A i agarze R2A,
2. liczby cząstek w wodzie z wykorzystaniem cytometru przepływowego z zastosowaniem dwóch barwników: SYBR Green I i jodku propidyny,
3. luminometryczne oznaczanie stężenia ATP – w pracy podawane jako wartość RLU.

Uzyskana baza danych została wykorzystana do obliczeń statystycznych, w celu określenia korelacji liniowej pomiędzy uzyskanymi wynikami.

### **Omówienie uzyskanych wyników**

Jakość mikrobiologiczna wody to główny aspekt decydujący o zdrowiu i życiu osób korzystających z niej. Problem ten dotyczy wszystkich przedstawionych i analizowanych w pracy rodzajów wód. Wody powierzchniowe są źródłem wody do picia dla około 50% ludności Polski. Aktualnie wody powierzchniowe są oceniane według klasyfikacji stanu ekologicznego, potencjału ekologicznego i stanu chemicznego. Nie ocenia się jakości mikrobiologicznej, a ta niestety jest zła. Wartości liczebności bakterii w badanych próbkach wody powierzchniowej są bardzo zróżnicowane i zależne głównie od pory roku. Analizując wartości współczynników korelacji dla ocenianych parametrów wody powierzchniowej można zauważyć bardzo silne zależności. Dotyczą one liczby bakterii psychrofilnych oznaczonych na agarze A i agarze R2A.

Natomiast dość silne zależności zaobserwowano pomiędzy:

- liczbą bakterii mezofilnych na obu badanych agarach,
- wartością RLU, a liczbą bakterii psychrofilnych na agarze A i R2A,
- sumą wszystkich oznaczanych bakterii, a wartością RLU.

Sugerowałoby to możliwość zastosowania luminometrycznego oznaczania stężenia ATP do szybkiej oceny jakości mikrobiologicznej wody powierzchniowej. Niestety zaobserwowano brak związków liniowych dla oznaczeń cytometrycznych z pozostałymi badanymi parametrami mikrobiologicznymi wody. Wartości współczynników korelacji po uwzględnieniu

autofluorescencji wzrosły nieznacznie. W żadnym przypadku nie można zaobserwować istotności korelacji.

Zasoby wodne w Polsce pochodzą głównie z opadów atmosferycznych, które cechuje znaczne zróżnicowanie w czasie i przestrzeni. Coraz częściej mówi się o wykorzystaniu wody deszczowej, nawet do picia. Woda deszczowa charakteryzuje się bardzo zróżnicowaną jakością, a jej skład kształtowany jest przez wiele czynników. Źródłem zanieczyszczenia wód deszczowych jest najczęściej atmosfera, jednak największe zanieczyszczenie występuje podczas spływu po powierzchni terenu, dachu, rynny czy w sieci rurociągów. Po takim kontakcie zmagazynowana woda deszczowa może być mikrobiologicznie zanieczyszczona. Również w tym przypadku szybkie metody oceny jej jakości mogły by być bardzo pomocne. W Polsce prowadzi się bardzo mało kompleksowych badań, których celem byłoby określenie jakości zarówno fizyko-chemicznej, jak i mikrobiologicznej wody deszczowej. Przedstawione w pracy wyniki jakości mikrobiologicznej wód deszczowych świadczą o ich ogromnej różnicy uzależnionej od pory roku.

W przypadku wody deszczowej stwierdzono bardzo silne korelacje liniowe Pearsona pomiędzy badanymi parametrami. Bardzo silną zależność stwierdzono pomiędzy:

- sumą wszystkich bakterii, a bakteriami psychrofilnymi na agarze R2A,
- sumą wszystkich bakterii, a bakteriami mezofilnymi na agarze R2A,
- liczbą bakterii psychrofilnych na agarze A i Agarze R2A,
- liczbą bakterii psychrofilnych na agarze A, z liczbą bakterii mezofilnych na agarze R2A,
- liczbą bakterii mezofilnych na agarze A i R2A.

Dość silna zależność istnieje dla:

- wartości RLU i liczby cząstek zmierzonych z wykorzystaniem SYBR Green I,
- liczby cząstek z wykorzystaniem obu fluorochromów – SYBR Green I i jodku propidyny.

W przypadku wód deszczowych nie zaobserwowano korelacji pomiędzy wynikami uzyskanymi metodami tradycyjnymi, a szybkimi metodami oznaczeń.

Zgodnie z zasadą, że zasoby wody najlepszej jakości powinny być wykorzystywane jako źródło wody pitnej, w Polsce zwiększa się udział wód podziemnych wykorzystywanych do zbiorowego zaopatrzenia ludności w wodę. Niejednokrotnie jakość tych wód jest na tyle dobra, że nie wymagają one dezynfekcji. W Polsce blisko 70% wody wodociągowej pochodzi z zasobów podziemnych, ale jej gromadzenie w zbiornikach, a następnie przekazywanie za pomocą rozbudowanych systemów rurociągów i instalacji wodnych, zmienia często niekorzystnie jakość tej wody. Zmusza to do stosowania procesów dezynfekcji również wód pochodzących z ujęć podziemnych. Występują też lokalnie zanieczyszczenia ujęć podziemnych wody wodociągowej, jak również zanieczyszczenia wtórne, powodowane często złym stanem technicznym i sanitarnym instalacji wewnątrz budynków, doprowadzających wodę bezpośrednio do punktu odbioru przez konsumenta. Jednak w sytuacjach awaryjnych zagrożenie mikrobiologiczne może powstać i wtedy szybkie metody oznaczeń mogą nas o tym poinformować. Wartości liczebności bakterii psychrofilnych i mezofilnych przebadano w 24 próbkach wody podziemnej. Maksymalne liczby bakterii w tej wodzie oznaczone metodami hodowlanymi na agarze A wynosiły dla bakterii psychrofilnych i mezofilnych odpowiednio 27

i 16 jtk/ml. Natomiast na agarze R2A – 84 i 52 jtk/ml. W niektórych próbkach nie udało się wykryć żadnych bakterii na agarze A, na agarze R2A zawsze wykrywano bakterie (minimalna wartość to 4 i 2 jtk/ml odpowiednio psychrofilii i mezofilii). W żadnej z badanych próbek wody podziemnej nie wykryto bakterii będących wskaźnikami fekalnego zanieczyszczenia wody – bakterii *coli* i enterokoków.

Analizując współczynniki korelacji Pearsona można zauważyć silną korelację pomiędzy liczbą bakterii psychrofilnych na agarze R2A, a sumą wszystkich bakterii uzyskaną metodą hodowlaną.

Dość silną korelację liniową obserwujemy pomiędzy:

- liczbą bakterii psychrofilnych i mezofilnych na obu agarach,
- liczbą bakterii mezofilnych, a sumą wszystkich bakterii,
- wartością RLU, a liczbą bakterii mezofilnych na agarze A,
- wartością RLU, a liczbą bakterii mezofilnych na agarze R2A,
- wartością RLU, a sumą wszystkich bakterii.

W przypadku wód podziemnych uzyskane wyniki wskazują, że luminometryczne oznaczanie ATP jest szybką i wiarygodną metodą oceny jej jakości.

Jakość wody wodociągowej zależy od źródła jej poboru, sposobu ujmowania i oczyszczania, stanu sanitarnego ujęć i zbiorników magazynujących wodę, sieci wodociągowej, przyłączy i wewnętrznych instalacji wodociągowych. Tych czynników decydujących o jakości wody, która ostatecznie dociera do odbiorcy jest bardzo dużo. Niejednokrotnie dobra jakość wody produkowanej i wprowadzanej do sieci wodociągowej nie jest jednoznaczna z taką samą dobrą jakością wody która dociera do odbiorcy. Przerwy w dostawach wody i wynikające z tego jej magazynowanie przez ludność, sprzyjają skażeniu bakteriologicznemu. Wahania ciśnienia w sieci mogą powodować jej zanieczyszczenie innymi obcymi wodami zassanymi do sieci wodociągowej. Woda przeznaczona do spożycia przez ludzi powinna spełniać określone normy i jest ona systematycznie kontrolowana. Parametry fizykochemiczne są coraz częściej oceniane za pomocą szybkich testów. Natomiast problem oceny zanieczyszczenia mikrobiologicznego wciąż jest rozwiązywany tradycyjnymi, pracochłonnymi i długotrwałymi metodami hodowlanymi. Od momentu wykonania oznaczenia do pierwszego wyniku potrzeba minimum 24 godziny. Dlatego poszukiwanie szybkich, wiarygodnych i dających powtarzalne wyniki oznaczeń mikrobiologicznych wydaje się być na dzień dzisiejszy niezbędne. Należy zaznaczyć, iż te metody szybkie – luminometryczne oznaczanie ATP, jak i cytometria przepływowa na razie nie zastąpią metod hodowlanych. Tradycyjne metody, jak wykazano w przedstawionej pracy są nie miarodajne. Przedstawione badania jednoznacznie pokazują jak duża jest różnica w wynikach osiągniętych z zastosowaniem różnych pożywek. Agar odżywczy A–referencyjny, w zależności od rodzaju badanej wody wykrywa tylko niewielką liczbę bakterii. I czy taki wynik w przypadku tych wód z których korzystamy na co dzień jest satysfakcjonujący?. Luminometryczne oznaczanie ATP jest bardzo szybką i stosunkowo tanią metodą pozwalającą ocenić jakość mikrobiologiczną wody. Jest to wskaźnik ogólny. Ciągłe oznaczanie ATP pozwoliłoby na identyfikację zagrożenia i mogłoby być stosowane w przypadku różnych rodzajów wód. Wody powierzchniowe są wykorzystywane

jako ujęcia wody do picia. Zmieniająca się jakość mikrobiologiczna, wykrywana bardzo szybko pozwalałaby m.in.: szybką korektę procesów jednostkowych np. korektę dawki środków dezynfekcyjnych), wykrycie incydentalnych skażeń, a co za tym idzie szybką reakcją służb.

W przeprowadzonych badaniach oceniono jakość mikrobiologiczną w 29 próbkach wody wodociągowej. Kilkakrotnie w badanych próbkach wody wodociągowej wykryto bakterie w liczebnościach przekraczających wymogi aktualnego rozporządzenia w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi [Dz. U. 2017, poz. 2294]. Parametry statystyczne wskazują na duże różnice w wartościach poszczególnych wskaźników na obu stosowanych agarach. We wszystkich badanych próbkach zdecydowanie wyższą liczbę bakterii zaobserwowano w hodowlach na agarze R2A.

Analizując korelacje liniowe Pearsona należy stwierdzić silną korelację liniową pomiędzy:

- liczbą bakterii psychrofilnych na agarze R2A, a sumą wszystkich bakterii,
- liczbą bakterii mezofilnych na agarze R2A, a sumą wszystkich bakterii.

Dość silną korelację uzyskano pomiędzy ilością cząstek zmierzonych cytometrycznie z zastosowaniem SYBR Green I i jodku propidyny. Niestety wartości współczynnika korelacji wskazują na brak korelacji liniowej pomiędzy wartościami liczby bakterii uzyskanymi metodami hodowlanymi, a wartościami RLU i liczbą cząstek zmierzonych cytometrem przepływowym. Dotyczy to zarówno wartości liczebności poszczególnych grup fizjologicznych bakterii, jak i ich sumy.

Woda basenowa każdego dnia narażona jest na różnego rodzaju zanieczyszczenia. Są to przede wszystkim zanieczyszczenia zewnętrzne czyli allochtoniczne, które każdy z użytkowników basenu wprowadza nieuchronnie do wody. Zanieczyszczenia te można podzielić na mikrobiologiczne oraz fizykochemiczne. Zanieczyszczenie mikrobiologiczne stanowi zagrożenie dla osób korzystających z tej wody, natomiast fizykochemiczne jest często czynnikiem decydującym o przeżywalności wprowadzanych zanieczyszczeń mikrobiologicznych. Przedstawione badania dla wody basenowej wykazały jak duża jest różnica w ocenie jakości tego rodzaju wody różnymi metodami. Częsta kontrola, a także ciągłe dawki chemicznych środków dezynfekcyjnych niestety nie czyni tej wody całkiem bezpieczną.

Liczba bakterii zarówno psychrofilnych, jak i mezofilnych określona w badanych próbkach wody basenowej na agarze A była bardzo niska lub nie stwierdzono w ogóle obecności tych bakterii. Maksymalne wartości wynosiły 6 jtk/ml (bakterie psychrofilne) i 8 jtk/ml (bakterie mezofilne). Natomiast na agarze R2A wartości liczebności były zdecydowanie wyższe (256 jtk/ml – psychrofile, 496 jtk/ml – mezofile). Zawartość resztkowego chloru wolnego wynosiła od 0,3-0,8 mg/dm<sup>3</sup>.

Analizując parametry statystyczne silną korelację liniową zaobserwowano dla następujących zmierzonych parametrów:

- liczby bakterii psychrofilnych na agarze A i mezofilnych na agarze A,
- liczby bakterii psychrofilnych na agarze R2A i mezofilnych na agarze R2A.



Dość silną korelację stwierdzono dla:

- liczby cząstek zmierzonych z wykorzystaniem jodku propidyny i liczbą bakterii psychrofilnych na agarze R2A,
- liczby cząstek zmierzonych z wykorzystaniem jodku propidyny z sumą wszystkich bakterii zmierzonych metodami hodowlanymi,
- liczby cząstek zmierzonych z wykorzystaniem jodku propidyny, a wartością RLU.

Także w przypadku wody basenowej metoda cytometrii przepływowej z wykorzystaniem jodku propidyny jako barwnika jest tą metodą, którą można stosować do szybkiej oceny jej jakości.

W przedstawionych badaniach oznaczenia wykonywano pod kątem oznaczeń liczby mikroorganizmów, oraz korelacji wyników uzyskanych z zastosowaniem różnych metod. Nowością w pracy jest zestawienie wyników oceny jakości mikrobiologicznej wody z zastosowaniem różnych metod. Każda próbka wody była przebadana z wykorzystaniem metody hodowlanej (z zastosowaniem agaru referencyjnego – agaru A i agaru R2A), oraz metodą cytometrii przepływowej i luminometrii. Stworzenie takiej bazy danych pozwoliło na statystyczną ocenę uzyskanych wyników jakości różnych rodzajów wód. Przeprowadzona analiza pozwoliła na wysunięcie następujących wniosków zgodnie z postawionymi tezami pracy:

1. Liczebność bakterii oceniona na agarze R2A dla wszystkich rodzajów analizowanych wód była wyższa w porównaniu z referencyjnym agarem A. Najmniejsze wartości odchylenia standardowego dla 4 grup bakterii (bakterie psychrofilne i mezofilne na obu agarach) w wodach o małym zanieczyszczeniu bakteriologicznym uzyskano dla wody podziemnej,
2. Ogólna liczebność bakterii dość silnie koreluje z wartościami RLU dla wody powierzchniowej i podziemnej. Sugeruje to możliwość zastosowania luminometrycznego oznaczania ATP do szybkiej oceny jakości mikrobiologicznej tego rodzaju wód,
3. Ogólna liczebność bakterii dość silnie koreluje z liczbą cząstek oznaczonych cytometrycznie z zastosowaniem jodku propidyny jedynie dla wody basenowej,
4. Dość silne korelacje pomiędzy wartościami RLU, a cytometrycznie oznaczoną liczbą cząstek z zastosowaniem obu stosowanych fluorochromów zaobserwowano dla wody deszczowej,
5. Silne i dość silne zależności liniowe dla badanych parametrów mikrobiologicznych różnią się w każdej z ocenianych wód.

Wykonane badania i analiza statystyczna pozwalają także na wysunięcie dodatkowych wniosków dotyczących każdego rodzaju wody.

- W przypadku wody powierzchniowej jakość mikrobiologiczna zależna była bardzo od sezonu badań. Niskie współczynniki korelacji Pearsona wskazują na brak

związków liniowych dla oznaczeń cytometrycznych z pozostałymi badanymi parametrami mikrobiologicznymi wody. W przypadku oznaczeń cytometrycznych należy skorelować uzyskany wynik z autofluorescencją. Jednak metodykę oznaczeń autofluorecencji należy dopracować, ponieważ stosowanie pomiaru w próbkach wody tylko w niewielkim stopniu podnosiło wartości współczynnika korelacji,

- Jakość mikrobiologiczna wody deszczowej jest bardzo zmienna. Bardzo silne korelacje liniowe stwierdzono dla oznaczeń liczby bakterii wykonywanych metodami hodowlanymi. Natomiast niskie wartości korelacji liniowej uzyskano dla wartości liczebności bakterii, a wartościami uzyskanymi metodami cytometrii i luminometrii,
- W przypadku nie dezynfekowanej wody podziemnej o bardzo dobrej jakości mikrobiologicznej sugeruje się szybki pomiar i ocenę jakości mikrobiologicznej z wykorzystaniem luminometrycznej metody oznaczania ATP,
- Dla wody wodociągowej stwierdzono brak korelacji liniowej pomiędzy liczebnością bakterii uzyskaną metodą hodowlaną, a wartościami RLU i liczbą cząstek zmierzonych cytometrem przepływowym. Dość silną zależność natomiast uzyskano pomiędzy liczbą cząstek z zastosowaniem SYBR Green I i jodku propidyny. Taki wynik wskazuje na obecność jednolitej mikroflory badanych wód. Natomiast na wyniki pomiarów luminometrycznych mógł wpływać pozakomórkowy ATP, który został uwolniony z komórek drobnoustrojów podczas ozonowania. Wskazuje to na konieczność oceny stężenia zewnątrzkomórkowego ATP dla dezynfekowanej wody wodociągowej,
- Analizując parametry statystyczne dla wody basenowej wysoka wartość korelacji liczby cząstek zmierzonych z wykorzystaniem jodku propidyny z wartością sumy wszystkich bakterii określoną metodą hodowlaną jest pozytywnym aspektem wskazującym kierunek rozwoju tej metodyki w celu szybkiej oceny jakości bakteriologicznej wody basenowej.

### **Możliwość wykorzystania wyników**

Zastosowanie w ocenie jakości mikrobiologicznej wód. Luminometryczny pomiar stężenia ATP daje wyniki korelujące z wynikami osiąganymi metodą hodowlaną dla wody powierzchniowej oraz podziemnej. Do szybkiej oceny jakości mikrobiologicznej wody basenowej dobrą metodą jest pomiar cytometryczny z zastosowaniem jodku propidyny.

## 5. Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo-badawczych

### 5.1. Przed uzyskaniem stopnia doktora

Po zakończeniu studiów na Wydziale Biologii i Ochrony Środowiska Uniwersytetu Śląskiego, podjęłam pracę na Wydziale Budownictwa i Inżynierii Środowiska w Zakładzie Technologii Wody i Ścieków. W latach 1990-1991 pod kierunkiem Pana Profesora Janusza Tomaszka uczestniczyłam w organizacji laboratoriów badawczych i zajęć dydaktycznych na reaktywowanym po wieloletniej przerwie kierunku inżynieria środowiska. Od początku pracy moje zainteresowania naukowe powiązane były ściśle ze zdobytym wykształceniem, oraz zagadnieniami związanymi z biologią środowiska. Uczestniczyłam w zajęciach dydaktycznych i pracach badawczych zespołu Pana prof. dr hab. inż. Mariana Granopsa. Efektem tej współpracy jest współautorstwo 3 publikacji naukowych i 3 opracowań dla przemysłu i gospodarki [zał.4]. Nawiązałam także współpracę z dr Janem Pąprowiczem w zakresie środowiskowych badań bakteriologicznych i wpływu składowisk odpadów komunalnych na środowisko glebowe i powietrze ( 1 publikacja i 2 ekspertyzy, zał.4.).

W 1995 r. po reorganizacji kierunku zostałam zatrudniona na stanowisku asystenta w Zakładzie Oczyszczania i Ochrony Wód, kierowanym przez Pana Profesora Mariana Granopsa. W tym też okresie zainteresowałam się problemem prognozowania właściwości wody w środowisku naturalnym. Rozpoczęłam badania literaturowe i laboratoryjne, które pozwoliły mi otworzyć przewód doktorski na Wydziale Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie. Na promotora rozprawy „Prognozowanie wybranych właściwości wody w środowisku naturalnym metodą rozpoznawania obrazów” został powołany opiekun naukowy: Prof. dr hab. inż. Zdzisław Hippe.

Jedną z dziedzin, w której szczególnie intensywnie rozwijają się metody statystyki matematycznej oraz symulacji komputerowej są zagadnienia prognozowania jakości wody. Wynika to z potrzeby racjonalnego korzystania z zasobów środowiska naturalnego oraz jego zrównoważonego rozwoju. Celem badań było podjęcie próby zastosowania jednej z metod rozpoznawania obrazów do prognozowania jakości wody w zbiorniku zaporowym wspomaganą funkcją wizualizacji zbioru danych analitycznych. Wizualizacja ta po utworzeniu źródłowej bazy danych umożliwiła dobór właściwych parametrów procesu prognozowania jakości wody. Strategia prognozowania jakości wody (parametrów fizyko-chemicznych i bakteriologicznych) w badanym punkcie poboru próbek polegała na obliczeniu przypuszczalnych wartości wskaźników, na podstawie ich stężeń w punktach o najbliższym sąsiedztwie. Obliczenia te przeprowadzono stosując metodę KNN (K-Nearest Nighbour). Prognozowanie cech wody w określonym położeniu było obarczone mniejszym błędem jeżeli do obliczeń brano pod uwagę większą ilość sąsiadów. Wyniki przedstawione w pracy doktorskiej były podstawą do napisania 2 manuskryptów i jednego wystąpienia na konferencji [zał.4.]

Pracę doktorską obroniłam w listopadzie 1999 roku uzyskując dyplom doktora Nauk o Ziemi, w dyscyplinie geologia i specjalności hydrogeologia, nadany uchwałą Rady Wydziału Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie.

## 5.2. Po uzyskaniu stopnia doktora

Główne zagadnienia podejmowane w mojej pracy naukowo-badawczej oraz zawodowej dotyczą:

- 1) Zastosowania biopreparatów na biologicznych oczyszczalniach ścieków,
  - 1a. Zastosowania biopreparatów do przetwarzania odpadów ściekowych;
  - 1b. Zastosowania biopreparatów w procesach oczyszczania ścieków.
- 2) Zastosowania metod biotechnologicznych do usuwania zanieczyszczeń ropopochodnych ze środowiska wodno-gruntowego;
- 3) Biotechnologicznych metod uzdatniania wód podziemnych z ponadnormatywną zawartością związków azotu;
- 4) Biosorpcji metali z roztworów wodnych;
- 5) Oceny jakości mikrobiologicznej wody z zastosowaniem tradycyjnych metod hodowlanych, cytometrii przepływowej i luminometrii.

### Ad.1a. Zastosowania biopreparatów na biologicznych oczyszczalniach ścieków;

Po uzyskaniu stopnia doktora zainteresowałam się możliwościami zastosowania biopreparatów w inżynierii środowiska [zał.4. II E.33.]. Moje zainteresowania biopreparatami zaowocowały współpracą z firmą GREENLAND, producentem biopreparatu EM i propagatorem technologii EM. Technologia EM „Efektywne Mikroorganizmy” oparta jest na zastosowaniu preparatu biologicznego zawierającego wyselekcjonowane szczepy i gatunki mikroorganizmów o różnych cechach fizjologiczno – biochemicznych. Są to przede wszystkim izolowane ze środowiska mikroorganizmy autochtoniczne, są zatem bezpieczne i nie stanowią zagrożenia dla funkcjonujących ekosystemów w przypadku wprowadzenia mikroorganizmów wraz z przetworzonymi odpadami z powrotem do środowiska. Najważniejsze grupy Efektywnych Mikroorganizmów obok bakterii fotosyntetyzujących to bakterie kwasu mlekowego, promieniowce, grzyby pleśniowe i drożdże. Każda z tych pięciu grup mikroorganizmów charakteryzuje się odmiennym sposobem działania.

Pierwszy kierunek badań w które planowałam i aktywnie uczestniczyłam dotyczył możliwości wykorzystania biopreparatu EM-Bio do ograniczenia lub eliminacji uciążliwości zapachowej odpadów ściekowych. Badania prowadzono w skali laboratoryjnej, półtechnicznej i technicznej. Badania w skali ułamkowo-technicznej prowadzono na oczyszczalniach ścieków w Świlczy, Przeworsku, Leżajsku i Roźwienicy (woj. Podkarpackie).

Przeprowadzone eksperymenty doprowadziły do wniosków mających ogromne znaczenie przy praktycznym wykorzystaniu biopreparatu. Zaszczepianie wszystkich stosowanych w badaniach odpadów ściekowych (skratki, wtórne osady ściekowe odwodnione na prasie, piasek z piaskownika) biopreparatem EM-Bio przebiegało efektywniej w warunkach tlenowych. Korzystny okazał się dodatek materiałów strukturalnych, zwiększających dostęp tlenu lub szczepienie w środowisku ciekłym. Dobrym wskaźnikiem zaszczepienia materiałów odpadowych biopreparatem EM-Bio była ogólna liczba grzybów.

Dominacja Efektywnych Mikroorganizmów w przetwarzanych odpadach skutkowała ich mniejszą uciążliwością zapachową, przyspieszeniem procesów przetwarzania i większą redukcją masy.

Innym aspektem wykorzystania biopreparatu EM-Bio była higienizacja odpadów. Zaobserwowano higienizacyjny wpływ biopreparatu biorąc pod uwagę wskaźnik fekalnego zanieczyszczenia – bakterie grupy *coli*. Nie stwierdzono skutecznego jego działania w zakresie eliminacji żywych jaj pasożytów *Ascaris sp.*, *Trichuris sp.*, i *Toxocara sp.*, co sugerowała literatura. Jaja pasożytów stwierdzano w każdym rodzaju przetwarzanego materiału przez cały czas trwania eksperymentu. Stwierdzono, że Technologię EM można zastosować do ograniczania uciążliwości zapachowej: składowanych osadów odwodnionych, odpadów i osadów przetwarzanych z materiałami strukturalnymi, osadów stabilizowanych i odwadnianych na poletkach, skratek i piasku. Technologię EM wdrożono w pełnej skali technicznej na biologicznych oczyszczalniach w Przeworsku, Roźwienicy, Horyńcu i Nowej Wsi (województwo podkarpackie). Wyniki przeprowadzonych prac są zawarte w pracach II A.3., II A.4., II E.16., II E.18. - zał.4, sprawozdaniu z projektu badawczego zamawianego PBZ-MEiN-5/2/2006 „Nowe metody i technologie dezodoryzacji w produkcji przemysłowej, rolnej i gospodarce komunalnej”, oraz na konferencjach [II J.4., II J.6., III B.6., III B.8, III B.9, III B.12., III B.15., III B.16. – zał. 4]. Praca nad tym zagadnieniem skutkowała także szeregiem prac zleconych - zał. 4.

#### Ad.1b. Zastosowanie biopreparatów w procesach oczyszczania ścieków;

Zagadnieniem, którym zajmowałam się również w związku z biopreparatem EM-Bio był jego wpływ na procesy oczyszczania ścieków i organizmy osadu czynnego. Duża bioróżnorodność i zdolność do rozkładu szeregu związków organicznych może korzystnie wpływać na efektywność procesów biochemicznych, ale doniesienia literaturowe na ten temat są bardzo skromne. Celem prowadzonych badań było sprawdzenie możliwości zastosowania EM-Bio w technologii oczyszczania ścieków: jego wpływu na biocenozę osadu czynnego i efekty oczyszczania ścieków. Nie zaobserwowano negatywnego wpływu biopreparatu na organizmy osadu czynnego w prowadzonych hodowlach w warunkach laboratoryjnych oraz nie stwierdzono negatywnego oddziaływania EM-Bio na własności sedymentacyjne osadu czynnego. Zaobserwowano natomiast większą liczebność bakterii swobodnie pływających w biocenie osadu czynnego oraz wzrost mętności ścieków po procesie oczyszczenia. Preparat EM-Bio wpływał pozytywnie na proces usuwania związków organicznych ze ścieków. Badany biopreparat zalecono w przypadku utrzymującego się w układzie szarego lub czarnego koloru osadu czynnego, świadczącego o znacznym stopniu niedotlenienia i niskiej skuteczności usuwania związków organicznych [zał.4. - III B.13., III M.20., III M.21.].

Ad. 2) Zastosowanie metod biotechnologicznych do usuwania zanieczyszczeń ropopochodnych ze środowiska wodno-gruntowego;

Już od kilkunastu lat obserwuje się wzrost zainteresowania użyciem określonych gatunków drobnoustrojów do usuwania zanieczyszczeń ropopochodnych ze środowiska wodno-gruntowego oraz prowadzi selekcję szczepów o szczególnych zdolnościach degradacyjnych. Wprowadzenie metod biotechnologicznych wymaga stosowania odpowiednich preparatów oraz warunków ich bezpiecznego i skutecznego użycia. Biopreparaty są kompozycjami drobnoustrojów o określonym składzie gatunkowym i proporcjach ilościowych. Wprowadzone do środowiska jako szczepy biologiczne umożliwiają efektywny rozwój aktywnej mikroflory. Na polskim rynku jest się wiele gotowych biopreparatów, które niejednokrotnie nie zawierają istotnych informacji dotyczących składu, sposobu dawkowania, przechowywania i zastosowania. W przeprowadzonych badaniach określono wpływ czynników abiotycznych na szybkość procesu biodegradacji związków ropopochodnych w gruncie. Proces był stymulowany biopreparatem DBC plus, typ R5. Przebadano wpływ temperatury, odczynu pH i dawki biopreparatu na efektywność biodegradacji oleju napędowego w glebie [zał.4. II E.24, II E.27.].

Ad. 3) Biotechnologiczne metody uzdatniania wód podziemnych z ponadnormatywną zawartością związków azotu;

Wzrastające zanieczyszczenie wód podziemnych związkami azotowymi, a szczególnie azotem amonowym, wymusiło konieczność poszukiwania nowych metod ich oczyszczania. Ze względu na koszty związane z zastosowaniem metod fizyko-chemicznych oraz obawy związane z zastosowaniem metod biologicznych często rezygnowano z ujęć wody podziemnej, kiedy stwierdzano obecność azotu amonowego. Jeżeli już stwierdzano obecność procesu nityfikacji w usuwaniu azotu amonowego, to zachodził on na stacjach uzdatniania, gdzie obserwowano samorzutne „wpracowanie” złóż nityfikacyjnych na filtrach przeznaczonych do usuwania żelaza i manganu (najczęściej filtrach piaskowych). Badania nad skutecznością usuwania azotu amonowego w połączonych procesach wymiany jonowej i nityfikacji na różnych materiałach wypełniających przyczyniły się do podjęcia współpracy z dr hab. inż. Dorotą Papciak oraz z zespołem Profesor Doroty Antos z Wydziału Chemicznego Politechniki Rzeszowskiej. Podczas prowadzonych badań zajmowałam się izolacją bakterii nityfikacyjnych oraz ich namnażaniem na pożywkach w celu immobilizacji na złożach wykorzystywanych do procesu usuwania jonów amonowych. Wyniki badań wykazały, że wpracowywanie biofilmu na różnych wypełnieniach naturalnych (diatomit, klinoptylolit, chalcedonit) było zdecydowanie szybsze przy stałym dawkowaniu bakterii nityfikacyjnych. Moje badania dotyczyły też problemu wypłukiwania bakterii z wytworzonego biofilmu, jakości bakteriologicznej filtratu oraz badań aktywności biofilmu [zał.4. II A 5., II A.6., II A.7., II E.19., II J.7., 3 B.7.].

## Ad. 4) Biosorpcja metali z roztworów wodnych

W swojej pracy naukowej zajmowałam się także procesem usuwania metali ze środowiska wodnego w procesie biosorpcji. W artykułach dotyczących tego zagadnienia dokonano w pierwszej kolejności przeglądu literatury. Przedstawiono biosorbenty i mechanizmy procesu biosorpcji. Zamieszczono opis podstawowych czynników wpływających na ten proces: rodzaj i budowę biosorbentu, charakter immobilizacji, cechy roztworu, w którym przebiega proces wraz z podstawowymi czynnikami abiotycznymi, zgodnie z zał.4. II E.14.

W pracach eksperymentalnych dotyczących tego zagadnienia przedstawiono wyniki badań procesu biosorpcji jonów kobaltu na żywych i martwych komórkach drożdży piekarnianych *Saccharomyces cerevisiae*. Badania przeprowadzono z stosowaniem szerokiego zakresu początkowego stężenia jonów kobaltu, wartości odczynu pH i temperatur. Rezultaty badań pozwoliły na stwierdzenie, że spośród badanych czynników jedynie stężenie początkowe metalu miało istotny wpływ na efektywność biosorpcji jonów kobaltu przez biomasę *Saccharomyces cerevisiae*. Efektywność wynosiła maksymalnie 99,28% w przypadku martwych oraz 99,34% w przypadku żywych mikroorganizmów, w badanym zakresie stężeń – zał.4 II E.15. Badania dotyczące zastosowania bakterii *Bacillus subtilis* jako biosorbenta jonów metali nie przyniosły tak dobrych efektów – zał.4. III B.5. Również biosorpcja jonów miedzi ze ścieków nie skutkowała tak wysoką efektywnością – zał.4. – II A.2.

## Ad. 5) Ocena jakości mikrobiologicznej wody z zastosowaniem tradycyjnych metod hodowlanych, cytometrii przepływowej i luminometrii;

Zagadnieniem oceny jakości mikrobiologicznej różnych rodzajów wód zajmowałam się od początku pracy na uczelni (praca doktorska zawierała wyniki badań bakteriologicznych wody powierzchniowej, wyniki te zawarto w pracach II A.8., II A.9. – zał.4]). Początkowo badania te dotyczyły oceny jakości z wykorzystaniem tylko tradycyjnych metod hodowlanych oraz opracowaniu manuskryptów z przeglądem literatury dotyczących mikrobiologicznego zagrożenia związanego z wodą wodociągową [zał. 4. II E.7., II E.13., II E.26., II E.29., II E.30.]. Po zakupieniu do laboratorium Biologii cytometru przepływowego oraz luminometru moje badania skupiły się na ocenie jakości wód z wykorzystaniem tych urządzeń oraz porównaniem uzyskanych wyników do wyników uzyskanych metodami tradycyjnymi [II E.1., II E.5.]. W 2015 roku zostałam powołana na promotora pomocniczego doktoratu mgr Zdeb Moniki pt: Jakość wód deszczowych w aspekcie ich gospodarczego wykorzystania. Badanie jakości wód deszczowych, zmiany jej jakości podczas magazynowania oraz szukanie skutecznych metod dezynfekcji stało się osobnym nurtem prowadzonych wspólnie z doktorantką badań. Do oceny jakości mikrobiologicznej wykorzystano tradycyjne metody hodowlane oraz szybkie metody oceny jakości, czyli luminometrię i cytometrię przepływową. Prowadzone badania

zaowocowały licznymi publikacjami zawartymi w załączniku 4. – II E.2., II E.4., II E.5., II E.6., II E.8., II E.9., II E.10., II E. 12., oraz wystąpieniami i artykułami w materiałach konferencyjnych.

### Podsumowanie dorobku naukowego

Przed uzyskaniem stopnia doktora byłam współautorem 4 artykułów i 2 publikacji w materiałach konferencyjnych.

Na mój dorobek po uzyskaniu stopnia naukowego doktora składa się 80 publikacji z czego 8 to artykuły opublikowane w czasopismach wyróżnionych w bazie JCR, 3 współautorstwa w rozdziałach w monografii i 34 publikacje zamieszczone w czasopismach nie wyróżnionych w bazie JCR, ale znajdujących się na liście MNiSW, oraz 29 prac zamieszczonych w materiałach konferencyjnych. Uczestniczyłam w 7 konferencjach międzynarodowych i 10 krajowych. W dwóch grantach byłam członkiem zespołu badawczego. Byłam wykonawcą i współwykonawcą 25 opracowań naukowo-badawczych na rzecz podmiotów gospodarczych.

IF zgodnie z rokiem opublikowania: IF = **11,374**.

Liczba punktów MNiSW wg punktacji zgodnie z rokiem opublikowania: 314 (z podręcznikami 322)

**Tab. 1. Zestawienie rodzajowe dorobku naukowego**

Lp.	Rodzaj publikacji	Przed doktoratem	Po doktoracie	Ogółem
1	Publikacje w czasopismach wyróżnionych w bazie JCR	1	8	9
2	Publikacje w czasopismach punktowanych nie wyróżnionych w bazie JCR	3	34	37
3	Rozdziały w monografiach	0	3	3
4	Publikacje zamieszczone w materiałach konferencyjnych	2	29	31
	łącznie	6	74	80
5	Opracowania na rzecz podmiotów gospodarczych	6	25	31



**Tab. 2. Liczbowe zestawienie publikacji w aspekcie miejsca wśród współautorów**

Lp.	Rodzaj publikacji	Prace samodzielne	Współautorstwo publikacji				Ogółem
			Pierwszy autor	Drugi autor	Trzeci autor	Czwarty autor	
1	Publikacje w czasopiśmie wyróżnionych w bazie JCR	0	1	5	2	1	9
2	Publikacje w czasopiśmie punktowanych nie wyróżnionych w bazie JCR	4	11	15	6	1	37
3	Rozdziały w monografiach	1	0	1	0	1	3
4	Publikacje zamieszczone w materiałach konferencyjnych	2	11	10	4	4	31
5	łącznie	7	23	31	12	7	80

**Tab. 3. Wskaźniki oceny dorobku naukowego**

	Według Web of Science	Według Google Scholar
Sumaryczna liczba cytowań	21	104
Liczba artykułów w bazie	11	54
Indeks Hirscha	2	5

Za działalność naukową byłam nagradzana nagrodami zespołowymi Rektora Politechniki Rzeszowskiej:

Nagrody za osiągnięcia naukowe:

**2017** - Nagroda Rektora Politechniki Rzeszowskiej – zespołowa III stopnia za cykl publikacji naukowych dotyczących technologii wody oraz zasobów wodno-gruntowych.

**2009** - Nagroda Rektora Politechniki Rzeszowskiej – zespołowa III stopnia za cykl publikacji naukowych dotyczących zaawansowanych technologii oczyszczania i odnowy wody.

### Działalność dydaktyczna

Działalność dydaktyczną rozpoczęłam w roku 1990 w Zakładzie Technologii Wody i Ścieków Wydziału Budownictwa i Inżynierii Środowiska Politechniki Rzeszowskiej. Pracując na stanowisku asystenta prowadziłam następujące zajęcia na kierunku inżynieria środowiska:

- ćwiczenia laboratoryjne z przedmiotu Biologia sanitarna,

- ćwiczenia audytoryjne z przedmiotu Ochrona środowiska.

W wyniku reorganizacji na Wydziale zostałam pracownikiem Zakładu Oczyszczania i Ochrony Wód. Aktywnie uczestniczyłam w opracowywaniu programów kształcenia z przedmiotów Biologia i Ekologia, Mikrobiologia środowiskowa oraz organizacji laboratorium w którym były prowadzone zajęcia z ww. przedmiotów.

Po uzyskaniu stopnia doktora rozpoczęłam prowadzenie wykładów z ww. przedmiotów. Obecnie prowadzę następujące zajęcia dydaktyczne:

- 1) Biologia i Ekologia (wykład, laboratorium) - studia stacjonarne i niestacjonarne - kierunek inżynieria środowiska
- 2) Mikrobiologia środowiskowa (wykład, laboratorium) - studia stacjonarne i niestacjonarne - kierunek inżynieria środowiska
- 3) Biologia (wykład, laboratorium) - studia stacjonarne - kierunek ochrona środowiska
- 4) Mikrobiologia (wykład, laboratorium) - studia stacjonarne - kierunek ochrona środowiska
- 5) Hydrobiologia (wykład) - studia stacjonarne - kierunek ochrona środowiska

Jestem współautorką podręcznika akademickiego oraz 2 skryptów i materiałów pomocniczych:

Podręcznik:

- Papciak D., **Zamorska J.**, Kiedrzyńska L., Mikrobiologia i biotechnologia w procesach oczyszczania wody, Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej, 2011.

Skrypty:

- **Zamorska J.**, Papciak D., Wybrane zagadnienia biotechnologii środowiskowej. Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej, Rzeszów 2001.
- Papciak D., **Zamorska J.**, Podstawy biologii i biotechnologii środowiskowej, Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej, Rzeszów 2005.
- **Zamorska Justyna**, Zdeb Monika: Biologia i Ekologia, Materiały pomocnicze do przedmiotu Biologia i ekologia dla kierunku "Inżynieria Środowiska", Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej, Rzeszów 2013. Materiały pomocnicze.

Za działalność dydaktyczną byłam trzykrotnie nagradzana nagrodami zespołowymi Rektora Politechniki Rzeszowskiej:

Nagrody za działalność dydaktyczną:

**2002** - Nagroda Rektora Politechniki Rzeszowskiej - zespołowa II stopnia za skrypt pt: Wybrane zagadnienia biotechnologii środowiskowej", opracowanie programu nauczania przedmiotu Biotechnologia na kierunku Inżynieria Środowiska.

**2006** - Nagroda Rektora Politechniki Rzeszowskiej - zespołowa III stopnia za skrypt pt: Podstawy biologii i biotechnologii środowiskowej.

**2011** - Nagroda Rektora Politechniki Rzeszowskiej - zespołowa II stopnia za podręcznik akademicki pt. "Mikrobiologia i biotechnologia w procesach oczyszczania wody"

Byłam promotorem 47 prac magisterskich i 18 inżynierskich [zał.4. III J.] oraz 4 – krotnie opiekunem roku.

### **Działalność organizacyjna i popularyzatorska**

1. Jestem członkiem Wydziałowej Komisji ds. Zapewnienia Jakości Kształcenia w latach 2013-2019, w tym dwóch zespołów odpowiedzialnych za opracowanie raportu z oceny procesu dyplomowania i weryfikacji efektów kształcenia.
2. Byłam członkiem zespołu przygotowującego raport samooceny w związku z Oceną Programową kierunku Ochrona środowiska przeprowadzoną przez Polską Komisję Akredytacyjną w 2015 r.
3. Jestem Administratorem wydziałowym panelu efektów kształcenia KRK dla kierunku Ochrona środowiska oraz byłam odpowiedzialna za przygotowanie Programów kształcenia zgodnie z Krajowymi Ramami Kwalifikacji dla Szkolnictwa Wyższego dla kierunku Ochrona środowiska studiów stacjonarnych i niestacjonarnych I i II stopnia, w tym sformułowanie i przyporządkowanie kierunkowych efektów kształcenia w zakresie wiedzy, umiejętności i kompetencji społecznych do odpowiednich modułów i efektów obszarowych.
4. Byłam członkiem Wydziałowej Komisji Rekrutacyjnej w latach 1993-2004.
5. Brałam czynny udział w akcji „Dziewczyny na politechniki” (2009 r.), oraz w akcjach informacyjnych dla przyszłych studentów pod nazwą „Salon maturzystów”. Przygotowałam i realizowałam zajęcia laboratoryjne z mikrobiologii dla młodzieży szkół średnich w ramach projektu „Inwestujemy w edukację” - podnoszenie kompetencji kluczowych oraz wyrównywanie szans edukacyjnych uczniów, współfinansowanego ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego Kapitał ludzki, Narodowa Strategia Spójności.