

Dr inż. Adam Maśtoń
Katedra Inżynierii i Chemii Środowiska
Politechnika Rzeszowska

AUTOREFERAT
dotyczący osiągnięć w pracy naukowo-badawczej

Rzeszów, kwiecień 2023 r.

Spis treści

1. IMIĘ I NAZWISKO	3
2. POSIADANE DYPLOMY, STOPNIE NAUKOWE LUB ARTYSTYCZNE – Z PODANIEM PODMIOTU NADAJĄCEGO STOPIEŃ, ROKU ICH UZYSKANIA ORAZ TYTUŁU ROZPRAWY DOKTORSKIEJ.....	3
3. INFORMACJA O DOTYCHCZASOWYM ZATRUDNIENIU W JEDNOSTKACH NAUKOWYCH LUB ARTYSTYCZNYCH.....	3
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.)	4
4.1. Tytuł osiągnięcia naukowego	4
4.2. Omówienie celu naukowego osiągnięcia naukowego i osiągniętych wyników wraz z omówieniem ich ewentualnego wykorzystanie	5
5. INFORMACJA O WYKAZYWANIU SIĘ ISTOTNĄ AKTYWNOŚCIĄ NAUKOWĄ REALIZOWANĄ W WIĘCEJ NIŻ JEDNEJ UCZELNI, INSTYTUCJI NAUKOWEJ LUB INSTYTUCJI KULTURY, W SZCZEGÓLNOŚCI ZAGRANICZNEJ	19
5.1. Działalność naukowo-badawcza prowadzona przed uzyskaniem stopnia doktora nauk technicznych	19
5.2. Działalność naukowo-badawcza prowadzona po uzyskaniu stopnia doktora nauk technicznych	22
5.3. Podsumowanie dorobku naukowego.....	29
6. INFORMACJA O OSIĄGNIĘCIACH DYDAKTYCZNYCH, ORGANIZACYJNYCH ORAZ POPULARYZUJĄCYCH NAUKĘ LUB SZTUKĘ	35
7. INNE INFORMACJE DOTYCZĄCE KARIERY ZAWODOWEJ	41

1. Imię i nazwisko

Adam Masłoń

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

- 2006 Magister inżynier inżynierii środowiska,
Kierunek: inżynieria środowiska, specjalność: inżynieria komunalna,
Politechnika Rzeszowska, Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska (obecnie Wydział Budownictwa, Inżynierii Środowiska i Architektury);
praca magisterska pt. „*Badania wpływu wybranych składników wody i osadów dennych na procesy sedymentacji i uwalniania fosforu z osadów dennych*”,
promotor: prof. dr hab. inż. Janusz Tomaszek
recenzent: prof. dr hab. inż. Janusz Rak
- 2013 Doktor nauk technicznych w dyscyplinie inżynieria środowiska
Akademia Górniczo - Hutnicza w Krakowie, Wydział Geodezji Górniczej i Inżynierii Środowiska;
Praca doktorska pt. „*Wspomaganie technologii osadu czynnego pylistym keramzytem w sekwencyjnym reaktorze porcjowym*” (praca obroniona z wyróżnieniem),
promotor: prof. dr hab. inż. Janusz Tomaszek
recenzenci: prof. dr hab. inż. Eleonora Neverova-Dziopak;
prof. dr hab. inż. Mirosław Krzemieniewski,
- 2013 studia podyplomowe
Kierunek: Menadżer innowacji i transferu wiedzy
Wyższa Szkoła Ekonomii i Innowacji w Lublinie, Wydział Ekonomii
Praca dyplomowa pt. „*Akredytowane laboratorium technologii środowiskowych*”,
promotor: mgr inż. Halina Obel

3. Informacja o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych lub artystycznych

- | | |
|-------------------|--|
| 04.2005 – 02.2006 | asystent stażysta , Zakład Inżynierii i Chemii Środowiska (obecnie Katedra Inżynierii i Chemii Środowiska), Politechnika Rzeszowska |
| 09.2006 – 08.2008 | pracownik techniczny , Zakład/Katedra Inżynierii i Chemii Środowiska, Wydział Budownictwa Inżynierii Środowiska, Politechnika Rzeszowska |
| 10.2006 – 09.2008 | instruktor , Zakład/Katedra Inżynierii i Chemii Środowiska, Wydział Budownictwa Inżynierii Środowiska, Politechnika Rzeszowska |
| 09.2008 – 03.2014 | asystent , Katedra Inżynierii i Chemii Środowiska, Wydział Budownictwa Inżynierii Środowiska, Politechnika Rzeszowska |
| 02.2014 – 06.2014 | wykładowca , Instytut Inżynierii Środowiska, Państwowa Wyższa Szkoła Wschodnioeuropejska w Przemyślu (obecnie Państwowa Akademia Nauk Stosowanych w Przemyślu), |

- Liczba punktów w roku opublikowania: 40 pkt, IF=0
5. Czarnota J., **Mastoń A.**, Zdeb M., (2018). Powdered keramsite as unconventional method of AGS technology support in GSB reactor with minimum-optimum. E3S Web of Conferences, 44, 00024. Liczba punktów w roku opublikowania: 15 pkt, IF=0
 6. **Mastoń A.**, (2017). Hydrauliczne warunki pracy sekwencyjnego reaktora porcjowego. Gaz, Woda i Technika Sanitarna, 12, 496-500. Liczba punktów w roku opublikowania: 11 pkt, IF=0
 7. **Mastoń A.**, (2017). Dynamika dopływu ścieków do oczyszczalni w aspekcie funkcjonowania sekwencyjnych reaktorów porcjowych. Instal, 10, 57-62. Liczba punktów w roku opublikowania: 7 pkt, IF=0
 8. **Mastoń A.**, Tomaszek J.A., (2015). A study on the use of the BioBall® as a biofilm carrier in a sequencing batch reactor. Bioresource Technology 196, 577-585. Liczba punktów w roku opublikowania: 45 pkt, IF= 4,917 (2015), 5,803 (IF_{5letni})
 9. **Mastoń A.**, Tomaszek J.A., (2009). Oczyszczanie ścieków w sekwencyjnym reaktorze porcjowym ze złożem ruchomym z porowatym nośnikiem biomasy. Gaz, Woda i Technika Sanitarna 11, 31-35. Liczba punktów w roku opublikowania: 6 pkt, IF=0
 10. **Mastoń A.**, Tomaszek J.A., (2015). The use of keramsite grains as a support material for the biofilm in moving bed technology, 59-71. [in:] Tomaszek J.A., Koszelnik P., (eds) Progress in Environmental Engineering. CRC Press, Taylor&Francis Group, London. Liczba punktów w roku opublikowania: 15 pkt
 11. **Mastoń A.**, Trzepieciński T., (2019). Urządzenie pływające do grawitacyjnego odprowadzania cieczy, zwłaszcza ścieków. Patent UP RP Nr 232373.
 12. **Mastoń A.**, (2020). Dekanter pływający. Patent UP RP Nr 235162.
 13. **Mastoń A.**, Czarnota J., (2020). Zbiornik ścieków oczyszczonych. Patent UP RP Nr 234945.
 14. **Mastoń A.**, (2021). Dekanter pływający oraz sposób odprowadzania cieczy z wykorzystaniem dekantera pływającego. Patent UP RP Nr 236682.
 15. **Mastoń A.**, Czarnota J., (2022). Zbiornik ścieków oczyszczonych. Patent UP RP Nr 240701.
 16. **Mastoń A.**, Tomaszek J.A., (2018). Biologiczna oczyszczalnia ścieków z biomasą w stanie zawieszenia. Wzór użytkowy Nr RWU.070001.

4.2. Omówienie celu naukowego osiągnięcia naukowego i osiągniętych wyników wraz z omówieniem ich ewentualnego wykorzystanie

Cel badań

Celem naukowym przeprowadzonych prac badawczych była analiza i ocena możliwości modyfikacji technologicznej sekwencyjnych reaktorów porcjowych w celu zwiększenia efektywności i stabilności usuwania zanieczyszczeń ze ścieków w przypadku zmiennego dopływu ładunku zanieczyszczeń do oczyszczalni ścieków.

Cel naukowy pracy osiągnąłem poprzez zrealizowanie następujących szczegółowych zadań:

- identyfikację dynamiki dopływu ścieków do oczyszczalni w aspekcie funkcjonowania sekwencyjnych reaktorów porcjowych,
- analizę strategii napełniania oraz efektywności biologicznego oczyszczania ścieków w dwóch równoległe pracujących sekwencyjnych reaktorach porcjowych,

- analizę efektywności usuwania węgla organicznego, azotu i fosforu ze ścieków w sekwencyjnych reaktorach porcjowych ze złożem ruchomym,
- analizę efektywności usuwania węgla organicznego, azotu i fosforu ze ścieków w sekwencyjnych reaktorach porcjowych z tlenowym osadem granulowanym wspomaganym materiałami pylistymi,
- opracowanie nowatorskich rozwiązań technologicznych i technicznych urządzeń do aplikacji w systemach SBR w celu poprawy efektywności oczyszczania ścieków przy nierównomiernym dopływie ścieków do oczyszczalni.

Problematyka badań

W związku z coraz wyższymi wymaganiami w zakresie jakości ścieków odprowadzanych z oczyszczalni do środowiska istnieje celowość podnoszenia efektywności usuwania zanieczyszczeń w wielu istniejących obiektach lub budowy nowych instalacji. Wobec tego jednym z aktualnie rozwijanych kierunków badań jest intensyfikacja biologicznego oczyszczania ścieków. Wymóg uzyskania wysokiej efektywności i stabilności usuwania związków biogennych ze ścieków związanych bezpośrednio z wydajnym przebiegiem procesów biochemicznych zmusza do zastosowania coraz nowszych rozwiązań technologicznych. Wśród aktualnie stosowanych biologicznych systemów oczyszczania ścieków dominują instalacje oparte na technologii osadu czynnego, najczęściej w układach przepływowych, która sprawdziła się jako ekonomiczna i wydajna, przez co zyskała powszechne uznanie. Alternatywą dla przepływowych metod osadu czynnego są sekwencyjne reaktory porcjowe SBR, w których przebieg procesów biologicznego oczyszczania i oddzielenia osadu czynnego od ścieków oczyszczonych następuje w jednym i tym samym zbiorniku w trybie sekwencyjnym, a oczyszczone ścieki odprowadzane są z komory w sposób porcjowy (praca porcjowa).

Metoda osadu czynnego posiada cały szereg uwarunkowań, które w znaczny sposób ograniczają możliwość jej stosowania i dlatego bardzo istotnym zagadnieniem naukowym i inżynierskim pozostaje systematyczne jej udoskonalanie. Badania osadu czynnego mogą dotyczyć zagadnień mikrobiologicznych (np. składu biocenozy), biochemicznych (np. aktywności metabolicznej), matematycznych (np. modelowania kinetyki wzrostu biomasy) oraz inżyniersko - technologicznych (np. opracowanie nowych rozwiązań). Wysoka sprawność usuwania zanieczyszczeń w tych technologiach uzależniona jest jednak od kondycji i aktywności mikroorganizmów, co determinuje przebieg procesów biochemicznych. Dodatkowym czynnikiem wpływającym na sprawność usuwania zanieczyszczeń ze ścieków jest nierównomierność ich dopływu, która oddziałuje na hydrauliczne warunki pracy oraz obciążenie substratowe układu technologicznego. Przeciążenie lub jego niedociążenie może niekorzystnie wpływać na procesy oczyszczania ścieków. Konieczne jest zatem zaproponowanie takich rozwiązań technologicznych osadu czynnego, które pozwoliłyby na poprawę stabilności biologicznego oczyszczania, eliminując dodatkowo mankamenty procesowe i eksploatacyjne. Z tego względu właściwe dopasowanie poszczególnych elementów składowych oczyszczalni ścieków warunkuje osiągnięcie zakładanego efektu usuwania ze ścieków substancji organicznych, związków biogennych i zawiesin ogólnych.

Powyższe przesłanki uzasadniają podjęcie problematyki poprawy efektywności usuwania zanieczyszczeń ze ścieków w sekwencyjnych reaktorach porcjowych, zwłaszcza w przypadku nierównomiernego dopływu ścieków. Studia literatury, doświadczenie w zakresie technologii ścieków, jak również współpraca z przemysłem utwierdziły mnie w przekonaniu, że podjęcie takiego kierunku badawczego jest słuszne i wypełni lukę w istniejącej wiedzy.

Omówienie osiągniętych wyników

Nierównomierność dopływu ścieków ze zlewni do oczyszczalni ścieków jest ogólnie znana, nie mniej jednak brakuje opracowań prezentujących szczegółowy wpływ obciążenia hydraulicznego i substratowego na efektywność technologiczną reaktorów porcjowych w warunkach rzeczywistych.

Badania wybranych systemów kanalizacyjnych (Harasiuki, 170 m³/d; Rusinów, 770 m³/d, 7350 RLM; Żurawica, 981 m³/d, 5000RLM; Pruchnik, 630 m³/d, 5222RLM; Biecz, 1200 m³/d, 10 600RLM; Rabka-Zdrój, 8700 m³/, 32 600 RLM) wykazały bardzo zróżnicowane obciążenie hydrauliczne oczyszczalni ścieków z reaktorami SBR w różnych przedziałach czasowych, niezależnie od wielkości zlewni. W celu wielokryterialnej analizy problematyki nierównomierności dopływu ścieków do oczyszczalni SBR zaproponowałem parametry nieregularności przepływów ścieków – współczynnik nieregularności α (1), amplitudę względną A (2), oraz współczynnik przepływów W_m (3), które dostosowano z modelowania systemów hydrologicznych.

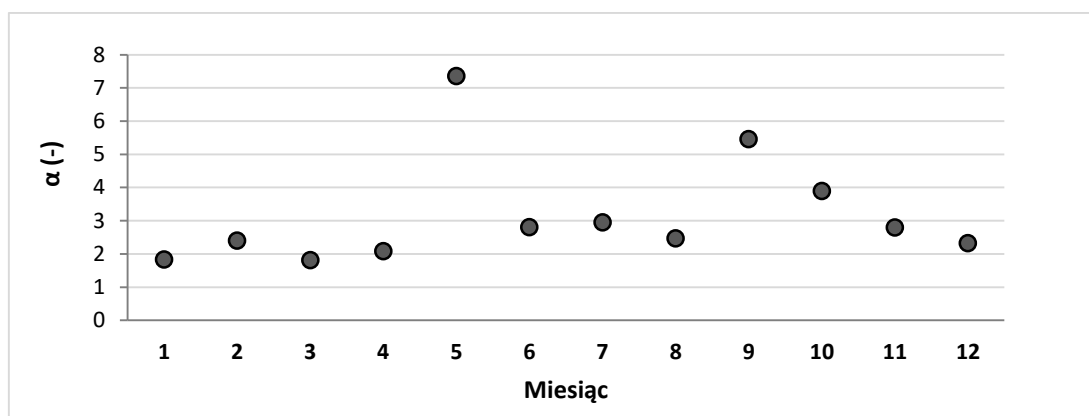
$$\alpha = \frac{Q_{\max}}{Q_{\min}} \quad (1)$$

$$A = \frac{Q_{\max} - Q_{\min}}{Q_{\text{śr}}} \quad (2)$$

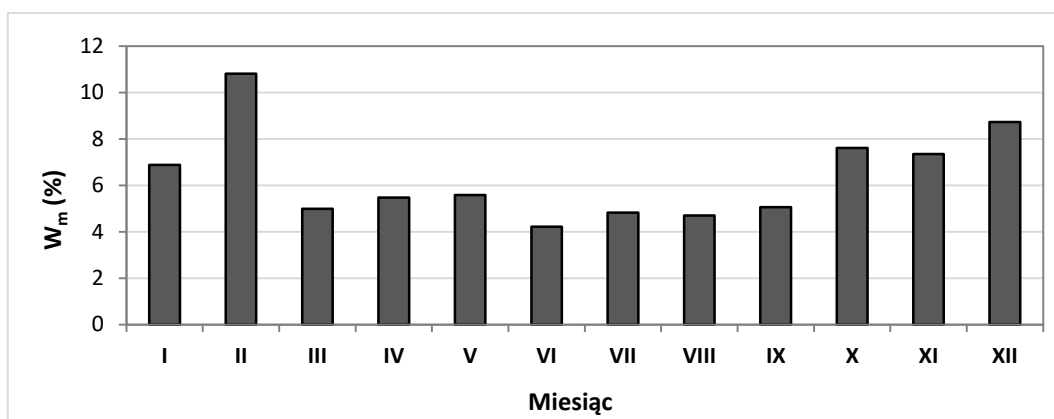
$$W_m = \frac{Q_{\text{śr mies.}}}{Q_{\text{śr roczny}}} \cdot 100\% \quad (3)$$

Współczynnik nieregularności α oznacza miarę nieregularności dopływu ścieków do oczyszczalni w odniesieniu do proporcjonalności przepływu maksymalnego i minimalnego w rozpatrywanym przedziale czasu. Amplituda względna A stanowi relację rozstępu do średniej wartości i informuje o zmienności dopływu ścieków. Współczynnik przepływów W_m umożliwia analizę sezonowego rytmu dopływu ścieków do oczyszczalni i informuje o wielkości przepływu w danym miesiącu w stosunku do dopływu rocznego. Na podstawie ww. parametrów możliwe jest określenie struktury i dystrybucji dopływu ścieków do oczyszczalni w ujęciu rocznym, miesięcznym, kwartalnym oraz z podziałem na cztery pory roku (zima, wiosna, lato, jesień) lub nawet tygodniowym.

Szczegółowa dynamika dopływu ścieków (Rys. 1, 2) pozwala na pełne dostosowanie strategii pracy reaktorów SBR w pierwszej kolejności pod względem hydraulicznym, a dalej pod względem obciążenia substratowego. Znajomość nierównomierności i nieregularności dopływu ścieków do oczyszczalni staje się pomocna przy programowaniu sezonowej pracy sekwencyjnych reaktorów porcjowych. Analiza danych rzeczywistych i archiwalnych pozwala wyodrębnić nieregularność chwilową (cykl tygodniowy), krótkoterminową (cykl miesięczny) oraz długoterminową (cykl kwartalny, pory roku) dopływu ścieków do oczyszczalni, dzięki czemu możliwe jest inteligentne sterowanie sekwencyjnymi reaktorami porcjowymi.



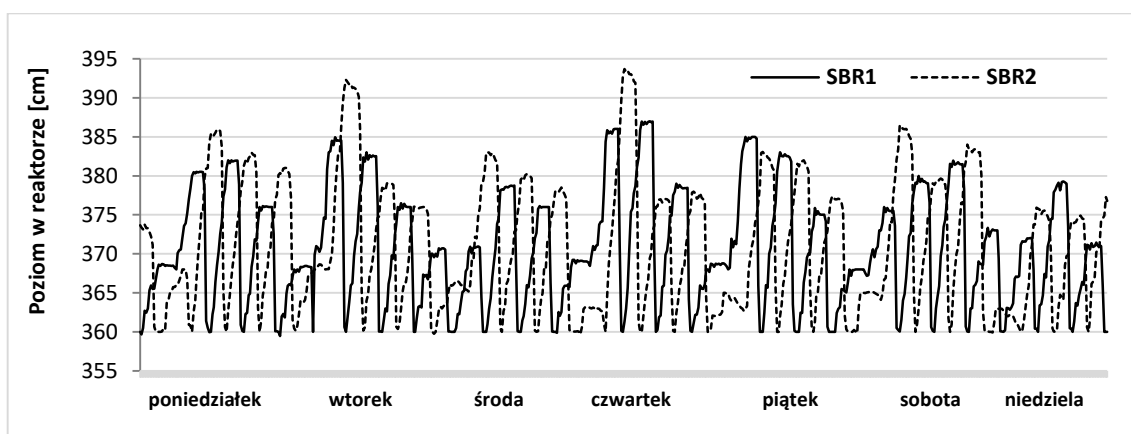
Rys. 1. Dynamika nieregularności i nierównomierności dopływu ścieków do oczyszczalni w Bieczu



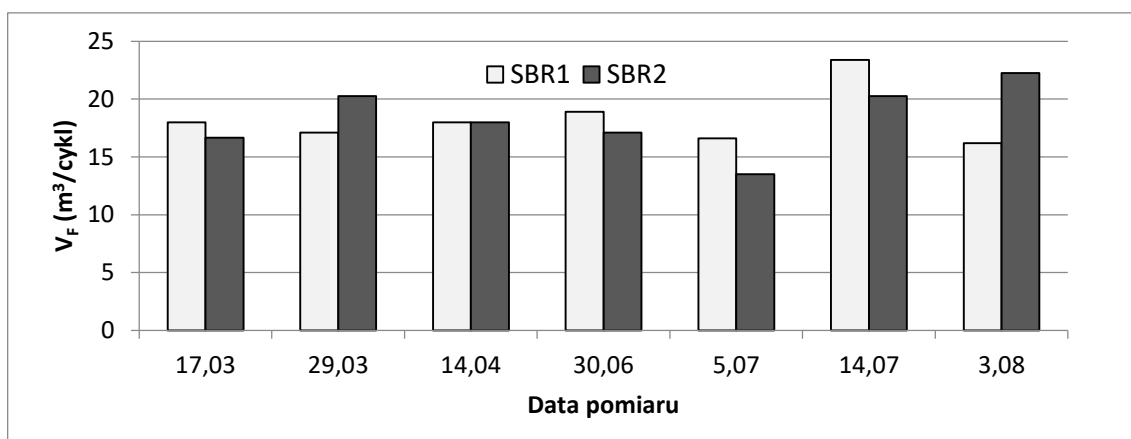
Rys. 2. Udział ścieków powstających w danym miesiącu w stosunku do sumarycznego dopływu do oczyszczalni w Bieczu

Nierównomierny i nieregularny dopływ ścieków do oczyszczalni przekłada się na warunki hydrauliczne reaktorów porcjowych w układzie technologicznym, które z kolei oddziałują na efektywność usuwania zanieczyszczeń ze ścieków. W celu weryfikacji tego twierdzenia przeprowadziłem analizę strategii napełniania oraz efektywności oczyszczania ścieków w dwóch równolegle pracujących reaktorach porcjowych SBR1 i SBR2 rozpatrując trzy obiekty badawcze: oczyszczalnia ścieków w Nowym Żmigrodzie (NZ), w Radgoszczy (Rd) i w Rabce-Zdroju (RZ). Obiekty badawcze były bardzo zróżnicowane względem siebie, zarówno pod względem hydraulicznym (NZ: 500 m³/d, 4200RLM, zbiornik retencyjny w układzie; Rd: 300 m³/d, RLM<2000; RZ: 8700 m³/d, 32600 RLM; brak zbiornika retencyjnego dla ścieków surowych w oczyszczalni Rd i RZ), jak i technologicznym (różny cyklogram pracy reaktora SBR i sposób napełniania itp.).

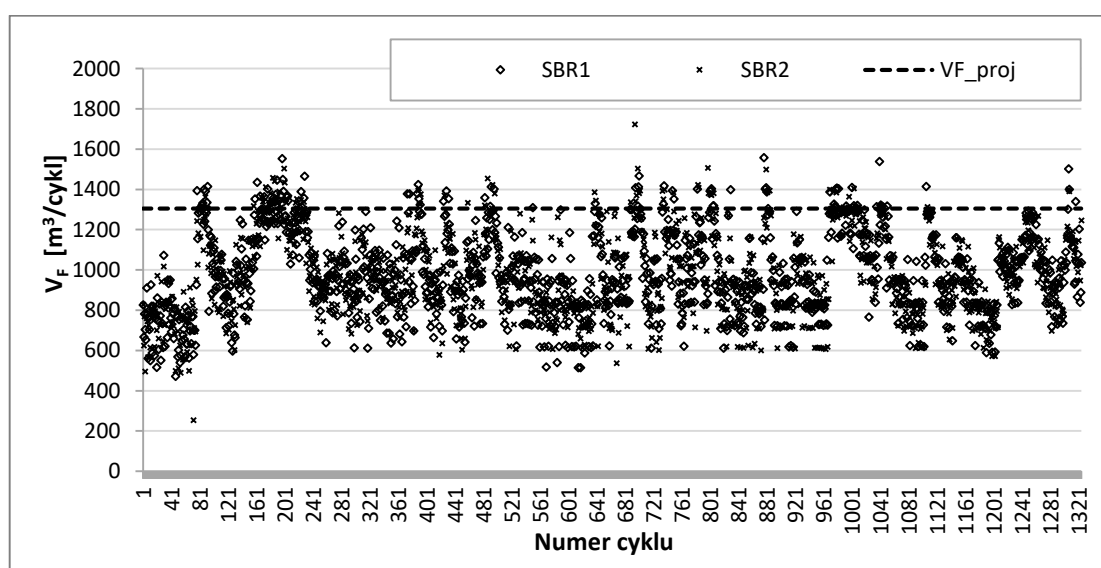
Badania wykazały, że w oczyszczalniach ścieków jeden z reaktorów SBR jest zawsze eksploatowany w mniejszym zakresie przepustowości hydraulicznej aniżeli drugi. Wynika to przede wszystkim z dopływu ścieków w godzinach nocnych oraz w godzinach popołudniowych w czasie tzw. dziennego szczytu dopływu ścieków, dlatego też dynamika napełniania reaktorów nie jest stabilna (Rys. 3-5).



Rys. 3. Hydrogram sekwencyjnych reaktorów porcjowych w cyklu tygodniowym (NZ)

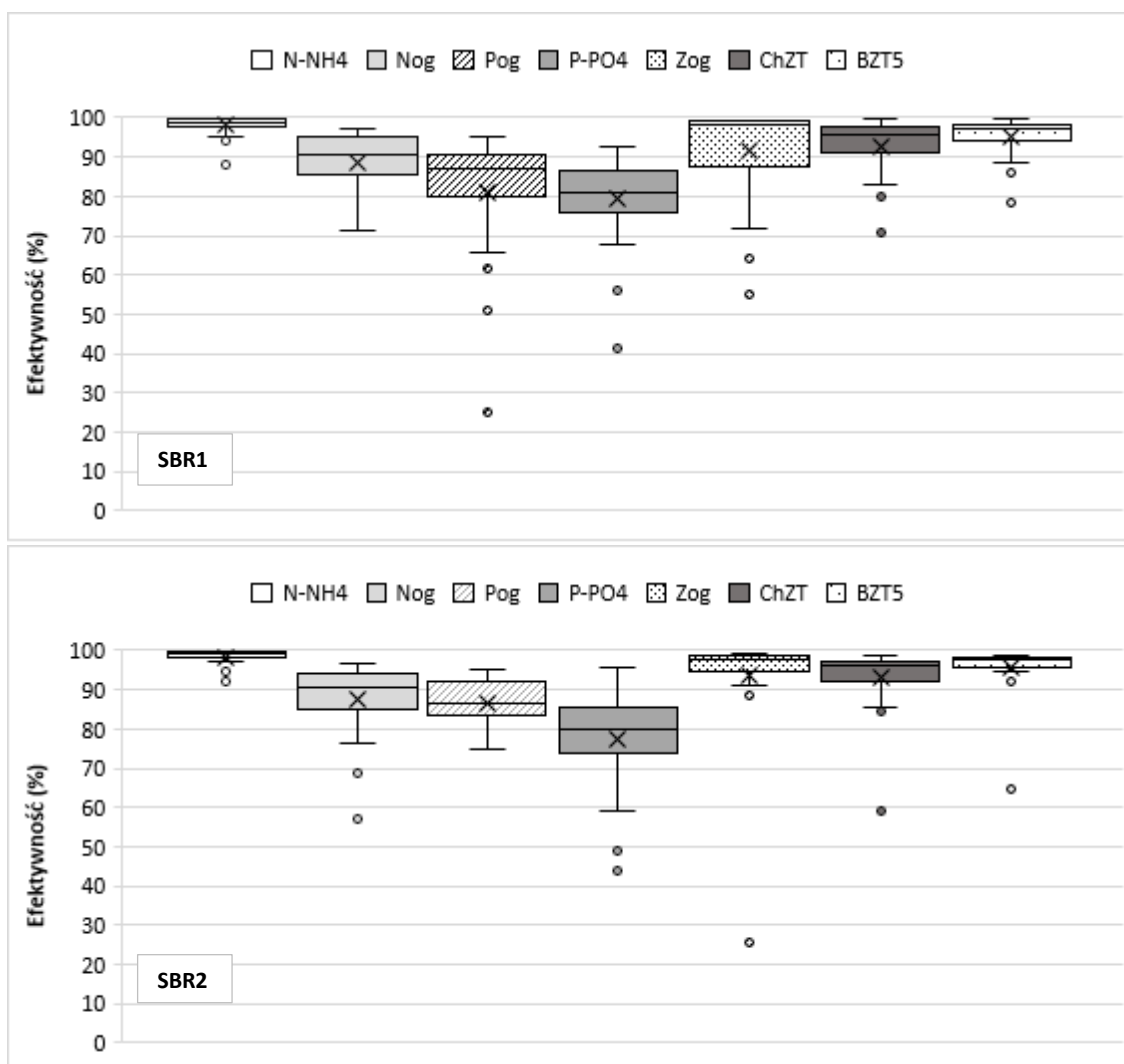


Rys. 4. Objętość fazy napełniania reaktorów SBR1 i SBR2 w poszczególnych cyklach (Rd)



Rys. 5. Objętość fazy napełniania reaktorów SBR1 i SBR2 w poszczególnych cyklach podczas badań

Badania wykazały, że dynamika dopływu ścieków w układzie równoległe dwóch pracujących reaktorów SBR powoduje nieregularne obciążenie hydrauliczne i substratowe poszczególnych reaktorów, co przekłada się na występowanie zmiennego w czasie poziomu ich napełnienia i w konsekwencji wpływa na zdolność natleniania osadu czynnego, wytworzenie się odmiennej biocenozy osadu czynnego, skutkując w dalszej kolejności pogorszeniem efektywności procesów usuwania zanieczyszczeń ze ścieków np. nityfikacji, denityfikacji i biologicznej defosfatacji (Rys. 6).



Rys. 6. Porównanie efektywności usuwania zanieczyszczeń ze ścieków w dwóch reaktorach porcjowych SBR1 i SBR2 w oczyszczalni ścieków w Rabce Zdroju.

W celu minimalizacji skutków nieregularnego dopływu ścieków do reaktora SBR w aspekcie poprawy efektywności i stabilności usuwania zanieczyszczeń ze ścieków proponuje się:

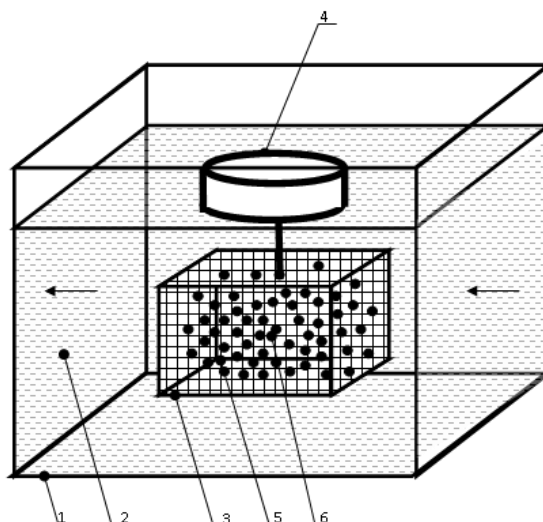
- dostosowywanie cyklogramu i sposobu napełniania reaktora SBR do krótkoterminowych dziennych, jak również długookresowych i nawet sezonowych zmian w składzie ścieków i obciążenia ładunkiem zanieczyszczeń,
- dostosowywanie cyklogramu reaktora SBR do obciążeń uderzeniowych wywołanych zmianami w obciążeniu organicznym i/lub hydraulicznym poprzez zmianę czasu trwania cyklu, długości poszczególnych faz procesu, czasu napowietrzania i współczynnika wymiany objętościowej V_F do aktualnych potrzeb,
- zmianę częstotliwości napełniania pomiędzy reaktorami, tak by mogły pracować w różnych godzinach cyklogramu,
- płynną i kontrolowaną zmianę sposobu napełniania poszczególnych reaktorów SBR, np. wprowadzenie dodatkowej porcji ścieków podczas fazy reakcji,
- naprzemienną eksploatację reaktorów SBR przy utrzymywaniu w gotowości jednego z nich poprzez niewielkie dawkowanie ścieków surowych w celu hodowli biomasy osadu czynnego,

- modyfikację sekwencyjnego reaktora porcjowego w kierunku niekonwencjonalnego rozwiązania, np. poprzez zastosowanie dodatkowej biomasy w postaci błony biologicznej, zastosowanie tlenowego osadu granulowanego, wprowadzenie modułu membranowego itp.

W ramach badań przeprowadziłem testy nad przydatnością nowych nośników biomasy immobilizowanej do zastosowania w sekwencyjnych reaktorach ze złożem ruchomym w celu poprawy efektywności usuwania związków biogenych ze ścieków. Zaproponowany układ technologiczny PCMBSBBR (ang. *Porous Carrier in Moving Bed Sequencing Batch Biofilm Reactor*) polegał za zastosowaniu keramzytu (ang. *light expanded clay aggregate* - LECA) o wielkości ziaren 4-8mm jako nośnik błony biologicznej. Analizowana technologia złoża ruchomego wykazała porównywalne efekty oczyszczania ścieków w odniesieniu do systemów MBSBBR z klasycznymi, tworzywowymi nośnikami złoża ruchomego. Przy obciążeniu osadu ładunkiem związków organicznych 0,432-0,972 g ChZT/(dm³·d) i 0,072 – 0,168 g ChZT/g s.m·d uzyskano efektywność oczyszczania ścieków na poziomie:

- do 99,2% usuwanie związków organicznych, odpowiadające wartościom ChZT w ściekach oczyszczonych 4,8 – 36,8 mg O₂/dm³,
- do 99,3% nityfikację pozwalającą na uzyskanie stężenia azotu amonowego w ściekach oczyszczonych w większości przypadków wartości poniżej 1,0 mg N/dm³,
- do 92,2% usuwanie azotu ogólnego na drodze nityfikacji i denityfikacji, przy czym stężenie azotu ogólnego uległo zmniejszeniu z 66,4-88,0 mg N/dm³ w ściekach surowych do 7,6-17,5 mg N/dm³ w ściekach oczyszczonych, średnio 13,3 mg N/dm³;
- do 97,5% usuwanie fosforu ogólnego przy obciążeniu osadu czynnego na poziomie 2,0–5,0 mg P/g s.m·d., dzięki czemu w odpływie z reaktora odnotowano stężenie fosforu ogólnego 1,25-4,0 mg P/dm³, średnio 2,0 mg P/dm³.

Mimo zadowalających wyników w zakresie zintegrowanego usuwania węgla, azotu i fosforu ze ścieków w układzie PCMBSBBR, przeprowadzone badania oraz właściwości mechaniczne keramzytu (ścieralność materiału) wykluczyły zasadność jego zastosowania jako nośnik błony biologicznej w postaci ziarnistej w technologii złoża ruchomego w reaktorach SBR. Podczas badań odnotowano bowiem intensywne ścieranie się ziaren kruszywa i powstawanie mikrocząsteczek, które wbudowywane były w strukturę osadu czynnego i w konsekwencji odprowadzane z układu wraz z osadem nadmiernym. Efektem przypadkowego wspomaganie osadu czynnego pylistymi cząstkami keramzytu była jednak znaczna poprawa charakterystyki sedymentacyjnej osadu oraz intensyfikacja biologicznego oczyszczania ścieków. Stwierdzony „ubytek” nośników błony biologicznej okazał się podstawowym mankamentem technologii PCMBSBBR, jednak nie wykluczył przydatności keramzytu w technologii osadu czynnego. Zasadnicze wnioski z badań określiły nowy kierunek badań autora nad zastosowaniem pylistej frakcji keramzytu w sekwencyjnych reaktorach porcjowych (praca doktorska, patent na wynalazek, wdrożenie technologii). Aby ograniczyć niedoskonałości aplikacji keramzytu w systemie MBSBBR opracowano technologię polegającą na umieszczeniu w reaktorze SBR zbiorników koszowych (wzór użytkowy RWU.070001), w których znajdują się swobodnie poruszające się ziarna keramzytu stanowiące podłoże dla błony biologicznej (Rys. 7).



Rys. 7. Ażurowe kosze ze złożem ruchomym w sekwencyjnym reaktorze porcjowym; 1-reaktor SBR, 2-osad czynny, 3-ażurowa konstrukcja zbiornika, 4-konstrukcja pływakowa, 5-ażurowa ściana zbiornika, 6-nośniki błony biologicznej

Zbiorniki koszowe posiadają konstrukcję ażurową, której prześwity mają wymiary mniejsze niż umieszczone w nich ziarna, i są podwieszane do pływaków utrzymujących się na stałej głębokości w stosunku do zwierciadła ścieków. Złoże ruchome w reaktorze SBR jest ograniczone ścianami kosza, dzięki czemu nośniki błony biologicznej znajdują się cały czas w zawieszeniu i nie wypływają z komory osadu czynnego. Ilość kruszywa keramzytowego stanowiącego nośnik biomasy immobilizowanej została określona na poziomie 40 - 60% całkowitej objętości kosza ażurowego, a łączna objętość umieszczonych w reaktorze SBR koszy stanowi od 20 do 80% jego objętości. Wskutek umieszczenia ziaren keramzytu w koszach występuje niewielkie ich ścieranie, a w wyniku tego powstające mikrocząsteczki będą wbudowywane w kłaczki osadu czynnego oraz odprowadzane wraz z osadem nadmiernym poza układ. Wówczas niezbędne będzie okresowe uzupełnienie keramzytu. Opracowane rozwiązanie złoża ruchomego w zbiorniku koszowym dedykowane jest dla reaktorów SBR w celu utrzymania wysokiej efektywności oczyszczania ścieków w warunkach zwiększonego i nieregularnego ładunku zanieczyszczeń w dopływie do oczyszczalni ścieków. Dodatkowo zastosowanie ażurowych koszy ze złożem ruchomym stanowi prostą metodę modernizacji istniejących reaktorów porcjowych, pozwalającą bez konieczności rozbudowy obiektu uzyskać zwiększoną efektywność oczyszczania ścieków na drodze zintegrowanego usuwania węgla, azotu i fosforu.

W kolejnych badaniach własnych zaproponowałem zastosowanie w sekwencyjnym reaktorze porcjowym MBSBBR nośników biomasy typu BioBall® (Aqua SZUT Polska). Przy obciążeniu reaktora ładunkiem związków organicznych na poziomie 0,84-0,978 g ChZT/(dm³-d) osiągnięto usuwanie związków organicznych, azotu i fosforu ogólnego na poziomie odpowiednio 96,9-98,7%, 81,3-92,0% i 90,4-96,9%. W układzie badawczym nie osiągnięto jednak pełnego usunięcia azotu, a nityfikacja nie doprowadziła do całkowitego utlenienia azotu amonowego. Efektywność nityfikacji uzależniona była bowiem od obciążenia reaktora azotem amonowym. Szybkość nityfikacji wynosiła od 0,038 do 0,056 mg N/dm³-d. Odnotowano istotną zależność liniową pomiędzy szybkością nityfikacji a obciążeniem N-NH₄⁺, co związane było z utrzymywaniem zmiennego ładunku w ściekach surowych. Stwierdzono również zależności pomiędzy zmiennym obciążeniem reaktora ładunkiem zanieczyszczeń a usuwaniem fosforu ze ścieków. Badania jednoznacznie wykazały, że zastosowanie złoża ruchomego w reaktorach porcjowych pozwala na utrzymanie wysokiej efektywności usuwania zanieczyszczeń ze ścieków, nawet

w warunkach kilkakrotnie zwiększonego ładunku zanieczyszczeń w dopływie przy tej samej objętości reaktora. Dodatkowa biomasa w postaci błony biologicznej w reaktorach SBR gwarantuje możliwość uzyskania stabilnego zintegrowanego usuwania związków węgla, azotu i fosforu ze ścieków.

Kolejny kierunek badań stanowiły testy w zakresie nowatorskich metod wspomaganie technologii tlenowego osadu granulowanego, poprawy stabilności wytworzonych tlenowych granul oraz efektywności oczyszczania ścieków w reaktorach GSBP przy zróżnicowanym obciążeniu substratowym układu.

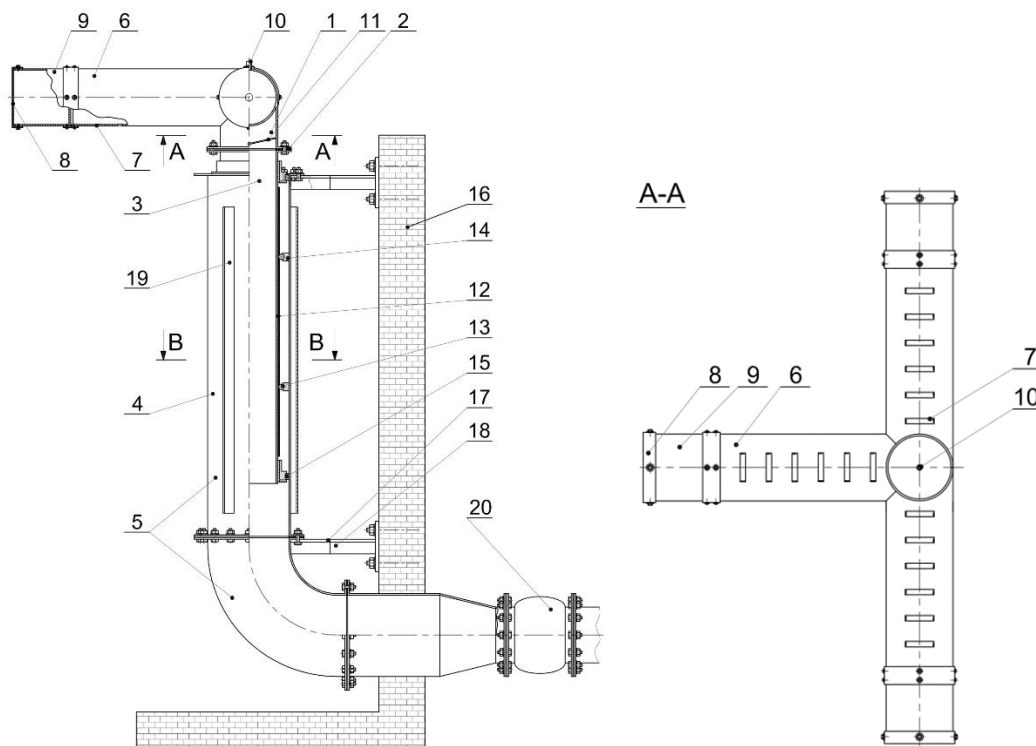
W ramach badań własnych dokonałem oceny technologicznej nowatorskiej konfiguracji reaktora SBR w aspekcie biogranulacji i efektywności oczyszczania ścieków w technologii tlenowego osadu granulowanego przy niskim obciążeniu ładunkiem zanieczyszczeń. W reaktorze SBR zastosowano wewnętrzną przegrodę krzyżakową w celu zmiany jego charakterystyki hydraulicznej. Modyfikacja klasycznego reaktora SBR poprzez zastosowanie przegrody krzyżakowej pozwoliła na stworzenie warunków hydraulicznych (zmiana proporcji H/D reaktora), które korzystnie wpłynęły na właściwości sedimentacyjne osadu i umożliwiły szybszy proces biogranulacji osadu (większe granule, wyższy udział objętościowy większych granul w objętości reaktora).

W kolejnych badaniach przeprowadziłem analizę efektywności biogranulacji oraz usuwania zanieczyszczeń ze ścieków w sekwencyjnym reaktorze porcjowym z tlenowym osadem granulowanym (reaktor GSBP, ang. *Granular Sequencing Batch Reactor*) wspomaganym pylistymi materiałami (keramzyt, wapień i granit) przy różnym obciążeniu ładunkiem zanieczyszczeń organicznych. Badania jednoznacznie wykazały, że dla przyjętych parametrów technologicznych układu GSBP, materiały pyliste miały pozytywny wpływ na proces biogranulacji i w konsekwencji na efektywność oczyszczania ścieków. Spośród zastosowanych materiałów pylistych najlepiej w technologii AGS sprawdził się keramzyt pylisty. W reaktorze GSBP z keramzytem pylistym osad granulowany był stabilny i prowadził do efektywnego usuwania związków węgla organicznego, azotu i fosforu ogólnego ze ścieków na poziomie odpowiednio $85,4 \pm 5,4\%$, $56,6 \pm 10,2\%$ i $56,8 \pm 9,9\%$ przy obciążeniu ładunkiem zanieczyszczeń rzędu $2,55 \pm 0,22$ g ChZT/(dm³·d), co w porównaniu z innymi układami GSBP dla ścieków komunalnych wydaje się być wynikiem zadowalającym.

Badania własne, w tym nadzór i obserwacja układów technologicznych SBR w warunkach rzeczywistych wykazały, że mimo uzyskania wysokiej efektywności usuwania zanieczyszczeń ze ścieków w reaktorach porcjowych nieprawidłowo zaprojektowane i eksploatowane wyposażenie techniczne może powodować wtórne zanieczyszczenia ścieków odprowadzanych do odbiornika. Dotyczy to przede wszystkim systemów dekantacji ścieków oczyszczonych. Stosowane aktualnie urządzenia do dekantacji ścieków charakteryzują się dosyć zróżnicowaną wydajnością, różnym zużyciem energii elektrycznej oraz skomplikowaniem rozwiązań technologicznych, nie zawsze potwierdzonym wysoką efektywnością odbioru ścieków, wskutek czego może nastąpić wtórne zanieczyszczenie ścieków w wyniku odprowadzania zawiesin i osadów pływających lub zasysania osadu zagęszczonego z dolnej części reaktora SBR. Przykładowo problematyczne podczas eksploatacji dekanterów z przewodem elastycznym jest zatrzymywanie się lub wytrącanie zawiesin w czasie przestoju urządzenia. Dlatego też konieczne staje się stosowanie efektywnych dekanterów ograniczających odbiór zawiesin lub osadu pływającego na powierzchni ścieków. Jednocześnie na znaczeniu zyskują obecnie urządzenia o niskiej energochłonności, prostej budowie i eksploatacji.

Jednym z autorskich rozwiązań jest dekanter teleskopowy (wynalazek 232373), który składa się z ruchomej rury zalewowej w postaci teleskopu, połączonej z zespołem pobierania ścieków. Zespół pobierania ścieków zawiera kanały wlotowe z otworami, przy czym kanały wlotowe w końcowej części

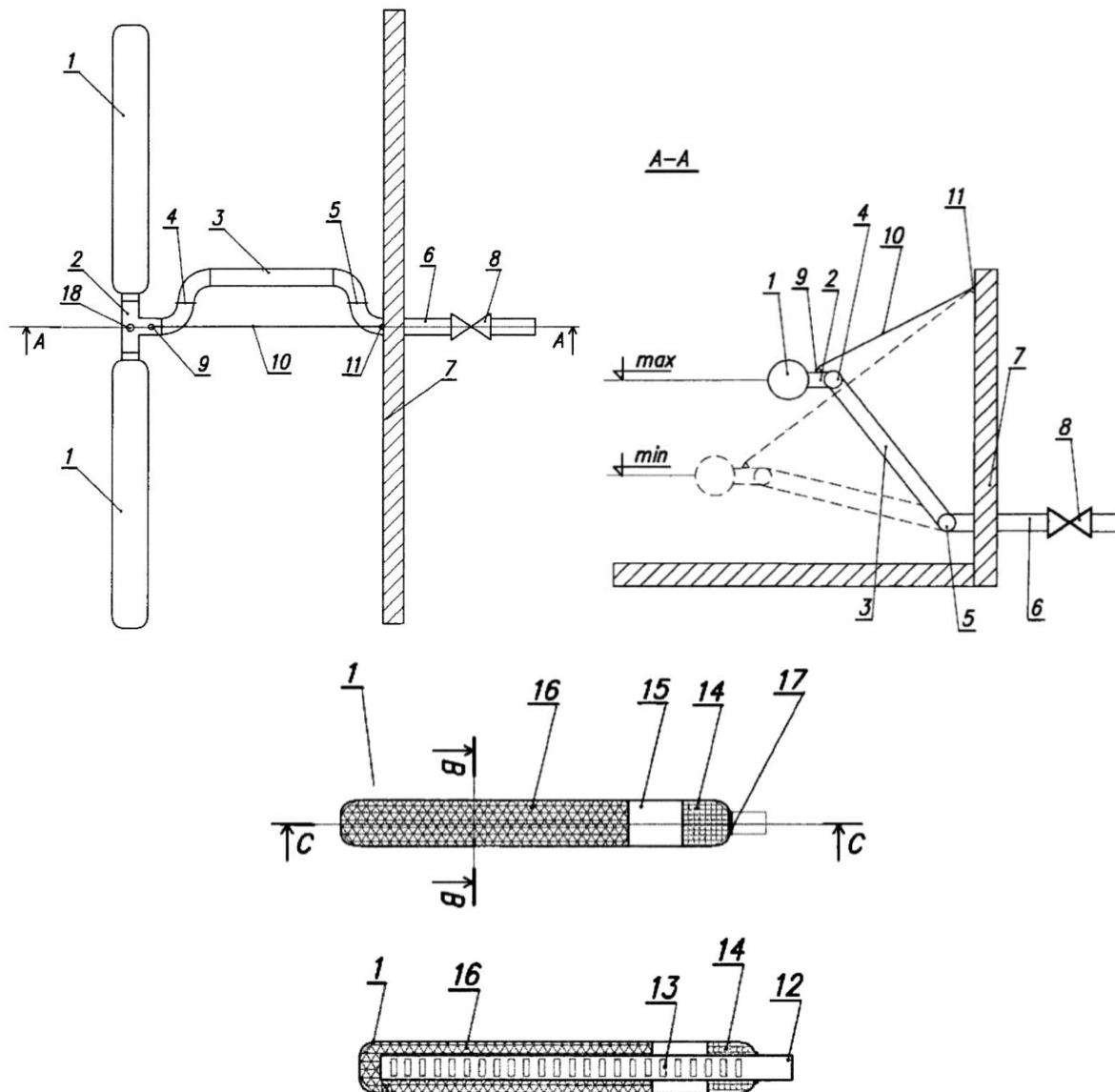
są zamknięte pokrywami i posiadają pływki zapewniające wyporność dekantera podczas pionowego ruchu w reaktorze SBR w czasie napełniania i dekantacji (Rys. 8).



Rys. 8. Dekanter teleskopowy; 1 – zespół, 2 – mocowanie kołnierzowe, 3 – rura zalewowa, 4 – górna część 16 – zbiornik, 5 – kanał odprowadzający, 6 – kanał wlotowy, 7 – otwór wlotowy, 8 – pokrywa, 9 – pływki, 10 – króciec odpowietrzający, 11 – kłapa zwrotna, 12 – listwa, 13 – element kulisty, 14 – bieżnia, 15 – uszczelka, 17 – wysięgnik, 18 – żebro, 19 – wzmocnienie usztywniające, 20 – zawór.

W górnej części zespołu pobierania ścieków znajduje się króciec odpowietrzający, natomiast wewnątrz tego zespołu jest kłapa zwrotna zabezpieczająca przed przepływem zwrotnym podczas fazy napełniania reaktora porcjowego. Zespół pobierania ścieków jest połączony z rurą zalewową, która posiada na obwodzie listwy połączone elementami kulistymi z bieżniami, które z kolei są rozmieszczone na obwodzie powierzchni wewnętrznej górnej części kanału odprowadzającego ścieki. Dodatkowo pomiędzy zewnętrzną częścią rury zalewowej a górną częścią kanału odprowadzającego są uszczelki ze zgarniaczami, a na zewnętrznej powierzchni górnej części kanału odprowadzającego są wzdłużne wzmocnienia usztywniające, przy czym na końcu kanału odprowadzającego jest zawór lub zasuwa służąca do uruchamiania odpływu z dekantera teleskopowego. Ruch dekantera względem ścieków w reaktorze SBR odbywa się grawitacyjnie z wykorzystaniem rury teleskopowej i pływaków umieszczonych w konstrukcji. Urządzenie nie posiada zewnętrznych pływaków zwiększających powierzchnię kontaktu urządzenia ze zwierciadłem ścieków, a pływki stanowią integralny, zespolony element kanału wlotowego. W porównaniu z aktualnie stosowanymi dekanterami ma prostą budowę i jest łatwe w eksploatacji. Zastosowanie mechanizmu teleskopowego pozwala na zmniejszenie wymiarów urządzeń odprowadzających ścieki oczyszczone w fazie dekantacji. W opracowanym rozwiązaniu dekantera teleskopowego nie jest konieczne stosowanie prowadnic rury teleskopowej.

Kolejnym nowatorskim rozwiązaniem sposobu odprowadzania ścieków z reaktora porcjowego jest dekanter pływający filtracyjny (wynalazek 235162) (Rys. 9).



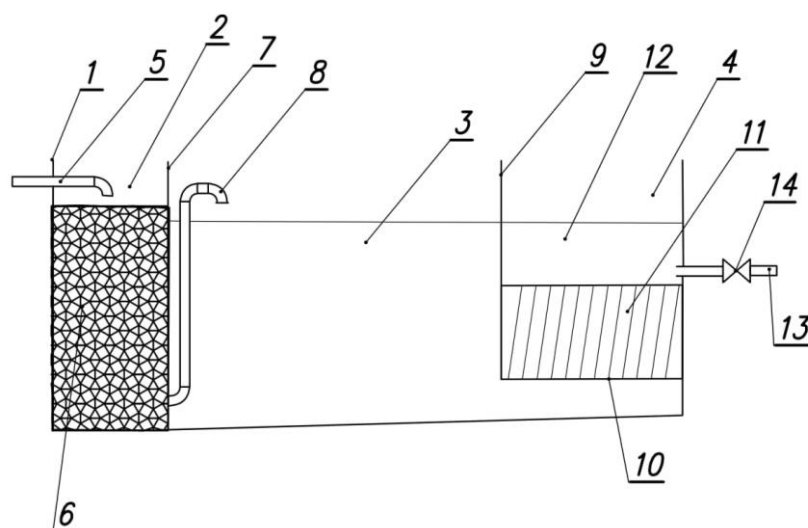
Rys. 9. Dekanter pływający filtracyjny (rzut z góry, przekrój A-A, przekroje przez kanał filtracyjny); 1 – kanał filtracyjny, 2 – łącznik główny, 3 – kanał odpływowy, 4 – pierwsze połączenie, 5 – drugie połączenie, 6 – rura wylotowa, 7 – ściana, 8 – zawór, 9 – pierwszy łącznik, 10 – lina elastyczna, 11 – drugi łącznik, 12 – rura filtracyjna, 13 – otwory wlotowe, 14 – kształtki, 15 – materiał tekstylny, 16 – siatka, 17 – zacisk, 18 – króciec odpowietrzający

Zasadniczym elementem dekantera są kanały filtracyjne służące do odprowadzania sklarowanych ścieków podczas fazy dekantacji. Są one połączone z kanałem odpływowym poprzez łącznik główny. Kanał odpływowy stanowi ruchome ramię, które jest samoczynnie podnoszone lub opuszczane w zależności od poziomu napełniania w reaktorze porcjowym, bowiem do łącznika głównego zamocowana jest elastyczna lina z zespołem napinającym. Zawór umieszczony na rurze wylotowej umożliwia regulację odpływu ścieków poprzez dekanter, a tym samym samoczynny ruch ramienia kanału odpływowego. Kanał filtracyjny pełni również funkcję pływaka do przemieszczania się dekantera. Kanał filtracyjny zawiera rurę filtracyjną z otworami wlotowymi w jej dolnej części, przy czym na powierzchni rury filtracyjnej rozmieszczone są kształtki z tworzywa sztucznego, a rura filtracyjna z kształtkami jest owinięta materiałem tekstylnym. Rura filtracyjna z kształtkami

Przedstawione powyżej rozwiązania techniczne dekanterów nie stwarzają ryzyka porywania i odprowadzania ze ściekami oczyszczonymi wysedymentowanego osadu czynnego. Dodatkowo urządzenia nie posiadają urządzeń pompowych, a elementem regulującym wydajność jest zawór zlokalizowany na rurociągu odpływowym, efektem czego jest grawitacyjny ruch dekantera. Dzięki temu urządzenia są łatwe w obsłudze, a z uwagi na prostotę elementów mechanicznych i elektrycznych mogą posiadać niskie zużycie energii.

Dodatkowym zabezpieczeniem przed nadmierną ilością zawieszin w ściekach oczyszczonych odprowadzanych z reaktora SBR może być zastosowanie zbiorników regulacyjno – uśredniających ścieki oczyszczone. Przemawia za tym fakt, że sekwencyjne reaktory porcjowe stosowane jako samodzielny element biologicznego oczyszczania ścieków nie zawsze zapewniają wysoki stopień usuwania zanieczyszczeń przy bardzo nieregularnym dopływie ścieków do oczyszczalni, co wykazały badania obiektu oczyszczalni typu SBR w Rabce-Zdroju. Dlatego też w celu poprawy efektywności usuwania zanieczyszczeń w oczyszczalniach z reaktorami porcjowymi rekomenduje się zastosowanie zbiorników uśredniających ścieki oczyszczone, które dodatkowo mogą doczyszczać ścieki z zanieczyszczeń szczątkowych, stanowiąc dodatkowy stopień oczyszczania ścieków.

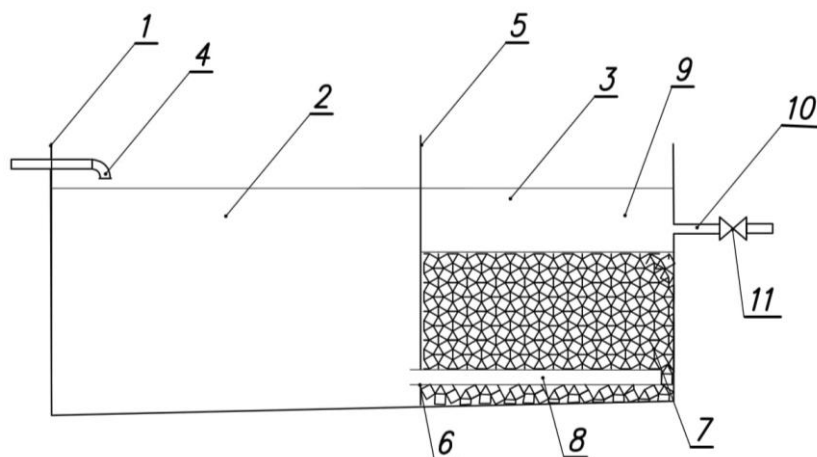
Jednym z takich rozwiązań technologicznych może być trzykomorowy zbiornik ścieków oczyszczonych (wynalazek 234945), w którym wydzielono strefy – filtracji, retencyjną, sedimentacyjną i odpływową (Rys. 11).



Rys. 11. Trzykomorowy zbiornik ścieków oczyszczonych 1 – obudowa, 2 – komora wlotowa, 3 – komora retencyjna, 4 – komora wylotowa, 5 – kanał dopływowy, 6 – filtr aktywny, 7 – pierwsza przegroda, 8 – rurociąg wylotowy, 9 – druga przegroda, 10 – dno, 11 – wkład wielostrumieniowy, 12 – przestrzeń gromadzenia ścieków odpływających do odbiornika, 13 – kanał odpływowy, 14 – zawór regulujący odpływ ścieków do odbiornika.

W komorze wlotowej umieszczony jest wielowarstwowy filtr aktywny wypełniony materiałami reaktywnymi do usuwania fosforu fosforanowego lub/i azotu amonowego ze ścieków w procesie sorpcji lub biosorpcji. W komorze retencyjnej ścieki są magazynowane. W komorze wylotowej umieszczony jest wkład wielostrumieniowy do usuwania zawieszin szczątkowych obecnych w ściekach po procesie sedimentacji. Szczątkowa ilość zawieszin sedimentuje na powierzchnię lamel wkładu wielostrumieniowego i zsuwa się do komory retencyjnej. Sklarowane ścieki gromadzone są w przestrzeni nad ścieki oczyszczone zlokalizowanej bezpośrednio nad wkładem wielostrumieniowym komory odpływowej. Rurociąg odpływowy regulowany zaworem pozwala na równomierne odprowadzanie ścieków podczyszczonych do odbiornika.

Innym rozwiązaniem jest dwukomorowy zbiornik ścieków oczyszczonych (wynalazek 240701), w którym można wyodrębnić strefy – retencyjną, filtracji i odpływową (Rys. 12). W komorze retencyjnej magazynowane są ścieki. W komorze wylotowej umieszczony jest wielowarstwowy filtr aktywny wypełniony materiałami reaktywnymi do usuwania fosforu fosforanowego lub/i azotu amonowego ze ścieków w procesie sorpcji lub biosorpcji. Przepływ przez filtr aktywny odbywa się w kierunku pionowym od dołu ku górze. Sklarowane ścieki gromadzone są w przestrzeni nad ścieki oczyszczone wydzielonej nad filtrem aktywnym komory odpływowej. Rurociąg odpływowy regulowany zaworem pozwala na równomierne odprowadzanie ścieków podczyszczonych do odbiornika.



Rys. 12. Dwukomorowy zbiornik ścieków oczyszczonych, 1 – obudowa, 2 – komora retencyjna, 3 – komora wylotowa, 4 – kanał dopływowy, 5 – przegroda, 6 – otwór, 7 – filtr aktywny, 8 – rura, 9 – przestrzeń, 10 – kanał odpływowy, 11 – zawór regulujący odpływ ścieków do odbiornika.

Ideą autorskich rozwiązań zbiorników ścieków oczyszczonych jest uśrednienie ilościowo-jakościowe ścieków odpływających z reaktorów SBR oraz ich podczyszczanie, jak również zabezpieczenie odbiornika ścieków przed przedostaniem się zanieczyszczeń. W proponowanych rozwiązaniach technologicznych materiałem reaktywnym stosowanym jako wypełnienie filtra aktywnego może być połączenie kilku sorbentów takich jak keramzyt, zeolit, wapień lub opoka, które w układzie wielowarstwowym umożliwią będą usuwanie fosforanów i azotu amonowego. Badania własne nad doczyszczaniem ścieków wykazały możliwość zastosowania w przedmiotowych zbiornikach ścieków oczyszczonych, syntetycznych kruszyw o właściwościach sorpcyjnych – kruszywa Certyd®, Filtralite® oraz kruszonej lawy wulkanicznej.

Podsumowanie

Wyniki przeprowadzonych badań pozwalają wskazać najważniejsze osiągnięcia oraz mój wkład w rozwój nauki:

- przeanalizowałem wpływ dynamiki dopływu ścieków do reaktorów SBR na efektywność usuwania zanieczyszczeń ze ścieków w warunkach rzeczywistych;
- przedstawiłem sposoby minimalizacji skutków nieregularnego dopływu ścieków do układu dwóch równolegle pracujących reaktorów SBR w aspekcie poprawy efektywności technologicznej oczyszczalni ścieków;
- przedstawiłem możliwości modyfikacji technologicznej sekwencyjnych reaktorów porcjowych w celu poprawy efektywności i stabilności biologicznego oczyszczania ścieków w przypadku zmiennego dopływu ładunku zanieczyszczeń do oczyszczalni ścieków, w szczególności:

- udowodniłem, że wykorzystanie porowatych nośników biomasy w postaci złoża ruchomego istotnie wspomaga procesy oczyszczania i może być efektywnym uzupełnieniem technologii osadu czynnego w reaktorach SBR;
- wykazałem przydatność ziarnistej formy keramzytu jako nośnik dodatkowej biomasy w sekwencyjnych reaktorach porcjowych, opracowałem rozwiązanie technologiczne w postaci ażurowego kosza ze złożem ruchomym do zastosowania w reaktorach porcjowych SBR (wzór użytkowy);
- wykazałem, że materiały pyliste wspomagają biogranulację tlenowego osadu granulowanego w sekwencyjnym reaktorze porcjowym, efektem czego jest stabilne usuwanie zanieczyszczeń ze ścieków przy zmiennym obciążeniu substratowym układu;
- opracowałem 3 nowatorskie rozwiązania techniczne dekanterów do odprowadzania ścieków oczyszczonych z sekwencyjnych reaktorów porcjowych (3 patenty);
- opracowałem 2 nowatorskie rozwiązania technologiczne zbiorników regulacyjno-uśredniających ścieki oczyszczone odprowadzane do odbiornika (2 patenty).

Przedstawione przeze mnie osiągnięcie naukowe wpisuje się w obszar nieomawianych dotychczas zagadnień modyfikacji technologicznej sekwencyjnych reaktorów porcjowych. Uzyskane wyniki badań wzbogacają aktualny stan wiedzy i techniki z dziedziny funkcjonowania technologii SBR.

Możliwość wykorzystania uzyskanych wyników

Zrealizowane badania własne oprócz istoty poznawczej posiadają również charakter użytkowy. Uzyskane efekty prac badawczych i wyniki badań mogą być wykorzystywane w praktyce podczas projektowania i budowy nowych, bądź modernizacji istniejących oczyszczalni ścieków pracujących w technologii SBR. Zaproponowane nowatorskie rozwiązania objęte ochroną patentową umożliwiają poprawę efektywności usuwania zanieczyszczeń w sekwencyjnych reaktorach porcjowych.

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

5.1. Działalność naukowo-badawcza prowadzona przed uzyskaniem stopnia doktora nauk technicznych

Studia rozpocząłem na Wydziale Budownictwa i Inżynierii Środowiska Politechniki Rzeszowskiej w 2001 r. na kierunku *inżynieria środowiska*. Podczas studiów zostałem asystentem stażystą w Zakładzie Inżynierii i Chemii Środowiska na Wydziale Budownictwa i Inżynierii Środowiska Politechniki Rzeszowskiej, gdzie mogłem przeprowadzać pierwsze badania naukowe, uczestnicząc zarówno w projekcie badawczym pt. „*Biogeochemiczne bilanse masowe C, N, P i Si, dystrybucja oraz związki pomiędzy izotopowymi składnikami materii organicznej w ekosystemie kaskady zbiorników zaporowych Solina – Myczkowce*” (KBN 2 PO4G 08427), jak także podczas letnich obozów naukowych w Polańczyku (lipiec, sierpień 2005 r.) organizowanych dla Koła Naukowego Inżynierii Środowiska PRZ pod opieką ówczesnego opiekuna KN – dra inż. Piotra Koszelnika. W tym samym Zakładzie realizowałem pracę dyplomową magisterską pt. „*Badania wpływu wybranych składników wody i osadów dennych na procesy sedymentacji i uwalniania fosforu z osadów dennych*” pod kierunkiem prof. dra hab. inż. Janusza Tomaszka. Podstawowym celem pracy było poznanie procesów i czynników kształtujących zawartość fosforu w wodach zbiornika solńskiego poprzez badanie przemian jakim on podlega, ze szczególnym uwzględnieniem sedymentacji i wydzielania z osadów dennych. Badania terenowe i laboratoryjne przeprowadzone w okresie od maja do listopada 2005 roku obejmowały

analizę wybranych wskaźników jakości wody i składników osadów w kontekście wpływu na procesy sedimentacji i uwalniania fosforu z osadów dennych. Badania wykazały zróżnicowanie przestrzenne składu osadów na procesy uwalniania fosforu, przy czym nie stwierdzono jakiegokolwiek wpływu wapnia zawartego w osadach na uwalnianie fosforu z osadów. Osady denne zbiornika solińskiego charakteryzują się znaczną ilością żelaza, tak więc przemiany fosforu wg cyklu fosforowo-żelazowego zachodzą w całym zbiorniku solińskim, jednak z różną i zmienną intensywnością. Pracę obroniłem w lipcu 2006 roku. W czerwcu 2006 roku za wyniki w nauce i działalność w Kole Naukowym Inżynierii Środowiska zostałem uhonorowany Nagrodą Rektora Politechniki Rzeszowskiej, a po ukończeniu studiów w grudniu 2006 roku Medalem im. Ignacego Łukasiewicza „PRIMUS INTER PARES” dla najlepszego absolwenta Wydziału Budownictwa i Inżynierii Środowiska Politechniki Rzeszowskiej w roku akademickim 2005/2006. Dodatkowo byłem finalistą X edycji ogólnopolskiego konkursu Fundacji im. Nowickiego na najlepszych absolwentów wyższych uczelni w dziedzinie ochrony środowiska (listopad 2006 r.). W ramach pracy na stanowisku asystenta stażysty powstały 3 referaty naukowe, zaprezentowane na konferencji w Jeleniej Górze oraz w Polańczyku (Zał. 4, kod: II.G.I.39, II.G.II.79, II.G.II.80).

Po ukończeniu studiów magisterskich na Wydziale Budownictwa i Inżynierii Środowiska w 2006 r. zostałem zatrudniony w Zakładzie Inżynierii i Chemii Środowiska na Wydziale Budownictwa i Inżynierii Środowiska Politechniki Rzeszowskiej na etacie inżynierskim na stanowisku technologa. Uczestniczyłem wówczas w organizowaniu laboratoriów dydaktycznych i badawczych oraz zajęciach dydaktycznych prowadzonych w Zakładzie Inżynierii i Chemii Środowiska. Okres ten był niezwykle ważny, ponieważ pozwolił mi zapoznać się z warsztatem pracy badawczej, doskonalić techniki analityczne i nauczyć planowania eksperymentu. Uczestniczyłem w pracach badawczych realizowanych przez zespół naukowy Pana Profesora Janusza Tomaszka. W tym okresie uczestniczyłem jako pracownik pomocniczy w projekcie badawczym zamawianym pt. *„Nowe metody i technologie dezodoryzacji w produkcji przemysłowej, rolnej i gospodarce komunalnej. Nowe preparaty biotechnologiczne i chemiczne dla znaczącego zmniejszenia odorów w procesach utylizacji i składowania odpadów powstających na oczyszczalniach ścieków”* (Zał. 4, kod: II.I.11). Wyniki prowadzonych w tym okresie badań opisano w publikacjach (Zał. 4, kod: II.D.I.20, II.D.III.66) oraz zaprezentowano na konferencjach naukowych (Zał. 4, kod: II.G.I.38).

We wrześniu 2008 roku zostałem zatrudniony na stanowisku asystenta w Katedrze Inżynierii i Chemii Środowiska na Wydziale Budownictwa i Inżynierii Środowiska Politechniki Rzeszowskiej. Tematyka naukowa obejmowała zagadnienia oczyszczania ścieków i utylizacji osadów ściekowych, jak także ochrony ekosystemów wodnych (Zał. 4, kod: II.B.II.17, II.B.II.18, II.B.II.19, II.D.I.17, II.D.I.18, II.D.I.19, II.D.III.50, II.D.III.51, II.D.III.52, II.D.III.53, II.D.III.54, II.D.III.56, II.D.III.57, II.D.III.58, II.D.III.59, II.D.III.60, II.D.III.62, II.D.III.63, II.D.III.64, II.G.I.26, II.G.I.27, II.G.I.28, II.G.I.29, II.G.I.30, II.G.II.57, II.G.II.59, II.G.II.61, II.G.II.62, II.G.II.63, II.G.II.64, II.G.II.66, II.G.II.67, II.G.II.73, II.G.II.74, II.G.II.75, II.G.II.76, II.G.II.77). Kontynuowałem prace badawcze w zakresie eliminacji odorów podczas przetwarzania odpadów ściekowych. Efektem prac badawczych było m.in. wdrożenie technologii przetwarzania osadów ściekowych z dodatkiem biopreparatu EM w oczyszczalni ścieków w Horyńcu-Zdroju (Zał. 4, kod: III.D.3). W latach 2009 – 2012 uczestniczyłem w realizacji projektu badawczego pt. *„Emisja węglowych gazów szklarniowych z osadów dennych wybranych zbiorników zaporowych”* (Zał. 4, kod: II.I.10). Wyniki prowadzonych badań z tego okresu opisano w publikacjach (Zał. 4, kod: II.B.II.20, II.D.I.16) oraz zaprezentowano na konferencjach naukowych (Zał. 4, kod: II.G.I.24, II.G.I.25, II.G.I.34, , II.G.I.36, II.G.I.37, II.G.II.65, II.G.II.69, II.G.II.71, II.G.II.72, II.G.II.78). W tym okresie zainteresowałem się także tematyką sekwencyjnych reaktorów porcjowych, efektem czego była praca

na temat innowacyjnych rozwiązań reaktorów SBR (Załącznik 4, kod: II.D.III.65). Razem z prof. dr hab. inż. Januszem Tomaszkiem podjęliśmy się próby uporządkowania i sklasyfikowania innowacyjnych rozwiązań reaktorów SBR. Była to pierwsza publikacja w Polsce na ten temat, a praca ta stanowiła podstawę moich dalszych badań naukowych. Od początku mojej pracy naukowej koncentrowałem się na zagadnieniach związanych z poszukiwaniem rozwiązań technologicznych wpływających na poprawę efektywności procesów oczyszczania ścieków poprzez jednoczesne wykorzystanie czynników biologicznych, fizycznych i chemicznych. W 2009 roku podjąłem nowatorską problematykę złoża ruchomego w technologii ścieków z wykorzystaniem niestosowanych do tej pory mineralnych nośników biomasy – spieczonej gliny w formie keramzytu (Załącznik 4, kod: II.G.I.31, II.G.I.32, II.G.I.35, II.G.II.70, III.C.II.4, III.C.II.5). Tematyka badawcza ewoluowała w kierunku zastosowania mineralnych substancji pylistych w technologii osadu czynnego (Załącznik 4, kod: II.D.III.55). Wyniki prowadzonych badań laboratoryjnych oraz testów w skali technicznej umożliwiły mi wszczęcie przewodu doktorskiego na Wydziale Geodezji Górniczej i Inżynierii Środowiska w Akademii Górniczo – Hutniczej w Krakowie w czerwcu 2011 roku. Od czerwca 2011 r. do grudnia 2013 r. byłem kierownikiem grantu badawczego pt. „Wspomaganie technologii osadu czynnego pylistym keramzytem w sekwencyjnym reaktorze porcjowym” (Załącznik 4, kod: II.I.9), który pozwolił mi na kontynuację badań i przygotowanie rozprawy doktorskiej. Celem pracy doktorskiej była ocena wpływu pylistej formy keramzytu na technologię osadu czynnego w aspekcie poprawy stabilności i intensyfikacji biologicznego oczyszczania ścieków metodą osadu czynnego realizowanego w sekwencyjnym reaktorze porcjowym SBR. Przeprowadzono kompleksowe prace badawcze nad przydatnością pyłu keramzytowego w technologii ścieków. Badania obejmowały analizę fizyczno-chemiczną pylistej frakcji keramzytu, badania wpływu wybranych materiałów pylistych oraz koagulantów chemicznych na właściwości sedymentacyjne osadu czynnego i ich porównanie w aspekcie technologicznym i ekonomicznym. Zasadnicze badania stosowalności keramzytu pylistego w sekwencyjnym reaktorze porcjowym przeprowadzono w skali laboratoryjnej oraz w warunkach rzeczywistych w oczyszczalni ścieków komunalnych w Nowym Żmigrodzie. Określono efektywność usuwania węgla organicznego, azotu i fosforu ogólnego ze ścieków komunalnych w reaktorze SBR wspomaganym pylistym keramzytem, a także wpływ keramzytu pylistego na właściwości sedymentacyjne osadu czynnego w aspekcie ograniczenia jego pęcznienia i powstawania piany oraz określenie wpływu keramzytu pylistego na pojemność cieplną warunkującą rozwój mikroorganizmów osadu czynnego w bioreaktorze. Przeprowadzone badania wykazały, że stosowanie pylistego keramzytu usprawnia oczyszczanie ścieków metodą osadu czynnego pod względem technologicznym, mikrobiologicznym i biochemicznym prowadząc do zwiększenia efektywności i poprawy stabilności przebiegu procesów biochemicznych usuwania zanieczyszczeń ze ścieków. Efektem prac badawczych było wdrożenie technologii w jednym z reaktorów SBR w oczyszczalni ścieków w Nowym Żmigrodzie (Załącznik 4, kod: III.D.2), jak również uzyskanie patentu krajowego (Załącznik 4, kod: III.C.I.10). Pracę doktorską obroniłem z wyróżnieniem w grudniu 2013 roku uzyskując dyplom doktora nauk technicznych w dyscyplinie inżynierii środowiska, nadany uchwałą Rady Wydziału Geodezji Górniczej i Inżynierii Środowiska Akademii Górniczo – Hutniczej w Krakowie. Wyniki uzyskane podczas prac badawczych przeprowadzonych w okresie realizacji pracy doktorskiej zostały opisane w następujących publikacjach (Załącznik 4, kod: II.B.I.2, II.B.II.14, II.B.II.16, II.D.I.12, II.D.III.32, II.D.III.35, II.D.III.40, II.D.III.41, II.D.III.44, II.D.III.49) oraz zaprezentowane na konferencjach naukowych (Załącznik 4, kod: II.G.I.21, II.G.I.33, II.G.II.31, II.G.II.46, II.G.II.48, II.G.II.49, II.G.II.56, II.G.II.58, II.G.II.60, II.G.II.68). Za uzyskanie stopnia naukowego doktora otrzymałem w 2014 roku nagrodę JM Rektora Politechniki Rzeszowskiej. Moja praca doktorska została uhonorowana Nagrodą Prezesa Rady Ministrów za wyróżnioną rozprawę doktorską (9 lutego 2015 r.). Z kolei opracowana w ramach pracy

doktorskiej technologii oczyszczania ścieków była wielokrotnie nagradzana i wyróżniana na targach i wystawach zdobywając wyróżnienie w konkursie „Ekoinnowacje 2013” (Kongres „Ekoinnowacje w ochronie środowiska 2013, Kielce, 22 października 2013 r.), Godło EKO-INSPIRACJA 2013 oraz nagrodę I stopnia w kategorii Produkt w ramach plebiscytu „Odpowiedzialnie z Naturą” (Warszawa, 6 lutego 2014 r.), oraz wyróżnienie w Konkursie INNOWACJE 2014 na 10. Targach Techniki Przemysłowej, Nauki i Innowacji TECHNICON INNOWACJE (Gdańsk, 24 października 2014 r.). Moja aktywność naukowa charakteryzująca okres pracy na stanowisku asystenta została doceniona poprzez przyznanie w 2010 i 2012 roku zespołowej nagrody JM Rektora Politechniki Rzeszowskiej.

Współpraca międzynarodowa, którą podejmowałem w okresie pracy naukowej przed uzyskaniem stopnia doktora opierała się przede wszystkim na kontaktach z partnerami zagranicznymi w ramach przygotowania wniosku na potrzeby konkursu Komisji Europejskiej w ramach 7 Programu Ramowego „Integration of research entities from the EU’s Convergence and Outermost regions in the ERA and enhancement of their innovation potential”. W roku 2011 współpracowałem z partnerami z Holandii (Delft University of Technology, Netherlands Institute of Ecology), Włoch (University of Cagliari, University of Florence) i Szwecji (University of Uppsala) nad przygotowaniem wspólnego projektu pt. „Advanced wastewater treatment technologies and integrated management of water ecosystems” (FP7-REGPOT-2012-2013-1). Zostałem zgłoszony w projekcie jako lider jednego z zadań. Projekt uzyskał pozytywne rekomendacje (10 punktów na 15 możliwych do uzyskania), jednak ostatecznie nie uzyskał finansowania.

W 2009 roku aktywnie uczestniczyłem w opracowaniu wniosku projektowego pt. „Nowe kompozytowe materiały budowlane z odpadów mineralnych i organicznych” w ramach konkursu PO Innowacyjna Gospodarka 1.1.2, NCBiR (konsorcjum: Politechnika Rzeszowska; Politechnika Śląska; Instytut Mechanizacji Budownictwa i Górnictwa Skalnego w Warszawie (obecnie Sieć Badawcza Łukasiewicz - Instytut Mechanizacji Budownictwa i Górnictwa Skalnego); AGH w Krakowie; Instytut Szkła, Ceramiki, Materiałów Ogniotrwałych i Budowlanych w Warszawie (obecnie Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Ceramiki i Materiałów Budowlanych).

5.2. Działalność naukowo-badawcza prowadzona po uzyskaniu stopnia doktora nauk technicznych

Po uzyskaniu stopnia doktora nauk technicznych, w marcu 2014 r. zostałem zatrudniony na stanowisku adiunkta w Zakładzie (Katedrze) Inżynierii i Chemii Środowiska na Wydziale Budownictwa i Inżynierii Środowiska Politechniki Rzeszowskiej, a następnie od 1 listopada 2019 r. do 31 marca 2022 r. na stanowisku profesora uczelni w grupie pracowników badawczo-dydaktycznych. Od 1 kwietnia 2022 r. do chwili obecnej zatrudniony jestem na stanowisku adiunkta w grupie pracowników badawczo-dydaktycznych w tejże Katedrze.

Przez cały okres pracy moje zainteresowania naukowe dotyczyły zagadnień ściśle związanych z funkcjonowaniem systemów i procesów oczyszczania ścieków. Po uzyskaniu stopnia naukowego doktora kontynuowałem podjętą wcześniej tematykę badawczą w zakresie sekwencyjnych reaktorów porcjowych oraz stosowania mineralnych substancji pylistych w technologii ścieków. Ponadto podejmowana przeze mnie tematyka badań została rozszerzona o wykorzystanie osadów ściekowych w celach nawozowych, aplikację substancji pylistych w osadach ściekowych oraz w technologii tlenowego osadu granulowanego. Prace badawcze realizowałem jako wykonawca w ramach prac finansowanych ze środków budżetowych na prace statutowe Politechniki Rzeszowskiej (Zał. 4, kod: II.O.1, II.O.2, II.O.3, II.O.4, II.O.5) oraz w ramach projektów badawczych finansowanych ze źródeł zewnętrznych (Zał. 4, kod: II.I.3, II.I.4, II.I.5, II.I.6, II.I.7). Efektem mierzalnym mojej pracy naukowej są

wewnętrzne raporty (niepublikowane) z prac badawczych oraz artykuły naukowe i wystąpienia konferencyjne. Równocześnie z powstawaniem artykułów naukowych w czasopismach z tzw. listy filadelfijskiej czy indeksowanych w bazie WoS/Scopus powstało szereg artykułów prezentujących wyniki moich badań także w czasopismach o niższym prestiżu naukowym, jednak publikacje te przybliżyły przedmiot badań szerszej grupie odbiorców.

Badania naukowe związane z funkcjonowaniem systemów oczyszczania ścieków skupiały się przede wszystkim na analizie efektywności technologicznej układów usuwania zanieczyszczeń ze ścieków, zwłaszcza usuwania związków biogenych i ochrony środowiska wodnego (Zał. 4, kod: II.B.I.3, II.B.II.1, II.B.II.2, II.B.II.4, II.B.II.7, II.B.II.11, II.B.II.12, II.B.II.15, II.D.I.10, II.D.III.7, II.D.III.9, II.D.III.14, II.D.III.17, II.D.III.22, II.D.III.23, II.D.III.24, II.D.III.31, II.D.III.34, II.D.III.38, II.D.III.39, II.D.III.42, II.D.III.43, II.D.III.47, II.G.I.22, II.G.I.23, II.G.II.3, II.G.II.17, II.G.II.29, II.G.II.36, II.G.II.38, II.G.II.39, II.G.II.40, II.G.II.50, II.G.II.55). Zagadnienia związane z tematyką sekwencyjnych reaktorów porcjowych zostały przedstawione w monografii (Zał. 4, kod: II.A.1). Swoje badania ukierunkowałem także na nierównomierność i zmienność dopływu ścieków do oczyszczalni (Zał. 4, kod: II.B.II.9, II.D.III.6, II.D.III.8, II.D.III.18, II.D.III.29, II.D.III.30, II.D.III.33, II.D.III.36, II.D.III.48, II.G.II.21, II.G.II.53), a uzyskane wyniki stanowiły wstęp do badań, których rezultatem jest monografia pt. „Zmiany technologiczne w sekwencyjnych reaktorach porcjowych w celu poprawy efektywności usuwania zanieczyszczeń ze ścieków” stanowiąca podstawę do ubiegania się o stopień doktora habilitowanego, co opisano w punkcie 4.2 autoreferatu.

Kontynuacją badań w zakresie wspomagania technologii osadu czynnego z wykorzystaniem substancji pylistych były m.in. testy nad przydatnością różnych substancji sproszkowanych (Zał. 4, kod: II.D.III.45), osadów potechnologicznych z uzdatniania wody (Zał. 4, kod: II.D.I.14) oraz mleka cementowego (Zał. 4, kod: II.D.I.11).

Już w trakcie przygotowania pracy doktorskiej rozpocząłem badania w zakresie możliwości wykorzystania osadów ściekowych w celach nawozowych. Uzyskane rezultaty opisane w kilkunastu publikacjach (Zał. 4, kod: II.B.II.5, II.B.II.6, II.B.II.8, II.B.II.13, II.D.I.15, II.D.II.7, II.D.II.8, II.D.III.11, II.D.III.20, II.D.III.26, II.D.III.28, II.D.III.37, II.D.III.46) oraz zaprezentowane na konferencjach naukowych i technicznych (Zał. 4, kod: II.G.I.20, II.G.II.16, II.G.II.33, II.G.II.37, II.G.II.45, II.G.II.51, II.G.II.54) przyczyniły się do rozwoju badań w zakresie przeróbki osadów ściekowych, co przedstawiono w dalszej części autoreferatu.

Jednym z kierunków badań było zastosowanie ubocznych produktów spalania biomasy (UPS_b) w aspekcie intensyfikacji procesu odwadniania osadów ściekowych. Zostały one zrealizowane w ramach projektu badawczego, którego byłem wykonawcą (Zał. 4, kod: II.O.3). Badania polegały na ocenie oddziaływania popiołów pochodzących ze spalania biomasy na zmianę charakterystyki reologicznej osadów ściekowych w kontekście ich zagęszczania, odwadniania i higienizacji. Jako materiał badawczy zastosowano wybrane uboczne produkty spalania biomasy – popiół z elektrociepłowni opalanej biomasą drzewną (PE), popiół ze spalania balotów ze słomy pszenicznej (PS), popiół ze spalania polan drewna bukowego (PB) oraz popiół ze spalania zrębki wierzby energetycznej *Salix viminalis* sp. Przeprowadzone badania wykazały przydatność UPS_b w aspekcie poprawy efektywności procesu zagęszczania i odwadniania osadów ściekowych. Względem surowego osadu ściekowego, dodatek popiołu spowodował obniżenie udowodnienia i oporu właściwego filtracji oraz wzrost objętości uzyskanych filtratów. Wykazano, że aplikacja wysokich dawek UPS_b (> 15 g/dm³) wpłynęła znacząco na poprawę efektywności procesów przeróbki osadów ściekowych. Z kolei aplikacja małych ilości popiołów skutkowała nieznaczną poprawą efektywności procesów zagęszczania i odwadniania osadów. Kondycjonowanie osadów z użyciem popiołów ze spalania biomasy do osadów

ściekowych wpłynęło również na zmianę ich charakterystyki mikrobiologicznej i reologicznej. Aplikacja popiołów ze spalania biomasy skutkowała zmniejszeniem liczebności mikroorganizmów chorobotwórczych w osadach, przy czym najlepsze rezultaty uzyskano dla najwyższych dawek popiołu. Dozowanie UPS_b wpłynęło na wzrost naprężeń stycznych oraz spadek lepkości osadów względem próby bez dodatku materiału pylistego. Uzyskane wyniki badań zostały m.in. opisane publikacjach (Zał. 4, kod: II.B.II.3, II.D.I.9, II.D.I.13, II.D.II.3, II.D.II.4, II.D.II.6, II.D.III.16, II.D.III.19, II.D.III.21) oraz zaprezentowane na konferencjach naukowych o zasięgu międzynarodowym (Zał. 4, kod: II.G.I.11, II.G.I.12, II.G.I.13, II.G.I.14, II.G.I.16, II.G.I.17, II.G.I.19), jak i krajowym (Zał. 4, kod: II.G.II.35, II.G.II.43). Przeprowadzono także testy biologiczne nad wpływem mieszaniny osadowo-popiołowej na wzrost roślin, ze szczególnym uwzględnieniem roślin wieloletnich o przeznaczeniu energetycznym, efektem czego było uzyskanie patentu na nawóz osadowo-popiołowy (Zał. 4, kod: III.C.I.5). W ramach zrealizowanego tematu badawczego została wykonana praca doktorska mgr inż. Marty Wójcik pt. „*Analiza efektywności kondycjonowania osadów ściekowych popiołami ze spalania biomasy*”, której byłem promotorem pomocniczym (Politechnika Rzeszowska, WBIŚIA, 2018 r.).

Tematyka przetwarzania osadów ściekowych rozwijana była w ramach realizacji projektu badawczego pt. „*Opracowanie nawozu organiczno-mineralnego na bazie osadów ściekowych z dodatkiem mikroskładników mineralnych*” pod moim kierownictwem (Zał. 4, kod: II.I.7). Wyniki uzyskane podczas realizacji projektu przedstawiono w następujących publikacjach naukowych (Zał. 4, kod: II.D.III.4, II.D.III.5) oraz na konferencjach (Zał. 4, kod: II.G.I.4, II.G.II.1, II.G.II.5, II.G.II.6, II.G.II.7, II.G.II.10, II.G.II.13). Efektem realizacji badań było też uzyskanie patentu (Zał. 4, kod: III.C.I.1) oraz dokumentacja techniczna instalacji do wytwarzania nawozu organiczno-mineralnego (Zał. 4, kod: III.B.2). W tym samym obszarze badań w ramach projektu badawczego „*Technologia produkcji bionawozu z wykorzystaniem odpadów komunalnych przy użyciu Eisenia fetida w oparciu o diagnostykę nematologiczną*” (Zał. 4, kod: II.I.3) prowadziłem badania m.in. nad kompostowaniem i wermikompostowaniem odpadów biodegradowalnych, w tym komunalnych osadów ściekowych w kierunku wytwarzania nawozu organicznego. Projekt zakończył się w styczniu 2023 r., a uzyskane wyniki badań są w aktualnie analizowane i interpretowane w odniesieniu do założonych celów. W ramach projektu dokonano zgłoszenia patentowego (Zał. 4, kod: III.C.III.1).

Szczególnie zachęcające wyniki badań w zakresie stosowania substancji pylistych w technologii osadu czynnego były podstawą do podjęcia nowego tematu jakim była intensyfikacja procesu biogranulacji osadu w warunkach tlenowych. Powody, dla których podjąłem się realizacji tych badań przedstawiłem na początku niniejszego autoreferatu w rozdziale 4.2, opisując badania zaprezentowane w monografii pt. „*Zmiany technologiczne w sekwencyjnych reaktorach porcjowych w celu poprawy efektywności usuwania zanieczyszczeń ze ścieków*”, którą wskazałem jako dzieło będące podstawą do ubiegania się o uzyskanie stopnia naukowego doktora habilitowanego. W powyższej monografii zaprezentowano jedynie część wyników z realizowanych badań związanych z aplikacją substancji pylistych w technologii AGS. Inne opublikowane prace z tej tematyki dotyczą zagadnień nie ujętych w tej monografii, bądź zawierają wyniki uzyskane w trakcie badań wstępnych. Z uwagi na bardzo szeroki wachlarz realizowanych prac badawczych, prezentowane w pozostałych publikacjach i wystąpieniach konferencyjnych zagadnienia dotyczyły mechanizmów biogranulacji w warunkach laboratoryjnych, jak również obejmowały zagadnienia poboczne, np. wpływ zawartości Ca i Mg na biogranulację (Zał. 4, kod: II.B.II.10, II.D.III.27, II.G.I.7, II.G.I.10, II.G.I.18, II.G.II.25, II.G.II.41, II.G.II.44, II.G.II.47, II.G.II.52). Przeprowadzone badania pozwoliły na przygotowanie pracy doktorskiej mgr inż. Joanny Czarnoty pt. „*Wspomaganie technologii tlenowego osadu granulowanego materiałami*

pylistymi”, której byłem promotorem pomocniczym (Politechnika Rzeszowska, WBIŚiA, 2018 r.). Dodatkowo efektem zrealizowanych badań było zgłoszenie patentowe (Załącznik 4, kod: III.C.III.21).

Z uwagi na rosnące zainteresowanie odnawialnymi źródłami energii mój rozwój naukowy oraz realizowane prace badawcze ewoluowały w kierunku wykorzystania osadów ściekowych w procesie fermentacji, ko-fermentacji i poprawy efektywności energetycznej oczyszczalni ścieków. Wyniki badań przedstawiono w publikacjach (Załącznik 4, kod: II.B.I.1, II.D.I.5, II.D.I.6, II.D.II.1, II.D.II.5, II.D.III.1, II.D.III.3, II.D.III.10, II.D.III.13, II.D.III.15) oraz zaprezentowano na konferencjach (Załącznik 4, kod: II.G.I.2, II.G.I.5, II.G.I.6, II.G.I.8, II.G.I.15, II.G.II.2, II.G.II.4, II.G.II.11, II.G.II.12, II.G.II.14, II.G.II.15, II.G.II.18, II.G.II.19, II.G.II.20, II.G.II.22, II.G.II.23, II.G.II.24, II.G.II.26, II.G.II.27, II.G.II.28, II.G.II.30, II.G.II.32, II.G.II.34). Realizacja wybranych prac możliwa była przy współpracy z innymi ośrodkami naukowymi – Politechniką Warszawską, Politechniką Lubelską oraz Uniwersytetem Rolniczym w Krakowie.

Kolejnym kierunkiem rozwoju naukowego, który podjąłem się badań i zacząłem zgłębiać było poszukiwanie nowych, nie stosowanych do tej pory, materiałów naturalnych do usuwania fosforu ze ścieków. Analiza tematu skłoniła mnie do aplikacji cementu portlandzkiego. Przeprowadzony eksperyment wykazał możliwość usuwania fosforanów z roztworu modelowego i ścieków komunalnych odpowiednio na poziomie 97,2% oraz 96,3%, przy czym najwyższą efektywność uzyskano przy dawkowaniu cementu portlandzkiego popiołowego CPP przy pH=11,0. W świetle swoich badań stwierdziłem, że cement portlandzki może stanowić alternatywny reagent względem wapna lub koagulantów do strącania fosforu ze ścieków (Załącznik 4, kod: II.D.III.25, II.G.II.42). W innych badaniach do usuwania fosforu ze ścieków testowałem z kolei mączkę ceglaną i pylisty keramzyt (Załącznik 4, kod: II.D.II.2, II.G.I.9), lawę, lekkie kruszywo spieczone i ekspandowaną glinę (Załącznik 4, kod: II.D.III.2). Przeprowadzony przegląd literatury w zakresie usuwania fosforu z roztworów wodnych (Załącznik 4, kod: II.D.I.8) ukierunkował moje badania na materiały mineralne poddawane uprzednio obróbce termicznej w procesie wysokotemperaturowej kalcynacji. Takim materiałem okazał się trawertyn i margiel. Badane materiały naturalne poddano obróbce termicznej (500–1000°C), która wyraźnie zwiększa ich efektywność usuwania fosforu (ponad 99% redukcji tego pierwiastka w zakresie temperatur >650°C), rozszerza możliwość ich zastosowania w różnym zakresie warunków, stężeń fosforu i technologii oczyszczania. Efekty prac badawczych zostały opisane w pracach (Załącznik 4, kod: II.D.I.2, II.D.I.4) oraz zaprezentowane na konferencjach (Załącznik 4, kod: II.G.I.1, II.G.I.3, II.G.II.8). Dodatkowym rezultatem badań było opracowanie dwóch zgłoszeń patentowych (Załącznik 4, kod: III.C.III.12, III.C.III.13).

Ostatnim dotychczas etapem mojej działalności naukowej są badania w zakresie gospodarki cyrkulacyjnej w oczyszczalni ścieków. W latach 2021-2022 byłem kierownikiem dwóch projektów badawczych w tej tematyce. Projekt badawczy pt. „*Materiał budowlany wytwarzany z komunalnych osadów ściekowych*” (Załącznik 4, kod: II.I.4) dotyczył opracowania technologii unieszkodliwiania osadów ściekowych w kierunku wytwarzania produktu w postaci materiału recyklingowego do zastosowania w budownictwie np. przy produkcji betonów lekkich, zapraw, mieszanek bitumicznych, w robotach geotechnicznych, jak również w rolnictwie jako podłoże upraw rolniczych (hydroponika), materiał drenarski oraz podbudowa przy tworzeniu „zielonych tarasów”. W ramach badań wytypowano substraty odpadowe do zastosowania w produkcji materiału recyklingowego takie jak: komunalny osad ściekowy, osad denny z bagrowania zbiorników wodnych, odpadowy piasek formierski (odpad z odlewnictwa metali), odpady ziarniste z piaskowników z oczyszczalni ścieków (tzw. piasek z piaskowników), odpadowa wełna mineralna z ogrodnictwa, piasek pochodzący z czyszczenia placów i ulic oraz fusy z kawy. Przeprowadzono testy laboratoryjne w zakresie określenia składu mieszaniny odpadów (różne proporcje materiałów odpadowych, od 10 do 80% m/m, temperatury (700 -1200 °C) i czasu wypalania materiału recyklingowego (od 1 do 2,5 godzin). Otrzymano około 80 różnych

rodzajów gotowego materiału, który charakteryzował się zróżnicowanymi właściwościami fizyczno-mechanicznymi i wizualnymi. Na podstawie selekcji wytypowano zoptymalizowany skład mieszaniny surowców do produkcji materiału recyklingowego. W ramach projektu opracowano 4 zgłoszenia patentowe dotyczące receptury wytwarzania materiału recyklingowego (Zał. 4, kod: III.C.III.6, III.C.III.7, III.C.III.8, III.C.III.9). Z kolei drugi projekt badawczy „*Środek poprawiający właściwości gleb wytwarzany z odcieków z beztlenowej przeróbki osadów ściekowych*” (Zał. 4, kod: II.I.5) dotyczył przetwarzania odcieków generowanych z odwadniania osadów ściekowych poddawanych beztlenowej fermentacji w oczyszczalniach ścieków w preparat płynny o właściwościach nawozowych. Celem badań było opracowanie technologii wytwarzania preparatu płynnego do nawożenia gleb i roślin, który może znaleźć zastosowanie w rolnictwie, ogrodnictwie, sadownictwie i szkółkarstwie. W ramach badań przeprowadzono testy laboratoryjne w zakresie uzyskania preparatu płynnego z odcieków z odwadniania osadów ściekowych z wykorzystaniem procesu filtracji, sonifikacji za pomocą ultradźwięków, wieloetapowego ogrzewania oraz stabilizacji w warunkach statycznych. Określono kryterialne parametry technologiczne wytwarzania preparatu płynnego do nawożenia. Jak również zoptymalizowano układ technologiczny do wytwarzania preparatu płynnego charakteryzującego się znaczną zawartością składników nawozowych. Przeprowadzono badania fizykochemiczne oraz mikrobiologiczne odcieków surowych oraz otrzymanego preparatu nawozowego w zależności od parametrów technologicznych oraz parametrów jakościowych surowych odcieków. W ramach projektu opracowano 2 zgłoszenia patentowe dotyczące receptury wytwarzania materiału recyklingowego (Zał. 4, kod: III.C.III.4, III.C.III.5). Realizacja tychże projektów zakończyła się we wrześniu 2022 r. Uzyskane dotychczas wyniki badań są w dalszym ciągu analizowane i interpretowane w odniesieniu do założonych celów, a publikacje są w trakcie przygotowywania (np. Zał. 4, kod: II.D.I.1).

Poza opisaną powyżej działalnością naukową, z racji swoich zainteresowań zagadnieniami innowacyjnymi uczestniczyłem w interdyscyplinarnych badaniach związanych z inżynierią środowiska, efektem czego są opracowane rozwiązania technologiczne i konstrukcyjne zgłoszone do ochrony patentowej (Zał. 4, kod: III.C.I.3, III.C.II.1, III.C.II.2, III.C.III.2, III.C.III.3, III.C.III.10, III.C.III.11, III.C.III.14, III.C.III.15, III.C.III.17, III.C.III.18, III.C.III.19, III.C.III.20).

Aktywność naukową poza ośrodkiem macierzystym realizowałem dotychczas we współpracy z innymi jednostkami naukowymi, zarówno w realizacji projektów badawczych, jak i przy prowadzeniu badań niezwiązanych z konkretnym źródłem finansowania. Na poniższej liście przedstawiono jednostki naukowe z którymi współpracowałem. Podane są też numery publikacji/wystąpień konferencyjnych/patentów i innych działań będących wynikiem współpracy:

- Państwowa Wyższa Szkoła Wschodnioeuropejska, Instytut Inżynierii Środowiska (aktualnie Państwowa Akademia Nauk Stosowanych w Przemyślu), 2014-2017; 2 publikacje (Zał. 4, kod: II.B.II.13, II.D.III.46); 1 wystąpienie na konferencji (Zał. 4, kod: II.G.II.54); promotor pomocniczy wszczętego przewodu doktorskiego mgr inż. Ewa Ilby;
- Uniwersytet Rzeszowski, Kolegium Nauk Przyrodniczych, Instytut Nauk Rolniczych, Ochrony i Kształtowania Środowiska, od 2010 r.; 3 publikacje (Zał. 4, kod: II.D.I.7, II.D.I.12, II.D.III.12), 1 wystąpienie na konferencji (Zał. 4, kod: II.G.II.9); 1 zgłoszenie patentowe (Zał. 4, kod: III.C.III.1); realizacja projektu badawczego (Zał. 4, kod: II.K.1);
- Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, Wydział Inżynierii Środowiska i Geodezji, Katedra Inżynierii Sanitarnej i Gospodarki Wodnej, od 2014 r.; 2 publikacje (Zał. 4, kod: II.D.I.3, II.D.III.10); 1 patent (Zał. 4, kod: III.C.I.3);

- Instytut Ochrony Przyrody Polskiej Akademii Nauk w Krakowie, od 2018 r.; 1 publikacja (Załącznik 4, kod: II.D.I.3); 1 patent (Załącznik 4, kod: III.C.I.3);
- Politechnika Warszawska, Wydział Instalacji Budowlanych, Hydrotechniki i Inżynierii Środowiska, Zakład Zaopatrzenia w Wodę i Odprowadzania Ścieków, od 2016 r.; 2 publikacje (Załącznik 4, kod: II.D.III.13, II.D.III.23); 1 referat na konferencji (Załącznik 4, kod: II.G.II.38); organizacja założeń i programu 2 konferencji technicznych (Załącznik 4, kod: H.I.7, H.I.8);
- Politechnika Lubelska, Wydział Inżynierii Środowiska, Katedra Zaopatrzenia w Wodę i Usuwania Ścieków, od 2019 r.; 3 publikacje naukowe (Załącznik 4, kod: I.2, I.3, II.D.I.6);
- Politechnika Lubelska, Wydział Budownictwa i Architektury, Katedra Budownictwa Ogólnego, od 2022 r.; realizacja projektu badawczego (Załącznik 4, kod: II.I.1);
- Politechnika Białostocka, Wydział Budownictwa i Nauk o Środowisku, Katedra Budownictwa i Inżynierii Drogowej, od 2022 r.; realizacja projektu badawczego (Załącznik 4, kod: II.I.1);
- Politechnika Krakowska, Wydział Inżynierii Materiałowej i Fizyki, Katedra Inżynierii Materiałowej, od 2021 r.; realizacja projektu badawczego (Załącznik 4, kod: II.I.2).

Dodatkowo na potrzeby aplikacji wniosków do konkursów NCBiR współpracowałem z Uniwersytetem Rolniczym w Krakowie (Wydział Inżynierii Produkcji i Energetyki) oraz ITPE Zabrze (dawniej Instytut Chemicznej Przeróbki Węgla) (Załącznik 4, kod: III.B.1b).

W okresie od 1 sierpnia 2021 r do 31 stycznia 2023 r. uczestniczyłem w badaniach naukowych w Uniwersytecie Rzeszowskim w ramach projektu badawczego pt. „*Technologia produkcji bionawozu z wykorzystaniem odpadów komunalnych przy użyciu Eisenia fetida w oparciu o diagnostykę nematologiczną*” (Załącznik 4, kod: II.K.1), efektem czego jest m.in. opracowane zgłoszenia patentowe (Załącznik 4, kod: III.C.III.1).

Od 1 kwietnia 2023 r. uczestniczę w realizacji projektu badawczego „*Wykorzystanie wybranych surowców odpadowych do produkcji proekologicznych kruszyw sztucznych*” w ramach projektu „*Politechniczna Sieć VIA CARPATIA im. Lecha Kaczyńskiego*”. Jestem kierownikiem zespołu projektowego Politechniki Rzeszowskiej (Załącznik 4, kod: II.I.1).

Współpraca międzynarodowa, którą podejmowałem w okresie pracy naukowej po uzyskaniu stopnia doktora nauk technicznych dotyczyła organizacji i udziału w 6-miesięcznym szkoleniu pt. „*Problemy eksploatacji i bezpieczeństwa krytycznej infrastruktury komunalnej*” dla pracowników naukowych z Ukrainy (05-09.2021r.). W ramach tego przedsięwzięcia wygłosiłem referat pt. „*Organizacja i modernizacja systemu zagospodarowania osadów w oczyszczalniach ścieków*”.

Zostałem zaproszony do komitetu redakcyjnego czasopisma Sustainability (Wydawnictwo MDPI) oraz do redakcji Zeszytu Specjalnego „*Technologies for Sustainable Wastewater Treatment and Sewage Sludge Management*” (Załącznik 4, kod: II.L.1, II.L.2).

Uczestniczyłem w przygotowaniu wniosku o międzynarodowy grant badawczy w konsorcjum: Politechnika Rzeszowska; Urząd Miasta Rzeszowa; INNOWO-Institut Innowacji i Odpowiedzialnego Rozwoju, Polska; Institute for Research in Circular Economy and Environment “Ernest Lupan”, Rumunia; Urząd Miasta Buzau, Rumunia; Reykjavik University, Islandia; NTNU Norwegian University of Science and Technology, Norwegia zbudowanym na potrzeby konkursu partnerstwa Driving Urban Transitions – DUT Call 2022 (Komisja Europejska HORIZON), projekt pt. „*Fostering the urban economies transition to a regenerative urban food system (URBANFOODLAB)*”, 2022 r. Ze strony Politechniki Rzeszowskiej jestem odpowiedzialny za nadzór merytoryczny. Wniosek uzyskał pozytywną rekomendację do finansowania ze strony Komisji Europejskiej i przeszedł do drugiego etapu oceny.

Kolejną aktywnością w odniesieniu do współpracy międzynarodowej było opracowanie polskojęzycznej wersji programu Ekspert Osadu Czynnego 3.0 wersja Kombi (współpraca z firmami

Dipl.-Ing. Gero Fröse Software für die Abwassertechnik oraz Ingenieurbüro Dipl.-Ing. Przywecki & Partner, Niemcy, 2020 r.). Ekspert Osadu Czynnego jest programem obliczeniowym do wymiarowania oczyszczalni ścieków z osadem czynnym wg wytycznej ATV A131P i narzędziem pomocnym zarówno dla projektantów, jak i naukowców do symulacji procesów oczyszczania ścieków (Załącznik 4, kod: III.E.99).

Współpracuję z Delft University of Technology, Department of Biotechnology (Prof. Mario Pronk) w zakresie badań nad tlenowym osadem granulowanym w warunkach rzeczywistych. W ramach wspólnych badań opracowana została publikacja pt. *Performance evaluation of NEREDA® technology – a case study from Poland* (aktualnie w recenzji w *Water Research*).

Uczestniczyłem w dwóch zagranicznych wizytach studyjnych organizowanych przez Rzeszowską Agencję Rozwoju Regionalnego we Włoszech w czerwcu 2012 r. (Klaster Budowlany: Consorzio per lo sviluppo della Bioedilizia; Regionalna Agencja Badań, Innowacji i Transferu Technologii: Veneto Innovazion; Uniwersytet w Mediolanie: UNIMITT – Centro per l’Innovazione e il Trasferimento Tecnologico; Politechnika w Mediolanie: Technology Transfer Office – Politecnico di Milano) oraz w Czechach i Niemczech we wrześniu 2012 r. (Politechnika Czeska: České Vysoké Učení Technické v Praze; Centrum Technologiczne w Pradze: Technologické centrum AV ČR; Uniwersytet Karola: Univerzita Karlova v Praze; Uniwersytet Techniczny w Dreźnie: Technische Universität Dresden; Centrum Technologiczne: TechnologieZentrum Dresden).

W ramach współpracy z wydawcami czasopism naukowych opracowałem 104 recenzji publikacji zgłoszonych do takich periodyków m.in. jak: *Bioresource Technology, Environmental Technology & Innovation, Water Research, Desalination and Water Treatment, Materials, Energies, Water, Molecules* (Załącznik 4, kod: II.M).

Zarówno przed, jak i po uzyskaniu stopnia naukowego doktora współpracowałem z podmiotami gospodarczymi wykonując badania przemysłowe, co zaowocowało niewymiernym skutkiem poprzez zwiększenie doświadczenia zawodowego. W sumie wykonałem 27 prac badawczych na zlecenie firm i instytucji, z czego 22 razy byłem kierownikiem tychże prac (Załącznik 4, kod: III.A.1-III.A.27). Współpracowałem i współpracuję z wieloma firmami oraz przedsiębiorstwami komunalnymi w zakresie doradztwa technologicznego (Załącznik 4, kod: III.B.3, III.B.4, III.B.5, III.B.6, III.B.7). Jestem autorem i współautorem wielu projektów i opracowań inżynierskich. Wykonywałem i wykonuję dla biur projektowych usługi w zakresie bieżącego nadzorowania oraz weryfikacji realizowanych kontraktów branży sanitarnej. Czynności te obejmują w szczególności:

- sprawdzanie poprawności założeń projektowych, weryfikację obliczeń inżynierskich związanych z budową i modernizacją oczyszczalni ścieków,
- konsultację programów użytkowo-funkcjonalnych oczyszczalni ścieków,
- konsultację przyjętych założeń projektowych i sprawdzanie wersji projektu w części opisowej i rysunkowej.

Jestem autorem i współautorem 18 opracowań technicznych – instrukcji, obliczeń technologicznych (Załącznik 4, kod: III.E.1-III.E.18), 34 opinii i ekspertyz technicznych (Załącznik 4, kod: E.19-E.52) oraz 6 opinii dla organów administracji publicznej (Załącznik 4, kod: III.E.53-III.E.58). Byłem współautorem koncepcji technologicznych modernizacji oczyszczalni ścieków (Załącznik 4, kod: II.E.1, II.E.2, II.E.3, II.E.4, E.II.5). Pełniłem funkcję technologa podczas rozruchów oczyszczalni ścieków komunalnych w Czarnej, Świniarach, Wielopolu Skrzyńskim, Sokołowie Małopolskim i Dynowie (Załącznik 4, kod: III.B.4). W roku 2014 odbyłem 3-miesięczny staż w Zakładzie Usług Komunalnych i Rekreacyjnych w Hyżnem, efektem czego było opracowanie wytycznych do modernizacji oczyszczalni ścieków w Hyżnem (Załącznik 4, kod: III.B.10).

Nawiązałem również kontakty z wieloma podmiotami gospodarczymi w celu pogłębienia współpracy naukowo-technicznej prowadzącej do opracowania nowych produktów i technologii o wysokim potencjale innowacyjnym i wdrożeniowym (Załącznik 4, kod: III.C.I.8, III.C.III.16).

Kooperacja z podmiotami przemysłowymi dotyczyła także przygotowania i złożenia aplikacji do różnego rodzaju projektów i konkursów (Załącznik 4, kod: III.B.1a, III.B.1b, III.B.1c).

W latach 2016-2018 uczestniczyłem jako konsultant zespołu badawczego – ekspert w projekcie pt. „*Opracowanie innowacyjnego typu zgniacza ze zintegrowanym napędem obiegowym do nowych lub modernizowanych osadników*” realizowanym przez firmę Inżynieria Rzeszów S.A. (Załącznik 4, kod: II.I.8). Efektem współpracy z firmą Inżynieria Rzeszów S.A. było m.in. wdrożenie patentu (Załącznik 4, kod: III.C.I.8) w oczyszczalni ścieków w Przeworsku (Załącznik 4, kod: III.D.1).

Aktualnie uczestniczę w realizacji projektu badawczego pt. „*Opracowanie i demonstracja technologii wytwarzania wysoko efektywnych sorbentów na bazie diatomitu oraz wypełniaczy diatomitowych*” finansowanego przez NCBiR (Załącznik 4, kod: II.I.2)

Współpraca z przedsiębiorstwami komunalnymi znalazła odzwierciedlenie we wspólnych badaniach i publikacjach naukowych (Załącznik 4, kod: II.B.II.9, II.D.II.1, II.D.III.13, II.D.III.24, II.D.III.39, II.D.III.46).

Dla eksploatatorów oczyszczalni ścieków w roku 2011 przeprowadziłem szkolenie pt. „*Zastosowanie mineralnych substancji pylistych w aspekcie wspomaganie technologii osadu czynnego*” w ramach projektu „Rozszerzenie i wzmocnienie oferty edukacyjnej oraz poprawa jakości kształcenia na Wydziale Budownictwa i Inżynierii Środowiska w Politechnice Rzeszowskiej” (Załącznik 4, kod: II.N.9).

Byłem organizatorem i kierownikiem kursu specjalistycznego dla pracowników Wodociągi Dębickie Sp. z o.o. w Dębicy (Załącznik 4, kod: III.B.8) oraz szkolenia dla projektantów zrzeszonych w Polskiej Izbie Inżynierów Budownictwa (Załącznik 4, kod: III.B.9).

Jestem członkiem Rady Naukowej Spółki Wodociągi i Kanalizacja Sp. z o.o. w Opolu (Załącznik 4, kod: III.F.2).

Jestem ekspertem Instytutu Polityki Energetycznej im. Ignacego Łukasiewicza (Załącznik 4, kod: III.F.1).

5.3. Podsumowanie dorobku naukowego

Przed uzyskaniem stopnia naukowego doktora byłem autorem i współautorem **5** artykułów opublikowanych w czasopismach wyróżnionych w bazie JCR, **19** publikacji w czasopismach krajowych (lista „B” czasopism MNISW), **5** rozdziałów w monografiach o zasięgu krajowym, **5** publikacji w niepunktowanym czasopiśmie o zasięgu lokalnym. Byłem autorem i współautorem **41** referatów, wygłoszonych podczas konferencji krajowych i międzynarodowych. Uczestniczyłem w **2** projektach badawczych. Byłem współautorem **1** patentu. Byłem członkiem zespołu badawczego w **2** projektach badawczych.

Efektem mojej pracy naukowo-badawczej po uzyskaniu stopnia naukowego doktora jest **19** publikacji zamieszczonych w czasopismach wyróżnionych w bazie JCR, **10** artykułów w czasopismach indeksowanych w Web of Science/Scopus, **51** artykułów w czasopismach krajowych, **2** monografie, **4** rozdziały w monografiach o zasięgu międzynarodowym i **15** rozdziałów w monografiach krajowych, oraz **1** redakcja monografii naukowej. Wyniki moich prac badawczych były prezentowane na **23** konferencjach międzynarodowych oraz **55** konferencjach krajowych. Aktywnie uczestniczyłem w **7** konferencjach międzynarodowych. W okresie po doktoracie uzyskałem **9** patentów, **4** wzory

użytkowe oraz dokonałem **21** zgłoszeń patentowych krajowych i **2** zgłoszenia patentowe międzynarodowe (tab. 1-4).

Liczba punktów MNISW wg punktacji zgodnie z rokiem opublikowania po uwzględnieniu mojego udziału wynosi **2153,58**, w tym **2068,42** po uzyskaniu stopnia doktora.

Tabela 1. Zestawienie rodzajowe dorobku naukowego

Rodzaj	Przed uzyskaniem stopnia doktora	Po uzyskaniu stopnia doktora	Ogółem
Monografie naukowe	0	2	2
Rozdziały w monografiach o zasięgu międzynarodowym (baza WoS/Scopus)	0	4	4
Rozdziały w monografiach o zasięgu krajowym	5	15	20
Redakcja monografii	0	1	1
Publikacje naukowe w czasopismach znajdującej się na liście JCR	5	19	24
Publikacje naukowe w czasopismach indeksowanych w WoS/Scopus	0	10	10
Publikacje w czasopismach o zasięgu krajowym	19	50	69
Inne artykuły	5	9	14
Referaty na konferencjach międzynarodowych	16	23	39
Referaty na konferencjach krajowych	25	55	80
Patenty	1	9	10
Wzory użytkowe	0	5	5
Zgłoszenia patentowe krajowe (międzynarodowe)	0	21 (2)	21 (2)

Tabela 2. Wykaz czasopism i wydawnictw, w których opublikowano oryginalne prace naukowe

Rodzaj czasopisma lub wydawnictwa	Liczba	Język publikacji
Czasopisma o zasięgu międzynarodowym z listy Journal Citation Reports (JCR)		
Archives of Environmental Protection	1	angielski
Bioresource Technology	1	angielski
Desalination and Water Treatment	3	angielski
Energies	2	angielski
Environment Protection Engineering.	6	angielski
Journal of Environmental Management	1	angielski
Materials	3	angielski
Molecules	1	angielski
Rocznik Ochrona Środowiska	2	pl (1) ang (1)
Sustainability	2	angielski
Waste and Biomass Valorization	1	angielski
Water	1	angielski
Publikacje w czasopismach indeksowanych w WoS/Scopus		
Journal of Ecological Engineering	2	angielski
Lecture Notes in Civil Engineering	1	angielski
E3S Web of Conferences	5	angielski
IOP Conference Series: Earth and Environmental Science	1	angielski
Inżynieria Ekologiczna	1	polski
Czasopisma o zasięgu krajowym		
Archives of Waste Management and Environmental Protection	2	polski
Aura	2	polski
Civil and Environmental Engineerings Reports	1	polski
Czasopismo Inżynierii Lądowej, Środowiska i Architektury	7	polski
Ekologia i Technika	1	polski
Energy Policy Studies	1	angielski
Forum Eksploatatora	17	polski
Gaz, Woda i Technika Sanitarna	11	polski
Gospodarka Wodna	1	polski
Instal	3	polski
Inżynieria i Aparatura Chemiczna	1	polski
Inżynieria i Ochrona Środowiska	4	pl (2), ang (2)
Journal of Civil Engineering, Environment and Architecture	2	angielski
Kierunek WOD-KAN	3	polski
Polish Journal for Sustainable Development	1	polski

Prace Naukowe Inżynieria Środowiska – Współczesne problemy inżynierii i ochrony środowiska	1	polski
Rynek Instalacyjny	1	polski
Wodociągi Polskie	1	polski
Technologia Wody	4	polski
Zeszyty Naukowe Politechniki Rzeszowskiej, Budownictwo i Inżynieria Środowiska	6	polski
Monografia		
Zmiany technologiczne w sekwencyjnych reaktorach porcjowych w celu poprawy efektywności usuwania zanieczyszczeń ze ścieków	1	polski
Sekwencyjne reaktory porcjowe. Podstawy technologii, zasady projektowania i przykłady zastosowań. Wydawnictwo Seidel-Przywecki, Warszawa.	1	polski
Redakcja monografii		
Woda w przyrodzie, technice i życiu człowieka (red.). Wydawnictwo Seidel-Przywecki, Warszawa.	1	polski
Rozdziały w recenzowanych monografiach o zasięgu międzynarodowym		
CRC Press, Taylor&Francis Group	3	angielski
Rozdziały w recenzowanych monografiach o zasięgu krajowym		
Problemy ochrony środowiska przyrodniczego i kulturowego Pogórza Dynowskiego w aspekcie zrównoważonego rozwoju turystyki.	1	polski
Ochrona dziedzictwa przyrodniczego i kulturowego istotą zrównoważonego rozwoju społeczno-gospodarczego na terenie Pogórza Dynowskiego, ZGTPD Dynów	2	polski
Woda w przyrodzie, technice i życiu człowieka. Wydawnictwo Seidel-Przywecki, Warszawa	1	polski
Zrównoważona gospodarka zasobami przyrodniczymi i kulturowymi na Pogórzu Dynowskim determinantą rozwoju turystyki, ZGTPD Dynów	1	polski
Współczesne Problemy ochrony środowiska IV. Wydawnictwo Politechnika Śląska, Gliwice.	1	polski
Problemy ochrony środowiska przyrodniczego i kulturowego Pogórza Dynowskiego w rozwoju turystyki. ZGTPD Dynów	2	polski
Współczesne problemy ochrony środowiska II. Wydawnictwo Archiwum Gospodarki Odpadami i Ochrony Środowiska, Gliwice	2	polski
Kreowanie przedsiębiorczości w turystyce na terenach wiejskich oraz ochrona środowiska i dziedzictwa kulturowego, ZGTPD Dynów	3	polski
Gospodarka komunalna, nowe rozwiązania i technologie. Wydawnictwo Seidel-Przywecki, Warszawa	1	polski
Zrównoważona turystyka szansą ochrony środowiska naturalnego, dziedzictwa kulturowego i rozwoju gospodarczego gmin Pogórza Dynowskiego, ZGTPD Dynów	1	polski
Współczesne problemy ochrony środowiska. Wyd. Archiwum Gospodarki Odpadami i Ochrony Środowiska, Gliwice.	1	polski

Ochrona środowiska, krajobraz przyrodniczy i kulturowy Pogórza Dynowskiego a rozwój turystyki. ZGTPD Dynów	1	polski
Ochrona środowiska w aspekcie zrównoważonego rozwoju społeczno-gospodarczego Pogórza Dynowskiego. ZGTPD Dynów	1	polski
Woda i surowce odnawialne a ich oddziaływanie na środowisko naturalne. Wyd. Muzeum Regionalnego w Brzozowie.	1	polski
Współczesna problematyka odorów. WNT Warszawa	1	polski
Inne artykuły		
Kwartalnik Projektu Podkarpacka Nauka dla Przedsiębiorczości	1	polski
Biuletyn Studenckiego Koła Naukowego Inżynierii Środowiska PRz	10	polski
Prace Kół Naukowych Politechniki Rzeszowskiej w roku akad. 2013/2014	2	polski
Prace Kół Naukowych Politechniki Rzeszowskiej w roku akad. 2011/2012	1	polski

Tabela 3. Udział w konferencjach

	Konferencje międzynarodowe	Konferencje krajowe
Prezentowane wyniki badań	39	80
Czynny udział (wygłoszenie referatu lub poster)	10	44

Tabela 4. Wskaźniki oceny dorobku naukowego

	Web of Science	Scopus	Google Scholar
Sumaryczna liczba cytowań	179	212	511
Liczba cytowań bez autocytaowań	144	173	b.d.
Liczba artykułów w bazie	30	33	100
Index Hirscha	8	8	10

Uczestniczyłem w **11** projektach badawczych finansowanych w trybie konkursowym, w tym **2** projektach finansowanych przez NCBiR.

Aktywność naukową oprócz Politechniki Rzeszowskiej realizowałem w ramach współpracy z innymi jednostkami naukowymi – Państwową Wyższą Szkołą Wschodnioeuropejską w Przemyślu, Uniwersytetem Rzeszowskim, Uniwersytetem Rolniczym w Krakowie, Instytutem Ochrony Przyrody Polskiej Akademii Nauk w Krakowie, Politechniką Warszawską, Politechniką Lubelską, Politechniką Białostocką i Politechniką Krakowską. Wymiernym osiągnięciem naukowym jest **6** publikacji w czasopismach z listy JCR, **1** rozdział w monografii o zasięgu krajowym, **4** publikacje w czasopismach o zasięgu krajowym, **3** wystąpienia konferencyjne, **1** patent i **1** zgłoszenie patentowe. Realizowałem badania naukowe w charakterze wykonawcy w **1** projekcie na Uniwersytecie Rzeszowskim. Aktualnie uczestniczę w realizacji **1** projektu badawczego w ramach konsorcjum – sieci politechnicznej oraz w **1** projekcie finansowanym przez NCBiR.

Byłem członkiem Komitetu Naukowego **8** konferencji naukowych oraz członkiem Komitetu Organizacyjnego **7** konferencji naukowych i technicznych (Zał. 4, kod: II.H).

Byłem członkiem Rady Programowej czasopisma „Forum Eksploatatora”. Jestem członkiem Rady Naukowej czasopisma „Technologia Wody”. Jestem członkiem komitetu redakcyjnego

czasopisma „Sustainability”, „Energy Policy Studies” i „Journal of Civil Engineering, Environment and Architecture” (Zał. 4, kod: II.L)

Za działalność naukową byłem **14** razy nagrodzony Nagrodami Rektora Politechniki Rzeszowskiej:

1. Nagroda Rektora Politechniki Rzeszowskiej – za autorstwo/współautorstwo patentów (2022)
2. Nagroda Rektora Politechniki Rzeszowskiej – za autorstwo/współautorstwo publikacji (2022)
3. Nagroda Rektora Politechniki Rzeszowskiej – za autorstwo/współautorstwo patentów (2021)
4. Nagroda Rektora Politechniki Rzeszowskiej – za autorstwo/współautorstwo publikacji (2021)
5. Nagroda Rektora Politechniki Rzeszowskiej – za uzyskanie patentu (2020)
6. Nagroda Rektora Politechniki Rzeszowskiej – za współautorstwo publikacji indeksowanej z listy MNIŚW (2020)
7. Nagroda Rektora Politechniki Rzeszowskiej – indywidualna III stopnia za cykl publikacji naukowych i opracowane wynalazki z zakresu oczyszczania ścieków (2019)
8. Nagroda Rektora Politechniki Rzeszowskiej – indywidualna II stopnia za cykl publikacji z zakresu innowacyjnych metod oczyszczania ścieków i utylizacji odpadów (2018)
9. Nagroda Rektora Politechniki Rzeszowskiej – zespołowa I stopnia za cykl publikacji z zakresu monitoringu i ochrony ekosystemów wodnych oraz innowacyjnych metod oczyszczania ścieków, (2017)
10. Nagroda Rektora Politechniki Rzeszowskiej – zespołowa II stopnia za cykl publikacji naukowych, opracowane wynalazki i projekt badawczy z zakresu innowacyjnych metod monitoringu i ochrony środowiska wodnego (2016)
11. Nagroda Rektora Politechniki Rzeszowskiej – indywidualna II stopnia za uzyskanie stopnia doktora nauk technicznych w dyscyplinie inżynieria środowiska z wyróżnieniem (2014)
12. Nagroda Rektora Politechniki Rzeszowskiej – zespołowa II stopnia za cykl publikacji naukowych z zakresu innowacyjnych metod ochrony i zarządzania ekosystemami wodnymi (2014)
13. Nagroda Rektora Politechniki Rzeszowskiej – zespołowa II stopnia za cykl publikacji „Technologiczne i metodyczne aspekty ochrony naturalnego środowiska wodnego” (2012)
14. Nagroda Rektora Politechniki Rzeszowskiej – zespołowa II stopnia za cykl publikacji naukowych dotyczących innowacyjnych metod monitoringu i ochrony ekosystemów wodnych (2010)

Sukcesy związane z prowadzonymi badaniami w zakresie innowacyjnych rozwiązań w technologii ścieków zaowocowały prestiżowymi wyróżnieniami:

- Naukowiec Przyszłości 2022 za badania nad nowymi metodami recyklingu i przetwarzania odpadów powstających w oczyszczalni ścieków oraz pozytywne podejście do upowszechnienia dotychczasowych przedsięwzięć wśród całego społeczeństwa, 11 kwietnia 2022 r.
- Ambasador Innowacyjności 2022 za wkład w rozwój innowacji w Polsce, za przyszłościowe, nieszablone myślenie, pionierskie projekty, nowe idee i niezwykle rozwiązania, 2 czerwca 2022r.
- Nagroda R&D Impact 2022 za prowadzoną działalność badawczo-naukową, dotyczącą technologii oczyszczania ścieków i utylizacji odpadów, a mającą pozytywny wpływ na zrównoważony rozwój, 5 maja 2022r.
- Polska Nagroda Inteligentnego Rozwoju 2021 w kategorii „Innowacyjne technologie i badania przyszłości” za realizację projektu pt. „Opracowanie nawozu organiczno-mineralnego na bazie osadów ściekowych z dodatkiem mikroskładników mineralnych”. 14 czerwca 2021 r.
- Tytuł „Innowacje WOD-KAN 2018” za wynalazek pt. Biologiczna oczyszczalnia ścieków z biomasą w stanie zawieszenia, Słupsk-Dolina Charlotty, 10 października 2018 r.

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

Działalność dydaktyczną prowadziłem już w okresie zatrudnienia na etacie pracownika technicznego. W latach 2006-2008 byłem zatrudniony dodatkowo na umowy o dzieło na stanowisku instruktora w Zakładzie Inżynierii i Chemii Środowiska PRz do prowadzenia zajęć dydaktycznych na studiach stacjonarnych i niestacjonarnych w formie ćwiczeń laboratoryjnych i projektów na kierunku inżynieria środowiska z przedmiotów:

- *Gospodarka odpadami* – projekty, laboratorium (Wydział Budownictwa i Inżynieria Środowiska),
- *Odpady przemysłowe i niebezpieczne* – projekty (Wydział Budownictwa i Inżynieria Środowiska)
- *Ścieki przemysłowe* – projekty (Wydział Budownictwa i Inżynieria Środowiska)
- *Technologia i urządzenia do oczyszczania ścieków* – projekty (Wydział Budownictwa i Inżynieria Środowiska)
- *Utylizacja osadów ściekowych* – laboratorium (Wydział Budownictwa i Inżynieria Środowiska)

Moja działalność dydaktyczna na stanowisku asystenta w Zakładzie Inżynierii i Chemii Środowiska obejmowała prowadzenie zajęć dydaktycznych na kierunku inżynieria środowiska i ochrona środowiska (studia stacjonarne i niestacjonarne I i II stopnia) z następujących przedmiotów:

- *Gospodarka odpadami* – projekty, laboratorium (Wydział Budownictwa i Inżynieria Środowiska),
- *Odpady przemysłowe i niebezpieczne* – projekty (Wydział Budownictwa i Inżynieria Środowiska),
- *Systemy oczyszczania ścieków i utylizacji odpadów* – laboratorium (Wydział Budownictwa i Inżynieria Środowiska),
- *Technologia i urządzenia do oczyszczania ścieków* – laboratorium, projekty, ćwiczenia (Wydział Budownictwa i Inżynieria Środowiska),
- *Utylizacja osadów ściekowych* – laboratorium, projekty (Wydział Budownictwa i Inżynieria Środowiska).

Po uzyskaniu stopnia doktora prowadziłem i/lub prowadzę zajęcia dydaktyczne na kierunku inżynieria środowiska, ochrona środowiska (studia stacjonarne i niestacjonarne I i II stopnia), energetyka (studia stacjonarne I stopnia) i inżynieria chemiczna i procesowa (studia stacjonarne I stopnia) w Politechnice Rzeszowskiej i Państwowej Wyższej Szkole Wschodnioeuropejskiej w Przemyśle z następujących przedmiotów:

- *Eksploatacja systemów UW i OŚ* – wykłady, projekty (PWSW w Przemyśle, Instytut Inżynierii Środowiska, kierunek: inżynieria środowiska)
- *Gospodarka odpadami* – projekty, laboratorium (PRz, Wydział Budownictwa, Inżynierii Środowiska i Architektury, kierunek: inżynieria środowiska)
- *Inżynieria procesów oczyszczania ścieków* – wykłady, projekty, laboratorium (PRz, Wydział Chemiczny, kierunek: inżynieria chemiczna i procesowa)
- *Laboratorium dyplomowe* (PRz, Wydział Elektroniki i Informatyki, kierunek: energetyka)
- *Ochrona środowiska w energetyce* – wykłady, ćwiczenia (PRz, Wydział Elektroniki i Informatyki, kierunek: energetyka)
- *Odpady i substancje niebezpieczne* – wykłady (PRz, Wydział Budownictwa, Inżynierii Środowiska i Architektury, kierunek: energetyka)
- *Odpady przemysłowe i niebezpieczne* – wykłady, projekty (PRz, Wydział Budownictwa, Inżynierii Środowiska i Architektury, kierunek: ochrona środowiska)

- *Odpady przemysłowe i niebezpieczne* – wykłady, projekty (PRz, Wydział Budownictwa, Inżynierii Środowiska i Architektury, kierunek: inżynieria środowiska)
- *Podstawy zoologii i sozotechniki* – projekty (PWSW w Przemyśle, Instytut Inżynierii Środowiska, kierunek: inżynieria środowiska)
- *Projekt dyplomowy* (PRz, Wydział Budownictwa, Inżynierii Środowiska i Architektury, kierunek: inżynieria środowiska)
- *Przeróbka i unieszkodliwianie osadów* – projekty (PRz, Wydział Budownictwa, Inżynierii Środowiska i Architektury, kierunek: inżynieria środowiska)
- *Przeróbka i unieszkodliwianie osadów ściekowych* – projekty (PRz, Wydział Budownictwa, Inżynierii Środowiska i Architektury, kierunek: ochrona środowiska środowiska)
- *Przeróbka osadów ściekowych* – projekty (PWSW w Przemyśle, Instytut Inżynierii Środowiska, kierunek: inżynieria środowiska)
- *Systemy oczyszczania ścieków i utylizacji odpadów* – laboratorium (PRz, Wydział Budownictwa, Inżynierii Środowiska i Architektury, kierunek: inżynieria środowiska)
- *Technologia i urządzenia do oczyszczania ścieków* – wykłady, laboratorium, projekty, ćwiczenia (PRz, Wydział Budownictwa, Inżynierii Środowiska i Architektury, kierunek: inżynieria środowiska)
- *Technologia utylizacji odpadów* – projekty (PRz, Wydział Budownictwa, Inżynierii Środowiska i Architektury, kierunek: ochrona środowiska)
- *Technologie bezodpadowe* – wykłady, projekty (PRz, Wydział Budownictwa, Inżynierii Środowiska i Architektury, kierunek: ochrona środowiska)
- *Technologie oczyszczania ścieków* – wykłady, projekty (PRz, Wydział Budownictwa, Inżynierii Środowiska i Architektury, kierunek: ochrona środowiska)

Aktywnie uczestniczyłem w opracowaniu programu kształcenia do prowadzenia zajęć z przedmiotów „*Inżynieria procesów oczyszczania ścieków*” na kierunku inżynieria chemiczna i procesowa, „*Technologie bezodpadowe*” na kierunku ochrona środowiska.

Opracowałem autorski program wykładów i ćwiczeń z przedmiotu „*Technologia i urządzenia do oczyszczania ścieków*”, wykładu, projektu i laboratorium z przedmiotu „*Inżynieria procesów oczyszczania ścieków*”, wykładu i projektu z przedmiotu „*Technologie bezodpadowe*”.

W ramach studiów podyplomowych prowadziłem przedmiot „*Gospodarka odpadami i technologie utylizacji odpadów*” (wykład, projekt).

Aktualnie jestem koordynatorem następujących modułów:

- *Inżynieria procesów oczyszczania ścieków* (Wydział Chemiczny, kierunek: inżynieria chemiczna i procesowa)
- *Odpady i substancje niebezpieczne* (Wydział Budownictwa, Inżynierii Środowiska i Architektury, kierunek: energetyka)
- *Odpady przemysłowe i niebezpieczne* – wykłady, projekty (Wydział Budownictwa, Inżynierii Środowiska i Architektury, kierunek: inżynieria środowiska)
- *Projekt dyplomowy* (Wydział Budownictwa, Inżynierii Środowiska i Architektury, kierunek: inżynieria środowiska)
- *Technologia i urządzenia do oczyszczania ścieków* – wykłady, laboratorium, projekty, ćwiczenia (Wydział Budownictwa, Inżynierii Środowiska i Architektury, kierunek: inżynieria środowiska)

Proces dydaktyczny wspieram wykorzystując kontakty ze środowiskiem inżynierskim poprzez:

- organizowanie wizyt technicznych do oczyszczalni ścieków w Rzeszowie, Trzebownisku, Krasnego, sortowni odpadów w Rzeszowie, spalarni odpadów w Rzeszowie, a także wyjazdów studyjnych np. na składowisko odpadów w Giedlarowej i Kozodrzy.
- aktywizację studentów w prace naukowe – 29 wspólnych publikacji (Załącznik 4, kod: II.B.II.1, II.B.II.2, II.B.II.4, II.D.II.1, II.D.III.1, II.D.III.3, II.D.III.6, II.D.III.8, II.D.III.14, II.D.III.29, II.D.III.30, II.D.III.31, II.D.III.42, II.D.III.43, II.D.III.52, II.D.III.56, II.D.IV.1, II.D.IV.2, II.D.IV.3, II.D.IV.4, II.D.IV.5, II.D.IV.6, II.D.IV.7, II.D.IV.8, II.D.IV.9, II.D.IV.11, II.D.IV.12, II.D.IV.13, II.D.IV.14) i 25 wystąpień konferencyjnych (Załącznik 4, kod: II.G.I.23, II.G.I.27, II.G.I.28, II.G.I.29, II.G.I.32, II.G.I.33, II.G.II.2, II.G.II.3, II.G.II.4, II.G.II.11, II.G.II.12, II.G.II.14, II.G.II.15, II.G.II.17, II.G.II.18, II.G.II.19, II.G.II.22, II.G.II.23, II.G.II.24, II.G.II.26, II.G.II.27, II.G.II.28, II.G.II.29, II.G.II.30, II.G.II.36).
- pozyskiwanie nowych tematów i danych do realizacji prac dyplomowych – efekt współpracy z przedsiębiorstwami komunalnymi,

Brałem czynny udział w opracowaniu planów studiów i treści kształcenia dla studiów I stopnia na kierunku Biogospodarka na Wydziale Chemicznym.

W roku akademickim 2012/2013 prowadziłem wykłady pt. „Problemy ochrony środowiska w UE i Polsce w gospodarce odpadami elektronicznymi” dla studentów pierwszego roku studiów na kierunku Automatyka i robotyka, Energetyka i Informatyka w ramach projektu pt. „Zainwestuj w siebie” w ramach umowy nr UDA-POKL.04.1.02-00-098/12-00 Politechnika Rzeszowska. Zadanie nr 3: Prowadzenie wykładów (Załącznik 4, kod: II.N.10).

W latach 2014-2022 byłem opiekunem naukowym:

- **39** prac magisterskich na kierunku inżynieria środowiska,
- **3** prac magisterskich na kierunku ochrona środowiska,
- **40** prac inżynierskich na kierunku inżynieria środowiska,
- **3** prac inżynierskich na kierunku ochrona środowiska,
- **5** prac inżynierskich na kierunku energetyka,

w tym 3 prace nagrodzone:

- **2** nagrodzone w konkursie na najlepszą pracę dyplomową zorganizowanym przez PZiTS o/Rzeszów i POIIB (I miejsce, 2022r., II miejsce, 2020 r.),
- **1** wyróżniona w XVIII edycji Ogólnopolskiego Konkursu o Dyplom i Nagrodę Prezesa SIMP na najlepszą pracę o profilu mechanicznym (2019 r.),
- wiele wyróżnionych przez Komisję Egzaminacyjną

Wybrane prace dyplomowe skutkowały wspólnymi ze studentami/absolwentami publikacjami w Biuletynie Studenckiego Koła Naukowego Inżynierii Środowiska PRz (Załącznik 4, kod: II.D.IV.1, II.D.IV.3) oraz innych czasopismach naukowych (Załącznik 4, kod: II.B.II.4, II.D.III.6, II.D.III.8, II.D.III.29, II.D.III.30, II.D.III.31, II.D.III.42, II.D.III.43).

Obecnie sprawuję opiekę nad realizacją 1 pracy magisterskiej.

Powierzono mi recenzje:

- **26** prac magisterskich na kierunku inżynieria środowiska
- **3** prac magisterskich na kierunku ochrona środowiska
- **38** prac inżynierskich na kierunku inżynieria środowiska
- **9** prac inżynierskich na kierunku ochrona środowiska

Byłem opiekunem naukowym studentki inż. Rebeki Pajura w ramach stażu asystenckiego w Katedrze Inżynierii i Chemii Środowiska (03-06.2022 r.)

Byłem promotorem pomocniczym dwóch zakończonych przewodów doktorskich (Joanna Czarnota, 2018 r., praca z wyróżnieniem; Marta Wójcik, 2018 r.).

W latach 2014–2015 uczestniczyłem w programie ERASMUS+, w ramach którego przeprowadziłem wykłady w zagranicznych uczelniach partnerskich (Zał. 4, kod: II.N.7):

- Cykl wykładów pt. „New advanced wastewater treatment technologies”. István University, Institute of Environmental Sciences, Department of Wastewater Management, Gödöllő, Węgry. (11-15.05.2015)
- Cykl wykładów pt. „Innovative technologies in wastewater treatment”. University of Eastern Finland, Department of Environmental Science, Kuopio, Finlandia (15-20.09.2014)

Od 2017 roku jestem kierownikiem Studiów Podyplomowych „Zarządzanie bezpieczeństwem infrastruktury komunalnej w sektorze gospodarki wodno-ściekowej”.

Od stycznia 2010 roku jestem opiekunem Koła Naukowego Inżynierii Środowiska działającego przy Wydziale Budownictwa, Inżynierii Środowiska i Architektury. W ramach opieki nad kołem naukowym byłem organizatorem i koordynatorem kilkunastu działań naukowych i promocyjnych. Najważniejsze z nich to:

- organizacja wykładu gościnnego prof. Grzegorza W. Kołodko pt. „Dokąd zmierza świat? Globalizacja a zrównoważony rozwój” (maj 2013 r.)
- organizacja Dnia Promocji Aktywności Studenckiej w Politechnice Rzeszowskiej (2013, 2014) oraz dwóch Konferencji „Rzeszowski Dzień Wody” (2016, 2017)

Badania prowadzone ze studentami w ramach koła naukowego skutkowały wspólnymi publikacjami (Zał. 4, kod: II.B.II.1, II.B.II.2, II.B.II.4, II.D.II.1, II.D.III.1, II.D.III.3, II.D.III.6, II.D.III.8, II.D.III.14, II.D.III.29, II.D.III.30, II.D.III.31, II.D.III.42, II.D.III.43, II.D.III.52, II.D.III.56, II.D.IV.1, II.D.IV.2, II.D.IV.3, II.D.IV.4, II.D.IV.5, II.D.IV.6, II.D.IV.7, II.D.IV.8, II.D.IV.9, II.D.IV.11, II.D.IV.12, II.D.IV.13, II.D.IV.14) oraz wystąpieniami na konferencjach (Zał. 4, kod: II.G.23, II.G.I.27, II.G.I.28, II.G.I.29, II.G.I.32, II.G.I.33, II.G.II.2, II.G.II.3, II.G.II.4, II.G.II.11, II.G.II.12, II.G.II.14, II.G.II.15, II.G.II.17, II.G.II.18, II.G.II.19, II.G.II.22, II.G.II.23, II.G.II.24, II.G.II.26, II.G.II.27, II.G.II.28, II.G.II.29, II.G.II.30, II.G.II.36). Pod moją opieką naukową wyróżniono 2 referaty na konferencjach zaprezentowane przez studentów.

W ramach działalności koła naukowego byłem organizatorem szkoleń i debat oraz organizatorem i kierownikiem kilkunastu wyjazdów technicznych i wizyt studyjnych do obiektów związanych z ochroną i inżynierią środowiska: Rafineria Jedlicze (2012), Cukrownia w Ropczycach (2013), ZEW w Niedzicy (2011, 2015, 2018), ZEW Porąbka-Żar (2016), EW w Klimkówce (2012, 2019), Zakład Przetwórstwa Owocowo-Warzywnego „GOMAR” w Pińczowie (2013), Gamrat SA w Jaśle (2012, 2019), Fabryka Armatur JAFAR S.A. (2019), Browar w Leżajsku (2014, 2022), Browar Perła / Lublin (2016), Biogazownia Gorajec (2016, 2019), Elektrociepłownia Wrotków/Lublin (2016, 2019), Ciepłownia geotermalna w Bańskiej Niższej-Szaflarach (2018), Termy Bania w Białce Tatrzańskiej (2018), Rozlewni Wód Mineralnych WYSOWIANKA w Wysowej-Zdroju (2019), Elektrociepłownia w Stalowej Woli (2022), oczyszczalnia ścieków w Kielcach (2013), Leżajsku (2014), Nowej Wsi (2014), Lublinie (2016), Żywcu (2016), Zakopanem (2018), Hyżnem (2019), Lublinie (2019), Sandomierzu (2022), sortownia odpadów w Giedlarowej (2022), składowisko odpadów w Kozodrzy (2013).

Uczestniczyłem we współpracy ze ZK Wisłok i Stowarzyszeniem Ekoskop w realizacji z zakresu edukacji ekologicznej i zrównoważonego rozwoju projektów finansowanych z funduszy norweskich i EOG (Zał. 4, kod: II.N.8, II.N.12).

Aktualnie, wspólnie ze Stowarzyszeniem Ekoskop w Rzeszowie, biorę udział w projekcie „OKO na Klimat”, w ramach którego jestem Opiekunem Klubu Liderów dla Klimatu działającym przy Politechnice Rzeszowskiej i uczestniczę w debatach „Akademia Klimatu” (Załącznik 4, kod: II.N.1).

Jestem redaktorem naczelnym Biuletynu Studenckiego Koła Naukowego Inżynierii Środowiska (Załącznik 4, kod: II.L.7)

Studenckie Koło Naukowe Inżynierii Środowiska pod moim kierownictwem zostało uhonorowane nagrodami:

- tytuł laureata i zdobycie I miejsca w kategorii Edukacja 2017 w ogólnopolskim Plebiscyfie EKOINSPIRACJE 2017 (luty 2018 r.)
- tytuł laureata i zdobycie I miejsca w kategorii Edukacja 2016 w ogólnopolskim Plebiscyfie EKOINSPIRACJE 2017 (luty 2017 r.)

Podczas swojej pracy zawodowej czynnie uczestniczyłem i uczestniczę w działaniach na rzecz Politechniki Rzeszowskiej oraz Wydziału Budownictwa, Inżynierii Środowiska i Architektury (w szczególności Katedry Inżynierii i Chemii Środowiska). Najważniejsze działania organizacyjne to:

- członek Rady Wydziału Budownictwa, Inżynierii Środowiska i Architektury (funkcja z wyboru, od 2021 r.);
- członek Konwentu Profesorów Wydziału Budownictwa, Inżynierii Środowiska i Architektury Politechniki Rzeszowskiej (2019-2022);
- członek Rady Dyscypliny Inżynieria Środowiska, Energetyka i Górnictwo na Wydziale Budownictwa Inżynierii Środowiska i Architektury PRz (11.2019-03.2022);
- członek Wydziałowej Komisji ds. Kształcenia na kierunku inżynieria środowiska, WBISiA, PRz, (od listopada 2016 r.);

Aktywnie uczestniczę w pracach organizacyjnych Katedry Inżynierii i Chemii Środowiska w ramach przygotowywania i rozliczania umów dotyczących działalności dydaktycznej i statutowej. Aktywnie uczestniczyłem w przygotowywaniu wniosków o finansowanie projektów badawczych (KBN, MNiSW, NCN). Aktywnie uczestniczyłem w pozyskiwaniu środków na wyposażenie laboratoriów dydaktycznych i badawczych Katedry Inżynierii i Chemii Środowiska. Przygotowywałem wniosek projektowy pt. „Innowacyjne metody identyfikacji i usuwania mikrozanieczyszczeń z wód i ścieków” w ramach Regionalnego Programu Operacyjnego Województwa Podkarpackiego na lata 2007 – 2013 (2012 r.).

W latach 2009-2023 wielokrotnie pełniłem funkcję opiekuna roku na kierunku inżynieria środowiska.

Wielokrotnie uczestniczyłem w pracach organizacyjnych przy egzaminie wstępnym z predyspozycji architektonicznych i uzdolnień plastycznych dla kandydatów na kierunek architektura i urbanistyka. Biorę udział w pracach Komisji Egzaminu potwierdzającego uzyskanie efektów kształcenia na studiach stacjonarnych i niestacjonarnych I-stopnia oraz Komisji Dyplomowych.

W latach 2008, 2010, 2013 byłem członkiem Komitetu Organizacyjnego Konferencji pt.: „Postęp Techniczny w Inżynierii Środowiska” (Załącznik 4, kod: II.H.II.5, II.H.II.6, II.H.II.7).

Za działalność zawodową zostałem odznaczony Medalem Komisji Edukacji Narodowej (2022 r.) oraz Brązowym Krzyżem Zasługi (2021 r.).

Byłem i jestem członkiem kilku organizacji naukowych i technicznych, m.in. Circular Economy Club, Polskiego Związku Inżynierów i Techników Sanitarnych, Polskiego Towarzystwa Inżynierii Ekologicznej (Załącznik 4, kod: II.J).

Jestem członkiem Regionalnej Komisji do spraw Ocen Oddziaływania na Środowisko w Rzeszowie, Regionalna Dyrekcja Ochrony Środowiska w Rzeszowie (Załącznik 4, kod: III.F.3).

Od 2015 roku jestem ekspertem Narodowego Centrum Badań i Rozwoju, od tego czasu oceniłem 7 wniosków o finansowanie badań (Załącznik 4, kod: II.P.4). Natomiast w ramach prac komisji eksperckiej Regionalnego Programu Operacyjnego Województwa Podkarpackiego oceniłem 46 wniosków projektowych (Załącznik 4, kod: II.P.3). Funkcję eksperta kontynuuję w ramach Programu RFE dla Podkarpacii (Załącznik 4, kod: II.P.2). Uczestniczyłem w komisji konkursowej programu Akademia ProtoLab oceniając wnioski opracowane przez studentów i uczniów szkół ponadpodstawowych (Załącznik 4, kod: II.P.1).

Odbyłem liczne kursy i szkolenia, które pozwalają mi doskonalić warsztat badawczy i podnosić jakość prowadzonych badań naukowych, w tym m.in. szkolenia z komercjalizacji i transferu wiedzy, statystyki oraz warsztatu pisania naukowego, najważniejsze z nich to m.in.:

- Szkolenie „Własność intelektualna i przemysłowa w przedsiębiorstwie”, Polska Agencja Rozwoju Przedsiębiorczości w ramach projektu „Akademia PARP”. Luty-marzec 2015 r.;
- Warsztaty wyjazdowe w Warszawie (Politechnika Warszawska Wydział Inżynierii Lądowej, Instytut Techniki Budowlanej, Narodowa Agencja Poszanowania Energii, Biblioteki UW, Strefa Działania DELab – Przedsiębiorczość) zorganizowane przez Rzeszowską Agencję Rozwoju Regionalnego S.A. w Rzeszowie. 26 – 27 lutego 2015 r.;
- Szkolenie stacjonarne w ramach projektu „Transferencia”. Rzeszowska Agencja Rozwoju Regionalnego S.A. w Rzeszowie, 2014-2015 r.;
- Warsztaty wyjazdowe w Kielcach (Świętokrzyskie Centrum Innowacji i Transferu Technologii, Dział Innowacji i Transferu Technologii UJK, Grono Targowe Kielce, Kielecki Park Technologiczny, Regionalne Centrum Naukowo-Technologiczne w Podzamczu Chęcińskim) zorganizowane przez Rzeszowską Agencję Rozwoju Regionalnego S.A. w Rzeszowie. 29 – 30 lipca 2014 r.;
- Szkolenie stacjonarne w ramach projektu „Nauka idzie w praktykę”. Rzeszowska Agencja Rozwoju Regionalnego S.A. w Rzeszowie, 2014 r.;
- Szkolenie „Ochrona własności intelektualnej i przemysłowej”, Polska Agencja Rozwoju Przedsiębiorczości w ramach projektu „Akademia PARP”. Maj-czerwiec 2012 r.;
- Wizyta studyjna w Lublinie (Centrum Transferu Technologii Politechniki Lubelskiej, Lubelska Fundacja Rozwoju, Fundacja Rozwoju Lubelszczyzny, Lubelski Klaster Ekoenergetyczny, Lubelski Park Naukowo-Technologiczny) zorganizowana przez Rzeszowską Agencję Rozwoju Regionalnego S.A. w Rzeszowie. 15 – 16 grudnia 2011 r.;
- Szkolenie pn. „Podkarpacka nauka dla przedsiębiorczości”, Rzeszowska Agencja Rozwoju Regionalnego S.A. w Rzeszowie. Październik-grudzień 2011 r.;
- Wrzesień 2014; Szkolenie „Korzyści firmy z ochrony środowiska”, Polska Agencja Rozwoju Przedsiębiorczości w ramach projektu „Akademia PARP”.
- Kurs e-learningowy „Nauczyciel akademicki jako lider - jak zarządzać zespołem studentów?”. Wyższa Szkoła Handlowa w Kielcach. Marzec 2013 r.
- Kurs e-learningowy „Wprowadzenie do badań online”. Wyższa Szkoła Handlowa w Kielcach. Wrzesień 2012 r.

- Kurs e-learningowy „Podstawy użytkowania programu R”. Wyższa Szkoła Handlowa w Kielcach. Wrzesień 2012 r.
- Kurs e-learningowy „Zarządzanie zasobami ludzkimi”. Wyższa Szkoła Handlowa w Kielcach. Grudzień 2011 r.

Uczestniczyłem w wielu programach i projektach finansowanych ze środków UE, funduszy norweskich i EOG (Zał. 4, kod: II.N).

Swoją pracę naukową uzupełniałem bardzo aktywną działalnością popularyzatorską.

Brałem czynny udział w eventach promujących naukę - Dzień Promocji Aktywności Studenckiej (2013, 2014), Nocne Spotkanie z Nauką (2014), Dzień Odkrywców (2018), Noc Odkrywców (2019), Dzień Otwarty w Elektrociepłowni Rzeszów (2019), Piknik Nauki EKSPLOKACJE (2018, 2022).

Wielokrotnie uczestniczyłem w akcjach promowania oferty edukacyjnej Politechniki Rzeszowskiej: Rzeszowski Salon Maturzystów (2014), Dni Techniki w ZST w Tarnowie (2017), Dni Otwarte PRz (2017, 2018, 2019), wykłady w szkołach ponadpodstawowych (Mielec, 2015; Tarnów, 2017, 2018).

Brałem udział w projekcie ekologicznym „Śmieci Warte” skierowanym do uczniów szkół ponadpodstawowych (Rzeszów, marzec 2019 r.).

Jestem pomysłodawcą autorskiego wykładu i zajęć „Od kranu do rzeki...” dla uczniów szkół podstawowych i ponadpodstawowych.

Przeprowadziłem zajęcia pt. „Od kranu do rzeki” w ramach działania „Z technikum na Politechnikę”, Projekt „Politechniczna Sieć VIA CARPATIA im. Prezydenta Lecha Kaczyńskiego” (2022 r.)

Wielokrotnie byłem gościem audycji radiowych i programów telewizyjnych, w których prezentowałem prace badawcze realizowane przez zespół, z którym współpracuję oraz zagadnienia popularyzujące wiedzę z zakresu ochrony środowiska. Udział w audycjach radiowych: „Nowe Technologie” (2015); „Radiowe Centrum Nauki” (2020); „Tu i teraz” (2020); „Gość dnia” (2021); „Gość poranka” (2022), „Zamkolandia” (2022) wywiady radiowe i programy telewizyjne (Orientv, TVP3 Rzeszów, Teleexpress)

Jestem członkiem Polskiego Związku Filatelistów i popularyzatorem filatelistyki tematycznej związanej z dyscypliną inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka. Byłem Przewodniczącym Komitetu Organizacyjnego Krajowej Wystawy Filatelistycznej pt. „Nauka – Technika – Przemysł. Ignacy Łukasiewicz – pionier przemysłu naftowego”, zorganizowanej przez Politechnikę Rzeszowską i Okręg Rzeszowski Polskiego Związku Filatelistów (wrzesień 2022 r.). Jestem autorem dwóch kartek i datowników pocztowych (Zał. 4, kod: III.G.1, III.G.2, III.G.3, III.G.4). Jestem autorem eksponatu filatelistycznego pt. „Woda – bezcenny skarb”, prezentującego zagadnienia technologii wody w filatelistyce, nagradzanego na krajowych wystawach filatelistycznych (Medal brązowy, Koszalin, 2019; Medal posrebrzany, Oława, 2021; Medal srebrny, Rzeszów, 2022).

Jestem autorem dwóch publikacji tematycznych:

- Masłoń A., 2018. Kropla wody. Przegląd Filatelistyczny 4 (187), 172-176
- Masłoń A., 2020. Technologia wody w filatelistyce. Technologia Wody 2(70), 70-77

7. Inne informacje dotyczące kariery zawodowej

Od 2015 roku jestem biegłym sądowym przy Sądzie Okręgowym w Rzeszowie z dziedziny ochrona środowiska, specjalność oczyszczanie ścieków i gospodarka odpadami (aktualnie już 2 kadencja) (Zał. 4, kod: III.F.4). Wykonałem **40** opinii dla organów wymiaru sprawiedliwości m.in.

Prokuratury Rejowej w Rzeszowie, Tarnowie, Tarnobrzegu, Jaśle, Nisku, Łąncucie, Lubaczowie, Przemyślu, Sądu Rejonowego w Jaśle, Sądu Okręgowego w Rzeszowie, Sądu Okręgowego w Katowicach, Sądu Okręgowego w Warszawie, Sądu Okręgowego w Krośnie, Sądu Okręgowego w Bydgoszczy, Sądu Rejonowego w Elblągu, KMP w Rzeszowie (Zał. 4, kod: III.E.59-III.E.98).