

Dr inż. Agnieszka Włodyka-Bergier
Katedra Kształtowania i Ochrony Środowiska
Wydział Geodezji Górniczej i Inżynierii Środowiska
AGH Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie

AUTOREFERAT

| | |
|---|----|
| 1. Uzyskane tytuły i stopnie naukowe | 2 |
| 2. Informacje o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych..... | 2 |
| 3. Wskazanie osiągnięcia naukowego | 2 |
| 3.1. Autor, tytuł osiągnięcia naukowego/publikacji, rok wydania, nazwa wydawnictwa | 2 |
| 3.2. Omówienie celu naukowego ww. pracy i osiągniętych wyników wraz z omówieniem ich ewentualnego wykorzystania..... | 3 |
| Wprowadzenie/Omówienie celu naukowego | 3 |
| Omówienie osiągniętych wyników | 5 |
| Omówienie ewentualnego wykorzystania wyników | 6 |
| Znaczenie osiągnięcia naukowego | 7 |
| Literatura | 8 |
| 4. Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo-badawczych..... | 10 |
| 4.1. Przed uzyskaniem stopnia doktora | 10 |
| 4.2. Po uzyskaniu stopnia doktora..... | 11 |
| Zawartość i dynamika powstawania ubocznych produktów chlorowania w systemach dystrybucji wody | 11 |
| Identyfikacja prekursorów ubocznych produktów dezynfekcji wody..... | 12 |
| Wpływ jednostkowych procesów uzdatniania na potencjał tworzenia ubocznych produktów chlorowania oraz na stabilność mikrobiologiczną wody..... | 14 |
| Zastosowanie zaawansowanych metod utleniania do dezynfekcji ścieków..... | 17 |
| Zastosowanie technologii hydrofitywej do oczyszczania ścieków bytowych oraz deszczowych. | 18 |
| 5. Syntetyczne zestawienie dorobku naukowego | 20 |
| 6. Osiągnięcia dydaktyczne i organizacyjne | 22 |

1. Uzyskane tytuły i stopnie naukowe

- 1996** Magister inżynier inżynierii środowiska
Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica, Wydział Geodezji
Górnictwej i Inżynierii Środowiska, Specjalność: Ochrona Środowiska
w Planowaniu i Zarządzaniu
Tytuł pracy: *Ocena rekultywacji oraz koncepcja zagospodarowania zamkniętej
części wysypiska odpadów komunalnych Barycz.*
- 2001** Doktor nauk technicznych, Dyscyplina: Górnictwo, Specjalność: Inżynieria
środowiska
Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica, Wydział Wiertnictwa,
Nafty i Gazu, Specjalność: Ochrona środowiska w gospodarce
Tytuł rozprawy: *Dyspergatory organiczne stosowane w technologiach
wiertniczych a ochrona środowiska.*

2. Informacje o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych

- 01.10.2007 do chwili obecnej** praca na stanowisku adiunkta
Akademia Górniczo-Hutnicza
im. Stanisława Staszica w Krakowie
Wydział Geodezji Górnictwej i Inżynierii Środowiska
Katedra Kształtowania i Ochrony Środowiska

3. Wskazanie osiągnięcia naukowego

3.1. Autor, tytuł osiągnięcia naukowego/publikacji, rok wydania, nazwa wydawnictwa

Jako osiągnięcie naukowe wynikające z art. 16 ust. 2 ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. nr 65, poz. 595 ze zm.) wskazuję monografię habilitacyjną (dzieło opublikowane w całości):

Włodyka-Bergier A., 2016. Wpływ promieniowania UV₂₅₄ na powstawanie halogenowych organicznych ubocznych produktów dezynfekcji w wodzie basenowej. Seria Rozprawy Monografie nr 309. Wydawnictwa AGH, Kraków ISBN 978-83-7464-816-5.

Recenzentami wydawniczymi byli prof. dr hab. inż. Małgorzata Kabsch-Korbutowicz (Politechnika Wrocławska) oraz prof. dr hab. inż. Stanisław Gruszczyński (AGH w Krakowie).

3.2. Omówienie celu naukowego ww. pracy i osiągniętych wyników wraz z omówieniem ich ewentualnego wykorzystania

Wprowadzenie/Omówienie celu naukowego

Woda basenowa to środowisko wodne, składające się z wody uzupełniającej obieg wody basenowej (najczęściej jest to woda wodociągowa), do którego stale wprowadzane są nowe zanieczyszczenia mikrobiologiczne i chemiczne przez osoby kąpiące się. Woda z miejskich sieci wodociągowych, której źródłem jest woda powierzchniowa, może zawierać naturalną materię organiczną (np. kwasy humusowe), a także inne zanieczyszczenia, takie jak uboczne produkty dezynfekcji powstałe przy uzdatnianiu wody wodociągowej, a także jony bromkowe (WHO, 2006; Kanan i Karanfil, 2011; Parinet i in., 2012). Osoby korzystające z pływalni wprowadzają do wody basenowej szereg zanieczyszczeń, w tym wydzieliny ciała, zanieczyszczenia stałe (włosy, komórki skóry), kurz czy fragmenty tekstyliów ze strojów pływackich (Keuten i in., 2012; 2014). Wydzieliny ciała to pot, mocz, ślina, a także sebum wydzielane przez gruczoły łojowe (Keuten i in., 2014). Według WHO (2006) jedna osoba pływająca wydalą średnio 25–30 cm³ moczu do basenu. Według innych autorów (Florentin i in., 2011) wytrawni pływacy trenujący w basenie przez 2 h wydalają 20–80 cm³ moczu i wytwarzają 0,1–1 dm³ potu. Keuten i in. (2014) wykazali, że w wodzie basenowej o temperaturze poniżej 29°C podczas 1 h wysiłku człowiek wytwarza od 0,1 do 0,2 dm³ potu na 1 m² powierzchni skóry i ilość ta rośnie liniowo z temperaturą aż do 0,8 dm³/m²/h w 35°C. Spośród organicznych prekursorów mocznik jest dominującym zanieczyszczeniem (De Laat i in., 2011), jednak pot i mocz mogą być również źródłem innych zanieczyszczeń organicznych, takich jak kreatynina, arginina, histydyna, glicyna (Li i Blatchley, 2007; Weng i in., 2013; WHO, 2006; Weng i Blatchley, 2012), kwas moczowy, kwas hipurowy i kwas cytrynowy (Judd i Black, 2000; Judd i Bullock, 2003).

Zapewnienie odpowiedniej mikrobiologicznej jakości wody jest priorytetowym zadaniem, dlatego stosowanie dezynfektantów chemicznych, najczęściej związków chloru, jest niezbędne. Chlor reagując z materią organiczną pochodzącą z wody uzupełniającej obieg wody basenowej oraz ze związkami organicznymi wprowadzanymi z osobami kąpiącymi się, tworzy szereg nowych związków, które nazywa się ubocznymi produktami dezynfekcji (DBPs – z ang. *disinfection by-products*). Ze względu na ciągłą dezynfekcję wysokimi dawkami dezynfektantów i stałe wprowadzanie nowych organicznych związków przez osoby kąpiące się, woda basenowa stanowi swoiste środowisko z wysokimi stężeniami DBPs (Richardson i in., 2010). Poza chloraminami powstaje szereg halogenowych organicznych związków z grupy trihalogenometanów, kwasów halogenooctowych, wodzianu chloralu, halogenoacetonitryli, halogenoketonów, halogenonitrometanów (Florentin i in., 2011). Spośród tych związków wiele ma własności mutagenne, genotoksyczne i kancerogenne (Richardson i in., 2010). Ekspozycja nawet na śladowe ilości toksycznych mikrozanieczyszczeń w wodzie basenowej może wpływać na zdrowie użytkowników. Wiele badań pokazuje, że uboczne produkty mogą przedostawać się do organizmu ludzkiego podczas pobytu w wodzie basenowej nie tylko przez spożycie wody, ale także przez absorpcję skórą i inhalację (WHO, 2006; Zwiener i in., 2007; Dyck i in., 2011).

Uzdatnianie wody basenowej ma na celu zapewnienie jej jak najlepszej jakości, tak żeby pobyt na pływalni był bezpieczny. Woda basenowa oczyszczana jest w obiegu zamkniętym,

który w klasycznym układzie wymaga usuwania materii organicznej przy pomocy filtracji pospiesznej na jednowarstwowych lub wielowarstwowych filtrach ciśnieniowych (przy wcześniejszym dozowaniu koagulantów) oraz chlorowaniu wody. Taki system uzdatniania jest jednak często niewystarczający do utrzymania odpowiedniej jakości wody. W celu poprawy jakości wody basenowej, w obiegu oczyszczania wody, przed dezynfekcją chemiczną, coraz bardziej popularne jest stosowanie niskociśnieniowych lub średniociśnieniowych lamp, emitujących promieniowanie ultrafioletowe (UV – z ang. *ultraviolet*). Promieniowanie UV skutecznie inaktywuje wszelkie mikroorganizmy, w tym odporne na działanie chloru *Cryptosporidium* (WHO, 2006; Zwiener i in., 2007; Lyon i in., 2012; Watts i Linden, 2007), a także zmniejsza zawartość chloramin (Weng i in., 2013; Cimetiere i De Laat, 2014; Hansen i in., 2013; Wyczarska-Kokot, 2014; Kristensen i in., 2009).

Zastosowanie lamp UV w systemie uzdatniania wody basenowej w obiegu zamkniętym powoduje, że woda chlorowana jest naświetlana promieniami UV i mamy do czynienia z zaawansowanym procesem utleniania (AOP – z ang. *advanced oxidation process*) UV/Cl₂. AOP wpływa na przemiany i degradację materii organicznej do cząstek o mniejszych rozmiarach (Han i in., 2015; Kabsch-Korbutowicz, 2012). Dlatego postawiono tezę, że materia organiczna zmieniona pod wpływem procesu UV/Cl₂ przy późniejszym chlorowaniu wody basenowej może być prekursorem innych ubocznych produktów niż w przypadku samego chlorowania wody. **Celem naukowym** pracy była ocena wpływu zastosowania w technologii uzdatniania wody basenowej niskociśnieniowej lampy UV, emitującej monochromatyczne promieniowanie o długości fali 254 nm, na powstawanie produktów ubocznych z grupy trihalogenometanów, kwasów halogenooctowych, halogenoacetonitryli, halogenoketonów, wodzianu chloralu i chloropikryny. Aby dokonać tej oceny przeprowadzono szereg badań, które można podzielić na trzy etapy:

1. długoterminowe badania wody basenowej na obiekcie rzeczywistym;
2. badania w kontrolowanych warunkach laboratoryjnych z wykorzystaniem próbek wody basenowej i uzupełniającej pobranych z obiektu rzeczywistego;
3. badania laboratoryjne z wykorzystaniem modelowych roztworów związków organicznych (składników wydzielin ciała ludzkiego).

Obiektem studialnym był Basen AGH, gdzie prowadzono badania jakości wody basenowej, a w celu poznania wpływu promieniowania UV na powstawanie ubocznych produktów zamontowana tam lampa niskociśnieniowa była cyklicznie włączana i wyłączana (etap 1). Próbki wody basenowej i uzupełniającej pobrane z tego obiektu posłużyły również do badań w warunkach laboratoryjnych, w których ocenę wpływu promieniowania UV na reaktywność poszczególnych grup prekursorów przeprowadzono z wykorzystaniem testu do badania potencjału tworzenia ubocznych produktów dezynfekcji w wodzie basenowej chlorowanej i dezynfekowanej kombinacją promieniowania UV i chloru. W badaniach laboratoryjnych przedstawionych w niniejszej pracy analizowano reaktywność prekursorów, pochodzących z próbek z rzeczywistego obiektu: wody uzupełniającej oraz wydzielonych z wody basenowej frakcji związków rozpuszczonych i nierozpuszczonych (etap 2). W ostatnim etapie badań (etap 3) wykorzystano modelowe roztwory wody uzupełniającej z dodatkiem mocznika, kreatyniny, glicyny, histydyny, argininy, kwasu moczowego, kwasu hipurowego i kwasu

cytrynowego. Związki te są składnikami wydzielin ciała ludzkiego, stale wprowadzanych do wody basenowej z osobami kąpiącymi się.

Omówienie osiągniętych wyników

Przeprowadzone długoterminowe badania na obiekcie rzeczywistym (Basenie AGH) wykazały, że promieniowanie UV₂₅₄ zastosowane w kombinacji z chlorowaniem zmienia ilość i rodzaj ubocznych produktów w wodzie basenowej. Stężenie ubocznych produktów w wodzie basenowej dezynfekowanej w wariancie z włączoną lampą UV było o około 19% wyższe niż w próbkach pobranych z basenu w wariancie z wyłączoną lampą UV. Promieniowanie UV powodowało istotny statystycznie wzrost stężenia wodzianu chloralu i kwasu trichloroocetowego. Natomiast w przypadku dibromoacetonitrylu włączenie lampy UV do systemu uzdatniania wody basenowej powodowało istotny spadek jego stężenia. Ilość wytworzonych ubocznych produktów w wodzie basenowej nie jest równoważna z ich stężeniem w wodzie. Część związków przechodzi do atmosfery, dlatego żeby poznać dynamikę tworzenia ubocznych produktów kolejne badania prowadzono w warunkach laboratoryjnych w tzw. testach na potencjał tworzenia ubocznych produktów.

Badania prowadzone w warunkach laboratoryjnych na próbkach wody basenowej pobranych z Basenu AGH potwierdziły niekorzystny wpływ promieniowania UV na zwiększenie potencjału tworzenia właściwie wszystkich analizowanych grup ubocznych produktów oprócz halogenoacetonitryli, dla których podobnie jak na rzeczywistym obiekcie zaobserwowano spadek ich ilości po zastosowaniu promieniowania UV. Wydzielone z wody basenowej związki nierozpuszczone po naświetlaniu promieniami UV istotnie wpływały na zwiększenie się ilości związków z grupy trihalogenometanów, wodzianu chloralu, halogenoketonów oraz chloropikryny. Kolejna grupa prekursorów, związki rozpuszczone, po naświetlaniu promieniami UV powodowała zwiększone tworzenie wszystkich analizowanych grup ubocznych produktów, natomiast materia organiczna pochodząca z wody uzupełniającej system obiegu wody basenowej po naświetlaniu UV powodowała istotne zwiększenie ilości związków z grupy trihalogenometanów. Związki w formie rozpuszczonej miały największy potencjał do tworzenia ubocznych produktów, głównie z grupy kwasów halogenoocetowych, ale także wodzianu chloralu i trihalogenometanów, a naświetlanie promieniami UV powodowało wzrost udziału wodzianu chloralu i chloropikryny wśród wszystkich analizowanych ubocznych produktów.

Rozpuszczone związki organiczne w wodzie basenowej pochodzą w głównej mierze z wydzielin ciała ludzkiego, w skład których wchodzi wiele potencjalnych prekursorów ubocznych produktów. W kolejnym etapie badań wykazano, że mocznik, który występuje w największych ilościach w wydzielinach ciała, po naświetlaniu promieniami UV, poza chloropikryną, w istotny sposób może wpływać na zwiększenie stężenia ubocznych produktów. Kreatynina, również występująca w stosunkowo dużych stężeniach w pocie i w moczu, po naświetlaniu promieniami UV zwiększa w dużym stopniu potencjał tworzenia chloropikryny, ale także kwasów halogenoocetowych. Histydyna po naświetlaniu promieniami UV stawała się bardzo silnym prekursorem tworzenia wodzianu chloralu i halogenoacetonitryli, ale także trihalogenometanów i kwasów halogenoocetowych. Potencjał tworzenia trihalogenometanów, kwasów halogenoocetowych, halogenoketonów i wodzianu chloralu wzrastał istotnie po naświetlaniu próbek z dodatkiem kwasu hipurowego

i cytrynowego w porównaniu do próbek tylko chlorowanych. W próbkach z kwasem hipurowym po naświetlaniu promieniami UV wzrastał istotnie również potencjał tworzenia chloropikryny i halogenoacetonitryli, natomiast z glicyną – wszystkich grup ubocznych produktów, poza związkami z grupy halogenoacetonitryli. Najslabiej na promieniowanie UV reagowała arginina, w próbce z jej dodatkiem po naświetlaniu promieniami UV obserwowano istotny wzrost stężenia jedynie wodzianu chloralu w stosunku do próbki tylko chlorowanej. Patrząc na procentowy udział ubocznych produktów składników wydzielin ciała można stwierdzić, że przyczyniają się one do podwyższonego udziału kwasów halogenooctowych i wodzianu chloralu w wodzie basenowej, a przy stosowaniu promieniowania UV w kombinacji z chlorowaniem udział tych związków wśród ubocznych produktów dezynfekcji może być jeszcze wyższy. Promieniowanie UV może powodować również wzrost udziału chloropikryny w ogólnej ilości ubocznych produktów.

Omówienie ewentualnego wykorzystania wyników

Promieniowanie UV w technologii uzdatniania wody basenowej stosowane jest w celu polepszenia efektu dezynfekcyjnego, a także zmniejszenia ilości chloramin – nieorganicznych ubocznych produktów chlorowania. Jednak osiągnięte wyniki, w ramach przedstawianego osiągnięcia naukowego, jednoznacznie wskazują, że stosowanie niskociśnieniowych lamp UV może wpływać na zwiększenie ilości halogenowych organicznych ubocznych produktów dezynfekcji wody. Przedstawione badania miały charakter badań podstawowych, jednak pokazują, że wprowadzenie nowej technologii do klasycznego układu uzdatniania wody może mieć niekorzystne skutki uboczne. Skoro promieniowanie UV w sposób statystycznie istotny zmienia potencjał tworzenia organicznych ubocznych produktów dezynfekcji, skuteczność klasycznych metod usuwania materii organicznej (prekursorów ubocznych produktów) w obiegu wody basenowej jest niewystarczająca. Przed wprowadzeniem technologii UV do układu uzdatniania wody basenowej, należałoby zatem udoskonalić metody usuwania materii organicznej. Chodzi tutaj o wysokosprawne usuwanie nie tylko zanieczyszczeń stałych, ale również frakcji rozpuszczonych oraz wytworzonych w wodzie basenowej ubocznych produktów dezynfekcji. Jako nowe technologie mające usprawnić usuwanie materii organicznej z wody basenowej wymieniane są techniki membranowe, adsorpcja na węglu aktywnym czy zastosowanie zaawansowanych metod utleniania, np. H_2O_2 /ozon (Zwiener i in., 2007; Teo i in., 2015). Szczególnie techniki membranowe są obiecującą metodą usuwania zanieczyszczeń organicznych z wody basenowej. W procesie tym skutecznie usuwane są zanieczyszczenia stałe, ale także te w formie rozpuszczonej oraz mikroorganizmy (Zwiener i in., 2007; Kabsch-Korbutowicz, 2012; Anielak, 2015). Stosowanie węgla aktywnego w technologii uzdatniania wody basenowej jest zalecane przez niemiecką normę DIN (2012). Przy pomocy węgla aktywnego można nie tylko skutecznie usunąć rozpuszczoną materię organiczną, czyli prekursory tworzenia ubocznych produktów, ale także same uboczne produkty dezynfekcji. Zastosowanie węgla aktywnego do uzdatniania wody basenowej może na przykład zmniejszyć ilość halogenoacetonitryli do stężenia, przy którym nie powodują genotoksycznych odpowiedzi w testach biologicznych (Kramer i in., 2009). Stosowanie procesu zaawansowanego utleniania UV/ Cl_2 do uzdatniania wody basenowej, jak pokazują badania w niniejszej pracy, jest dyskusyjne. W procesie tym uboczne produkty nie są usuwane, ale ulegają chemicznym przemianom, a cząsteczki materii organicznej są

utleniające do związków o mniejszych masach cząsteczkowych. Przed wdrożeniem tej metody na pewno trzeba przeprowadzić gruntowne badania czy uboczne produkty powstające w wyniku zastosowania tego procesu nie są bardziej szkodliwe niż związki macierzyste (Teo i in., 2015). Jak pokazały badania przeprowadzone w ramach niniejszej pracy włączenie promieniowania UV w system uzdatniania wody basenowej (zaawansowany proces utleniania UV/Cl₂), w celu poprawy jakości wody basenowej, może mieć wiele nieprzewidzianych efektów ubocznych.

Oczywiście sama zmiana technologii może nie być wystarczająca, skoro prekursorzy tworzenia ubocznych produktów wprowadzane są przez osoby kąpiące się. Dlatego propagowanie właściwego zachowania wśród osób korzystających z pływalni (noszenie czepka, higieniczne zachowanie, mycie przed wejściem do basenu) jest sprawą priorytetową i możliwą do wprowadzenia na każdym obiekcie bez potrzeby kosztownych modernizacji technologii uzdatniania wody.

Znaczenie osiągnięcia naukowego

Badania wpływu promieniowania UV na zawartość ubocznych produktów dezynfekcji w wodzie basenowej prowadzone na obiektach rzeczywistych opisywane są w nielicznych publikacjach i odnoszą się tylko do związków z grupy trihalogenometanów (Cassan i in., 2006; Kristensen i in., 2009; Beyer i in., 2004). Wszystkie badania prowadzone na obiektach rzeczywistych to jednorazowe serie pomiarowe. Kiedy rozpoczynałam badania wpływu promieniowania UV na ilość i rodzaj produktów ubocznych chlorowania dla szerszej gamy związków, przedstawione w osiągnięciu naukowym, nie było żadnych publikacji o tej tematyce. Dopiero w latach 2014-2015 pojawiły się doniesienia literaturowe, dotyczące badań prowadzonych w warunkach laboratoryjnych, w których analizowano wpływ promieniowania UV na potencjał tworzenia ubocznych produktów dezynfekcji w próbkach wody basenowej naświetlanej niskociśnieniową (Cimetiere i De Laat, 2014) oraz średniociśnieniową lampą UV (Spiliotopoulou i in., 2015). Dowodzi to ważności podjętego kierunku. Wpływ promieniowania UV na tworzenie się DBPs ze składników wydzieliny ciała ludzkiego opisywany był również tylko w nielicznych publikacjach (Weng i Blatchley, 2012; Włodyka-Bergier i Bergier, 2015), a wyniki nie uwzględniały formowania się bromopochodnych ubocznych produktów dezynfekcji.

Biorąc pod uwagę powyższe, można stwierdzić, że przedstawione osiągnięcie jest dużym wkładem w rozwój nauki nie tylko w Polsce, ale również w skali światowej. Najważniejsze osiągnięcia oraz wkład mojej pracy badawczej w rozwój nauki są następujące:

- w długoterminowych badaniach na obiekcie rzeczywistym jako jedyna w skali światowej zbadalam wpływ promieniowania UV na tworzenie innych niż trihalogenometany halogenowych organicznych ubocznych produktów dezynfekcji wody basenowej;
- w badaniach laboratoryjnych, poza opisywanym przez innych autorów wpływem promieniowania UV₂₅₄ na potencjał tworzenia halogenowych ubocznych produktów dezynfekcji w próbkach wody basenowej (Cimetiere i De Laat, 2014), dodatkowo przeanalizowałam wpływ niskociśnieniowej lampy UV na tworzenie się ubocznych produktów w próbkach z wydzielonymi związkami rozpuszczonymi i nierozpuszczonymi oraz wody uzupełniającej;

- jako pierwsza w skali światowej przeprowadziłam badania nad wpływem promieniowania UV na tworzenie halogenowych organicznych ubocznych produktów dezynfekcji z grupy trihalogenometanów, kwasów halogenooctowych, halogenoacetonitryli, halogenoketonów, wodzianu chloralu i chloropikryny dla tak dużej ilości składników wydzielin ciała ludzkiego (mocznika, kreatyniny, glicyny, histydyny, argininy, kwasu moczowego, kwasu hipurowego i kwasu cytrynowego);
- istotnym osiągnięciem jest również zrobienie wnikliwego przeglądu literaturowego, dotyczącego zawartości, powstawania oraz prekursorów tworzenia halogenowych organicznych ubocznych produktów dezynfekcji w wodzie basenowej.

Literatura

Anielak A., 2015. Wysokoefektywne metody oczyszczania wody. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.

Beyer A., Worner H., van Lierop R., 2004. The use of UV for destruction of combined chlorine. Fact File of UV in Swimming Pools, USF Wallace&Tiernan.

Cassan D., Mercier B., Castex F., Rambaud A., 2006. Effects of medium-pressure UV lamps radiation on water quality in a chlorinated indoor swimming pool. *Chemosphere* 62, 1507–1513.

Cimetiere N., De Laat J., 2014. Effects of UV-dechloramination of swimming pool water on the formation of disinfection by-products: A lab-scale study. *Microchem. J.* 112, 34–41.

De Laat J., Feng W., Freyfer D., Dossier-Berne F., 2011. Concentration levels of urea in swimming pool water and reactivity of chlorine with urea. *Water Res.* 45, 1139–1146.

Dyck R., Sadiq R., Rodriguez M., Simard S., Tardif R., 2011. Trihalomethane exposures in indoor swimming pools: A level III fugacity model. *Water Res.* 45, 5084–5098.

Florentin A., Hautemanière A., Hartemann P., 2011. Health effects of disinfection by-products in chlorinated swimming pools. *Int. J. Hyg. Envir. Heal.* 214, 461–469.

Han Q., Wang Y., Yan H., Gao B., Ma D., Sun S., Ling J., Chu Y., 2015. Photocatalysis of THM precursors in reclaimed water: the application of TiO₂ in UV irradiation, Desalination and Water Treatment, DOI: 10.1080/19443994.2015.1030710.

Hansen K., Zortea R., Piketty A., Vaga S., Andersen H., 2013. Photolytic removal of DBPs by medium pressure UV in swimming pool water. *Sci. Total Environ.* 443, 850–856.

Judd S., Black S., 2000. Disinfection by-product formation in swimming pool waters: a simple mass balance. *Water Res.* 34 (5), 1611–1619.

Judd S., Bullock G., 2003. The fate of chlorine and organic materials in swimming pools. *Chemosphere* 51, 869–879.

Kabsch-Korbutowicz M., 2012. Zaawansowane metody usuwania naturalnych substancji organicznych z wody. Monografie Komitetu Inżynierii Środowiska vol. 92, Lublin.

Kanan A., Karanfil T., 2011. Formation of disinfection by-products in indoor swimming pool water: The contribution from filling water natural organic matter and swimmer body fluids. *Water Res.* 45, 926–932.

Keuten M., Peters M., Daanen H., de Kreuk M., Rietveld L., van Dijk J., 2014. Quantification of continual anthropogenic pollutants released in swimming pools. *Water Res.* 53, 259–270.

- Keuten M., Schets F., Schijven J., Verberk J., van Dijk J., 2012. Definition and quantification of initial antropogenic pollutant release in swimming pools. *Water Res.* 46, 3682–3692.
- Kramer M., Hübner I., Rörden O., Schmidt C., 2009. Haloacetonitriles—another important group of disinfection byproducts in swimming pool water. *Swimming Pool & Spa International Conference London*.
- Kristensen G.H., Klausen M.M., Andersen H.R., Erdinger L., Lauritsen F.R., Arvin E., Albrechtsen H.-J., 2009. Full scale test of UV-based water treatment technologies at Gladsaxe Sportcentre — with and without advanced oxidation mechanisms. *The Third International Swimming Pool and Spa Conference, London, March*.
- Li J., Blatchley III E., 2007. Volatile Disinfection Byproduct Formation Resulting from Chlorination of Organic-Nitrogen Precursors in Swimming Pools, *Environ. Sci. Technol.* 41, 6732–6739.
- Lyon B., Dotson A., Linden K., Weinberg H., 2012. The effect of inorganic precursors on disinfection byproduct formation during UV-chlorine/chloramine drinking water treatment. *Water Res.* 46, 4653–4664.
- Parinet J., Tabaries S., Coulomb B., Vassalo L., Boudenne J.L., 2012. Exposure levels to brominated compounds in seawater swimming pools treated with chlorine. *Water Res.* 46 (3), 828–836.
- Richardson S.D., DeMarini D.M., Kogevinas M., Fernandez P., Marco E., Lourencetti C., Ballesté C., Heederik D., Meliefste K., McKague A.B., 2010. What's in the pool? A comprehensive identification of disinfection by-products and assessment of mutagenicity of chlorinated and brominated swimming poolwater. *Environ. Health Perspect.* 118 (11), 1523–1530.
- Spiliotopoulou A., Hansen K., Andersen H., 2015. Secondary formation of disinfection by-products by UV treatment of swimming pool water. *Sci. Total Environ.* 520, 96–105.
- Teo T., Coleman H., Khan S., 2015. Chemical contaminants in swimming pools: Occurrence, implications and control. *Review. Environment International* 76, 16–31.
- Watts M., Linden K., 2007. Chlorine photolysis and subsequent OH radical production during UV treatment of chlorinated water. *Water Res.* 41, 2871–2878.
- Weng S., Li J., Blatchley III E., 2012. Effects of UV₂₅₄ irradiation on residual chlorine and DBPs in chlorination of model organic-N precursors in swimming pools. *Water Res.* 46, 2674–2682.
- Weng S., Li J., Wood K., Kenttämä H., Williams P., Amundson L., Blatchley III E., 2013. UV-induced effects on chlorination of creatinine. *Water Res.* 47, 4948–4956.
- WHO, 2006. Guidelines for safe recreational water environments. Vol. 2: Swimming pools and similar environments. World Health Organization, Geneva.
- Włodyka-Bergier A., Bergier T., 2015. Impact of UV disinfection on the potential of model organic-nitrogen precursors to form chlorination byproducts in swimming pool water. *Desalination and Water Treatment* DOI: 10.1080/19443994.2015.1043484.
- Wyczarska-Kokot J., 2014. Wpływ metody dezynfekcji na zawartość chloramin w wodzie basenowej. *Ochrona Środowiska* 36 (2), 37–42.
- Zwiener C., Richardson S., de Marini D., Grummt T., Glauner T., Frimmel F., 2007. Drowning in disinfection byproducts? Assessing swimming pool water. *Environ. Sci. Technol.* 41, 363–372.

4. Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo-badawczych

4.1. Przed uzyskaniem stopnia doktora

Pracę naukowo-badawczą rozpoczęłam wraz z podjęciem Studiów Doktoranckich na Wydziale Wiertnictwa, Nafty i Gazu AGH w Krakowie. Tematyka podjęta przeze mnie w ramach doktoratu dotyczyła problemów środowiskowych związanych z dyspergatorami organicznymi stosowanymi w technologiach wiertniczych do upłynniania płuczki wiertniczej. W ramach tych badań oceniłam zagrożenia środowiskowe i możliwość usuwania szeregu związków z grup tanin, lignitów i lignosulfonianów. Badania obejmowały:

- ocenę toksyczności wybranych dyspergatorów organicznych w teście toksyczności na nasionach *Synapis alba*;
- określenie wpływu dyspergatorów organicznych na zmianę granic konsystencji gruntów ilastych;
- zbadanie możliwości usuwania dyspergatorów organicznych w procesie koagulacji wybranymi koagulantami nieorganicznymi i polimerowym koagulantem organicznym oraz adsorpcji na węglach aktywnych;
- określenie możliwości immobilizacji dyspergatorów organicznych w wyniku procesu solidyfikacji płuczkowych odpadów wiertniczych z zastosowaniem cementu, gipsu i krzemianu sodowego.

Przeprowadzone badania laboratoryjne pozwoliły uzależnić zachowanie się dyspergatorów organicznych w poszczególnych, rozpatrywanych procesach od rodzaju posiadanych przez nie grup funkcyjnych, masy cząsteczkowej, wielkości pojemności jonowymiennej oraz rodzaju kationów wymiennych.

Wyniki badań przeprowadzone w tym okresie zostały opublikowane w 6 publikacjach, w tym 3 artykułach i 3 rozdziałach w monografiach:

- Włodyka-Bergier A., Mika M., 1999. Uciążliwość dla środowiska ścieków zawierających lignosulfoniany i wybrane metody ich oczyszczania. Inżynieria Środowiska 4(1), 125–132 (Załącznik 3, Rozdział 2.1, poz. B);
- Włodyka-Bergier A., Stryczek S., 2001. Immobilizacja dyspergatorów organicznych w zsolidyfikowanej strukturze odpadów wiertniczych. Wiertnictwo, Nafta, Gaz 18(1), 263–273 (Załącznik 3, Rozdział 2.1, poz. C);
- Włodyka-Bergier A., 2001. Usuwanie dyspergatorów organicznych ze ścieków wiertniczych w procesie koagulacji. Inżynieria Środowiska 6(1), 171–182 (Załącznik 3, Rozdział 2.1, poz. D);
- Włodyka-Bergier A., Czekaj L., 1998. Zmiany granic konsystencji gruntu ilastego w wyniku oddziaływania na niego związków lignosulfonianowych [w:] IX Międzynarodowa Konferencja Naukowo-Techniczna „Nowe metody i technologie w geologii naftowej, wiertnictwie, eksploatacji otworowej i gazownictwie”: Kraków, 2–3 lipca 1998. T. 2, 199–205 (Załącznik 3, Rozdział 2.5, poz. A);
- Włodyka-Bergier A., Mika M., 2000. Adsorpcja barwnych dyspergatorów organicznych na węglu aktywnym [w:] XI Międzynarodowa Konferencja Naukowo-Techniczna „Nowe metody i technologie w geologii naftowej, wiertnictwie,

eksploatacji otworowej i gazownictwie”: Kraków, 29–30 czerwca 2000. T. 2., 243–250 (Załącznik 3, Rozdział 2.5, poz. B);

- Włodyka-Bergier A., Stryczek S., 2001. Wpływ dyspergatorów organicznych na zmianę granic konsystencji gruntu ilastego [w:] XII Międzynarodowa Konferencja Naukowo-Techniczna „Nowe metody i technologie w geologii naftowej, wiertnictwie, eksploatacji otworowej i gazownictwie”: Kraków, 21–22 czerwca 2001. T. 2., 241–252 (Załącznik 3, Rozdział 2.5, poz. C).

4.2. Po uzyskaniu stopnia doktora

Po 6-letniej przerwie w działalności naukowej, w 2007 roku zostałam zatrudniona na stanowisku adiunkta na Wydziale Geodezji Górniczej i Inżynierii Środowiska AGH w Krakowie. Od tego czasu moje prace badawcze dotyczą przede wszystkim zagadnień związanych z dezynfekcją wody i ścieków, ale również możliwością zastosowania technologii hydrofitowej do oczyszczania ścieków. Podejmowaną przeze mnie tematykę w badaniach naukowych można podzielić na następujące obszary badawcze:

- zawartość i dynamika powstawania ubocznych produktów chlorowania w systemach dystrybucji wody;
- identyfikacja prekursorów ubocznych produktów dezynfekcji wody;
- wpływ jednostkowych procesów uzdatniania na potencjał tworzenia ubocznych produktów chlorowania i stabilność mikrobiologiczną wody;
- ocena możliwości zastosowania zaawansowanych metod utleniania do dezynfekcji ścieków;
- analiza możliwości zastosowania technologii hydrofitowej do oczyszczania ścieków bytowych oraz deszczowych.

Zawartość i dynamika powstawania ubocznych produktów chlorowania w systemach dystrybucji wody

Badania dotyczące zawartości i dynamiki powstawania ubocznych produktów chlorowania w systemach dystrybucji wody prowadziłam na dwóch krakowskich sieciach dystrybucji wody Raba i Bielany. W ramach badań przeanalizowałam szereg związków powstających w reakcji chloru z materią organiczną podczas transportu wody do odbiorcy. Oprócz monitorowanych rutynowo przez Zakłady Uzdatniania Wody trihalogenometanów, oznaczałam uboczne produkty z grup kwasów halogenooctowych, halogenoacetonitryli, halogenoketonów, wodzian chloralu i chloropikrynę. Metodykę oznaczania ww. ubocznych produktów opracowałam samodzielnie. Analiza w systemie dystrybucji wody tak szerokiej gamy związków będących ubocznymi produktami chlorowania jest unikatowa w warunkach polskich i daje bardzo dobrą informację o zagrożeniach, jakie niesie ze sobą dezynfekcja wody. Dodatkowo badałam czynniki, które mogą wpływać na ilość powstających związków w analizowanych systemach dystrybucji, m. in. odczyn, zawartość węgla organicznego, stężenie bromków, temperatura, odległość od zakładu uzdatniania wody. W ramach tych badań próbowałam również znaleźć korelacje pomiędzy poszczególnymi ubocznymi produktami dezynfekcji, a także uzależnić stężenie badanych związków od jakości wody przed dezynfekcją oraz warunkami panującymi w sieci i odległością od zakładu uzdatniania

wody. Znaczna część opisywanych badań była przedmiotem projektu badawczego NCN (N N523 567338) pt. Potencjał tworzenia się lotnych halogenowych organicznych produktów chlorowania w systemach dystrybucji wody, realizowanego w latach 2010-2012 (Załącznik 3, Rozdział 5, poz. 1), którego byłam Kierownikiem. Wyniki badań nad zawartością i dynamiką powstawania ubocznych produktów w systemach dystrybucji wody przedstawiono w 6 artykułach, rozdziale w monografii, a także w monografii:

- Włodyka-Bergier A., Bergier T., 2011. The Occurrence of Haloacetic Acids in Krakow Water Distribution System. *Archives of Environmental Protection* 37(3), 21–29 (Załącznik 3, Rozdział 1.1, poz. 1);
- Włodyka-Bergier A., Bergier T., Kot M., 2014. Potencjał tworzenia się lotnych halogenowych produktów ubocznych chlorowania w krakowskich sieciach wodociągowych „Raba” i „Bielany”. [w:] Dymaczewski Z., Jeż-Walkowiak J., Nowak M. (red.). *Zaopatrzenie w wodę, jakość i ochrona wód. Polskie Zrzeszenie Inżynierów i Techników Sanitarnych*, Poznań, 519–534 (Załącznik 3, Rozdział 2.3, poz. 6);
- Włodyka-Bergier A., Bergier T., 2013. Sezonowe zmiany zawartości lotnych halogenowych organicznych ubocznych produktów chlorowania wody w sieci wodociągowej Krakowa. *Ochrona Środowiska* 35(4), 23–27 (Załącznik 3, Rozdział 1.1, poz. 4);
- Włodyka-Bergier A., Bergier T., Nowak-Bator M., 2014. The laboratory studies on trihalomethanes formation potential in Krakow water distribution systems. *Polish Journal of Environmental Studies* 23(3A), 137–142 (Załącznik 3, Rozdział 2.4, poz. 6);
- Kot M., Włodyka-Bergier A., Bergier T., Gruszczyński S., 2014. Influence of a distance from a water treatment plant on the chlorination by-products occurrence in Krakow Bielany water distribution system. *Logistyka* 6, 13471–13476 (Załącznik 3, Rozdział 2.1, poz. 6);
- Włodyka-Bergier A., Bergier T., Kot M., 2014. Occurrence of volatile organic chlorination by-products in water distribution system in Krakow (Poland). *Desalination and Water Treatment* 52 (19–21), 3898–3907 (Załącznik 3, Rozdział 1.1, poz. 6);
- Włodyka-Bergier A., Bergier T., Kot M., 2015. Carbonaceous and nitrogenous halogenated disinfection by-products formation potential in drinking water. *Logistyka* 4, 9914–9921 (Załącznik 3, Rozdział 2.1, poz. 8);
- Włodyka-Bergier A., Bergier T., 2015. Lotne organiczne produkty uboczne chlorowania w wodzie z krakowskich systemów dystrybucji. Wydawnictwa AGH, Kraków (ISBN 978-83-7464-745-8) (Załącznik 3, Rozdział 2.2, poz. 1).

Identyfikacja prekursorów ubocznych produktów dezynfekcji wody

W ramach badań dotyczących dezynfekcji zajmowałam się również identyfikacją prekursorów tworzenia ubocznych produktów chlorowania wody. Klasyczne podejście do tego zagadnienia polega na badaniu na roztworach modelowych potencjału tworzenia ubocznych produktów dezynfekcji konkretnych związków organicznych. Moje podejście w pierwszym etapie badań nad tym zagadnieniem polegało na badaniu związków

organicznych w wodzie powierzchniowej (substancje humusowych) i obserwacji korelacji pomiędzy ich zawartością przed chlorowaniem a potencjałem tworzenia trihalogenometanów. Ponieważ materia organiczna znajdująca się w wodach powierzchniowych to ogrom związków o różnej masie cząsteczkowej i różnych właściwościach fizykochemicznych, oznaczenie tylko jednej klasy związków i wnioskowanie o tym, że są one prekursorami tworzenia ubocznych produktów wydało mi się niewystarczające. Z drugiej strony oznaczenie wszystkich związków jest niewykonalne, dlatego w swoich badaniach, poprzez zastosowanie frakcjonowania próbek na grupy związków organicznych, udało mi się zidentyfikować grupy związków organicznych mogących być prekursorami produktów ubocznych. W żmudnej procedurze frakcjonowania na złożach jonitowych rozdzielałam próbki wody na sześć frakcji: hydrofobowe i hydrofilowe frakcje związków zasadowych, kwasowych i obojętnych (według metody zalecanej przez Marhabę i in.¹). Poza rozdziałem na związki hydrofobowe i hydrofilowe, stosowałam rozdział związków na filtrach membranowych na frakcje o różnych wielkościach cząstek (>0,45 µm; 0,1–0,45 µm i <0,1 µm). Tak wydzielone frakcje poddawałam testom na potencjał tworzenia ubocznych produktów dezynfekcji, a że w międzyczasie znacznie rozwinęłam ilość oznaczanych ubocznych produktów ubocznych, udało mi się zidentyfikować grupy związków najbardziej reaktywne w stosunku do tworzenia, poza trihalogenometanami, także kwasów halogenooctowych, halogenoacetonitryli, halogenoketonów, wodzianu chloralu i chloropikryny. Wyniki badań zostały przedstawione w szeregu publikacji:

- Włodyka-Bergier A., Bergier T., 2009. The influence of humic substances on the trihalomethanes (THMs) formation in chlorinated surface water. *Polish Journal of Environmental Studies* 18(2B), 64–68 (Załącznik 3, Rozdział 2.4, poz. 1);
- Włodyka-Bergier A., Bergier T., 2011. The influence of organic matter quality on the potential of volatile organic water chlorination products formation. *Archives of Environmental Protection*.37(4), 25-35 (Załącznik 3, Rozdział 1.1, poz. 2);
- Włodyka-Bergier A., Bergier T., 2011. Charakterystyka prekursorów lotnych ubocznych produktów chlorowania wody w sieci wodociągowej Krakowa. *Ochrona Środowiska* 33(3), 29-33 (Załącznik 3, Rozdział 1.1, poz. 3);
- Włodyka-Bergier A., Bergier T., 2012. The influence of particle-size of natural organic matter on the volatile organic chlorination by-products formation in Kraków water distribution system. *Polish Journal of Environmental Studies* 21(5A), 444–449 (Załącznik 3, Rozdział 2.4, poz. 5);
- Włodyka-Bergier A., Bergier T., Słoboda M., 2012. Identyfikacja prekursorów tworzenia się kwasów halogenooctowych w wodzie zasilającej krakowskie sieci wodociągowe „Raba” i „Bielany” [w:] Dymaczewski Z., Jeż-Walkowiak J. (red.). *Zaopatrzenie w wodę, jakość i ochrona wód, T. 2. Polskie Zrzeszenie Inżynierów i Techników Sanitarnych. Oddział Wielkopolski, Poznań, 565–583 (Załącznik 3, Rozdział 2.3, poz. 3);*

¹ Marhaba, T., Pu, Y., Bengraïne, K., 2003. Modified dissolved organic matter fractionation technique for natural water. *J. Hazard. Mater.* B101, 43–53.

- Włodyka-Bergier A., Bergier T., Łągiewka M., 2012. Wpływ wielkości cząstek materii organicznej na potencjał tworzenia się lotnych organicznych produktów chlorowania wody. [w:] Dymaczewski Z., Jeż-Walkowiak J. (red.). Zaopatrzenie w wodę, jakość i ochrona wód, T. 2. Polskie Zrzeszenie Inżynierów i Techników Sanitarnych. Oddział Wielkopolski, Poznań, 547–564 (Załącznik 3, Rozdział 2.3, poz. 4);
- Włodyka-Bergier A., Łągiewka M., Bergier T., 2013. The influence of natural organic matter particle size on the haloacetic acids formation potential [w:] Pawłowski A., Dudzińska M., Pawłowski L. (red.). Environmental engineering IV. Taylor & Francis Group, London, 89–95 (Załącznik 3, Rozdział 1.2, poz. 2).

Wpływ jednostkowych procesów uzdatniania na potencjał tworzenia ubocznych produktów chlorowania oraz na stabilność mikrobiologiczną wody

Procesy służące uzdatnianiu wody z jednej strony mogą powodować usunięcie samych produktów ubocznych, z drugiej poprzez usunięcie prekursorów organicznych mogą przyczynić się do minimalizacji tworzenia ubocznych produktów dezynfekcji podczas transportu wody w systemach dystrybucji. W początkowym okresie badań nad tym zagadnieniem zbadalam możliwość adsorpcji trihalogenometanów na węglach aktywnych, a wyniki tych badań zostały opublikowane w artykule:

- Włodyka-Bergier A., Bergier T., 2009. Adsorption of trihalomethanes (THMs) on activated carbons. *Geomatics and Environmental Engineering* 3(1), 51–60 (Załącznik 3, Rozdział 2.1, poz. 1).

Ze względu na ograniczenie stosowania innych jednostkowych procesów w warunkach domowych (uboczne produkty wody tworzą się w systemie dystrybucji podczas transportu wody do konsumenta), pozostałe badania, które prowadziłam w ramach tego zagadnienia badawczego dotyczyły zmiany potencjału tworzenia ubocznych produktów chlorowania w wyniku zastosowania jednostkowych procesów do uzdatniania wody. Potencjał tworzenia ubocznych produktów dezynfekcji jest wskaźnik jakości materii organicznej, więc badania te dotyczyły zagadnień usuwania i zmiany reaktywności materii organicznej w stosunku do tworzenia ubocznych produktów dezynfekcji w wybranych procesach uzdatniania wody.

Równocześnie z rozpoczęciem badań w 2013 r. na Basenie AGH do wskazanego osiągnięcia naukowego, rozpoczęło się moje zainteresowanie wpływem promieniowania ultrafioletowego na zmianę jakości materii organicznej, a co za tym idzie wpływem na potencjał tworzenia ubocznych produktów dezynfekcji i stabilności mikrobiologicznej wody. W wyniku przeprowadzenia szeregu badań laboratoryjnych wykazałam, że niskociśnieniowe lampy UV, emitujące monochromatyczne promieniowanie o długości fali 254 nm w dawce stosowanej do dezynfekcji wody, mogą wpływać na zwiększenie potencjału tworzenia związków z grupy trihalogenometanów, kwasów halogenooctowych, haloacetonitryli, haloketonów, wodoru chloralu i chloropikryny. W badaniach tych potwierdziłam również, że wcześniejsze utlenianie chemiczne wody może wpływać na zwiększenie się potencjału tworzenia się tych związków. W próbkach wody po procesie naświetlania promieniami UV zaobserwowałam nitrację materii organicznej, co może powodować wzrost produktów ubocznych zawierających azot. Zastosowanie promieniowania UV do dezynfekcji wody może również powodować pogorszenie się stabilności mikrobiologicznej wody. W przeprowadzonych

badaniach z wykorzystaniem testu na stabilność mikrobiologiczną wody (według metody zalecanej przez Lehtolę i in.^{2,3}) wykazałam, że w próbkach naświetlanych monochromatycznym promieniowaniem UV woda nieuzdatniana naświetlana promieniami UV dawką, taką jak stosuje się do dezynfekcji wody, jest znacznie mniej stabilna mikrobiologicznie niż woda ozonowana. W wodzie naświetlanej promieniami UV następował szybki i gwałtowny narost mikroorganizmów w ciągu kilku dni od czasu zainokulowania mikroorganizmami próbki wody, natomiast w próbkach po ozonowaniu liczba bakterii narastała jednostajnie aż do ostatniego dnia obserwacji. Wyniki badań nad wpływem promieniowania UV na zmianę potencjału tworzenia produktów ubocznych dezynfekcji i stabilności mikrobiologicznej wody przedstawiono w następujących publikacjach:

- Włodyka-Bergier A., Bergier T., 2013. Wpływ dezynfekcji wody promieniami nadfioletowymi na potencjał tworzenia halogenowych produktów chlorowania w sieci wodociągowej. *Ochrona Środowiska* 35(3), 53–57 (Załącznik 3, Rozdział 1.1, poz. 5);
- Włodyka-Bergier A., Bergier T., 2015. Wpływ zmiany sposobu dezynfekcji wody na zawartość produktów ubocznych w systemie dystrybucji „Raba” w Krakowie. *Ochrona Środowiska* 37(3), 20–23 (Załącznik 3, Rozdział 1.1, poz. 8);
- Zajac W., Włodyka-Bergier A., Madej-Kaczmarczyk K., 2015. Wpływ promieniowania UV₂₅₄ i wcześniejszego utleniania wody na potencjał tworzenia produktów ubocznych chlorowania [w:] Skoczko I., Piekutin J., Szatyłowicz E. (red.). *Inżynieria środowiska – młodym okiem. IV Międzynarodowa Konferencja Naukowa. Białystok 2015. Monografie. T. 11, Wody powierzchniowe i podziemne. Oficyna Wydawnicza Politechniki Białostockiej, Białystok, 140–169 (Załącznik 3, Rozdział 2.3, poz. 9);*
- Włodyka-Bergier A., Bergier T., 2015. Badania wpływu promieniowania nadfioletowego na stabilność mikrobiologiczną wody. *Ochrona Środowiska* 37(4), ss. 47–50 (Załącznik 3, Rozdział 1.1, poz. 9).

Badania nad wpływem monochromatycznego promieniowania UV₂₅₄ na potencjał tworzenia ubocznych produktów dezynfekcji w wodzie basenowej (osiągnięcie naukowe wskazane w rozdziale 3) przed wydaniem monografii habilitacyjnej były częściowo publikowane. Wyniki badań uzyskane z analiz wody basenowej z Basenu AGH z początkowego okresu badań przedstawiono w formie rozdziału w monografii:

- Włodyka-Bergier A., Bergier T., Madej K., 2014. Wpływ stosowania dezynfekcji promieniami UV w sekwencji z chlorowaniem na jakość wody basenowej [w:] Dymaczewski Z., Jeż-Walkowiak J., Nowak M. (red.). *Zaopatrzenie w wodę, jakość i ochrona wód. Polskie Zrzeszenie Inżynierów i Techników Sanitarnych, Poznań, 933–949 (Załącznik 3, Rozdział 2.3, poz. 7).*

W publikacji tej przedstawiono uzyskane wstępne wyniki badań wpływu promieniowania UV na stężenie ubocznych produktów w wodzie basenowej, a także stężenia chloru wolnego

² Lehtola M., Miettinen I., Vartiainen T., Myllykangas T., Martikainen P., 2001. Microbially available organic carbon, and microbial growth in ozonated drinking water. *Water Research* 35(7), 1635–1640.

³ Lehtola M., Miettinen I., Vartiainen T., Rantakokko P., Hirvonen A., Martikainen P., 2003. Impact of UV disinfection on microbially available phosphorus, organic carbon and microbial growth in drinking water. *Water Research* 37, 1065–1070.

i związanego oraz jakości mikrobiologicznej wody. W innych publikacjach wyniki wody basenowej z całego okresu badawczego posłużyły rozważaniom nad wpływem promieniowania UV na parametry fizykochemiczne wody basenowej i pośrednio na jakość mikrobiologiczną wody, a także ryzyko zachorowania na raka w związku ze zmianami ilości ubocznych produktów dezynfekcji:

- Madej-Kaczmarczyk K., Włodyka-Bergier A., Zając W., 2015. Wpływ zastosowania niskociśnieniowej lampy w sekwencji z chlorowaniem na jakość mikrobiologiczną wody basenowej [w:] Skoczko I., Piekutin J., Szatyłowicz E. (red.). Inżynieria środowiska – młodym okiem. IV Międzynarodowa Konferencja Naukowa. Białystok 2015. Monografie. T. 11, Wody powierzchniowe i podziemne. Oficyna Wydawnicza Politechniki Białostockiej, Białystok, 114–139 (Załącznik 3, Rozdział 2.3, poz. 10);
- Włodyka-Bergier A., Zając W., 2015. Dezynfekcja wody basenowej promieniami UV a zdrowie użytkowników [w:] Olkiewicz M., Drewniak M. (red.). Nauka i wiedza kluczem do poznania świata. Wydawnictwo Network Solutions, Słupsk, 34–41 (Załącznik 3, Rozdział 2.3, poz. 8).

W badaniach z wykorzystaniem modelowych prekursorów wprowadzanych z wydzielinami osób kąpiących się (mocznik, kreatynina, glicyna, histydyna, arginina) zbadałam jaki wpływ promieniowanie UV emitowane przez niskociśnieniowe lampy UV ma na zmianę potencjału tworzenia ubocznych produktów dezynfekcji. Ponieważ poszczególne prekursory organiczne rozpuszczane były w wodzie ultraczystej nie zbadano ich wpływu na tworzenie się bromowych pochodnych. Do monografii habilitacyjnej zostały przeprowadzone nowe badania, z wykorzystaniem jako medium wody uzupełniającej obieg wody w basenie (woda wodociągowa, która zawiera jony bromkowe), jednak te wstępne badania dały początek rozważaniom nad wpływem promieniowania UV na reaktywność konkretnych prekursorów znajdujących się w wodzie basenowej. Wyniki tych badań przedstawiono w publikacji:

- Włodyka-Bergier A., Bergier T., 2016. Impact of UV disinfection on the potential of model organic-nitrogen precursors to form chlorination by-products in swimming pool water. *Desalination and Water Treatment* 57(3), 1499–1507 (Załącznik 3, Rozdział 1.1, poz. 10).

W innych badaniach przeanalizowano wpływ stosowania chloru wytwarzanego elektrolitycznie z chlorku sodu w tzw. elektrolizerach na potencjał tworzenia trihalogenometanów. W przeprowadzonych badaniach wykazałam, że ze względu na obecność w składzie chloru wytwarzanego elektrolitycznie silnych utleniaczy, takich jak ozon czy dwutlenek chloru może zmieniać się jakość materii organicznej i w konsekwencji potencjał do tworzenia trihalogenometanów. Zależność taką zaobserwowano jednak tylko w przypadku wód o podwyższonym parametrze SUVA (absorbancja UV_{254} dzielona przez rozpuszczony węgiel organiczny), a więc zawierających w swoim składzie wielkocząsteczkowe związki organiczne hydrofobowe, z wiązaniami aromatycznymi. Wyniki przeprowadzonych badań przedstawiono w publikacjach:

- Włodyka-Bergier A., Bergier T., 2010. Trihalomethanes formation potential in water chlorinated with disinfectant produced in electrolyzers [w:] Pawłowski L., Dudzińska M., Pawłowski A. (red.). *Environmental engineering III*. Taylor & Francis Group, London, 543–548 (Załącznik 3, Rozdział 1.2, poz. 1);

- Włodyka-Bergier A., Bergier T., 2011. Trihalomethanes formation during different types of water chlorination with sodium hypochlorite and chlorine produced in electrolyzers. Polish Journal of Environmental Studies 20(4A), 335–339 (Załącznik 3, Rozdział 2.4, poz. 3).

W efekcie pracy nad tym zagadnieniem byłam pomysłodawcą tematyki badawczej realizowanej w ramach rozprawy doktorskiej mgr inż. Małgorzaty Kot (obecnie Małgorzaty Grygar) pt. Ocena przydatności zastosowania chloru wytwarzanego elektrolitycznie do dezynfekcji wody, której jestem promotorem pomocniczym (Załącznik 3, Rozdział 10, poz. 2).

Wspólnie z dr inż. Mariolą Rajcą z Politechniki Śląskiej przeprowadziłam badania nad wpływem procesu fotokatalizy na usuwanie prekursorów (mierzonych jako potencjał tworzenia ubocznych produktów) ubocznych produktów dezynfekcji. Badania te pokazały, że w tym procesie zaawansowanego utleniania materia organiczna ulega mineralizacji, ale także zwiększa się potencjał właściwy tworzenia produktów ubocznych z grupy kwasów halogenooctowych i halogenoketonów. Badania te pokazały również, że proces fotokatalizy może wpłynąć na podniesienie ilości bromopochodnych ubocznych produktów dezynfekcji. Efektem tej współpracy była publikacja:

- Włodyka-Bergier A., Rajca M., Bergier T., 2014. Removal of halogenated by-products precursors in photocatalysis process enhanced with membrane filtration. Desalination and Water Treatment 52 (19–21), 3698–3707 (Załącznik 3, Rozdział 1.1, poz. 7).

Zastosowanie zaawansowanych metod utleniania do dezynfekcji ścieków

Poza problematyką dezynfekcji wody przeznaczonej do spożycia i wody basenowej, moje zainteresowania naukowe dotyczą również dezynfekcji ścieków. Byłam pomysłodawcą badań nad możliwością zastosowania zaawansowanych metod utleniania opartych na wykorzystaniu promieniowaniu UV w kombinacji z innymi czynnikami (TiO_2 , H_2O_2) do dezynfekcji ścieków. Wspólnie z mgr inż. Maciejem Słobodą prowadzimy badania nad efektywnością usuwania bakterii mezofilnych, psychrofilnych, bakterii *Escherichia coli* i *Clostridium perfringens* z wykorzystaniem tych procesów. Badania mają na celu sprawdzenie czy zastosowanie monochromatycznego promieniowania UV w dawce stosowanej do dezynfekcji w połączeniu z ww. odczynnikami spowoduje poprawę efektu inaktywacji mikroorganizmów, a także czy przyczyni się do doczyszczenia ścieków przed zrzutem ich do odbiornika. Wyniki prowadzonych badań zostały przedstawione w publikacjach:

- Słoboda M., Włodyka-Bergier A., Nowak-Bator M., 2014. Badania laboratoryjne nad wykorzystaniem różnych metod do dezynfekcji ścieków [w:] Mazurkiewicz-Boroń G., Marczevska B. (red.). Zagrożenia jakości wód powierzchniowych i metody działań ochronnych. Wydawnictwo KUL, Lublin, 167–179 (Załącznik 3, Rozdział 2.3, poz. 5);
- Słoboda M., Włodyka-Bergier A., Gruszczyński S., 2014. Analysis of possibility of using the process of photocatalysis for disinfection of municipal wastewater. Logistyka 6, 4895–4896 (Załącznik 3, Rozdział 2.1, poz. 5);

- Słoboda M., Włodyka-Bergier A., 2015 Analiza możliwości zastosowania zaawansowanych metod utleniania do dezynfekcji ścieków komunalnych. *Logistyka* 4, 1231–5478 (Załącznik 3, Rozdział 2.1, poz. 7).

Aktualnie jestem promotorem pomocniczym pracy doktorskiej mgr inż. Macieja Słobody pt. Ocena możliwości zastosowania zaawansowanych technik utleniania do dezynfekcji ścieków komunalnych (Załącznik 3, Rozdział 10, poz. 1).

Zastosowanie technologii hydrofitowej do oczyszczania ścieków bytowych oraz deszczowych

Uczestniczyłam również w badaniach nad możliwością zastosowania technologii hydrofitowej do oczyszczania ścieków. Byłam głównym wykonawcą merytorycznym w projekcie badawczym NCN nr N N523 616039, pt. Badania nad możliwościami oczyszczania ścieków deszczowych z dróg i parkingów za pomocą oczyszczalni hydrofitowych, realizowanym w latach 2010–2013 (Załącznik 3, Rozdział 5, poz. 2). Badania obejmowały doświadczenia wazonowe oraz badania na obiektach w skali półtechnicznej i dotyczyły analizy możliwości zastosowania oczyszczalni hydrofitowych do oczyszczania ścieków deszczowych zawierających związki ropopochodne. Koncepcja badań została opracowana przez dr inż. Tomasza Bergiera, jednak brałam czynny udział w przygotowaniu metodyki poboru próbek ścieków oraz oznaczania węglowodorów alifatycznych, BETX-ów przy pomocy chromatografii gazowej, a także ekstraktu eterowego. Brałam również udział w procesie analizy danych i opracowania wyników. W wyniku prowadzenia badań w ramach tej współpracy powstały następujące publikacje:

- Bergier T., Włodyka-Bergier A., 2008. Możliwość zastosowania turzycy brzegowej (*Carex riparia*) oraz wierzby energetycznej (*Salix viminalis*) do oczyszczania ścieków zawierających substancje ropopochodne [w:] Szkoła Jakości Wody'08 – Gospodarka wodna i ściekowa podstawą ochrony środowiska. Monografia nr 149 Politechniki Koszalińskiej. Seria: Inżynieria Środowiska, Koszalin, 159–166 (Załącznik 3, Rozdział 2.3, poz. 1);
- Bergier T., Włodyka-Bergier A., 2009. Oczyszczanie ścieków zawierających ropopochodne na złożach hydrofitowych z wykorzystaniem makrofitów: *Phragmites australis* i *Salix viminalis*. [w:] Ozonok J., Pawłowska M. (red.). Polska inżynieria środowiska pięć lat po wstąpieniu do Unii Europejskiej. Tom I. PAN Komitet Inżynierii Środowiska Monografia nr 58, Lublin, 17–26 (Załącznik 3, Rozdział 2.3, poz. 2);
- Bergier T., Włodyka-Bergier A., 2009. Aliphatic hydrocarbons C7–C30 removal from motorway runoff on constructed wetlands. *Polish Journal of Environmental Studies* 18(2B), 74–79 (Załącznik 3, Rozdział 2.4, poz. 2);
- Bergier T., Włodyka-Bergier A., 2009. BETX removal from motorway runoff on constructed wetlands. *Wiertnictwo, Nafta, Gaz* 26(1–2), 91–98 (Załącznik 3, Rozdział 2.1, poz. 2);
- Bergier T., Włodyka-Bergier A., 2012. Oil-derivatives removal efficiency by experimental constructed wetlands in semi-technical scale. *Polish Journal of Environmental Studies* 21(5A), 26–30 (Załącznik 3, Rozdział 2.4, poz. 4);

- Bergier T., Włodyka-Bergier A., 2014. Semi-technical scale studies on the constructed wetlands treatment of stormwater from a car service station. *Polish Journal of Environmental Studies* 23(3A), 10–14 (Załącznik 3, Rozdział 2.4, poz. 7);
- Bergier T., Włodyka-Bergier A., 2016. Semi-technical scale research on constructed wetland removal of aliphatic hydrocarbons C7–C40 from wastewater from a car service station. *Desalination and Water Treatment* 57(3), 1534–1542 (Załącznik 3, Rozdział 1.1, poz. 11).

W ramach współpracy w badaniach prowadzonych przez dr Bergiera brałam udział również w badaniach nad efektywnością oczyszczania ścieków za pomocą przydomowej hybrydowej oczyszczalni hydrofitowo-biologicznej. Badania obejmowały oznaczanie szeregu parametrów fizyko-chemicznych ścieków surowych i oczyszczonych, a także na poszczególnych stopniach oczyszczania. Wyniki badań zaprezentowane zostały w publikacjach:

- Bergier T., Włodyka-Bergier A., 2012. Efektywność oczyszczania ścieków w przydomowej hybrydowej oczyszczalni hydrofitowo-biologicznej. *Woda, Środowisko, Obszary Wiejskie* 12(1), 25–36 (Załącznik 3, Rozdział 2.1, poz. 4).
- Bergier T., Włodyka-Bergier A., 2013. Effectiveness of the household hybrid wastewater treatment plant in removing mesophilic, psychophilic and *Escherichia coli* bacteria. [w:] Pawłowski A., Dudzińska M., Pawłowski L. (red.). *Environmental engineering IV*. Taylor & Francis Group, London, 521–526 (Załącznik 3, Rozdział 1.2, poz. 3).

Zagadnienia usuwania zanieczyszczeń mikrobiologicznych przez złoża hydrofitowe analizowałam również w badaniach, których byłam pomysłodawcą. Na modelowych złożach hydrofitowych o przepływie pionowym została przeanalizowana efektywność usuwania mikroorganizmów psychrofilnych, mezofilnych oraz bakterii *Escherichia coli*. Badania prowadzone były na wodzie deszczowej pobranej ze spływu powierzchniowego z dachów obiektów znajdujących się na terenie Krakowa. W efekcie prowadzonych badań powstała publikacja:

- Włodyka-Bergier A., Dziugiel M., Bergier T., 2010. The possibilities of using constructed wetlands to disinfect water. *Geomatics and Environmental Engineering* 4(3), 87–93 (Załącznik 3, Rozdział 2.1, poz. 3).

5. Syntetyczne zestawienie dorobku naukowego

Przed uzyskaniem stopnia doktora na mój dorobek składało się 7 publikacji, w tym 4 artykuły w czasopismach i 3 opublikowane referaty konferencyjne. Po uzyskaniu stopnia doktora, a właściwie po rozpoczęciu pracy na stanowisku adiunkta na Wydziale Geodezji Górniczej i Inżynierii Środowiska AGH w Krakowie mój dorobek naukowy znacząco się powiększył. Przez 8 lat (od 2007 roku do chwili obecnej) opublikowałam łącznie 53 publikacje, z czego 14 publikacji znajduje się w bazie Journal Citation Reports (JCR). Spośród publikacji innych niż znajdujących się w bazie JCR, po doktoracie opublikowałam 8 artykułów znajdujących się w wykazie MNiSW (lista B), byłam współautorem 1 monografii (oprócz monografii habilitacyjnej) oraz 10 rozdziałów w monografiach. Opublikowałam również 7 artykułów w suplementach czasopisma znajdującego się w bazie JCR, a także 13 referatów i streszczeń konferencyjnych. Byłam współtwórcą 1 patentu krajowego. Łączna liczba punktów wyliczona wg punktacji MNiSW zgodnej z rokiem wydania publikacji wynosi 337, natomiast po uwzględnieniu mojego procentowego udziału – 203. Mój sumaryczny Impact Factor wynosi 9,235, indeks Hirscha wg bazy Web of Science – 2, natomiast Google Scholar – 5. Moje publikacje były cytowane 7 razy wg bazy Web of Science i 17 razy wg bazy Google Scholar.

Poza dorobkiem publikacyjnym do osiągnięć naukowych mogę zaliczyć również kierowanie projektem badawczym pt. Potencjał tworzenia się lotnych halogenowych organicznych produktów chlorowania w systemach dystrybucji wody w latach 2010–2012 finansowanym przez Narodowe Centrum Nauki. W okresie pracy na stanowisku adiunkta brałam także udział jako główny wykonawca merytoryczny w projekcie krajowym oraz wykonawca w projekcie międzynarodowym (szczegółowe zestawienie projektów w Załączniku 3 (Rozdział 5, poz. 1–3). Byłam również współautorem 1 opracowania dla podmiotu gospodarczego (Załącznik 3, Rozdział 4).

Począwszy od 2013 roku jestem recenzentem w renomowanych czasopismach naukowych. W moim dorobku znajduje się recenzowanie artykułów w czasopismach znajdujących się w bazie JCR – Polish Journal of Chemical Technology (1 recenzja), Ecotoxicology and Environmental Safety (1 recenzja), Desalination and Water Treatment (1 recenzja), Chemical Engineering Journal (2 recenzje), Environment Protection Engineering (1 recenzja) oraz w Transactions of Tianjin University (1 recenzja), którego wydawcą jest wydawnictwo Elsevier.

Za osiągnięcia naukowe w latach 2011–2014 otrzymałam 4 zespołowe nagrody Rektora AGH w Krakowie (Załącznik 3, Rozdział 7, poz. 1–4).

W okresie po doktoracie czynnie brałam udział w popularyzacji nauki, publikując 4 artykuły w czasopiśmie Agro Przemysł dotyczące zagrożeń związanych z procesem dezynfekcji podczas przygotowywania wody do celów spożywczych (Załącznik 3, Rozdział 8, poz. 1–4).

Szczegółowy opis mojego dorobku naukowego znajduje się w Załączniku 3 do wniosku, poniżej przedstawiam syntetyczne jego zestawienie.

Tabela 1. Syntetyczne zestawienie dorobku naukowego (stan na 21.01.2016)

| Wykaz osiągnięć | Przed doktoratem | Po doktoracie | Łącznie |
|--|---------------------|--------------------|---------|
| Sumaryczna ilość publikacji | 7 | 53 ¹ | 60 |
| Suma punktów za publikacje wg wykazów MNiSW | – | 337 ^{1,2} | 337 |
| Suma punktów za publikacje wg wykazów MNiSW po uwzględnieniu mojego udziału | – | 203 ^{1,2} | 203 |
| Sumaryczny Impact Factor | – | 9,235 | 9,235 |
| Indeks Hirscha wg bazy Web of Science | – | 2 | 2 |
| Autorstwo publikacji znajdujących się w bazie Journal Citation Reports (JCR) | – | 14 | 14 |
| Autorstwo artykułów w czasopismach innych niż znajdujących się w bazie JCR | 4 | 8 | 12 |
| Autorstwo monografii | 0 | 1 ¹ | 1 |
| Autorstwo rozdziału w monografii | 0 | 10 | 10 |
| Artykuły opublikowane w suplementach czasopism | 0 | 7 | 7 |
| Opublikowane streszczenia i referaty konferencyjne | 3 | 13 | 16 |
| Udzielone patenty krajowe | 0 | 1 | 1 |
| Autorstwo opracowań dla podmiotów gospodarczych | 0 | 1 | 1 |
| Kierowanie projektem badawczym | 0 | 1 | 1 |
| Udział w projektach badawczych krajowych | 0 | 1 | 1 |
| Udział w projektach europejskich | 0 | 1 | 1 |
| Udział w konferencjach krajowych lub międzynarodowych | 3 | 18 | 21 |
| Ilość osobiście wygłoszonych referatów | 0 | 9 | 9 |
| Nagrody za działalność naukową | 0 | 4 | 4 |
| Recenzowanie publikacji w czasopismach krajowych i międzynarodowych | 0 | 7 | 7 |
| Opieka naukowa nad doktorantami w charakterze promotora pomocniczego | 0 | 2 | 2 |
| Autorstwo w czasopismach popularno-naukowych | 0 | 4 | 4 |

¹ nie uwzględniono monografii habilitacyjnej; ² uwzględniono również punkty wynikające z uzyskania patentu

6. Osiągnięcia dydaktyczne i organizacyjne

W ramach obowiązków dydaktycznych wynikających z pracy na stanowisku adiunkta w Katedrze Kształtowania i Ochrony Środowiska na Wydziale Geodezji Górniczej i Inżynierii Środowiska AGH w Krakowie prowadziłam następujące przedmioty:

- Systemy Zaopatrzenia w Wodę i Usuwanie Ścieków (zajęcia laboratoryjne);
- Technologia Wody i Ścieków (zajęcia laboratoryjne i część wykładów);
- Gospodarka Wodno-Ściekowa (zajęcia laboratoryjne);
- Ocena i Prognozowanie Stanu Wód (zajęcia laboratoryjne);
- Fizyka i Chemia Środowiska (zajęcia laboratoryjne i część wykładów).

Do wszystkich ćwiczeń laboratoryjnych samodzielnie opracowałam od podstaw program zajęć, przygotowałam stanowiska laboratoryjne oraz instrukcje dla studentów. Zagadnienia poruszane na zajęciach dotyczą szeroko pojętej tematyki uzdatniania wody i oczyszczania ścieków oraz analiz fizyko-chemicznych próbek wodnych. Studenci w ramach laboratoriów z ww. przedmiotów poznają podstawowe jednostkowe procesy usuwania zanieczyszczeń z roztworów wodnych (m.in. proces koagulacji, filtracji, utleniania chemicznego, dezynfekcji metodami fizycznymi i chemicznymi, tworzenia ubocznych produktów dezynfekcji w sieciach wodociągowych, adsorpcji na węglach aktywnych, wymiany jonowej) oraz zapoznają się z podstawowymi (oznaczenia miareczkowe, potencjometryczne i spektrofotometryczne) oraz bardziej zaawansowanymi (chromatografia gazowa, oznaczenia mikrobiologiczne) metodami analiz próbek wodnych.

Od początku pracy na stanowisku adiunkta czynnie uczestniczę w sprawowaniu opieki naukowej nad dyplomantami. Do chwili obecnej byłam promotorem 47 prac magisterskich oraz 33 prac inżynierskich. Od 2007 roku 25 razy występowałam w roli recenzenta prac magisterskich. Za sukces uważam to, że spośród moich Magistrantów aż sześć osób podjęło dalszą naukę w ramach studiów doktoranckich. Obecnie sprawuję opiekę naukową w charakterze promotora pomocniczego nad dwoma doktorantami (Załącznik 3, Rozdział 10, poz. 1–2).

W latach 2011–2015 byłam opiekunem roku na kierunku Inżynieria Środowiska. Obecnie (2015–2016) jestem opiekunem naukowym studentki z Uniwersytetu w Charkowie w ramach programu Erasmus dla Ukrainy.

W 2011 roku zostałam zaproszona jako specjalista do poprowadzenia zajęć z przedmiotu Ochrona i Rekultywacja Wód (10 h wykładów i 2 x 10 h ćwiczeń) na Uniwersytecie Pedagogicznym w Krakowie na międzywydziałowym kierunku Ochrona Środowiska na studiach I stopnia (projekt „Rozwój potencjału dydaktycznego Uniwersytetu Pedagogicznego w Krakowie” w ramach Programu Operacyjnego Kapitał Ludzki, Priorytet IV: Szkolnictwo wyższe i nauka, Działanie 4.1: Wzmocnienie i rozwój potencjału dydaktycznego uczelni oraz zwiększenie liczby absolwentów kierunków o kluczowym znaczeniu dla gospodarki opartej na wiedzy, Poddziałanie 4.1.1: Wzmocnienie potencjału dydaktycznego uczelni).

W 2015 roku w ramach Akademii Jesiennej „Wyzwania Zrównoważonego Rozwoju” prowadzonej przez Fundację Sendzimira występowałam w roli eksperta ds. jakości wody przeznaczonej do spożycia w projekcie „Woda wolna od butelek”, współfinansowanym przez Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej.

Jako główne swoje osiągnięcie organizacyjne w czasie pracy na stanowisku adiunkta uważam stworzenie od podstaw laboratorium Uzdatniania Wody w Katedrze Kształtowania i Ochrony Środowiska. Laboratorium powstało po otrzymaniu w 2007 roku grantu aparaturowego z Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego na zakup chromatografu gazowego do oznaczania ubocznych produktów dezynfekcji wody oraz niezbędnego wyposażenia laboratorium do oznaczeń mikrobiologicznych w wodach. Osobiście opracowałam metodykę oznaczania na chromatografie gazowym szeregu związków, będących ubocznymi produktami chlorowania wody z grupy trihalogenometanów (trichlorometan, bromodichlorometan, dibromochlorometan, tribromometan), kwasów halogenooctowych (kwas monochlorooctowy, kwas monobromooctowy, kwas dichlorooctowy, kwas trichlorooctowy, kwas bromochlorooctowy, kwas dibromooctowy), halogenoacetonitryli (bromochloroacetonitryl, dibromoacetonitryl, dichloroacetonitryl, trichloroacetonitryl), halogenoketonów (1,1-dichloro-2-propanon, 1,1,1-trichloro-2-propanon), chloropikrynę i wodzian chloralu. Opracowałam i uruchomiłam również niezbędne do badania efektywności procesu dezynfekcji oznaczenia mikrobiologiczne (bakterie psychrofilne i mezofilne oraz bakterie z grupy coli, bakterie z grupy coli termotolerancyjne, w tym bakterie *Escherichia coli*). Opracowałam procedury oznaczania przy pomocy chromatografii gazowej związków z grupy węglowodorów – węglowodory alifatyczne od C7 do C40, a także BETX-y. Laboratorium, poza badaniami opisywanymi w ramach dorobku naukowego, stało się miejscem wielu badań naukowych w Katedrze. Dzięki jego powstaniu zrealizowano trzy projekty badawcze (Załącznik 3, Rozdział 5, poz. 1–3), wiele prac magisterskich, a w chwili obecnej prowadzone są tam badania w ramach trzech prac doktorskich.

Od 2013 roku jestem aktywnym członkiem Komisji ds. egzaminu inżynierskiego. Poza tym angażuję się w akcje reklamujące studia na Wydziale Geodezji Górniczej i Inżynierii Środowiska, w tym m.in. w trakcie Dni Otwartych AGH, prezentując możliwości analityczne Laboratorium Uzdatniania Wody, którego jestem opiekunem naukowym, a także współorganizując prezentację Wydziału na Festiwalu Nauki organizowanym corocznie przez krakowskie wyższe uczelnie na Rynku w Krakowie.

A. Włodzka-Berpra