

dr Izabela Siebielska
Wydział Inżynierii Lądowej,
Środowiska i Geodezji
Politechnika Koszalińska

Koszalin, 2013-05-30

Autoreferat

- 1. Imię i Nazwisko:** Izabela Siebielska
- 2. Posiadane dyplomy, stopnie naukowe – z podaniem nazwy, miejsca i roku ich uzyskania.**
 1. Magister chemii– Wydział Matematyki, Fizyki i Chemii, Uniwersytet Gdański, 1991r.
 2. Doktor nauk technicznych (z wyróżnieniem)– Wydział Inżynierii Środowiska Politechniki Wrocławskiej, Instytut Inżynierii Ochrony Środowiska, 2002r.
Rozprawa doktorska pt. „Migracja węglowodorów aromatycznych w środowisku wodno-gruntowym”. Promotor: prof. dr hab. Kazimierz Szymański
- 3. Informacja o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych/artystycznych**
 1. 1993-2002 asystent na Wydziale Budownictwa i Inżynierii Środowiska Politechniki Koszalińskiej
 2. Od 09.2002r adiunkt na Wydziale Inżynierii Lądowej, Środowiska i Geodezji (przed zmianą Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska) Politechniki Koszalińskiej
- 4. Wskazanie osiągnięcia, wynikającego z art. 16 ust. 2 ustawy z dnia 14 marca 2003r o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. nr 65, poz. 595 ze zm.):**
 - A. autor/autorzy, tytuł/tytuły publikacji, rok wydania, nazwa wydawnictwa**

Osiągnięciem habilitacyjnym, określonym zgodnie z obowiązującą „Ustawą o stopniach naukowych ... art.16 ust.2” jest dzieło opublikowane w całości w postaci monografii habilitacyjnej:

- Siebielska Izabela *Degradacja WWA i PCB w procesach biologicznej przeróbki wybranych odpadów biodegradowalnych*, 2013, Wydawnictwo Politechniki Koszalińskiej, monografia nr 239, Wydział Inżynierii Lądowej, Środowiska i Geodezji, s. 211

B. omówienie celu naukowego/artystycznego ww. pracy/prac i osiągniętych wyników wraz z wynikającymi z nich wnioskami.

Moje prace badawcze, po uzyskaniu tytułu doktora, dotyczą problemu związanego z degradacją wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych i polichlorowanych bifenyli podczas unieszkodliwiania odpadów biodegradowalnych, ze szczególnym uwzględnieniem frakcji organicznej odpadów komunalnych. Inspiracją moich badań było przyjęcie przez Polski Rząd Dyrektywy Rady Unii Europejskiej nr 99/31/WE, w sprawie składowisk odpadów z dnia 16.07.1999 r., która ogranicza deponowanie odpadów biodegradowalnych w Polsce do 35% do 31 grudnia 2020r. Koniecznością zatem jest wprowadzenie innych, w tym także biologicznych metod przeróbki wspomnianych odpadów. Niestety, frakcja organiczna pozyskiwana z odpadów komunalnych na składowiskach w Polsce, nie pochodzi z „segregacji u źródła”, ale jest wynikiem przesiewania na sitach o różnych rozmiarach oczek. Konsekwencją tego jest obecność wielu zanieczyszczeń organicznych, w tym: WWA i PCB we wspomnianej frakcji.

Przegląd literatury, szeroko opisuje degradację zarówno biotyczną jak i abiotyczną wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych i polichlorowanych bifenyli w czasie przeróbki biologicznej osadów ściekowych. Niewiele jest jednak danych dotyczących badań nad zmianą stężeń tych zanieczyszczeń podczas unieszkodliwiania frakcji organicznej odpadów komunalnych, pozyskiwanej w sposób opisywany powyżej.

Celem mojej pracy była ocena możliwości usuwania WWA, PCB w procesie kompostowania i fermentacji metanowej mieszaniny organicznej frakcji odpadów komunalnych i osadów ściekowych. W ramach badań porównałam stopień eliminacji wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych i polichlorowanych bifenyli we wspomnianej mieszaninie w warunkach tlenowych i beztlenowych w czasie kompostowania i fermentacji metanowej. Pozwoliło mi to na ocenę wpływu zawartości frakcji organicznej odpadów komunalnych, poddawanej kompostowaniu lub fermentacji metanowej na zmiany stężenia badanych analitów.

Procesowi kompostowania i fermentacji metanowej poddawałam mieszaniny osadów ściekowych i frakcji organicznej odpadów komunalnych, w różnych proporcjach: 30% frakcji organicznej odpadów komunalnych i 70% osadów ściekowych (30% I i 30% II), po 50% każdego ze składników (50% I i 50%II), 70% frakcji organicznej odpadów komunalnych i

30% osadów ściekowych (70% I i 70% II). Frakcja organiczna odpadów komunalnych pochodziła z Zakładu Unieszkodliwiania Odpadów, przetwarzającego około 40 000 Mg odpadów komunalnych w ciągu roku. Zmieszane odpady przesiewano początkowo przez sito o średnicy oczek 8 cm, a następnie przez sito o średnicy 2 cm. Odbierana frakcja ($8 > d > 2$), traktowana jako frakcja organiczna była w istocie frakcją granulometryczną o wysokiej koncentracji części biodegradowalnych.

Przeprowadziłam 6 cykli kompostowania i 6 cykli fermentacji metanowej w reaktorach porcjowych (z jednokrotnym zasilaniem) w warunkach laboratoryjnych. W przypadku kompostowania iloraz powierzchni bioreaktora do jego objętości wyniósł 15,7:1 $m^2 \cdot m^{-3}$, co mieściło się w przedziale, charakterystycznym dla bioreaktorów, pracujących w skali laboratoryjnej. Tak przygotowany system pozwalał na ograniczenie wpływu zmiennych czynników zewnętrznych na przebieg procesu. Każdorazowo jeden cykl kompostowania trwał 182 doby, a cykl fermentacji metanowej około 21 dób. Wszystkie cykle prowadzone były w identycznych warunkach procesowych. W pobranych próbkach oznaczyłam stężenia 16 WWA: naftalenu, acenaftenu, acenaftyleny, antracenu, benzo(a)antracenu, benzo(b)fluorantenu, benzo(k)fluorantenu, benzo(ghi)peryleny, benzo(a)pireny, chryzenu, dibenz(a,h)antracenu, fluorantenu, fluoreny, indeno(1,2,3-cd)pireny, fenantreny i pireny oraz 7 kongenerów PCB: PCB 28, PCB 52, PCB 101, PCB 118, PCB 138, PCB 153 i PCB 180. Analizy zawartości związków organicznych prowadziłam na chromatografie gazowej (AT 7890A) wyposażonym w detektor masowy (AT 5975C VL MSD).

W czasie trwania procesu kompostowania mierzyłam temperaturę i wilgotność masy kompostowanej. Jednocześnie ubytek substancji organicznych sprawdzałam poprzez oznaczenie chemicznego zapotrzebowania tlenu metodą chromianową ($ChZT_{Cr}$), zawartości całkowitego węgla organicznego (OWO) i azotu ogólnego (N_{og}). Natomiast przebieg procesu fermentacji metanowej kontrolowałam poprzez badania fizykochemiczne takie jak: pomiar zawartości metanu w biogazie podczas prowadzenia procesu oraz oznaczenie zasadowości ogólnej, stężenia lotnych kwasów tłuszczowych i badanie odczynu osadu fermentowanego.

Dodatkowo w przeprowadzonych badaniach, przeanalizowałam zmiany stężeń miedzi, kadmu, chromu, niklu i ołowiu. Wybór metali ciężkich podyktowany był Rozporządzeniem Ministra Środowiska [Dz. U. Nr 137, poz. 924] oraz Rozporządzeniem Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi [Dz. U. Nr 119 poz. 765]. W obu biologicznych procesach zmiany zawartości analizowanych metali były niewielkie, a zatem ich wpływ na biodegradację PCB i WWA był stały i podobny w czasie. Oznaczenia wykonano metodą FAAS (aparat Philips 9100X).

W oparciu o przeprowadzone badania i uzyskane wyniki porównałam zmiany stężenia wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych oraz polichlorowanych bifenyli w mieszaninach osadów ściekowych i frakcji organicznej odpadów komunalnych, poddanych kompostowaniu i fermentacji metanowej w powtarzalnych warunkach środowiska. W obu prowadzonych procesach czynnikiem zmiennym był skład mieszaniny. Wykazałam jednak (analiza statystyczna), że skład procentowy wsadu nie miał istotnego wpływu na zmiany stężeń badanych związków.

Tendencje zmiany stężeń poszczególnych wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych oraz polichlorowanych bifenyli, zarówno w czasie kompostowania jak i fermentacji metanowej, najlepiej opisują funkcje logarytmiczne, przy założeniu $t > 0$.

Przebieg zmian stężenia wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych i polichlorowanych bifenyli w czasie procesów kompostowania mieszaniny, zawierającej 30% frakcji organicznej był odmienny. Kompostowania mieszanin z 50% udziałem każdego ze składników charakteryzowały się podobnym przebiegiem zmian stężenia wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych i polichlorowanych bifenyli. W ostatnich dwóch przeprowadzonych eksperymentach z mieszaninami o zawartości 70% frakcji organicznej, spadek stężenia w stosunku do wartości początkowej zarówno wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych jak i polichlorowanych bifenyli był podobny.

Cykle fermentacji metanowej, w których wsad do bioreaktora zawierał 30% frakcji organicznej odpadów komunalnych, charakteryzowały się analogicznym efektem usuwania naftalenu, 4- i 5-pierścieniowych węglowodorów aromatycznych oraz PCB 28 i 153. Przebieg zmian stężenia pozostałych wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych i polichlorowanych bifenyli był zróżnicowany w obu cyklach. W czasie fermentacji metanowej mieszanin z 50% zawartością każdego ze składników, odnotowałam różnicę pomiędzy cyklami w zmianie stężenia naftalenu, 4- i 5-pierścieniowych węglowodorów aromatycznych, PCB 28 i 153. Zmiany zawartości pozostałych analitów organicznych były podobne w poszczególnych eksperymentach. Podczas fermentacji metanowej mieszanin z 70% frakcji organicznej, nie stwierdziłam istotnych różnic w przypadku zmian stężenia wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych oraz polichlorowanych bifenyli.

Uzyskane wyniki badań poddałam analizie składowych głównych (PCA), co pozwoliło mi na wybranie tych cykli, w których przebieg zjawisk degradacji zanieczyszczeń zachodził w analogiczny sposób.

W przypadku kompostowania tylko cykl 30% I charakteryzował się statystycznie różną zmianą stężeń WWA w mieszaninie i dlatego nie został on uwzględniony w dalszych testach statystycznych. Analiza składowych głównych podobnie jak przy degradacji WWA pozwoliła na odrzucenie cyklu kompostowania 30 % I w przypadku zmian zawartości PCB 52, PCB 101, PCB 118, PCB 138, PCB 153 i PCB 180. Degradacja PCB 28 zachodziła analogicznie w cyklach 50% I, 50% II i 30% II ale odmiennie niż w cyklach: 30% I, 70% I i 70% II. Wybór pierwszych trzech do dalszych testów statystycznych podyktowany był podobnym przebiegiem zmian stężenia pozostałych PCB.

W przypadku fermentacji metanowej, w dalszych testach statystycznych, wykorzystanych do porównania metod utylizacji, uwzględniłam tylko cykle 30% I, 50% II, 70% I i 70% II, w których ubytek wszystkich WWA nie różnił się istotnie statystycznie. Degradacja polichlorowanych bifenyli nie różniła się istotnie tylko w cyklach: 30% II, 50% I i 70% II i dlatego wytypowałam je do dalszych analiz statystycznych.

Do porównania wartości średnich ubytku zawartości wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych i polichlorowanych bifenyli w warunkach tlenowych i beztlenowych użyłam analizy wariancji (test Fishera). Przy założonym poziomie istotności ($\alpha = 0,05$) wyznaczyłam wartość statystyki F. Ponieważ $F \geq F_{\alpha}$ (F_{α} – wartość graniczna podana w tablicach rozkładu F-Snedocora), odrzuciłam hipotezę zerową mówiącą o równości wartości średnich ubytku WWA oraz PCB.

W oparciu o wyniki zmian stężeń badanych analitów w mieszaninach w czasie wyznaczyłam równanie, opisujące szybkość chwilową, oraz wyznaczyłam stałą Michaelisa-Menten i szybkość maksymalną degradacji WWA i PCB w warunkach tlenowych i beztlenowych. Podczas kompostowania szybkość chwilowa rozkładu WWA zależała od ilości skondensowanych pierścieni. Najmniejszą chwilową wartość tej szybkości wykazywały węglowodory, zawierające co najmniej pięć skondensowanych pierścieni. Wolniejsza biodegradacja tych związków odzwierciedlała się także w wartościach stałej Michaelisa i szybkości maksymalnej. Prawdopodobnie spowodowane to było wysoką liofobowością tych związków, a zatem zwiększoną tendencją do sorpcji na materiale stałym. Ograniczyło to ich biodostępność i hamowało procesy biodegradacji. W przeciwieństwie do kompostowania analiza statystyczna wykazała, że szybkość przemian WWA podczas fermentacji metanowej nie zależała od ilości skondensowanych pierścieni w cząsteczce. W obu procesach przeróbki biologicznej odpadów biodegradowalnych największą szybkość chwilową rozkładu zaobserwowałam dla PCB 28. Rozkład PCB w warunkach beztlenowych związany był z ilością atomów chloru w cząsteczce. Polichlorowane bifenyly, zawierające sześć lub siedem

atomów chloru ulegały degradacji z najmniejszą maksymalną szybkością, a PCB 28 z trzema atomami chloru – z największą. Im większa ilość atomów chloru w cząsteczce tym mniejsza szybkość ubytku PCB w czasie fermentacji metanowej. Zależność ta nie znalazła potwierdzenia w wynikach badań, jakie otrzymałam podczas kompostowania.

Stopień degradacji wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych był większy w warunkach tlenowych. Mogę przypuszczać, że duży wpływ na wyniki badań miał, między innymi, czas prowadzenia procesów. Kompostowanie trwało 182 doby, a fermentacja metanowa tylko 21 dób. Oprócz procesu biodegradacji węglowodorów w czasie kompostowania, prawdopodobnie zachodziły także reakcje chemiczne bez udziału mikroorganizmów. Efektywność rozkładu WWA zależała od rodzaju związku, w tym także od liczby pierścieni w cząsteczce. Znalazło to potwierdzenie w wynikach przeprowadzonych badań, gdzie wykazałam, że związki wielkocząsteczkowe trudniej ulegały degradacji a szybkość ich rozkładu była mniejsza. Charakterystyka właściwości WWA wskazuje, że im więcej pierścieni w cząsteczce, tym są bardziej hydrofobowe, ich rozpuszczalność mniejsza, a wartości logarytmu współczynników podziału oktanol/woda- większe. Związki takie wykazują tendencję do sorpcji na cząstkach stałych. Zaadsorbowane WWA są trudno dostępne dla mikroorganizmów i dlatego ich rozkład jest ograniczony.

Podczas fermentacji metanowej spadek stężenia węglowodorów nie przekraczał 30%, bez względu na liczbę skondensowanych pierścieni. Rozkład WWA w warunkach beztlenowych przebiega wolniej, gdyż wyznaczone w literaturze ścieżki degradacji wskazują na to, że w pierwszym etapie biodegradacji konieczne jest wprowadzenie do pierścienia atomu tlenu.

W przeciwieństwie do wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych, polichlorowane bifenyle łatwiej ulegały biodegradacji w warunkach beztlenowych. Dowodem tego były większe szybkości rozkładu i malejące stężenia substratów. Opisane w literaturze ścieżki rozkładu tych związków wskazują, że w pierwszym etapie, głównie dzięki mikroorganizmom beztlenowym odłączane są atomy chloru. W warunkach tlenowych szybkość odchlorowania jest mniejsza. Kolejne etapy rozkładu PCB mogą natomiast przebiegać w warunkach tlenowych. Ze względu na dużą szybkość dechlorowania związków w warunkach beztlenowych, ilość atomów chloru w cząsteczce nie miała istotnego wpływu na stopień degradacji polichlorowanych bifenyli w odróżnieniu do przemian w warunkach tlenowych. Wykazałam bowiem, że podczas kompostowania im większa liczba atomów chloru w cząsteczce bifenylu, tym skuteczność usuwania tego związku i szybkość maksymalna rozkładu były mniejsze.

Uzyskane wyniki badań i ich analiza, pozwoliły na sformułowanie następujących wniosków:

1. Stopień rozkładu wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych i polichlorowanych bifenyli, zarówno w czasie kompostowania jak i w czasie fermentacji metanowej mieszaniny osadów ściekowych i frakcji organicznej odpadów komunalnych, nie zależał statystycznie od udziału procentowego poszczególnych składników.
2. Efektywność procesu biodegradacji WWA w przypadku kompostowania (44,6% - 70,6%) zależała od ilości skondensowanych pierścieni aromatycznych i malała wraz z ich wzrostem. W czasie fermentacji metanowej, ubytek zawartości poszczególnych węglowodorów utrzymywał się na poziomie od 24,6% do 29,9%.
3. Podczas kompostowania wsadu o różnym udziale frakcji organicznej odpadów komunalnych, spadek zawartości PCB zależał od stopnia schlorowania (im więcej atomów chloru w cząsteczce, tym mniejszy stopień ubytku zawartości tych związków w czasie trwania procesu) i mieścił się w przedziale od 6,9% do 15,7%.
4. Efektywność usuwania PCB w czasie fermentacji metanowej mieszanin osadów ściekowych i frakcji organicznej odpadów komunalnych nie zależała od stopnia schlorowania PCB i mieściła się w przedziale od 18,1% do 23,9%.

W oparciu o przedstawione wnioski uważam, że skuteczniejszą techniką rozkładu wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych było kompostowanie mieszaniny z frakcją organiczną odpadów komunalnych. Wskazane jest zatem, aby osad przefermentowany, o wysokiej zawartości WWA, był następnie kierowany do przeróbki w warunkach tlenowych. Natomiast fermentacja metanowa mieszaniny z frakcją organiczną odpadów komunalnych, była efektywniejszym procesem usuwania polichlorowanych bifenyli. Z tego powodu do rozkładu PCB korzystne jest w pierwszym etapie zachowanie warunków beztlenowych.

5. Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo-badawczych

Zakres moich prac badawczych przed uzyskaniem tytułu doktora obejmował zanieczyszczenie środowiska wodno-gruntowego związkami ropopochodnymi, w szczególności węglowodorami aromatycznymi (BTX) i wielopierścieniowymi węglowodorami aromatycznymi (WWA) oraz polichlorowanymi bifenylami (PCB). Dobór związków podyktowany był ich wysoką toksycznością w stosunku do organizmów żywych (np. benzen, benzo(a)piren, PCB). Pierwsze badania, dotyczące skażenia rzeki Parsęty i jej dopływów związkami organicznymi prowadziłam w ramach projektu badawczego zamawianego nr 118-01 "Systemy optymalizacji ekorozwoju Województwa Koszalińskiego", finansowanego przez KBN. Kolejnym etapem była analiza wód gruntowych, w okolicach

składowisk odpadów komunalnych koło Koszalina. Efektem tych badań była rozprawa doktorska „Migracja węglowodorów aromatycznych w środowisku wodno-gruntowym”, której promotorem był prof. dr hab. Kazimierz Szymański.

Celem pracy była ocena wpływu odcieków składowiskowych na zawartość lotnych węglowodorów aromatycznych (BTX) i wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych (WWA) w wodach gruntowych pierwszej warstwy wodonośnej terenu składowiska odpadów komunalnych w Sianowie. Grunty, na których zostało umiejscowione składowisko odpadów, to przede wszystkim piaski drobne i pylaste, z możliwością występowania piasków średnich, ale także i pyłów piaszczystych. Jest to podłoże charakterystyczne dla terenów Pobreża Słowińskiego. Parametrami pozwalającymi stwierdzić stopień skażenia środowiska naturalnego przez węglowodory aromatyczne była suma 6. i 16. WWA oraz suma BTX.

W latach 1997-2000 badałam zawartość 16. WWA i 5. BTX w odcieku składowiskowym pochodzącym ze składowiska odpadów komunalnych w Sianowie i w wodach gruntowych pobieranych z piezometrów umiejscowionych koło wspomnianego składowiska, w kierunku spływu wód gruntowych. Przeprowadziłam także analizę wód gruntowych, które nie miały kontaktu z odciekiem składowiskowym.

Model rozprzestrzeniania się zanieczyszczeń wraz z odciekiem składowiskowym w środowisku wodno-gruntowym w okolicach składowiska odpadów w Sianowie opracowałam z wykorzystaniem pakietu komputerowego MT3D. Do opisu ruchu wód gruntowych użyłam pakietu programów MODFLOW.

Efektem moich badań był model rozprzestrzeniania się benzenu i benzo(a)pirenu w środowisku wodno-gruntowym w okolicach Zakładu Unieszkodliwiania Odpadów, przetwarzającego około 40 000 Mg komunalnych odpadów w ciągu roku. Model ten pozwolił na prognozowanie w czasie wpływu odcieku składowiskowego, zanieczyszczonego wspomnianymi związkami organicznymi na wody gruntowe.

Analogiczne badania prowadziłam także dla innych składowisk odpadów komunalnych w okolicach Koszalina. Wyniki prezentowałam na polskich i międzynarodowych konferencjach, między innymi na II Kongresie Inżynierii Środowiska w Lublinie oraz na sympozjum „FORUM CHEMICZNE 2000” w Warszawie.

Kolejne badania środowiska wodno-gruntowego realizowane w ramach ekspertyz i projektów badawczych potwierdziły problem skażenia węglowodorami terenów o słabej intensywności transportu i niskim uprzemysłowieniu. Kierunek moich dalszych badań wiązał się zatem z analizą możliwości degradacji węglowodorów i ich pochodnych w czasie

unieszkodliwiania odpadów, stanowiących jedno z podstawowych źródeł skażenia środowiska interesującymi mnie związkami chemicznymi. Badania swoje rozpoczęłam od walidacji metody oznaczenia wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych i polichlorowanych bifenyli w próbkach stałych. Wyniki tych badań przedstawiłam w artykułach opublikowanych w czasopismach: „Ochrona Środowiska” i „Przemysł Chemiczny”.

Następnie w ramach projektu badawczego rozwojowego pt. "Przeróbka osadów ściekowych - badania wpływu parametrów technologicznych oraz czasu przetrzymania masy kompostowej w bioreaktorze na stabilność i higienizację produktu końcowego" analizowałam degradację polichlorowanych bifenyli i wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych w czasie kompostowania osadów ściekowych. Wyniki przedstawiłam w artykułach, opublikowanych w czasopismach: „Polish Journal of Environmental Studies, Series of Monographs”, „Bioresource Technology”, „Rocznik Ochrony Środowiska”.

Kolejnym etapem moich zainteresowań była analiza stopnia ubytku stężenia interesujących mnie zanieczyszczeń organicznych podczas biologicznej przeróbki odpadów biodegradowalnych nie tylko w warunkach tlenowych, ale i beztlenowych. Badania prowadziłam w ramach projektu badawczego własnego pt. " Zmiany zawartości WWA, PCB i metali ciężkich w czasie kompostowania i fermentacji metanowej frakcji organicznej odpadów komunalnych". Efektem była monografia przedstawiona w pkt 4 B. Kolejne artykuły zostaną prawdopodobnie opublikowane w czasopismach „Annual Set The Environment Protection” oraz „Water Science and Technology” (po pierwszej recenzji) . Doświadczenie zdobyte przy prowadzeniu badań, wykorzystałam praktycznie współpracując z Oczyszczalnią Ścieków w Szczecinku.

Obecnie prowadzę badania, dotyczące degradacji parafin podczas kompostowania osadu ściekowego, o wysokiej zawartości rtęci. Wyniki zostaną zaprezentowane w czasopismach, znajdujących się w bazie JCR.

Jestem również opiekunem naukowym rozprawy doktorskiej mgr inż. Olimpii Burzyńskiej na temat „Zastosowanie odpadów biodegradowalnych celem immobilizacji pestycydów arsenowych”.

Podsumowując mój dorobek publikacyjny, po otrzymaniu stopnia naukowego doktora zostałam autorem lub współautorem 9 artykułów w czasopismach znajdujących się w bazie Journal Citation Reports oraz 14 rozdziałów w monografiach, publikacji naukowych w czasopismach krajowych innych niż znajdujących się w bazie JCR i referatów, ujętych w materiałach konferencyjnych. Sumaryczny impact factor według listy Journal Citation Reports, zgodnie z rokiem opublikowania – 6,552 (5-letni – 7,268).

W czasie dotychczas prowadzonych przeze mnie badań wynikły nowe problemy naukowe, które chciałabym przeanalizować w dalszym etapie mojej pracy. Jestem obecnie opiekunem naukowym rozprawy doktorskiej drugiej doktorantki mgr inż. Natalii Kołacz, która dotyczyć będzie zjawiska sorpcji na cząstkach stałych benzo(a)pirenu jako przedstawiciela wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych, na różnych etapach procesu kompostowania odpadów biodegradowalnych. Z przeprowadzonych przeze mnie badań wynika, że degradacja tych węglowodorów jest preferowana właśnie w warunkach tlenowych. Otwarcie przewodu ww. doktorantki planowane jest na 2014r.

Innym kierunkiem moich zainteresowań będzie degradacja polichlorowanych bifenyli w czasie fermentacji metanowej wyłącznie frakcji organicznej odpadów komunalnych bez dodatku osadów ściekowych. Jedną ze zmiennych będzie stężenie początkowe PCB w fermentacji. Badania mogłyby zostać zrealizowane w ramach projektu badawczego, złożonego przez dr. hab. inż. R. Sidelko prof. PK do NCBiR.

