

Załącznik 2

Autoreferat

dr inż. Tamara Zalewska

Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej – Państwowy Instytut Badawczy

Oddział Morski w Gdyni

Waszyngtona 42

81-342 Gdynia

1. Wykształcenie i posiadane stopnie naukowe

1989 – 1994	Studia magisterskie na Wydziale Chemicznym Politechniki Gdańskiej, na kierunku Technologia Chemiczna, specjalizacja z zakresu Technologii Nieorganicznej i Przeciwkorozyjnej w Katedrze Technologii Zabezpieczeń Przeciwkorozyjnych
1994 – 2000	Studia doktoranckie na Wydziale Chemicznym Politechniki Gdańskiej, w Katedrze Technologii Chemicznej Zakres badań: elektrochemia, elektrochemia polimerów przewodzących elektronowo, procesy elektropolimeryzacji, elektrochemiczne metody badań procesów elektrodowych: cyklowoltamperometria, chronoamperometria, spektroskopia impedancyjna, elektrochemiczna mikrowaga kwarcowa
31 maja 2000 r.	Uzyskanie stopnia doktora nauk chemicznych Tytuł pracy doktorskiej: Wpływ materiału podłoża na właściwości polipirołu

2. Informacje o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych

kwiecień – maj 2000	Wojewódzki Inspektorat Inspekcji Handlowej w Gdańsku. ul. M.Konopnickiej 4, 80-240 Gdańsk Starszy specjalista (kontrola w zakresie prawidłowości funkcjonowania rynku artykułów żywnościowych i nieżywnościowych, sporządzanie świadectw pokontrolnych)
2000 – obecnie	Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej – Państwowy Instytut Badawczy Oddział Morski w Gdyni Ośrodek Oceanografii i Monitoringu Bałtyku na stanowisku adiunkta

3. *Wskazanie osiągnięcia wynikającego z art. 16 ust. 2 ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz z stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. nr 65, poz. 595 ze zm.):*

3.1 *Tytuł osiągnięcia naukowego*

„Bioindyktory makrofitobentosowe w ocenie stanu środowiska południowego Bałtyku”

3.2 *Autor, rok wydania, nazwa wydawnictwa*

Tamara Zalewska, 2015, IMGW-PIB Warszawa, ISBN 978-83-64979-07-1, 245 str.

3.3 *Publikacje lub inne prace wchodzące w skład osiągnięcia naukowego:*

1. **Zalewska T.**, Saniewski M., 2011, *Bioaccumulation of gamma emitting radionuclides in red algae from the Baltic Sea under laboratory conditions*, *Oceanologia* 53(2), 631-650 (IF₂₀₁₁ - 1,242, cyt. 5). Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na zaplanowaniu i przeprowadzeniu eksperymentu, wykonaniu analiz aktywności izotopów promieniotwórczych, interpretacji i opracowaniu wyników oraz przygotowaniu manuskryptu. Mój udział szacuję na 80%.
2. **Zalewska T.**, 2012, *Seasonal changes of ¹³⁷Cs in benthic plants from the southern Baltic Sea*, *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry* 292, 211-218 (IF₂₀₁₂ - 1,467, cyt. 6). Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na wykonaniu analiz, opracowaniu wyników i przygotowaniu manuskryptu. Mój udział wynosi 100%.
3. **Zalewska T.**, 2012, *Distribution of ¹³⁷Cs in benthic plants along depth profiles in the outer Puck Bay (Baltic Sea)*, *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry* 293, 679-688 (IF₂₀₁₂ - 1,467, cyt. 4). Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na wykonaniu analiz, opracowaniu wyników i przygotowaniu manuskryptu. Mój udział wynosi 100%.
4. **Zalewska T.**, 2014, *Bioaccumulation of gamma emitting radionuclides in *Polysiphonia fucoides**, *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry* 299, 1489 – 1497 (IF₂₀₁₄ - 1,415, cyt. 1). Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na wykonaniu analiz, opracowaniu wyników i przygotowaniu manuskryptu. Mój udział wynosi 100%.

3.4 *Omówienie celu naukowego i osiągniętych wyników wraz z omówieniem ich ewentualnego wykorzystania*

Zainteresowanie problematyką ochrony środowiska jest obecnie bardzo duże, głównie ze względu na rosnącą świadomość konieczności zachowania środowiska w stanie jak najmniej zmienionym gwarantującym bezpieczne życie. Konieczne jest wdrażanie działań o znacznie szerszym zasięgu i wymuszających na poszczególnych państwach prowadzenie zrównoważonej polityki w dziedzinie ochrony i eksploatacji środowiska, w tym również środowiska morskiego. Z jednej strony konieczne jest ograniczenie do minimum skutków oddziaływania antropogenicznego, z drugiej możliwość korzystania z szeroko pojętych zasobów obszarów morskich, w zakresie turystycznym i gospodarczym.

Bardzo istotną rolę odgrywają konwencje i akty prawne mające zastosowanie regionalne lub odnoszące się do określonego rodzaju środowiska, w tym również morskiego, takie jak Konwencja o ochronie środowiska morskiego obszaru Morza Bałtyckiego (Konwencja Helsińska), podpisana na nowo w strukturze UE w Helsinkach dnia 9 kwietnia 1992 r. (Dz. U. z 2000 r. Nr 28, Poz. 346).

Efektem współpracy koordynowanej przez Komisję Helsińską jest między innymi Bałtycki Plan Działań Komisji Helsińskiej, który jest pierwszym w świecie regionalnym programem ochrony środowiska naturalnego przyjętym przez państwa nadbałtyckie będące członkami Unii Europejskiej i Federację Rosyjską. O ile działania podejmowane w ramach współpracy z HELCOM mają charakter pewnej dobrowolności, o tyle akcesja do Unii Europejskiej nakłada na poszczególne państwa, w tym również Polskę konieczność przystosowania krajowego prawodawstwa do przepisów stosowanych w UE zgodnie z zasadą supremacji prawa wspólnotowego nad prawodawstwem poszczególnych państw. Konsekwencją tego była transpozycja Dyrektywy 2000/60/EC Parlamentu Europejskiego i Rady Europy z dnia 23 października 2000 r., ustanawiającej ramy wspólnotowego działania w dziedzinie polityki wodnej (Ramowa Dyrektywa Wodna - RDW) i Ramowej Dyrektywy w sprawie Strategii Morskiej (Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2008/56/WE z dnia 17 czerwca 2008 r. ustanawiająca ramy działań Wspólnoty w dziedzinie polityki środowiska morskiego). Jednym z elementów wynikających z transpozycji obydwu dyrektyw do prawodawstwa polskiego jest obowiązek monitorowania oraz oceny stanu wód w obszarze polskiej strefy ekonomicznej Morza Bałtyckiego i podjęcie stosownych działań w celu utrzymania dobrego stanu środowiska lub w celu jego poprawy.

Główną ideą prezentowanej pracy było połączenie badań o charakterze podstawowym z zakresu bioakumulacji metali ciężkich i izotopów promieniotwórczych w roślinach makrofitobentosowych z opracowaniem metody klasyfikacji i oceny stanu środowiska morskiego bazującym na wynikach przeprowadzonych badań.

Metoda polega na wykorzystaniu wybranych gatunków roślinności makrofitobentosowej, specyficznych dla ocenianego obszaru, jako bioindykatorów akumulacji. Metoda będzie stanowić uzupełnienie stosowanego aktualnie monitoringu obejmującego kontrolę metali ciężkich w innych organizmach morskich: rybach i małżach oraz w osadach dennych, których występowanie przestrzenne ogranicza możliwość kontrolowania stanu środowiska morskiego głównie do rejonów pełnomorskich morza. Ilość informacji dotyczących obszarów wód przejściowych i przybrzeżnych jest natomiast w znacznie mierze niewystarczająca dla przeprowadzenia miarodajnej i wiarygodnej oceny ich stanu, w zakresie skażenia substancjami niebezpiecznymi. Opracowana metoda wypełnia tę lukę i pozwala na przeprowadzenie klasyfikacji stanu środowiska w zakresie skażenia metalami ciężkimi i radionuklidami w obszarach występowania roślinności podwodnej: w Zalewie Puckim, w Zatoce Puckiej zewnętrznej, wodach przybrzeżnych w okolicach Rowów oraz w rejonie Ławicy Słupskiej. Informacje o stanie środowiska uzyskane na podstawie opracowanej metody mogą wspomagać prowadzony w tym obszarze monitoring, ale również stanowić element jego weryfikacji i kontroli.

W celu opracowania metody klasyfikacji i oceny stanu środowiska wybranych obszarów morskich przeprowadzono szereg badań o charakterze podstawowym dla określenia zdolności wybranych gatunków roślin makrofitobentosowych do bioakumulowania metali ciężkich i izotopów promieniotwórczych.

Zakres pracy obejmował analizy stężeń promieniotwórczych wybranych radionuklidów: ^{137}Cs i ^{90}Sr i stężeń wybranych metali: Pb, Cd, Cr, Cu, Ni, Zn, Mn i Hg w tkankach roślin makrofitobentosowych. Do badań wytypowano kilkanaście gatunków roślin morskich, będących przedstawicielami zarówno makroalg należących do plechowców (*Thallophyta*), jak i roślin naczyniowych (*Tracheophyta*). Wśród makroalg znalazły się gatunki reprezentujące trzy gromady: (i) zielenice (*Chlorophyta*) - *Cladophora glomerata*, *Cladophora rupestris*, *Cladophora fracta*, *Rhizoclonium riparium*, *Ulva spp.*, *Chara baltica* (ii) krasnorosty (*Rhodophyta*) - *Furcellaria lumbricalis*, *Polysiphonia fucoides*, *Coccotylus truncatus*, *Ceramium diaphanum*, (iii) brunatnice (*Phaeophyta*) - *Ectocarpus siliculosus*, *Pylaiella littoralis*, *Fucus vesiculosus*. Roślinny naczyniowe reprezentowane były przez trzy gatunki: *Zostera marina*, *Stuckenia pectinata*, *Zannichellia palustris*.

Na podstawie analizy częstości występowania w zbiorowiskach, udziału procentowego biomasy oraz wielkości biomasy poszczególnych gatunków roślin makrofitobentosowych, do badań wybrano gatunki najbardziej specyficzne, które są rekomendowane jako bioindykatory dla omawianych obszarów.

Badania zdolności bioakumulacyjnych w stosunku do wybranych metali ciężkich i radionuklidów przeprowadzono w warunkach środowiskowych, określając wpływ poszczególnych czynników biotycznych i abiotycznych na wydajność bioakumulacji. Analiza czynników biotycznych obejmowała określenie udziału morfologii, anatomii i fizjologii gatunków reprezentujących poszczególne gromady na przebieg procesu efektywnego gromadzenia substancji zanieczyszczających w tkankach. Szczególnie skupiono się na zmianach sezonowych i zmienności w profilach głębokościowych mających bezpośredni wpływ na fizjologię badanych roślin.

W zakresie czynników abiotycznych badano wpływ: warunków meteorologicznych, ze szczególnym uwzględnieniem temperatury i czynników hydrologicznych, w tym transportu i mieszania wód.

Badania bioakumulacji wybranych izotopów: ^{134}Cs i ^{137}Cs oraz mieszaniny radionuklidów: ^{51}Cr , ^{54}Mn , ^{57}Co , ^{60}Co , ^{65}Zn , ^{85}Sr , ^{109}Cd , $^{110\text{m}}\text{Ag}$, ^{113}Sn , ^{137}Cs , ^{241}Am obejmowały również eksperymenty realizowane w kontrolowanych warunkach laboratoryjnych z udziałem dwóch gatunków: *Polysiphonia fucooides* i *Furcellaria lumbricalis*. Podstawowym celem przeprowadzonych badań było określenie wydajności bioakumulacji poszczególnych izotopów promieniotwórczych reprezentujących różne grupy metali. W ramach zaprojektowanych eksperymentów wyznaczono parametry kinetyczne charakteryzujące przebieg procesu bioakumulacji w zależności od gatunku, początkowych stężeń oraz bioakumulowanego elementu.

Wyniki badań prezentowane w pracy wykazały, że rośliny makrofitobentosowe są doskonałymi bioindykatorami, których mechanizm odpowiedzi oparty jest na zdolności bioakumulowania radionuklidów i metali ciężkich znajdujących się w środowisku morskim w formie rozpuszczonej, co jest jednoznaczne z ich biodostępnością.

Większość z badanych gatunków roślin makrofitobentosowych charakteryzuje duża zdolność bioakumulowania zarówno do metali ciężkich Pb, Cd, Cr, Cu, Ni, Zn, Mn i Hg, jak i radionuklidów ^{137}Cs i ^{90}Sr , czego odzwierciedleniem są bardzo wysokie współczynniki biokoncentracji. W przypadku *Polysiphonia fucooides* osiągają one wartości rzędu kilku tysięcy dla ^{137}Cs i Ni, kilkudziesięciu tysięcy dla Pb i Hg oraz kilkuset tysięcy dla Cd. Są to wartości znacznie przewyższające te obserwowane w przypadku organizmów fauny (małży i ryb). Właśnie ze względu na tak wysokie wartości współczynników biokoncentracji oraz wysokie stężenia metali ciężkich i radionuklidów osiągane tylko podczas jednego okresu wegetacyjnego, rośliny makrofitobentosowe wydają się zdecydowanie lepszymi bioindykatorami i mogą stanowić alternatywę dla organizmów fauny morskiej, w przypadku których bioakumulacja przebiega przez całe życie. Zarówno znaczna bezwładność odpowiedzi (zmiany stężeń w organizmie występują z pewnym opóźnieniem w stosunku do zmian w wodzie) obserwowana w przypadku organizmów makrozoobentosowych i ryb, jak również długość okresu bioakumulacji oraz biomagnifikacja w przypadku ryb, utrudniają właściwą interpretację, głównie z powodu braku jednoznacznej zależności stężeń obserwowanych w organizmach fauny morskiej od aktualnych stężeń obserwowanych w wodzie. Te efekty nie występują w przypadku roślin makrofitobentosowych, w których odpowiedź na aktualne warunki, zarówno niezaburzone dodatkowym dopływem substancji zanieczyszczających, jak i w sytuacjach akcydentalnych, jest praktycznie natychmiastowa, co potwierdziły prezentowane w niniejszej pracy badania bioakumulacji w warunkach laboratoryjnych. Ponadto większość badanych gatunków roślin makrofitobentosowych przytwierdzonych jest do podłoża, przez co odzwierciedla lokalną specyfikę monitorowanego obszaru.

Biorąc pod uwagę analizę wszystkich omawianych czynników, mogących mieć znaczenie dla przebiegu bioakumulacji metali ciężkich i radionuklidów w roślinach makrofitobentosowych, nie można wskazać jednoznacznie na jeden czynnik, który byłby najistotniejszy i w największym stopniu

odpowiedzialny za wydajność bioakumulacji. Nie jest również możliwe jednoznaczne wskazanie czynników determinujących przebieg poszczególnych etapów bioakumulacji. Wynika to ze złożoności samego procesu, ale również z olbrzymiej liczby interakcji i wzajemnych oddziaływań poszczególnych czynników. Można jedynie pokusić się o wskazanie szeregu czynników, które, jak ukazały uzyskane wyniki, odgrywają najistotniejszą rolę, jak anatomia, morfologia i fizjologia.

Czynniki hydrodynamiczne, w tym przede wszystkim prądy morskie mogą wpływać na dostępność bioakumulowanej substancji w bezpośrednim otoczeniu roślin poprzez intensywne mieszanie ułatwiające transport jonów w toni wodnej i redukcję warstwy dyfuzyjnej. Najmniej istotne w przypadku prowadzonych badań wydają się być czynniki chemiczne w zakresie składu wody morskiej.

W badaniach porównano zdolności bioakumulacyjne gatunków reprezentujących makroalgi należące do plechowców (*Thallophyta*), jak i rośliny naczyniowe (*Tracheophyta*). Spośród wszystkich zbadanych gatunków najlepszymi właściwościami bioakumulacyjnymi w stosunku do radionuklidów, jak i metali ciężkich charakteryzowała się *Polysiphonia fucoides*. Prezentowane w niniejszej pracy badania są pierwszymi badaniami tego gatunku o tak szerokim zakresie, które wykazały jego ogromny potencjał jako bioindykatora akumulacji.

Czynniki, które decydują o doskonałych właściwościach bioakumulacyjnych tego gatunku są:

1. Anatomia:

- Budowa ściany komórkowej: obecność polisacharydów siarczanowych odpowiedzialnych za bardzo dobre właściwości biosorpcyjne w stosunku do jonów metali; obecność rodników wykazujących wysoką aktywność wiążącą (oddziaływanie elektrostatyczne, kompleksowanie) w stosunku do jonów metali, prowadzącą do efektywnej biosorpcji.
- Znaczny udział wolnej przestrzeni pozornej (ang. *apparent free space*), obejmującej ściany komórkowe i wszystkie przestrzenie międzykomórkowe, do której wprowadzane są jony, a która ma znaczenie dla pojemności bioakumulacyjnej.
- Wewnętrzna budowa, przypominająca układ rurek, połączona z obecnością korków pomiędzy ścianami sąsiadujących komórek umożliwiającą łączenie plazmolemy ułatwia transport międzykomórkowy wpływając na wydajność bioakumulacji.

2. Morfologia

- Delikatna, nitkowata budowa charakteryzująca się słabym okorowaniem, determinująca przynależność do grupy alg nitkowatych wg modelu Littlera i ułatwiająca przebieg bioakumulacji.
- Bardzo rozwinięta powierzchnia wymiany i bardzo korzystny, duży stosunek pojemności do powierzchni wymiany.

3. Fizjologia

- Wymiana elementów ze środowiskiem odbywająca się poprzez plechę.
- Długi okres wegetacyjny trwający cały rok, co wpływa na dostępność *Polysiphonia fucoides* przez większość roku w ilości umożliwiającej analizy.
- Szeroka tolerancja na warunki atmosferyczno – hydrologiczne, o czym świadczy szerokie rozpowszechnienie, znaczna biomasa przez większość roku oraz występowanie na różnych głębokościach.
- Proporcjonalność i szybkość odpowiedzi – stężenia metali ciężkich i radionuklidów w tkankach *Polysiphonia fucoides* zmieniają się proporcjonalnie do zmian zachodzących w wodzie morskiej, w bezpośrednim otoczeniu roślin, a szybkość odpowiedzi na zmiany jest natychmiastowa, co wykazały badania bioakumulacji prowadzone w warunkach laboratoryjnych.

4. Rozpowszechnienie: *Polysiphonia fucoides* jest gatunkiem stosunkowo szeroko rozpowszechnionym w Bałtyku i specyficznym dla określonych obszarów, charakteryzujących się występowaniem kamienistego dna.

Opierając się na uzyskanych wynikach badań prezentowanych w pracy dokonano wyboru gatunków roślin makrofitobentosowych, które zostały wskazane jako bioindykatory dla oceny stanu środowiska wybranych obszarów. O wyborze danych gatunków decydowały przede wszystkim zdolność bioakumulacyjna w stosunku do elementów objętych monitoringiem (Pb, Cd, Hg, Ni i ^{137}Cs) oraz ich reprezentatywność dla ocenianych obszarów uwzględniająca zarówno występowanie sezonowe, jak i wielkość biomasy. Ostatecznie wskazano dwa gatunki: *Polysiphonia fucoides* i *Furcellaria lumbricalis*, które znalazły zastosowanie jako bioindykatory stanu środowiska obszarów Zatoki Puckiej zewnętrznej (PLTW III WB3), Głazowiska Rowy (PL W II WB 6W) i Głazowiska Ławica Słupska oraz dwa gatunki *Stuckenia pectinata* i *Chara baltica* do oceny stanu obszaru Zalewu Puckiego (PL TW II WB2).

Wykorzystując wyznaczone w pracy współczynniki biokoncentracji Pb, Cd, Hg, Ni i ^{137}Cs specyficzne dla wybranych gatunków oraz środowiskowe normy jakości rekomendowane dla metali w wodzie morskiej, jak również wartość docelową dla ^{137}Cs , wyznaczono stężenia odniesienia/wartości progowe w roślinach makrofitobentosowych, które wyznaczają, zgodnie z wymaganiami RDSM, granicę pomiędzy dobrym (Good Environmental Status – GES) i nieodpowiednim (subGES) stanem środowiska w zakresie skażenia metalami ciężkimi i promieniotwórczym izotopem cezu.

W oparciu o dane z lat 2010 i 2011, dotyczące stężeń metali ciężkich Pb, Cd, Ni i Hg i aktywności promieniotwórczej ^{137}Cs w wytypowanych bioindykatorach akumulacji, określono na podstawie wyznaczonych współczynników skażenia stan trzech jednolitych części wód: Zalewu Puckiego, Zatoki Puckiej zewnętrznej, Głazowiska Rowy oraz obszaru Basenu Bornholmskiego reprezentowanego przez rejon Głazowiska Ławicy Słupskiej. Wszystkie obszary charakteryzują się stanem dobrym (GES) w zakresie skażenia metali ciężkimi i stanem nieodpowiednim w przypadku poziomów radioaktywnego izotopu cezu.

3.5 Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo – badawczych

Wyniki prezentowane w czterech publikacjach, wskazanych jako pozostałe osiągnięcia naukowe, w znacznej mierze zostały zaprezentowane również w monografii. Podstawowym celem badań było sprawdzenie zdolności bioakumulacyjnych wybranych gatunków roślin makrofitobentosowych w stosunku do izotopów promieniotwórczych w warunkach środowiskowych i laboratoryjnych oraz wskazanie, na podstawie uzyskanych wyników, czynników (zarówno wewnętrznych wynikających z budowy i fizjologii roślin, jak i środowiskowych) odpowiedzialnych w największym stopniu za przebieg i wydajność bioakumulacji izotopów promieniotwórczych.

Pierwsza z publikacji zatytułowana „*Bioaccumulation of gamma emitting radionuclides in red algae from the Baltic Sea under laboratory conditions*” (Zał. 3, p.I.1) prezentuje wyniki badań zdolności bioakumulacyjnej dwóch gatunków krasnorostów z południowego Bałtyku: *Polysiphonia fucoides* i *Furcellaria lumbricalis* w stosunku do izotopów: ^{51}Cr , ^{54}Mn , ^{57}Co , ^{60}Co , ^{65}Zn , ^{85}Sr , ^{109}Cd , $^{110\text{m}}\text{Ag}$, ^{113}Sn , ^{137}Cs i ^{241}Am . Badania przeprowadzono w kontrolowanych warunkach laboratoryjnych. Stężenia większości izotopów były wyższe w *Polysiphonia fucoides*, wskazując na lepsze właściwości bioakumulacyjne tego gatunku wynikające głównie z jej anatomii i morfologii. W związku z tym gatunek ten może być rekomendowany jako bioindykator skażeń radioaktywnych w środowisku. Prowadzone w warunkach laboratoryjnych badania w bioakumulacji w *Furcellaria lumbricalis* obejmowały znacznie dłuższy okres. Po intensywnej bioakumulacji izotopów w początkowym okresie, zaobserwowano usuwanie jonów ze znaczną prędkością w kolejnym etapie, po którym w większości wypadków wystąpił dalszy spadek aktywności w tkance roślinnej. Przebieg akumulacji jonów Cs^+

odbiegał od pozostałych izotopów, co mogło mieć związek z większym promieniem tego jonu utrudniającym jego transport w obu kierunkach.

Druga z publikacji “*Seasonal changes of ¹³⁷Cs in benthic plants from the southern Baltic Sea*” (Zał. 3, p.I.2) odnosi się do badań zmian stężeń promieniotwórczych ¹³⁷Cs obserwowanych w tkankach dwóch roślin makrofitobentosowych: *Polysiphonia fucoides* (należącej do gromady krasnorostów) i *Zostera marina* (roślina naczyniowa) pobieranych w określonych interwałach czasowych w okresie obejmującym cały okres wegetacyjny. Badania wykazały silną sezonową zależność aktywności ¹³⁷Cs w badanych gatunkach. W przypadku obydwu badanych gatunków *P. fucoides* i *Z. marina* wzrost stężeń ¹³⁷Cs obserwowano w okresie od wiosny do jesieni, a maksymalne stężenia odnotowano późną jesienią. Ostateczne stężenia ¹³⁷Cs występujące w danym sezonie w badanych gatunkach roślin bentosowych są wypadkową wielu procesów przebiegających z różną intensywnością w zależności od warunków zewnętrznych. Procesy te mogą wywierać różne efekty, a kierunek ich działania może być przeciwny. Aplikacja badanych gatunków jako bioindykatorów dla potrzeb monitoringu jest możliwa, ale próbki roślin makrofitobentosowych muszą być pobierane w ściśle określonych okresach każdego roku, co gwarantuje uzyskanie wiarygodnych wyników oceny stanu środowiska.

Głównym celem trzeciej publikacji “*Distribution of ¹³⁷Cs in benthic plants along depth profiles in the outer Puck Bay (Baltic Sea)*” (Zał.3., p.I.3) było zbadanie stężeń ¹³⁷Cs, będących miarą efektywności procesów bioakumulacji przebiegających w wybranych gatunkach roślin bentosowych występujących na różnych głębokościach w dwóch różnych okresach wegetacyjnych: wiosenno-letnim i jesiennym. Badaniem objęto trzy gatunki makroalg *Polysiphonia fucoides* i *Furcellaria lumbricalis*, reprezentujące krasnorosty i *Cladophora glomerata* z gromady zielenic, jak również *Zostera marina*, która reprezentuje rośliny naczyniowe. Zarówno wielkość biomasy badanych gatunków, jak również stężenia ¹³⁷Cs w ich tkankach wykazywały zmienność sezonową. Aktywności promieniotwórcze ¹³⁷Cs zmieniały się również wraz z głębokością. Zmiany aktywności ¹³⁷Cs w badanych gatunkach roślin zarówno sezonowe, jak i obserwowane na różnych głębokościach związane były przede wszystkim ze zmianami biomasy i efektem rozcieńczającym wywołanym jej przyrostem i odzwierciedlały dynamikę wzrostu. *P. fucoides* wykazała znacznie lepsze właściwości bioakumulacyjne na każdej głębokości występowania w porównaniu z pozostałymi roślinami. Zaprezentowane wyniki potwierdziły po raz kolejny możliwość wykorzystania *P. fucoides* jako bioindykatora do monitorowania zmian stężeń ¹³⁷Cs biorąc pod uwagę wydajność bioakumulacji, jak również dostępność znacznej biomasy w trakcie całego okresu wegetacyjnego.

W pracy zatytułowanej “*Bioaccumulation of gamma emitting radionuclides in Polysiphonia fucoides*” (Zał. 3, p. I.4) przedstawiono wyniki badań mających na celu określenie zdolności bioakumulacyjnej *Polysiphonia fucoides* jako jednego z bardziej popularnych przedstawicieli krasnorostów występującego licznie w wodach południowego Bałtyku, w stosunku do izotopów emitujących promieniowanie gamma. W warunkach laboratoryjnych przeprowadzono eksperyment mający na celu zbadanie zmian aktywności wybranych izotopów: ⁵⁴Mn, ⁵⁷Co, ⁶⁵Zn, ¹⁰⁹Cd, ^{110m}Ag, ¹¹³Sn, ¹³⁴Cs, ¹³⁷Cs, ²⁴¹Am obserwowanych w *P. fucoides* w okresie 1 miesiąca. Największy wzrost aktywności promieniotwórczych w tkance roślinnej zaobserwowano w pierwszej dobie ekspozycji w przypadku wszystkich izotopów. Chwilowe współczynniki koncentracji (TCF) wyznaczone dla izotopów cezu wzrastały liniowo w czasie prowadzenia eksperymentu i zmieniały się w zakresie od 114 do 274 w przypadku ¹³⁷Cs i od 144 do 351 w przypadku ¹³⁴Cs. Porównanie wartości początkowych współczynników koncentracji (CF₀) wyznaczonych dla izotopów cezu w kolejnych eksperymentach wskazuje na brak zależności wartości CF₀ od początkowego stężenia omawianego izotopu w wodzie morskiej. W przypadku mieszaniny izotopów gamma promieniotwórczych wykazano natomiast liniową zależność aktywności poszczególnych radionuklidów w *P. fucoides* po pierwszej dobie ekspozycji od stężenia początkowego w wodzie morskiej. Dla izotopu ¹³⁷Cs również

wartość CF_0 równa $125 \text{ dm}^3 \text{ kg}^{-1}$ była najniższa w porównaniu do pozostałych izotopów, których początkowe współczynniki koncentracji zmieniały się w stosunkowo wąskim zakresie od 767 do $874 \text{ dm}^3 \text{ kg}^{-1}$. W przypadku pięciu izotopów, po osiągnięciu stężeń maksymalnych obserwowano istotnie statystyczny spadek aktywności promieniotwórczych w *P. fucooides*. Dla okresu odpowiadającego usuwaniu izotopów z tkanki roślinnej wyznaczono połowiczny czas biologicznego usuwania izotopów: ^{54}Mn – 3,8 doby, ^{57}Co – 4 doby, ^{60}Co – 4 doby, ^{137}Cs – 4,2 doby i ^{241}Am – 3,5 doby.

4. *Wykształcenie, przebieg nauki i osiągnięcia naukowe przed uzyskaniem tytułu doktora*

Urodziłam się w 1970 roku w Pucku i pierwsze lata życia spędziłam na Helu, gdzie rozpoczęłam swoją edukację. Szkołę podstawową ukończyłam w Gdyni i tam też rozpoczęłam naukę w renomowanym VI Liceum Ogólnokształcącym. W 1989 roku zdałam egzamin maturalny i rozpoczęłam studia na Wydziale Chemicznym Politechniki Gdańskiej, na kierunku Technologia Chemiczna. Jako kierunek specjalizacji wybrałam technologię zabezpieczeń przeciwkorozyjnych. Po ukończeniu studiów w 1994 roku, naukę kontynuowałam w ramach Studium Doktoranckiego na Wydziale Chemicznym Politechniki Gdańskiej w Katedrze Technologii Chemicznej. Tematyka moich badań koncentrowała się na elektrochemii polimerów przewodzących elektronowo, które w tamtym okresie budziły ogromne zainteresowanie ze względu na niewielkie wymiary i możliwość zastosowania ich w elektronice i układach elektrodowych. Opiekunem mojej pracy była pani prof. dr hab. inż. Świetlana Białłozór. W swoich badaniach szczególnie skupiłam się na polipirolu, w tym na otrzymywaniu jego warstw (na drodze elektropolimeryzacji) na różnych materiałach podłoża (platyny, stali, niklu), co determinowało ostateczne właściwości elektrochemiczne uzyskiwanych elektrod. W toku badań scharakteryzowałam warstwy polipirolu na różnych metalach przy zastosowaniu metod elektrochemicznych (cyklowoltamperometria, chronoamperometria, spektroskopia impedancyjna, elektrochemiczna mikrowaga kwarcowa – EQCM oraz elektroliza), jak i nieelektrochemicznych (rentgenowska spektroskopia fotoelektronowa – XPS i skaningowa mikroskopia elektronowa – SEM). Kończącym etapem prowadzonych przeze mnie badań było sprawdzenie możliwości wykorzystania nowego materiału elektrodowego w układzie materiał podłoża/polipirol do prowadzenia elektroredukcji tlenu, która może zostać wykorzystana do usuwania tlenu z zamkniętych obiegów wody w celu ograniczenia korozji. Wykazałam, że elektroda nikiel/polipirol charakteryzuje się stosunkowo wysoką aktywnością, czego odzwierciedleniem jest przyspieszenie reakcji redukcji tlenu i istotny wzrost wydajności procesu nawet do 84%, w porównaniu do wydajności uzyskiwanych z wykorzystaniem innych materiałów podłoża.

Efektom moich badań było przygotowanie rozprawy doktorskiej zatytułowanej „Wpływ materiału podłoża na właściwości polipirolu”. Promotorem mojej pracy doktorskiej była pani prof. dr hab. inż. Świetlana Białłozór. 31 maja 2000 roku uzyskałam stopień doktora nauk chemicznych z wyróżnieniem.

Ponadto, najbardziej znaczące wyniki zostały opublikowane w postaci czterech artykułów, które ukazały się w czasopiśmie znajdujących się w bazie Journal Citation Report (Zał. 3 poz. II.A.5, 6, 7, 8) oraz zaprezentowane na konferencjach (Zał. 3 poz. II.L.1, poz. III.2. 1, 2, 3, 4, 5)

5. *Działalność naukowa po osiągnięciu tytułu doktora*

1 czerwca 2000 r. podjęłam pracę w Oddziale Morskim Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej w Gdyni. Zostałam zatrudniona na stanowisku specjalisty w laboratorium skażeń radioaktywnych, co zdeterminowało tematykę podjętych przez mnie w okresie późniejszym badań.

Na początku swojej pracy nawiązałam kontakt z jednym z wiodących wówczas ośrodków zajmujących się tematyką radioaktywności środowiskowej w Instytucie Oceanologii Polskiej

Akademii Nauk w Sopocie, gdzie mogłam zapoznać się z dobrymi praktykami analizy próbek środowiskowych w zakresie substancji radioaktywnych.

W grudniu 2000 r. decyzją Rady Naukowej Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej zostałam zatrudniona na stanowisku adiunkta.

Od początku swojego zatrudnienia odpowiedzialna byłam za monitoring substancji radioaktywnych w Morzu Bałtyckim. Pomiary poziomu radioaktywności związanego z obecnością izotopów promieniotwórczych, zwłaszcza antropogenicznych, w Morzu Bałtyckim zostały zapoczątkowane w 1980 roku i w latach 1981 – 1984 były koordynowane przez Międzynarodową Agencję Energii Atomowej. Od 1985 r. działalność ta prowadzona jest pod auspicjami Komisji Helsińskiej, ze strony Polski jest ona koordynowana przez Główny Inspektorat Ochrony Środowiska i stanowi część Państwowego Monitoringu Środowiska. W ramach działań HELCOM powołano Grupę Ekspertów do spraw Monitoringu Substancji Radioaktywnych w Morzu Bałtyckim, której jestem członkiem, praktycznie od początku zatrudnienia. Spotkania Grupy Ekspertów HELCOM MORS odbywają się cyklicznie. W 2010 r. spotkanie takie, które organizowałam, odbyło się w Polsce w Gdyni. Jako ekspert zobowiązana jestem do prezentowania wyników badań prowadzonych w ramach monitoringu oraz informacji na temat skażenia południowego Bałtyku w obszarze Polskiej Wyłącznej Strefy Ekonomicznej promieniotwórczymi izotopami ^{137}Cs i ^{90}Sr . W ramach działalności w Grupie HELCOM MORS brałam udział w przygotowywaniu opracowań prezentujących stan skażenia Bałtyku izotopami promieniotwórczymi (Zał. 3, poz. III.14.1)

Pierwszym etapem moich działań w ramach prowadzenia monitoringu Bałtyku było wdrożenie radiochemicznej metody oznaczania aktywności izotopu cezu ^{137}Cs . W ramach prowadzonych w tym zakresie prac podjęłam badania realizowane w ramach działalności statutowej mających na celu modyfikację procedury analitycznej umożliwiającej redukcję objętości analizowanych próbek. Wykazałam, że uwzględniając obecne poziomy stężenie ^{137}Cs w wodach Bałtyku możliwe jest prowadzenie analiz w próbach o objętości 5 dm^3 w miejsce 30 dm^3 (Zał. 3, poz. II.F. 10 i 11).

Bardzo ważnym etapem mojej pracy było poszerzenie doświadczenia o pomiary metodą spektrometrii gamma umożliwiającej analizy stężeń promieniotwórczych szerokiego spektrum izotopów emitujących promieniowanie gamma oraz o pomiary promieniowania beta, głównie w zakresie analiz ^{90}Sr , który, podobnie jak ^{137}Cs , jest izotopem rekomendowanym do monitorowania w Morzu Bałtyckim.

W trakcie swojej pracy zapoznałam się z procedurami stosowanymi w laboratorium analitycznym w zakresie kontroli jakości prowadzonych analiz. Uzyskiwanie wiarygodnych wyników, szczególnie w przypadku pomiarów środowiskowych jest kwestią podstawową, ze względu na to, że stanowią one podstawę oceny stanu środowiska w zakresie różnych parametrów i są podstawą podejmowania decyzji odnośnie zarządzania środowiskiem.

Jednym ze sposobów kontrolowania jakości prowadzonych oznaczeń jest udział w interkalibracjach i pomiarach porównawczych. W trakcie swojej 15-letniej pracy wzięłam udział w wielu ćwiczeniach interkalibracyjnych organizowanych przez instytucje krajowe i międzynarodowe. Do najbardziej znaczących i prestiżowych należą testy koordynowane przez Międzynarodową Agencję Energii Atomowej, laboratoria w Seibersdorfie oraz Laboratoria Środowiskowe z siedzibą w Monako. Badania wykonywane w ramach interkalibracji obejmowały analizę izotopów promieniotwórczych, emitujących zarówno promieniowanie gamma, jak i beta w szerokiej gamie matryc: wodzie morskiej, wodzie jeziornej, glebie, osadach dennych, rybach i algach, co wymagało ogromnego doświadczenia, wiedzy i biegłości analitycznej. Bardzo ważny był udział w interkalibracjach dedykowanych awarii elektrowni w Fukushima Dai-Ichi organizowanych przez Laboratoria Środowiskowe z siedzibą w Monako, w których udział brały laboratoria z całego świata. Uzyskane przez mnie wyniki potwierdziły biegłość analityczną i lokują moje laboratorium wśród

wiodących ośrodków na świecie w zakresie analiz izotopów promieniotwórczych w próbkach środowiskowych.

Część z organizowanych interkalibracji dedykowana jest przygotowaniu materiałów referencyjnych. Przykładem jest materiał referencyjny złożony z alg morskich z Bałtyku (Worldwide Laboratory Comparison on the Determination of Radionuclides in IAEA-446 Baltic Sea Seaweed (*Fucus vesiculosus*), IAEA, Vienna, 2013, IAEA/AQ/25, ISSN 2074-7659), o którym informacja została opracowana w postaci publikacji z moim współautorstwem: *Certified Reference Material IAEA-446 for radionuclides in Baltic Sea seaweed* (Załącznik 3, poz. II.A.15)

Brałam również udział w pomiarach porównawczych w zakresie analiz wybranych izotopów, głównie ^{137}Cs i ^{90}Sr w próbkach środowiskowych i żywności organizowanych przez Prezesa Państwowej Agencji Atomistyki. Udział w tych pomiarach wynikał z Rozporządzenia Rady Ministrów z dnia 17 grudnia 2002 r. (Dz.U. Nr 239, poz. 2030) wskazującego nasze laboratorium jako placówkę specjalistyczną zobligowaną do zachowania gotowości pomiarowej. Bardzo dobre wyniki uzyskiwane w pomiarach porównawczych znalazły swoje odzwierciedlenie w wytypowaniu laboratorium skażeń radioaktywnych w Oddziale Morskim IMGW, jako jednego z sześciu laboratoriów w Polsce do udziału w interkalibracji zorganizowanej przez Komisję Europejską i przeprowadzonej przez Wspólnotowe Centrum Badawcze (ang. *Joint Research Centre, Institute for Reference Material and Measurements*). Celem przeprowadzonych pomiarów było sprawdzenie biegłości analitycznej 88 laboratoriów z całej Europy w zakresie analiz ^{137}Cs , ^{90}Sr i ^{40}K . Uzyskane wyniki plasują moje laboratorium w czołówce laboratoriów europejskich (Evaluation of EC Comparison on the Determination of ^{40}K , ^{90}Sr and ^{137}Cs in Bilberry Powder, European Commission, Joint Research Centre, Institute for Reference Materials and Measurements, European Union, 2013, JRC85146, EUR 26201 EN, ISBN 978-92-79-33427-6).

Laboratorium skażeń radioaktywnych w Oddziale Morskim włączone jest do sieci dziewięciu stacji wczesnego wykrywania skażeń radioaktywnych IMGW. Podjęcie pracy w IMGW wiązało się dla mnie również z włączeniem w prace stacji w zakresie ciągłych pomiarów mocy dawki promieniowania gamma i aktywności beta w opadzie atmosferycznym zbieranym w reżimie codziennym i miesięcznym oraz analizy aktywności izotopów emitujących promieniowanie gamma oraz ^{90}Sr w zbiorczych próbkach opadu miesięcznego. W trakcie tych prac zdobyłam ogromne doświadczenie w zakresie pomiarowym, monitorowania sytuacji radiacyjnej kraju oraz interpretowania uzyskanych wyników. Efektem tych działań były przygotowane z moim współautorstwem monografie i coroczne opracowania (Załącznik 3, poz. II. F. 1, 2, 3, 4, 6, 8, 9, poz. II. E.13) dotyczące radioaktywności atmosfery.

W pierwszych latach pracy brałam również udział w rejsach monitoringowych na statku badawczym r/v „Baltica”. Rejsy te organizowane są sześć razy w roku, a ich celem jest przeprowadzenie badań kontrolnych w polskiej strefie Morza Bałtyckiego, obejmujących szeroki zakres parametrów hydrologicznych, biologicznych i chemicznych oraz pobór próbek do analiz substancji zanieczyszczających: metali ciężkich, trwałych związków organicznych oraz radionuklidów. Uczestniczyłam w poborze próbek wody morskiej, stratyfikowanych i niestratyfikowanych osadów dennych oraz zapoznałam się z metodyką poboru próbek organizmów morskich: zooplanktonu i fitoplanktonu za pomocą siatek planktonowych oraz zoobentosu za pomocą czerpacza oraz drągi dennej. Udział w rejsach pozwolił mi na zapoznanie się prawidłowymi procedurami pobierania próbek, co ma zasadnicze znaczenie w procesie zapewnienia jakości analiz dla ostatecznego wyniku badań. Wiedza ta jest również niezbędna do właściwej interpretacji wyników w aspekcie środowiskowym.

Wszystkie te doświadczenia związane z poborem próbek, prowadzeniem szerokich badań w zakresie monitoringu skażeń radioaktywnych zarówno wód morskich, jak również atmosfery pozwoliły mi na podjęcie badań obejmujących inne zagadnienia związane z dystrybucją izotopów

promieniotwórczych w poszczególnych elementach środowiska morskiego. W kolejnych latach pracy poszerzałam zakres badań o inne matryce – inne elementy środowiska i ostatecznie podjęłam badania w zakresie bioakumulacji izotopów promieniotwórczych w różnych organizmach, ze szczególnym uwzględnieniem roślin makrofitobentosowych.

Dystrybucja (przestrzenna i czasowa) izotopów promieniotwórczych w środowisku morskim

Wieloletnie badania w zakresie poziomów radioaktywności związanych ze zmianami stężeń izotopów promieniotwórczych w różnych elementach środowiska morskiego pozwoliły mi na zajęcie się problematyką dystrybucji radionuklidów w środowisku oraz czynników determinujących zmiany w rozkładzie przestrzennym i czasowym (Zał. 3, poz. II.E. 1-12 i 14-20).

Biorąc pod uwagę poziom skażenia środowiska, w tym również morskiego, substancjami promieniotwórczymi największe emocje budzi obecność izotopów pochodzenia antropogenicznego, które zostały wprowadzone do środowiska w wyniku sytuacji akcydentalnych.

Głównym źródłem radionuklidów pochodzenia antropogenicznego zdeponowanych w środowisku morskim jest opad atmosferyczny związany z testami broni jądrowej przeprowadzanymi w latach 50. i 60. oraz z awarią elektrowni w Czarnobylu, która miała miejsce w kwietniu 1986 roku. Obecnie największy udział w kształtowaniu poziomu radioaktywności pochodzenia antropogenicznego w Bałtyku mają izotopy cezu (^{137}Cs) i strontu (^{90}Sr). Pomimo, że poczynając od 1991 roku obserwuje się konsekwentny spadek stężeń ^{137}Cs w wodzie morskiej i organizmach, Bałtyk wciąż należy do najbardziej skażonych tym izotopem akwenów wodnych w świecie.

Izotopy promieniotwórcze, podobnie jak inne substancje zanieczyszczające, wprowadzane do wody morskiej z opadem atmosferycznym, dopływem rzeczny lub bezpośrednimi uwolnieniami rozprzestrzeniają się do innych elementów środowiska morskiego. Mogą ulegać sorpcji lub bioakumulacji w organizmach na różnych poziomach organizacji i docelowo, w wyniku ich obumierania transportowane są na dno wchodząc w skład osadów dennych. Informacja na temat stężeń izotopów promieniotwórczych jest kluczowa z punktu widzenia oceny zagrożenia wynikającego z oddziaływania promieniowania emitowanego przez radionuklidy na organizmy, w tym również na człowieka oraz umożliwia dokonanie oceny stanu środowiska morskiego, co jest obiektem coraz większego zainteresowania i uregulowań prawnych. Znajomość dystrybucji izotopów promieniotwórczych w poszczególnych elementach (ożywionych i nieożywionych) pozwala na uzyskanie informacji o charakterze podstawowym na temat dynamiki zmian stężeń, transportu i depozycji izotopów w środowisku morskim oraz na określenie wpływu poszczególnych czynników środowiskowych i fizjologicznych na procesy bioakumulacji i sedymentacji.

Efektom wieloletnich badań było przygotowanie dwóch publikacji odnoszących się do dynamiki zmian obserwowanych w środowisku w zakresie stężeń izotopów promieniotwórczych.

Pierwsza z nich zatytułowana: „*Contamination of the southern Baltic Sea with ^{137}Cs and ^{90}Sr over the period 2000-2004*” (Zał. 3, poz. II.A.9) prezentuje zmiany stężeń obydwu izotopów w wodzie morskiej obserwowane po awarii elektrowni w Czarnobylu, ze szczególnym uwzględnieniem okresu ujętego w tytule. W pracy tej uwzględniłam różnice wynikające z lokalizacji stacji poboru. Przeanalizowałam udział znacznego wlewu wód słonych z Morza Północnego, który miał miejsce w 2003 r. i przedstawiłam w sposób ilościowy dopływ ^{137}Cs z wodami Wisły wskazując, że udział tego źródła jest pomijalnie mały. Przeanalizowałam zależności stężeń ^{137}Cs od zasolenia wód morskich, z czym związany jest również specyficzny rozkład aktywności ^{137}Cs w profilach pionowych wynikający z odmiennej stratyfikacji wód w różnych obszarach.

Druuga publikacja: „*Anthropogenic radionuclides ^{137}Cs and ^{90}Sr in the southern Baltic Sea ecosystem*” (Zał. 3, poz. II.A.13) o charakterze przeglądowym powstała we współpracy z Centralnym

Laboratorium Ochrony Radiologicznej i została opublikowana jako artykuł zaproszony. Głównym jej celem było ukazanie trendów oraz dystrybucji izotopów antropogenicznych: ^{137}Cs , ^{90}Sr w poszczególnych elementach środowiska południowego Bałtyku: wodzie morskiej, osadach dennych, organizmach flory i fauny morskiej obserwowanych w okresie po awarii elektrowni w Czarnobylu. Praca powstała głównie w oparciu o wyniki własne. W publikacji omówione zostały szczegółowo wszystkie źródła izotopów antropogenicznych mających zarówno związek z wydarzeniami historycznymi, jak również sytuacją obecną. Omówiono zmiany stężeń ^{137}Cs i ^{90}Sr w wodzie morskiej oraz trendy obserwowane w wyróżnionych obszarach południowego Bałtyku (strefa przybrzeżna, strefa morza otwartego, Zatoka Gdańska) w latach 1985-2010. Podobną analizę przeprowadzono w zakresie stężeń ^{137}Cs i ^{90}Sr w osadach dennych. Znaczna część publikacji została poświęcona wynikom badań aktywności promieniotwórczej ^{137}Cs w organizmach morskich: w wybranych gatunkach ryb: *Clupea harengus*, *Platichthys flesus*, *Gadus morhua*, w organizmach makrozoobentosowych: *Mytilus trossulus* oraz w wybranych gatunkach roślin bentosowych. Publikacja jest o tyle istotna, że zmiany w zakresie poziomów radioaktywności obserwowanych w różnych elementach środowiska południowego Bałtyku w znacznej mierze odzwierciedlają trendy charakterystyczne dla całego Morza Bałtyckiego.

Bioakumulacja izotopów promieniotwórczych w rybach oraz organizmach fitobentosowych i zoobentosowych

Znaczna część mojej działalności naukowej prowadzonej po doktoracie związana była z badaniami mającymi na celu wykorzystanie zdolności bioakumulacyjnych organizmów morskich specyficznych dla obszaru południowego Bałtyku. Moje badania koncentrowały się na organizmach flory (algi i rośliny naczyniowe) i fauny (zoobentos i ryby). Uzyskane wyniki umożliwiły mi porównanie wydajności bioakumulacji przebiegającej w różnych gatunkach i tym samym wskazanie czynników mających największy wpływ na zdolności do gromadzenia izotopów promieniotwórczych i metali ciężkich, którymi cechują się organizmy morskie. Te informacje stanowiły podstawę wskazania gatunków, które mogą znaleźć zastosowanie jako naturalne bioindykatory do kontrolowania i oceny stanu środowiska morskiego. Bardzo istotnym efektem końcowym badań poziomów stężeń specyficznych dla określonych gatunków, ale również dla obszarów objętych badaniami jest możliwość wyznaczenia współczynników koncentracji zdefiniowanych jako stosunek stężenia badanego elementu w organizmie do stężenia tego samego elementu w bezpośrednim środowisku, w tym przypadku najczęściej dotyczy to wody morskiej. Współczynniki biokoncentracji, jako bardzo specyficzne dla określonych gatunków wykorzystywane są do obliczeń mocy dawki, na jaką narażone są poszczególne organizmy w środowisku. Jest to szczególnie istotne w warunkach akcydentalnych, kiedy istnieje konieczność natychmiastowej oceny narażenia na promieniowanie jonizujące.

Wyniki badań w zakresie bioakumulacji ^{137}Cs w przedstawicielach różnych gatunków roślin i zwierząt specyficznych dla obszaru południowego Bałtyku zostały zaprezentowane w postaci trzech publikacji. Pierwsza z nich: „*Bioaccumulation of ^{137}Cs by benthic plants and macroinvertebrates*” (Zał. 3, poz. II.A.10) ukazuje wyniki badań przeprowadzonych w dziewięciu gatunkach roślin makrofitobentosowych reprezentujących trzy gromady alg: zielenice, krasnorosty i brunatnice oraz rośliny naczyniowe oraz trzech gatunkach małży i jednym przedstawicielem skorupiaków. W pracy tej wykazałam, że zdecydowanie większe stężenia ^{137}Cs odnotowano w tkankach roślinnych w porównaniu z organizmami fauny. Najlepszymi, wynikającymi przede wszystkim z morfologii i fizjologii, właściwościami bioakumulacyjnymi charakteryzuje się *Polysiphonia fucoides*. Dla wszystkich gatunków zostały wyznaczone współczynniki biokoncentracji.

Bazując na wynikach poprzednich badań w kolejnej publikacji: „*Reference organisms for assessing the impact of ionizing radiation on the environment of the southern Baltic Sea*” (Zał. 3., poz.

II.A.11) zaproponowałam wytypowanie organizmów referencyjnych do oceny wpływu promieniowania jonizującego na środowisko południowego Bałtyku. Wytypowanie organizmów wskaźnikowych jest kluczowym elementem systemu oceny narażenia na promieniowanie jonizujące. Organizmy wskaźnikowe muszą spełniać określone kryteria takie jak wrażliwość radioekologiczna, w tym zdolność bioakumulowania izotopów promieniotwórczych, szybki czas odpowiedzi na pojawiające się zanieczyszczenia oraz odzwierciedlać trendy obserwowane w otoczeniu. Ponadto organizmy wskaźnikowe muszą być reprezentatywne dla danego obszaru i dostępne w ilości gwarantującej przeprowadzenie poboru i analiz. Wytypowano organizmy reprezentujące zróżnicowane nisze ekologiczne: *Polysiphonia fucoides* została wskazana jako reprezentant flory bentosowej, bentosowe organizmy fauny były reprezentowane przez skorupiaki: *Saduria entomon*, wieloszczety: *Hediste diversicolor* oraz ryby: *Platichthys flesus*. Natomiast przedstawicielami fauny pelagicznej były: skorupiaki: *Crangon crangon* oraz ryby: *Clupea harengus* jako ryba planktonożerna i *Gadus morhua* jako ryba drapieżna. Wytypowane gatunki spełniają wymagania stawiane organizmom referencyjnym. We wszystkich gatunkach określono stężenia ^{137}Cs i w oparciu o te wyniki oraz aktywności tego izotopu w wodzie morskiej wyznaczono współczynniki koncentracji, które mogą zostać wykorzystane bezpośrednio do oceny narażenia na promieniowanie jonizujące poprzez wyznaczenie mocy dawki związanej z obecnością ^{137}Cs , szczególnie w sytuacjach akcydentalnych.

Za tę publikację otrzymałam w roku 2012 r. Nagrodę im. Tomasza Józwiaka za najlepszy artykuł naukowy związany z problematyką ochrony środowiska Morza Bałtyckiego publikowany na łamach kwartalnika naukowego Oceanological and Hydrobiological Studies. Jest to nagroda przyznawana przez Uniwersytet Gdański.

Bardzo ważną ze względu na jej znaczenie dla oceny stanu środowiska, ale również ze względu na możliwość oceny zagrożenia wynikającego ze spożycia ryb była publikacja: „Fish pollution with anthropogenic ^{137}Cs in the southern Baltic Sea” (Zał. II.A.12). Głównym celem zaprezentowanych tam badań było przedstawienie trendów i zmian stężeń ^{137}Cs w trzech gatunkach ryb: *Gadus morhua*, *Platichthys flesus* i *Clupea harengus*. W latach 2000–2010 obserwowano wyraźny spadek aktywności ^{137}Cs w tkance mięśniowej tych gatunków ryb, który w znacznej mierze odzwierciedlał zmiany stężeń w wodzie morskiej. Analiza współczynników koncentracji ($\text{CF}_{\text{ryba/woda}}$) wyznaczonych dla badanych gatunków w omawianym okresie wykazała brak istotnych statystycznie trendów. Analiza aktywności ^{137}Cs w funkcji parametrów ichtiologicznych wykazała brak zależności stężeń ^{137}Cs obserwowanych w tkance mięśniowej *C. harengus* od wieku przebadanych osobników i słabą korelację pomiędzy stężeniami ^{137}Cs a płcią. Wykazano również zależność o charakterze odwrotnie proporcjonalnym pomiędzy masą całkowitą ryb i ich całkowitą długością a aktywnościami ^{137}Cs w tkance *C. harengus*. Aktywności ^{137}Cs w tkance mięśniowej pięciu gatunków ryb miały w szeregu: *Gadus morhua*, *Platichthys flesus*, *Clupea harengus*, *Perca fluviatilis* i *Neogobius melanostomus*.

Znaczącą część badań poświęconych zagadnieniom bioakumulacji izotopów promieniotwórczych i metali ciężkich w roślinach makrobentosowych wykorzystałam do opracowania monografii stanowiącej osiągnięcie naukowe oraz czterech publikacji wchodzących w skład osiągnięcia naukowego omówionych szczegółowo w p.3 autoreferatu.

W ramach współpracy z Wydziałem Chemicznym Uniwersytetu Gdańskiego zaangażowałam się w analizy stężeń promieniotwórczych ^{137}Cs w gatunkach grzybów pochodzących z różnych obszarów Polski, Białorusi, ale także Chin z prowincji Yunnan. Celem badań było przede wszystkim wskazanie w jakim stopniu różne gatunki bioakumulują ^{137}Cs , biorąc pod uwagę zarówno lata, w których próbki zostały zebrane, jak i lokalizację. Są to elementy kluczowe dla właściwej interpretacji wyników, ze względu na fakt, że do największego skażenia radioaktywnego gleby na terenie Białorusi i Polski doszło w wyniku awarii elektrowni atomowej w Czarnobylu, przy czym skażenie to nie było równomierne. Badania przeprowadzone w gatunkach grzybów z rodziny borowikowatych (*Boletus L.*)

wykazały, że zgodnie z oczekiwaniem największe stężenia ^{137}Cs , wystąpiły w grzybach z Białorusi (aktywności ^{137}Cs przekraczały nawet 20000 Bq kg⁻¹ s.m.). W Polsce wartości te zmieniały się w szerokim zakresie (w Borach Tucholskich osiągając nawet wartości 5000 Bq kg⁻¹ s.m.). Natomiast najmniejsze wartości, poniżej 10 Bq kg⁻¹ s.m., charakteryzowały próbki pochodzące z Chin, pozyskane w ramach współpracy z Instytutem Roślin Leczniczych (Yunnan Academy of Agriculture Science, Pekin) Wraz z moimi współpracownikami przeprowadziłam również analizy innych gatunków specyficznych dla Polski (kilkanaście) oraz występujących tylko na terenie Chin. Oprócz ^{137}Cs w wybranych próbkach przeprowadzono również analizy ^{90}Sr . Większość wyników została zaprezentowana na konferencjach krajowych i międzynarodowych (Zał. 3., poz. III.2.) oraz zostały opracowane w postaci trzech publikacji: (i) *Evaluation of the radioactive contamination in fungi genus Boletus in the region of Europe and Yunnan Province in China* (ii) *Distribution and possible dietary intake of radioactive ^{137}Cs , ^{40}K and ^{226}Ra with the pantropical mushroom *Macrocybe gigantea* in SW China* (iii) *Artificial ^{137}Cs and ^{134}Cs and natural ^{40}K in sclerotia of *Wolfiporia extensa* fungus collected across of the Yunnan land in China* (Zał. 3. poz.II.A. 17, 18, 19).

Wykorzystanie izotopowej metody datowania osadów do badań środowiskowych

W latach 2010–2012 moje badania koncentrowały się na wykorzystaniu analiz ^{210}Pb i ^{137}Cs do wyznaczenia wieku osadów dennych oraz szybkości sedymentacji w wybranych obszarach południowego Bałtyku. Osady denne odgrywają ogromną rolę w badaniach radioaktywności środowiska morskiego. Znaczna część, zarówno naturalnych jak i sztucznych radionuklidów, wprowadzanych do wód morskich ostatecznie zostaje zdeponowana w osadach dennych. Jest to wynikiem procesów bioakumulacji izotopów promieniotwórczych oraz elementów stabilnych w organizmach i ich sorpcji z udziałem materii organicznej zawieszanej w kolumnie wody i zawiesiny nieorganicznej, które następnie wchodzi w skład osadów.

Wykorzystanie metody izotopowej opartej na analizach ^{210}Pb w profilach osadów dennych do określania wieku osadów i szybkości sedymentacji jest stosowane powszechnie, a informacja o szybkości sedymentacji oraz określenie wieku osadów może być wykorzystane do:

- Prowadzenia badań o charakterze podstawowym dotyczących wszelkich zagadnień związanych z dynamiką procesów sedymentacji i tworzenia osadów dennych.
- Określenia dopływu substancji chemicznych, ze szczególnym uwzględnieniem substancji niebezpiecznych związanych głównie z działalnością człowieka, oraz w konsekwencji do określenia i identyfikacji źródeł skażenia.
- Do celów monitoringowych, takich jak wskazanie specyficznych obszarów i określenia częstotliwości pobierania próbek w celu określenia skażeń i oceny stanu środowiska morskiego. Przykładem może być Bałtycki Plan Działań na rzecz poprawy stanu środowiska. Dane o szybkości sedymentacji pozwalają przewidzieć kiedy można spodziewać się widocznych efektów, spadku skażeń zdeponowanych w osadach po implementacji określonych działań.

W swoich badaniach do określenia szybkości sedymentacji i datowania osadów opartego na analizach zmian aktywności ^{210}Pb wzdłuż profili pionowych wykorzystałam dwa modele. Pierwszy z nich CRS (ang. *Constant Rate of Supply*) oparty jest na założeniu, że dopływ ^{210}Pb do powierzchni wody jest stały, natomiast szybkość sedymentacji może ulegać zmianom. Drugi z zastosowanych modeli CF:CS (ang. *Constant Flux Constant Sedimentation Rate*) zakłada stały strumień dopływu ^{210}Pb i stałą szybkość sedymentacji.

Metoda datowania osadów na podstawie rozkładu pionowego stężeń ^{210}Pb jest weryfikowana poprzez pomiar zmian aktywności ^{137}Cs wzdłuż profili pionowych osadów dennych. ^{137}Cs jest izotopem całkowicie antropogenicznym, a jego pojawianie się w środowisku było związane z określonymi wydarzeniami związanymi z działalnością człowieka.

Badania prowadziłam w rdzeniach osadów dennych pobranych na 27 stacjach pomiarowych zlokalizowanych w rejonie południowego Bałtyku w obszarach występowania osadów mulistych i mulisto-ilastych. Materiał prezentujący liniową szybkość sedymentacji, masową szybkość sedymentacji oraz wiek warstw osadowych w poszczególnych obszarach przygotowany jest do publikacji.

W zakresie datowania osadów współpracowałam z Centralnym Laboratorium Ochrony Radiologicznej, które od wielu lat prowadzi badania mające na celu kontrolę skażeń promieniotwórczych osadów dennych. Współpraca ta zaowocowała przygotowaniem publikacji prezentującej historyczne zmiany stężeń metali ciężkich w osadach dennych: „*Temporal changes in Hg, Pb, Cd and Zn environmental concentrations in the southern Baltic Sea sediments dated with ^{210}Pb method*” (Załącznik 3, poz. II.A.16). W obszarach badań przeprowadziłam datowanie osadów, które umożliwiło prześledzenie zmian w wielkości dopływu metali ciężkich: Hg, Pb, Cd i Zn do środowiska morskiego na przestrzeni ostatnich 150 lat. Takie podejście umożliwiło również wyznaczenie wartości referencyjnych stężeń, które należy uznać jak docelowe wyznaczające granicę pomiędzy dobrym i nieodpowiednim stanem środowiska. Ostatecznie w oparciu o aktualne stężenia i wyznaczone wartości referencyjne określiłam stan środowiska stosując różne metody. Zaprezentowane wyniki zostały wykorzystane dla celów realizacji zadań wynikających z prawodawstwa nakładającego na nasze państwo konieczność przeprowadzania oceny stanu środowiska.

Współpracowałam również z Uniwersytetem Gdańskim w zakresie połączonych badań szybkości depozycji i sedymentacji osadów morskich, czego efektem końcowym jest publikacja: „*Sediment deposition and accumulation rates determined by sediment trap ^{210}Pb isotope methods in the Outer Puck Bay (Baltic Sea)*” (Załącznik 3, poz. II.A. 14), bardzo istotna ze względu na obszar badań - wschodnią część Zatoki Puckiej zwanej Zatoką Zewnętrzną, wydzieloną typologicznie jako jednolita część wód – TWII WB3 PL. W pracy porównano szybkość depozycji wyznaczoną metodą *in situ* eksperymentalną z zastosowaniem pułapek sedymentacyjnych z uśrednioną szybkością sedymentacji wyznaczoną metodą izotopową opartą na analizie zmian stężeń izotopu ołowiu ^{210}Pb w rdzeniach osadów pobranych w rejonie lokalizacji pułapek. Uzyskana wartość tempa trwałej akumulacji (sedymentacji) osadów dennych obliczona metodą izotopową wynosiła $1,61 \text{ mm rok}^{-1}$, a szybkość depozycji charakterystyczna dla okresu objętego badaniami *in situ* wyniosła $1,67 \text{ mm rok}^{-1}$.

Dzięki dobremu przygotowaniu i doświadczeniu w datowaniu osadów dennych metodą izotopową zostałam zaproszona do udziału w dwóch projektach badawczych, które uzyskały finansowanie Narodowego Centrum Nauki. Projekty realizowane są we współpracy z Wydziałem Oceanografii i Geografii Uniwersytetu Gdańskiego, występującego w roli lidera:

1. „Nanoodpady w środowisku morskim”. Celem projektu jest opracowanie modelu obiegu nanoodpadów w środowisku morskim. Obejmuje on kompleksowe badania koncentracji nanoodpadów w różnych komponentach środowiska morskiego oraz szeregu innych parametrów fizycznych i biogeochemicznych pozwalających na stworzenie modelu obiegu nanoodpadów w tym środowisku. Analiza cech morfologicznych, składu pierwiastkowego oraz charakterystyka właściwości sorpcyjnych nanoodpadów w stosunku do wybranych zanieczyszczeń dostarczają informacji o potencjalnej aktywności biologicznej nanoodpadów w środowisku morskim.

Moim zadaniem, jako kierownika zadania, było określenie tempa sedymentacji oraz wieku osadów w rejonach objętych badaniami. Wyniki badań datowania wykorzystane zostały również

do określenia historycznych zmian stężeń alkilofenoli, związków których stężenia powinny być również kontrolowane w środowisku, w osadach dennych. Materiał został opracowany w postaci publikacji.

2. „Eutrofizacja wód w rejonie szelfu jako mechanizm osłabiający efektywność pompy biologicznej”. Realizacja projektu związana z poborem próbek i następnie analizami rozpocznie się w sierpniu 2015 roku. Planowane badania mają na celu weryfikację hipotezy, zakładającej że postępująca eutrofizacja wód strefy szelfowej przyczynia się do zakwaszania wód oceanicznych ponieważ ogranicza efektywność pompy biologicznej. Projekt nawiązuje do ogólnoswiatowego nurtu badań nad zmianami w obiegu pierwiastków wynikającymi z antropopresji. Podejmuje pionierską, w ramach tej problematyki, tematykę roli eutrofizacji w zakwaszaniu wód oceanicznych.

Metody i narzędzia oceny stanu środowiska morskiego

Wieloletnie doświadczenie w zakresie monitorowania i oceny stanu środowiska morskiego pozwoliło mi na włączenie się w prace eksperckie na poziomie krajowym, głównie w zakresie wdrażania Ramowej Dyrektywy w sprawie Strategii Morskiej (RDSM), jak i międzynarodowym w zakresie współpracy z Komisją Helsińską.

Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2008/56/WE z dnia 17 czerwca 2008 r. ustanawiająca ramy działań Wspólnoty w dziedzinie polityki środowiska morskiego (dyrektywa ramowa w sprawie strategii morskiej) ustanawia ramy, w których państwa członkowskie podejmą niezbędne środki na rzecz osiągnięcia lub utrzymania dobrego stanu środowiska morskiego najpóźniej do 2020 roku.

W ramach wdrażania dyrektywy byłam zaangażowana w działania związane z opracowaniem oceny polskiego obszaru wód morskich (art. 8 RDSM): „*Opracowanie wstępnej oceny stanu środowiska polskiej strefy ekonomicznej Morza Bałtyckiego zgodnie z zapisami Ramowej Dyrektywy ws. Strategii Morskiej*” (Załącznik 3, poz. III.13.1), która została przeprowadzona na zlecenie Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska i sfinansowana przez Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej (Umowa 51/2010/F). Mój udział w opracowaniu dotyczył dwóch wskaźników opisowych, określanych mianem cech: C8 - Stężenie substancji zanieczyszczających utrzymuje się na poziomie, który nie wywołuje skutków charakterystycznych dla zanieczyszczenia i C9 - Poziom substancji zanieczyszczających w rybach i owocach morza przeznaczonych do spożycia przez ludzi nie przekracza poziomów ustanowionych w prawodawstwie Wspólnoty ani innych odpowiednich norm.

Wstępną ocenę stanu środowiska polskich obszarów morskich w zakresie substancji zanieczyszczających (metali ciężkich, trwałych związków organicznych i radionuklidów) przeprowadzono wykorzystując aktualne stężenia wybranych substancji, rekomendowanych jako wskaźniki podstawowe odniesionych do stężeń docelowych i referencyjnych. Ogółem wykorzystano 10 wskaźników w trzech macierzach (21 parametrów). Aby dokonać oceny poszczególnych akwenów przeprowadziłam agregację dostępnych danych dla określonego obszaru. Końcowym efektem było wskazanie, czy stan danego obszaru jest dobry (GES – Good Environmental Status) czy nieodpowiedni (subGES). Przeprowadzona ocena wstępna pozwoliła na wskazanie koniecznych kierunków działań w celu osiągnięcia dobrego stanu środowiska w zakresie wszystkich wskaźników do 2020 r., co zakłada RDSM.

Równoległe brałam udział w pracach na rzecz realizacji wymagań RDSM, których celem było określenie dobrego stanu środowiska zgodnie z art. 9, co oznacza zdefiniowanie warunków odpowiadających GES. W przypadku substancji zanieczyszczających konieczne było wyznaczenie

wartości referencyjnych, stężeń odniesienia, do których odnosi się aktualne zawartości badanych substancji.

Na zlecenie Krajowego Zarządu Gospodarki Wodnej (Umowa KZGW/DPiZW-ow/FW/5002/1/2014) zostały podjęte prace, zgodnie z art. 61n ustawy z dnia 4 stycznia 2013 r. o zmianie ustawy – Prawo wodne oraz art. 10 RDSM, mające na celu określenie w odniesieniu do danego regionu lub podregionu morskiego kompleksowego zestawu celów środowiskowych i związanych z nimi wskaźników odnoszący się do wód morskich w celu ukierunkowania działań na rzecz osiągnięcia dobrego stanu środowiska. Mój udział obejmował cechy C8 i C9 oraz C10, związaną z odpadami morskimi (C10 - Właściwości ani ilość znajdujących się w wodzie morskiej odpadów nie powodują szkód w środowisku przybrzeżnym i morskim), dla których został opracowany zestaw celów środowiskowych uwzględniających kryteria i wskaźniki podstawowe dedykowane tym cechom

Kolejnym elementem związanym z realizacją postanowień art. 155c Ustawy Prawo Wodne oraz art. 11 RDSM było przygotowanie (na podstawie oceny wstępnej przeprowadzonej zgodnie z art. 8) skoordynowanych programów monitorowania służących prowadzeniu bieżącej oceny stanu środowiska wód morskich. Wraz z grupą osób odpowiedzialnych za pomiary w zakresie substancji zanieczyszczających przygotowałam program monitoringu w zakresie cech C8 i C9, którego realizację rozpoczęto w roku 2014. Program ten wskazuje substancje zanieczyszczające, które powinny podlegać monitorowaniu w polskiej strefie Morza Bałtyckiego wraz z matrycami analitycznymi (woda, organizmy z uwzględnieniem poszczególnych tkanek, osady), w jakich mają być prowadzone analizy oraz częstotliwość prowadzenia pomiarów. Do programu monitoringu w zakresie efektów oddziaływania substancji zanieczyszczających na organizmy morskie wprowadziłam badania metodą testu mikrojądrowego, pozwalające ocenić poziom szkodliwego oddziaływania, który powoduje wystąpienie aberracji chromosomalnych ryb. Metodę tę wdrożyłam w Oddziale Morskim IMGW, co wymagało przygotowania teoretycznego oraz zdobycia doświadczenia eksperymentalnego z zakresu wybarwiania próbek krwi obwodowej ryb, prowadzenia obserwacji mikroskopowych oraz właściwej interpretacji wyników. Metoda została włączona do monitoringu operacyjnego od 2014 r. i jest wykorzystywana do oceny stanu środowiska w zakresie efektów oddziaływania substancji zanieczyszczających na organizmy.

Brałam również aktywny udział w opracowaniu programu monitoringu w zakresie odpadów morskich, który uwzględnia kontrolę odpadów na linii brzegowej, odpadów pływających i zdeponowanych na dnie oraz obecność mikrocząstek w wodzie morskiej, osadach i organizmach. Od 2015 roku rozpoczęto monitoring odpadów morskich, którego realizację koordynuję.

Komisja Helsińska jako organ regionalnej konwencji morskiej prowadzi działalność mającą na celu między innymi wyznaczanie kierunków działań na rzecz ochrony środowiska Morza Bałtyckiego oraz przywrócenia i zachowania jego zasobów. Jako ekspert ze strony Polski jestem zaangażowana w prace realizowane w ramach projektów skoordynowanych przez HELCOM. Główną tematyką mojej aktywności w ramach HELCOM są substancje radioaktywne i od 2000 roku jako ekspert jestem członkiem stale działającej Grupy Ekspertów do spraw monitoringu substancji radioaktywnych w Morzu Bałtyckim (HELCOM MORS), o czym wspominałam wcześniej. W ostatnich latach zakres mojej odpowiedzialności w obszarze eksperckim został rozszerzony o inne substancje określane wspólnym mianem substancji zanieczyszczających. Należą do nich metale ciężkie: rtęć, ołów i kadm oraz trwałe związki organiczne takie jak: związki bromoorganiczne (polibromowane difenyletery, heksabromocyklododekan), związki chloroorganiczne (dioksyny i furany, polichlorowane difenyletery), organiczne związki cyny, sulfonian perfluorooktanu, wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne oraz farmaceutyki. Wszystkie te substancje rekomendowane są do monitorowania ich stężeń w środowisku ze względu na silnie szkodliwe oddziaływanie. Zaangażowanie się w prace grup projektowych dedykowanych substancjom zanieczyszczającym wymagało ode mnie poszerzenia wiedzy na temat obecnego stanu środowiska morskiego w zakresie skażenia tymi substancjami, zmian w

aspekcie historycznym oraz na temat oczekiwanych poziomów i sposobów ich określania. Jako ekspert uczestniczyłam w spotkaniach poświęconych opracowaniu ocen stanu środowiska Bałtyku, zarówno w zakresie całościowym (HELCOM HOLAS – projekt dotyczący Holistycznej Oceny Stanu Środowiska Morza Bałtyckiego; HELCOM HOLAS: „Ecosystem Health of the Baltic Sea – HELCOM Initial Holistic Assessment”, BSEP No. 122, 63 pp.), gdzie uwzględniane są wszystkie elementy środowiska morskiego, w tym także substancje zanieczyszczające, jak i w zakresie obejmującym tylko substancje zanieczyszczające (HELCOM HAZAS – projekt poświęcony opracowaniu Tematycznej Oceny Substancji Niebezpiecznych w Morzu Bałtyckim; HELCOM HAZAS: „Hazardous substances in the Baltic Sea – An integrated thematic assessment of hazardous substances in the Baltic Sea”, BSEP No. 120B, 116 pp).

Bardzo ważnym, ze względu na wkład i doświadczenie, był mój udział w projekcie HELCOM CORESET (zarówno w pierwszym jego etapie, jak i w drugim). Głównym celem projektu było opracowanie zestawu wskaźników podstawowych w zakresie zagadnień biologicznych, chemicznych i hydro-fizycznych, które powinny być uwzględnione w monitoringu prowadzonym przez poszczególne państwa nadbałtyckie i wykorzystane do oceny obszaru całego Bałtyku oraz uczynienie ich operacyjnymi. Brałam udział w pracach dotyczących wskazania odpowiednich substancji, które ze względu na swoją obecność i szkodliwe oddziaływanie powinny być monitorowane w środowisku morskim oraz określenia właściwych matryc (woda, organizmy, osady), w których powinny być prowadzone analizy. Celem działań grup związanych z projektem CORESET było także wskazanie wartości referencyjnych dla wybranych wskaźników, w tym również dla substancji zanieczyszczających, które wyznaczałyby granicę pomiędzy stanem dobrym a nieodpowiednim. Kończącym efektem było opracowanie właściwych dokumentów opisujących poszczególne wskaźniki. Jako ekspert w zakresie radioaktywności opracowałam taki dokument dla wskaźnika: Radioaktywność: ^{137}Cs w wodzie i rybach.

Dla potrzeb realizacji projektu CORESET zostałam również wskazana jako ekspert ze strony Polski do prac nad wskaźnikami z zakresu odpadów morskich.

Taruwa Łalewska