

AUTOREFERAT

Dr Edyta Kiedrzyńska

¹⁾ Europejskie Regionalne Centrum Ekohydrologii
Polskiej Akademii Nauk

²⁾ Katedra Ekologii Stosowanej,
Wydział Biologii i Ochrony Środowiska
Uniwersytet Łódzki

Łódź, luty 2016

1. Imię i Nazwisko:

Edyta Kiedrzyńska

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

2001 r. – **uzyskanie tytułu magistra ochrony środowiska w zakresie ekologii i ochrony wód z wynikiem bardzo dobrym**, Katedra Ekologii Stosowanej, Wydział Biologii i Nauk o Ziemi, Uniwersytet Łódzki. Temat pracy: „Tempo asymilacji fosforu przez roślinność zróżnicowanych typologicznie obszarów zalewowych doliny Pilicy”; Promotor pracy: Prof. dr hab. Maciej Zalewski

2007 r. – **uzyskanie stopnia naukowego doktora w dziedzinie nauk biologicznych w zakresie ekologii**, Wydział Biologii i Ochrony Środowiska, Uniwersytet Łódzki. Rozprawa doktorska pt.: „Proces retencji związków biogennych oraz sedimentacji osadu wezbraniowego w dolinie Pilicy pod kątem redukcji eutrofizacji Zbiornika Sulejowskiego”; Promotor: Prof. dr hab. Maciej Zalewski

3. Informacje o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych/ artystycznych.

- 1.10.2001 - 30.09.2006 - **doktorantka** - Katedra Ekologii Stosowanej, Wydział Biologii i Ochrony Środowiska, Uniwersytet Łódzki (Studium Doktoranckie Ekologii i Ochrony Środowiska).
- 1.03.2006 – 31.05.2008 – **Asystent** - Międzynarodowe Centrum Ekologii Polskiej Akademii Nauk, Łódź, wymiar 1/1 etatu.
- 1.06.2008 – 14.06.2010 – **Adiunkt** - Międzynarodowy Instytut Polskiej Akademii Nauk - Europejskie Regionalne Centrum Ekohydrologii, Łódź, wymiar 1/1 etatu.
- 15.06.2010 – 25.03.2013 – **Adiunkt** - Europejskie Regionalne Centrum Ekohydrologii, Łódź, wymiar 1/1 etatu.
- 26.03.2013 – do dnia dzisiejszego – **Adiunkt** - Europejskie Regionalne Centrum Ekohydrologii Polskiej Akademii Nauk, Łódź, wymiar 1/1 etatu
- 4.10.2011 – do dnia dzisiejszego – **Adiunkt** - Katedra Ekologii Stosowanej, Wydział Biologii i Ochrony Środowiska, Uniwersytet Łódzki, wymiar 1/4 etatu.

4. Wskazanie osiągnięcia wynikającego z art. 16 ust. 2 ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. nr 65, poz. 595 ze zm.):**4a) Tytuł osiągnięcia naukowego:**

Kwantyfikacja procesów determinujących zanieczyszczenie i eutrofizację systemów rzecznych i Morza Bałtyckiego jako podstawa opracowania ekohydrologicznych i biotechnologicznych rozwiązań dla poprawy jakości wody

4b) Wykaz autorskich publikacji stanowiących osiągnięcie naukowe

Jako podstawę osiągnięcia naukowego wybrano cykl sześciu jednotematycznych, oryginalnych publikacji naukowych, których sumaryczny *Impact Factor* według roku publikacji wynosi **13,261**, a liczba punktów Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego (MNiSW) wynosi **189**.

[H1] **Kiedrzyńska E.**, Józwik A., Kiedrzyński M., Zalewski M., **2014**. Hierarchy of factors exerting an impact on nutrient load of the Baltic Sea and sustainable management of its drainage basin. *Marine Pollution Bulletin* 88: 162-173.

IF: 2,991

IF_{5-letni}: 3,296

40 punktów MNiSW

[H2] **Kiedrzyńska E.**, Kiedrzyński M., Urbaniak M., Magnuszewski A., Skłodowski M., Wyrwicka A., Zalewski M. **2014**. Point sources of nutrient pollution in the lowland river catchment in the context of the Baltic Sea eutrophication. *Ecological Engineering* 70: 337-348.

IF: 2,58

IF_{5-letni}: 3,231

35 punktów MNiSW

[H3] Urbaniak, **Kiedrzyńska E.**, Kiedrzyński M., Mendra M., Grochowalski A. **2014**. The impact of point sources of pollution on the transport of micropollutants along the river continuum. *Hydrology Research* 45.3. 391-410.

IF: 1,555

IF_{5-letni}: 1,744

30 punktów MNiSW

[H4] **Kiedrzyńska E.**, Wagner I., Zalewski M. **2008**. Quantification of phosphorus retention efficiency by floodplain vegetation and a management strategy for a eutrophic reservoir restoration. *Ecological Engineering*, 33: 15-25.

IF: 1,836

24 punkty MNiSW

[H5] Skłodowski M., **Kiedrzyńska E.**, Kiedrzyński M., Urbaniak M., Zielińska K.M., Kurowski, J.K., Zalewski M., **2014**. The role of riparian willows in phosphorus accumulation and PCB control for lotic water quality improvement. *Ecological Engineering* 70: 1-10.

IF: 2,58

IF_{5-letni}: 3,231

35 punktów MNiSW

[H6] **Kiedrzyńska E.**, Kiedrzyński M., Zalewski M., **2015**. Sustainable floodplain management for flood prevention and water quality improvement. *Natural Hazards* 76: 955-977.

IF: 1,719

IF_{5-letni}: 1,953

25 punktów MNiSW

Sumaryczny *Impact Factor* dla publikacji z osiągnięcia: **13,261** (IF_{5 letni} = **15,291**)

Liczba punktów MNiSW dla osiągnięcia: **189**

Liczba cytowań wymienianych publikacji wg bazy *Web of Science*: **53** (na dzień 16-02-2016)

Wymienione powyżej prace wchodzące w skład osiągnięcia habilitacyjnego cytowane są poniżej (pkt. 4c) zgodnie z nadaną im numeracją [H1-H6]. Cytowana w tekście literatura uzupełniająca zamieszczona została na końcu Autoreferatu.

4c) Omówienie celu naukowego/artystycznego ww. pracy/prac i osiągniętych wyników wraz z omówieniem ich ewentualnego wykorzystania

Kwantyfikacja procesów determinujących zanieczyszczenie i eutrofizację systemów rzecznych i Morza Bałtyckiego jako podstawa opracowania ekohydrologicznych i biotechnologicznych rozwiązań dla poprawy jakości wody

Wprowadzenie:

Jeszcze żadne pokolenie w historii Ziemi nie miało tak dużego wpływu na losy świata, jak obecne pokolenie (*Racing Extinction – Ginący świat – Discovery Channel*). Druga połowa XX wieku była bez wątpienia okresem wyjątkowym w całej historii ludzkiej egzystencji na Ziemi. W ciągu ostatnich 60 lat, które można nazwać erą człowieka lub terminem ‘Antropocen’ (Crutzen, 2002) miała miejsce najpotężniejsza i najszybsza transformacja środowiska naturalnego Ziemi w historii ludzkości (Steffen i in., 2004). Podstawową przyczyną tej transformacji było przekonanie o nieograniczonych zasobach naturalnych i potencjale przyrody do szybkiej regeneracji (UNESCO, 2012; Zalewski, 2015). **Trwające od końca XX wieku ‘wielkie przyspieszenie’** (ang. *Great Acceleration* – Hibbard i in., 2006) przejawiające się w: **a) zmianie trajektorii globalnych trendów socjo-ekonomicznych** – gdzie obserwujemy drastyczny wzrost takich wskaźników jak: populacja ludzka, globalny produkt krajowy brutto, liczba osób zamieszkujących miasta, zużycie wody, zużycie energii, zużycie nawozów, produkcja papieru, budowa nowych tam wodnych, rozwój transportu, telekomunikacji, turystyki zagranicznej (Steffen i in., 2007), oraz **b) zmianie globalnych wskaźników dotyczących stanu, funkcjonowania i kondycji systemu ziemskiego** – gdzie obserwujemy: dramatyczny wzrost stężenia dwutlenku węgla, tlenków azotu i metanu w powietrzu, stopniową utratę warstwy stratosferycznego ozonu, wzrost średniej globalnej temperatury powietrza, zakwaszanie wód oceanów, nadmierną eksploatację zasobów ryb i ssaków morskich i oceanicznych, wycinanie i bezpowrotną utratę terenów lasów tropikalnych, utratę siedlisk wielu gatunków roślin i zwierząt prowadzącą do całkowitego wymierania gatunków i spadku bioróżnorodności, zmianę w układzie piramidy troficznej (Steffen i in., 2015), degradację ekosystemów lądowych poprzez erozję i degradację gleb oraz postępujące skażenie i eutrofizację systemów rzecznych i mórz (**H1, H2, H3**).

Globalne ocieplenie, które jest potwierdzonym naukowo faktem (EEA, 2012) oraz wymienione powyżej zmiany w środowisku wywołane działalnością człowieka, prowadzą do zakłócenia cyklu obiegu węgla, azotu, fosforu i krzemu, oraz zmian w strukturze biologicznej i produktywności ekosystemów, a także prowadzą do zmiany bilansu energetycznego powierzchni Ziemi (Hansen i in., 2005) i cyklu krążenia wody (Kundzewicz i in., 2008). Wszystko to budzi uzasadnione obawy o przyszłość i zdolność do świadczenia usług ekosystemowych wymaganych dla utrzymania cywilizacji człowieka (Steffen i in., 2007; Zalewski, 2015; Steffen i in., 2015).

Nadzieję budzi fakt, że problemy środowiskowe coraz szerzej widziane są nie tylko przez naukowców, ale również przez polityków, co potwierdza Komunikat Komisji Europejskiej do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów, z dnia 2.12.2015 dotyczący przyjęcia nowej strategii tzw. ang. *Circular Economy Strategy* (EU, 2015). Program ten obejmuje zarządzanie produktami w ujęciu ich pełnego cyklu życia: od produkcji i konsumpcji do gospodarki odpadami, co przyczyni się do "zamknięcia pętli" w cyklu

życia produktów i zwiększenia recyklingu surowców. Celem UE do roku 2030 jest m.in. recykling do 65% odpadów, w tym również ścieków komunalnych (EU, 2015), co powinno przyczynić się także do skuteczniejszej ochrony wód powierzchniowych i podziemnych.

W obliczu wielkiego wyzwania, jakim jest wypracowanie metod mających na celu spowolnienie i odwrócenie niekorzystnych trendów zmian środowiskowych ważne są dwa kluczowe aspekty obecnych stosunków między człowiekiem i środowiskiem. Pierwszym z nich jest zrozumienie integralności procesów ekologicznych, to znaczy procesów obiegu wody, materii, składników biogennych i energii w ekosystemach, które podlegają ewolucji w czasie, a także są pod stałym, modyfikującym wpływem człowieka (Zalewski, 2015). Bez zrozumienia tych procesów i skutków planowanych działań mogą one prowadzić do zanieczyszczenia i degradacji środowiska (**H1; H3; Urbaniak i Kiedrzyńska, 2015**) oraz do utraty ich podstawowych usług (Zalewski, 2010). Drugim kluczowym aspektem powinna być świadomość tego, że każdy centymetr kwadratowy powierzchni Ziemi znajduje się w jakiejś zlewni, a zlewnia jest podstawową jednostką, która charakteryzuje się pewną odrębnością i złożonością zachodzących w niej procesów, które wynikają z jej unikalnej geomorfologii, klimatu, pokrycia roślinnością oraz które zostały zmodyfikowane przez czynniki antropogeniczne jakim są m.in. rozwój gospodarki, zmiana zagospodarowania terenu, wylesianie, urbanizacja, industrializacja, czy rozwój transportu (Zalewski, 2015). Wszystkie te formy ludzkich ingerencji w obieg wody zmieniają budżet cieplny obszaru zlewni, lokalną prędkość wiatru oraz przyspieszają tempo odpływu wody ze zlewni, co z kolei powoduje intensywny wzrost wielkości transferu ładunków materii mineralnej i organicznej, związków biogennych i innych zanieczyszczeń takich jak np. dioksyny i związki dioksynopodobne z ładu do rzek, zbiorników wodnych, jezior i stref przybrzeżnych (Meybeck, 2003; **Kiedrzyńska i in., 2008; Wagner i in., 2009; Chicharo i Zalewski, 2012; Urbaniak i in., 2012; Magnuszewski i in., 2014; Urbaniak i Kiedrzyńska 2015; H1; H2**).

Istotne jest holistyczne podejście do zrównoważonego gospodarowania zasobami wodnymi. Takie podejście wprowadzają założenia ekohydrologii, która zakłada wzajemne powiązanie procesów hydrologicznych i biologicznych, zgodnie z zasadą wzajemnej regulacji (ang. *dual regulation*), co daje możliwość wykorzystania zjawisk hydrologicznych do regulowania procesów biologicznych w zlewni i *vice versa* (Zalewski, 2006). Poprzez świadome i zrównoważone wykorzystanie tej dwukierunkowej regulacji pomiędzy procesami hydrologicznymi i biologicznymi w zlewniach rzecznych możliwe jest zwiększenie zdolności elastycznego reagowania zlewni na stres spowodowany gospodarką człowieka i zwiększenie zdolności samooczyszczania rzek poprzez wykorzystanie potencjału tkwiącego w obszarach zalewowych dolin rzecznych (**H4**) i strefach ekotonowych rzek (**H5**).

Koncepcja regulacji ekosystemów, kluczowe założenie ekohydrologii (Zalewski i in., 1997; Zalewski, 2011), stanowi istotny element zarządzania zasobami wodnymi w celu ograniczenia odpływu związków biogennych i innych zanieczyszczeń do systemów rzecznych, a w konsekwencji obniżenie eutrofizacji i zanieczyszczenia rzek i Morza Bałtyckiego. Wiele krajów europejskich, a szczególnie kraje leżące w zlewni Morza Bałtyckiego stoją w obliczu wyzwania, jakim jest konieczność redukcji ładunku zanieczyszczeń ze źródeł antropogenicznych. Polska jako kraj członkowski Unii Europejskiej również stoi w obliczu tego wyzwania i konieczności spełnienia wymogów Ramowej Dyrektywy

Wodnej (2000/60/WE), Dyrektywy Ściekowej (91/271/EEC) i Dyrektywy Azotanowej (91/676/EWG), osiągnięcia dobrego stanu ekologicznego wód oraz do spełnienia założonych celów redukcyjnych związków biogennych uzgodnionych na posiedzeniu ministerialnym krajów nadbałtyckich w 2013 r., w Kopenhadze.

Ograniczenie odpływu zanieczyszczeń będzie możliwe, jeśli dostarczymy wiedzę na temat wpływu antropogenicznych źródeł zanieczyszczeń na jakość wody w skali całej zlewni oraz określimy zdolność ekosystemu rzeczno-morskiego do regeneracji i samooczyszczania. Zapobieganie eutrofizacji i degradacji wód rzecznych i Morza Bałtyckiego powinno bazować w pierwszej fazie na ilościowej ocenie odpływu zanieczyszczeń do rzek oraz na zrozumieniu procesów ich migracji i transformacji w zlewniach, a następnie na opracowaniu strategii zrównoważonego zarządzania zasobami wodnymi w skali lokalnej, regionalnej i transgranicznej. Ze względu na kompleksowość zachodzących w zlewni procesów hydrologicznych, biologicznych, ekologicznych, socjologicznych i ekonomicznych mających wpływ na stan i dostępność zasobów wody, konieczne jest systemowe podejście do zarządzania gospodarką wodną i ściekową w zlewni. Podejście to, oparte na założeniach ekohydrologii, powinno zawierać trzy elementy takie jak:

- (1) Identyfikacja i kwantyfikacja zagrożeń antropogenicznych jakości wody w zlewni oraz analiza związków przyczynowo-skutkowych na temat źródeł i mechanizmów rozprzestrzeniania się zanieczyszczeń antropogenicznych w skali zlewni oraz ich wpływu na pogarszanie jakości wód rzecznych.
- (2) Opracowanie ekohydrologicznych rozwiązań redukcji zanieczyszczeń w celu przeciwdziałania eutrofizacji i skażeniu wód.
- (3) Opracowanie podstaw zrównoważonego zarządzania wodą w zlewni w obliczu zmian klimatu dla osiągnięcia dobrego stanu ekologicznego wód, ochrony przeciwpowodziowej i zrównoważonego rozwoju społeczeństwa.

Zgodnie z wizją rozwoju nauki prezentowaną przez *International Council of Scientific Unions* (ICSU), w XXI wieku badania naukowe powinny mieć charakter integrujący różne dyscypliny i wspomagający działania strategiczne dla osiągnięcia zrównoważonego rozwoju środowiska. W takich właśnie ramach starałam się prowadzić badania w prezentowanych poniżej publikacjach zaliczanych do osiągnięcia habilitacyjnego.

Celem jednotematycznego cyklu sześciu prac była analiza czynników determinujących zanieczyszczenie i eutrofizację systemów rzecznych w skali zlewni rzecznej i w skali zlewni Morza Bałtyckiego, oparta o kompleksową i nowoczesną metodykę identyfikacji zagrożeń antropogenicznych. Analiza ta stanowiła podstawę do opracowania systemowych rozwiązań ekohydrologicznych służących regulowaniu procesów zlewniowych i osiągnięciu dobrego stanu ekologicznego wód oraz spełnieniu wymogów Dyrektyw Unii Europejskiej w obliczu obecnych zmian klimatu.

(1) Identyfikacja i kwantyfikacja zagrożeń antropogenicznych jakości wody w zlewni oraz analiza związków przyczynowo-skutkowych na temat źródeł i mechanizmów rozprzestrzeniania się zanieczyszczeń antropogenicznych w skali zlewni oraz ich wpływu na pogarszanie jakości wód rzecznych

Transfer związków biogennych, zwłaszcza fosforu (P) i azotu (N), ale też innych zanieczyszczeń do systemów rzecznych i ekosystemów morskich, napędzany działalnością człowieka jest poważnym problemem ekologicznym obserwowanym na całym świecie (Bricker i in., 2007; Howarth, 2008; Russell i in., 2008; Han i in., 2011), a także w zlewni Morza Bałtyckiego (Ducrotoy i Elliott, 2008; Lundberg, 2013; **H1**; **H2**). Długookresowy dopływ dużych ładunków związków biogennych do Morza Bałtyckiego z obszaru zlewni państw nadbałtyckich doprowadził w drugiej połowie XX wieku do dramatycznego przeżyźnienia i eskalacji problemu eutrofizacji na ogromną skalę (Conley i in., 2011; Eilola i in., 2012; Gustafsson i in., 2012). Eutrofizacja wód Bałtyku jest problem złożonym z poważnymi konsekwencjami dla jego kondycji, funkcjonowania i produktywności. Duże obciążenie ładunkiem związków biogennych stymuluje wzrost glonów oraz toksycznych gatunków sinic (Mankiewicz-Boczek i in., 2011), które stwarzają zagrożenia dla zdrowia ludzi i zwierząt (Diaz i Rosenberg, 2008; Vahtera i in., 2007; Lips i in., 2014). Rozpad komórek tych organizmów prowadzi do powstawania deficytu tlenowego w głębszych warstwach wody. Skutkiem jest wymieranie gatunków typowych dla dna morskiego, zachwianie piramidy troficznej i w konsekwencji spadek różnorodności gatunkowej oraz zmniejszenie liczebności populacji ryb. Zjawisko to jest niekorzystne dla całego regionu z gospodarczego punktu widzenia (Conley i in., 2002; Arheimer i in., 2012). Według badań Diaz i Rosenberg (2008) już obecnie Morze Bałtyckie ma największą martwą strefę dna na świecie. Dodatkowo wzrost średniej temperatury wód powierzchniowych o około 2-4 °C jak zakładają scenariusze (BACC Autor Team, 2008), spowoduje z jednej strony obniżenie zdolności rozpuszczania się tlenu w wodzie, a z drugiej wzrost produktywności ekosystemu i tempa rozkładu materii, a więc zwiększenie zużycia tlenu w głębszych warstwach wody i strefie przydennej (Meier i in., 2012; Conley i in., 2009; Rabalais i in., 2010). Wzrost temperatury wody i duże obciążenie ładunkami związków biogennych wpłynie również na zakwaszenie wód Morza Bałtyckiego (Omstedt i in., 2012), co może potęgować wzrost glonów nitkowatych i jeszcze bardziej zintensyfikować zmiany w piramidzie pokarmowej oraz stymulować wymieranie najbardziej wrażliwych gatunków (HELCOM, 2013).

[H1] Kiedrzyńska E., Józwik A., Kiedrzyński M., Zalewski M., 2014. Hierarchy of factors exerting an impact on nutrient load of the Baltic Sea and sustainable management of its drainage basin. *Marine Pollution Bulletin* 88: 162-173.

W powyższym kontekście, bardzo istotnym celem analizy zawartej w publikacji **[H1]** była kwantyfikacja źródeł i określenie hierarchii czynników odpowiedzialnych za tak duży i długookresowy dopływ ładunków związków biogennych do Morza Bałtyckiego, poprzez systemy rzeczne drenujące obszar zlewni państw nadbałtyckich. Drugim ważnym celem była odpowiedź na pytanie w jakim stopniu poszczególne kraje nadbałtyckie przyczyniają się do eutrofizacji Morza Bałtyckiego i jakie sektory gospodarki odgrywają najistotniejszą rolę w tym procesie.

Analizę przeprowadzono bazując na danych HELCOM (2011; 2013) dla 9 krajów należących do zlewni bezpośredniej Morza Bałtyckiego (ang. HELCOM *Contracting Countries*). Dane z zakresu 23 parametrów zlewniowych zostały wystandaryzowane i przeliczone na jednostkę powierzchni zlewni (km^2). Następnie, tak przygotowane dane zostały poddane szerokiej i nowatorskiej analizie z zastosowaniem metod statystycznych, takich jak: metoda rozpoznawania obrazów/wzorców (ang. *pattern recognition*), w tym m.in.: reguła k najbliższych sąsiadów (k-NN), rozmyta reguła k-NN, metoda minus jednego elementu (ang. *leave-one-out*), oraz metoda klasteryzacji znana jako metoda k średnich (ang. *k means*), a także zostały poddane analizie przestrzennej GIS.

W publikacji wskazano główne obszary transferu związków biogennych do Morza Bałtyckiego oraz skwantyfikowano wielkości ładunków, które dopływają z poszczególnych źródeł. **Najważniejszym wynikiem było** określenie, które z czynników socjo-ekologicznych i antropogenicznych odpowiedzialne są za generowanie odpływu tak dużych ładunków fosforu i azotu całkowitego z obszaru zlewni państw nadbałtyckich. **Po raz pierwszy w literaturze wykazano**, istotną zależność ładunku fosforu całkowitego z takimi czynnikami jak: całkowity ładunek azotu odprowadzany drogą wodną, liczba pogłowa świń, liczebność populacji podłączonej do oczyszczalni ścieków oraz wielkość powierzchni obszarów zdegradowanych [H1]. Natomiast, w przypadku ładunku azotu całkowitego, najsilniejsze zależności wykazano od wielkości ładunku fosforu całkowitego, liczby pogłowa świń i krów, liczebności populacji podłączonej do oczyszczalni ścieków oraz wielkości obszarów rolniczych [H1]. **Ponadto, wykazano** silną odwrotną zależność między wielkością obszarów leśnych, a wielkością ładunku fosforu i azotu odprowadzanego z poszczególnych krajów, wskazując na to, iż wyższa lesistość ma duży wpływ na ograniczenie odpływu związków biogennych z obszaru zlewni [H1]. W artykule przeprowadzono klasteryzację państw względem ich podobieństwa w zakresie głównych parametrów socjo-ekologicznych. Takie podejście zostało zastosowane, ze względów praktycznych, gdyż rozwiązania generowane na szczeblach krajowych mogą być łatwiej wdrażane. Klasteryzacja (analiza skupień) pozwoliła na identyfikację wzorców, które są charakterystyczne dla grup państw i dzięki temu procesy mogą być analizowane na poziomie międzypaństwowym. **Wykazano, iż** w zakresie analizowanych parametrów socjo-ekologicznych państwa można podzielić na trzy grupy (klastry): (1) Rosja, Szwecja, Finlandia, Estonia; (2) Litwa, Łotwa, Polska; (3) Dania i Niemcy [H1]. **Nasza analiza potwierdza** stanowisko prezentowane przez Hong i współautorów (2012), którzy twierdzą, że zmienność krajobrazowa w zlewni Morza Bałtyckiego jest obserwowana w kierunku północ-południe, gdyż obszary w północnej części zlewni są słabo zaludnione i mniej eutroficzne od południowej części zlewni, która charakteryzuje się wysokim współczynnikiem zaludnienia i jest obszarem rolniczym (Hong i in., 2012; Gustafsson i in., 2012). **Przeprowadzona w artykule klasteryzacja państw nadbałtyckich** daje obraz podobieństwa problemów regionalnych, których to rozwiązania należy się podjąć w skali poszczególnych zlewni. **Istotną częścią przedstawionej publikacji** jest zaproponowanie konkretnych działań z zakresu biotechnologii ekohydrologicznych i inżynierii ekologicznej, jakie należałoby podjąć, aby powstrzymać proces eutrofizacji i degradacji wód Morza Bałtyckiego [H1].

- [H2] **Kiedrzyńska E.**, Kiedrzyński M., Urbaniak M., Magnuszewski A., Skłodowski M., Wyrwicka A., Zalewski M. 2014. Point sources of nutrient pollution in the lowland river catchment in the context of the Baltic Sea eutrophication. *Ecological Engineering* 70: 337-348.
- [H3] Urbaniak, **Kiedrzyńska E.**, Kiedrzyński M., Mendra M., Grochowalski A. 2014. The impact of point sources of pollution on the transport of micropollutants along the river continuum. *Hydrology Research* 45.3. 391-410.

Kolejne publikacje [H2] i [H3] są wynikiem badań prowadzonych w ramach realizacji kierowanego przeze mnie projektu MNiSW (nr. NN305 365758). pt. „Analiza punktowych źródeł zanieczyszczeń związkami biogennymi, dioksynami i związkami dioksynopodobnymi w zlewni Pilicy oraz opracowanie metod ich redukcji”. Podjęta w artykułach [H2] i [H3] problematyka ma na celu lepsze zrozumienie złożoności procesów zlewniowych, oddziaływania warunków hydrologicznych (odpływ) i antropogenicznych takich jak: rozmieszczenie i koncentracja terenów zurbanizowanych, rozmieszczenie i wielkość oczyszczalni ścieków w zlewni, wielkość generowanych ładunków związków biogennych, dioksyn i związków dioksynopodobnych odpływających z oczyszczalni, rozprzestrzenianie się i transformacja zanieczyszczeń w zlewni oraz wielkość ładunków zanieczyszczeń odpływających Pilicą do Wisły i dalej do Morza Bałtyckiego. Badania były prowadzone w całej zlewni rzeki Pilicy (dł. rzeki 342 km) o powierzchni 9258 km², która jest największym lewobrzeżnym dopływem Wisły, a ta z kolei jest drugą co do długości (1092 km) rzeką wpływającą do Morza Bałtyckiego [H2]. Wisła według Buszewskiego i współautorów (2005) jest jedną z najbardziej zanieczyszczonych rzek w Europie.

Celem badań, których wyniki zostały przedstawione w publikacji [H2] była: (a) analiza stężeń i kwantyfikacja wielkości ładunków związków biogennych transportowanych wzdłuż kontinuum rzeki Pilicy, aż po ujście do Wisły; (b) ocena roli ścieków, odpływających z oczyszczalni zlokalizowanych w zlewni, w eutrofizacji wód Pilicy. Przestrzenna analiza rozkładu stężeń związków biogennych i ładunków transportowanych w zlewni Pilicy, jest trudna, z uwagi na dużą liczbę punktowych i rozproszonych źródeł zanieczyszczeń. Dlatego też zdecydowaliśmy się na podział zlewni na siedem podzlewni różnicowych, których profile zamykane były sześcioma stanowiskami monitoringowymi, na których prowadziliśmy ciągłą analizę dynamiki hydrologicznej i analizę parametrów fizycznych i chemicznych wody. **W pracy wykazaliśmy**, iż stężenia zarówno form rozpuszczonych, a szczególnie form całkowitych związków biogennych były podwyższone i stopniowo wzrastały wzdłuż kontinuum rzeczno, co było wynikiem stopniowego dopływu zanieczyszczeń, między innymi z oczyszczalni ścieków komunalnych rozlokowanych w zlewni [H2]. Wyniki analiz ścieków oczyszczonych, odprowadzanych do Pilicy i jej dopływów, prowadzonych w 17 oczyszczalniach o różnej wielkości, potwierdziły to przypuszczenie. **Ponadto wykazaliśmy**, że małe oczyszczalnie ścieków (klasa I: <2000 RLM – Równoważnej Liczby Mieszkańców) często nie utrzymują prawidłowych parametrów oczyszczania, odprowadzając ścieki o wysokich stężeniach form rozpuszczonych i całkowitych związków biogennych znacznie przekraczające normy stężeń dopuszczalne prawem [H2]. Duże oczyszczalnie (klasa IV: 15000 – 99999 RLM) charakteryzują się niższymi stężeniami związków biogennych w odprowadzanych ściekach, co świadczy o bardziej

zaawansowanych technologiach oczyszczania, jednak całkowity ładunek biogenów odpływający do rzek, z uwagi na dużą przepustowość oczyszczalni, jest bardzo duży [H2]. **Uzyskane wyniki wskazują** na znaczne zanieczyszczenie wód Pilicy związkami biogennymi wzdłuż całej długości rzeki, a szczególnie w Zbiorniku Sulejowskim i w odcinku ujściowym do Wisły [H2]. **Ponadto, w pracy zidentyfikowaliśmy i skwantyfikowaliśmy** proces samooczyszczania zachodzący w nizinym zbiorniku zaporowym. Wyniki naszych badań pokazały, iż Zbiornik Sulejowski, wybudowany w środkowym odcinku rzeki Pilicy jest ważnym elementem w systemie rzeka – zbiornik, gdzie zachodzi proces samooczyszczania przepływających wód rzecznych i znaczny spadek stężeń związków biogennych.

Rozszerzeniem opisanych powyżej badań zlewniowych nad rolą oczyszczalni ścieków w odpływie związków biogennych i w procesie eutrofizacji wód Pilicy były analizy dotyczące skażenia wód rzecznych Trwałymi Zanieczyszczeniami Organicznymi. Wśród substancji chemicznych, które trafiają wraz z oczyszczonymi ściekami do środowiska są m.in. polichlorowane dibenzo-p-dioksyny (PCDD), polichlorowane dibenzofurany (PCDF) i dioksynopodobne polichlorowane bifenyly (dl-PCB), które stanowią poważne zagrożenie dla ekosystemów wodnych [H3]. Związki te są wysoce toksyczne i mogą być czynnikami wywołującym choroby nowotworowe; uszkodzają komórki wątroby, inicjują choroby układu rozrodczego oraz zaburzają rozwój organizmu u dzieci. Dlatego też, analiza stężenia PCDD/PCDF ma istotne znaczenie dla oceny stopnia narażenia środowiska i ludzi na czynniki toksyczne (Fiedler, 1996; Camusso i in., 2000; Kannan i in., 2003; Kowalewska i in., 2003; **Urbaniak i Kiedrzyńska, 2015**).

Badania prowadziliśmy na obszarze zlewni Pilicy, na pięciu stanowiskach wzdłuż kontinuum rzeki oraz w 17 oczyszczalniach ścieków o różnych klasach wielkości. Badania te prowadzone były w ramach kierowanego przeze mnie projektu MNiSW (nr. NN305 365758). **Celem badań była:** (a) ocena ilościowa transferu PCDD / PCDF i dl-PCB wzdłuż kontinuum Pilicy; oraz (b) ocena wpływu oczyszczalni ścieków na skażenie wód rzecznych. Stężenia i toksyczność (ang. *Toxic Equivalent* – TEQ) oraz udział poszczególnych kongenerów PCDD, PCDF i dl-PCB w wodach rzecznych i w ściekach odpływających z oczyszczalni, były analizowane zarówno w okresach wysokich przepływów, jak i w stabilnych warunkach hydrologicznych [H3].

Nowością w przedstawianych badaniach było wykazanie, iż podczas wysokich przepływów małe oczyszczalnie ścieków (klasa I: <2000 RLM) odprowadzały dziennie ścieki, których ładunek toksyczności dochodził średnio do 0,81 $\mu\text{g TEQ day}^{-1}$ (max. 1,25 $\mu\text{g TEQ day}^{-1}$) PCDD / PCDF i dl-PCB, natomiast największe oczyszczalnie w zlewni (klasa IV: 15000 – 99999 RLM) odprowadzały ścieki, których ładunek toksyczności dochodził średnio do 37,96 $\mu\text{g TEQ day}^{-1}$ (max. 59,09 $\mu\text{g TEQ day}^{-1}$) PCDD / PCDF i dl-PCB [H3]. **Ponadto wykazaliśmy**, że podczas przepływów średnich i niskich te same oczyszczalnie odprowadzały dzienny ładunek ścieków, których toksyczność była niższa i dochodziła średnio do 0,7 $\mu\text{g TEQ day}^{-1}$ (klasa I) oraz 18,53 $\mu\text{g TEQ day}^{-1}$ (klasa IV) [H3]. Podobnie, całkowite stężenie PCDD / PCDF i dl-PCB w rzece Pilicy było wyższe w czasie występowania wysokich przepływów w porównaniu do warunków stabilnych. **Z naszych badań wynika także**, iż stężenie PCDD / PCDF i dl-PCB wzrasta z biegiem kontinuum rzecznoego zarówno podczas

warunków stabilnych, jak i wezbraniowych [H3]. **Ważnym wynikiem było również wykazanie, że w zbiorniku zaporowym miało miejsce obniżenie całkowitych stężeń oraz TEQ w stosunku do wód rzecznych wpływających do zbiornika [H3], co jest wynikiem procesu retencji zawiesiny i związków biogennych, co potwierdzają również inne badania prowadzone w naszym zespole [H2]; (Urbaniak i in., 2015).**

(2) Opracowanie ekohydrologicznych rozwiązań redukcji zanieczyszczeń dla przeciwdziałania eutrofizacji i skażeniu wód

Podstawą rozwiązań ekohydrologicznych dla redukcji zanieczyszczeń w systemach rzecznych jest zrozumienie wzajemnych interakcji i zależności procesów hydrologicznych od procesów biologicznych i *vice versa* oraz możliwości wykorzystania procesów zachodzących w ekosystemach jako potencjalnych narzędzi do rozwiązywania problemów środowiskowych i społecznych w ramach Zintegrowanego Zarządzania Zasobami Wodnymi (Zalewski 2011; 2015) [H6]. Dobry stan ekologiczny zasobów wodnych może być osiągnięty poprzez prowadzenie z jednej strony zrównoważonej gospodarki rolnej i hodowlanej [H1] oraz skutecznej gospodarki ściekowej [H2; H3], a z drugiej strony poprzez zrównoważone wykorzystanie ogromnego potencjału do samooczyszczania wody tkwiącego w naturalnych obszarach dolin rzecznych, terasach zalewowych, strefach buforowych i strefach ekotonowych wzdłuż cieków wodnych [H4; H5].

Obszary zalewowe dolin rzecznych są cennymi systemami, gdzie woda odgrywa rolę łącznika między różnymi elementami ekosystemu (Thoms, 2003). Łącznik ten jest kluczowy dla utrzymania funkcji i integralności obszarów zalewowych rzek (Tockner i in., 1999; Amoros i Bornette, 2002; Thoms, 2003; Mitsch i in., 2008), natomiast poziom wód gruntowych i powódzie są głównymi czynnikami wpływającymi na kondycję zbiorowisk roślinnych, występujących na terasie zalewowej (Wassen, 1995; Kopeć i in., 2013). Retencja związków biogennych i zanieczyszczeń na obszarze terasy zalewowej doliny rzecznej odbywa się poprzez szereg procesów fizycznych, geochemicznych i biologicznych, m.in.: (a) w procesie sedymentacji materii mineralnej i organicznej transportowanej podczas przepływów wezbraniowych, co przyczynia się do zwiększenia retencji związków biogennych i ogranicza ich transfer w dół rzeki; (b) procesy wiązania (sorpcji) rozpuszczalnych form fosforu przez cząsteczki gleby w wyniku adsorpcji przez tlenki żelaza oraz strącania fosforanu wapnia; jak również (c) procesy przemiany azotu zachodzące na terenach podmokłych tj.: nityfikacja, denityfikacja, amonifikacja; (d) w wyniku asymilacji związków biogennych i zanieczyszczeń przez systemy korzeniowe makrofitów oraz ich akumulację w biomasie.

Z uwagi na ogromną złożoność procesów zachodzących na terenach zalewowych w dolinach rzecznych, których mechanizmy sterujące wciąż jeszcze nie zostały dostatecznie rozpoznane i skwantyfikowane, podjęto się badań, których wyniki opisano w pracach [H4] i [H5].

[H4] **Kiedrzyńska E.**, Wagner I., Zalewski M. 2008. Quantification of phosphorus retention efficiency by floodplain vegetation and a management strategy for a eutrophic reservoir restoration. *Ecological Engineering*, 33: 15-25.

Badania eksperymentalne były prowadzone na terasie zalewowej doliny Pilicy o powierzchni 26,6 ha, zlokalizowanej w środkowym odcinku rzeki, powyżej Zbiornika Sulejowskiego. **Prezentowane w artykule badania wykazały**, iż naturalne terasy zalewowe dolin rzecznych mogą pełnić rolę narzędzia dla ograniczania transportu związków fosforu w dół rzeki i ograniczenia zasilania Zbiornika Sulejowskiego zlokalizowanego poniżej, w którym silne symptomy eutrofizacji obserwowane są od wielu lat [H4]. **Nasze badania wykazały**, iż poziom wód gruntowych i poziom zatapiania podczas powodzi są głównymi czynnikami decydującymi o rozmieszczeniu i kondycji zbiorowisk roślinności szuwarowej i łąkowej na obszarze terasy zalewowej. **Wykazaliśmy także**, że zbiorowiska szuwarowe, a szczególnie szuwar z trzcina pospolitą (*Phragmites australis*) w okresie wiosennym bardzo intensywnie pobiera fosfor z wód gruntowych i akumuluje go w biomasie części nadziemnych [H4]. Tym samym trzcina pospolita okazała się być gatunkiem najbardziej efektywnym pod względem produktywności biomasy i zdolności do akumulacji fosforu, spośród wszystkich badanych gatunków [H4]. **Najistotniejszym wynikiem przedstawionym w pracy** była ocena potencjału do akumulacji fosforu w biomasie roślin, wykonana dla obszaru całej badanej terasy zalewowej w ujęciu sezonowym – wiosna, lato, jesień. **Wykazaliśmy, że** w sezonie letnim na badanej terasie zalewowej retencja fosforu w biomasie zbiorowisk szuwarowych i łąkowych wynosi 255 kg P. Dodatkowo ten potencjał biologiczny do akumulacji fosforu w biomasie może być zwiększony poprzez zrównoważone zarządzanie tymi terenami oraz prowadzenie odpowiedniej gospodarki biomasą makrofitów i autochtonicznych gatunków wierzb, obejmującą wycinanie i usuwanie biomasy z terenów zalewowych, z uwzględnieniem sekwencyjności wycinki [H4].

[H5] Skłodowski M., **Kiedrzyńska E.**, Kiedrzyński M., Urbaniak M., Zielińska K.M., Kurowski, J.K., Zalewski M., 2014. The role of riparian willows in phosphorus accumulation and PCB control for lotic water quality improvement. *Ecological Engineering* 70: 1-10.

Kontynuacją badań z zakresu opracowania ekohydrologicznych i biotechnologicznych metod redukcji zanieczyszczeń była analiza roli zbiorowisk wierzbowych, występujących w strefach ekotonowych rzeki, w procesie oczyszczania wody i akumulacji fosforu oraz kontroli stężenia PCB w osadach. Badania prezentowane w artykule prowadzone były na 40 kilometrowym odcinku doliny Pilicy w środkowym jej biegu, pomiędzy miejscowościami Przedbórz i Sulejów.

Badania wykazały, iż naturalne zbiorowiska wierzbowe zaliczane do zespołu *Salicetum triandroviminalis* występowały wzdłuż całego badanego odcinka rzeki i zajmowały powierzchnię około 30 ha [H5]. Analizy zawartości fosforu w biomasie wierzb, z uwzględnieniem klas wysokości osobników wykazały, że akumulacja fosforu w tkankach wierzb na całym badanym odcinku wyniosła około 431 kg, co daje średnio 14,44 kg P ha⁻¹. Mając na uwadze, iż 1 kg fosforu trafiający do zbiornika jest w stanie wygenerować 1-2 tony zakwitów sinicowych w zbiorniku (Zalewski, 2005), należy stwierdzić, że rola wierzbowisk w pobieraniu fosforu z wody i gleby jest znaczna, co w przeciwdziałaniu eutrofizacji zbiornika jest niezwykle istotne. Tłumaczy to w pewnym stopniu wykazane na tym odcinku

doliny znaczne redukcje stężeń zawieszanej materii cząsteczkowej (41%) oraz fosforanów (54%) i fosforu całkowitego (36%) [H5]. **Ponadto, badania pokazały** istotne różnice w poziomie stężeń PCB w osadach pobranych z górnej i dolnej części badanego odcinka rzeki, co pośrednio może być również wynikiem rozwoju mikroorganizmów inicjujących procesy degradacji trwałych zanieczyszczeń w strefie korzeniowej osobników wierzb [H5]. **Przedstawione dane mają istotne znaczenie**, gdyż kwantyfikują potencjał do samooczyszczania się średniej wielkości rzeki nizinnej. **W publikacji wskazano również** efektywne metody zarządzania i ochrony ekotonowych stref wierzbowych, tak aby zoptymalizować retencję związków fosforu w biomacie roślinnej dolin rzecznych.

(3) Opracowanie podstaw zrównoważonego zarządzania wodą w zlewni w obliczu zmian klimatu dla osiągnięcia dobrego stanu ekologicznego wód, ochrony przeciwpowodziowej i zrównoważonego rozwoju społeczeństwa

Liczne badania naukowe wskazują, że w ciągu ostatnich 8 lat, narażenie zdrowia i życia ludzi oraz ich mienia na skutki katastroficznych zjawisk pogodowych znacznie wzrosło (Lavell, 2009; IPCC, 2012; UNISDR, 2013). Choć w okresie gwałtownych zmian klimatu i nasilenia ekstremalnych zjawisk pogodowych nie jest możliwe całkowite wyeliminowanie postępującej eutrofizacji oraz zagrożenia powodziowego, to należy mieć na uwadze, że odpowiednie zagospodarowanie i zarządzanie zlewniami oraz obszarami dolin rzecznych, może wnieść znaczący wkład do skutecznego zapobiegania tym niekorzystnym zjawiskom [H6].

[H6] **Kiedrzyńska E.,** Kiedrzyński M., Zalewski M., 2015. Sustainable floodplain management for flood prevention and water quality improvement. *Natural Hazards* 76: 955-977.

Praca ta jest oryginalną publikacją o charakterze teoretycznym. **Staraliśmy się w niej wykazać**, że zagospodarowanie przestrzenne zlewni i doliny rzecznej, które w znacznej mierze zależne jest od osób podejmujących decyzje na różnych szczeblach administracji rządowej i samorządowej, jest niezwykle istotne, ponieważ warunkuje w znacznym stopniu funkcjonowanie obszarów zalewowych rzek oraz ich zdolność do poprawy jakości wody, co przedstawiliśmy w pracach **H4 i H5**, jak również determinuje ich zdolności do minimalizowania wielkości pików powodziowych, a tym samym wpływa na bezpieczeństwo przeciwpowodziowe [H6]. **Artykuł zogniskowany jest na** wskazanie wpływu charakterystyki zlewni na zdolność retencji wody i występowanie katastrofalnych powodzi i susz, a także na pokazaniu roli jaką mogą odgrywać rozwiązania ekohydrologiczne w przeciwdziałaniu i zarządzaniu ryzykiem powodziowym oraz poprawie jakości wody. **W artykule podkreślamy**, że na procesy zachodzące zlewni i na terasach zalewowych dolin rzecznych należy patrzeć bardziej holistycznie. Obszary teras zalewowych w dolinach rzecznych są jednym z elementów, które mogą zwiększyć retencyjność wody w krajobrazie, wzmocnić odporność dorzecza wobec zmian klimatycznych i antropogenicznych, a także zwiększyć bezpieczeństwo przeciwpowodziowe, poprawić jakość wody i zwiększyć wydajność usług ekosystemowych na rzecz społeczeństwa [H6]. **Innowacyjnością tego artykułu jest** opracowanie naukowych podstaw strategii ochrony przeciwpowodziowej oraz adaptacyjnego zarządzania dolinami rzeczными dla zwiększenia

retencyjności wody, materii i związków biogennych w krajobrazie, a w konsekwencji poprawy jakości wody. **W artykule wskazujemy na potrzebę** opracowania ‘Strategii zapobiegania powodziom i zarządzania’ (ang. *Flood Prevention and Management Strategy – FPM Strategy*), dla indywidualnych zlewni i podzlewni, która zawierałaby listę konkretnych strategicznych działań i zasad zrównoważonego planowania i zarządzania obszarami zlewni nie tylko w okresie powodzi, ale również podczas stabilnych warunków hydrologicznych, tak aby zwiększać retencyjność wodną i zdolność ekosystemów wodnych do radzenia sobie z zanieczyszczeniami. **Dlatego też, co jest najważniejszą częścią tej pracy,** zaproponowaliśmy schemat pięciu poziomów – faz, na bazie których powinny opierać się metodyczne podstawy opracowanego planu działań (ang. *Action Plan for FPM*) w ramach ‘Strategii zapobiegania powodziom i zarządzania’ [H6].

Podsumowanie i wykorzystanie wyników

W zrównoważonym podejściu do zarządzania zasobami wodnymi w zlewni dąży się do podnoszenia pojemności ekosystemu (ang. *carrying capacity*), co można określić jako równoczesne dążenie do poprawy jakości zasobów wodnych, zachowania bioróżnorodności i usług ekosystemowych dla społeczeństwa, a także elastycznego reagowania ekosystemów na stres związany ze zmianami klimatycznymi i presją antropogeniczną (Zalewski, 2011). Ten holistyczny cel wymaga integracji wiedzy o zachodzących w zlewni procesach hydrologicznych, hydrochemicznych oraz ekologicznych w skali lokalnej, regionalnej i transgranicznej. **Przedstawione wyniki badań nad kwantyfikacją procesów determinujących zanieczyszczenie i eutrofizację systemów rzecznych i Morza Bałtyckiego stanowią istotny wkład w wyjaśnienie procesów, który jest na tyle dogłębny, aby możliwe było opracowanie systemowych rozwiązań w zarządzaniu zlewniami.**

Polska oraz wiele krajów Unii Europejskiej podejmuje wyzwanie jakim jest ograniczenie ładunku zanieczyszczeń odpływających ze źródeł antropogenicznych do ekosystemów wodnych, oraz dąży do spełnienia wymogów Ramowej Dyrektywy Wodnej (2000/60/WE), Dyrektywy Ściekowej (91/271/EEC), Dyrektywy Azotanowej (91/676/EWG) oraz celów redukcyjnych związków biogennych (ang. *Nutrient Redaction Targets*), które zostały podjęte w Bałtyckim Planie Działań w roku 2007 i 2013.

W związku z powyższym **niezwykle istotne staje się poszukiwanie i rozwijanie skutecznych niskokosztowych rozwiązań oraz technologii przyjaznych środowisku, które pozostając w symbiotycznej interakcji z otaczającym je krajobrazem będą stanowiły efektywne narzędzie do poprawy jakości wody w systemach rzecznych i będą jednym z elementów zrównoważonego gospodarowania zasobami wodnymi w zlewniach.**

5. Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo - badawczych

Parametry bibliometryczne mojej działalności naukowej zostały zaprezentowane w wykazie osiągnięć - Załącznik nr 3. Poniżej przedstawiam ogólny zarys poruszanej przeze mnie pozostałej tematyki badawczej oraz podsumowanie wskaźników dokonań naukowych.

Badania prowadzone w ramach pracy doktorskiej dotyczyły analizy procesu retencji związków biogennych oraz sedymentacji osadu wezbraniowego w strefie zalewowej doliny Pilicy podczas okresów wezbraniowych. Analiza tego procesu była istotna dla określenia skuteczności tych obszarów w doczyszczaniu wód wezbraniowych, co przyczyniać się może do ochrony Zbiornika Sulejowskiego przed eutrofizacją. Chcąc uzyskać wiedzę jak efektywne jest to narzędzie, celem mojej pracy doktorskiej było: (a) określenie roli warunków hydrologicznych Pilicy w kształtowaniu wielkości transportu rumowiska unoszonego oraz pierwiastków biogennych; (b) określenie roli eksperymentalnej terasy zalewowej doliny Pilicy w retencjonowaniu wód wezbraniowych, rumowiska unoszonego i związków biogennych; (c) określenie wielkości sedymentacji osadu wezbraniowego na terasie zalewowej; (d) określenie zasięgu i powierzchni rozlewisk wód wezbraniowych w dolinie Pilicy na odcinku Przedbórz – Sulejów (**Kiedrzyńska, 2006**). Wyniki badań terenowych i laboratoryjnych wykazały, iż warunki hydrologiczne odgrywają zasadniczą rolę w kształtowaniu wielkości transportu rumowiska unoszonego, a przede wszystkim ładunku pierwiastków biogennych z obszaru zlewni. Wykazałam, że w okresie wezbraniowym trwającym w skali roku średnio 138 dni, Pilica wprowadziła do Zbiornika Sulejowskiego 42% (4,63 tys. ton) rumowiska unoszonego, 46% (98 ton) TP oraz 49% (1,54 tys. ton) TN. Ponadto, dzięki prowadzeniu sezonowych badań z zastosowaniem mat sedymentacyjnych na terasie zalewowej wykazałam, iż sedymentacja osadu wezbraniowego i drobnocząsteczkowego podczas wezbrań wynosi średnio, odpowiednio 1 t ha^{-1} i $0,5 \text{ t ha}^{-1}$. Przenosząc badania eksperymentalne na większą skalę wykazałam, że terasa zalewowa 30 kilometrowego odcinka doliny Pilicy od Przedborza do Sulejowa jest obszarem, gdzie efektywnie zachodzi depozycja rumowiska unoszonego oraz retencja związków biogennych i gdyby nie efektywne procesy zachodzące na terasie zalewowej, zasilanie Zbiornika Sulejowskiego w okresie wezbraniowym byłoby większe średnio o: 10-12% masy rumowiska unoszonego, 7-8% ładunku TP i 7-8% ładunku TN (**Kiedrzyńska, 2006**).

Doświadczenia zdobyte podczas prowadzenia badań terenowych na terasie zalewowej Pilicy, które były trudnymi badaniami prowadzonymi w niskich temperaturach (wezbrania zimowo-wiosenne), przy wysokim i bardzo wysokim stanie wód i dużej prędkości przepływu, były dla mnie wyzwaniem do dalszego rozwoju i podejmowania trudnych tematów badawczych i nie ostudziły mojego entuzjazmu do pracy naukowo-badawczej, a wręcz przeciwnie utwierdziły mnie w przekonaniu o słuszności wyboru drogi naukowej.

Główny nurt moich badań po doktoracie stanowiły badania dotyczące kwantyfikacji procesów determinujących zanieczyszczenie i eutrofizację systemów rzecznych i Morza Bałtyckiego oraz opracowania systemowych rozwiązań ekohydrologicznych i biotechnologicznych dla poprawy jakości wody w zlewni, co przedstawiono w części 4c Autoreferatu, w których mój udział był wiodący. Ponadto, brałam również udział w realizacji innych tematów badawczych w ramach współpracy z naukowcami z różnych jednostek naukowo-badawczych (badania przedstawione w części 5a - 5e).

5a. Rola zbiorników oraz rola warunków hydrologicznych w transporcie związków biogennych, zawiesiny oraz mikrozanieczyszczeń

Zapory wodne wywierają negatywne skutki na środowisko, poprzez zaburzenie ciągłości rzeki i reżimu hydrologicznego rzeki poniżej zapory. Niemniej jednak, w obliczu globalnych zmian klimatycznych, zbiorniki wodne pełnią w regionie często ważną rolę źródła wody pitnej i nawadniania upraw, rekreacji oraz produkcji energii i ochrony przeciwpowodziowej. Z uwagi na powyższe funkcje, istotna jest jakość ich wód. Celem badań była kwantyfikacja procesu retencji zawiesiny, związków biogennych oraz dioksyn i związków dioksynopodobnych w zbiornikach zaporowych, a także charakterystyka ich transportu wzdłuż kontinuum rzecznoego z uwzględnieniem różnych warunków hydrologicznych. Badania realizowane były w ramach kierowanego przeze mnie projektu MNiSW (NN305 365758).

Badania prowadzone były we współpracy z Dr Magdaleną Urbaniak (ERCE PAN), Dr Marcinem Kiedrzyńskim (Uniwersytet Łódzki), Prof. Adamem Grochowalskim (Politechnika Krakowska), Prof. Maciejem Zalewskim (ERCE PAN), Mgr Markiem Zielińskim (Instytut Medycyny Pracy Im. Prof. J. Nofera w Łodzi) oraz Dr Wojciechem Tołoczko (Uniwersytet Łódzki). Współpraca w ramach badań zaowocowała następującymi publikacjami: Urbaniak i in., 2015 (**publikacja nr 2 z pkt. IIA Wykazu osiągnięć**); Urbaniak i in., 2014a (**publikacja nr 5 z pkt. IIA Wykazu osiągnięć**); Urbaniak i in., 2012 (**publikacja nr 7 z pkt. IIA Wykazu osiągnięć**).

5b. Ocena zagrożenia systemu rzecznoego ze strony zanieczyszczeń odprowadzanych z oczyszczalni ścieków

Oczyszczalnie ścieków (OŚ) są powszechnie uznawane za ważne źródło toksycznych zanieczyszczeń, takich jak polichlorowane bifenyle (PCB). Stąd też celem tych badań była analiza występowania tych związków w ściekach oczyszczonych odprowadzanych z 14 komunalnych oczyszczalni ścieków zlokalizowanych w zlewni Pilicy z uwzględnieniem ich kategorii wielkości – małe, średnie i duże oczyszczalnie. Badania realizowane były w ramach kierowanego przeze mnie projektu MNiSW (NN305 365758).

Badania prowadzone były we współpracy z Dr Magdaleną Urbaniak (ERCE PAN), Dr Marcinem Kiedrzyńskim (Uniwersytet Łódzki), Prof. Maciejem Zalewskim (ERCE PAN), Dr Anną Wyrwicką (Uniwersytet Łódzki), Dr Anną Gałązką (IUNG PIB), Dr Wojciechem Tołoczko (Uniwersytet Łódzki) oraz Dr Grzegorzem Siebielcem (IUNG PIB). Współpraca w ramach badań zaowocowała następującymi publikacjami: Urbaniak i Kiedrzyńska, 2015 (**publikacja nr 4 z pkt. II A Wykazu**

osiągnięć); Urbaniak i in., 2014b (**publikacja nr 16 z pkt. II D Wykazu osiągnięć**); Kiedrzyńska i in., 2012 (**publikacja nr 17 z pkt. II D wykazu osiągnięć**); Kiedrzyńska i in., 2010 (**publikacja nr 10 z pkt. II D Wykazu osiągnięć**).

5c. Doliny rzek miejskich - ekologiczna ewaluacja i analiza dynamiki roślinności

Z uwagi na fakt, że w przyszłości zdecydowana większość społeczeństw na Ziemi będzie zamieszkiwać tereny miejskie, zrozumienie procesów w ekosystemach zurbanizowanych staje się kluczowe dla kształtowania przyjaznego środowiska życia dla przyszłych pokoleń. Istotne znaczenie ma tu odpowiednie gospodarowanie przestrzenią, w tym ochrona terenów zielonych. Szczególnie ważne dla ekosystemów miejskich są doliny rzeczne, które dostarczają licznych usług ekosystemowych. Przykładem wdrożenia koncepcji hemerobii do ekologicznej ewaluacji doliny rzecznej są badania w dolinie rzeki Sokołówki w Łodzi, prowadzone w ramach projektu SWITCH realizowanego w ramach 6 Programu Ramowego UE. Ewaluację oparto na kartowaniu roślinności rzeczywistej doliny oraz na przestrzennej analizie stopni hemerobii z wykorzystaniem oprogramowania GIS. Opisano dominujące procesy ekologiczne zachodzące w zbiorowiskach roślinnych doliny, wskazano miejsca cenne przyrodniczo, które zaproponowano do ochrony prawnej oraz zidentyfikowano fragmenty doliny, gdzie niezbędna jest renaturalizacja.

Badania prowadzone były we współpracy z Dr Marcinem Kiedrzyńskim (Uniwersytet Łódzki) we współpracy Dr Piotrem Witosławskim (Urząd Miasta Łodzi), Dr Magdaleną Urbaniak (ERCE PAN), oraz Prof. Józefem K. Kurowskim (Uniwersytet Łódzki). Współpraca w ramach badań zaowocowała publikacją: Kiedrzyński i in., 2014 (**publikacja nr 6 z pkt. II A Wykazu osiągnięć**).

5d. Rola rzek i dolin rzecznych w obiegu wody, materii i związków biogennych

Tematyka związana z szeroko pojętą analizą procesów zachodzących pomiędzy rzeką a doliną rzeczna była przeze mnie chętnie podejmowana na różnych etapach mojej drogi zawodowej i w ramach realizacji kilku projektów badawczych. Były to zarówno projekty międzynarodowe m.in. *EnvEurope*, *Pilica River Demonstration Project*, *SWITCH* (**projekty z pkt. II I Wykazu osiągnięć**), oraz projekty krajowe (**projekty z pkt. II I Wykazu osiągnięć**), w ramach których rozwijana była współpraca z wieloma naukowcami, której efektem jest cykl publikacji z **pkt. II D wykazu osiągnięć**, prezentowanych poniżej: Magnuszewski i in., 2014 (**publikacja nr 11**); Kiedrzyńska i Zalewski, 2012a (**publikacja nr 8**); Kiedrzyńska i Zalewski, 2012b (**publikacja nr 9**); Zalewski i Kiedrzyńska, 2010 (**publikacja nr 12**); Wagner i in., 2009 (**publikacja nr 13**); Kiedrzyńska i in., 2008 (**publikacja nr 14**); Sumorok i in., 2008 (**publikacja nr 15**).

5e. Analiza warunków siedliskowych w badaniu mikrorefugiów

Obecne zmiany klimatu mogą powodować przesunięcia się zasięgów wielu gatunków roślin i zwierząt. Zrozumienie tych biogeograficznych procesów jest istotnym wyzwaniem dla nauk przyrodniczych w kontekście potencjalnych ekstynkcji gatunków, wywołanych dalszymi zmianami warunków klimatycznych na świecie. W badaniach analizowaliśmy znaczenie warunków siedliskowych i klimatycznych dla rozmieszczenia reliktowych populacji kostrzewy ametystowej *Festuca amethystina* w Polsce. Modelowanie makroekologicznej niszy gatunku wykazało, że parametry klimatyczne odpowiedzialne są za regionalne wzorce rozmieszczenia, a warunki siedliskowe za lokalne rozmieszczenie populacji tego gatunku. Wskazaliśmy obszary, w których występują warunki potencjalnie sprzyjające występowaniu kostrzewy ametystowej w Polsce, gdzie dotąd nie została ona jeszcze stwierdzona. Ponadto, w trakcie innych badań – nad rozmieszczeniem reliktowych stanowisk pluskwicy europejskiej *Actaea europea* w Polsce odkryliśmy populację, której osobniki są prawdopodobnie najwyższe na świecie spośród opisanych do tej pory osobników z tego gatunku lub nawet z całego rodzaju *Actaea*. Odkrycie to stanowi podstawę do dalszych badań nad warunkami siedliskowymi w mikrorefugiach oraz nad procesami mikroewolucyjnymi, jakie mogą zachodzić w reliktowych, izolowanych populacjach.

Badania prowadzone były pod kierownictwem Dr Marcina Kiedrzyńskiego (Uniwersytet Łódzki) we współpracy z Dr Katarzyną Zielińską (Uniwersytet Łódzki), Prof. Janiną Jakubowską-Gabarą (Uniwersytet Łódzki) oraz Prof. Józefem K. Kurowskim (Uniwersytet Łódzki). Współpraca w ramach badań zaowocowała następującymi publikacjami: Kiedrzyński i in., 2015 (**publikacja nr 3 z pkt. II A Wykazu osiągnięć**); Kiedrzyński i in., 2016 (**publikacja nr 1 z pkt. II A Wykazu osiągnięć**).

Podsumowanie wskaźników dokonań naukowych

Realizowane przeze mnie tematy badawcze prowadzone były w ramach **5 krajowych i 6 międzynarodowych projektów badawczych**. Uzyskane po doktoracie wyniki badań stanowiły podstawę **23 publikacji naukowych**, z czego **13 zostało opublikowanych w czasopismach indeksowanych przez JCR** np. *Marine Pollution Bulletin*, *Ecological Engineering*, *Environmental Science and Pollution Research*, *Natural Hazards*, *Hydrology Research*, *Journal of Environmental Quality*, *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*.

Sumaryczny **Impact Factor dla publikacji po doktoracie wynosi 24,601** zgodnie z rokiem opublikowania prac i **27,86** biorąc pod uwagę 5-letni *Impact Factor*. Według bazy *Web of Science* publikacje były cytowane 101 razy, bez autocytowań 45 razy, a mój **indeks Hirsha wynosi 6** (na dzień 16.02.2016, Załącznik nr. 6). **Sumaryczna liczba punktów MNiSW za publikacje po doktoracie wynosi 398** (zgodnie z rokiem opublikowania).

Byłam autorem lub współautorem 16 prezentacji na konferencjach międzynarodowych i 5 prezentacji na konferencjach krajowych oraz autorem lub współautorem 24 komunikatów

zjazdowych. Poproszono mnie o zrecenzowanie 19 artykułów przedłożonych do 8 czasopism, z czego 7 czasopism jest indeksowanych w JCR.

Brałam udział w **5 programach międzynarodowych** tj.: *European Long-Term Ecosystem Research (LTER-Europe)*, *Life +*, *Horyzont 2020*, *International Hydrological Programme UNESCO*, *US-Poland Tech Transfer Program*.

Na moje doświadczenie naukowe składa się organizowanie i pełnienie funkcji **sekretarza naukowego 2 dużych konferencji międzynarodowych** tj. *'International Floodplain Conference'* (2008, Łódź) oraz *'Opening Symposium of the ERCE'* (2006, Łódź). Pełniłam również funkcję **członka komitetu naukowego międzynarodowej konferencji 'Ecohydrology'2015'** (Lyon, Francja).

Ponadto, w ramach programu stypendialnego Rządu Republiki Francji zostałam laureatką **stażu naukowo-badawczego** (*Scientific Research Stay Scholarship*) i odbyłam **3 tygodniowy staż na Uniwersytecie François Rabelais w Tours, we Francji**. Brałam także udział w 4 zagranicznych wyjazdach badawczych: do Rumunii (Karpaty Wschodnie i Południowe), Chorwacji (Góry Dynarskie), Austrii i Niemiec (Północne Alpy Wapienne) oraz Francji (Alpy Wysokie).

Na moje doświadczenie składa się również **prowadzenie zajęć dydaktycznych w języku polskim i angielskim** w ramach zatrudnienia w Katedrze Ekologii Stosowanej na Wydziale Biologii i Ochrony Środowiska UŁ. Prowadzę wykłady z przedmiotu „Fitotechnologie dla produkcji energii i ochrony ekosystemów” na studiach II stopnia na kierunku Ochrona Środowiska UŁ oraz wykłady i ćwiczenia z kursów „*Wetlands & Land Water Ecotones*” oraz „*Phytotechnologies and Phytoremediation*” ze studentami zagranicznymi w ramach Programu *Erasmus*, *Erasmus Mundus* oraz *Mobility Direct*, a także stażystami z UNESCO.

Byłam promotorem 5 prac magisterskich i 2 licencjackich oraz sprawowałam opiekę nad 6 pracami magisterskimi i 1 pracą licencjacką.

Literatura:

- Amoros, C., Bornette, G., 2002. Connectivity and biocomplexity in waterbodies of riverine floodplains. *Freshwater Biol.* 47, 517-539.
- Arheimer, B., Dahne, J., Donnelly, C., 2012. Climate change impact on riverine nutrient load and land-based remedial measures of the Baltic Sea Action Plan. *Ambio* 41 (6), 600-612.
- BACC Author Team, 2008. Assessment of Climate Change for the Baltic Sea Basin. Regional Climate Studies. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 473p.
- Bricker, S., Longstaff, B., Dennison, W., Jones, A., Boicourt, K., Wicks, C., 2007. Effects of nutrient enrichment in the nation's estuaries: a decade of change. In: NOAA Coastal Ocean Program Decision Analysis Series No. 26. National Centers for Coastal Ocean Science. Silver Spring, MD.
- Buszewski, B., Buszewska, T., Chmarzyński, A., Kowalkowski, T., Kowalska, J., Kosobucki, P., Zbytniewski, R., Namieśnik, J., Kot-Wasik, A., Pacyna, J., Panasiuk, D., 2005. The present condition of the Vistula river catchment area and its impact on the Baltic Sea coastal zone. *Reg. Environ. Change* 5, 97-110.
- Camusso, M., Vignati, D. & Van De Guchte, C. 2000. Ecotoxicological assessment in the rivers Rhine (The Netherlands) and Po (Italy). *Aquat. Ecosys. Health Manag.* 3, 335-345.
- Chicharo L. and Zalewski M. 2012. Introduction to ecohydrology and restoration of estuaries and coastal ecosystems. Treatise on estuarine and coastal science. Wolański E. and Mc Lusky D., eds., Vol. 10, Academic Press, Waltham, 1-6.
- Conley, D.J., Bjork, S., Bonsdorff, E., Carstensen, J., Destouni, G., Gustafsson, B.G., Hietanen, S., Kortekaas, M., Kuosa, H., Meier, H.E.M., Muller-Karulis, B., Nordberg, K., Norkko, A., Nurnberg, G., Pitkanen, H., Rabalais, N.N., Rosenberg, R., Savchuk, O.P., Slomp, C.P., Voss, M., Wulff, F., Zillen, L., 2009. Hypoxia related processes in the Baltic Sea. *Environ. Sci. Technol.* 43, 3412-3420.
- Conley, D.J., Carstensen, J., Aigars, P., Axe, P., Bonsdorff, E., Eremina, T., Haahti, B.-M., Humborg, C., et al., 2011. Hypoxia is increasing in the coastal zone of the Baltic Sea. *Environ. Sci. Technol.* 45, 6777-6783.
- Conley, D.J., Humborg, C., Rahm, L., Savchuk, O.P., Wulff, F., 2002. Hypoxia in the Baltic Sea and basin-scale changes in phosphorus biogeochemistry. *Environ. Sci. Technol.* 36 (24), 5315-5320.
- Crutzen P.J., 2002. Geology of mankind: the Anthropocene. *Nature* 415, 23.
- Diaz, R.J., Rosenberg, R., 2008. Spreading dead zones and consequences for marine ecosystems. *Science* 321, 926-929.
- Ducrottoy J.P., Elliott M., 2008. The science and management of the North Sea and the Baltic Sea: natural history, present threats and future challenges. *Marine Pollution Bulletin* 57, 8-21.
- EEA, 2012. Climate change evident across Europe, confirming urgent need for adaptation. European Environment Agency 2012, Copenhagen, Denmark.
- Eilola, K., Rosell, E.A., Dieterich, Ch., Fransner, F., Hoglund, A., Meier, H.E.M., 2012. Modeling nutrient transports and exchanges of nutrients between shallow regions and the open Baltic Sea in present and future climate. *Ambio* 41, 586-599.
- EU, 2015. Circular Economy Strategy - Communication From The Commission To The European Parliament, The Council, The European Economic And Social Committee And The Committee Of The Regions Closing the loop – “An EU action plan for the Circular Economy”. Brussels, 2.12.2015 COM(2015) 614 final.
- Fiedler, H. 1996. Sources of PCDD/PCDF and impact on the environment. *Chemosphere* 32 (1), 55-64.
- Gustafsson B.G., Schenk F., Blenckner T., Eilola K., Meier H.E.M., Muller-Karulis B., Neumann T., Ruoho-Airola T., Savchuk O.P., Zorit A.E., 2012. Reconstructing the development of Baltic Sea eutrophication 1850-2006. *Ambio* 41, 534-548.
- Han H., Bosch N., Allan J.D., 2011. Spatial and temporal variation in phosphorus budgets for 24 watersheds in the Lake Erie and Lake Michigan basins. *Biogeochemistry* 102, 45-58.
- Hansen J., Nazarenko L., Ruedy R., Sato M., Willis J., Del Genio A., Koch D., Lacis A., Lo K., Menon S., Novakov T., Perlwitz J., Russell G., Schmidt G.A., Tausnev N., 2005. Earth's Energy Imbalance: Confirmation and Implications. *Science* 308: 1431-1435.
- HELCOM, 2011. Helsinki commission. In: The Fifth Baltic Sea Pollution Load Compilation (PLC-5) - Baltic Sea Environment Proceedings No. 128.
- HELCOM, 2013. Helsinki commission. In: Review of the Fifth Baltic Sea Pollution Load Compilation for the 2013 HELCOM Ministerial Meeting. Baltic Sea Environment Proceedings No. 141.

- Hibbard K.A., Crutzen P.J., Lambin E.F. et al. 2006. Decadal interactions of humans and the environment. In: Costanza R., Graumlich L., Steffen W. (eds) *Integrated History and Future of People on Earth*. Dahlem Workshop Report 96, p 341-375.
- Hong, B., Swaney, D.P., Morth, C.-M., Smedberg, E., Hagg, H.E., Humborg, C., Howarth, R.W., Bouraouic, F., 2012. Evaluating regional variation of net anthropogenic nitrogen and phosphorus inputs (NANI/NAPI), major drivers, nutrient retention pattern and management implications in the multinational areas of Baltic Sea basin. *Ecol. Model.* 227, 117-135.
- Howarth, R.W., 2008. Coastal nitrogen pollution: a review of sources and trends globally and regionally. *Harmful Algae* 8, 14-20.
- IPCC, 2012. Managing the risks of extreme events and disasters to advance climate change adaptation. In: Field C.B., Barros V., Stocker T.F., Qin D., Dokken D.J., Ebi K.L., Mastrandrea M.D., Mach K.J., Plattner G.-K., Allen S.K., Tignor M., Midgley P.M. (eds) *A special report of working groups I and II of the intergovernmental panel on climate change*. Cambridge University Press, Cambridge, p.582.
- Kannan, K., Kober, J. L., Khim, J. S., Szymczyk, K., Falandysz, J. & Giesy, J. P. 2003. Polychlorinated biphenyls, polycyclic aromatic hydrocarbons and alkylphenols in sediments from the Odra river and its tributaries, Poland. *Toxicol. Environ. Chem.* 85 (4-6), 51-60.
- Kiedrzyńska E.**, Kiedrzyński M., Zalewski M., 2015. Sustainable floodplain management for flood prevention and water quality improvement. *Natural Hazards* 76: 955-977.
- Kiedrzyńska E.**, Józwick A., Kiedrzyński M., Zalewski M., 2014. Hierarchy of factors exerting an impact on nutrient load of the Baltic Sea and sustainable management of its drainage basin. *Marine Pollution Bulletin* 88: 162-173.
- Kiedrzyńska E.**, Kiedrzyński M., Urbaniak M., Magnuszewski A., Skłodowski M., Wyrwicka A., Zalewski M. 2014. Point sources of nutrient pollution in the lowland river catchment in the context of the Baltic Sea eutrophication. *Ecological Engineering* 70: 337-348.
- Kiedrzyńska E.**, Urbaniak M., Kiedrzyński M., Skłodowski M., Zalewski M. 2012. Punktowe źródła zanieczyszczeń jako zagrożenie dla jakości wód Pilicy. *Gaz, Woda i Technika Sanitarna* 6. 254-256.
- Kiedrzyńska E.** and Zalewski M. 2012a. Water Quality Improvement Through an Integrated Approach to Point and Non-Point Sources Pollution and Management of River Floodplain Wetlands. In: Voudouris K, Voutsas D. (eds) *Ecological Water Quality – Water Treatment and Reuse*. INTECH.
- Kiedrzyńska E.** and Zalewski, M. 2012b. River floodplain as purification system. In: Zalewski M. and Urbaniak M. (eds.) *Adaptation of ecohydrological system solutions and biotechnologies for Africa*. p.23-38. ISBN:978-83-928245-0-3.
- Kiedrzyńska E.**, Macherzyński, A., Skłodowski, M., Kiedrzyński, M., Zalewski M. 2010. Analiza punktowych źródeł zanieczyszczeń związkami biogennymi w zlewni Pilicy oraz wykorzystanie podejścia ekohydrologicznego dla ich redukcji. (in Polish) [Analysis of point sources of pollution of nutrients in the Pilica River catchment and use of ecohydrological approach for their reduction] W: A. Magnuszewski, (Red.), *Hydrologia w ochronie i kształtowaniu środowiska. Monografia Komitetu Środowiska PAN, [Hydrology in Environmental Protection and Management. Monograph of the Committee for Environmental Sciences PAS]* 69. p. 285 – 295.
- Kiedrzyńska E.**, Wagner I., Zalewski M. 2008. Quantification of phosphorus retention efficiency by floodplain vegetation and a management strategy for a eutrophic reservoir restoration. *Ecological Engineering*, 33: 15-25.
- Kiedrzyńska E.**, Kiedrzyński M., Zalewski M., 2008. Flood sediment deposition and phosphorus retention in a lowland river floodplain: impact on water quality of a reservoir, Sulejow, Poland. *Ecohydrology and Hydrobiology* 8: 2-4, 281-289.
- Kiedrzyńska E.**, 2006. Proces retencji związków biogennych oraz sedimentacji osadu wezbraniowego w dolinie Pilicy pod kątem redukcji eutrofizacji Zbiornika Sulejowskiego. Rozprawa doktorska. Wydział BiOŚ, UŁ. Promotor: Prof. dr hab. Maciej Zalewski.
- Kiedrzyński M., Kurowski J.K., **Kiedrzyńska E.**, Maciejewski P., 2016. Exceptionally Tall Individuals in a Relict Population of *Actaea europaea* (Schipcz.) J. Compton Against the Species of the Euro-Asiatic *Cimicifuga* Section. *Polish Journal of Environmental Studies*. DOI: 10.15244/pjoes/60896
- Kiedrzyński M., Zielińska K.M. **Kiedrzyńska E.**, Jakubowska-Gabara J. 2015. Regional climate and geology affecting habitat availability for a relict plant in a flat landscape: the case of *Festuca amethystina* L. in Poland. *Plant Ecology & Diversity* 8: 3, 331-341.
- Kiedrzyński M., **Kiedrzyńska E.**, Witosławski P., Urbaniak M., Kurowski J.K. 2014. Historical land use, actual vegetation and the hemeroby levels in ecological evaluation of an urban river valley in perspective of its rehabilitation plan. *Polish Journal of Environmental Studies* 23: 1, 109-117.
- Kopeć D., Michalska-Hejduk D., Krogulec E., 2013. The relationship between vegetation and groundwater levels as an indicator of spontaneous wetland restoration. *Ecological Engineering* 08/2013; 57:242-251.

- Kowalewska, G., Konat-Stepowicz, J., Wawrzyniak-Wydrowska, B. & Szymczyk-Żyła, M. 2003. Transfer of organic contaminants to the Baltic in the Odra Estuary. *Marine Pollution Bulletin* 46, 703–718.
- Kundzewicz ZW, Giannakopoulos C, Schwarb M, Stjernquist I, Schlyter P, Szwed M, Palutikof J., 2008. Impacts of climate extremes on activity sectors – stakeholders’ perspective. *Theor. Appl. Climatol.*, 93, 117-132.
- Lavell A., 2009. Technical study in integrating climate change adaptation and disaster risk management in development planning and policy. Study undertaken for the Inter-American Development Bank, Washington, DC
- Lips, I., Runk, N., Kikas, V., Meerits, A., Lips, U., 2014. High-resolution dynamics of the spring bloom in the Gulf of Finland of the Baltic Sea. *J. Mar. Syst.* 129, 76-85.
- Lundberg C., 2013. Eutrophication, risk management and sustainability. The perceptions of different stakeholders in the northern Baltic Sea. *Marine Pollution Bulletin* 66 (1–2), 143–150.
- Magnuszewski A., **Kiedrzyńska E.**, Kiedrzyński M., Moran S., 2014. GIS approach to estimation of the total phosphorous transfer in the Pilica River lowland catchment. *Quaestiones Geographicae* 33(3), 101-110.
- Mankiewicz-Boczek, J., Palus, J., Gągała, I., Izydorczyk, K., Jurczak, T., Dziubałtowska, E., Stępnik, M., Arkusz, J., Komorowska, M., Skowron, A., Zalewski, M., 2011. Effects of microcystins-containing cyanobacteria from a temperate ecosystem on human lymphocytes culture and their potential for adverse human health effects. *Harmful Algae* 10, 356–365.
- Meier, H.E.M., Muller-Karulis, B., Andersson, H.C., Dieterich, C., Eilola, K., Gustafsson, B.G., Hoglund, A., Hordoir, R., Kuznetsov, I., Neumann, T., Ranjbar, Z., Savchuk, O.P., Schimanke, S., 2012. Impact of climate change on ecological quality indicators and biogeochemical fluxes in the Baltic Sea: a multi-model ensemble study. *Ambio* 41, 558-573.
- Meybeck, M., 2003. “Global analysis of river systems: From Earth system controls to Anthropocene syndromes.” *Phil. Trans. R. Soc. London*, 358(1440), 1935–1955.
- Mitsch W.J., Zhang L., Fink D.F., Hernandez M.E., Altor A.E., Tuttle C.L., Nahlik A.M., 2008. Ecological engineering of floodplain. *Ecohydrology and Hydrobiology* 8(2–4):139–147.
- Omstedt, A., Edman, M., Claremar, B., Frodin, P., Gustafsson, E., Humborg, C.H., Hagg, H., Morth, M., Rutgersson, A., Schurgers, G., Smith, B., Wallstedt, T., Yurova, A., 2012. Future changes in the Baltic Sea acid base (pH) and oxygen balances. *Tellus B* 64, 19586.
- Rabalais, N.N., Diaz, R.J., Levin, L.A., Turner, L.R., Gilbert, D., Zhang, J., 2010. Dynamic and distribution of natural and human caused hypoxia. *Biogeosciences* 7, 585-619.
- Russell M.J., Weller D.E., Jordan T.E., Sigwart K.J., Sullivan K.J., 2008. Net anthropogenic phosphorus inputs: spatial and temporal variability in the Chesapeake Bay region. *Biogeochemistry* 88, 285–304.
- Skłodowski M., **Kiedrzyńska E.**, Kiedrzyński M., Urbaniak M., Zielińska K.M., Kurowski, J.K., Zalewski M., 2014. The role of riparian willows in phosphorus accumulation and PCB control for lotic water quality improvement. *Ecological Engineering* 70: 1-10.
- Steffen W., Broadgate W., Deutsch L., Gaffney O., Ludwig C., 2015. The Trajectory of the Anthropocene: The Great Acceleration. *The Anthropocene Review*, 1-18.
- Steffen W., Crutzen P.J., McNeill J.R., 2007. The Anthropocene: Are Humans Now Overwhelming the Great Forces of Nature? *Ambio* 36: 8, 614 -621.
- Steffen W., Sanderson A., Tyson PD et al., 2004. Global Change and the Earth System: A Planet Under Pressure. The IGBP Book Series. Berlin, Heidelberg, New York: Springer-Verlag, p.336.
- Sumorok B., Kosiński K., Michalska-Hejduk D., **Kiedrzyńska E.**, 2008. Distribution of ectomycorrhizal fungi in periodically inundated plant communities on the Pilica River floodplain. *Ecohydrology and Hydrobiology*. Vol. 8, No. 2-4, 401-410.
- Thoms, M.C., 2003. Floodplain-river ecosystems: lateral connections and the implications of human interference. *Geomorphology* 56, 335-349.
- Tockner, K., Pennetzdorfer, D., Reiner, N., Schiemer, F., Ward, J.V., 1999. Hydrological connectivity, and the exchange of organic matter and nutrients in a dynamic river-floodplain system (Danube, Austria). *Freshwater Biol.* 41, 521-535.
- UNESCO, 2012. Water security: Responses to local, regional and global challenges. Strategic Plan IHP-VIII 2014-2021, Paris, 36–40.
- UNISDR, 2013. Disaster risk reduction in the United Nations. Roles, mandates and results of key UN entities. UNISDR/GE/2013/4—ICLUX—V2—1,500
- Urbaniak M. and **Kiedrzyńska E.** 2015. Concentrations and Toxic Equivalency of Polychlorinated Biphenyls in Polish Wastewater Treatment Plant Effluents. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology* 95:530–535.

- Urbaniak M., **Kiedrzyńska E.**, Kiedrzyński M., Zieliński M., Grochowalski A., 2015. The Role of Hydrology in the Polychlorinated Dibenzo-*p*-dioxin and Dibenzofuran Distributions in a Lowland River. *Journal of Environmental Quality* 44:4, 1171-1182.
- Urbaniak, **Kiedrzyńska E.**, Kiedrzyński M., Mendra M., Grochowalski A. 2014. The impact of point sources of pollution on the transport of micropollutants along the river continuum. *Hydrology Research* 45.3. 391-410.
- Urbaniak M., **Kiedrzyńska E.**, Zieliński M., Tołoczko W., Zalewski M. 2014a. Spatial distribution and reduction of PCDD/PCDF Toxic Equivalents along three shallow lowland reservoirs. *Environmental Science and Pollution Research* 21(6):4441-52.
- Urbaniak M., Wyrwicka A., **Kiedrzyńska E.**, Staniak S., Gałazka A., Tołoczko W., Siebielec G., 2014b. Problematyka przyrodniczego wykorzystania komunalnych osadów ściekowych. *Acta Innovations* 12: 35-48.
- Urbaniak M., **Kiedrzyńska E.**, Zalewski M., 2012. The role of a lowland reservoir in the transport of micropollutants, nutrients and the suspended particulate matter along the river continuum. *Hydrology Research* 43.4, 400-411.
- Vahtera E., Conley D.J., Gustafsson B.G., Kuosa H., Pitkanen H., Savchuk O.P., Tamminen T., Viitasalo M., Voss M., Wasmund N., Wulff F., 2007. Internal ecosystem feedbacks enhance nitrogen-fixing cyanobacteria blooms and complicate management in the Baltic Sea. *Ambio* 36, 186-194.
- Wagner I., Izydorczyk K., **Kiedrzyńska E.**, Mankiewicz-Boczek J., Jurczak T., Bednarek A., Wojtal-Frankiewicz A., Frankiewicz P., Ratajski S., Kaczkowski Z., Zalewski M. 2009. Ecohydrological system solution for enhancement of ecosystem services: the Pilica River Demonstration Project. *Ecohydrology and Hydrobiology* Vol. 9. No 1, 13-39.
- Wassen, M.J., 1995. Hydrology, water chemistry and nutrient accumulation in the Biebrza fens and floodplains (Poland). *Wetlands Ecol. Manage.* 3, 125-137.
- Zalewski M., 2015. Ecohydrology and hydrologic engineering: regulation of hydrology-biota interactions for sustainability. *J. Hydrol. Eng.* 20:1, A4014012-1 - A4014012-14.
- Zalewski M., 2011. Ecohydrology for implementation of the EU water framework directive. *Proc. Inst. Civil. Eng. Water Manag.* 164(8):375-385
- Zalewski M., 2010. Ecohydrology for compensation of global change. *Braz. J. Biol.*, 70(3), 689-695.
- Zalewski M., 2006. Ecohydrology—An interdisciplinary tool for integrated protection and management of water bodies. *Large Rivers*, 16(4), 613-622.
- Zalewski M., 2005. Engineering harmony. *Academia* 1(5):4-7.
- Zalewski, M. and **Kiedrzyńska E.** 2010. System approach to sustainable management of inland floodplains – declaration on sustainable floodplain management. *CAB Reviews: Perspectives in Agriculture, Veterinary Science, Nutrition and Natural Resources* 5, No. 056, 1-8.
- Zalewski M., Janauer G. A., and Jolánkai G., eds. 1997. Ecohydrology: A new paradigm for the sustainable use of aquatic resources. Conceptual background, working hypothesis, rationale and scientific guidelines for the implementation of the IHP-V projects 2.3/2.4, UNESCO, Paris.

