

# **AUTOREFERAT**

**Dr Katarzyna Zając  
Instytut Ochrony Przyrody  
Polskiej Akademii Nauk**

**Kraków, kwiecień 2019**

**1. Imię i nazwisko:** Katarzyna Zajęc

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

- 2003: doktor nauk biologicznych, Instytut Ochrony Przyrody PAN w Krakowie.  
Rozprawa doktorska: „Wymagania siedliskowe szczeżui wielkiej *Anodonta cygnea* L. W dolinie Nidy”,  
promotor: doc. dr. hab. Henryk Okarma  
opiekun naukowy: doc. dr hab. Anna Dyduch-Falniowska †
- 1993: magister biologii, Uniwersytet Jagielloński w Krakowie, Wydział Biologii i Nauk o Ziemi.  
Praca magisterska: „Wybór samca przez samicę *Tribolium castaneum*”,  
promotor: prof. dr hab. Adam Łomnicki.

**3. Informacje o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych:**

**06.2012 – obecnie:** specjalista biolog w Instytucie Ochrony Przyrody PAN w Krakowie.

**03.2003 – 05.2012:** adiunkt naukowy w Instytucie Ochrony Przyrody PAN w Krakowie;

**01.1998 – 02.2003:** asystent naukowy w Instytucie Ochrony Przyrody PAN w Krakowie;

**09.1993 – 02.1994, 03.1997 – 09.1997, 09.1999 – 02.2000** oraz **06.2003 – 05.2004** urlopy macierzyńskie i rodzicielskie;

**02.1994 – 12.1997:** dokumentalista w Instytucie Ochrony Przyrody PAN w Krakowie;

**1992 – 1993:** prace zlecone w Muzeum Przyrodniczym Instytutu Systematyki i Ewolucji Zwierząt PAN w Krakowie;

**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. 2017 r. poz. 1789):**

**a) tytuł osiągnięcia naukowego:**

**Ekologiczne uwarunkowania występowania i aktywnej ochrony zagrożonego gatunku małża słodkowodnego skójki gruboskorupowej *Unio crassus* Philipsson, 1788**

**b) Wykaz publikacji stanowiących osiągnięcie naukowe, o którym mowa w art. 16 ust. 2 ustawy wraz ze wskaźnikami bibliometrycznymi oraz oświadczeniem określającym indywidualny wkład habilitanta w powstanie tej pracy:**

(IF<sub>2006-2017</sub> – wartość wskaźnika Impact Factor według Journal Citation Reports (Thomson Reuters) w roku opublikowania, a gdy brak to ostatni dostępny; IF<sub>5</sub> - Impact Factor 5-letni; MNiSW – punkty dla czasopisma, w którym ukazała się publikacja, zgodnie z punktacją w wykazie czasopism naukowych MNiSW obowiązującym na koniec roku kalendarzowego, w którym ukazała się publikacja; cyt. – cytacje według Web of Science – stan na dzień 24.04.2019, identyfikator autora (author identifier) *Katarzyna Zajęc* w bazie Web of Science: P-2746-2015)

Na moje osiągnięcie naukowe wynikające z art. 16 ust. 2 ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. 2017 r. poz. 1789), składa się cykl sześciu publikacji. Łączny Impact Factor czasopism, w których zostały opublikowane te prace wyniósł 13,551, a łączna liczba punktów MNiSW 155. Kopie tych prac znajdują się w Załączniku 5., a oświadczenia współautorów i ich opisowy wkład w Załączniku 6 (w przypadku, gdy praca ma więcej niż pięciu współautorów, załączono oświadczenia co najmniej czterech z nich).

1. Hus M., Śmiałek M., **Zajęc K.**, Zajęc T. 2006. Occurrence of *Unio crassus* (Bivalvia, Unionidae) depending on water chemistry in the foreland of the Polish Carpathians. Polish Journal of Environmental Studies 15 (1): 169-172. (**IF<sub>2006</sub> = 0,353; IF<sub>5</sub> = 0,819; MNiSW = 10 pkt.; cyt.: 7**)

Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na opracowaniu koncepcji badań, uzyskaniu finansowania ze środków statutowych Instytutu Ochrony Przyrody PAN, udziale w analizie uzyskanych danych i interpretacji wyników, wybrałam i przeanalizowałam literaturę cytowaną, przedyskutowałam na jej tle wyniki. Brałam główny udział w pisaniu tekstu pracy oraz byłam autorem korespondencyjnym. Mój udział procentowy szacuję na **70%** (kopia pracy w zał. 5.; oświadczenia współautorów i ich opisowy wkład w zał. 6.).

2. **Zajęc K.**, Zajęc T. 2011. The role of active individual movement in habitat selection in the endangered freshwater mussel *Unio crassus* Philipson 1788. Journal of Conchology 40 (4): 446-461. (**IF<sub>2011</sub> = 0,447; IF<sub>5</sub> = 0,604; MNiSW = 15 pkt.; cyt.: 8**)

Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na sformułowaniu głównych hipotez badawczych, uzyskaniu zezwolenia na badania na *Unio crassus* (gatunek ściśle chroniony), zaplanowaniu eksperymentów oraz udziale w pracach terenowych, w analizie uzyskanych danych i interpretacji otrzymanych wyników. Jako malakolog byłam wiodącym autorem tekstu pracy, wybrałam literaturę niezbędną do dyskusji wyników, a także byłam autorem korespondencyjnym. Kierowałam także zadaniem badawczym finansowanym ze środków statutowych IOP PAN, w ramach którego powstała niniejsza praca. Mój udział procentowy szacuję **80%** (kopia pracy w zał. 5.; oświadczenia współautorów i ich opisowy wkład w zał. 6.).

3. **Zajęc K.**, Zajęc T., Ćmiel A. 2018. What can we infer from the shell dimensions of the thick-shelled river mussel *Unio crassus*?. Hydrobiologia 810 (1): 415-431; DOI: 10.1007/s10750-017-3098-2. (**IF<sub>2017</sub> = 2,165; IF<sub>5</sub> = 2,444; MNiSW = 30 pkt.; cyt.: 2**).

Mój wkład w powstanie tej pracy polegał sformułowaniu hipotez badawczych, uzyskaniu zezwolenia na badania na *Unio crassus* (gatunek ściśle chroniony), współudziale w opracowaniu metodologii oraz głównym udziale w przeprowadzeniu badań terenowych, a także na uczestniczeniu w analizie uzyskanych danych i interpretacji otrzymanych wyników. Byłam głównym autorem tekstu pracy, wybrałam cytowaną literaturę, przygotowałam ilustracje, a także pełniłam obowiązki autora korespondencyjnego. Uzyskałam fundusze na przeprowadzenie opisanych w pracy badań: część z grantu Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego nr N N304 328836, którego byłam kierownikiem, a część z projektu POIS-05.02.00-00-084/08 „Przywrócenie drożności korytarza ekologicznego doliny rzeki Biała Tarnowska” (Fundusz Rozwoju Regionalnego UE, Program Infrastruktura i Środowisko), w ramach zadania nr 3 pt. "Rekolonizacja populacji małży dorzecza rzeki Białej Tarnowskiej (faza I)", którym kierowałam. Mój udział procentowy szacuję na **65%** (kopia pracy w zał. 5.; oświadczenia współautorów i ich opisowy wkład w zał. 6.).

4. **Zajęc K.**, Florek J., Zajęc T., Adamski P., Bielański W., Ćmiel A., Klich M., Lipińska A.M. 2018. On the reintroduction of the endangered thick-shelled river mussel *Unio crassus*: the importance of the river's longitudinal profile. Science of the Total Environment 624: 273-282, DOI: 10.1016/j.scitotenv.2017.11.346. (**IF<sub>2017</sub> = 4,610; IF<sub>5</sub> = 4,984; pkt. MNiSW = 40; cyt.=4**)

Mój wkład polegał na opracowaniu koncepcji badań i sformułowaniu hipotez badawczych, uzyskaniu zezwoleń na badania na *Unio crassus* (gatunek objęty ochroną prawną), opracowaniu metodologii oraz zaplanowaniu badań (przy współudziale JF i TZ), koordynacji zbierania danych terenowych, wykonaniu wszystkich zadań związanych z wsiedlaniem gatunku i opisem populacji, a także na analizie danych i interpretacji otrzymanych wyników razem z pozostałymi współautorami. Pisałam tekst pracy i przygotowałam manuskrypt do druku jako autor korespondencyjny. Badania, których wyniki są prezentowane w tej pracy, były finansowane z grantu Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego nr N N304 328836, którego byłam kierownikiem, i częściowo z projektu POIS-05.02.00-00-

084/08 „Przywrócenie drożności korytarza ekologicznego doliny rzeki Biała Tarnowska” (Fundusz Rozwoju Regionalnego UE, Program Infrastruktura i Środowisko), w ramach kierowanego przeze mnie zadania nr 10 pt. „Rekolonizacja populacji małży dorzecza rzeki Białej Tarnowskiej (faza II)”, biorąc pod uwagę, że kierowałam pracą dużego zespołu specjalistów z wielu dyscyplin naukowych z trzech ośrodków naukowych, mój udział procentowy w powstaniu tej pracy szacuję na **55%**. (kopia pracy w zał. 5.; oświadczenia współautorów i ich opisowy wkład w zał. 6.).

5. **Zajęc K.**, Zajęc T., Adamski P., Bielański W., Ćmiel A. M., Lipińska A. M. 2019. Dispersal and mortality of translocated thick shelled river mussel *Unio crassus* Philipsson, 1788 adults revealed by radio tracking. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 29: 331– 340; DOI:10.1002/aqc.3063. (**IF<sub>2017</sub> = 2,988; IF<sub>5</sub>=2,871; MNiSW = 30 pkt.; cyt.: 0**)

Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na stworzeniu koncepcji badań i ich koordynowaniu, opracowaniu metodyki oraz zaplanowaniu eksperymentów (w tym uzyskanie zezwoleń na badania na *Unio crassus*, na gatunku objętym ochroną prawną), nadzorowaniu ich przebiegu, uczestniczenia we wszystkich pracach w terenie obejmujących znalezienie i pozyskanie małży do eksperymentów, wybór i przygotowanie powierzchni badawczych, zaopatrywanie małży w radionadajniki, wypuszczenie małży na powierzchnie badawcze w rzece, a także wszystkie kontrole. Brałam udział w analizie danych i interpretacji wyników badań. Współtworzyłam tekst pracy i brałam udział w przygotowaniu wszystkich kolejnych wersji manuskryptu, a jako autor korespondencyjny nadzorowałam proces publikacji. Finansowanie badań pochodziło z dwóch źródeł: z grantu Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego nr N N304 328836, którego byłam kierownikiem, i z projektu POIS-05.02.00-00-084/08 „Przywrócenie drożności korytarza ekologicznego doliny rzeki Biała Tarnowska” (Fundusz Rozwoju Regionalnego UE, Program Infrastruktura i Środowisko), w ramach funduszy na zadania nr 10 „Rekolonizacja populacji małży dorzecza rzeki Białej Tarnowskiej (faza II)”, którym kierowałam. Mój udział procentowy szacuję na **55%** (kopia pracy w zał. 5.; oświadczenia współautorów i ich opisowy wkład w zał. 6.).

6. Ćmiel A. M., **Zajęc K.**, Lipińska A. M., Zajęc T. 2018. Glochidial infestation of fish by the endangered thick-shelled river mussel *Unio crassus*. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 28 (3): 535-544. (**IF<sub>2017</sub> = 2,988; IF<sub>5</sub>=2,871; MNiSW = 30 pkt.; cyt.: 0**)

Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na opracowaniu koncepcji pracy, a także na uczestnictwie w zaplanowaniu i przeprowadzeniu eksperymentów polegających na zarażaniu ryb larwami małży w celu zbadania prevalencji i intensywności zarażenia w zależności od gatunku ryby i wielkości ciała oraz identyfikacji miejsc na ciele ryb preferowanych przez przyczepiające się glochidia. Wspólnie z pozostałymi autorami pracy opracowywałam dane i interpretowałam uzyskane wyniki. Uczestniczyłam również w przygotowaniu manuskryptu na wszystkich etapach jego powstawania, od pisania wstępnej wersji pracy po zatwierdzenie ostatecznej. Badania raportowane w tej pracy były finansowane z kierowanego przeze mnie zadania nr 10 pt. „Rekolonizacja populacji małży dorzecza rzeki Białej Tarnowskiej (faza II)” w projekcie POIS-05.02.00-00-084/08 „Przywrócenie drożności korytarza ekologicznego doliny rzeki Biała Tarnowska” (Fundusz Rozwoju Regionalnego UE, Program Infrastruktura i Środowisko). Mój udział procentowy szacuję na **40%** (kopia pracy w zał. 5.; oświadczenia współautorów i ich opisowy wkład w zał. 6.).

Sumaryczny Impact Factor publikacji wchodzących w skład osiągnięcia naukowego:	IF = <b>13,551</b> IF <sub>5</sub> = <b>14,593</b>
Suma punktów MNiSW publikacji wchodzących w skład osiągnięcia naukowego:	<b>155</b>
Liczba cytowań publikacji wchodzących w skład osiągnięcia naukowego wg bazy Web of Science (WoS) z dnia 24.04.2019:	<b>21 (13 bez autocytaowań)</b>

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

Mięczaki (Mollusca) są drugim, po stawonogach (Arthropoda), najliczniejszym w gatunki typem w królestwie zwierząt (Haszprunar, Wanninger 2012). Stanowią najliczniejszą grupę taksonów na liście gatunków zagrożonych wyginięciem według International Union for Conservation of Nature (IUCN 2019). Równocześnie wg IUCN ekosystemy słodkowodne wraz z zamieszkującymi je gatunkami są najbardziej zagrożone w skali globalnej, a gatunki te często posiadają duże znaczenie dla człowieka ze względu na funkcje i usługi ekosystemowe (Dudgeon i in. 2006; Strayer, Dudgeon 2010). Dotyczy to szczególnie mięczaków, a przede wszystkim małży słodkowodnych z rodziny Unionidae. Ta grupa mięczaków zalicza się do bezkręgowców wód słodkich o największych rozmiarach ciała i ponadto do organizmów długowiecznych. Charakteryzuje się wyjątkowym cyklem życiowym, w którym występuje mikroskopijna pasożytnicza larwa (glochidium), wymagająca odpowiedniego gatunku ryby jako czasowego żywiciela, którego atakuje przy użyciu różnorodnych adaptacji, w przypadku niektórych gatunków bardzo wyrafinowanych. W czasie obligatoryjnej fazy życia pasożytniczego, przeobraża się w następne stadium, odpada od ryby i rozpoczyna samodzielne życie (Lopes-Lima et al. 2017).

Małże te pełnią istotną rolę w ekosystemach słodkowodnych (Vaughn & Hakenkamp 2001, Howard & Cuffey, 2006) wpływając na funkcjonowanie ekosystemów które zamieszkują, np. odfiltrowując pokarm z wody, przyczyniają się do jej oczyszczania z mikroorganizmów, organicznych i nieorganicznych zawiesin, zwiększając przy tym jej przejrzystość (np. Chowdhury, Zieritz, Aldridge 2016), wpływają na obieg pierwiastków (tzw. nutrients focusing, np. Nalepa, Gardner, Malczyk 1991), a selektywnie odfiltrowując mikroorganizmy (głównie glony) z wody, wpływają na skład planktonu (np. Thorp, Casper 2002; Vaughn, Spooner 2006). Ich muszle odgrywają rolę w budowie dna zbiornika lub cieku wodnego i są podłożem do osiedlania się innych organizmów (np. Bołtrusko 2010; Sousa, Pilotto, Aldridge 2011). Małże te stanowią też istotne ogniwo w skomplikowanej sieci powiązań biocenotycznych między organizmami, np. są żywicielem, również pośrednim, dla wielu gatunków pasożytów z różnych grup taksonomicznych (np. Taskinen, Valtonen 1995; Cichy et al. 2016; Pavluchenko, Yermoshyna 2017), ich larwa (glochidium) może być przyczyną chorób ryb (np. O'Connell, Neves 1999; Gopko, Chowdhury, Taskinen 2018), jako organizmy o dużych rozmiarach ciała są istotnym źródłem pokarmu dla drapieżników (np. Zając 2014).

Mają istotne znaczenie dla człowieka (Vaughn 2018), np. mogą stanowić pokarm dla zwierząt (dostarczając protein, wapnia i karotenu ważnego dla drobiu), a ich muszle (oraz perły) można wykorzystywać jako surowiec np. do wyrobu biżuterii i rzeczy ozdobnych, co jest podstawą przemysłu rozwiniętego głównie w Azji Południowo-Wschodniej (np. Rahayu et al. 2013). Wszystko to powoduje, że duże małże słodkowodne stają się coraz częściej obiektem badań naukowych, a zainteresowanie nimi gwałtownie rośnie.

W publikacjach podsumowujących stan wiedzy o małżach słodkowodnych stwierdzono, że dla coraz większej liczby taksonów wzrasta zagrożenie wymarciem i to nie w lokalnej skali, np. państw, ale niejednokrotnie zagrożenie wymarciem obejmuje całe globalne zasięgi ich występowania (Lydeard et al., 2004; Strayer et al., 2004; Régnier et al., 2009). Stosunkowo nieliczne gatunki małży słodkowodnych gwałtownie zwiększają liczbę stanowisk, a nawet rozszerzają zasięg w sposób inwazyjny. Stwarzają one dodatkowe zagrożenie dla rodzimych gatunków, głównie poprzez silną konkurencję, ale też przez indukowanie krzyżowej odporności ryb żywicielskich (Donrovich et al. 2017).

Zmniejszanie liczebności i zagrożenie wymarciem dotyczy również nielicznych gatunków Unionidae występujących w Europie: zalicza się do nich skójką gruboskorupowa *Unio crassus* (Uc), gatunek chroniony w Polsce i całej UE (Lopes-Lima et al. 2017). Jest on wpisany na załączniki II i IV Dyrektywy

Siedliskowej, co nakłada na państwa UE obowiązek stworzenia planu ochrony tego gatunku, wyznaczenia dla niego obszarów chroniących reprezentatywną część populacji i monitorowania stanu ochrony gatunku. Jego efektywna ochrona wymaga jednak dużej wiedzy o ciągle bardzo słabo poznanej biologii tego gatunku, a wręcz opracowania nowej gałęzi biologii konserwatorskiej, dotyczącej specyficznej problematyki ochrony słodkowodnych małży. Jest to głównym celem rozwijanego przeze mnie w IOP PAN programu badawczego, którego wyniki przedstawiam tutaj, jako główne osiągnięcie. Nie mniej ważne jest zastosowanie i weryfikacja w praktyce osiągnięć naukowych i proponowanych na tej podstawie rozwiązań. Muszą one gwarantować utrzymanie gatunku na istniejących stanowiskach, a szczególnie przyczynić się do przywrócenia go do rzek, z których ustąpił, a w których był niegdyś najliczniej reprezentowanym gatunkiem małża. Problem przywracania rzekom małży jest szczególnie ważnym wyzwaniem dla nauki, bowiem w Europie, poza dwoma przypadkami, nie udaje się przywrócić występowania małży w naturze (Lopes-Lima et al. 2017).

Tymczasem, podobnie jak w przypadku większości gatunków bezkręgowców, wiedza o tej grupie zwierząt jest daleko niewystarczająca (Lopes-Lima et al. 2014). Wśród priorytetowych zagadnień badawczych dotyczących dużych małży słodkowodnych (Ferreira-Rodríguez et al. 2019) znalazły się m. in. badania wymagań siedliskowych, kwestie relacji małży z żywicielskimi gatunkami ryb, znaczenie mikrosiedlisk i siedlisk funkcjonalnych dla występowania małży, a także związana z tym rola behawioru małży. Znalezienie odpowiedzi na pytania dotyczące wymienionych zagadnień jest kluczowe dla właściwej ochrony małży i publikacje, które tutaj prezentuję, na te pytania odpowiadają.

**W pierwszej publikacji** [1] opisałam wymagania siedliskowe *Uc* związane z właściwościami wody w rzece, w której występuje ten gatunek w Karpatach. Wiadomo, że *Uc* jest organizmem wrażliwym na zmiany składu chemicznego wody i jej własności fizycznych. Na tej podstawie uznano, że jednym z kluczowych czynników odpowiedzialnych za zanikanie stanowisk tego małża jest zanieczyszczenie wód, w tym również ich eutrofizacja (Lopes-Lima, Kebapçı, Van Damme. 2014). Dotychczasowy stan wiedzy na temat składu chemicznego wód zasiedlonych przez badany gatunek wskazywał, że w wodach zeutrofizowanych populacje *Uc* przestają się rozmnażać, co z czasem musi prowadzić do wymarcia populacji (Zettler, Jueg 2007). Badania opisane w pracy [1] prowadzono w 8 rzekach pogórza polskiej części Karpat. Badano 13 parametrów: 8 wskazujących na zawartość w wodzie substancji chemicznych istotnych dla występowania małży oraz przewodność elektrolityczną, indeks saprobowości fitoplanktonu, BZT5, pH oraz ilość cząsteczek zawieszonych. Analiza składu chemicznego wody wskazywała, że wszystkie badane rzeki należą do wód czystych, nieeutrofizowanych. W czterech spośród badanych rzek stwierdzono występowanie *Uc*; różniły się one istotnie od wód pozostałych 4 rzek, w których nie stwierdzono *Uc*, pod względem 9 spośród 13 analizowanych parametrów. Spośród badanych rzek *Uc* preferował te o wodach żyźniejszych. Stwierdziliśmy w nich wyższe wartości: przewodności elektrolitycznej, indeksu saprobowości fitoplanktonowej, BZT5, pH, zawartości fosforanów, azotanów, azotynów i jonów amonowych. Wyniki te po raz pierwszy w Europie wskazały na występowanie tego gatunku w wodach żyźniejszych spośród badanych rzek, co wskazuje, że zbyt ubogie wody również nie sprzyjają występowaniu *Uc*. W Polsce, na Pogórzu Karpat, stan wód w rzekach poprawił się, więc ich niska jakość nie stanowi już czynnika ograniczającego występowanie tego gatunku. Potwierdziły to późniejsze badania (Douda 2007; Denic et al. 2014), w których doprecyzowano zakresy wartości parametrów fizycznych i chemicznych wód preferowanych przez *Uc*. Przyczyny obecnego ustępowania tego kiedyś najliczniejszego gatunku dużego słodkowodnego małża leżą zatem gdzie indziej.

**W drugiej publikacji** [2] opisałam wyniki obserwacji i eksperymentów wskazujących, że małże postrzegane dotąd jako zwierzęta osiadłe, posiadają zdolność do efektywnego poruszania się na względnie duże odległości i dzięki temu aktywnego wyboru miejsca swojego bytowania w rzece. Mogą przemieszczać się do mikrosiedlisk, które najbardziej im odpowiadają, gwarantując im stabilne

warunki życia. Wędrują częściowo zagłębione w osady denne, w których pozostawiają charakterystyczne ślady w postaci rowków. Małże, eksperymentalnie przesiedlone przez nas i rozmieszczone systematycznie w obrębie koryta rzeki podgórskiej, silnie reagowały na mikrosiedlisko, w którym się znalazły, aktywnie uciekając z siedlisk funkcjonalnych o nasilonej erozji i turbulentnym przepływie (bystrza i brzegi łach) do siedliska funkcjonalnego o słabym, laminarnym przepływie i drobnym osadzie (stromy brzeg płosa, obszary w cieniu dużych przeszkód wodnych). W poszukiwaniu preferowanych warunków małże przemieszczały się również pod prąd i pod górę, w stronę brzegu. Praca ta była przełomowa dla badań behawioralnych małży, bowiem takich badań nikt nie wykonywał, ponieważ dotychczasowe publikacje podejmujące ten temat nie wykazywały adaptacyjnego charakteru przemieszczeń małży, charakteryzując je jako „erratic”. Wyniki referowane w 2009 roku na konferencji w Clearvaux (Luksemburg), poświęconej ochronie małży w Europie, wzbudziły żywe zainteresowanie i aktywne zaproszenie do złożenia manuskryptu. To osiągnięcie było możliwe również dzięki zastosowaniu nowatorskich technik, które opracowałam w czasie prowadzenia badań do pracy doktorskiej, czyli obserwacji behawioru małży przy użyciu eksperymentalnego przesiedlania, indywidualnego znakowania i telemetrii (Zajac 2014).

**Trzecia publikacja** [3] rozwija dalej zagadnienie wpływu siedlisk funkcjonalnych, występujących w obrębie tego samego odcinka rzecznej koryta, na relacje małża z siedliskiem, w tym wypadku na kształtowanie morfologii muszli. Występowanie jednego gatunku, *Uc*, w bardzo różnych siedliskach funkcjonalnych wskazuje na jego dużą plastyczność fenotypową, co jest również interesujące z ewolucyjnego punktu widzenia. Badania prowadzono w dwóch rzekach karpaccich: San i Zborowianka (dorzecze Dunajca). W obu rzekach stwierdziliśmy, że *Uc* występuje zarówno w części koryta rzecznej, która charakteryzuje się dość wartkim nurtem i dnem zbudowanym głównie z kamieni i grubego żwiru, jak i w części koryta ze słabym prądem wody i dnem z drobnoziarnistym osadem. Życie w danym typie wód wpływa na wygląd muszli małża. Mierzone cechy muszli badanych małży znacznie różniły się między siedliskami funkcjonalnymi: małże żyjące w wodach spokojnych miały muszle długie, proste i wąskie, podczas gdy małże żyjące w wodach wartkich miały muszle silnie wygięte nerkowato, zerodowane, krótsze i wysokie. Cechy te pokazują, że zmienność fenotypowa we wzroście muszli umożliwia powstanie odpowiedniego kształtu, stawiającego mniejszy opór wodzie w środowisku, gdzie ma to znaczenie. Praca ta ma również szczególne znaczenie dla taksonomii małży, bowiem wskazuje, że zmienność fenotypowa muszli może być tak duża, że utrudnia lub nawet uniemożliwia poprawne oznaczenie gatunku na podstawie cech morfologicznych muszli. Zdefiniowanie wpływu środowiska na muszlę daje również możliwość wiarygodnego odtwarzania paleohabitatów na podstawie zachowanych fosylnych lub subfosylnych muszli.

**W czwartej publikacji** [4] wykazano pewną nową interakcję między teorią ciągłości rzeki, teorią funkcjonowania rzeki w oparciu o siedliska funkcjonalne i teorią metapopulacji. Interakcja ta jak się okazało, ma fundamentalne znaczenie dla praktyki odtwarzania populacji małży. W Europie tylko w dwóch rzekach udało się odtworzyć występowanie małży: w rzece Lutter w Niemczech, i w rzece Białej (nasz projekt). Udało się to, ponieważ dzięki moim wcześniejszym badaniom behawioralnym wiedzieliśmy, że gatunek ten zasiedla specyficzne siedlisko funkcjonalne: zatokę z miłkim osadem – szczegóły w pracy [2]. W moim projekcie planowałam odtworzyć populację małża w górnym biegu rzeki Białej, gdzie wytypowałam miejsca do wsiedleń, charakteryzujące się cechami takiego właśnie siedliska funkcjonalnego. Wprowadziłam tam dojrzałe pociowo małże i w kolejnych sezonach stwierdziliśmy ich rozród i rekrutację młodych osobników na coraz dłuższych odcinkach koryta wokół miejsca wsiedleń.

W takich niewielkich zatokach koryta rzeki, tworzą się subpopulacje *Uc*, odseparowane od siebie fizycznie, które składają się na metapopulację tych małży w całej rzece. W korycie rzecznej oddzielne płyty tego typu siedliska ciągle powstają i są niszczone, co jest związane z procesami hydrologicznymi. Zamieszkujące je subpopulacje wymierają, a nowopowstałe zatoki są

rekolonizowane, jak w klasycznej metapopulacji Levinsa. Czynnikiem odpowiedzialnym za ten proces jest nachylenie koryta rzeczno i związane z tym siły hydrauliczne, likwidujące podsiedliska poprzez erozję boczną, ale i równocześnie tworzące nowe. Działanie sił hydraulicznych tłumaczy również pionowe rozmieszczenie tego gatunku.

Ostatecznie występowanie *Uc* regulowały właśnie procesy hydrologiczne rzeki, niszcząc niektóre z założonych subpopulacji. Jednak na skutek efektywnego kolonizowania nowych siedlisk funkcjonalnych w korycie przez młodociane małże, gatunek utrzymuje się i rozprzestrzenia, na zasadzie dynamicznego procesu, w którym tempo kolonizacji i rozmnażania jest większe niż tempo wymierania. Proces ten jest niewątpliwie możliwy dzięki usunięciu przeszkód (progi i tamy poprzeczne), które tamowały migracje ryb i powodowały, że górny odcinek rzeki praktycznie nie miał ekologicznej łączności z populacją małży zachowaną w dolnym biegu. Okazuje się, że o występowaniu małży w charakterystycznych ławicach (zgrupowaniach) decyduje lokalne siedlisko funkcjonalne, ławice tworzą metapopulację, jednak cały system reguluje pionowy profil koryta, co wpisuje się w koncepcję ciągłości rzeki (river continuum concept; Vannote i in. 1980), dodając do niej nowy aspekt.

**W piątej publikacji** [5] przedstawiam wyniki eksperymentów mających na celu opisanie wzorca zachowania przesiedlanych małży. Zebraliśmy przy tym unikalne dane o dotąd nieznanymi preferencjach mikrosiedliskowych i chyba po raz pierwszy u małży słodkowodnych twarde dane o śmiertelności tych zwierząt. Na całym świecie najczęściej stosowanym zaleceniem ochronnym w stosunku do małży, w przypadku działań wymagających ingerencji w koryto rzeczne (np. regulacje koryta, umocnienie brzegu, budowa mostu, przepustów, itd.) jest przesiedlanie w inne miejsce. Tymczasem skuteczność tych działań jest dyskusyjna, ponieważ po pewnym czasie małże nie są odnajdywane w miejscach, do których zostały przesiedlone. Wykazaliśmy, że małże mają specyficzny sposób zachowania się po przesiedleniu. Gdy małże napotykają warunki niezgodne z ich wymaganiami, rozpraszają się, w czasie ruchu przepychając się przez osady dennie. Są w stanie pokonać w ten sposób stosunkowo duże odległości (nawet 200m) w poszukiwaniu właściwego mikrosiedliska i po pewnym czasie są bardzo trudne do znalezienia, chociaż najczęściej przeżywają. Tylko bardzo nieliczne, które na skutek zbiegu okoliczności trafiły do niekorzystnego siedliska, giną.

Mieliśmy również unikalną sposobność opisanie wpływu dużej powodzi na rozmieszczenie i śmiertelność małży. Monitorowanie przez nas małży znakowanych indywidualnie nadajnikami telemetrycznymi pozwoliło ze stosunkowo dużej odległości namierzyć małża i odnaleźć go w rzece. Dzięki użyciu telemetrii wykazano bezspornie, że przeżywalność małży w czasie dużych powodzi jest bardzo wysoka. Stwierdzono znikomą śmiertelność, która jest powodowana najprawdopodobniej biernym przemieszczeniem z wodami powodziowymi żywych małży do miejsc, z których nie udaje im się uciec, gdy warunki pogarszają się wraz z opadaniem wody. Na przykład, żywe małże były przenoszone z wodami powodziowymi na środek dużych łach żwirowych, a gdy woda po powodzi opadała nie nadążały za nią i ginęły w zanikających kałużach na łasze. Podobnie przedstawiała się sytuacja osobników, które utknęły w zatorach z roślinnością i po opadnięciu wody wysychały.

Opisane wyniki wskazują na szczególną rolę badań behawioralnych w ochronie małży, konieczność uwzględniania ich w programach badawczych i wdrażania ich wyników w projekatach związanych z ochroną przyrody.

**W szóstej publikacji** [6] podaję wyniki eksperymentów polegających na zarażaniu larwami skójkii gruboskorupowej trzech gatunków ryb: brzany *Barbus barbus*, klenia *Squalius cephalus* i świnki *Chondrostoma nasus*, które należały do gatunków dominujących w Białej i jej dopływach, więc można było przypuszczać, że powinny być żywicielami niedyś tu dominującego gatunku małża, jedyne go przedstawiciela Unionidae w tej rzece. Tymczasem wyniki czeskich eksperymentów w hodowli wskazywały, że nie są to najlepsi żywiele glocydów *Uc* (Douda, Horký, Bílý 2012). Jednak w rzekach



na Pogórze Karpat Zewnętrznych te akurat gatunki ryb wydawały się mieć istotne znaczenie ze względu na ilościową dominację, zwłaszcza w przeszłości. Z kolei brzana nie była wcześniej nawet wymieniana jako żywiciel larw skójek, chociaż jest dość liczny gatunkiem w górskich rzekach. Do eksperymentów z zarażaniem użyto dorosłych samic Uc, które w marsupiach miały dojrzałe larwy. Zarażanie prowadzono zarówno w akwariach z jednym gatunkiem ryby, jak i w akwariach z rybami ze wszystkich trzech gatunków na raz. Glochidia przyczepiły się do wszystkich gatunków ryb. Cysty z przeobrażającymi się larwami skójek stwierdziliśmy także na brzanie. Co ważne dla metodologii tego rodzaju badań, cysty występowały nie tylko na skrzelach badanych gatunków ryb, o czym donosiły wcześniejsze badania, ale też na płetwach, czego wcześniej nie podawano dla larw Uc. Prawdopodobnie dotychczas poszukiwano przyczepionych glochidiów tylko na skrzelach, wzorując się na wynikach wcześniejszych badań glochidiów perłoródki *Margaritifera margaritifera*, których glochidia nie mają haków i przyczepiają się tylko do skrzeli ryby-żywiciela. Z kolei analiza zawartości przewodów pokarmowych ryb pokazała, że zawierają one glochidia, co wskazuje, że ryby je zjadają. Nie donoszono o tym wcześniej, a może to wskazywać na możliwość istnienia u Uc strategii nastawionej na poświęcenie części larw na przynętę dla ryb, które w trakcie zjadania jej zostają zarażone glochidiami. Istotne jest, że małże produkują dużo larw, dziesiątki a nawet setki tysięcy (Piechocki 1999), i mogą sobie pozwolić na stratę części z nich.

Badania te dostarczyły również wskazówek praktycznych dla sztucznego namnażania małży, wskazując, że wielogatunkowe zestawy ryb nie mogą być używane w hodowli, albo muszą być bardzo starannie dobrane ze względu na interakcje między rybami, jak również, że ekologia żerowania ryb ma znaczenie przy zarażaniu.

**Konkludując**, w prezentowanym zestawie publikacji stanowiącym moje osiągnięcie naukowe, o którym mowa w art. 16 ust. 2 ustawy, wykazałam, że jakość wód płynących uległa poprawie i generalnie nie ma już istotnego znaczenia jako czynnik zagrażający występowaniu zagrożonego *U. crassus*, w przeciwieństwie do czynników hydrologicznych, do których małże te wykazują specyficzne przystosowania umożliwiające im przetrwanie głównie dzięki istnieniu specyficznych mechanizmów behawioralnych, zwiększających również prawdopodobieństwo zakażenia żywicieli swoimi larwami. Prace nad tymi zagadnieniami będą przeze mnie kontynuowane, również w ramach współpracy międzynarodowej z zespołem badającym duże małże słodkowodne, w skład którego wchodzi badacze z Portugalii (Interdisciplinary Centre of Marine and Environmental Research (CIIMAR/CIMAR), University of Porto) oraz z Wielkiej Brytanii (Aquatic Ecology Group, Department of Zoology, University of Cambridge).

#### Literatura

- Bołtrusko J. 2010. Epizoic communities of Rotifera on freshwater bivalves. *Ocean. Hydrob. Studies*. 39(4): 75-82. DOI: 10.2478/v10009-010-0053-1.
- Cichy A., Urbańska M., Marszewska A., Andrzejewski W., & Żbikowska E. 2016. The invasive Chinese pond mussel *Sinanodonta woodiana* (Lea, 1834) as a host for native symbionts in European waters. *Journal of limnology*, 75(2): 288-296.
- Chowdhury G. W., Zieritz A., & Aldridge D. C. 2016. Ecosystem engineering by mussels supports biodiversity and water clarity in a heavily polluted lake in Dhaka, Bangladesh. *Freshwater Science* 35, 1: 188-199.
- Denic M., Stoeckl K., Gum B., & Geist J. 2014. Physicochemical assessment of *Unio crassus* habitat quality in a small upland stream and implications for conservation. *Hydrobiologia*, 735(1): 111-122.
- Douda K. 2007. The occurrence and growth of *Unio crassus* (Mollusca: Bivalvia: Unionidae) in Lužnice River basin in respect to water quality. *Acta Universitatis Carolinae Environmentalica*, 21: 57-63.
- Douda K., Horký P., & Bílý M. 2012. Host limitation of the thick-shelled river mussel: identifying the threats to declining affiliate species. *Animal Conservation*, 15(5): 536-544.
- Donrovich S. W., Douda K., Plechingerová V., Rylková K., Horký P., Slavík O., Liu H.-L., Reichard M., Lopes-Lima M. & Sousa R. 2017. Invasive Chinese pond mussel *Sinanodonta woodiana* threatens native mussel reproduction by inducing cross-resistance of host fish. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 27(6): 1325-1333.

- Dudgeon D., Arthington A. H., Gessner M. O., Kawabata Z. I., Knowler D. J., Lévêque C., Naiman R. J., Prieur-Richard A.-H., Soto D., Stiassny M. L. J., Sullivan, C. A. 2006. Freshwater biodiversity: importance, threats, status and conservation challenges. *Biological reviews*, 81(2): 163-182.
- Ferreira-Rodríguez N., Akiyama Y. B., Aksenova O. V., Araujo R., Barnhart M. C., Bepalaya Y. V., Bogan A. E., Bolotov I. N., Budha P. B., Clavijo C., Clearwater S. J., Darrigran G., Do V., Douda K., Froufe E., Gumpinger C., Henrikson L., Humphrey C. L., Johnson N. A., Klishko O., Klunzinger M. W., Kovitvadhi S., Kovitvadhi U., Lajtner J., Lopes-Lima M., Moorkens E. A., Nagayama S., Nagel K.-O., Nakano M., Negishi J. N., Ondina P., Oulasvirta P., Prié V., Riccardi N., Rudzite M., Sheldon F., Sousa R., Strayer D. L., Takeuchi M., Taskinen J., Teixeira A., Tiemann J. S., Urbańska M., Varandas S., Vinarski M. V., Wicklow B. J., Zajac T., Vaughn C. C. 2019. Research priorities for freshwater mussel conservation assessment. *Biological Conservation*, 231: 77-87.
- Gopko M., Chowdhury M.M.R. & Taskinen J. 2018. Interactions between two parasites of brown trout (*Salmo trutta*): consequences of preinfection. *Ecology and Evolution* 8: 9986–9997.
- Haszprunar G., Wanninger A. 2012. Molluscs. *Current Biology*, 22, 13: R510-R514.
- Howard J. K. & K. M. Cuffey. 2006. The functional role of native freshwater mussels in the fluvial benthic environment. *Freshwater Biology* 51: 460–474.
- IUCN 2019. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2019-1. <http://www.iucnredlist.org>. Downloaded on 21 March 2019.
- Lopes-Lima M., Kebapçı, U. & Van Damme, D. 2014. *Unio crassus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2014: e.T22736A42465628. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2014-1.RLTS.T22736A42465628.en>. Downloaded on 08 April 2019.
- Lopes-Lima M., Sousa R., Geist J., Aldridge D. C., Araujo R., Bergengren J., ... & Zogaris S. 2017. Conservation status of freshwater mussels in Europe: state of the art and future challenges. *Biological Reviews*, 92(1): 572-607.
- Lydeard C., Cowie R. H., Ponder W. F., Bogan A. E., Bouchet P., Clark S. A., Cummings K. S., Frest T. J., Gargominy O., Herbert D. G., Hershler R., Perez K. E., Roth B., Seddon M., Strong E. E., Thompson F. G. 2004. The global decline of nonmarine mollusks. *BioScience*, 54(4): 321-330.
- Nalepa T.F., Gardner W.S., Malcyk J.M. 1991. Phosphorus cycling by mussels (Unionidae: Bivalvia) in Lake St. Clair. *Hydrobiologia* 219: 239–50.
- O'Connell M. T., & Neves R. J. 1999. Evidence of immunological responses by a host fish (*Ambloplites rupestris*) and two non-host fishes (*Cyprinus carpio* and *Carassius auratus*) to glochidia of a freshwater mussel (*Villosa iris*). *Journal of freshwater ecology*, 14(1): 71-78.
- Pavluchenko O. V., & Yermoshyna T. V. 2017. Parasites of unionid molluscs (Bivalvia, Unionidae) and their effect on the body of molluscs. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 8(4): 482–488. doi:10.15421/021774.
- Piechocki A. 1999. Reproductive biology of *Unio pictorum* (Linnaeus) and *Unio tumidus* Philipsson in the Pilica river (Central Poland). *Heldia* 4: 53-60.
- Rahayu S. Y. S., Solihin D. D., Manalu W., & Affandi R. 2013. Nucleus pearl coating process of freshwater mussel *Anodonta woodiana* (Unionidae). *HAYATI Journal of Biosciences*, 20(1): 24-30.
- Régnier C., Fontaine B., & Bouchet P. 2009. Not knowing, not recording, not listing: numerous unnoticed mollusk extinctions. *Conservation Biology*, 23(5): 1214-1221.
- Sousa R., Pilotto F., & Aldridge D. C. 2011. Fouling of European freshwater bivalves (Unionidae) by the invasive zebra mussel (*Dreissena polymorpha*). *Freshwater Biology*, 56(5): 867-876.
- Strayer D. L., Downing J. A., Haag W. R., King T. L., Layzer J. B., Newton T. J., & Nichols J. S. 2004. Changing perspectives on pearly mussels, North America's most imperiled animals. *BioScience*, 54(5): 429-439.
- Strayer D. L., Dudgeon D. 2010. Freshwater biodiversity conservation: recent progress and future challenges. *Journal of the North American Benthological Society*, 29(1): 344-358.
- Taskinen J., & Valtonen E. T. 1995. Age-, size-, and sex-specific infection of *Anodonta piscinalis* (Bivalvia: Unionidae) with *Rhipidocotyle fennica* (Digenea: Bucephalidae) and its influence on host reproduction. *Canadian Journal of Zoology*, 73(5): 887-897.
- Thorp J. H., & Casper A. F. 2002. Potential effects on zooplankton from species shifts in planktivorous mussels: a field experiment in the St Lawrence River. *Freshwater Biology*, 47(1): 107-119.
- Vannote R. L., Minshall G. W., Cummins K. W., Sedell J. R., Cushing C. E. 1980. River continuum concept. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 37 (1): 130-137.
- Vaughn, C. C. (2018). Ecosystem services provided by freshwater mussels. *Hydrobiologia*, 810(1): 15-27.
- Vaughn C. C. & Hakenkamp C. C. 2001. The functional role of burrowing bivalves in freshwater ecosystems. *Freshwater Biology* 46: 1431–1446.
- Vaughn C. C. & Spooner D. E. 2006. Unionid mussels influence macroinvertebrate assemblage structure in streams. *Journal of the North American Benthological Society* 25: 691–700.
- Zettler M. L. & Jueg, U. 2007. The situation of the freshwater mussel *Unio crassus* (Philipsson, 1788) in north-east Germany and its monitoring in terms of the EC Habitats Directive. *Mollusca*, 25(2): 165-174.
- Zajac K. 2014. Size-dependent predation by otter *Lutra lutra* on swan mussels *Anodonta cygnea* (Linnaeus 1758) – observations and radiotelemetry experiment. *Journal of Conchology* 41 (5): 559-563.

## 5. Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo - badawczych

### Przed doktoratem

Moje zainteresowania naukowe w czasie moich studiów na kierunku "Biologia" na Wydz. Biologii i Nauk o Ziemi UJ koncentrowały się na ekologii bezkręgowców, a szczególnie na ekologii mięczaków. Moja praca przejściowa napisana pod kierunkiem prof. dr hab. Adam Łomnickiego dotyczyła wpływu dobrowolnego vs wymuszonego wyboru partnera do rozrodu na jakość potomstwa u wodnego ślimaka zatoczka rogowego *Planorbarius corneus*. Rozwinęło się wtedy moje zainteresowanie ekologią ewolucyjną, które zaowocowało pracą magisterską, napisaną również pod opieką prof. Adama Łomnickiego, która również dotyczyła doboru płciowego, tyle, że ze względu na słaby stopień zbadania ślimaków wodnych pod kątem kojarzeń, zmieniałam obiekt na chrząszcza trojszyka gryzącego *Tribolium castaneum*. W pracy tej potwierdziłam, że kojarzenia dobrowolne, w przeciwieństwie do wymuszonych, przynoszą osobnikom wyższe dostosowanie.

W 1994 roku podjęłam pracę w Instytucie Ochrony Przyrody PAN w zespole realizującym projekt CORINE biotopes (Coordination of Information on Environment), finansowany z unijnego funduszu PHARE. Jego celem było wyznaczenie i gromadzenie danych o obszarach leżących w Polsce, a ważnych z punktu widzenia ochrony przyrodniczego dziedzictwa Europy. W trakcie realizacji projektu m. in. współpracowałam przy opracowaniu metodyki wyznaczania cennych siedlisk przyrodniczych, zajmowałam się gromadzeniem danych i tworzeniem baz z informacjami dotyczącymi zagrożonych i chronionych gatunków roślin i zwierząt, identyfikacją terenów istotnych dla ich ochrony. Prace te wykonywałam przy użyciu analizy danych przestrzennych, z wykorzystaniem zdjęć satelitarnych Landsat i oprogramowania ESRI ArcGIS, co było wówczas pionierskim rozwiązaniem. We współpracy z Instytutem Geodezji i Kartografii w Warszawie brałam udział w pracach zespołu rozwijającego dalej metody analiz przestrzennych w ochronie przyrody, w tym na potrzeby projektu CORINE biotopes. W efekcie powstała m. in. praca Dyduch-Falniowskiej, Kozubek i Zajac (1998). Doświadczenia i wyniki projektu zostały opisane w monografii pt. „CORINE biotopes w integracji danych przyrodniczych w Polsce”, którą współredagowałam i byłam autorem jednego z rozdziałów, z opisem wyników analizy rozmieszczenia ostoi CORINE w odniesieniu do sieci obszarów chronionych w Polsce. Jestem współautorem pracy o zastosowaniu metodologii CORINE do integracji danych przyrodniczych z obszaru Jury Krakowsko-Częstochowskiej, która ukazała się w tomie prac opublikowanych po konferencji „NATO Advanced Research Workshop in Contributions of National Parks and Protected Areas to Heritage, Conservation, Tourism and Sustainable Development”. Wyniki projektu „CORINE biotopes w Polsce” zaowocowały wydaniem mapy „Ostoje przyrody w Polsce”, której jestem współautorem i która była podstawą do wyznaczenia w Polsce sieci obszarów Natura 2000.

Oprócz projektu „CORINE biotopes w Polsce” w latach 1994-2003, zespół zajmujący się integracją informacji przyrodniczej, w którym pracowałam, zrealizował kilka innych projektów, w tym, na zlecenie Ministerstwa Środowiska projekt pt. „Docelowa sieć krajowego systemu obszarów chronionych (KSOCH)”. Brałam również aktywny udział w realizacji projektu pt. „Wdrażanie koncepcji sieci NATURA 2000 w Polsce w latach 2001-2003”, gdzie odpowiadałam za zagadnienia związane z ochroną bezkręgowców. W projekcie zanalizowano stan sieci obszarów chronionych w Polsce, zaplanowano jej uzupełnienia i modyfikacje, a także opracowano pierwszy polski system obszarów Natura 2000.

Równocześnie realizowałam indywidualne badania związane z ekologią mięczaków. Głównie interesowałam się małżami wód stojących, koncentrując się na biologii i ochronie szczeżui wielkiej, *Anodonta cygnea*, największego rodzimego słodkowodnego małża Europy. Kierowałam dwoma samodzielnymi projektami badawczymi finansowanymi przez KBN. Pierwszy grant nr 6P04G10110 pt. "Warunki zachowania szczeżui wielkiej *Anodonta cygnea* Linnaeus 1758, na przykładzie populacji z

doliny Nidy" był poświęcony badaniom głównych siedlisk naturalnej doliny rzecznej, które są odpowiedzialne za zachowanie szczeżui wielkiej; drugi grant nr 6P04F09921 pt. „Optymalny wybór siedliska na przykładzie szczeżui wielkiej *Anodonta cygnea*” był już poświęcony szczegółowym badaniom behawioralnym tego gatunku, w czasie których opracowałam pionierskie techniki badawcze, które procentują w moich obecnych badaniach. Wyniki były publikowane (m.in. w *Ekologia* (Bratislava), czasopiśmie znajdującym się na liście JCR oraz prezentowane na konferencjach w kraju i za granicą, m.in. w Cambridge, oraz na Światowym Kongresie Malakologicznym w Wiedniu, gdzie spotkały się z dużym zainteresowaniem. Efektem tych wszystkich działań była moja praca doktorska pt. „Wymagania siedliskowe szczeżui wielkiej *Anodonta cygnea* L. w dolinie Nidy”, realizowana pod kierunkiem dr hab. Anny Dyduch-Falniowskiej, a po jej śmierci tuż przed obroną, pod kierunkiem prof. H. Okarmy. Praca została obroniona w dniu 19 lutego 2003 r. na posiedzeniu Rady Naukowej Instytutu Ochrony Przyrody PAN w Krakowie.

Cały cykl badań realizowany w dolinie Nidy, miał charakter całkowicie pionierski, nikt wtedy nie zajmował się behawiorem małży słodkowodnych zamieszkujących wody stojące. W wyniku tych badań ustaliłam, że małże optymalizują behawioralnie swoje pionowe rozmieszczenie w zbiornikach eutroficznym, a w szerszej skali przestrzennej ich występowanie w takich wodach zależy od stadium sukcesji zbiornika. Przeanalizowałam funkcjonowanie eutroficznym starorzeczy w warunkach uregulowanej doliny rzecznej i w konkluzji otrzymałam ważny, aczkolwiek pesymistyczny dla ochrony małży, wniosek: regulacja koryta rzeki prowadzi do zatrzymania procesu erozji bocznej rzeki, która jest głównym mechanizmem tworzenia nowych starorzeczy; wobec faktu, że odcięte zakola podlegają szybkiej sukcesji, gatunki takie jak szczeżuja wielka, typowe dla starorzeczy, są skazane na wymarcie.

Byłam również autorem i wykonawcą grantu KBN (nr 6P04G05615) pt. „Wpływ geomorfologii doliny rzecznej na bioróżnorodność”, w którym realizowałam część poświęconą mięczakom. Wyniki grantu zostały opublikowane w pracach: (1) Korzeniak, Zając, Zając (2004) oraz (2) Zając i in. (2002). W pierwszej z nich wykazano, że występowanie dużych małży w rzekach nizinnych jest powiązane z występowaniem roślinności śródkorytowej. Druga praca, oparta głównie na analizach GIS, wykazała, że ekstensywna gospodarka rolna, sprzyja zachowaniu naturalnej rzeźby doliny rzecznej, co z kolei odpowiada za zachowanie jej przyrodniczych walorów.

Równolegle brałam udział w projekcie tworzenia tzw. Polskiej Czerwonej Listy Zwierząt i jestem współautorem rozdziału poświęconego zagrożonym wyginięciem małżom (Dyduch-Falniowska, Zając 2002).

Od 1996 roku wspólnie z grupą kolegów z IOP PAN, we współpracy z Woj. Konserwatorem Przyrody w Krakowie, zajmowałam się badaniami nad ekologią ślimaka winniczka *Helix pomatia* i gospodarowaniem jego zasobami w woj. małopolskim. Wyniki prezentowałam m. in. na Seminarium Malakologicznym i na konferencji organizowanej przez Ojcowski PN poświęconej przyrodzie Jury Krakowsko-Częstochowskiej. Wyniki tych badań zostały również przedstawione w pracy opublikowanej w czasopiśmie z listy JCR (Dyduch-Falniowska i in. 2001). Program ten zaowocował pracą magisterską i licznymi osiągnięciami dydaktycznymi w serii prelekcji organizowanych przez związek hodowców ślimaków dla swoich członków, jak również w komentarzach dla mediów, m.in. Faktów TVN.

Jako pracownik IOP PAN brałam również udział w zadaniach związanych z praktyką ochrony przyrody (np. w latach 1997-98 uczestniczyłam w pracach nad operatem ochrony fauny Tatrzańskiego Parku Narodowego) i kilku innych obszarów chronionych.

Ogółem przed doktoratem opublikowałam 23 prace i notatki naukowe. Wśród tych publikacji są dwie prace, które ukazały się w czasopismach z listy JCR, oraz 5 artykułów popularnonaukowych.

### Po doktoracie

Badania wykonywane przed doktoratem przyniosły mi bardzo duży zakres wiedzy i doświadczenia badawczego oraz dały możliwość pokazania w środowisku naukowym interesujących problemów związanych z mięczakami. Problematyka ta okazała się dzięki temu interesująca dla moich koleżanek i kolegów z IOP nie będących malakologami, którzy zaczęli się stopniowo włączać w proponowane przeze mnie badania mięczaków, wnosząc do niego swoje zdolności i umiejętności, dzięki czemu powstał bardzo efektywny zespół naukowy, rozpoznany w skali międzynarodowej i odnoszący konkretne sukcesy.

Nie bez znaczenia dla rozwoju tego zespołu była inspiracja powodowana samą atrakcyjnością tematu, badanie tzw. "charyzmatycznych" gatunków. W latach 2006-2007 kierowałam projektem finansowanym przez Fundację Ekofundusz pt. „Ochrona perłoródki rzecznej w Polsce” (Umowa numer 1165/401/IV/05 z dnia 10/03/2006), który w zasadzie zawiązał nasz zespół. Wraz ze współpracownikami przeprowadziłam weryfikację występowania perłoródki w całej południowo-zachodniej Polsce oraz inwentaryzację wszystkich rzek, spełniających podstawowe kryteria siedlisk perłoródki. Mimo szeroko zakrojonych badań, nie udało się odnaleźć żywych perłoródek *M. margaritifera* (tylko muszle), jednak dane z badań terenowych posłużyły do wytypowania stanowisk do ewentualnej restytucji tego gatunku w Polsce. Opracowałam *action plan* odtworzenia polskiej populacji perłoródki rzecznej (Zajac i Zajac 2007). Referat prezentujący wyniki wygłosiłam na konferencji pt. „Ochrona Przyrody w Polsce 2 - Restytucje i Reintrodukcje” zorganizowanej przez Polski Komitet IUCN i Instytut Ochrony Przyrody PAN, która odbyła się w Krakowie w 2007. Zostały one opisane w dwóch publikacjach: Zajac i Zajac (2014) i Zajac (2009).

Samodzielnie kontynuowałam badania małży w Zalewie w Pińczowie, rozwijając aspekty nie ujęte w mojej pracy doktorskiej. Jednym z nich jest wpływ drapieżnictwa na populację szczeżui wielkiej *A. cygnea*, a wyniki tych badań opisałam w pracy (Zajac 2014), która, dzięki zastosowaniu telemetrii, po raz pierwszy świecie dokumentuje w sposób niepodważalny wzorzec oddziaływania drapieżnictwa średnich ssaków na małże. Jak poinformował nas dr David Aldridge z Univ. of Cambridge, opisane w tej pracy rozwiązania są obecnie wykorzystywane przez jego zespół do badań nad drapieżnictwem na inwazyjnym gatunku *Rangia culneata*. Praca ta również była podawana przez N. Ferreira-Rodrigueza we wpływowej publikacji o priorytetach badawczych dotyczących małży (Ferreira-Rodriguez et al. 2019). Wyniki badań nad wpływem warunków środowiska na pionowe występowanie małży w eutroficznym zbiorniku prezentuje kolejna praca (Zajac i in. 2016). Wykazaliśmy w niej, że wzorzec występowania dużych małży z rodziny Unionidae w zbiornikach wodnych może zostać zdefiniowany przy użyciu kilku podstawowych i łatwych do zmierzenia parametrów zbiornika, wskazując na istnienie optimum głębokości, na których te zwierzęta się koncentrują.

Moje wcześniejsze badania nad małżami w dolinie Nidy, a zwłaszcza w Zalewie Pińczowskim, zaczęły procentować po doktoracie i procentują do tej pory. Nadal prowadzę wraz ze współpracownikami z IOP badania Unionidae w Zalewie Pińczowskim. Uzyskane wyniki pozwoliły na napisanie kolejnych manuskryptów. Wyniki demograficzne dotyczące populacji szczeżui wielkiej uzyskane w ramach mojego doktoratu w Zalewie, posłużyły nam do walidacji opracowanego przez nasz zespół w 2018 r. modelu matematycznego dotyczącego liczby prób lęgowych podejmowanych przez Unionidae w zależności od zmienności i przewidywalności prawdopodobieństwa zakażenia ryb. Manuskrypt pt. "Single or multiple spawning? Comparison of breeding strategies of freshwater Unionidae mussels under stochastic environmental conditions", jest po recenzjach w "Hydrobiologia" i czeka na decyzję. Następnym manuskrytem, pt. „Is *Pseudanodonta complanata* the most vulnerable among widespread

European species of Unionids? An intense stress testing during a massive die-off” był w zasadzie pokłosiem badań porównawczych w stosunku do mojego doktoratu i grantu. Manuskrypt, który napisaliśmy mając okazję do zbadania dotychczas nie wytłumaczonej, a często występującej masowej śmiertelności Unionidae, został właśnie zaakceptowany do druku w *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* (IF= 2,988). Dokumentujemy w nim incydent masowego śnięcia małży w Zalewie Pińczowskim, które najbardziej dotknęło populację szczeżui spłaszczonej *P. complanata*, najrzadszego gatunku dużego małża w Polsce i najmniej licznego gatunku w tym zbiorniku. Jak podkreślano w recenzjach, istnieje założenie, że proces wymierania jest stopniowy, tymczasem może on równie dobrze zachodzić gwałtownie i w krótkotrwałych epizodach, co ze względu na czas ich trwania pozostaje niezauważone (w drugim tygodniu po śnięciu nie było już żadnych śladów tego zjawiska). Jak podkreślił jeden z recenzentów "we really need field assessments showing this kind of rapid and massive die-off (instead of the usual thinking of gradual declines along time)". Dodatkowo wykazaliśmy, że skutkiem tego rodzaju zjawisk jest ogromne zmniejszenie zagęszczenia najrzadszego gatunku, wobec czego, biorąc pod uwagę zapłodnienie zewnętrzne, należy spodziewać się występowania efektu Allee'go. Trzeci ważny wniosek to fakt, że najbardziej wrażliwy z krajowych dużych małży, jest chroniony tylko częściowo. Najbardziej prawdopodobną przyczyną tego fatalnego incydentu było używanie łodzi motorowych do pływania po Zalewie. W tym płytkim zbiorniku uruchomiło to osady denne, uwalniając substancje szkodzące małżom. Analiza prób wody wykazała ekstremalnie wysokie stężenia fosforanów i azotynów. Następnym manuskrytem pt. „Response of the freshwater mussel recruitment to change in hydrology in eutrophic floodplain lake” powstał we współpracy z dr hab. Andrzejem Strużyńskim i dr Maciejem Wyrębekiem z Katedry Inżynierii Wodnej i Geotechniki Uniwersytetu Rolniczego w Krakowie i dotyczy wpływu warunków przepływu na niewytłumaczony do tej pory, a występujący we wszystkich rozwiniętych krajach kryzys rekrutacji młodych osobników w różnych populacjach dużych małży słodkowodnych. Okazją do wykonania "eksperymentu" w tak dużej skali w warunkach naturalnych było wykonanie przekopu między Zalewem a rzeką Nidą, którego celem było zwiększenie przepływu wody w Zalewie. Wyniki pracy pokazują istnienie pewnych granicznych wartości prędkości przepływu i liczby Reynoldsa, które determinują rekrutację młodych Unionidae: występuje pewien "trade-off" oddziałujący na rekrutację juvenilnych małży pomiędzy szybkością przepływu a jego laminarnością: w warunkach niskiego przepływu turbulencje mają wpływ pozytywny, w warunkach wysokiego przepływu jest odwrotnie.

Wpływ parametrów hydrologicznych cieków i zbiorników wodnych na występowanie, a zwłaszcza na wymieranie małży stał się jednym z moich głównych obszarów zainteresowań. W latach 2006-2009 byłam wykonawcą w transdyscyplinarnym projekcie badawczym o charakterze stosowanym nr 2P06S 04030 pt. „Ocena stabilności koryta cieku z wykorzystaniem monitoringu fauny dennej na przykładzie wybranych cieków górskich” finansowanym przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego. Wyniki projektu podają zestawy gatunków i ich liczebności charakterystyczne dla rzek górskich o różnych typach koryt: od zdestabilizowanych regulacjami i poborem kruszywa z koryta, po takie, których koryto jest stabilne. Chociaż grant dotyczył praktycznych aspektów hydrotechnicznych, zwrócił on moją uwagę na siłę oddziaływania czynników hydrologicznych na funkcjonowanie organizmów w ciekach wodnych i postanowiłam się przyjrzeć bliżej temu zagadnieniu, korzystając później ze współpracy kolegów z Katedry Inżynierii Wodnej i Geotechniki Uniwersytetu Rolniczego w Krakowie przy realizacji mojego głównego osiągnięcia.

W ramach prowadzonych przeze mnie szerokich badań biologii i ekologii *U. crassus*, wchodzących w skład mojego osiągnięcia naukowego, zbadalam wpływ własności fizycznych i chemicznych wody na występowanie tego gatunku [1], rolę behavioru tych małży w kształtowaniu rozmieszczenia w rzece [2], oraz wpływ czynników hydrologicznych i siedlisk funkcjonalnych w rzece na morfologię małży [3-5]. Wyniki potwierdzają wpływ hydrologii cieku na występowanie zagrożonych małży; zostały szczegółowo omówione powyżej w ramach głównego osiągnięcia, które w dużej mierze było pokłosiem projektu również wdrożeniowego: w latach 2010-2014 wchodziłam w skład zespołu

realizującego projekt POIS-05.02.00-00-084/08 „Przywrócenie drożności korytarza ekologicznego doliny rzeki Biała Tarnowska” finansowanego z funduszy unijnych (Fundusz Rozwoju Regionalnego UE, Program Infrastruktura i Środowisko), w którym kierowałam trzema zadaniami: nr 3, 10 i 16 w ramach działania pt. „Przywrócenie zasięgu występowania i rekolonizacja populacji małży (*Unio crassus*)”. Projekt miał na celu odtworzenie funkcjonującego korytarza ekologicznego rzeki Białej również dla małży. W ramach projektu zlikwidowano bariery dla ryb (tamy i progi w poprzek rzeki) stwarzając im możliwość roznoszenia larw małży, co zapewnić ma łączność pomiędzy zachowanymi subpopulacjami. Równocześnie przesiedliliśmy dorosłe osobniki z ocalałej populacji zachowanej w dolnym odcinku Białej na stanowiska położone w górnym biegu rzeki, w miejsca gdzie kiedyś gatunek występował, które spełniają jego wymagania siedliskowe, inicjując powstanie populacji typu "stepping-stones", z których młode małże zaczęły się rozprzestrzeniać po całym górnym odcinku rzeki, łącząc istniejące populacje. Prowadziliśmy też hodowlę młodych małży w akwariach. Gdy były zdolne do samodzielnego życia również wypuściliśmy je do rzeki. Podjęliśmy też udaną próbę uzyskania młodych małży bez pośrednictwa ryb, całkowicie *in vitro*, hodując pasożytnicze larwy w sztucznej pożywce, w laboratorium, w komorach o kontrolowanych warunkach (Gąsienica-Staszczek i in. 2017). Praca ta przedstawia wyniki eksperymentu z hodowlą *in vitro* larw małży od stadium glochidium do przeobrażenia w młodego małża. Główne osiągnięcie tej pracy polegało na skutecznym zidentyfikowaniu impulsu, którym inicjuje się proces przechodzenia młodego małża z "tkanek ryby" do "środowiska rzeki": zidentyfikowaliśmy go zwiększając stopniowo rozcieńczenie pożywki.

Moje badania na *U. crassus* z tego okresu miały jeden bardzo interesujący skutek - badając sukces reprodukcyjny małży wykryliśmy obcy organizm obecny na skrzelach *U. crassus*. Po bliższym zbadaniu okazało się, że gatunek ten jest nowym żywicielem dla rozprzestrzeniającej się w Europie różanki *Rhodeus amarus*, gatunku ostrakofilnego (organizmy juvenilne rozwijają się w jamie skrzelowej małży). Różanka kolonizuje nowe środowiska i wykorzystała tę skórkę jako nowego żywiciela, co było zjawiskiem do tej pory nieznanym. Wyniki opublikowaliśmy w 2017 r. w pracy Tatoja i in., w czasopiśmie *Biodiversity and Conservation*.

Moje doświadczenie w ekologii małży przynosiło również propozycje współpracy od pracowników naukowych z innych ośrodków. W 2006 r. dr Tomasz Muller i dr Marcin Czarnołęski z Instytutu Nauk o Środowisku zwrócili się do mnie z propozycją napisania wspólnego grantu, który uzyskał finansowanie (kierownik: dr Tomasz Muller; nr N N304 117633 pt. „Wpływ warunków troficznych i śmiertelności na zróżnicowanie historii życia między populacjami szczeżui pospolitej *Anodonta anatina*: rozbudowa i testowanie modeli optymalizacyjnych” finansowanym przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego). Realizowany był we współpracy z kolegami z Instytutu Nauk o Środowisku UJ oraz z Zakładu Zoologii Bezkręgowców na Wydziale Biologii i Ochrony Środowiska Uniwersytetu Mikołaja Kopernika w Toruniu. W ramach grantu badaliśmy cechy historii życia szczeżui pospolitej *A. anatina* w jeziorach mazurskich. Wyniki tego projektu były prezentowane na konferencjach i opublikowane (Müller i in. 2015). Pasożyty były stwierdzone u 7,5% spośród 3 535 przebadanych małży, z 18 jezior. Częściej stwierdzano je u osobników starszych i u samic, u których zarażenie przywrami wpływało na obniżenie płodności. Natomiast nie stwierdzono związku między infekcją przywrami a innymi badanymi czynnikami (biomasą porastających muszlę *Dreissena polymorpha*, trofią zbiornika, warunkami termicznymi, dostępnością wapnia). Jak przypuszczamy, ryzyko zarażenia pasożytami rośnie wraz z czasem i ilością filtrowanej wody przez małża, co tłumaczy dlaczego przywry występują częściej u osobników starszych i u samic. Przygotujemy kolejny manuskrypt dotyczący różnic w krzywych wzrostu szczeżui pomiędzy jeziorami.

W 2009 roku otrzymałam grant z MNiSW (projekt badawczy nr N N304 328836 pt. „Efekt Allee'go w metapopulacji”), który pozwolił mi badać efekt Allee'go w populacjach zagrożonych małży a szczególnie w skórkę gruboskorupowej. Założyłam, że małże mogą podlegać efektowi Allee'go, jeżeli ich zagęszczenie jest zbyt niskie, aby umożliwić efektywne zapłodnienie. Niezapłodnione samice

*U. crassus* zostały eksperymentalnie rozmieszczone w klatkach w rzece w układach o różnym zagęszczeniu. Przy użyciu markerów genetycznych zbadano ojcostwo samców. Wykazałam, że pomimo zewnętrznego zapłodnienia i kierunkowego przemieszczania się ośrodka (woda w rzece) dochodzi do zapłodnienia nawet przy niskich zagęszczeniach osobników, bo plemniki są w stanie pokonać stosunkowo duże odległości, prawdopodobnie dlatego, że wsteczne prądy występujące przy brzegach rzeki mogą przenosić plemniki pod prąd. Relizacja takich badań była wynikiem nawiązania ścisłej współpracy z Katedrą Genetyki Uniwersytetu Gdańskiego, z zespołem prof. Jerzego Sella, dzięki czemu wspólnie rozwijamy badania genetyczne *U. crassus*. W ramach tej współpracy byłam wykonawcą w kolejnym grantie MNiSW nr N N304 363638, koordynowanym przez prof. Sella, pt. „Struktura genetyczna populacji a problemy ochrony ginącego gatunku - skójki gruboskorupowej *Unio crassus* L., gatunku Natura 2000”. Zebraliśmy materiał pochodzący z 30 rzek z Europy środkowej, w tym 10 w Polsce. Badane skójki wykazywały duże zróżnicowanie genetyczne, wyraźnie grupujące się w grupę stanowisk z Karpat i grupę na niżu Polski. Na obszarze Polski stwierdzono haplotyp pokrewny haplotypom z Niemiec, Czech, Francji, a drugi częściej spotykany na południu Polski, jest pokrewny tym z Ukrainy i dorzecza Dunaju. Może to wskazywać na bardziej złożony sposób kolonizacji (więcej niż jedną drogą) ziem polskich przez ten gatunek po ustąpieniu lodowca. Wyniki były prezentowane na konferencjach w kraju i zagranicą. Efektem tej współpracy była publikacja, której jestem współautorem (Mioduchowska et al. 2016). W ramach tego projektu opracowaliśmy genetyczną metodę identyfikacji płci u tego gatunku, co ma duże znaczenie ze względu na dość skomplikowany u tej grupy zwierząt proces dziedziczenia (dual uniparental inheritance). Współpracę z Katedrą Genetyki UG kontynuuję dalej. Prowadzimy badania mikrobiomu małży. Pierwsze wyniki dotyczące stwierdzenia u *U. crassus* bakteryjnych endopasożytów występujących w komórkach tego małża, były już prezentowane na Seminarium Malakologicznym (ogólnopolskiej konferencji malakologicznej) i zostały opisane w manuskrypcie, który został złożony do czasopisma *Conservation Genetics* (Impact Factor 2.025).

Zdobytą wiedzę i doświadczenia metodyczne dotyczące mięczaków i środowisk słodkowodnych zastosowałam w praktyce w czasie przygotowywania projektu wdrożeniowego z zakresu ochrony przyrody w fundowanym przez EU projekcie LIFE+ "Life4Delta" (Projekt LIFE17 NAT/PL/000018 pn. „Renaturyzacja śródlądowej delty rzeki Nidy”, na lata 2019-2025) o wartości 6 mln euro, który jest poświęcony odtwarzaniu naturalnego charakteru śródlądowej delty Nidy, a który bezpośrednio wynika z moich badań wykonywanych na tym terenie w czasie relizacji grantów i doktoratu. W tym roku rozpoczęła się realizacja tego projektu. Projekt ma na celu odtworzenie siedlisk wodno-błotnych w dolinie Nidy i przywrócenie gatunków, które występowały tutaj na rozległym obszarze, jednakże w ostatnich kilkadziesiąt lat obszar ten został zdegradowany i ustąpiła z niego duża liczba gatunków. Wśród nich jest *U. crassus*, który był niegdyś bardzo liczny w Nidzie a obecnie w niej nie występuje, jak również inne gatunki mięczaków chronionych w ramach systemu NATURA 2000: *Anisus vorticulus*, *Vertigo angustior* i *Vertigo moulinsiana*, którymi się również zajmowałam. Jestem odpowiedzialna w projekcie za zadania związane z odtworzeniem tych gatunków i ich siedlisk. Jest to dla mnie okazja do dalszego rozwijania badań nad ich biologią, ekologią i opracowania na tej podstawie konkretnych rozwiązań dla ich praktycznej ochrony.

Poza głównym nurtem moich badań, w ramach poszerzania moich zainteresowań związanych z mięczakami, bezpośrednio po doktoracie włączyłam się w realizację rozwijanego w IOP PAN projektu dotyczącego gatunków zagrożonych, zapoczątkowanego kilka lat wcześniej pracami nad „Czerwoną Listą Zwierząt Ginących i Zagrożonych w Polsce”. W 2004 roku zaowocował on opublikowaniem „Polskiej Czerwonej Księgi Zwierząt - Bezkręgowce”, do której opracowałam 7 gatunków mięczaków: 3 we współautorstwie ze śp. doc. dr hab. Anną Dyduch-Falniowską, a samodzielnie kolejne 4. Wykorzystałam w nich wyniki moich badań dotyczących występowania, rozmieszczenia, stanu ochrony i zagrożenia mięczaków występujących w Polsce. W 2005 roku napisałam artykuł o stanie zagrożenia mięczaków w Polsce (Zajac 2005), który ukazał się w czasopiśmie *Tentacle* (wydawanym



przez Mollusc Specialist Group of the Species Survival Commission of the IUCN). W ramach międzynarodowej współpracy brałam również udział w pracach nad „Czerwoną Listą karpaccich gatunków i siedlisk (Carpathian Red Lists of Species and Habitats)”, która została wydana w formie książki. Jestem współautorem rozdziału poświęconego mięczkom (Vavrova et al. 2014). Publikacja ta została opracowana w ramach szwajcarsko-słowackiego projektu BioREGIO Carpathians „Zintegrowane zarządzanie różnorodnością biologiczną i krajobrazową dla zrównoważonego rozwoju i łączności ekologicznej regionu Karpat” (BioREGIO Carpathians - Integrated management of biological and landscape diversity for sustainable regional development and ecological connectivity in the Carpathians) i została dofinansowana z funduszy unijnych, przez szwajcarski program współpracy z nowymi krajami członkowskimi Uni Europejskiej oraz Carpathian Wetlands Initiative.

Brałam udział w projekcie pn. "Wykonanie inwentaryzacji i waloryzacji siedlisk wodnych Białowieskiego Parku Narodowego oraz związanych z nimi ekosystemów. Identyfikacja ich zagrożeń oraz opracowanie wytycznych do ich ochrony i monitoringu ze szczególnym uwzględnieniem gatunków chronionych i gatunków Natura 2000", w którym opisałam malakofaunę wód Białowieskiego Parku Narodowego. Wyniki tego projektu wykorzystałam do przygotowania rozdziału dotyczącego mięczaków w książce pt. "Ekosystemy wodne Białowieskiego Parku Narodowego" oraz w jej angielskojęzycznej edycji (Zajac 2016).

Uczestniczyłam, również jako wykonawca, w realizacji dwóch projektów dotyczących doliny Wisły. Pierwszy z nich, projekt pn. „KIK-65 Rewitalizacja, ochrona bioróżnorodności i wykorzystanie walorów starorzeczy Wisły, zatrzymanie degradacji doliny górnej Wisły, jako korytarza ekologicznego, finansowany ze środków Szwajcarsko - Polskiego Programu Współpracy, realizowany był przez Towarzystwo na Rzecz Ziemi w dolinie górnej Wisły i dotyczył zinwentaryzowania i zwaloryzowania starorzeczy na odcinku Jawiszowice-Otafęż, a także opracowania i wdrożenia koncepcji ich ochrony oraz zrównoważonego wykorzystania. Wspólnie z dr Zofią Książkiewicz i dr Bartłomiejem Gołdynem z Uniwersytetu Adama Mickiewicza w Poznaniu opracowałam malakofaunę tych zbiorników. Starorzecza są siedliskiem licznych gatunków chronionych i zagrożonych wyginięciem, więc stanowią ważne w skali lokalnej ostoje przyrody istotne też dla mięczaków, np. odkryłam nowe stanowiska chronionej szczeżui wielkiej *Anodonta cygnea*. Pełnią również rolę w rozprzestrzenianiu się gatunków obcych, np. wykorzystywane jako łowiska dla wędkarzy, są zarybiane rybami zarażonymi larwami inwazyjnej szczeżui chińskiej *Sinanodonta woodiana*, która kontynuuje rozwój i rozmnaża się w takich zbiornikach.

Drugi projekt pt. „Zarządzanie kryzysowe obszarem NATURA 2000 w warunkach powodzi na przykładzie Małopolskiego Przełomu Wisły (km 254+000 – 307+000)” realizowany był przez Uniwersytet Rolniczy w Krakowie i współfinansowany przez Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w ramach Mechanizmu Finansowego Europejskiego Obszaru Gospodarczego oraz Norweskiego Mechanizmu Finansowego. Moim zadaniem było opracowanie znaczenia tego odcinka Wisły i jego uwarunkowań hydrologicznych dla mięczaków słodkowodnych. Stwierdziłam tu liczne i powszechnie występujące obce gatunki inwazyjne małży i ślimaków, w tym notowaną na badanym obszarze pierwszy raz *Corbicula fluminea*. W Wiśle odkryłam też objętą ochroną skójkę gruboskorupową *U. crassus*, co jest bardzo pozytywnym wskaźnikiem obecnego stanu ekologicznego tej rzeki, uważanej powszechnie za zdegradowaną. Natomiast nie udało mi się odnaleźć występującej tu wcześniej, też chronionej a coraz rzadszej, szczeżui spłaszczonej *Pseudanodonta complanata*. Małż ten jest w górnej Wiśle bardzo rzadki lub całkowicie ustąpił. W efekcie tych projektów powstały 3 publikacje o charakterze ochroniarskim oraz jedna publikacja istotna przede wszystkim naukowo (Bonk, Zajac i Lipińska 2018). Pokazuje ogromną skalę i tempo rozprzestrzeniania się obcego inwazyjnego gatunku małża *Corbicula fluminea* w Wiśle. Przygotowaliśmy również podręcznik dobrych praktyk dla zarządzania obszarem środkowej Wisły, który został w wersji manuskryptu udostępnionych organom ochrony przyrody i który jest przygotowywany do publikacji razem z serią

artykułów naukowych we współpracy z Katedrą Inżynierii Wodnej i Geotechniki Uniwersytetu Rolniczego w Krakowie.

Od lat współpracuję z ośrodkiem badań gatunków obcych w IOP PAN, gdzie zajmuję się problemami dotyczącymi mięczaków np. w projekcie NOBANIS (European Network on Invasive Alien Species), który został stworzony w celu wymiany informacji o gatunkach obcych w Europie środkowej i północnej, a jego efektem jest baza danych udostępniona w Internecie. W tym roku zakończył się projekt 81/GDOŚ/2017 „Analiza stopnia inwazyjności gatunków obcych w Polsce wraz ze wskazaniem gatunków istotnie zagrażających rodzimej florze i faunie oraz propozycją działań strategicznych w zakresie możliwości ich zwalczania oraz analiza dróg niezamierzonego wprowadzania lub rozprzestrzeniania się inwazyjnych gatunków obcych wraz z opracowaniem planów działań dla dróg priorytetowych” realizowany na zamówienie Generalnej Dyrekcji Ochrony Środowiska przez konsorcjum składające się z Uniwersytetu Śląskiego i IOP PAN, w którym, wspólnie z mgr Kamilą Zajęc (zbieżność nazwisk przypadkowa) z Instytutu Nauk o Środowisku UJ, opracowałam przegląd aktualnego stanu wiedzy o dwóch gatunkach inwazyjnych ślimaków: *Arion distinctus* i *Arion vulgaris* oraz wykonałam dla nich oceny stopnia inwazyjności. Prace te są już dostępne w Internecie.

Odkrycie w dolinie Nidy stanowisk zagrożonych ślimaków z rodzaju *Vertigo*: *V. angustior* i *V. moulinsiana*, dokonane wspólnie przez mgr Annę Lipińską (z domu Zajęc, zbieżność nazwisk przypadkowa) i przez mnie, rozpoczęło nasze zainteresowanie ekologią i ochroną tych mikroślimaków. Opisałyśmy nasze odkrycie w artykule (Zajęc A., Zajęc K. 2006). Przygotowałyśmy dwa granty, na które otrzymałyśmy finansowanie z Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego, a w których byłam wykonawcą. Projekty te były realizowane kolejno, pierwszy nr N N304 236733 w latach 2007-2010 a drugi nr N N304 277940 w latach 2011-2015. Wyniki dostarczyły informacji o rozmieszczeniu osobników i dynamice populacji *Vertigo moulinsiana* z doliny Nidy i wpływie na nią czynników środowiskowych (np. roślinność, poziom wód gruntowych), nagłych, intensywnych zjawisk pogodowych (intensywny opad, powódź, zamarzanie) oraz zdarzeń związanych z działaniem człowieka (koszenie, pożar). Wraz ze współpracownikami opisaliśmy optymalne warunki, przy których liczebność populacji zwiększa się w ciągu sezonu. Określiłyśmy kluczowe czynniki wpływające na rozmieszczenie osobników w przestrzeni, a także na redukcję liczebności populacji. Wyniki te pozwoliły A. Lipińskiej przygotować rozprawę doktorską i otworzyć przewód doktorski, który obecnie finalizuje, a ja jestem współautorem pracy, która wchodzi w skład rozprawy (manuskrypt: Lipińska A., i in. Spatiotemporal variation of population abundance in the endangered land snail. (ACV-04-19-OM-075) złożony do Animal Conservation).

Zainteresowanie poczwarówkami i innymi ślimakami środowisk związanych z dolinami rzecznyimi pogłębiałam w trakcie współpracy z mgr Zofią Książkiewicz, która prowadziła badania ekologii ślimaków podmokłych środowisk dolin rzek Pliszki i Ilanki w zachodniej Polsce i pracowała nad rozprawą doktorską poświęconą temu zagadnieniu pt. „Wymagania mikrosiedliskowe wybranych mięczaków szuwaru wielkoturzycowego, ze szczególnym uwzględnieniem *Vertigo angustior*”, a ja pełniłam funkcję jej opiekuna naukowego oraz promotora pomocniczego.

Od 2006 roku pracuję także w zespole realizującym krajowy monitoring gatunków i siedlisk przyrodniczych wpisanych na załączniki II. i IV. Dyrektywy Siedliskowej UE (szczegóły: siedliska.gios.gov.pl). Monitoring ten, będący częścią Państwowego Monitoringu Środowiska, jest zarządzany i zlecany przez Główny Inspektorat Ochrony Środowiska i finansowany ze środków Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej. Jestem koordynatorem monitoringu malakofauny. Brałam udział w opracowaniu metodyki monitoringu i jestem współautorem 5 rozdziałów opublikowanych w książkowej serii „Poradniki monitoringu” zawierającej metodyki do monitoringu chronionych 5 gatunków. Monitoring ma na celu dostarczanie danych umożliwiających opracowanie co 6 lat raportów o stanie ochrony w/w gatunków i przekazywanie ich

do Komisji Europejskiej. Już trzykrotnie opracowywałam takie raporty do KE, w których dla tych pięciu gatunków oceniałam ich zasięg, stan populacji i siedliska oraz perspektywy ochrony w Polsce.

Moje wieloletnie badania małży słodkowodnych doprowadziły do rozwinięcia współpracy z innymi ośrodkami naukowymi, zarówno w kraju, jak i za granicą. Świadczą o tym również publikacje ze współautorami z innych placówek naukowych, także z zagranicznych ośrodków naukowych (wymienione w spisie literatury). Najszerzy zakres współpracy dotyczył przygotowania pracy monograficznej o dużych małżach Unionoidea Europy (Lopes-Lima i in. 2017), w której m. in. opracowałam gatunki dla Polski, Rumunii i Ukrainy. Obecnie wchodzę w skład zespołu zajmującego się filogenetycznymi badaniami Unionidów występującymi w całej Europie. Kieruje nim dr Manuel Lopes-Lima z Interdisciplinary Centre of Marine and Environmental Research (CIIMAR/CIMAR) przy Uniwersytecie w Porto. Natomiast we współpracy z dr David'em Aldridge'm z Aquatic Ecology Group na Uniwersytecie w Cambridge rozpoczęliśmy badania zmienności fenotypowej glochidiów. Wchodzę również w skład międzynarodowego zespołu, który przyjął roboczą nazwę "Spurting Team", ponieważ początkiem badań tej grupy było wyjaśnienie znaczenia opisanego u *U. crassus* tzw. „spurting behaviour”, polegającego na tym, że małże przemieszczają się na brzeg lustra wody i z syfonów wystających ponad jej powierzchnię strzykają stumieniami wody, w której stwierdziliśmy konglutynaty glochidiów. W skład "Spurting team" wchodzi: D.C. Aldridge (Univ. of Cambridge, UK), M. Lopes-Lima, (CIIMAR, Portugalia), R. Sousa (Univ. of Minho, Portugalia), A. Teixeira (CIMO - Mountain Research Centre, Polytechnic Institute of Braganca, Portugalia), S. Varandas (Univ. de Trás-os-Montes e Alto Douro, Portugalia) oraz polska część zespołu z IOP PAN w Krakowie, w skład której oprócz mnie wchodzi A. Ćmiel i T. Zajac. W 2018 roku przeprowadziliśmy badania i wyniki zostały zaprezentowane na konferencji w Verbanii we Włoszech, przygotowana jest publikacja do Current Biology. Od 2019 r. "Spurting Team" planuje badania wpływu inwazyjnych gatunków ryb na prawdopodobieństwo zarażenia larwami małży swoich dotychczasowych natywnych żywicieli, które rozpoczną się latem tego roku w Portugalii i Maroku.

Współpraca międzynarodowa nie byłaby możliwa bez udziału w licznych konferencjach zagranicznych i międzynarodowych działaniach organizacyjnych, m.in. aktywnie działałam w Komitecie organizacyjnym międzynarodowej konferencji 8th European Congress of Malacological Societies (EuroMal), którą zorganizowaliśmy w Krakowie w 2017 roku, w której brało udział 139 osób z 26 krajów ([www.euromal.pl](http://www.euromal.pl)).

Mimo, że nie pracuję na uczelni mam w dorobku pewne osiągnięcia dydaktyczne. Oprócz wspomnianej już opieki naukowej i pomocniczego promotorstwa doktoratu obecnej dr Zofii Książkiewicz-Parulskiej, jestem promotorem trzech prac magisterskich studentów kierunku Ochrony Środowiska UJ, opiekunem naukowym jednej pracy licencjackiej studentki również z Ochrony Środowiska UJ, oraz jednej pracy dyplomowej realizowanej w ramach Studium Podyplomowego przy IOP PAN. Dodatkową satysfakcję daje mi fakt, że trzy osoby spośród tych, nad którymi sprawowałam opiekę naukową, zdecydowały się kontynuować karierę naukową: dr Zofia Książkiewicz-Parulska na Uniwersytecie Adama Mickiewicza w Poznaniu, a dr Maria Gołąb i dr Agata Pietrzyk-Kaszyńska w Instytucie Ochrony Przyrody PAN. Oprócz opieki naukowej miałam wykłady dla studentów Ochrony Środowiska UJ oraz Międzynarodowego Studium Doktoranckiego Nauk Przyrodniczych Polskiej Akademii Nauk w Krakowie, a także dla słuchaczy Studium Podyplomowego przy IOP PAN oraz dla osób uczestniczących w Akademii Ochrony Przyrody działającej przy IOP PAN. Wykłady te były podstawą napisanych przeze mnie rozdziałów w publikacjach książkowych przeznaczonych dla słuchaczy Akademii. Jestem też autorem 12 publikacji popularnonaukowych. Brałam udział w wielu audycjach radiowych popularyzujących ochronę przyrody, jako specjalista-malakolog komentowałam problemy przemysłowego zbioru ślimaka winniczka dla telewizji TVN oraz dla TVP problemy ochrony małży, a także wystąpiłam, jako ekspert, w telewizyjnym filmie popularnonaukowym o małżach pt. "Wrażliwiec w skorupie", zrealizowanym w wielokrotnie emitowanej serii "Tańczący z naturą".

## Podsumowanie

Przed doktoratem zajmowałam się tworzeniem podstaw obszarowej ochrony przyrody w Polsce i ochroną gatunkową (Czerwona Lista), jednak głównie zajmując się analizami danych już istniejących. W tamtych czasach malakologia zajmowała się w dużej mierze problemami taksonomicznymi, podczas gdy badania ekologiczne, raczej były w powijakach. Będąc uczennicą prof. A. Łomnickiego przeszedłam u niego doskonałą szkołę badań z zakresu biologii jako nauki ścisłej i w tym kierunku chciałam się rozwijać. Moje pomysły doceniono przyznając mi dwa granty, podczas których rozwinęłam swój warsztat naukowy i zajęłam się problematyką naukowych podstaw ochrony mięczaków, funkcjonowania ekosystemu doliny rzecznej i szczególnie ekologii małży słodkowodnych, które zaowocowały moim doktoratem i odkryciem mechanizmów funkcjonowania populacji szczeżui wielkiej w płytkich zbiornikach eutroficznym związanych z doliną rzeki.

Po doktoracie rozwijałam badania nad gatunkami rzadkich i zagrożonych mięczaków, a głównym nurtem moich badań była ciągle biologia konserwatorska małży słodkowodnych. Cykl badań dotyczących gatunków charyzmatycznych, jak kwestia zachowania perłoródki w południowo-zachodniej Polsce czy szczeżui wielkiej, pomógł mi organizować dalsze badania i rozwiązywać naukowe problemy związane z ochroną tych gatunków oraz ich siedlisk. Badania te ukierunkowałam nie tylko ściśle na zagadnienia malakologiczne, lecz starałam się by miały charakter problemowy na styku różnych grup systematycznych (drapieźnictwo wydry), jak i ekologii zwierząt i ekologii ekosystemów (wybiórczość siedliskowa małży). Do tego nurtu badań zalicza się moje główne osiągnięcie. Ten kierunek badań oparty jest na wszechstronnej analizie typu *state of the art*, opublikowanej dla wszystkich Europejskich Unionidae w *Biological Review*, której byłam współautorem. Nasze badania nie są badaniami izolowanej grupy, lecz jesteśmy w stałym kontakcie z czołowymi malakologami zajmującymi się badaniami tej szczególnej grupy zwierząt, konsultujemy wzajemnie problemy, organizujemy wspólne przedsięwzięcia organizacyjne i badawcze, czego wyrazem jest wspólnie przygotowywany w IOP PAN, CIMAR i Cambridge wniosek na projekt COST, złożony w 2018 r. Zajmuję się nie tylko naukowymi aspektami ochrony małży, ale we współpracy z innymi ośrodkami krajowymi i zagranicznymi biorę udział w najważniejszych projektach na poziomie międzynarodowym: badaniach zróżnicowania genetycznego, rewizji taksonomii, ostatnio endosymbiontami, gatunkami inwazyjnymi, czy modelowaniem matematycznym cech historii życia czy wpływu tych cech na dynamikę populacji mikroślimaków. Z kolei mój udział we właśnie rozpoczętym projekcie "Life4Delta", finansowanym z unijnego programu Life+, będzie okazją do wdrażania dotychczasowych osiągnięć do praktyki oraz wskaże aspekty wymagające dalszych badań, da mi również pole i środki do rozwinięcia działań dydaktycznych i popularyzatorskich na znacznie większą niż dotychczas skalę.

Podsumowanie danych bibliometrycznych moich publikacji znajduje się w tabeli poniżej.

	przed doktoratem	po doktoracie	Razem
Liczba wszystkich publikacji:	22	47	69
- liczba publikacji w czasopiśmie z listy JCR:	2	15	17
- liczba publikacji popularnonaukowych:	5	3	8
Sumaryczny impact factor według listy JCR, zgodnie z rokiem opublikowania (pięciolecie):	0,438 ( - )	35,463 (37,589)	35,901 (37,589)
Suma punktów MNiSW i KBN publikacji:	12	424	436
Liczba cytacji według Web of Sciences (bez autocytacji) ** :	7 (4)	144 (126)	151 (130)

\*\* (cytacje według Web of Science – stan na dzień 24.04.2019, identyfikator autora (author identifier) *Katarzyna Zajac* w bazie Web of Science: **P-2746-2015**)

**Plany na przyszłość** to przede wszystkim podjęcie całkowicie nowatorskich w malakologii kierunków badań. Głównie zamierzam się skupić na zagadnieniach związanych z fenologią i wysiłkiem rozrodczym. Pierwsze zagadnienie wiąże się ściśle ze związkiem małży, jako organizmów szczególnie delikatnych i wrażliwych, na zmiany temperatury wód. Już wiem, że aspekt ten ogromnie wpływa na tempo rozwoju embrionalnego larw i w konsekwencji alokację energii i wysiłek reprodukcyjny małży (manuskrypt na ukończeniu). Z kolei nasze próby modelowania matematycznego cech historii życia, jak również referat na kongresie FMCS i związana z nim dyskusja ujawniły, że kwestie alokacji energii i wysiłku reprodukcyjnego, trade-off między różnymi cechami historii życia, są prawie w ogóle nie zbadane dla tej grupy, są to zatem zupełnie nowatorskie kierunki. Chciałabym kontynuować dalej badania behawioru małży w kontekście wyboru siedliska - zachowania tego samego gatunku w różnych siedliskach są bowiem zdumiewająco rozbieżne, wymagają wyjaśnienia i jak sądzę wpłyną na perspektywy ochrony tej grupy. Będę się również zajmować razem ze "Spurting Team" kwestiami pasożytnictwa larw z ewolucyjnego punktu widzenia i występowania konkretnych przystosowań odpowiedzialnych za realizację tego kluczowego momentu cyklu życiowego Unionidae.

W ramach współpracy z innymi ośrodkami naukowymi będę rozwijała razem z CIMAR i Uniwersytetem Gdańskim wykorzystanie technik genetycznych do badania rozrodu małży. m.in. kwestii ojcostwa. Będziemy kontynuować badania filogenetyczne małży (w przygotowaniu są dwie publikacje: jedna wspólnie z zespołem z Uniwersytecie Gdańskiego, druga wspólnie z Manuelem Lopesem-Limã i jego zespołem).

Oprócz samych małży bardzo interesująca jest dla mnie ekologia organizmów, których występowanie jest ściśle związane z małżami i ich wzajemne oddziaływania, jak (1) opracowywanie mikrobiomu *U. crassus*, w tym endobakterii (występujących w komórkach gospodarza), już są wstępne wyniki badań i przygotowany manuskrypt o ich stwierdzeniu u *Uc*, (2) pasożyty i komensale zamieszkujące jamę skrzelową małży (orzęski - wstępne wyniki są bardzo obiecujące), (3) wpływ małży *Dreissena polymorpha* obrastających muszle *Uc*, na jego biologię rozrodu i wzrost (wstępne wyniki); (4) rozprzestrzenianie się różanki w ciekach górskich w oparciu o nowego żywiciela, którym jest *U. crassus* i jej dostosowanie (wychów larw) osiągane w organizmach różnych gospodarzy.

W ramach działań wdrożeniowych, zamierzam skupić się na naukowych podstawach reintrodukcji małży oraz ślimaków wodnych i lądowych, gatunków chronionych II i IV załącznikiem Dyrektywy Siedliskowej. Wyniki tych badań będą poprzez system LIFE+ upowszechniane przez nas praktykom w całej Europie, środki finansowe na te działania zostały ujęte w projekcie.

Można oczywiście powiedzieć, że plany te są zbyt ambitne, ale chciałabym na zakończenie mojego autoreferatu podkreślić, że nie pracuję sama - z mojej inicjatywy powstał zespół znakomitych naukowców, którzy należąc do rozmaitych specjalności zainteresowali się biologią konserwatorską małży, i jego istnienie umożliwi realizację tych zamierzeń. Niniejszym chciałabym moim Koleżankom i Kolegom podziękować za fantastyczną współpracę i obiecać nowe pomysły na fascynujące badania w przyszłości.

