

Załącznik 2a

AUTOREFERAT

dr Edyta Zawisza

Instytut Nauk Geologicznych
Polskiej Akademii Nauk
ul. Twarda 51/55
00-818 Warszawa

Warszawa, październik 2017

Dane osobowe

1. Imię i nazwisko

Edyta ZAWISZA

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

2008, doktor nauk o Ziemi z zakresu geologii czwartorzędu, Instytut Nauk Geologicznych Polskiej Akademii Nauk,

praca doktorska pt.: „Zapis holocenijskich zmian ekologicznych i klimatycznych w składzie zespołów Cladocera w osadach jezior północnej Polski”.

Promotor: prof. dr hab. Krystyna Szeroczyńska, Instytut Nauk Geologicznych Polskiej Akademii Nauk,

2003, magister geologii, specjalizacja geologia czwartorzędu, Wydział Geologii Uniwersytetu Warszawskiego,

praca pt.: „Rzeźba i budowa geologiczna rejonu Żyrardów – Grodzisk Mazowiecki – Mszczonów”.

Promotor dr. hab. Jan Dzierżek, Wydział Geologii Uniwersytetu Warszawskiego.

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

Od 01.01.2009 do dziś adiunkt w Instytucie Nauk Geologicznych PAN, Ośrodek Badawczy w Warszawie,

01.04.2011-31.03.2013 postdoc na wydziale Geofizyki, Universidad Nacional Autonoma de Mexico (UNAM), miasto Meksyk, Meksyk,

11.2003-12.2008 studentka doktorantka studium doktoranckiego Instytutu Nauk Geologicznych PAN, Ośrodek Badawczy w Warszawie.

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. 2016 r. poz. 882 ze zm. w Dz. U. z 2016 r. poz. 1311):

a) *tytuł osiągnięcia naukowego/artystycznego:*

**SUBFOSYLNE WIOŚLARKI (CLADOCERA) JAKO WSKAŹNIK
NATURALNYCH I ANTROPOGENICZNYCH ZMIAN ŚRODOWISKA**

b) *publikacje wchodzące w skład osiągnięcia naukowego (autor/autorzy, tytuł/tytuły publikacji, rok wydania, nazwa wydawnictwa).*

Na przedstawione przeze mnie osiągnięcie naukowe składa się pięć prac [A1-A5], opublikowanych w recenzowanych czasopismach naukowych. Zostały one opublikowane po otrzymaniu stopnia naukowego doktora. W trzech z nich jestem pierwszym autorem, w dwóch pozostałych – drugim autorem.

[A1] **Zawisza E.**, Filbrandt-Czaja A., Correa-Metrio A., 2016. Subfossil Cladocera and pollen as indicators of natural and anthropogenic trophic changes of Lake Jelonek (Tuchola Forest, N Poland) during the Holocene. *Advances in Oceanography and Limnology*, 7(2): 157-170.

[A2] Mirosław-Grabowska J., **Zawisza E.** 2014. Late Glacial early Holocene environmental changes in Charzykowskie Lake (northern Poland) based on oxygen and carbon isotopes and Cladocera data. *Quaternary International* 328-329:156-166.

[A3] **Zawisza E.**, Cuna E., Caballero M., Ruiz-Fernandez A.C., Szeroczyńska K., Woszczyk M., Zawiska I. 2017. Environmental changes during the last millennium recorded in subfossil Cladocera, diatoms and sediment geochemistry from Lake El Sol (Central Mexico). *Geological Quarterly*, 61 (1): 81-90.

[A4] **Zawisza E.**, Zawiska I., Correa-Metrio A. 2016. Cladocera Community Composition as a Function of Physicochemical and Morphological Parameters of Dystrophic Lakes in NE Poland. *Wetlands* 36:1131-1142.

[A5] Sinev A. Y., **Zawisza E.**, 2013. Comments on cladocerans of crater lakes of the Nevado de Toluca Volcano (Central Mexico), with the description of a new species, *Alona manueli* sp. *Zootaxa* 3647 (2): 390-400.

Mój wkład w przygotowanie poszczególnych publikacji jest szczegółowo przedstawiony w załączniku nr 3 i potwierdzony oświadczeniami współautorów (załącznik nr 5).

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

SUBFOSYLNE WIOŚLARKI (CLADOCERA) JAKO WSKAŹNIK NATURALNYCH I ANTROPOGENICZNYCH ZMIAN ŚRODOWISKA

We współczesnym świecie badacze dążą do zrozumienia zmian klimatycznych, a także ich prognozowania. W celu wyjaśnienia procesów obecnie obserwowanych w przyrodzie i interpretowanych jako ocieplenie klimatyczne wywołane gospodarczą działalnością człowieka, niezwykle istotne jest rozpoznanie warunków klimatycznych i ekologicznych jakie panowały w przeszłości. Jedną z podstawowych dziedzin nauki służących do rekonstrukcji warunków klimatycznych jakie miały miejsce w czwartorzędzie, a przede wszystkim w holocenie, jest paleolimnologia. Nauka ta przy pomocy wielu metod badawczych umożliwia odtworzenie przeszłych warunków zarówno ekologicznych, biologicznych, jak i klimatycznych. Obiektami badań paleolimnologicznych są głównie osady zbiorników słodkowodnych, które umożliwiają prześledzenie historii rozwoju tych jezior, a także zdarzeń, jakie dokonały się w ich otoczeniu. Rekonstrukcje paleolimnologiczne są możliwe m.in. dzięki zachowaniu w osadach szczątków organizmów roślinnych i zwierzęcych o właściwościach bioindykacyjnych, w tym fauny wioślarek (Cladocera).

Wioślarki (Cladocera) zaliczane są do zwierząt bezkręgowych, należą do stawonogów podtypu skorupiaków (Crustacea). Są jednym z głównych składników zooplanktonu wód słodkich nie płynących (jeziora, stawy, okresowe zbiorniki wodne, a nawet kałuże). Na świecie obecnie rozpoznanych jest ponad 500 gatunków wioślarek, z czego jedynie 5 to gatunki morskie. Wioślarki uważane są za zooplankton wód słodkich, gdyż wykazują niską tolerancję względem zasolenia i/lub wysokiej mineralizacji wody.

W jeziorze wioślarki zamieszkują zarówno strefę otwartej wody, jak również litoralną, jednakże największa liczba gatunków żyje w strefie przybrzeżnej zbiornika (pomiędzy roślinnością wodną i przy dnie). Rozmiary ich ciała wahają się w przedziale 0,3-1,8 mm. Cladocera zazwyczaj odżywiają się detrytusem roślinnym oraz fitoplanktonem, który odfiltrowują z wody (Stańczykowska, 1986). Występuje zaledwie kilka gatunków drapieżnych (m.in. *Leptodora kindti*), odżywiających się innymi mniejszymi organizmami wodnymi. Charakterystycznym elementem behawioru wioślarek są pionowe wędrówki odbywające się regularnie w cyklach dobowych. W dzień zwierzęta przebywają przy dnie i wśród roślinności, nocą zaś wędrują w kierunku powierzchni wody. Zachowania te są genetycznym przystosowaniem wioślarek do unikania presji drapieżników. Poziome wędrówki zwierząt (ze

strefy litoralnej do otwartej wody i na odwrót) determinowane są zasobnością środowiska w składniki pokarmowe.

Wioślarki stanowią podstawowy składnik pokarmu ryb i innych organizmów planktonożernych (Korhola i Rautio, 2001). Ciało zwierzęcia (Cladocera) można podzielić na trzy odcinki: głowę, tułów i odwłok. Jest ono otoczone przezroczystymi chitynowymi okrywkami, które stanowią jego zewnętrzny szkielet (tarczka głowowa, skorupka tułowiowa, postabdomen, kolce postabdominalne). Po śmierci zwierzęcia chitynowe szczątki opadają na dno zbiornika i zostają zdeponowane w osadzie stając się doskonałym materiałem badawczym. Identyfikacja składu gatunkowego i określenie frekwencji osobników wioślarek zdeponowanych w osadach jeziornych pozwala wnioskować o tym, jakie warunki biotyczne i abiotyczne panowały w zbiornikach w przeszłości. Sukcesja Cladocera odzwierciedla ekologiczne fazy rozwoju jeziora oraz dostarcza cennych informacji na temat warunków klimatycznych panujących w przeszłości, a także wpływów działalności gospodarczej człowieka na ekosystem wodny. Analiza subfosalnych wioślarek zaliczana jest do jednej z głównych metod paleobiologicznych pozwalających na rekonstrukcję klimatu, ekologii oraz rozwoju zbiorników słodkowodnych. Możliwość zastosowania zasady aktualizmu podnosi rangę i znaczenie analizy subfosalnych szczątków wioślarek i tym samym wskazuje jej wiodące miejsce w obrębie badań paleolimnologicznych.

Celem nadrzędnym przeprowadzonych przeze mnie badań wchodzących w skład prezentowanego osiągnięcia naukowego było uzyskanie na bazie analizy subfosalnej fauny Cladocera obrazu rozwoju i zmian jakie zachodziły w przeszłości w zbiornikach słodkowodnych i ich otoczeniu. W prezentowanych pracach podjęłam się szczegółowego rozpoznania (na wybranych przykładach) relacji pomiędzy klimatem, warunkami ekologicznymi oraz wpływem gospodarczej działalności człowieka na skład fauny wioślarek (Cladocera) od schyłku ostatniego zlodowacenia do dziś oraz rozpoznaniem i oszacowaniem potrzeb ekologicznych i siedliskowych niektórych gatunków. W ramach realizacji prac stanowiących osiągnięcie naukowe prowadziłam badania paleolimnologiczne i limnologiczne (aktualistyczne).

Badania paleolimnologiczne [A1, A2, A3, A5] skoncentrowane były na:

- **określeniu reakcji fauny Cladocera na zmiany w ekosystemie jeziornym wywołane czynnikami klimatycznymi i/lub antropogenicznymi [A1, A2, A3].** Skupiłam się na określeniu możliwości rozróżnienia (wydzielania) tych dwóch czynników: naturalnego i antropogenicznego. Istotnym punktem było wskazanie czynników wywołujących zmiany w obrębie fauny Cladocera,

- **określeniu składu gatunkowego fauny Cladocera i reakcji poszczególnych gatunków oraz ich zespołów na zmiany warunków ekologicznych w zależności od położenia geograficznego jezior [A3, A4, A5].** Jest to zagadnienie bardzo słabo rozpoznane, ponieważ niewiele wiadomo na temat reakcji tych samych gatunków (zespołów Cladocera) na podobne lub zbliżone czynniki stresogenne (klimat, antropopresja) w jeziorach położonych w różnych szerokościach geograficznych,
- **wykonaniu rekonstrukcji paleoekologicznych i stwierdzeniu użyteczności analizy subfosylnej fauny wioślarek w rekonstrukcjach zmian poziomu, temperatury i trofii wody w jeziorze, a także zasolenia i pH wody [A1, A2, A3].** Jest to zagadnienie niezmiernie istotne, z uwagi na możliwości interpretacyjne subfosylnej fauny wioślarek dla rekonstrukcji paleośrodowiskowych.

Badania limnologiczne - aktualistyczne [A3, A4, A5] skoncentrowane były na:

- **rozpoznaniu relacji pomiędzy warunkami środowiska (składowe środowiska) a składem gatunkowym fauny Cladocera występującej współcześnie w zbiornikach wodnych [A4].** Skupiłam się na określeniu i wskazaniu czynników środowiska, które mają dominujący wpływ na skład gatunkowy Cladocera występujących w badanych jeziorach,
- **rozpoznaniu taksonomii oraz wymagań ekologicznych niektórych (nowych oraz rzadko znajdowanych) gatunków wioślarek [A3, A4, A5].** Pragnęłam wykazać, iż badania szczątków Cladocera jest narzędziem bardzo użytecznym, dla taksonomii bezkręgowców (w osadach znajdujemy szczątki nowych gatunków Cladocera) oraz że na ich podstawie możliwe jest doprecyzowanie wiedzy na temat geograficznej dystrybucji gatunków, a także oszacowanie wymagań ekologicznych poszczególnych gatunków wioślarek.

Opis publikacji [A1-A5] stanowiących osiągnięcie naukowe

Poniżej przedstawiłam krótki opis celów naukowych, zastosowanych metod, głównych wyników i rezultatów prac wchodzących w skład osiągnięcia naukowego.

[A1] Zawisza E., Filbrandt-Czaja A., Correa-Metrio A., 2016. Subfossil Cladocera and pollen as indicators of natural and anthropogenic trophic changes of Lake Jelonek (Tuchola Forest, N Poland) during the Holocene. *Advances in Oceanography and Limnology*, 7(2): 157-170.

Głównym celem badań paleolimnologicznych, których wyniki zostały przedstawione i omówione w publikacji [A1] była rekonstrukcja zmian stanu trofii wód jeziora Jelonek (N Polska), od późnego glacjału do czasów współczesnych. W tym celu została zastosowana przede wszystkim analiza subfosylnych Cladocera, która umożliwiła określenie oraz wydzielenie udziału naturalnych i antropogenicznych źródeł pochodzenia składników odżywczych (nutrientów). W pracy wykorzystano także wyniki analizy palinologicznej oraz geochemii osadów.

Analizie poddano 13 m osadów rdzenia pobranego z jeziora Jelonek (143 próbki w odstępach co 5-10cm). Osady wydatowano metodą ^{14}C , a otrzymany model wiek-głębokość wskazał, że osady spągowe zbiornika utworzyły się ok. 14 tysięcy lat temu. W osadach zidentyfikowano 29 gatunków Cladocera należących do pięciu rodzin. Strefę otwartej wody reprezentowały gatunki rodziny: Bosminidae, Daphniidae i Leptodoridae, natomiast litoralną Chydoridae i Sididae. Gatunki planktoniczne dominowały w całym profilu.

Początek sedymentacji jeziornej, jak wskazują daty radiowęglowe (^{14}C), rozpoczął się w późnym glacjale. W tym czasie w płytkim, o chłodnych wodach, jeziorze występowało tylko 8 gatunków Cladocera świadczących o niskich zasobach pokarmowych (faza I CAZ – Cladocera Assemblages Zone). Dominujący wówczas planktoniczny gatunek *Bosmina longirostris* prawdopodobnie bytował w strefie brzegowej, w której warunki edaficzne były nieco korzystniejsze. Pod koniec późnego glacjału stwierdzony wzrost liczby gatunków (do 16) jak i ich frekwencji wskazał na istotną zmianę warunków dla rozwoju zooplanktonu. W jeziorze wzrósł poziom i temperatura wody oraz zawartość substancji pokarmowych, o czym świadczy pojawienie się (na początku fazy II CAZ) gatunku pelagicznego *Bosmina (E.) coregoni*. Zmiany klimatyczne jakie wystąpiły na początku holocenu – wzrost średniej temperatury rocznej – zainicjowały dynamiczne przekształcenia zarówno w obrębie roślinności, jak i w strukturze zooplanktonu jeziornego. Stwierdzono nagły wzrost frekwencji i liczebności gatunków wioślarek, obok gatunków planktonowych z rodziny Bosminidae, pojawiły się inne

głębokowodne wioślarki (m. in. *Leptodora kindtii* i z grupy *Daphnia pulex*) (Korhola, 1999; Szeroczyńska, 1993; Amsink i in., 2005). Zdecydowanie wzrosła również liczebność gatunków żyjących w asocjacji z roślinami z rodziny Alonidae, *Pleuroxus trigonellus* (Amsink i in., 2005; Korhola, 1999) oraz *Camptocercus rectirostris* – gatunku preferującego cieplejsze i klarowne wody (Sarmaja – Korjonen, 2003; Szeroczyńska and Zawisza, 2011). Obecność tych gatunków świadczy o wzroście poziomu wody i rozwiniętej strefie litoralnej, a także niskim poziomie trofii. W okresie preborealnym niski poziom trofii (oligo/mezo) jaki stwierdzono w jeziorze Jelonek, był prawdopodobnie wynikiem ubogiej w nutryenty zlewni.

W okresie borealnym w jeziorze zooplankton konsekwentnie rozwijał się dogodnych warunkach (początek fazy III CAZ). W strefie otwartej wody pojawił się gatunek preferujący dobrze natlenione wody o niskiej trofii *Bosmina (E.) longispina*. Świadczy to o tym, że stan wód nadal był na poziomie oligo/mezotrofii.

Skład gatunkowy Cladocera w okresie optimum klimatycznego charakteryzował się przewagą gatunków wymagających większych zasobów pokarmowych (*Bosmina longirostris*) oraz obecności roślin wodnych (m.in. *Pleuroxus trigonellus*, *Acroperus harpae*). Ich obecność wskazuje na łagodny wzrost trofii wody, prawdopodobnie do poziomu mezotrofii. Taki stan mógł być wynikiem zarówno ciepłego wilgotnego klimatu, jak również nieznacznego wpływu „działalności gospodarczej” niezbyt licznych mezolitycznych grup osadniczych, jakie w tym czasie bytowały w pobliżu jeziora (Filbrandt-Czaja, 2009; Zawisza i Szeroczyńska, 2007).

Od okresu subborealanego jezioro podlegało znaczącemu wpływowi gospodarczej działalności człowieka epoki neolitycznej. W sukcesji Cladocera pierwsze zmiany w wyniku antropopresji zarejestrowane zostały w osadach (fazy IV CAZ), korelowanych ze schyłkiem, wydzielonej palinologicznie, pierwszej fazy osadniczej. Pomimo małego oddziaływania neolitycznych grup zbieracko-łowieckich na środowisko przyrodnicze (Latałowa, 2003; Filbrandt-Czaja, 2009), ich działalność została wyraźnie zarejestrowana w kopalnej sukcesji Cladocera, poprzez wzrost frekwencji gatunków preferujących wody o wyższej trofii (*Alona rectangula*) i zanik gatunków preferujących niższą trofię (*Bosmina (E.) longispina* i *Bosmina (E.) coregoni*). W osadach odłożonych w latach 3850-3600 BP przypadających na przerwę osadniczą stwierdzono ponowne pojawienie się gatunków preferujących wody o niskiej trofii i powrót wód do poziomu oligo/mezotrofii. Podobne zjawisko stwierdzono także w innych jeziorach europejskich (Hofmann, 1977; Korhola, 1999; Brancelj i in., 2009; Zawisza i in., 2016).

Okres środkowego i późnego subboreału wiąże się ze zwiększonym wpływem aktywności gospodarczej człowieka. W okresie tym wzrósł udział *Alona rectangula* i *Chydorus*

sphaericus (osiągając najwyższe wartości w profilu), znacznej redukcji uległa frekwencja *Bosmina (E) coregoni*, a gatunek *Bosmina (E.) longispina* ustąpił całkowicie. Taki stan wskazuje na proces eutrofizacji jeziora, którego przyczyną prawdopodobnie była wzmożona dostawa nutrietów, co doskonale koreluje się z drugą (epoka brązu) i trzecią (epoka żelaza) fazą osadniczą. Wzrost nutrietów znacznie wpłynął na żyzność wody, która w okresie V fazy Cladocera osiągnęła najwyższy stan – eutroficzny. Druga połowa okresu subatlantyckiego charakteryzowała się znacznym spadkiem frekwencji gatunków Cladocera (okres wielkiej wędrówki ludów, początek fazy VI CAZ). W tym czasie doszło do obniżenia frekwencji gatunków będących wskaźnikami podwyższonej trofii i wzrostu udziału form planktonowych. Taka reakcja zooplanktonu wodnego sugeruje spadek stanu trofii wody, prawdopodobnie do poziomu mezotroficznego, utrzymującego po dzień dzisiejszy. Czwarta faza osadnicza, czyli okres od wczesnego średniowiecza do dziś nie wpłynęła istotnie na stan trofii jeziora, jest to wynik głównie odlesienia terenu i braku stałych osad nad brzegami jeziora (Woźny, 2005). Zmiana użytkowania terenów wokół jeziora wpłynęła jedynie na strukturę zooplanktonu wioślarek. Redukcji uległy gatunki bytujące w przejrzystych oligotroficznych wodach takie jak *Eubosmina*, *Alona affinis*. Od XX stulecia jezioro otoczone jest zwartym kompleksem leśnym (Broda, 2000). Spowodowało to znaczną izolację zbiornika i proces tzw. biologicznego samooczyszczenia jeziora.

W jeziorze Jelonek wyniki analizy szczątków fauny Cladocera, a w szczególności stwierdzenie wzrostu taksonów będących wskaźnikami podniesionej trofii wody (*Bosmina longirostris*, *Chydorus sphaericus*, *Alona rectangula*) pozwoliły na rekonstrukcję stanu troficznego oraz zmian poziomu wód. Wyniki palinologiczne dotyczące określenia udziału drzew oraz roślin synantropijnych i uprawnych pozwoliły określić rodzaj gospodarki (hodowla, uprawa) i jej wpływu na szatę roślinną (Berglund, 1969; Aaby, 1986). Zastosowanie powyższych metod umożliwiło prześledzenie zmian ekologicznych i klimatycznych jakie zachodziły zarówno w obrębie jeziora, jak i w jego otoczeniu.

Podsumowując, rozwój biologiczny jeziora Jelonek w późnym glacie i na początku holocenu uwarunkowany był przede wszystkim zmianami klimatycznymi, a w okresie środkowego i późnego holocenu oprócz czynników klimatycznych znaczny wpływ miała także gospodarcza działalność człowieka. Stwierdzono, że jezioro (poza fazą inicjalną) było zbiornikiem dość głębokim, a trofia jego wód kształtowała się na poziomie od oligo- do eutrofii. Stan oligotroficzny zanotowano w okresie inicjalnym i na początku holocenu; eutrofię zaś w czasie fazy osadniczej okresu epoki brązu i żelaza (faza V CAZ). W pozostałym czasie wody jeziora miały charakter mezotroficzny.

Prezentowane w pracy wyniki dostarczają nowych, ważnych danych o zmianach klimatycznych i edaficznych, a także mechanizmów kształtowania się jezior położonych w Borach Tucholskich. Przedstawione dane, a szczególnie wyniki analizy subfosylnych Cladocera, istotnie uzupełniają wiedzę na temat słabo poznanych mechanizmów i przyczyn eutrofizacji, jaka miała miejsce w ciągu ostatnich tysiącleci. Badania wykazały również dużą zależność pomiędzy trofią wody jeziora a procesami zachodzącymi w zlewni. Klimat i antropogeniczne zmiany w użytkowaniu terenu były głównym czynnikiem kontrolującym stopień troficzny wód jeziora Jelonek. Uważam, że przedstawione badania przyczynią się do lepszego zrozumienia efektów wpływu zmian klimatycznych i antropogenicznych, zwłaszcza na wahania trofii wód jezior północnej Polski i Europy.

[A2] Mirosław-Grabowska J., Zawisza E. 2014. Late Glacial early Holocene environmental changes in Charzykowskie Lake (northern Poland) based on oxygen and carbon isotopes and Cladocera data. Quaternary International 328-329: 156-166.

Głównym celem pracy [A2] było odtworzenie warunków ekologicznych panujących w przeszłości w Jeziorze Charzykowskim, a zwłaszcza zmian poziomu wody, stanu troficznego i temperatury wody, a także powiązania tych parametrów z rozwojem roślinności wodnej. Istotnym było także ustalenie warunków klimatycznych panujących na obszarze Borów Tucholskich w okresie schyłku ostatniego zlodowacenia i na początku holocenu.

Analizie paleolimnologicznej poddano spągową część rdzenia osadów pobranych z Jeziora Charzykowskiego. Osad ten został wydatowany metodą ^{14}C , a otrzymany model wiek-głębokość wskazał, iż osady spągowe utworzyły się ok. 11-12 tysięcy lat BP. W osadach stwierdzono 24 gatunki Cladocera należących do pięciu rodzin. W pracy na bazie wyników analizy szczątków Cladocera i izotopów trwałych węgla i tlenu dokonano rekonstrukcji zmian poziomu wody, stanu troficznego i temperatury wody, a także powiązania tych parametrów z rozwojem roślinności wodnej.

W osadach spągowych obecne były szczątki aż 18 gatunków Cladocera, żyjących zarówno w strefie litoralnej, jak i pelagicznej jeziora. Obfitość gatunków wskazuje, że w jeziorze istniały korzystne warunki zarówno temperaturowe, jak i edaficzne (mezotrofia). Zaś obecność licznych gatunków żyjących w asocjacji z roślinnością wodną dowodzi istnienia dobrze rozwiniętej strefie litoralnej.

W osadach odłożonych w czasie fazy II stwierdzono drastyczny spadek gatunków Cladocera (od 18 do 4), wskazuje to na istotne zmiany w jeziorze i jego zlewni. Dominowały gatunki pelagiczne (stanowiły 95% populacji), tolerujące wody zimne: *Bosmina (E.) longispina*

i *Bosmina longirostris*; gatunki litoralne były nieliczne. Stan taki wskazuje, że wody Jeziora Charzykowskiego w tym czasie były zimne i oligotroficzne.

Przejście z okresu późnego glacjału do holocenu miało miejsce w czasie od 11.600 do 11.400 cal BP i jest ono bardzo wyraźnie zaznaczone w zespołach subfosylnych Cladocera. Nastąpił wówczas wzrost frekwencji i liczby gatunków (z 4 do 18), a dominacja gatunków pelagicznych sugeruje wyższy poziom wody w jeziorze. Obecność gatunków litoralnych, zwłaszcza tych żyjących w asocjacji z roślinami wodnymi, sugeruje ponowny rozwój strefy litoralnej. Obecność gatunków charakterystycznych dla wód chłodnych (*Daphnia longispina* group, zwłaszcza *Alonopsis elongata* (Hofmann, 2000; Bennike i in., 2004; Szeroczyńska i Zawisza, 2010) dowodzi, że wody jeziora w tym czasie były dość chłodne.

Początek okresu preborealnego zaznaczył się bardzo wyraźnie w sukcesji Cladocera poprzez istotny wzrost liczby gatunków oraz frekwencji osobników, wskazując na korzystne warunki dla rozwoju fauny Cladocera. Obecne w tym czasie zespoły Cladocera potwierdzają, że jezioro było stosunkowo głębokie i dość bogate w substancje odżywcze, a jego trofia na poziomie α -mezotrofii.

Okres borealny charakteryzował się obniżeniem poziomu wody, odzwierciedliło się to redukcją liczby i frekwencji planktonicznych Cladocera. Prawdopodobnie ocieplenie klimatu spowodowało zwiększony rozwój fitoplanktonu i makrofitów, które pokryły znaczną część jeziora zmniejszając strefę otwartej wody i tym samym siedlisko gatunków planktonicznych. W okresie tym gatunek „eutroficzny” *Bosmina longirostris* osiągnął największą frekwencję, wskazując na podwyższony stan troficzny. Jednocześnie (pod koniec fazy V) gatunek (*Bosmina* (*E.*) *longispina*, uważany za ściśle planktoniczny i faworyzujący zimne, nisko-węglanowe wody (Vijverberg, 1980; Herzig, 1984; Nevalainen i in., 2013), całkowicie zaniknął. Zanik tego gatunku potwierdza wyższą trofię w jeziorze (prawdopodobnie na poziomie β -mezotrofii).

Początek okresu atlantyckiego charakteryzował się ponownym pojawieniem się dwóch gatunków pelagicznych z podrodzaju *Eubosmina* i spadkiem udziału *Bosmina longirostris*; wskazuje to na szeroką strefę otwartej wody oraz spadek żyzności i temperatury wody (Hofmann, 1984; Szeroczyńska, 1998; Sarmaja-Korjonen, 2003). W osadach z okresu 8400-8200 yr cal BP stwierdzono obecność *Alonopsis elongata*, gatunku zimnolubnego (Korhola, 1999; Szeroczyńska i Zawisza 2011; Nevalainen i in., 2013), którego obecność sugeruje, iż temperatura wody uległa obniżeniu. Zmiany w zespołach Cladocera (*Alonopsis elongata* i w obrębie Bosminidae), a także wynik analizy izotopów tlenu, prawdopodobnie były efektem ochłodzenia klimatycznego określanego jako epizod 8,2 ka (Weninger i in., 2006; Magny i in., 2007; Sarmaja-Korjonen i Seppä, 2007; Szeroczyńska i Zawisza, 2010).

Podsumowując, zastosowanie do badań analizy subfosylnych Cladocera i izotopów trwałych tlenu i węgla umożliwiło w Jeziorze Charzykowskim prześledzenie zmian w obrębie trofii, temperatury, a także poziomu wody – od okresu późnego glacjału do środkowego holocenu. Obserwowane zmiany w obrębie fauny Cladocera świadczą o ewolucji troficznej jeziora. Początkowo wody jeziora miały charakter mezotroficzny (początek sukcesji zanotowanej w rdzeniu), po czym w wyniku naturalnych zmian klimatycznych osiągnęły poziom oligotroficzny (późny glacjał). Następnie zanotowany został sukcesywny wzrost trofii wody wywołany postępującym ociepleniem klimatycznym (okres preborealny, borealny, atlantycki) od oligotrofii do β -mezotrofii. Dokonana rekonstrukcja wahań poziomu wody, oparta na dwóch analizach (Cladocera i izotopów) wskazuje, że poziom wody w okresie późnego glacjału (faza II) i okresie borealnym był niższy, zaś w okresie przejściowym (PG/H) oraz preborealnym i częściowo atlantyckim – wyższy. Stwierdzony w osadach skład gatunkowy Cladocera wskazał również okresy o wodach cieplejszych (spąg badanego rdzenia faza I, okres preborealny i borealny, a także atlantycki) oraz zimniejszych (późny glacjał - faza II, okres przejściowy późny glacjał/holocen i epizod chłodny 8,2 cal BP).

[A3] Zawisza E., Cuna E., Caballero M., Ruiz-Fernandez A.C., Szeroczyńska K., Woszczyk M., Zawiska I. 2017. Environmental changes during the last millennium recorded in subfossil Cladocera, diatoms and sediment geochemistry from Lake El Sol (Central Mexico). Geological Quarterly, 61 (1): 81-90.

Głównym celem prezentowanej pracy była rekonstrukcja zmian ekologicznych i klimatycznych ostatniego tysiąclecia zapisanych w osadach wysokogórskiego, tropikalnego jeziora El Sol (centralny Meksyk). Badania paleolimnologiczne oparte były głównie na analizie subfosylnych szczątków Cladocera, okrzemek oraz składu chemicznego osadów. Istotne było prześledzenie reakcji zespołów Cladocera, a także całego systemu jeziornego, położonego w strefie tropikalnej na istotne zmiany klimatyczne, zwłaszcza w czasie Małej Epoki Lodowej.

Jezioro El Sol położone jest na terenie parku narodowego Nevado de Toluca w kraterze wulkanu o tej samej nazwie, na wysokości 4000 m n.p.m. W kraterze znajdują się dwa jeziora większe El Sol [A3] oraz mniejsze La Luna [B5]. Rdzeń osadów przypowierzchniowych z jeziora El Sol został pobrany sondą grawitacyjną i opróbowany w odstępach co jeden centymetr. Spągowa część badanego profilu została wydatowana metodą ^{14}C na rok ok. 900 AD. Podczas analizy mikroskopowej stwierdzono występowanie nieznanymi wcześniej

szczątków wioślarek należących do opisanego przez autorkę nowego gatunku *Alona manueli* [A5].

W przebadanych osadach jeziora El Sol stwierdzono występowanie jedynie czterech gatunków wioślarek: *Daphnia longispina* group, *Ilyocryptus nevadensis*, *Alona manueli* i *Chydorus* cf. *sphaericus*, które należą do trzech rodzin: Daphniidae, Chydoridae i Macrothricinae. Zespoły Cladocera były zdominowane przez gatunki litoralne (3), wśród których *Ilyocryptus nevadensis* i *Alona manueli* są gatunkami endemicznymi i do tej pory ich występowanie zostało potwierdzone tylko w jeziorach znajdujących się w kraterze Nevado de Toluca (Cervantez-Martinez i in., 2000; Sinev i Zawisza, 2013). Obok nich występował *Chydorus* cf. *sphaericus*, który jest jednym z najbardziej kosmopolitycznych gatunków tolerujących wody chłodne i niezasobne w składniki pokarmowe (Sarmaja-Korjonen, 2004; Bennike i in., 2004).

Stwierdzony skład gatunkowy wioślarek, okrzemek oraz niskie zawartości TOC wskazują na oligotroficzne warunki panujące w ostatnim tysiącleciu w jeziorze El Sol. Na uwagę zasługują stwierdzone krótkie okresy, gdy liczebność endemicznego gatunku *Alona manueli* ustępowała na rzecz gatunku kosmopolitycznego *Chydorus* cf. *sphaericus* (przejście pomiędzy fazą III i II).

Najstarszy badany osad z jeziora El Sol (faza III) został zdeponowany podczas średniowiecznego ocieplenia klimatycznego (MCA, 800-1350 AD) (Haug i in., 2003, Verschuren i Charman, 2008). Skład gatunkowy Cladocera, a zwłaszcza najwyższy udział planktonowego gatunku typu *Daphnia longispina* - group sugeruje, że podczas MCA jezioro było głębsze. Cladocera w tym czasie miały korzystne warunki dla rozwoju, a dominacja *Alona manueli* (> 88%), gatunku żyjącego w asocjacji z roślinnością wodną wskazuje, że w jeziorze istniała dobrze rozwinięta strefa litoralna.

Od drugiej połowy XIV w. (początek II fazy) nastąpiły istotne zmiany ekologiczne w jeziorze El Sol. Frekwencja gatunków związanych z roślinnością wodną (*Alona manueli* i *Ilyocryptus nevadensis*) oraz gatunków planktonicznych z grupy *Daphnia longispina* znacznie zmniejszyła się, podczas gdy znacząco wzrósł udział zimnotolerancyjnego *Chydorus* cf. *sphaericus*. Zaobserwowane zmiany wskazują na niekorzystne warunki środowiskowe, takie jak niższy poziom wody i jej temperatura. Zmiany te mogły być wynikiem ochłodzenia tzw. Małej Epoki Lodowej LIA (1350-1850) (Lozano-Garcia i in., 2007; Metcalfe i Davies, 2007; Cuna i in., 2014). Panujące w tym czasie warunki klimatyczne (długie, zimne i suche zimy) pozwalały na rozwój jedynie gatunkom wysoce tolerancyjnym, takim jak *Chydorus* cf.

sphaericus. Podczas LIA zmniejszył się udział *Alona manueli* i *Daphnia longispina*-group, wskazując na niższą bioprodukcję.

Od XVIII wieku gatunki Cladocera żyjące w asocjacji z roślinami wodnymi (*Alona manueli* i *Ilyocryptus nevadensis*) rozwijały się ponownie bardzo licznie, przy jednoczesnym minimum występowania *Chydorus* cf. *sphaericus* (podfaza Ia). Taki stan zooplanktonu świadczy o poprawie warunków temperaturowych (klimatycznych) i edaficznych jaki nastąpił po Małej Epoce Lodowej. Na początku XIX wieku (podfaza Ib) zaobserwowano tymczasowy zanik *Daphnia longispina*-group, który dobrze koreluje się z pierwszą próbą introdukcji ryb do zbiornika (Dimas-Flores i in., 2008). Obecnie w jeziorze występuje niewielka karłowata populacja pstrąga.

Wyniki analizy subfosylnych Cladocera łącznie z analizą okrzemek i analiza geochemiczną osadów z jeziora El Sol wykazały, że w ciągu ostatnich 1000 lat jezioro (poza krótkimi epizodami) było stosunkowo stabilne pod względem warunków środowiskowych. Zmiany w jeziorze były głównie kontrolowane przez czynniki naturalne (klimatyczne) z wyjątkiem XX wieku, podczas którego stwierdzono pewne wpływy antropogeniczne.

Junco (2010) i Luna (2000) w swych pracach sugerowali antropogeniczny wzrost trofii w wiekach wcześniejszych (XV-XIX) w badanych jeziorach (El Sol i La Luna). Jednakże powyżej omówione wyniki badań dotyczące EL Sol nie potwierdzają tych sugestii. Uzyskane wyniki nie wyodrębniły czynnika ludzkiego mającego wpływ na ekosystem El Sol przed XX stuleciem, sugerują raczej, że jeżeli była wcześniejsza ludzka aktywność wokół jeziora to prawdopodobnie ograniczała się do okazjonalnych pobytów nad zbiornikiem (obrzędy ceremonialne i rytualne). W ciągu ostatniego tysiąclecia stwierdzono jedynie zmianę w strukturze zooplanktonu związaną z zarybieniem jeziora.

W ciągu przebadanego tysiąclecia ekosystem jeziora El Sol reagował głównie na zmiany temperatury i opadów, co miało wpływ na zmiany w zespołach Cladocera i okrzemek, a także parametrów geochemicznych. Generalnie, procesy jakie zaszły w jeziorze El Sol były następstwem zmian klimatycznych, które miały miejsce w ciągu ostatniego milenium na obszarze centralnego Meksyku (Cuna i in., 2014; Metcalfe i Davies, 2007). Otrzymane wyniki dostarczają nowych danych, które umożliwiają lepsze zrozumienie globalnych zmian klimatycznych, również w rejonach tropikalnych. Wyniki analizy subfosylnych Cladocera, stanowią uzupełnienie obecnych danych i zmniejszają istniejącą lukę w wiedzy o zooplanktonie tropikalnych zbiorników wysokogórskich.

[A4] Zawisza E., Zawiska I., Correa-Metrio A. 2016. Cladocera Community Composition as a Function of Physicochemical and Morphological Parameters of Dystrophic Lakes in NE Poland. Wetlands 36:1131-1142.

Głównym celem pracy [A4] było określenie parametrów środowiska kontrolujących sukcesję fauny Cladocera w jeziorach dystroficznych, a w szczególności określenie: (1) związku pomiędzy składem gatunkowym Cladocera a stanem trofii typu dystrofii, (2) środowiskowych wymagań wioślarek żyjących w jeziorach dystroficznych oraz (3) składu gatunkowego Cladocera charakterystycznego dla jezior dystroficznych Wigierskiego Parku Narodowego (WPN). Istotnym było również wykazanie możliwości wnioskowania o składzie gatunkowym Cladocera w zależności od wskaźnika dystrofii (HDI).

Do badań wybrano grupę 18 jezior dystroficznych zlokalizowanych na terenie Wigierskiego Parku Narodowego (NE Polska). Z każdego jeziora pobrano po kilka próbek osadów przy powierzchniowych, zarówno ze strefy litoralnej, jak i otwartej wody. W przebadanych osadach oznaczono szczątki 24 gatunków Cladocera należących do czterech rodzin (Chydoridae, Bosminidae, Daphniidae i Sididae). Otrzymane wyniki poddano wieloczynnikowym analizom statystycznym Non-metric Multidimensional Scaling (NMDS) oraz Cluster grouping, które zostały wykorzystane do określenia podobieństw pomiędzy badanymi jeziorami, a także zespołami subfosylnych Cladocera.

Najliczniej reprezentatywnymi gatunkami Cladocera w osadach jezior dystroficznych WPN były gatunki litoralne. W 18 jeziorach stwierdzono obecność *Alonella excisa*, *Acroperus harpae* i *Alonella nana*), zaś w 17 jeziorach *Alona affinis* i *Camptocercus rectirostris*. Najliczniej występujące gatunki – *Alonella excisa* i *Acroperus harpae* – wykazały wysoką tolerancję na niskie pH wody, a także niską zawartość składników pokarmowych. *Alonella nana* był najczęstszym i najliczniejszym gatunkiem obecnym we wszystkich przebadanych jeziorach. Wyniki dowiodły, że występowanie *Alonella nana* dobrze koreluje się zarówno z niskim pH wody, jak również z obecnością *Sphagnum* w strefach przybrzeżnych jezior. Kolejnym gatunkiem występującym licznie był *Alona affinis*. Badania wykazały, że jego dystrybucja była niezależna od wartości pH, a jego istotna liczebność była głównie wynikiem zdolności adaptacyjnych tego gatunku. *Alona affinis* może bytować w zbiornikach o różnych głębokościach (Nevalainen, 2011), a także – w ekstremalnych warunkach – może odżywiać się detrytusem (Flossner, 2000). Umiejętność przystosowywania się gatunku *Alona affinis* spowodowała jego dominację w środowisku dystroficznym. Innym ważnym spostrzeżeniem było stwierdzenie licznego (17 z 18 badanych jezior) występowania *Camptocercus rectirostris*,

gatunku uznawanego za rzadki i niezbyt liczny (Smirnov, 1998). Uzyskane wyniki wskazują, iż gatunek ten preferuje siedlisko zasobne w detrytus z udziałem roślin wodnych; potwierdza to wcześniejsze sugestie Fryera (1968). Gatunki planktoniczne w osadach jezior dystroficznych WPN reprezentowane były przez *Eubosmina* (*Bosmina* (*E.*) *longispina*, *Bosmina* (*E.*) *coregoni*) oraz *Bosmina longirostris* i *Daphnia longispina*-group. Największe ilości szczątków należących do *Eubosmina* i *Daphnia* zostały stwierdzone w najgłębszych i największych jeziorach, potwierdzając tym samym ich wartości wskaźnikowe (Fryer 1985; Korhola 1999; Brancelj i in., 2009). Najliczniej występowały szczątki *Bosmina longirostris* (8 jezior) najmniejszego z gatunków planktonicznych. Gatunek ten charakteryzuje się zdolnością bytowania zarówno w strefie otwartej wody, jak i w litoralnej. W przebadanych jeziorach występował głównie w jeziorach o neutralnym lub zbliżonym do neutralnego pH wody, a także w wodach o największych wartościach przewodnictwa elektrycznego. Generalnie udział gatunków strefy otwartej wody w zespołach Cladocera był niewielki sugerując, że środowisko dystroficzne nie jest optymalne dla ich rozwoju.

Stwierdzony skład gatunkowy wioślarek w jeziorach dystroficznych WPN jest zasadniczo odmienny od tego zaobserwowanego jeziorach harmonicznym (niedystroficznych) Europy, Azji i Ameryki Północnej. Jeziora harmoniczne zazwyczaj zdominowane są przez gatunki z rodziny Bosminidae oraz *Chydorus sphaericus* (Milecka i Szeroczyńska, 2005; Bjerring i in., 2009; Nevalainen i in., 2013), które były dość rzadko stwierdzone w przebadanych jeziorach dystroficznych. Uzyskane wyniki analizy statystycznej wykazały, że zespoły Cladocera są niezależne od stopnia dystrofii i od wartości HDI (w jeziorach WPN rozpiętość HDI wynosi od 45 do 121). Sugerują one, że sam stan dystrofii (przekroczenie proggu dystrofii) stanowi o specyfice zespołów Cladocera, a jej stopień nie wpływa istotnie na skład gatunkowy. Jednocześnie wyliczenia statystyczne wskazały istotną statystyczną zależność pojedynczego gatunku Cladocera (taksonu) od pomierzonych parametrów środowiska (np. pH, rozmiaru i głębokości jeziora, przewodnictwa elektrycznego, widzialności krążka Secchiego).

Podsumowując, skład gatunkowy wioślarek występujących jeziorach dystroficznych WPN jest podobny do stwierdzanego w tego typu jeziorach w Skandynawii (Rautio, 2001; Nevalainen i in., 2013), Ameryce Północnej (Korosi i Smol, 2011) i w Rosji (Smirnov, 1971) wskazując jednoznacznie, iż badane jeziora mają charakter borealny. Przedstawione wyniki dowodzą także, że w przebadanych jeziorach występuje znacznie więcej gatunków wioślarek niż wcześniej opisywano: od jednego (Tunowski, 1992) do kilku gatunków (Górniak i Dobrzyń 1999; Karabin, 1999). Wyżej omówione wyniki wykazały, że zooplankton Cladocera jezior dystroficznych WPN jest dość zróżnicowany; reprezentują go co najmniej 24 gatunki. Ponadto,

bogactwo gatunkowe wioślarek w jeziorach dystroficznych WPN może być nawet większe, gdyż szczątki niektórych gatunków planktonowych takich jak np.: *Scaphaloberis* sp, *Simocephalus* sp nie zachowują się w osadach jeziornych.

Wydaje się, że różnica pomiędzy wcześniej opisywaną różnorodnością gatunkową a tą stwierdzoną podczas badań osadów jest głównie wynikiem zastosowania odmiennych metod badawczych. Wcześniejsze badania (innych autorów) oparte były na analizie zooplanktonu zebranego przy pomocy siatki planktonowej, raz lub kilka razy w roku. Prezentowane tutaj wyniki badań przypowierzchniowych osadów jeziornych zapewniają lepszą reprezentację różnorodności gatunkowej wioślarek zgromadzonych w ciągu kilku sezonów (w osadzie) i składającej się zarówno z gatunków litoralnych, jak również planktonowych. Uważam, iż uzyskane wyniki zwiększają nie tylko wiedzę o samych zespołach i gatunkach wioślarek występujących w jeziorach dystroficznych WPN, ale również są niezmiernie pomocne w rekonstrukcjach paleoklimatycznych i paleoekologicznych. Określenie typowych zbiorowisk wioślarek dla warunków dystroficznych pozwala na odtworzenie i zlokalizowanie w rdzeniach osadów jeziornych warunków dystroficznych. Badania te przyczynią się więc do lepszej interpretacji danych dotyczących transformacji jezior, które często były wynikiem czynników naturalnych oraz antropogenicznych. Mają one także duże znaczenie dla dalszych badań i dyskusji nad mechanizmami i procesami zmieniających się stanów troficznych jezior.

[A5] Sinev A. Y., Zawisza E., 2013. Comments on cladocerans of crater lakes of the Nevado de Toluca Volcano (Central Mexico), with the description of a new species, *Alona manueli* sp. Zootaxa 3647 (2): 390-400.

Zapoczątkowane w 2011 roku badania paleolimnologiczne jeziora La Luna (Zawisza i in. 2012) oraz kontynuowane w okresie późniejszym [Zawisza i in. 2017, A3] badanie jezior położonych w kraterze wulkanu Nevado de Toluca, wykazały w nich obecność szczątków Cladocera należących do pięciu gatunków Cladocera: *Ilyocryptus nevadensis*, *Daphnia longispina*-group, *Alonella pulchella* i *Chydorus* cf *sphaericus* oraz *Alona* sp. W trakcie prac stwierdzono, że szczątki z rodzaju *Alona* należą do niezidentyfikowanego w literaturze gatunku. Celem artykułu [A5] było szczegółowe zbadanie fauny Cladocera, występującej w jeziorach położonych w kraterze Nevado de Toluca aby wyjaśnić taksonomię znalezionych szczątków *Alona* sp.

Materiał do badań został pobrany w listopadzie 2011 roku za pomocą siatki planktonowej (50 µm) ze strefy litoralnej dwóch jezior—La Luna i El Sol. Próbkę pobrano w czterech miejscach jeziora El Sol i dwóch miejscach jeziora La Luna.

Otrzymane wyniki wykazały liczną obecność osobników *Alona* sp. opisywanych jako *Alona intermedia* przez Elias-Gutierrez i in. (1997) w jeziorze La Luna oraz brak tych osobników w jeziorze El Sol. Ponadto stwierdzono występowanie gatunków *Alonella pulchella* i *Chydorus* cf. *sphaericus* w jeziorze La Luna oraz *Alona ossiani*, *Chydorus* cf. *sphaericus*, *Eurycercus longirostris*, a także *Pleuroxus* cf. *Denticulatus* w jeziorze Del Sol. Dokładne zbadanie morfologii znalezionych szczątków *Alona* sp. potwierdziło występowanie istotnych różnic pomiędzy znalezionymi osobnikami a wcześniej opisanymi jako *Alona intermedia*. Autorzy omawianego tu opracowania [A5] stwierdzone szczątki ściśle określili, oznaczyli i opisali jako nowy gatunek, nadając mu nazwę taksonomiczną *Alona manueli*.

Przeprowadzone badania dostarczyły nowych danych dotyczących gatunków Cladocera bytujących w meksykańskich jeziorach zlokalizowanych w kraterze Nevado de Toluca. Prace badawcze umożliwiły zweryfikowanie ich składu gatunkowego, a także potwierdzono obecność *Alonella pulchella* – gatunku, który dotychczas notowany był tylko w Kanadzie i Stanach Zjednoczonych. Krater Nevado de Toluca jest najdalej wysuniętym na południe miejscem obecności tego gatunku i zarazem jedynym w Meksyku. Poza tym, po raz pierwszy stwierdzono obecność, w wodach badanych jezior, gatunku *Pleuroxus* cf. *denticulatus*, który był już wcześniej notowany w jeziorach centralnego Meksyku. Występowanie gatunku *Alona manueli* jedynie w jeziorach krateru wulkanu Nevado de Toluca można by uznać za jego endemiczne pochodzenie. Jednakże, biorąc pod uwagę stosunkowo krótki okres istnienia jezior (ok. 6000 lat [B13]) jest mało prawdopodobne, aby gatunek ten był mikoendemitem krateru Nevado de Toluca. Być może jest on obecny w innych jeziorach wysokogórskich regionu. Obserwacje terenowe, a także badania paleolimnologiczne [B5, B15] sugerują, iż nowy gatunek (*Alona manueli*) zamieszkuje strefę litoralną i żyje najprawdopodobniej w asocjacji z roślinnością wodną i piaszczystym osadem. Wydaje się, że gatunek preferuje siedliska niezasobne w składniki pokarmowe oraz wody o obniżonym pH i może stać w przyszłości indykatorem stanu trofii. Jednakże, ekologia gatunku *Alona manueli* wciąż nie jest dobrze rozpoznana i konieczne są dalsze badania.

Omówione opracowanie [A5], włączone do kompleksu osiągnięcia naukowego wskazuje, jak duże znaczenie mają, prowadzone kompleksowo, badania szczątków Cladocera. Wykonując podstawowe, zamierzone badania (np. dotyczące zmian trofii) badany materiał może stać się przedmiotem nowych doświadczeń i źródłem nowych odkryć.

Podsumowanie

Przedstawione opracowania [A1-A5], wchodzące w skład prezentowanego osiągnięcia naukowego, pozwoliły na uzyskanie szeregu nowych informacji dotyczących wartości interpretacyjnych wyników analizy subfosylnych wioślarek, a w szczególności ich użycia do określenia naturalnych i/lub antropogenicznych zmian ekologicznych zarejestrowanych w zbiornikach wodnych. Istotnym jest, iż wyniki analizy subfosylnej fauny Cladocera zasadniczo uzupełniają rekonstrukcje paleolimnologiczne i wraz z innymi metodami stanowią postawę do pełnego zrozumienia warunków, procesów i zależności panujących w przeszłości w jeziorach. Poniżej wypunktowałam najważniejsze wartości subfosylnych Cladocera wynikające z zaprezentowanego osiągnięcia naukowego:

- wyniki analizy subfosylnych Cladocera istotnie uzupełniły wiedzę na temat mechanizmów i przyczyn eutrofizacji. Klimat i gospodarcza działalność człowieka były głównymi czynnikami kontrolującymi bądź znacząco wpływającymi na stopień troficzny wód jeziornych [A1, A2, A3, A4]. Badania wykazały dużą zależność pomiędzy trofią wody jeziora a procesami zachodzącymi w zlewni. Analiza subfosylnych Cladocera umożliwiła także prześledzenie zmian w obrębie temperatury i poziomu wody [A2, A3] w jeziorze, które odzwierciedliły się bardzo wyraźnie w sukcesji i strukturze subfosylnej fauny. Czułość i szybka reakcja gatunków Cladocera na te zmiany [A2, A3] stawia analizę szczątków Cladocera w pierwszym szeregu badań paleolimnologicznych.
- subfosylne wioślarki potwierdziły również, poprzez prace badawcze na bazie osadów jezior położonych w różnych szerokościach geograficznych (również obszary tropikalne, nieobjęte ostatnim zlodowaceniem), że mogą one być wykorzystywane z powodzeniem do rekonstrukcji środowiskowych i klimatycznych różnych regionów świata. Wyniki zaprezentowanych badań przyczyniają się do lepszego zrozumienia efektów wpływu zmian klimatycznych i antropogenicznych na ekosystem jezior Polski, Europy a także Ameryki Północnej i Centralnej [A1, A2, A3, A4].
- wyniki analizy Cladocera, stanowią cenne uzupełnienie obecnych danych o ekologii poszczególnych gatunków wioślarek oraz ich dystrybucji. Uzupełniają wiedzę o zooplanktonie zbiorników wodnych zarówno europejskich, jak również tropikalnych Ameryki Centralnej.
- ważnym elementem było rozpoznanie relacji między składowymi środowiska (pH, przewodność elektryczna wody, widzialność krążka Secchiego, wielkość i głębokość jeziora) a składem gatunkowym fauny Cladocera występującej w zbiornikach wodnych.

Przeprowadzone badania wskazują czynniki środowiska, które mają dominujący wpływ na skład gatunkowy Cladocera występujący w jeziorach, zwłaszcza zwiększają wiedzę o zespołach i gatunkach wioślarek występujących w jeziorach dystroficznych. Określenie typowych zbiorowisk wioślarek dla warunków dystroficznych pozwoliło odtworzenie i zlokalizowanie w rdzeniach osadów jeziornych warunków dystroficznych. Badania te przyczyniają się do lepszej interpretacji wyników otrzymywanych z rdzeni osadów jeziornych, a tym samym zaprezentowaniu realistycznego obrazu zmian i zdarzeń jakie zachodziły w przeszłości.

- analiza subfosylnych Cladocera stała się pomocna również w badaniach taksonomicznych (nowe i rzadko spotykane gatunki Cladocera) oraz w określeniu wymagań ekologicznych poszczególnych gatunków Cladocera wraz z ich dystrybucją geograficzną. Subfosylne Cladocera wykazały, że badania limnologiczne koniecznie powinny być uzupełniane analizą osadów, chociażby tylko przydennych, dając tym samym pełny obraz składu gatunkowego zooplanktonu [A3, A4, A5].

Rekonstrukcja przeszłych warunków klimatycznych i środowiskowych, na bazie subfosylnych wioślarek oraz innych badań paleolimnologicznych, pozwala zrozumieć mechanizmy i zmiany zachodzące w środowisku naturalnym (także zamiany antropogeniczne) i umożliwia prognozowanie kierunku zmian i ich efektów w przyszłości.

Literatura

Aaby B, 1986. Trees as anthropogenic indicators in regional pollen diagrams from eastern Denmark, p. 73-94. In: K.E. Behre (ed.), *Anthropogenic indicators in pollen diagrams*. A.A. Balkema, Rotterdam.

Amsinck SL, Jeppesen E, Landkildehus F, 2005. Relationships between environmental variables and zooplankton subfossils in the surface sediments of 36 shallow coastal brackish lakes with special emphasis on the role of fish. *Journal of Paleolimnology*. 33:39-51.

Bennike O, Sarmaja-Korjonen K, Seppanen A, 2004. Reinvestigation of the classic late-glacial Bølling S0 sequence, Denmark: chronology, macrofossils, Cladocera and chydorid ephippia. *Journal of Quaternary Science* 19 (5): 465-478.

Berglund BE, 1969. Vegetation and human influence in South Scandinavia during Prehistoric time, 12:9-28. In: B.E. Berglund (ed.), *Impact of man on the Scandinavian landscape during the Late Post-Glacial*. *Oikos Supplement*. 12:9-28.

Bjerring R, Becares E, Declerck S, Gross EM, Hansson L-A, Kairesalo T, Nykänen M, Halkiewicz A, Kornijów R, Conde-Porcuna JM, Sereflis M, Nöges T, Moss B, Amsinck SL, Odgaard BV, Jeppesen E, 2009. Subfossil cladocera in relation to contemporary environmental variables in 54 pan-European lakes. *Freshwater Biology* 54:2401–2417.

Brancelj A, Kernan M, Jeppesen E, Rautio M, Manca M, Šiško M, Alonso M, Stuchlík E, 2009. Cladocera remains from the sediment of remote cold lakes: a study of 294 lakes across Europe. *Advances in Limnology* 62:269-294.

Broda J, 2000. [Historia leśnictwa w Polsce]. [Book in Polish]. Wydawnictwo Akademii Rolniczej im. Augusta Cieszkowskiego w Poznaniu, Poznań: 368 pp.

Cervantes-Martinez A, Gutierrez-Aguirre M, Elias-Gutierrez M, 2000. Description of *Iliocryptus nevadensis* (Branchiopoda, Anomopoda), a new species from high altitude lake in the volcano Nevado de Toluca, Mexico. *Crustaceana*, 354: 311-321.

Cuna E, Zawisza E, Caballero M, Ruiz-Fernandez AC, Lozano-Garcia S, Alcocer J, 2014. Environmental impacts of Little Ice Age cooling in central Mexico recorded in sediments of a tropical alpine lake. *Journal of Paleolimnology*, 51:1-14.

Dimas-Flores N, Alcocer J, Ciros-Pérez J, 2008. The structure of the zooplankton assemblages from two neighboring tropical high mountain lakes. *Journal of Freshwater Ecology*, 23:21-31.

Elías-Gutiérrez M, Ciros-Perez J, Gutierrez-Aguirre M, Cervantes-Martinez A, 1997. A checklist of the littoral cladocerans from Mexico, with descriptions of five taxa recently recorded from the Neovolcanic Province. *Hydrobiologia*, 360, 63-73.

Filbrandt-Czaja A, 2009. *Studia nad historią szaty roślinnej i krajobrazu Borów Tucholskich*. Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Mikołaja Kopernika, Toruń: 131 pp.

Flössner D, 2000. *Die Haplopoda und Cladocera (ohne Bosminidae) Mitteleuropas*. Backhuys Publishers, Leiden.

Fryer G, 1968. Evolution and adaptive radiation in the Chydoridae (Crustacea: cladocera): a study in comparative functional morphology and ecology. *Philosophical transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences* 254:221-382.

Fryer G, 1985. The ecology and distribution of the genus daphnia (Crustacea: cladocera) in restricted areas: the pattern in Yorkshire. *Journal of Natural History* 19:97-128.

Górniak A, Dobrzyń P, 1999. Zooplankton skorupiakowy trzech jezior dystroficznych Wigierskiego Parku Narodowego. Zdanowski (reds.) *Funkcjonowanie i ochrona ekosystemów wodnych na obszarach chronionych*, 435-447.

Haug GH, Gunther D, Peterson LC, Sigman DM, Hughen KA, Aeschlimann B, 2003. Climate and the collapse of the Maya civilization. *Science*, 299: 1731-1735.

Herzig A, 1984. Temperature and life cycle strategies of *Diaphanosoma brachyurum*: an experimental study on development, growth, and survival. *Arch Hydrobiologica* 101:143-178.

Hofmann W, 1977. *Bosmina* (Eubosmina) population of the Grosser Segeberger See during late-glacial and postglacial times. *Archiv fur Hydrobiologie* 80:349-359.

Hofmann W, 1984. Postglacial morphological variation in *Bosmina longispina* Leydig (Crustacea Cladocera) from the Grosser Plöner See (north Germany) and its taxonomic implications. *Zeitschrift fuer Zoologische Systematik und Evolutionsforschung* 22:294-301.

Hofmann W, 2000. Response of the chydorid faunas to rapid climatic changes in four alpine lakes at different altitudes. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 159:281-292.

Junco R, 2010. Lagunas del Nevado de Toluca, estado de México, devoción prehispánica. *Arqueología Mexicana*, 18:43-47.

Karabin A, 1999. Zespoły Crustacea strefy przybrzeżnej humusowych jezior Wigierskiego Parku Narodowego. Zdanowski (reds.) *Funkcjonowanie i ochrona ekosystemów wodnych na obszarach chronionych*, pp 405-415.

Korhola A, 1999. Distribution patterns of Cladocera in subarctic Fennoscandian lakes and their potential in environmental reconstruction. *Ecography* 22:357-373.

Korhola A, Rautio M, 2001. Cladocera and other branchiopod crustaceans. W: J.P. Smol, H.J.B. Birks, W.M. Last (reds.), *Tracking Environmental Change Using Lake Sediments, Zoological Indicators*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 4:5-41.

- Korosi JB, Smol JP, 2011. Distribution of cladoceran assemblages across environmental gradients in Nova Scotia (Canada) lakes. *Hydrobiologia* 663:83-99.
- Latałowa M, 2003. Holocen, p. 273-308. W: K. Sadowska, S. Dybova (reds.), *Palinologia*. Wydawnictwo Instytutu Botaniki PAN, Kraków.
- Lozano-Garcia S, Caballero M, Ortega B, Rodriguez A, Sosa S, 2007. Tracing the effects of the Little Ice Age in the tropical low lands of eastern Mesoamerica. *PNAS* 104:16200-16203.
- Luna EP, 2000. El Nevado de Toluca sitio de veneración prehispánica. *Arqueología Mexicana, Serie Tiempo Mesoamericano*, 1:47-49.
- Magny M, Vannière B, de Beaulieu JL, Bégeot C, Heiri O, Millet L, Peyron O, Walter-Simonnet AV, 2007. Early-Holocene climatic oscillations recorded by lake-level fluctuations in west-central Europe and in central Italy. *Quaternary Science Reviews* 26:1951-1964.
- Metcalf S, Davies S, 2007. Deciphering recent climate change in central Mexican lake records. *Climate Change*, 83:169-186.
- Milecka K, Szeroczyńska K, 2005. Changes in macrophytic flora and planktonic organisms in Lake Ostrowite, Poland, as a response to climatic and trophic fluctuations. *The Holocene* 15:74-84.
- Nevalainen L, 2011. Intra-lake heterogeneity of sedimentary cladoceran (Crustacea) assemblages forced by local hydrology. *Hydrobiologia* 676:9-22.
- Nevalainen L, Luoto TP, Kultti S, Sarmaja-Korjonen K, 2013. Spatio-temporal distribution of sedimentary Cladocera (Crustacea: Branchiopoda) in relation to climate. *Journal of Biogeography* 40 (8):1548-1559.
- Rautio M, 2001. Zooplankton assemblages related to environmental characteristics in treeline 580 ponds in Finnish Lapland. *Arctic Antarctic and Alpine Research* 33:289-298.
- Sarmaja-Korjonen K, 2003. Chydoid ephippia as indicators of environmental change e biostratigraphical evidence from two lakes in southern Finland. *The Holocene* 13(5):691-700.
- Sarmaja-Korjonen K, 2004. Chydorid ephippia as indicators of past environmental changes – a new method. *Hydrobiologia*, 526:129-136.
- Sarmaja-Korjonen K, Seppä H, 2007. Abrupt and consistent responses of aquatic and terrestrial ecosystems to the 8200 cal. yr cold event: a lacustrine record from Lake Arapisto, Finland. *The Holocene* 17 (4):457-467.
- Sinev AY, Zawisza E, 2013. Comments on cladocerans of crater lakes of the Nevado de Toluca Volcano (Central Mexico), with the description of a new species, *Alona manueli* sp. *Zootaxa*, 3647:390–400.
- Smirnov NN, 1971. Chydoridae. *Fauna of the U.S.S.R.* Wiley, Sussex.
- Smirnov NN, 1998. A revision of the genus *Camptocercus* (Anomopoda, Chydoridae, Aloninae). *Hydrobiologia* 386:63-83.
- Stańczykowska A, 1986. *Zwierzęta bezkręgowce naszych wód*. Wydanie 2. Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne.
- Szeroczyńska K, 1993. Analiza Cladocera w spągowych osadach jeziora Gościąż. *Polish Botanical Studies* 8:173-179.
- Szeroczyńska K, 1998. The Holocene cladoceran succession in the laminate sediments of Lake Gościąż. W: Ralska Jasiewiczowa M, Goslar T, Madeyska T, Starkel L (reds.) *Lake Gościąż, Central Poland. a Monographic Study*. Szafer Institute of Botany, Polish Academy of Sciences, Kraków, pp. 219-225.
- Szeroczyńska K, Zawisza E, 2010. Records of the 8200 cal BP cold event reflected in the composition of subfossil Cladocera in the sediments of three lakes in Poland. *Quaternary International* 233:185-193.

Szeroczyńska K, Zawisza E, 2011. Subfossil faunal and floral remains (Cladocera, Pediastrum) in two northern Lobelia lakes in Finland. *Knowledge Management Aquatic Ecosystems*. 402:1-15.

Tunowski J, 1992. Zooplankton jezior dystroficznych WPN In: Zdanowski 1992: Jeziora Wigierskiego Parku Narodowego. *Zeszyty Naukowe* 3. Polska Akademia Nauk.

Verschuren D, Charman DJ, 2008. Latitudinal link ages in late Holocene moisture balance variation. In: *Natural Climate Variability and Global Warming* (eds. R.W. Battarbee and H.A. Binney): 189–232. The Atrium, South ern Gate, Chichester, Wiley-Blackwell.

Vijverberg J, 1980. Effect of temperature in laboratory studies on development and growth of Cladocera and Copepoda from Theukemeer, the Netherlands. *Freshwater Biology* 10:317-340.

Weninger B, Alram-Sstern E, Bauer E, Clare L, Danzeglocke UJ, Ris O, Kubatzki C, Rollefson G, Todorova H, 2006. Climate forcing due to the 8200 cal BP event observed at Early Neolithic sites in the eastern Mediterranean. *Quaternary Research* 66:401-420.

Woźny J, 2005. Archeologia pradziejowa Borów Tucholskich, p. 61-75. W: W. Jastrzębski, J. Woźny (reds.). *Dziedzictwo kulturowe i przyrodnicze Borów Tucholskich. Stan badań i potrzeby badawcze*. Bydgoszcz-Tuchola.

Zawisza E, Szeroczyńska K, 2007. The development history of Wigry Lake as shown by subfossil Cladocera. *Geochronometria* 27:67-74.

Zawisza E, Caballero M, Ruiz-Fernandez C, 2012. 500 years of ecological changes recorded in subfossil cladocera in a high-altitude, tropical lake Lago de la Luna, Central Mexico. *Studia Quaternaria*, 29, 23-29.

Zawisza E, Zawiska I, Correa-Metrio A, 2016. Cladocera community composition as a function of physicochemical and morphological parameters of dystrophic lakes in NE Poland. *Wetlands* 36:1131-1142.

5. Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo- badawczych (artystycznych).

Badania naukowe przed doktoratem

W roku 2003 ukończyłam studia magisterskie na Wydziale Geologii Uniwersytetu Warszawskiego o specjalizacji Geologia Czwartorzędu. Moja praca magisterska pt.: „Rzeźba i budowa geologiczna rejonu Żyrardów-Grodzisk Mazowiecki-Mszczonów” została wykonana pod kierunkiem dr hab. Jana Dzierżka. Jesienią tego samego roku rozpoczęłam studia doktoranckie w Instytucie Nauk Geologicznych PAN. Moja praca doktorska pt.: „Zapis holocenijskich zmian ekologicznych i klimatycznych w składzie zespołów Cladocera w osadach jezior północnej Polski” powstała pod kierunkiem prof. dr hab. Krystyny Szeroczyńskiej.

Badania prowadzone w ramach doktoratu skupione były głównie na odtworzeniu holocenijskiej i późnoglacialnej historii rozwoju jezior z regionu północnej Polski zlokalizowanych w gradiencie od wschodu do zachodu (Pojezierze Suwalskie, Bory Tucholskie oraz Pomorze Zachodnie) i odpowiedzi na pytanie „Czy kopalne zespoły Cladocera

odzwierciedlają wpływ klimatu kontynentalnego na wschodzie i oceanicznego na zachodzie Polski?”. Prace w ramach pracy doktorskiej wykazały istotne różnice w zespołach Cladocera, w zależności od położenia geograficznego (transekt wschód–zachód Polski). W przebadanych jeziorach w czasie trwania okresu preborealnego, borealnego, subatlantyckiego i subborealnego stwierdzono zmiany w składzie gatunkowym i frekwencji wioślarek w zależności od położenia geograficznego, wskazujące na przejściowość klimatu Polski. Na zachodzie kraju obecne były gatunki preferujące wyższą temperaturę i trofię na wschodzie zaś dominatami były gatunki tolerujące wody chłodne. Ponadto, w okresie zdecydowanie chłodnym (młodszy Dryas) i zdecydowanie ciepłym (okres atlantycki) w przebadanych jeziorach stwierdzono podobne zespoły Cladocera w każdym z badanych stanowisk. Wyniki pracy doktorskiej zostały opublikowane w 2007 i 2012 roku [B10, B18, B19].

W trakcie studiów doktoranckich uczestniczyłam w wielu warsztatach (4) i konferencjach naukowych (4) doskonaląc warsztat pracy (makroskopowe oznaczanie szczątków wioślarek) oraz poszerzając wiedzę na temat Cladocera.

Pracę doktorską obroniłam w październiku 2008 roku w Instytucie Nauk Geologicznych PAN. Recenzentami pracy była prof. dr hab. Teresa Madeyska (ING PAN) i prof. dr hab. Krystyna Milecka (Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu).

Podczas wykonywania rozprawy doktorskiej opublikowałam 6 prac, z czego jedną w czasopiśmie z bazy JCR [B10], pozostałe w recenzowanych czasopismach spoza bazy JCR [B21, B22, B23, B24, B25] (tabela 1).

Badania naukowe po doktoracie

Po otrzymaniu stopnia doktora zostałam zatrudniona od 01.01.2009 roku na stanowisku adiunkta w Instytucie Nauk Geologicznych PAN. Od tego czasu prowadzę badania paleolimnologiczne, głównie na bazie subfosylnej fauny wioślarek, które przyczyniają się do rozpoznania regionalnych i globalnych zmian klimatycznych, a także dostarczają cennych danych na temat zmian w obrębie jezior i ich zlewni. Ważnym aspektem realizowanych przeze mnie prac jest możliwość wyodrębnienia i wskazania wpływu gospodarczej działalności człowieka na ekosystem jeziorny.

W trakcie swojej pracy zawodowej prowadziłam badania paleolimnologiczne zarówno w Polsce, w Europie, jak i w Ameryce Północnej i Centralnej we współpracy z naukowcami z kraju i zagranicy. Poniżej przedstawiam wybraną istotną aktywność naukową realizowaną przeze mnie po doktoracie.

Badania w Polsce

Po ukończeniu doktoratu kontynuowałam prace zapoczątkowane w czasie studiów doktoranckich dotyczące stanowiska jeziornego Trzebiatów [B18, B19]. Prace te były realizowane w ramach grantu MNiSW NN306222137 „Osady holocenijskich zbiorników sedymentacyjnych jako zapis przemian paleogeograficznych w warunkach zmieniającego się poziomu morza na przykładzie okolic Mrzeżyna”, którego kierownikiem był dr hab. B. Cedro. Celem prac było odtworzenie późnoglacialnej i holocenijskiej historii rozwoju zbiorników istniejących na obszarze rynny Sarnowa na podstawie wyników multidyscyplinarnych, paleolimnologicznych badań, w tym subfosylnych Cladocera. Przeprowadzone przeze mnie badania kopalnych zespołów wioślarek pozwoliły na rekonstrukcję zmian środowiskowych i ekologicznych zachodzących w jeziorze Trzebiatów (rdzeń T28), a w szczególności zmian w obrębie trofii i zasolenia wody. Najstarsze ślady istnienia zbiornika sedymentacyjnego na stanowisku badań pochodzą z późnego Vistulianu. Jak wykazały przeprowadzone badania, wczesnholocenijskie etapy rozwoju jeziora uwarunkowane były głównie przez czynnik klimatyczny. Od okresu borealnego dominujący wpływ na rozwój jeziora miały zmiany hydrologiczne, które zachodziły na obszarze Południowego Bałtyku. Głównie w okresie atlantyckim stwierdzono drastyczne zmiany, od słodkich wód jeziornych do brackich (estuarium), a następnie powrót do typowych warunków jeziornych. Zmiany w zasoleniu wody wywołane były transgresją wód morza litorynowego na obszar nizin południowobałtyckich. Wraz z końcem okresu atlantyckiego ustąpiły wpływy morskie, co znalazło odzwierciedlenie w składzie gatunkowym Cladocera.

Kolejnym obszarem badawczym, którym się zainteresowałam za sprawą inspiracji prof. J. Rutkowskiego, były jeziora położone w NE Polsce. Prace dotyczące tych jezior realizowane były w ramach kierowanego przeze mnie grantu (NN306228039) pt.: „Historia rozwoju jezior dystroficznych w Wigierskim Parku Narodowym na podstawie analizy subfosylnych Cladocera (wioślarek) i wybranych analiz paleolimnologicznych”, a także dwóch innych projektów, w których byłam wykonawcą (NN305325933 –kierownik dr hab. Mariusz Gałka; NN306061740 kierownik dr hab. Joanna Mirosław-Grabowska). Głównym celem realizowanych projektów była rekonstrukcja rozwoju jezior położonych w NE Polsce (Wigierski Park Narodowy, Suwalski Park Krajobrazowy, Pojezierze Ełckie) na podstawie analizy subfosylnych Cladocera oraz wybranych analiz paleolimnologicznych. Dzięki zastosowaniu wielu metod badawczych, w tym szczególnie subfosylnych Cladocera, możliwe było prześledzenie zmian zachodzących w środowisku, od późnego glaciału do czasów współczesnych. Ważnym aspektem badań tego obszaru było rozpoznanie składu subfosylnych zespołów fauny Cladocera występującej

zarówno w jeziorach dystroficznych, jak i oligotroficznych. Wykonane w ramach projektów prace były pierwszymi nad składem gatunkowym wioślarek zachowanych w osadach tego typu jezior. Szczególnie istotnym okazały się wyniki pochodzące z jezior dystroficznych, które ukazują niezwyklej sekwencję zmian ekologicznych. Stwierdzono transformację jezior od oligotrofii do mezotrofii, a następnie transformację w kierunku dystrofii. Ta niespotykana kolejność reprezentowana jest poprzez zmieniające się zespoły mikrofauny oraz zbiorowiska roślinne. Tak istotne zmiany ekologiczne, przejście od rozwoju harmonijnego do stanu dystroficznego, bardzo wyraźnie znaczyło się w sekwencji subfosylnej fauny Cladocera. Rezultaty przeprowadzonych analiz paleolimnologicznych zostały opublikowane w kilku pracach [B3, B4, B6, A4].

Ponadto, w latach 2011-2016 prowadziłam badania na terenie Borów Tucholskich, które realizowane były we współpracy z prof. K. Tobolskim i dr hab. A. Filbrandt-Czają. Badaniami objęte zostały jeziora: Charzykowskie, Ostrowite i Jelonek, w których szczegółowo zrekonstruowano zapis zmian klimatycznych [B9, A2] np. tzw. epizod 8,2 cal BP. Również wyraźnie odzwierciedlono wpływ gospodarczej działalności człowieka na ekosystem jeziorny [A1]. Przeprowadzone badania wykazały istotną użyteczność zastosowania analizy subfosylnej Cladocera, zwłaszcza w rekonstrukcjach zmian klimatycznych, zarówno tych krótkotrwałych (epizod 8,2), jak również długookresowych.

Badania w Europie

Od 2009 roku skierowałam moje zainteresowania badawcze również na Skandynawię (Finlandia, Norwegia, Islandia) oraz Rosję [B7, B8, B16, B17]. Prowadziłam tam badania we współpracy z badaczami fińskimi (prof. K. Sarmaja-Korjonen), rosyjskimi (dr Z. Antipushina, dr hab. A. Sinev), islandzkimi (dr A. Einarsson), wykorzystując otrzymany w 2010 roku grant EEA/Norway Grants pt.: "Natural and anthropogenic changes recorded in the Iceland lakes sediment, based on the subfossil Cladocera fauna".

Prowadzone prace miały głównie za zadanie rozpoznanie składu subfosylnej fauny Cladocera występującej w jeziorach występujących na wyższych szerokościach geograficznych. W zbiornikach położonych w fiordzie Hornsund (Svalbard, Norwegia) badano po raz pierwszy skład gatunkowy subfosylnej i współczesnej fauny Cladocera [B7]. Badania wykazały istotną różnicę pomiędzy składem gatunkowym wioślarek występujących w kolumnie wody (7 gatunków) a stwierdzonym w osadzie (5 gatunków). Gatunkiem występującym zarówno w osadach, jak i w wodzie był kosmopolityczny gatunek *Chydorus sphaericus*, który znany jest

z szerokiej tolerancji warunków środowiskowych, zwłaszcza temperatury. Gatunkiem zarejestrowanym w wodach wszystkich badanych jezior był *Bosmina longirostris*. Jego występowanie sugeruje zarówno wzrost dostępności składników pokarmowych w wodzie, jak również jej wyższą temperaturę. Przeprowadzone badania wskazały na istotne zmiany środowiskowe zachodzące w ostatnich latach. Zmiany te są najprawdopodobniej wynikiem ocieplenia klimatycznego, które doprowadziło do zwiększenia liczby gatunków żyjących w wodzie, a szczególnie do pojawienia się gatunku mającego wyższe wymagania termiczne i edaficzne *Bosmina longirostris*.

Podczas prac, które realizowałam na Islandii na rzecz Myvatn Research Station stwierdziłam występowanie w osadach jeziornych „nietypowych” szczątków wioślarek z rodzaju *Acroperus*, nieopisanych wcześniej. Oznaczone szczątki charakteryzowały się większą liczbą zębów (od 5 do 9) na tarczce tułowiowej niż kiedykolwiek wcześniej zarejestrowana dla gatunków *Acroperus* (2 do 3). Jak wykazały badania forma ta istniała w jeziorze Myvatn od początku jego istnienia. Otrzymane wyniki badań umożliwiły opisanie nowej, nieznanej do tej pory formy *Acroperus harpae* f. *multidentata* [B16].

W latach 2009-2011 uczestniczyłam w badaniach dotyczących jezior lobeliowych położonych w północnej Finlandii [B8]. Prace realizowane były na bazie grantu EU LAPBIAT2 “Climate changes and development history of Lobelia lakes in Northern and Central Europe” kierowanego przez prof. dr hab. K. Milecką. Wybrane jeziora lobeliowe (obecność roślin *Lobelia dortmanna* i/lub *Isöetes lacustris*) zostały poddane badaniom paleolimnologicznym, w tym analizie subfosylnych Cladocera i *Pediastrum*. Odkryciem było stwierdzenie w jeziorach borealnych aż 21 gatunków wioślarek. Zaskakująca była mnogość gatunków występująca w jeziorach zlokalizowanych daleko na północ od koła podbiegunowego (jezioro Kevojärvi). Wśród stwierdzonych tam gatunków występowały m.in. *Camptocercus retrirostris* i *Pleuroxus uncinatus*, gatunki bardzo rzadko notowane w jeziorach o wodach chłodnych, a przez niektórych badaczy uważane za ciepłolubne. Obecność tych gatunków w badanych jeziorach spowodowana jest zapewne z tzw. efektem dnia polarnego, który obserwowany jest latem w jeziorach położonych za kołem podbiegunowym. Fenomen ten polega na tym, iż wody jezior intensywnie nagrzewają się podczas krótkiego, ale intensywnego lata (dnia) arktycznego co umożliwia intensywny rozwój życia biologicznego. Przeprowadzone badania jezior lobeliowych wskazują, iż w ostatnich dekadach wzrasta sukcesywnie ilość nutrientów w wodzie, co odzwierciedla się zwiększonym rozwojem zarówno fito, jak zooplanktonu. W przyszłości może to być powodem przekształcenia się jezior lobeliowych w mezotroficzne i w konsekwencji zanik unikatowego środowiska.

Badania w Meksyku i Ameryce Centralnej

Jednym z najważniejszych zagadnień naukowych podjętych przeze mnie po doktoracie są badania paleolimnologiczne i limnologiczne obszaru Meksyku oraz Ameryki Centralnej (Gwatemala, Honduras, Salwador). Prowadzone tam prace paleolimnologiczne mają często charakter pionierski, gdyż dotychczas niewiele z nich zostało wykonanych na tych terenach. Badania dotyczą zarówno rekonstrukcji warunków klimatycznych w okresie ostatniego zlodowacenia i holocenu, rozwoju jezior oraz wpływu kultur ludzkich na ekosystemy jeziorne (np. tzw. susza okresu Mayów). Ważnym aspektem prac są także badania taksonomiczne, gdyż skład gatunkowy wioślarek strefy tropikalnej Ameryki jest słabo rozpoznany. Prowadzone przeze mnie badania zapoczątkowane zostały w kwietniu 2011 roku, kiedy otrzymałam pierwszy grant postdoktorski (tzw. postdoc) na Wydziale Geofizyki Stanowego Uniwersytetu Miasta Meksyk (UNAM) w Meksyku pt.: „Late Pleistocene – Holocene record of environmental changes in Lakes Zirahuén and Tcambaro, Central Mexico, using Cladocera as palaeoclimatic indicators” a następnie w 2012 roku kolejny grant pt.: „Reconstruction of natural and anthropogenic changes in the lakes of Nevado de Toluca crater using Cladocera as paleoclimatic indicators”. W czasie stażu naukowego nawiązałam współpracę z meksykańskimi naukowcami, a szczególnie z prof. M. Caballero, dr E. Cuna i dr A. Correa-Metrio. Po ukończeniu stażu (od 2013 roku) dalsze badania prowadzę w ramach dwóch projektów Narodowego Centrum Nauki. Jeden projekt jest realizowany pod moim kierownictwem („Rekonstrukcja zmian klimatycznych ostatnich 200 000 lat i ich wpływ na ekosystem wodny na podstawie subfosalnych zespołów Cladocera zdeponowanych w osadach jeziora Peten Itza (północna Gwatemala)”, NCN 2014/13/B/ST10/02534), w drugim natomiast jestem głównym wykonawcą („Historia rozwoju wysokogórskich tropikalnych jezior (krater Nevado de Toluca, Meksyk”) w świetle analizy szczątków Cladocera oraz innych metod paleolimnologicznych, NCN 2012/05/B/ST10/00469 kierownik prof. K. Szeroczyńska). W latach 2011-2017 przebywałam – we współpracy z naukowcami meksykańskimi – jeziora położone głównie w centralnej części Meksyku (Estado de Mexico, Michacán, Puebla), a także w jego części południowej (Chiapas, Jukatan). Prowadzone badania miały zarówno charakter paleolimnologiczny [A3, B2, B5, B13, B15] limnologiczny [B1, B11, B14], jak i taksonomiczny [A5, B12]. Ogólnie w ramach prac w Meksyku i Ameryce Centralnej opublikowałam 10 artykułów naukowych, a kolejne są w opracowaniu. Prace naukowe prowadzone przeze mnie wraz z naukowcami z Meksyku mają szerokie uznanie na arenie międzynarodowej. Ich efektem jest decyzja telewizji „Discovery Channel” o realizacji na podstawie prowadzonych przeze mnie badań filmu dokumentalnego, dotyczącego głównie

zmian klimatycznych, odzwierciedlonych w osadach jezior Centralnego Meksyku (zdjęcia na terenie Meksyku - listopad 2017 roku, emisja filmu 45- minutowego luty 2018 roku).

Jednym z ważniejszych obszarów badawczych w Meksyku były jeziora położone w kraterze wulkanu Nevado de Toluca (Sol i Luna). Badania dotyczyły zarówno historii rozwoju jezior, czasu ich powstania, jak i składu gatunkowego subfosylnej fauny wioślarek. Niektóre z tych zagadnień stanowią część przedstawianego przeze mnie osiągnięcia naukowego [A3, A5]. Generalnie, przeprowadzone badania pozwoliły zrekonstruować historię rozwoju jezior oraz warunków klimatycznych i ekologicznych panujących w przeszłości (np. mała epoka lodowa) w tym regionie, a także wskazać pośrednio czas powstania jezior (ok. 6000 lat temu). Ponadto badania te przyczyniły się do rozpoznania nowych gatunków wioślarek (*Alona manueli*) oraz okrzemek (*Navicula* NTB).

Innym bardzo ważnym obszarem badawczym moich prac jest rejon północnej Gwatemali, gdzie w oparciu o grant NCN (2016-2018) wraz z doktorantką mgr M. Wojewódką (sprawuję opiekę naukową nad doktoratem) prowadzę badania osadów jeziora Peten Itza, które –jak wykazały najnowsze badania– zostały zdeponowane w okresie ostatnich 400 000 lat. Głównym celem projektu jest przebadanie ciągłej sekwencji osadów jeziornych Peten Itza, a w szczególności (1) rekonstrukcja zmian klimatycznych późnego plejstocenu (szczególnie epizodów ekstremalnych) i ich wpływu na ekosystem wodny na podstawie subfosylnych zespołów wioślarek, (2) rekonstrukcja zmian trofii i poziomu wody w jeziorze Peten Itza w ciągu ostatnich 400 000 lat, (3) biogeografia, filogeografia i taksonomia wioślarek obszaru Ameryki Środkowej. Prowadzone prace badawcze skoncentrowane są głównie na prześledzeniu zmian czwartorzędowego środowiska przyrodniczego zarejestrowanego w pełnej 400 000-letniej historii jeziora Peten Itza. Niezwykle istotna jest rekonstrukcja zmian klimatycznych późnego plejstocenu (szczególnie epizodów ekstremalnych, tzw. Heinrich Events) i ich wpływu na ekosystem wodny. Badania te po raz pierwszy dają unikalną możliwość przebadania subfosylnej fauny Cladocera w bardzo długiej nieprzerwanej sekwencji osadów jeziornych. Do tej pory badania pleolimnologiczne, w tym wioślarek, były dostępne przede wszystkim dla późnego glacjału i holocenu, a także nielicznie dla osadów interglacjału eemskiego. Ciągła sekwencja osadów z okresu zlodowacenia jest więc unikalna i dostarcza nowych danych na temat regionalnych i globalnych zmian klimatycznych oraz paleoekologicznych obszarów tropikalnych. Przebadanie kopalnych i współczesnych zespołów wioślarek występujących w jeziorach (74) Ameryki Centralnej (Meksyk S, Gwatemala, Salwador, Honduras) pozwalała prześledzić, jak ekstremalne i gwałtowne zmiany klimatyczne wpływają na rozmieszczenie i różnorodność wioślarek. Otrzymane wyniki pozwoliły wykazać

różnorodność wioślarek na Jukatanie i Ameryce Środkowej oraz wskazać wzorce rozmieszczenia gatunków Cladocera [B11, B12].

Poza pracami badawczymi aktywnie działam na arenie krajowej i międzynarodowej na rzecz ochrony klimatu i środowiska. Uważam, iż w dobie zmieniającego się klimatu niezmiernie istotne są nie tylko badania naukowe dotyczące zmian klimatycznych, ale także konieczne jest podjęcie działań mogących zminimalizować negatywne skutki zmian środowiska. Ważnym wyzwaniem stojącym przed nauką jest upowszechnianie wiedzy, a tym samym wzrost świadomości społecznej dotyczącej zarówno skutków zmian klimatycznych, jak i sposobów ich zapobiegania. Tę niezwykle ważną misję społeczną w zakresie edukacji, odnośnie przyczyn i prognoz zmian klimatycznych realizuję w ING PAN, w ramach działalności i współpracy z Climate-KIC. Od 2016 roku jestem organizatorką międzynarodowych wydarzeń społecznych Climathon i Pioneers into Practice (dotychczas odbyły się dwie edycje). Wydarzenia te łączą ze sobą środowisko naukowe, przedsiębiorstwa, różne szczeble administracji publicznej i samorządowej, studentów oraz obywateli. W trakcie ich trwania uczestnicy dzielą się najnowszą wiedzą i na jej podstawie starają się stworzyć nowe wzorce zachowań oraz produkty i usługi w dziedzinie dotyczącej zmian klimatycznych i gospodarki niskoemisyjnej. Zainicjonowana przeze mnie działalność znalazła zarówno poparcie dyrektora ING PAN, jak również MNiSW (dofinansowanie działań) i będzie realizowana pod moim kierunkiem w ING PAN co najmniej do końca 2020.

Ponadto, aktywnie działam w zakresie edukacji uniwersyteckiej. Byłam opiekunem trzech praktyk studenckich (Uniwersytet Łódzki – 2 studentki, Uniwersytet Warszawski - 1 studentka) a także współpromotorem trzech licencjatów o charakterze paleolimnologicznym (część wioślarkowa); Marta Rudna i Małgorzata Mielczarek – Uniwersytet Łódzki oraz Maria Yosahandy Vazquez Molina – Wydział Biologii, UNAM, Meksyk. Prowadzałam także zajęcia z zakresu paleolimnologii (Uniwersytet Toruński, UNAM). Organizowałam i prowadziłam 3 warsztaty „Introductory Cladocera Workshop” (czerwiec 2016, styczeń 2017, październik 2017).

W 2016 roku zostałam wybrana na sekretarza Komitetu Badań Czwartorzędu PAN. Komitet ten zajmuje się problematyką badań czwartorzędu realizowaną w zakresie nauk geologicznych, fizyczno-geograficznych i biologicznych. Komitet pełni również funkcję Komitetu Narodowego ds. Współpracy z Międzynarodową Unią Badań Czwartorzędu (INQUA).

Działam aktywnie na rzecz Instytutu Nauk Geologicznych PAN, którego jestem pracownikiem. Od lutego 2015 roku jestem sekretarzem Rady Naukowej ING PAN, a także członkiem komisji socjalnej.

Podsumowanie dorobku naukowego (szczegóły w załączonej liście publikacji i wykazie osiągnięć, załącznik 3)

Sumaryczny *impact factor* moich publikacji opublikowanych po doktoracie, według listy Journal Citation Reports (JCR), zgodnie z rokiem opublikowania wynosi **21,503**.

Łączna liczba cytowań odpowiednio wg bazy

Web of Science (stan z 30.09.2017) to: **61**; indeks Hirscha: **5**.

Według bazy Scopus (stan z 30.09.2017) to: **118**; indeks Hirscha: **6**.

Na mój dorobek naukowy składają się 71 publikacje (w tym 5 wskazanych jako osiągnięcie habilitacyjne), głównie w języku angielskim, opublikowanych w czasopismach krajowych i zagranicznych: 28 oryginalnych artykułów naukowych (w tym 14 opublikowanych w czasopismach z listy filadelfijskiej), 2 rozdziały w monografii, 41 abstraktów i doniesień konferencyjnych.

Wyniki moich badań prezentowałam osobiście na 24 konferencjach i warsztatach: (13 międzynarodowych i 11 krajowych). Byłam kierownikiem 7 projektów, a w kolejnych 6 byłam wykonawcą lub głównym wykonawcą.

Tabela 1. Ilościowe zestawienie wszystkich publikacji mojego autorstwa

		Rodzaj publikacji			
		Publikacje w czasopismach z listy JCR	Publikacje w innych recenzowanych czasopismach	Monografie/rozdziały w monografiach	Abstrakty konferencyjne
Liczba publikacji	przed doktoratem	1	5		7
	po doktoracie	13	9	2	34
	Razem	14	14	2	41

Edyta Immel