

Autoreferat

I. Dane osobowe

1. Imię i nazwisko: Monika Magdalena Niska

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

- 1998: Licencjat Wyższa Szkoła Pedagogiczna, Instytut Geografii (obecnie Akademia Pomorska w Słupsku)

Tytuł pracy: „Rozpoznanie zależności pomiędzy cechami granulometrycznymi osadów dennokorytowych a parametrami geometrii hydraulicznej na obszarze górnej Słupi i Łupawy”.

Promotor: dr Albin Orłowski.

- 2000: Magister geografii, Wyższa Szkoła Pedagogiczna, Instytut Geografii
Tytuł pracy: „Ewolucja południowej części Jeziora Obrowo Duże w świetle zmienności fauny Cladocera strefy płytkowodnej (profil D1)”.

Promotor: prof. dr hab. Krystyna Szeroczyńska, Instytut Nauk Geologicznych, Polska Akademia Nauk w Warszawie.

- 2002: Studia Podyplomowe „Informatyka w Szkole”, Politechnika Koszalińska
- 2000 – 2004: Studia doktoranckie w Instytucie Nauk Geologicznych Polskiej Akademii Nauk
- 2005: Doktor Nauk o Ziemi w zakresie geologii, Instytut Nauk Geologicznych, Polska Akademia Nauk w Warszawie (23.03.2005).

Tytuł rozprawy doktorskiej: „Interpretacja zmian środowiska jeziornego w interglacjale eemskim na podstawie analizy subfosylnych Cladocera”.

Promotor rozprawy: prof. dr hab. Krystyna Szeroczyńska, Instytut Nauk Geologicznych, Polska Akademia Nauk w Warszawie.

Recenzenci: prof. dr hab. Teresa Madeyska, Instytut Nauk Geologicznych, Polska Akademia Nauk w Warszawie, prof. dr hab. Kazimierz Tobolski, Wydział Nauk Geograficznych i Geologicznych Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu.

- 2014: Studia Podyplomowe „Menadżer projektów Badawczo-Rozwojowych”, Wyższa Szkoła Bankowa w Gdańsku.

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

- 1 wrzesień 2000 – 30 wrzesień 2002: Gimnazjum nr 2 w Słupsku
- 1 październik 2002 – 30 czerwiec 2005: asystent w Instytucie Geografii, Akademia Pedagogiczna w Słupsku (obecnie Akademia Pomorska)
- 1 lipiec 2005 – kontynuowane: adiunkt w Instytucie Geografii i Studiów Regionalnych, Akademia Pomorska w Słupsku
- Urlop macierzyński: 23 maj 2006 – 11 września 2006
- Urlop macierzyński: 13 luty 2009 – 2 lipiec 2009
- Urlop zdrowotny: 1 październik 2009 – do 30 września 2010

II. Osiągnięcie naukowe

1. Wskazanie osiągnięcia* wynikającego z art. 16 ust. 2 ustawy z dnia 14 marca 2003r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. 2016 r. poz. 882 ze zm. w Dz. U. z 2016 r. poz. 1311.)

Na osiągnięcie naukowe składa się cykl pięciu spójnych tematycznie, recenzowanych publikacji naukowych [A1]-[A5] (załącznik nr 5), które zostały przygotowane i opublikowane po otrzymaniu stopnia naukowego doktora. Dwie prace wchodzące w skład osiągnięcia naukowego zostały opublikowane w czasopismach znajdujących się na „liście JCR” – Web of Science. Jestem pierwszym lub jedynym autorem 4 prac i drugim autorem jednej pracy wchodzących w skład osiągnięcia naukowego.

a) tytuł osiągnięcia naukowego

Kopalne szczątki wioślarek (Cladocera) jako źródło danych o środowisku jeziorno-bagiennym w interglacjale eemskim i vistulianie.

b) (autor/autorzy, tytuł/tytuły publikacji, rok wydania, nazwa wydawnictwa, recenzenci wydawniczy)

[A1] **Niska M.**, 2012. Fossil Cladocera remains in the eemian sediments – preservation, frequency and dominant species, *Studia Quaternaria*, Volume 29, p. 31-43

[A2] **Niska M.**, Mirosław-Grabowska J., 2015. Eemian environmental changes recorded in lake deposits from Rzecino (NW Poland): Cladocera, isotopic and selected geochemical data, *Journal of Paleolimnology*, Volume 53, Issue 1, p. 89–105

[A3] **Niska M.**, 2015. History of the development of Eemian Interglacial lakes on the basis of Cladocera subfossil analysis (Central and Eastern Poland), *Limnological Review*, Volume 15, Issue 3, p. 85–94

[A4] Mirosław-Grabowska J., **Niska M.**, Roman M., 2016. Long (MIS 5e – 3) environmental history of a paleolake in central Poland recorded in the succession from Kubłowo, *Quaternary International*, <http://dx.doi.org/10.1016/j.quaint.2016.06.027>

[A5] **Niska M.**, 2016. The Eemian/Early Vistulian development of the Solniki paleolake (north-eastern Poland) as shown by subfossil Cladocera, *Advances in Oceanography and Limnology*, 2016; 7(2): 200-213. DOI: 10.4081/aiol.2016.6217

Oświadczenia współautorów publikacji znajdują się w załączniku nr 4 .

2. Omówienie celu naukowego ww. prac i osiągniętych wyników wraz z omówieniem ich ewentualnego wykorzystania.

[A] – publikacje wchodzące w skład osiągnięcia naukowego, [B] – inne publikacje naukowe w czasopismach (w tym z listy JCR, listy B), monografie etc. (inne niż w pkt II A), [C] – abstrakty wystąpień konferencyjnych (załącznik nr 5)

Omówienie celu naukowego prac stanowiących osiągnięcie naukowe:

Wstęp

Jezióra stanowią naturalne archiwa, w których w ciągu setek tysięcy lat gromadzą się w osadach przeróżne szczątki będące dowodami zmian zachodzących w środowisku. Jeziora są tworamami krótkotrwałymi w skali czasu geologicznego. Podlegają stopniowej ewolucji kończącej się zwykle zanikiem. Odtworzenie przeszłości ekologicznej i biologicznej jezior jest możliwe, m.in. dzięki zachowanym w ich osadach szczątkom organizmów o bioindykacyjnych właściwościach.

Wioślarki (Cladocera) należą do skorupiaków niższych i stanowią jeden z podstawowych składników zooplanktonu jeziornego (Kajak, 2001). Duża przydatność do badań limnologicznych, a zwłaszcza paleolimnologicznych tej grupy organizmów wynika ze stałości ich wymagań ekologicznych i możliwości zachowania w osadach chitynowych elementów ich pancerzyka, co pozwala na identyfikację szczątków do poziomu gatunku (Szeroczyńska, 1985). Cladocera, dzięki swoim małym rozmiarom (poniżej 1mm), możliwości zachowywania jaj przetrwalnikowych, które mogą być przenoszone przez ptaki do nowo kolonizowanych zbiorników oraz możliwości rozmnażania partogenetycznego są o wiele bardziej ekspansywne i mobilne niż inni więksi przedstawiciele życia wodnego, zatem ich reakcja na zmiany faz rozwoju środowiska jest szybsza i bardziej wyrazista niż innych większych organizmów (Frey, 1962). Wysoka efektywność analizy szczątków Cladocera w osadach przy odtwarzaniu warunków środowiskowych późnego glacjału i holocenu spowodowała zainteresowanie możliwością wykorzystania tej metody także dla osadów starszych, sprzed ostatniego zlodowacenia.

Na świecie przebadano pod kątem zawartości szczątków Cladocera tylko kilka stanowisk starszych osadów m.in. w Japonii (Tsukada, 1972; Kadota, 1975) i w Kanadzie (Hann, Karrow, 1984, 1993). W Europie pierwszą pełną analizę subfossilnych Cladocera ze zbiorników jeziornych z okresu interglacjału eemskiego przeprowadzono w Danii (Frey, 1962). W Polsce pierwsze próby wykonania tej analizy w starszych osadach przeprowadzono w materiale z Konina (Szeroczyńska w: Tobolski, 1991).

Na obszarze Polski znanych jest kilkaset stanowisk jeziorno-torfowiskowych obejmujących interglacjał eemski i wczesny vistulian. których osady były przedmiotem badań głównie palinologicznych (ponad 300 profili, m. in.: Mamakowa, 1989; Bruj i Krupiński, 2001; Dobracka i Winter, 2001; Granoszewski, 2003; Kupryjanowicz, 2008). Charakter podjętych przeze mnie badań miał na celu wykorzystanie analizy kopalnych szczątków wioślarek jako źródła nowych danych o środowisku jeziorno-bagiennym w interglacjał eemskim i vistulianie celem wzbogacenia istniejącego stanu wiedzy.

W pracach wchodzących w skład osiągnięcia naukowego podjęłam się szczegółowego rozpoznania warunków, jakie występowały w środowisku jeziorno-bagiennym w świetle zmian składu gatunkowego Cladocera, których szczątki zachowały się w osadach. W ramach realizacji prac stanowiących osiągnięcie naukowe podjęłam się następujących zadań:

- 1. Modyfikacja metody preparacji prób do analizy Cladocera, opis stanu zachowania szczątków i składu gatunkowego (Niska, 2012 - [A1])**
- 2. Rekonstrukcja rozwoju jezior interglacjału eemskiego w oparciu o analizę kopalnych szczątków wioślarek. (Niska, Mirosław-Grabowska 2015 - [A2], Niska, 2015 - [A3])**
- 3. Odtworzenie reakcji środowiska jeziorno-bagiennego na ochłodzenie wywołane zlodowaceniem Wisły na podstawie zmian składu gatunkowego Cladocera zachowanego w osadach. (Mirosław-Grabowska et al., 2016 - [A4], Niska, 2016 - [A5])**

Wyniki

- 1. Modyfikacja metody preparacji prób do analizy Cladocera, opis stanu zachowania szczątków i składu gatunkowego.**

Opracowanie i udoskonalenie preparatyki szczątków Cladocera było praktycznym celem badawczym osiągnięcia habilitacyjnego, którego realizacja umożliwiała kontynuowanie pracy na materiale pochodzącym z osadów starszych od późnego glacjału. Szczegóły dotyczące metodyki przygotowania osadów organicznych pochodzących ze starszych interglacjałów do analizy kopalnych szczątków

Cladocera oraz stan zachowania szczątków i dominujące gatunki zostały opisane w publikacji **(Niska 2012, [A1])**.

Próbki do analizy Cladocera przygotowywano wstępnie według metody wymaganej przez IGCP – projekt 158 (Frey, 1986). Metoda opracowana dla IGCP – projekt 158 zaproponowana została dla osadów znacznie młodszych, w których chitynowe szczątki Cladocera są znacznie grubsze i twardsze, tym samym lepiej znoszą preparację. Koniecznością stało się zmodyfikowanie metody preparacji tak, aby zminimalizować uszkodzenia powstałe w procesie przygotowania prób do analiz mikroskopowych. Standardowa metoda zakładała pobranie prób objętościowych (1cm³), jednakże silna konsolidacja osadu, typowa dla osadów starszych, spowodowała konieczność poboru prób wagowych o masie 1,5g osadu. Waga ta została ustalona po testach z różną masą próbek. Procedurę uzupełniono o pozostawienie próbek w wodzie destylowanej na 1-2 doby w celu rozluźnienia (maceracji) osadu przed dalszą analizą. W następnym etapie preparacji zredukowano temperaturę ogrzewania próbki zaproponowaną przez Frey'a do max. 60°C. Próbkę ogrzewano przez około 20 minut, skracając standardowy czas do połowy. Modyfikacji wymagało także zastosowanie rodzaju miesadła. Miesadło magnetyczne, w połączeniu z osadem mineralnym, powodowało rozcieranie szczątków Cladocera. Stosowano je jedynie do prób o zdecydowanej przewodzie materii organicznej. Do prób mineralnych używano miesadła mechanicznego o wolnych obrotach. Przeprowadzono szereg eksperymentów metodycznych, mających na celu uzyskanie „czystego” materiału badawczego. Próbki traktowano zimnym i gorącym roztworem KOH o różnych stężeniach. Osad gotowano także tylko w H₂O, ale bez pozytywnych efektów. Dobre rezultaty uzyskano dodając do ostatniego płukania na sicie kilka kropel detergentu. Pozwalało to na rozklejenie materiału organicznego i lepsze rozdzielenie szczątków Cladocera od resztek roślinnych. Pomimo modyfikacji metodyki, niektóre próbki należało przygotować kilkakrotnie, co znacznie wydłużało czas poświęcony analizom, ale pozwalało uzyskiwać poprawne merytorycznie wyniki, co znalazło potwierdzenie w korelacji z wynikami innych analiz (skład izotopowy, palinologia).

W wyniku analiz mikroskopowych stwierdzono, że szczątki Cladocera zdeponowane w okresie interglacjału eemskiego i vistulianu w porównaniu ze szczątkami pochodzącymi z młodszych osadów są cieńsze, bardziej zniszczone, z uszkodzoną strukturą i często brakiem charakterystycznych elementów umożliwiających oznaczanie gatunku. Stanowią wyjątkowo trudny materiał przy analizach jakościowych i ilościowych. Stosunkowo najlepiej zachowane były szczątki gatunków posiadających najgrubszy pancerz. Licznie występowały także „postabdomen” – zaodwłocza wioślarek. Zdecydowanie najtrudniejsze do oznaczeń były szczątki pochodzące z osadów gytii, szczególnie węglanowej, gdyż wysoka zawartość węglanu wapnia wpływa niszcząco na szczątki. Najlepiej zachowane były szczątki w torfach. Dość dobry stan prezentowały szczątki z osadów mułkowych, w łupkach najczęściej brakowało szczątków. Główną przyczyną złego stanu zachowania szczątków był czas jaki upłynął od ich depozycji i reakcje chemiczne zachodzące w osadzie. Niszcząco na szczątki wpływało także wysychanie materiału już po pobraniu.

Przedstawiony temat osiągnięcia habilitacyjnego oparty jest na szczegółowych badaniach szczątków Cladocera z ośmiu stanowisk z obszaru Polski. Próbki pobierałam z różną rozdzielczością w ścisłej korelacji z próbkami pobranymi do innych analiz. W profilu Solniki przeanalizowałam (kontynuacja i uszczegółowienie analizy) – 39 prób, Kaliska – 32, Ruszkówek – 30, Rzecino – 58, Kubłowo – 115. Łącznie wykonałam 274 próby.

Zróźnicowanie gatunkowe oraz dominujące gatunki Cladocera.

Kopalne szczątki Cladocera oznaczone w badanych osadach eemskich nie wykazują zasadniczych różnic w wielkości w stosunku do szczątków współczesnych. Czasami rejestrowano różnice związane z wielkością i grubością chitynowego pancerzyka, wynikające jednak z odmiennych warunków edaficznych i chemicznych panujących w badanych zbiornikach. W przebadanych zbiornikach

oznaczono 26 gatunków Cladocera. Wynik ten jest niższy w porównaniu z ilością szczątków oznaczanych w osadach z holocenu, gdzie oznaczano około 30 gatunków, ale wyższy niż w jeziorach późnoglacialnych, w których identyfikowano od kilku do kilkunastu gatunków Cladocera (Szeroczyńska, Zawisza 2007), co można by porównać do ilości szczątków oznaczonych we wczesnym i środkowym vistulianie. Całkowita liczba osobników identyfikowanych w każdej próbce (w 1 cm³ lub w 1,5g) nie przekraczała 6000. Koncentracja szczątków była niższa niż w osadach pochodzących z holocenu. Mniejsza liczba szczątków w osadach eemskich może być wynikiem oddziaływania procesów niszczących na szczątki a także większą trudnością ich rozpoznania.

W zbiornikach eemskich dominującą grupę gatunków, a zarazem najbardziej zróżnicowaną, stanowiła grupa form litoralnych z rodziny Chydoridae. Gatunki z tej rodziny stanowią najciekawszy materiał badawczy informujący o stanie strefy brzegowej. Gatunki te są najlepszymi wskaźnikami zmian temperatury i środowiska (Poulsen, 1944; Goulden, Frey, 1958; 1964). Z rodziny Bosminidae wystąpiły gatunki: *Bosmina longirostris*, *Eubosmina longispina*, *Eubosmina coregoni*, a z rodziny Daphnidae gatunki z grupy *Ceriodaphnia* sp., *Daphnia pulex* group, *Daphnia longispina* group. Rodziny te żyją głównie w strefie otwartej wody stanowiąc element środowiska pelagicznego (Lampert & Sommer, 2001). Niektóre z nich, zwłaszcza z rodziny Daphnidae, są rzadko spotykane w osadach ze względu na słabe zachowanie pancerzyka chitynowego. W osadach znajdowane były głównie ich ezipia i kolce postabdominalne. Gatunki te są bardzo ważne, ponieważ są dobrymi wskaźnikami zmian poziomu wody w zbiorniku i wskazują na stan trofii (Alhonen, 1970). Z rodziny Sididae występował jeden gatunek – *Sida crystallina*, który jest gatunkiem migrującym.

Skład gatunkowy Cladocera w osadach uzależniony był od wieku i stadium rozwoju jeziora, tempa zmian, jakie w nim zachodziły oraz morfometrii zbiornika. Głębokość zbiornika miała istotny wpływ na zapis w osadzie reakcji zooplanktonu na zmiany klimatyczne. Dla zbiorników w okresie inicjalnym, których początek rozwoju datowany był na końcowy etap zlodowacenia Warty, charakterystyczne były gatunki pionierskie: *Alona affinis*, *Alona guttata*, *Chydorus sphaericus* i *Alona quadrangularis*. W początkach interglacjału eemskiego oprócz gatunków tolerujących chłodne wody (*Eurycercus lamellatus*, *Chydorus sphaericus*, *Acroperus harpae*), sporadycznie pojawiały się gatunki o wyższych wymaganiach termicznych, np.: *Camptocercus rectirostris*. W kolejnym okresie najwyższą liczebność osiągnęły gatunki żyjące wśród roślin wodnych: *Acroperus harpae*, *Alona guttata*, *Alona affinis*, *Chydorus sphaericus*, *Eurycercus lamellatus* i ciepłolubny *Camptocercus rectirostris* oraz gatunek migrujący, bytujący także w osadach dennych – *Sida crystallina*. Pod koniec wczesnego interglacjału eemskiego w osadach zanotowano wzrost frekwencji gatunków ze strefy pelagicznej: *Bosmina longirostris*, *Eubosmina longispina*. W środkowym interglacjale nastąpiło prawdopodobnie obniżenie poziomu wody w zbiornikach, co odzwierciedliło się spadkiem frekwencji Cladocera. Dla tego okresu charakterystyczne były gatunki: *Alona affinis*, *Eubosmina coregoni*, *Alona guttata*, *Alonella nana*, *Bosmina longirostris*, *Eurycercus lamellatus*. Gatunki te charakteryzują się także dużą tolerancją termiczną. W okresie odpowiadającym początkowi późnego interglacjału eemskiego pojawił się *Monospilus dispar* – gatunek bytujący w piaskach, zwłaszcza w jeziorach mezotroficznych. W zbiornikach pojawił się także gatunek *Graptoleberis testudinaria*, spotykany często w wodach zawierających substancje humusowe (np. po okresowym zładowieniu). Koniec interglacjału eemskiego kończy funkcjonowanie większości zbiorników. W pozostałych przewagę osiągnęły gatunki tolerujące chłodne warunki: *Eubosmina coregoni*, *Bosmina longirostris* oraz *Alona affinis* i *Acroperus harpae*, *Chydorus sphaericus*. W okresie wczesnego vistulianu w zbiornikach dominowały odporne na niską temperaturę: *Acroperus harpae* i *Chydorus sphaericus*, licznie występowały także gatunki wskazujące na wyższy stan trofii: *Bosmina longirostris*, *Pleuroxus uncinatus*, *Alona quadrangularis* i *Disparalona rostrata*. W kolejnych chłodnych okresach w zbiornikach najliczniej występował ubikwistyczny *Chydorus sphaericus*. Co ciekawe, w chłodnych okresach przy wyższym poziomie wody w zbiornikach

obecne były, choć niezbyt licznie, gatunki o wyższych wymaganiach termicznych: *Pleuroxus uncinatus*, *Camptocercus rectirostris*.

2. Rekonstrukcja rozwoju jezior interglacjału eemskiego w oparciu o analizę kopalnych szczątków wioślarek. (Niska, Mirosław-Grabowska 2015 - [A2], Niska, 2015 - [A3])

Interglacjał eemski, korelowany z morskim stadium izotopowym MIS 5e (Martinson et al., 1987), rozpoczął się około 130.000 lat temu i skończył około 115.000 lat temu (Dahl-Jensen et al. 2013). Postępujący wzrost temperatury powietrza, jaki miał miejsce po ustąpieniu zlodowacenia Warty, umożliwił szybki rozwój środowiska przyrodniczego. Średnie temperatury lata wzrosły od 10°C (pod koniec zlodowacenia Warty) przez 16°C w początkach interglacjału eemskiego do 19–20°C podczas fazy grabowej (E5), aby pod koniec interglacjału obniżyć się do 10–11°C (Zagwijn 1996, Aalbersberg, Litt 1998).

Osady eemskie znajdują się poza zasięgiem czasowym metody datowania radiowęglowego. W związku z tym jedynie wyniki analizy palinologicznej dokumentują eemski i wczesno-vistuliański wiek osadów, stanowiąc podstawę chronostratygrafii. Z tego powodu przy omawianiu rozwoju zbiorników jeziornych posługiwałam się podziałem na regionalne poziomy pyłkowe (R PAZ E1-E7 – interglacjał eemski, EV1 –EV4 – wczesny vistulian) opracowanym przez K. Mamakową (1989).

Badane jeziora, których pełny rozwój odbywał się w interglacjale eemskim (MIS 5e), powstały u schyłku zlodowacenia Warty (MIS 6) lub we wczesnym interglacjale eemskim w obniżeniach: zagłębieniach rynnowych i wytopiskowych, które pozostały po deglacjacji i wypełnione zostały wodami z topniejących lodów. Cztery z nich znajdują się poza granicą maksymalnego zasięgu zlodowacenia Wisły (LGM): Solniki, Besiekierz, Kubłowo, Kuców IIc i cztery w obrębie maksymalnego zasięgu: Rzecino, Studzieniec, Kaliska i Ruszkówek. Każde z jezior rozwijało się nieco odmiennie, co wynikało z różnych warunków paleogeograficznych i paleoklimatycznych bliskiego im otoczenia. Badane stanowiska zlokalizowane są w różnych częściach Polski, od zachodu: zbiornik Rzecino (Polska NW), w części centralnej Kuców IIc (Kopalnia Bełchatów), Ruszkówek, Kaliska, Besiekierz i Kubłowo, bardziej na wschód – zbiorniki Studzieniec i Solniki (Podlasie). Osady wypełniające zbiorniki w początkowym stadium rozwoju stanowiły głównie mułki, a w zbiorniku Solniki, który rozpoczął swoje funkcjonowanie później – torfy.

Schyłek zlodowacenia Warty / wczesny interglacjał eemski (RPAZ: E1 – E2)

Początkowo wody zbiorników miały niską temperaturę. Zasiedlała je głównie fauna pionierska, odporna na niską temperaturę, niewielką przezroczystość wody i niską zawartość substancji organicznych. Pod koniec zlodowacenia Warty rozpoczęły swoje funkcjonowanie tylko trzy zbiorniki: Besiekierz, Studzieniec i Rzecino. W kolejnych zbiornikach fauna Cladocera została zidentyfikowana we wczesnym interglacjale eemskim, z wyjątkiem zbiornika Kaliska, gdzie szczątki Cladocera odnotowano dopiero w fazie korelowanej z poziomem palinologicznym E3. Do gatunków reprezentujących inicjalne stadia rozwoju zbiorników, przypadające na koniec zlodowacenia Warty i początek interglacjału eemskiego należały: *Chydorus sphaericus*, *Eurycercus lamellatus*, *Alona affinis*, *Alona guttata* i *Alona quadrangularis*. Pojawiały się także gatunki ze strefy otwartej wody: *Bosmina longirostris* i *Eubosmina coregoni* (zbiornik Rzecino), co może mieć związek z wyższym poziomem wody w zbiornikach w związku z dostawą wód z topniejących lodów. Gatunki zidentyfikowane w zbiornikach, z wyjątkiem *Chydorus sphaericus* i *Bosmina longirostris*, wskazują na wody o charakterze oligotroficznym. Wspomniane gatunki są wysoce odporne na różnorodne warunki jeziorne i choć stanowią wskaźnik stanu eutrofii, mogą przebywać także w zbiornikach mało żyznych. Największa liczba gatunków (5) wystąpiła w schyłkowej części zlodowacenia Warty w zbiorniku Rzecino. Może mieć to związek z łagodniejszym, bardziej oceanicznym klimatem występującym w NW Polsce. Podobna sytuacja wystąpiła także w zbiorniku Hinterste Mühle (Północne Niemcy, Börner

et al., 2017 [B14]), gdzie oznaczono 10 gatunków, w tym wymagające wyższej temperatury. Na przełomie końca zlodowacenia Warty i początku interglacjału eemskiego odnotowano znaczny spadek frekwencji wioślarek, co mogło być związane z przed-interglacjalnym, krótkotrwałym ochłodzeniem i obniżeniem poziomu wody. Stopniowo temperatura wody wzrastała. Najpierw sporadycznie, potem coraz częściej zaczynały pojawiać się gatunki z grupy preferujących cieplejsze wody - *Camptocercus rectirostris*, *Pleuroxus trigonellus*, *Pleuroxus (P) truncatus*. Wzrastał też poziom wody w zbiornikach. Grupa najliczniej występujących gatunków wzbogacona została przez gatunki ze strefy pelagicznej, co związane było z wystąpieniem na początku interglacjału eemskiego nieco wyższych opadów (Cheddadi, 1998). Początek interglacjału eemskiego obfitował także w gatunki ze strefy makrofitów: *Eurycercus lamellatus*, *Acroperus harpae*, *Alona guttata*, *Alona affinis*, *Camptocercus rectirostris*. Podczas wczesnego interglacjału eemskiego wyniki analizy Cladocera wskazały na wystąpienie, w tym stosunkowo chłodnym okresie, krótkotrwałych cieplejszych epizodów. Pod koniec wczesnego interglacjału eemskiego funkcjonowały już wszystkie badane jeziora, z wyjątkiem Kaliskiej. Poziom trofii utrzymywał się na poziomie oligo/mezotrofii. W zbiornikach występowała duża różnorodność gatunkowa, ale liczba osobników utrzymywała się na niskim poziomie.

Środkowy interglacjał eemski (RPAZ: E3 – E5)

Początek środkowego interglacjału związany był z wystąpieniem korzystniejszych warunków dla rozwoju zooplanktonu, co było związane prawdopodobnie ze znacznym wzrostem temperatury i utrzymującym się dość wysokim poziomem wody (Klotz et al., 2003). W okresie korelowanym z poziomem palinologicznym E3, przełom E3/E4 w wielu zbiornikach odnotowano wzrost różnorodności gatunkowej i liczby osobników poszczególnych gatunków. Rozpoczął funkcjonowanie zbiornik Kaliska, choć w jego osadach odnotowano szczątki tylko jednego gatunku związanego z roślinnością wodną – *Eurycercus lamellatus*. W zbiorniku Rzecino zdecydowanie wzrosła liczba gatunków, podobnie jak w zbiornikach Solniki, Studzieniec, Ruskówek. W zbiornikach tych odnotowano poprawę warunków bytowych związaną, m.in. ze wzrostem żyzności wód zbiornika, co odzwierciedla pojawienie się gatunków: *Pleuroxus trigonellus*, *Alonella exigua* i *Monospils dispar*. Taki skład gatunkowy wskazuje na stan mezotrofii w zbiornikach (Adamska, Mikulski, 1968). Jednak nie we wszystkich zbiornikach odnotowano w tym okresie wzrost frekwencji. W zbiornikach Kaliska i Kubłowo liczebność gatunków i frekwencja osobników utrzymywała się na niskim poziomie przez początek środkowego interglacjału, jednakże odnotowano wzrost poziomu trofii, na co wskazuje obecność gatunków: *Leydigia acanthocercoides*, *Chydorus sphaericus*, *Pleuroxus uncinatus* (Frey, 1958). Ogólnie podczas środkowego interglacjału eemskiego w zbiornikach dominowały gatunki związane z roślinami wodnymi i osadami dennymi. Pod koniec fazy korelowanej z poziomem palinologicznym E4 sytuacja w zbiornikach zaczęła się pogarszać. We wszystkich zbiornikach na przełomie poziomów E4/E5 i w pierwszej połowie E5 zaznaczył się w osadach zdecydowany spadek frekwencji Cladocera. W okresie środkowego interglacjału eemskiego w Europie centralnej temperatura powietrza najcieplejszego miesiąca osiągnęła najwyższy interglacjalny poziom, sumy opadów obniżyły się do około 200 - 300mm (Cheddadi et al. 1998), co sprzyjało wzrostowi parowania. W okresie tym mogła także zakończyć się dostawa wody z wytapiających się, zagrzebanych martwych lodów. Doprowadziło to do obniżenia poziomu wód gruntowych i w konsekwencji do obniżenia poziomu wody w jeziorach (Kupryjanowicz, 2007). Najszybciej do znacznego spadku poziomu wody doszło w zbiornikach Kuców IIc i Besiekierz, gdzie wpływ warunków klimatycznych doprowadził do znacznego osuszenia i odłożenia torfów. W zbiorniku Besiekierz sytuacja ta zakończyła się przekształceniem jeziora w torfowisko, które już nie odnowiło się w kolejnych okresach. Równie wyraźnie okres ten odzwierciedlił się w zbiorniku Studzieniec, w którym wystąpiło obniżenie frekwencji osobników wszystkich gatunków Cladocera. W zbiorniku Solniki, położonym bardziej na wschód, doszło w okresie E5 do obniżenia poziomu wody w jeziorze, a tym samym gorszych warunków dla rozwoju

zooplanktonu. Co ciekawe, w zbiorniku Solniki nie stwierdzono znaczącej zmiany w charakterze osadów. W zbiorniku tym bytowała jedynie *Alona affinis* i *Eubosmina coregoni*, które prawdopodobnie przetrwały w głębszej części zbiornika. W zbiorniku Kaliska i Ruszkówek w pierwszej części poziomu E5 odnotowano brak szczątków Cladocera. Pogorszenie warunków bytowych było prawdopodobnie związane, podobnie jak w innych eemskich zbiornikach, ze wzrostem temperatury wody i obniżeniem jej poziomu – na co wskazuje, np. wzrost koncentracji CaCO_3 w osadach. Konsekwencją tych procesów były zmiany innych parametrów wód zbiornika, jak przewodność, natlenienie oraz występowanie makrofitów, itp., co mogło uniemożliwić funkcjonowanie Cladocera. Faza ta znalazła odzwierciedlenie także w zbiorniku Kubłowo i Rzecino. Dla większości przebadanych zbiorników eemskich okres ten okazywał się krytyczny, w większych jeziorach dochodziło do drastycznego obniżenia frekwencji wioślarek i po poprawie warunków – odnowieniu jeziora (Ustków – Kołaczek et al., 2016 [B13]). W przypadku małych zbiorników konsekwencją tych zmian było przekształcenie w torfowisko i trwałe złądowanie (Ibramowice - Mirosław-Grabowska, Gąsiorowski, 2010, Starowlany - Niska, Kołodziej, 2015 [B24]).

Druga połowa okresu korelowanego z poziomem palinologicznym E5 wiązała się z poprawą warunków. Następowo stopniowe ochłodzenie i zwilgotnienie klimatu. Warunki te korzystnie wpłynęły na egzystencję jezior położonych w centralnej Polsce, a odzwierciedliło się to znacznym rozwojem fauny Cladocera. Uwidocznili się to zwłaszcza w osadach zbiorników Kaliska, Kuców IIc i Studzieniec, w których w okresie tym wystąpił wzrost frekwencji szczątków odzwierciedlający dogodne warunki do rozwoju fauny.

Późny interglacjał eemski (RPAZ E6, E7)

Późny interglacjał eemski to etap rozwoju zbiorników związany ze zdecydowaną poprawą warunków siedliskowych Cladocera. W końcowym okresie interglacjału eemskiego wystąpił znaczny spadek temperatury, jednakże opady były nadal stosunkowo wysokie – średnio powyżej 800 mm (Zagwijn, 1996). Spadek temperatury wpłynął korzystnie na kondycję fauny Cladocera bytującej w zbiornikach. Wyższe opady związane z wpływami klimatu oceanicznego (Zagwijn, 1996) spowodowały podniesienie poziomu wody i wzrost frekwencji większości gatunków Cladocera we wszystkich zbiornikach z wyjątkiem Besiekierza, który uległ złądowaniu. W większości zbiorników, z wyjątkiem Ruszkówka, okres korelowany z poziomem palinologicznym E6 i E7 był najlepszym do rozwoju fauny w całej historii funkcjonowania zbiornika.

W zbiornikach Solniki i Kubłowo – prawdopodobnie największych z badanych – liczba gatunków osiągnęła najwyższy poziom, wzrosła frekwencja wszystkich gatunków o różnych wymaganiach termicznych i bytujących w różnych środowiskach – związanych z osadami dennymi: *Alona quadrangularis*, *Monospilus dispar*, *Pleuroxus* sp., zamieszkujących strefę makrofitów: *Alona affinis*, *Acroperus harpae*, *Grabtoleberis testudinaria*, także tych preferujących głębsze wody: *Eubosmina coregoni*, *Bosmina longirostris*. Pojawiły się w zbiornikach gatunki o wyższych wymaganiach troficznych wskazując na stan mezo/eutrofii: *Leydigia leydigi*, *Leydigia acanthocercoides*, *Pleuroxus* sp. Stan ten, w tych dwóch zbiornikach, trwał do końca interglacjału, jednakże zaznaczyły się tu (E7) przynajmniej dwukrotne znaczne wahania frekwencji szczątków w osadach, które mogły być związane z krótkotrwałym ochłodzeniem. W zbiornikach Kuców IIc, Kaliska i Rzecino późny interglacjał związany był także z poprawą warunków. Jednakże poprawa zaznaczyła się głównie w fazie E6, w której wzrosła frekwencja osobników i liczba gatunków. W zbiornikach występowały gat. związane ze wzrostem trofii początkowo: *Monospilus dispar*, następnie *Pleuroxus uncinatus*, *Bosmina longirostris*, *Chydorus sphaericus* i wyższą temperaturą wody: *Camptocercus rectirostris*, *Grabtoleberis testudinaria*, *Pleuroxus* sp. Pod koniec interglacjału zaznaczył się w tych zbiornikach zdecydowany spadek frekwencji. Przyczyną tego stanu było prawdopodobnie obniżenie poziomu wody, np. w zbiorniku Kaliska stwierdzono w osadach odłożoną warstwę torfu w tym okresie. W zbiornikach tych

w poziomie E7 liczba gatunków była znacznie ograniczona i dominowały gatunki o szerokiej tolerancji środowiskowej: *Chydorus sphaericus*, *Alona affinis*, *Eurycercus lamellatus*. W zbiorniku Rzecino na stan taki mogło wpłynąć postępujące ochłodzenie związane ze zbliżającym się glacjałem. W dwóch zbiornikach: Studzieniec i Ruszkówek korzystniejszy okazał się okres korelowany z poziomem E7. W zbiorniku Ruszkówek najwyższa interglacialna frekwencja Cladocera została osiągnięta w okresie korelowanym z poziomem E4. W poziomie E7 nie odnotowano znacznego wzrostu liczebności, wyższą frekwencję osiągnęły tylko dwa gatunki: *Alona quadrangularis* i *Bosmina longirostris*, co związane jest z eutrofizacją zbiornika. W zbiorniku Studzieniec zauważyć można przesunięcie dogodnego okresu, który rozciągnął się na poziom E7 i wczesny vistulian (EV1). W okresie tym pojawiły się gatunki zarówno wymagające wyższej temperatury wody, jak i wyższej trofii. Jest to jedyny zbadany zbiornik eemski, gdzie najwyższa frekwencja Cladocera w historii zbiornika została zapisana w osadach korelowanych z pierwszym ochłodzeniem stadialnym wczesnego vistulianu.

Pod koniec późnego interglacjału jako pierwsze zanikają: zbiornik Kuców IIc oraz zbiornik Ruszkówek. W kolejnych zbiornikach – Rzecino, Kaliska, Solniki i Kubłowo frekwencja Cladocera zapisana w osadach zostaje drastycznie zredukowana.

3. Odtworzenie reakcji środowiska jeziorno-bagiennego na ochłodzenie wywołane zlodowaceniem Wisły na podstawie zmian składu gatunkowego Cladocera zachowanego w osadach.

Nadejście pierwszego ochłodzenia stadialnego zlodowacenia Wisły zmieniło warunki panujące w zbiornikach. Ochłodzenie klimatu wpłynęło na obniżenie temperatury wody, co spowodowało zmiany w sukcesji gatunków Cladocera. Pełne opracowanie sukcesji Cladocera w zbiornikach jeziornych od interglacjału eemskiego po stadia Rederstall posiadają w Europie tylko trzy zbiorniki: Solniki, Kubłowo i Ustków (Kołaczek et al. 2016 [B13]). Przedstawiona charakterystyka opiera się na zbiornikach Solniki i Kubłowo.

Wczesny vistulian (MIS 5d-a)

Stadiał Herning (EV1):

W osadach prawie wszystkich zbiorników, które przetrwały do początków zlodowacenia Wisły zaznaczył się zdecydowany spadek frekwencji odłożonych w osadach szczątków Cladocera. W najdalej wysuniętym na NW zbiorniku Rzecino zidentyfikowano tylko jeden gatunek: *Bosmina longirostris* oraz liczne efipia tego gatunku, co wskazuje na wystąpienie niekorzystnych warunków w zbiorniku, np. znacznego skrócenia okresu ciepłego (umożliwiającego rozwój). W osadach jeziora Kaliska zidentyfikowano 4 gatunki: *Chydorus sphaericus*, *Alona affinis*, *Alona guttata* oraz *Eurycercus lamellatus*. Wszystkie te gatunki wykazują odporność na niskie temperatury a trzy pierwsze wymienione zaliczają się do tzw. „arctic species” (Harmsworth, 1968). Także w zbiornikach Solniki i Kubłowo dominował eurytypowy gatunek *Chydorus sphaericus*, któremu towarzyszyły wspomniane wcześniej: *A. affinis*, small *Alona* oraz *Bosmina longirostris*, a w zbiorniku Solniki: *Eubosmina coregoni*. Jedynie w zbiorniku Studzieniec skład zooplanktonu przypominał ten z późnego interglacjału – w zbiorniku egzystowały gatunki wskazujące na wyższy poziom trofii: *Disparalona rostrata*, *Chydorus sphaericus*, *Bosmina longirostris*, *Plauroxus uncinatus*, a także związany z dnem *Alona quadrangularis* i bytujący wśród roślin wodnych *Alona guttata* i *Acroperus harpae*. Z gatunków preferujących wyższą temperaturę występował wspomniany *P. uncinatus*. Zmiany klimatyczne związane z końcem stadiału Herning wpłynęły na zmiany warunków sedymentacji i zakończenie funkcjonowania zbiorników: Kaliskiej, Studzieńca i Rzecina. W zbiorniku Kaliska osad jeziorny został zastąpiony piaskami rzecznyymi. Także w zbiorniku Rzecino zbiornik wypełnił się piaskami organicznymi pochodzenia lądowego. W zbiorniku Studzieniec gytie i mułki zastąpił torf, co świadczy o przekształceniu jeziora

w torfowisko. Ten niekorzystny okres przetrwały dwa największe i prawdopodobnie najgłębsze zbiorniki: Solniki i Kubłowo.

Interstadiał Brørup (EV2):

Ocieplenie klimatu związane z pierwszym ociepleniem interstadiąlnym zlodowacenia Wisły miało znaczący wpływ na poprawę warunków bytowych w zbiorniku i wzrost frekwencji Cladocera. W zapisie sukcesji Cladocera w zbiornikach Solniki i Kubłowo wyraźnie widać dwudzielność tego okresu.

W starszej części interstadiąlu Brørup, w porównaniu z wcześniejszym okresem, zdecydowanie wzrosła frekwencja osobników Cladocera i liczebność gatunków (Kubłowo – 17 gat., Solniki - 16). Charakterystyczne dla tego okresu jest występowanie wioślarek związanych z osadami dennymi, np.: *Pleuroxus* sp., *Alona quadrangularis*, *Monospilus dispar* i *Leydigia leydigi* a także żyjących wśród makrofitów, np. *Alona affinis*, *Camptocercus rectirostris*, *Acroperus harpae*, *Eurycercus lamellatus*. W zbiorniku Kubłowo, w pierwszej części interstadiąlu nie odnotowano gatunków ze strefy otwartej wody, natomiast w Solnikach obecne były: *Eubosmina coregoni* i *Bosmina longirostris*. Wzrost frekwencji gatunków ze strefy otwartej wody zaznaczył się w Kubłowie dopiero w młodszej części interstadiąlu. W obu zbiornikach wysoka była także frekwencja gatunków wskazujących na wyższy poziom trofii. W zbiornikach odnotowano obecność gatunków: *Chydorus sphaericus*, *Leydigia* sp., *Monospilus rectirostris*, *Pleuroxus* sp., które wskazują na stan mezo/eutrofii w jeziorach. Obecność wspomnianych wcześniej gatunków, takich jak: *Pleuroxus* sp., *Monospilus*, *Camptocercus* oraz *Graptoleberis testudinaria* wskazują także na wyższą temperaturę wód zbiorników, dogodną dla bardziej wymagających gatunków. Starsza część stadiąlu kończy się dość gwałtownym obniżeniem frekwencji wszystkich gatunków Cladocera. W zbiorniku Solniki egzystuje tylko kilka gatunków odpornych na niską temperaturę: *Ch. sphaericus*, *Alona affinis*, *Eubosmina coregoni*. W zbiorniku Kubłowo w tym okresie brak szczątków Cladocera w osadach.

W młodszej części interstadiąlu następuje ponowny wzrost frekwencji osobników i liczebności gatunków Cladocera. W zbiorniku Kubłowo odnotowano w tej fazie najwyższą w historii zbiornika liczbę gatunków (21) i najwyższą bioróżnorodność. W zbiorniku Solniki liczba gatunków wzrosła do 17, ale zdecydowanie zwiększyła się liczba osobników poszczególnych gatunków. Sytuacja ta wskazuje na wystąpienie dogodnych warunków do funkcjonowania zooplanktonu w jeziorach, porównywalnych do warunków z późnego interglacjału eemskiego. W zbiorniku Solniki w tym okresie dominującymi gatunkami były: *Alona quadrangularis*, *Alona affinis*, *Camptocercus rectirostris*, *Chydorus sphaericus*. Nastąpił spadek frekwencji gatunku *Eubosmina coregoni* – gatunku ze strefy otwartej wody i wzrost frekwencji *Bosmina longirostris*, co przy wyższej frekwencji także innych gatunków wskaźnikowych oznacza wzrost żyzności wody i możliwe obniżenie poziomu wody (Szeroczyńska, 1998; Nevalainen et al., 2013). W zbiorniku Kubłowo najwyższą liczebność osiągnęły: *A. affinis*, *C. sphaericus*, *C. rectirostris*, *Sida crystallina*, *Alonella nana*, small *Alona* i *Alona quadrangularis*. W zbiorniku zidentyfikowano w tym okresie znaczny udział gatunków ze strefy otwartej wody *B. longirostris*, *E. coregoni*, co może wskazywać na wyższy poziom wody w porównaniu z poprzednim okresem. W zbiorniku Kubłowo, podobnie jak w Solnikach, licznie reprezentowane były gatunki wskaźnikowe dla stanu mezo/eutrofii: *Pleuroxus* sp., *Leydigia acanthocercoides*, *Chydorus sphaericus*, *Bosmina longirostris*, *Monospilus dispar*, *Alonella exigua* (Adamska, Mikulski, 1968). W obydwu zbiornikach wystąpiły także gatunki wskazujące na wyższą temperaturę wody.

Stadią Rederstall (EV3):

Podobnie jak w przypadku interstadiąlu Brørup, zapis sukcesji Cladocera wskazuje na istnienie dwóch części stadiąlu Rederstall, jednakże podział ten jest widoczny tylko w zbiorniku Kubłowo. Dla osadów ze zbiornika Solniki brak informacji dotyczącej kompletności osadów z tego stadiąlu.

W pierwszej części stadiału nastąpiło obniżenie frekwencji Cladocera związane z postępującym ochłodzeniem. Spadła liczba gatunków i osobników Cladocera zidentyfikowanych w osadach (Kubłowo - 7 gatunków, Solniki - 6). W obu zbiornikach nie stwierdzono obecności szczątków o wyższych wymaganiach termicznych. W starszej części stadiału brak także gatunków ze strefy otwartej wody, co sugeruje obniżenie poziomu wody. W obydwu zbiornikach dominował gatunek *Chydorus sphaericus*, któremu towarzyszyła *Bosmina longirostris* - Kubłowo i *Alona quadrangularis* - Solniki.

W młodszej części stadiału doszło do poprawy warunków bytowych w zbiorniku Kubłowo. Także w ostatnich próbach analizowanych z profilu Solniki odnotowano wzrost frekwencji osobników Cladocera i pojawienie się gatunków ze strefy otwartej wody: *Ceriodaphnia* sp. Jednakże brak kontynuacji w osadach uniemożliwia wnioskowanie o dalszych zmianach, jakie zachodziły w jeziorze. W zbiorniku Kubłowo liczba gatunków wzrosła do 17, co wskazuje na znaczną poprawę warunków. Jednakże liczba osobników poszczególnych gatunków wciąż była niska. W drugiej części stadiału w zbiorniku Kubłowo pojawiły się także gatunki ze strefy otwartej wody: *Bosmina longirostris*, *Eubosmina coregoni*, *Daphnia pulex* group, co może świadczyć o wyższym poziomie wody. Co było pewnym zaskoczeniem, odnotowano także niewielką liczebność gatunków o wyższych wymaganiach termicznych, np. *Monospilus*, *Pleuroxus* sp., *Camptocercus rectirostris*. Podobna sytuacja, związana z obecnością gatunków ciepłolubnych, wystąpiła także w zbiorniku Ustków (Kończak et al. 2016 [B13]). Gatunki te zaliczane są do grupy tzw. „south temperate” (Hoffman, 2000), co może świadczyć o tym, że stadiał Rederstall nie był tak chłodny jak się powszechnie przyjmuje i że panowały w nim bardziej dogodne warunki do rozwoju zooplanktonu niż w stadiałach Herning, związane np. z dłuższym i cieplejszym okresem letnim.

Interstadiał Odderade (EV4):

W interstadiale Odderade funkcjonował już tylko jeden zbiornik Kubłowo. W interstadiale tym odnotowano ponowną poprawę warunków bytowych w paleojeziorze. W osadach tej fazy odnotowano obecność 21 gatunków Cladocera, jednakże liczebność osobników była dość niska. Dominowały gatunki: *Acroperus harpae*, *Alona affinis*, *Alonella nana*, *Camptocercus rectirostris*, small *Alona* i *Chydorus sphaericus*. Taki skład gatunkowy może świadczyć o obniżeniu poziomu trofii do poziomu oligo/mezotrofii. W zbiorniku zidentyfikowano także szczątki gatunków ze strefy otwartej wody, ale ich znikoma ilość świadczy raczej o utrzymującym się niskim poziomie wody. Stwierdzono także udział gatunków o wyższych wymaganiach termicznych: *Camptocercus*, *Monospilus*, *Plauroxus* sp. świadczących o nadal występujących dogodnych warunkach termicznych lub przy ich braku kompensujących je w części dogodnych warunkach siedliskowych i pokarmowych. Interstadiał Odderade był ostatnim okresem, w którym zanotowano obecność gatunków ciepłolubnych. Pod koniec interstadiału odnotowano ponowny spadek frekwencji osobników i liczby gatunków Cladocera.

Środkowy vistulian – Plenivistulian (MIS 3)

Stadiał Shalkholz:

Początek środkowego vistulianu związany był z postępującym zanikaniem szczątków Cladocera w osadach zbiornika Kubłowo. Początkowo w fazie tej stwierdzono obecność czterech gatunków Cladocera należących do odpornych na niską temperaturę: *Chydorus gibbus*, *Alonella nana*, *Chydorus sphaericus* i *Bosmina longirostris*, następnie w zbiorniku pozostał jedynie *Chydorus sphaericus*. W części profilu brak jest zapisu sukcesji Cladocera, co było prawdopodobnie spowodowane niekorzystnymi warunkami.

Interstadiał Oreál

Podczas interstadiału Oreál do zbiornika Kubłowo powróciły tylko trzy gatunki: *Eubosmina coregoni*, *Bosmina longirostris* i *Chydorus sphaericus*. Wskazuje to na niewielką poprawę warunków umożliwiających życie wioślarkom, a także na nieco wyższy poziom wody. Te trzy gatunki są znajdowane w jeziorach przy niesprzyjających warunkach termicznych i troficznych, braku właściwej strefy makrofitów umożliwiającej życie gatunkom z rodziny Chydoridae, zazwyczaj podczas końcowych faz rozwoju jeziora (Bjerring et al, 2009).

Podsumowanie

Najważniejszym osiągnięciem przedkładanego cyklu publikacji jest zastosowanie analizy Cladocera do badań osadów interglacjału eemskiego, wczesnego i środkowego vistulianu, co przyczyniło się do pełniejszego poznania ewolucji jezior. Powstałe prace są najszerszym opracowaniem zawierającym rekonstrukcję rozwoju eemskich i wczesnovistuliańskich jezior na podstawie analizy Cladocera w Europie.

Wyniki te wzbogaciły dane dotyczące rozwoju zbiorników jeziornych. Dzięki szczegółowej analizie zawartych w osadach szczątków Cladocera możliwe było wychwycenie niewielkich zmian, jakie zachodziły w środowisku wodnym (drobne wahnięcia termiczne wody, zmiany trofii, poziomu wody, pH) szczególnie w chłodnym okresie (wczesnym i środkowym vistulianie), który rozpoznany został głównie w oparciu o analizę pyłkową roślin lądowych. Uzyskane wyniki potwierdziły szybszą reakcję zooplanktonu na niewielkie zmiany klimatyczne, pozwoliły także na uchwycenie zmian środowiskowych (np. obniżenie poziomu wody w poziomie E5), które nie zaznaczyły się w sposób wyraźny w litologii i zapisie pyłkowym.

Jak do tej pory w Polsce przebadanych jest pod kątem zawartości szczątków Cladocera tylko 20 stanowisk jeziornych z interglacjału eemskiego, w tym 17 mojego autorstwa. Ilość profili zanalizowanych pod względem zawartości kopalnych szczątków Cladocera w osadach jeziornych z okresu interglacjału eemskiego czyni obszar Polski najlepiej rozpoznanym na świecie.

W toku przeprowadzonych analiz zawartości szczątków Cladocera w osadach eemskich i vistuliańskich jezior, udoskonaliłam metodę preparacji szczątków ze starszych osadów niż późnoglacialne. Opisałam także stan zachowania szczątków i związane z tym trudności interpretacyjne. Scharakteryzowałam skład gatunków Cladocera (których szczątki zachowały się w osadach) występujących w jeziorach około 100 tys. lat temu.

Dzięki zastosowanej analizie Cladocera odtworzyłam historię rozwoju ośmiu jezior, które funkcjonowały od schyłku zlodowacenia Warty przez interglacjał eemski do środkowego vistulianu-około 70 tys. lat. W każdym ze zbadanych zbiorników stwierdzono występowanie podobnych etapów rozwoju, które zostały odzwierciedlone w zmianach składu zespołów Cladocera, a które były wynikiem regionalnych zmian klimatycznych. Na ogólne trendy, które zaznaczyły się w badanych jeziorach, nakładają się lokalne różnice zapisane w zmieniającym się składzie fauny, które są wynikiem zmian lokalnych warunków paleoklimatycznych i morfometrii jezior.

Odtworzony zapis zmieniającej się sukcesji wioślarek w osadach szczegółowo odwzorował zarówno duże zmiany klimatyczne zachodzące między glacjałami i stadiałami (zlodowacenie Warty, zlodowacenie Wisły, ochłodzenia stadialne) a ciepłymi interglacjałami i interstadiałami (interglacjał eemski, ocieplenia interstadialne), jak i zmiany klimatyczne o mniejszej randze, ale także dużym znaczeniu, np. ochłodzenie przed-interglacialne Warty, osuszenie klimatu w środkowym interglaciale eemskim, wahania klimatyczne w późnym interglaciale eemskim w okresie korelowanym z poziomem E7, trójdzielność interstadiału Brørup i dwudzielność stadiału Rederstall, potwierdzając znaczenie biostratygraficzne tej metody.

Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo - badawczych

III. Przebieg pracy naukowej i tematyka badawcza przed doktoratem

Tematyka przyrodnicza była mi bliska od wczesnych lat szkolnych. Studia na kierunku Geografia w Wyższej Szkole Pedagogicznej w Słupsku (obecnie Akademia Pomorska) podjęłam 1995r. Podczas pierwszego roku studiów wstąpiłam do Studenckiego Koła Naukowego Geografów. Po pierwszym roku studiów po raz pierwszy wzięłam udział w obozie naukowym prowadząc, pod kierunkiem dr J. Kaczmarzyka, badania związane z rozpoznaniem budowy geologicznej i głębokości występowania wód gruntowych w zlewni jeziora Żukówko. Od drugiego roku studiów byłam prezesem Studenckiego Koła Naukowego Geografów – organizowałam drugi obóz badawczy nad J. Żukówko, wyprawy naukowo-badawcze do Norwegii, Włoch, objazdową do Skandynawii (badania glaciologiczne na przedpolu lodowca Kjenndalsbreen), do polskich Parków Narodowych. Brałam udział w zjeździe EGEA (Europejskie Stowarzyszenie Geograficzne) w Rumunii. Aktywnie działałam na rzecz promocji uczelni, integracji studentów i pracowników, organizując Imprezy na Orientację, Bale Geografa, Bałtycki Festiwal Nauki, itp. Zaangażowałam się także w prace badawcze pracowników Instytutu Geografii oraz realizowałam badania do pracy licencjackiej związane z pomiarem prędkości przepływu w rzekach przymorskich oraz oznaczeniem cech osadów zdeponowanych w ich korytach. Podczas III roku studiów w 1997 r. wystąpiłam z referatem na Zjeździe PTG w Warszawie [C25]. Przygotowałam także artykuł [C26], który ukazał się w tomie „Przeobrażenie elementów środowiska geograficznego pod wpływem antropopresji”. Pod koniec III roku studiów otrzymałam propozycję zajęcia się tematyką związaną z oznaczaniem kopalnych szczątków Cladocera i dzięki pomocy prof. dr hab. Wacława Floraka nawiązałam współpracę z prof. dr hab. Krystyną Szeroczyńską z ING PAN w Warszawie. Bardzo zainteresowała mnie możliwość poznania analizy szczątków Cladocera do odtwarzania przeszłych warunków środowiskowych, jakie panowały setki i tysiące lat temu. Szczególnie ważną wydała mi się kwestia możliwości rekonstrukcji rozwoju zbiorników jeziornych, tempa ich zaniku oraz możliwość odtwarzania towarzyszących temu zmian klimatycznych. Metodyki poboru i przygotowania laboratoryjnego próbek oraz oznaczania chitynowych pancerzyków wioślarek uczyłam się podczas pobytów u prof. dr hab. K. Szeroczyńskiej w ING PAN. Współpraca zaowocowała przygotowaniem pracy magisterskiej pt. „Ewolucja południowej części Jeziora Obrowo Duże w świetle zmienności fauny Cladocera strefy płytkowodnej (profil D1)”. Celem prowadzonych badań było zrekonstruowanie ewolucji południowej części Jeziora Obrowo Duże. Strefa ta w wyniku zglądowania oddzieliła się od jeziora i przekształciła w torfowisko. W badanych osadach oznaczyłam 24 gatunki Cladocera związane głównie ze strefą makrofitów. W początkowej fazie rozwoju jeziora wody charakteryzowały się niską trofią, zaś w okresie optymalnego rozwoju wysoką trofią, co stopniowo doprowadziło do degradacji zbiornika jeziornego. Obrona pracy magisterskiej napisanej pod kierunkiem prof. dr hab. K. Szeroczyńskiej miała miejsce w czerwcu 2000r. We wrześniu 2000r. wyniki prowadzonych badań zaprezentowałam na konferencji „Geologia i geomorfologia pobraża i południowego Bałtyku” [C27] oraz opublikowałam jako rozdział w monografii (Niska, 2001, [B16]).

Po ukończeniu studiów podjęłam pracę w Gimnazjum nr 2 w Słupsku oraz kontynuowałam pracę badawczą. W październiku 2000r. rozpoczęłam niestacjonarne studia doktoranckie w Instytucie Nauk Geologicznych PAN. Temat pracy doktorskiej związany był z rekonstrukcją rozwoju zbiorników jeziornych pochodzących z okresu interglacjału eemskiego na podstawie analizy szczątków Cladocera. Praca ta miała duże znaczenie, gdyż do 2000r. w Polsce opracowane zostało pod kątem zawartości szczątków Cladocera tylko jedno stanowisko. Podjęte podczas doktoratu badania pozwoliły na odtworzenie historii rozwoju wybranych jezior w oparciu o zmianę składu gatunkowego Cladocera. Charakterystycznymi gatunkami dla interglacjału eemskiego zidentyfikowanymi w osadach były gatunki o niewielkich wymaganiach siedliskowych i dużej odporności na stres środowiskowy, np.: *Chydorus sphaericus*, *Alona quadrangularis*, *Alona affinis*, *Bosmina longirostris*, *Acroperus harpae*,

Camptocercus rectirostris. We wszystkich zbiornikach, od okresu inicjalnego stwierdzono następujące etapy rozwoju: ocieplenie klimatu i stopniowy wzrost temperatury wody, rozwój zooplanktonu, pojawienie się gatunków odpornych na początkowo niższą temperaturę wody o małych wymaganiach troficznych (zbiorniki oligotroficzne), np. *Alona guttata*, *Euryercu lamellatus* *Bosmina longispina*, *Alona affinis* – często także na początku pojawiał się ubikwistyczny *Chydorus sphaericus*; pogorszenie warunków i obniżenie poziomu wody, wycofywanie się większości gatunków Cladocera (okres korelowany z poziomem palinologicznym E4/E5); ponowna poprawa warunków bytowych (E6-E7) prawdopodobnie zwilgotnienie i wzrost poziomu wody, powrót gatunków ciepłolubnych i preferujących wyższą trofnię. Przyczyną zakończenia istnienia zbiorników jeziornych było obniżenie poziomu wody i przekształcenie ich w torfowiska. Wyniki badań prowadzonych podczas pracy doktorskiej prezentowane były na konferencjach krajowych [C29, C31, C32] i międzynarodowych [C28, 30]. Badania do doktoratu finansowane były w ramach grantu promotorskiego, którego byłam głównym wykonawcą (KBN: 2PO4D 008 26), kierownikiem grantu była prof. dr hab. Krystyna Szeroczyńska. Obrona pracy doktorskiej miała miejsce 23 marca 2005r.

IV. Tematyka badawcza po doktoracie. Omówienie osiągnięć naukowo badawczych nie będących podstawą ubiegania się o stopień doktora habilitowanego

Po uzyskaniu stopnia doktora, w lipcu 2005r., zostałam zatrudniona w Instytucie Geografii Akademii Pomorskiej na stanowisku adiunkta. Jednym z moich pierwszych celów było opublikowanie wyników pracy doktorskiej. Trzy artykuły prezentujące wyniki badań ukazały się w Polish Geological Institute Special Papers - ze stanowisk Solniki [B21] w 2005r., w Geological Quarterly ze stanowiska Besiekierz [B6] w 2005 i w Quaternary International ze stanowiska Studzieniec w 2006 roku [B7]. W 2008r. opublikowałam w wydawnictwie Akademii Pomorskiej monografię przygotowaną na podstawie doktoratu [B18]. Wyniki badań kopalnych Cladocera uzyskane podczas pracy nad doktoratem stanowią dla mnie bazę porównawczą przy dokonywaniu rekonstrukcji kolejnych zbiorników z okresu interglacjału eemskiego.

Po doktoracie kontynuowałam badania kopalnych szczątków Cladocera pochodzących z osadów z okresu interglacjału eemskiego i vistulianu. W dalszej pracy chciałam przeprowadzić analizy na większej próbie eemskich osadów jeziornych, aby zrewidować i uzupełnić informacje o eemskich wioślarkach oraz o rozwoju jezior w tym okresie w różnych regionach Polski, a także o reakcji paleojezior na postępujące ochłodzenie glacialne. W marcu 2012 roku złożyłam wniosek do Fundacji na rzecz Nauki Polskiej o Grant „Pomost Powroty”. Po otrzymaniu grantu, w sierpniu 2012 przystąpiłam do jego realizacji. Celem podjętych badań było odtworzenie kopalnego środowiska jeziornego, w tym zmian klimatu, w czterech jeziorach z obszaru Polski (część wschodnia i środkowa) istniejących ponad 100 tys. lat temu. Badania oparte zostały na analizie kopalnych szczątków Cladocera oraz analizie izotopów trwałych. Planowo badania miały zostać oparte na czterech profilach pochodzących ze zbiorników eemskich opracowanych palinologicznie. Jednakże zły stan zachowania szczątków w profilu Ustków oraz brak szczątków w kolejnych pozyskanych do badań profilach Banzin I i II (Niemcy) spowodował, że w konsekwencji analizy wykonałam dla 7 profili z 6 zbiorników, łącznie dla 406 prób: profil Starowlany – 26 prób, profil Kubłowo - 115 prób, profil Ustków – 80 prób, Banzin I, II – 40 prób i Solniki – 25, profil Choroszczewo – 120 prób.

Realizacja grantu przyczyniła się do nawiązania i kontynuowania współpracy z pracownikami naukowymi z 5 ośrodków akademickich z Polski i z Niemiec. Nawiązałam współpracę z geomorfologiem dr hab. Małgorzatą Roman z Uniwersytetu Łódzkiego z Katedry Nauk Geograficznych, z dr Piotrem Kołaczkiem - palinologiem z Uniwersytetu Poznańskiego z Wydziału Geografii i Nauk Geologicznych, z Andreasem Börner z Niemiec (State authority for Environment, Nature protection and Geology of Mecklenburg-Vorpommern - State Geological Survey) oraz

dr Moniką Lutyńską z Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu. Kontynuowałam współpracę z palinologiem dr hab. Mirosławą Kupryjanowicz z Uniwersytetu w Białymstoku oraz z dr hab. Joanną Mirosław –Grabowską (ING PAN), która zajęła się dokonaniem interpretacji oznaczeń izotopowych węgla, tlenu i azotu dla prób z kolejnych profili badawczych. Opracowane wyniki uzupełniły dane klimatyczne dla okresu interglacjału eemskiego – szczególnie występujących w okresie kończącym ocieplenie interglacjalne i poprzedzającym nadejście zlodowacenia Wisły wahań klimatu. W ramach grantu realizowana była praca magisterska stypendystki projektu Anny Kołodziej (Trochimiak). Studentka prezentowała wyniki badań na krajowych i zagranicznych konferencjach naukowych. Przygotowana praca magisterska została wysoko oceniona. Na podstawie wyników badań przygotowany został artykuł (Niska, Kołodziej, 2015 [B24]. Wyniki badań realizowanych w ramach grantu zostały opublikowane w 4 czasopismach z listy A, MNISW [A4, B10, B11, B13] i 2 w recenzowanych czasopismach anglojęzycznych [A5, B22]. Wyniki badań zostały także zaprezentowane na 5 krajowych i 4 międzynarodowych konferencjach.

1. Badania prowadzone na stanowiskach z okresu interglacjału eemskiego i wczesnego vistulianu.

Polska Północno-Wschodnia, Podlasie

Jednym z ciekawszych regionów obfitującym w osady eemskie jest obszar Podlasia. Materiały do badań z tego obszaru uzyskałam dzięki uprzejmości dr hab. Mirosławy Kupryjanowicz (Uniwersytet w Białymstoku), specjalistki z dziedziny palinologii interglacjału eemskiego. Współpraca z dr hab. M. Kupryjanowicz rozpoczęła się podczas realizacji grantu, w ramach którego wykonałam analizę Cladocera dla eemskiej części profilu Solniki. Kolejnym profilem, który otrzymałam od M. Kupryjanowicz był profil Starowlany. Zbiornik Starowlany położony jest w centralnej części Wzgórz Sokółka. Analiza Cladocera objęła 20 prób, w których oznaczyłam szczątki 17 gatunków Cladocera należących do trzech rodzin: Chydoridae, Sididae, Bosminidae. Szczątki cechował słaby stan zachowania. Zdecydowaną przewagę posiadały gatunki ze strefy litoralnej – 16. Jedynym gatunkiem ze strefy otwartej wody była *Eubosmina coregoni*. Na podstawie analizy Cladocera stwierdzono, że zbiornik ten rozpoczął funkcjonowanie z początkiem interglacjału eemskiego. W osadach z tego okresu zachowały się szczątki pionierskich gatunków wioślarek należących do tzw. „arctic species”: *Chydorus sphaericus*, *Alona affinis* oraz *Acroperus harpae*, *Alonella nana* i *Eurycercus lamellatus* (Hofmann 2000), co świadczy o niskiej temperaturze wód tego zbiornika w najstarszym badanym okresie. Stopniowo temperatura wody i poziom trofii zaczął wzrastać, na co wskazuje pojawienie się w zbiorniku takich gatunków jak *Camptocercus rectirostris*, *Sida crystallina*, *Pleuroxus trigonellus* i *Acroperus elongatus*, *Leydigia acanthocercoides* oraz *Alonella exigua*, który jest wskaźnikiem stanu β -mezotrofii w zbiorniku (Adamska, Mikulski, 1968). Pod koniec środkowego interglacjału eemskiego zbiornik Starowlany skończył funkcjonowanie i przekształcił się w torfowisko. Wyniki badań ze zbiornika Starowlany zostały opublikowane w artykule współautorskim ze studentką Anną Kołodziej w *Studia Quaternaria* [B24]. Z tego regionu opracowywane są także wyniki badań analizy Cladocera dla profili Choroszczewo i Jałówka.

Polska Centralna

Obszar Polski centralnej także obfituje w eemskie zbiorniki, co związane jest z funkcjonowaniem tu podczas interglacjału eemskiego pojezierza (Roman, 2016). Jednym z najbardziej interesujących analizowanych profili z tego obszaru był profil Ustków. Wykonanie analizy Cladocera dla tego profilu dało mi możliwość współpracy z dr Piotrem Kołaczkiem. Celem badań było odtworzenie zapisanych w osadach 40 tysięcy lat historii jeziorno-torfowiskowego zbiornika - stromościennego kotła wytopiskowego. Analizę Cladocera wykonałam dla 80 prób z tego profilu. Badania tej sekwencji

osadów ujawniło 5 głównych zmian ekosystemu. Trzy fazy jeziorne: ciepłe jezioro we wczesnym i środkowym interglacjale i dwa chłodne jeziora w stadiale Herning i Rederstall oraz dwie fazy torfowiskowe w środkowym i późnym interglacjale oraz w interstadiale Brørup. Generalnie okresy cieplejsze prowadziły do lądowania zbiornika, natomiast chłodniejsze okresy do jego odnowienia. W początkach istnienia ciepłego jeziora wytopiskowego w zbiorniku funkcjonowały pionierskie gatunki: *small Alona*, *Acroperus harpae* i *Sida cristallina*. Stopniowo, w środkowym interglacjale, poziom trofii i temperatura podnosiła się, na co wskazuje obecność gatunków: *Monospilus dispar*, *Pleuroxus trigonellus*, *Leydigia leydigi*, a następnie *Bosmina longirostris* i *Chydorus sphaericus*. Etap ten kończy zładowienie zbiornika i przekształcenie w torfowisko. Odnowienie zbiornika nastąpiło w stadiale Herning, jednak ze względu na niską temperaturę wody w zbiorniku funkcjonował tylko jeden gatunek ubikwistyczny: *Chydorus sphaericus*. Poprawa warunków termicznych w interstadiale Brørup doprowadziła do ponownego przekształcenia jeziora w torfowisko. Ze względu na niski poziom wody w zbiorniku funkcjonowały tylko trzy gatunki: *Chydorus sphaericus*, *small Alona* i *Alona excisa*. Kolejne odnowienie jeziora nastąpiło w stadiale Rederstall. Pomimo, wydawałoby się niekorzystnych warunków termicznych, w zbiorniku znacznie wzrosła liczba gatunków (13) i osobników. Dominowały gatunki o szerokiej tolerancji środowiskowej wskazujące także na wzrost trofii: *Bosmina longirostris*, *Chydorus sphaericus*, *small Alona*, *Disparalona rostrata*, *Pleuroxus trigonellus* i *Monospilus dispar*. Pojawiły się także gatunki wskazujące na wyższą temperaturę wody, co może wskazywać na panowanie bardziej dogodnych warunków do rozwoju Cladocera w stadiale Rederstall. Wyniki badań tego profilu w zespole współautorskim zostały opublikowane w *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* w 2016r. [B13].

Kolejne badane zbiorniki: Kaliska i Ruszkówek położone w centralnej Polsce były już wzmiankowane w osiągnięciu naukowym w artykule przeglądowym [A1]. Wyniki badań tych profili zostały opublikowane w artykułach: Kaliska [B8] i Ruszkówek [B9]. Cechą wspólną obydwu profili jest występowanie wysokiej zawartości CaCO₃ w osadach. W zbiornikach dominowały gatunki litoralne, których skład kontrolowany był przez zmiany temperatury i żyzność wód zbiornika. Początkowo w zbiornikach dominowały gatunki pionierskie *Chydorus sphaericus*, *Alona affinis* i *Eurycercus lamellatus*. Z gatunków planktonicznych występował gatunek *Bosmina longirostris* związany bardziej ze wzrostem trofii. Podczas najcieplejszego okresu w zbiornikach dominowały gatunki związane z roślinami wodnymi i osadami dennymi. W pierwszej części fazy E5 w obydwu zbiornikach odnotowano brak szczątków Cladocera. Pogorszenie warunków bytowych było prawdopodobnie związane ze znacznym obniżeniem poziomu wody w jeziorach. Późny interglacjał związany był w obydwu zbiornikach ze wzrostem frekwencji osobników i liczbą gatunków. Zbiornik Ruszkówek kończy swoje istnienie wraz z nastaniem zlodowacenia Wisły. Zbiornik Kaliska funkcjonował jeszcze we wczesnym vistulianie - oznaczone szczątki należały do gatunków tolerujących chłodne wody.

Kopalnia Węgla Brunatnego Bełchatów

W 2014 roku podjęłam współpracę z dr Lucyną Wachecką-Kotkowską i prof. dr hab. Dariuszem Krzyszkowskim, której celem było odtworzenie rozwoju zbiornika eemskiego odsłoniętego w Kopalni Węgla Brunatnego Bełchatów. Osady do badań pobrano z północno-wschodniej części odkrywki Szczerców. Analizę Cladocera przeprowadziłam dla 13 prób. Analiza wykazała, że osady zawierają dobrze zachowane szczątki różnorodnych gatunków Cladocera. Większość wśród 18 oznaczonych gatunków należało do grupy litoralnych, bytujących wśród roślin wodnych i w osadach dennych. W przeanalizowanych próbach zdecydowaną mniejszość stanowiły gatunki z grupy głębokowodnych. Zidentyfikowano efipia gatunków: *Ceriodaphnia* sp. oraz *Daphnia pulex* group. Przewaga gatunków litoralnych świadczy o płytkowodnym charakterze zbiornika lub pobraniu rdzenia z płytkiej strefy jeziora. Analizę zawartości kopalnych szczątków Cladocera wykonano dla osadów z segmentów: I, II, III. Ze względu na zmienną sukcesję gatunków Cladocera wyraźnie rysuje się dwudzielny podział

profilu. Bogatszym składem gatunkowym charakteryzowała się część rdzenia korelowana z okresem interglacjału eemskiego (segment II i III). Pod koniec interglacjału eemskiego mogło dojść do obniżenia pH wody, na co wskazuje zwiększona frekwencja gatunku *Alonella excisa*. W części profilu obejmującej segment I – wczesny vistulian frekwencja gatunków była uboga. Wyniki badań przeprowadzone wraz z zespołem badawczym były prezentowane na XXII Konferencji Stratygrafia Plejstocenu Polski [C50, C51]. Zostały także opublikowane w Quaternary International (Wahecka-Kotkowska L. et al., 2016 [B12]). Badania w kopalni Bełchatów będą kontynuowane (profil Szczerców). Profil będzie prezentowany na XXIV Konferencji Stratygrafia Plejstocenu Polski.

Pobrzeże Gdańskie - profil Łęczyce

Kolejny badany profil pochodził ze stanowiska Łęczyce położonego na Pomorzu Gdańskim, gdzie eemskie stanowiska są rzadkością. Osady do badań zostały udostępnione dzięki uprzejmości dr Roberta Sokołowskiego (Uniwersytet Gdański). Analiza Cladocera została wykonana w 83 próbach wg. zmodyfikowanej metody. Wydzielono 4 główne fazy rozwoju zespołów Cladocera, tożsame z fazami rozwoju jeziora. W osadach zidentyfikowano gatunki z grupy głębokowodnych: *Bosmina longirostris* i *Eubosmina coregoni*, *Daphnia pulex* -group, *Ceriodaphnia* sp. a także gatunki litoralne: *Acroperus harpae*, *Alona quadrangularis*, *Alona affinis*, *Sida crystallina*, *Alona* small, *Eurycercus lamellatus*. Taki skład gatunkowy wskazuje na głębszy zbiornik z wykształconą strefą litoralną z makrofitami. W osadach występowały także szczątki gatunków wskazujących na wyższą żyzność wody: *Chydorus sphaericus*, *Disparalona rostrata*, jak i na wyższą temperaturę wody: *Pleuroxus trigonellus*, *Camptocercus rectirostris*. Najwyższą różnorodność gatunkową oraz najwyższą frekwencję szczątków zanotowano w zbiorniku na głębokości 5,4m – 3,8m, co wskazuje na optymalne warunki bytowania - dość głęboki, ciepły, żyzny zbiornik. Po ukończeniu analiz palinologicznych i opracowaniu chronostratygrafii dla tego profilu uzyskane wyniki będą mogły stanowić materiał porównawczy dla wyników analizy Cladocera uzyskanych dla zbiornika Rzecino z północnej Polski oraz zbiorników z Niemiec z obszaru Pomorza Wschodniego. Wyniki badań były prezentowane na dwóch konferencjach: XII Konferencja Stratygrafia Plejstocenu Polski [C48] oraz INQUA [C52].

Niemcy – Pomorze Wschodnie

We współpracy z dr Andreasem Börnerem (Geological Survey of Mecklemburg-Vorpommern) i międzynarodowym zespołem badaczy wykonałam analizę Cladocera w osadach interglacjału eemskiego dla czterech profili z NE Niemiec: Banzin I i Banzin II (SW-Meklemburgia), Hinterste Mühle (Meklemburgia) i Beckentin (Meklemburgia). Analizy dla wszystkich profili zostały wykonane wg. zmodyfikowanej metody. W osadach pobranych ze stanowiska Banzin nie zidentyfikowałam szczątków Cladocera, brak było także innych szczątków zwierzęcych w osadach. Prawdopodobną przyczyną takiej sytuacji było zasolenie wód zbiornika. Wyniki badań dla tego profilu były prezentowane na konferencji INQUA (Litwa) w 2014r. [C45]. W drugim analizowanym zbiorniku - Hinterste Mühle analiza Cladocera została wykonana w 22 próbach. Oznaczono 14 gatunków Cladocera, w tym 10 gatunków bytujących w płytkich wodach, wśród roślin wodnych. Zbiornik rozpoczął funkcjonowanie w okresie schyłku zlodowacenia Warty. Prawdopodobnie najwyższy poziom wody występował na początku zapisu sukcesji wioślarkowej, o czym świadczy obecność gatunku ze strefy otwartej wody *Daphnia* sp. Na dobre warunki do rozwoju zooplanktonu wskazuje także duża różnorodność gatunkowa, w tym także gatunki z grupy ciepłolubnych: *Pleuroxus trigonellus* i *Camptocercus rectirostris*. Stopniowo ze zbiornika wycofywały się gatunki preferujące czyste i spokojne wody, spadła frekwencja gatunków bytujących wśród roślin wodnych, wzrasta frekwencja efipiów, co może wskazywać na pogorszenie warunków bytowych. W środkowym interglacjale gatunkiem dominującym była *Alonella excisa*, gatunek ten może wskazywać na obniżenie pH wody w zbiorniku. W późnym interglacjale eemskim w zbiorniku bytował tylko jeden gatunek: *Chydorus*

sphaericus. Wyniki badań były prezentowane na konferencjach: International Symposium INQUA Peribaltic Working Group [C55], XXIII Konferencja Stratygrafia Plejstocenu [C56] i na Uniwersytecie w Dreźnie [C57] (Deuqa-Tagung Dresden). Obecnie we współpracy z tym samym zespołem analizuję stanowisko Beckentin, które obejmuje schyłek zlodowacenia Saalian i interglacjał eemski do poziomu palinologicznego E6.

2. Analiza Cladocera wykonywana dla osadów starszych od interglacjału eemskiego.

Analiza Cladocera znalazła także zastosowanie w badaniach osadów ze starszych interglacjałów. W 2014 roku podjęłam się analizy osadów organicznych ze żwirowni "Książnica" w Krzczonowie (k. Świdnicy), których wiek został określony na interglacjał mazowiecki. Analizę zawartości kopalnych szczątków Cladocera wykonałam dla 43 prób. Próbkę do analizy Cladocera przygotowano według zmodyfikowanej metodyki. Analiza Cladocera wykazała obecność chitynowych elementów pancerzy wioślarek w pięciu próbkach. Oznaczono cztery gatunki: *Eurycercus lamellatus*, *Acroperus harpae*, *Chydorus sphaericus*, small *Alona* oraz efipia (jaja przetrwalnikowe) small *Alona*. Oznaczone gatunki wykazują odporność na niższe temperatury. Wszystkie oznaczone gatunki należą do bytujących w strefie płytkowodnej –litoralnej, wśród roślin wodnych i mogą wskazywać na istnienie chłodnego, mniej zasobnego w pokarm zbiornika. Jak do tej pory jest to jedyny profil z okresu interglacjału mazowieckiego, dla którego wykonano analizę Cladocera. Stan oznaczonych szczątków Cladocera był na tyle dobry, że umożliwił ich identyfikację, jednakże szczątki były bardzo nieliczne. Wyniki badań osadów ze stanowiska w Krzczonowie zostały przedstawiane na XXII Konferencji „Stratygrafia plejstocenu Polski” [C49], INQUA [C58]. Został także złożony manuskrypt do czasopisma Quaternary International pt. „A new site of Holsteinian (Mazovian) limnic deposits in the Książnica outcrop at Krzczonów (near Świdnica), Sudetic Foreland” (Krzyszowski D. et al.).

Podsumowanie: Łącznie wykonałam analizę Cladocera dla osadów starszych od późnego glacjału dla 21 stanowisk (stanowisko Banzin 2 profile) - 20 stanowisk obejmujących interglacjał eemski i vistulian i jedno stanowisko z interglacjału mazowieckiego. Pełne profile wykonałam dla 18 stanowisk, w trzech wykonałam badania pilotażowe (Chabielice, Faustynów, Horoszki Duże). Cztery stanowiska czekają na opublikowanie wyników badań.

3. Badania szczątków Cladocera z osadów późnego glacjału i holocenu w Polsce

Badania osadów późnoglacialnych i holocenów prowadzone były głównie w ramach badań statutowych Instytutu Geografii i Studiów Regionalnych Akademii Pomorskiej (IGiSR AP).

Jezioro Obrowo Duże, rynna Jeziora Jasień

W 2008 roku wraz z dr Grażyną Miotk-Szpiganowicz (PIG, Oddział Geologii Morza) podjęłam się próby odtworzenia ewolucji środowiska przyrodniczego w rynnie Jeziora Jasień. W tym celu wykorzystane zostały wyniki badań prowadzonych w ramach pracy magisterskiej. Osady do analizy Cladocera pobrano z dwóch profili z torfowiska przylegającego do jeziora Obrowo Duże. Wyniki analizy Cladocera zostały uzupełnione i ponownie przeanalizowane pod kątem korelacji z wynikami analizy palinologicznej, co pozwoliło na odtworzenie głównych zmian warunków hydrologicznych wspólnych dla całego rejonu. Najstarsze podniesienie poziomu wody w jeziorze Jasień zapisało się w młodszej części okresu borealnego zwiększeniem obszaru siedlisk wilgotnych. Następny wzrost poziomu wody miał miejsce w starszej części okresu atlantyckiego, stadium to charakteryzowało się krótkotrwałym podniesieniem poziomu wody zbiornika, na co wskazuje obecność gatunku *Eubosmina coregoni* oraz postępującym zwiększaniem trofii wód, co potwierdza udział *Alonella exigua*. W drugiej połowie okresu atlantyckiego rozpoczęło się stopniowe obniżanie poziomu wody. Niski stan wody utrzymywał się do okresu średniowiecza. W zbiorniku oznaczono głównie gatunki bytujące w żyznych, mętnych

wodach. Stwierdzono, że w najmłodszym okresie holocenu, w rynn timer jeziora Jasień, wystąpiła postępująca tendencja do obniżania się poziomu wody. Był to wynik zarówno wcześniejszych zmian klimatycznych, jak i wpływu antropogenicznego. Obniżanie poziomu wody wiązało się ze wzrostem trofii wód zbiornika oraz zarastaniem jego płytszych obszarów (Miotk-Szpiganowicz G., Niska M., 2008 [B17]).

Dolina rzeki Słupi – odcinek ujściowy, paleomeander

Badania biostratygraficzne osadów rzeki Słupi zostały wykonane w ramach projektu badawczego KBN (8 T12E 062 21) pt. "Określenie metodami bezinwazyjnymi przebiegu dolin rzecznych w dnie morza, na przykładzie Słupi". Wykonane analizy dla osadów z rdzeni ze strefy przybrzeżnej wykazały brak szczątków Cladocera. Szczegółowe analizy biostratygraficzne, zarówno szczątków Cladocera jak i pyłkowe, wykonano dla osadów rdzenia Ustka 3. Analizę Cladocera wykonano dla 54 prób. Szczątki były źle zachowane i posiadały niską frekwencję. Stwierdzono obecność 15 gatunków należących do dwóch rodzin Chydoridae i Sididae. W zbiorniku, wyróżniono trzy fazy rozwoju zespołów Cladocera, co wiąże się równocześnie z etapami rozwoju zbiornika jeziornego. Etap I obejmuje fazę związaną z ubogim składem gatunkowym zooplanktonu, reprezentowanym jedynie przez dwa gatunki: *Chydorus sphaericus* i *Alonella nana* tolerujące niską temperaturę wody i niewielką ilość substancji pokarmowych, co wskazuje, że ówczesny zbiornik był chłodny i oligotroficzny. Etap II odpowiadający okresowi atlantyckiemu związany był z podniesieniem poziomu wody i wystąpieniu dogodnych warunków troficznych. Wpłynęło to na zwiększenie liczebności osobników i gatunków Cladocera. W ostatnim etapie rozwoju zbiornika, datowanym palinologicznie na okres subborealny, doszło do jego przekształcenia w torfowisko. Na powstałym torfowisku występował tylko jeden ubikwistyczny gatunek – *Chydorus sphaericus*. Dzięki wykonanym analizom Cladocera i palinologicznym możliwe było odtworzenie etapów rozwoju badanego zbiornika zlokalizowanego w ujściowym odcinku rzeki Słupi (Miotk-Szpiganowicz G., Niska M., 2010 [B19]).

Dolina Jarosławianki – zbiornik antropogeniczny staw młyński

Przedmiotem badań były osady zakumulowane w dawnym stawie młyńskim w dolinie Jarosławianki w okolicy miejscowości Stary Kraków (Równina Sławieńska). Osady do badań pobrane zostały przez dr hab. Jerzego Jonczaka w 2010 roku w ramach prac gleboznawczych. Celem wykonania analizy Cladocera było odtworzenie historii zmian, jakie zachodziły w środowisku wodnym stawu młyńskiego od jego powstania w 1351 roku do zakończenia funkcjonowania w 1960 roku. W osadach stwierdzono obecność 15 gatunków Cladocera, w większości należących do gatunków płytkowodnych związanych ze strefą roślin wodnych. Zróżnicowanie frekwencji gatunków i osobników pozwoliło na wydzielenie czterech etapów rozwoju zbiornika. Oznaczone w osadach stawu wioślarki występują także w strefie brzegowej rzek, co wskazuje na możliwy przepływ wody w stawie. W zbiorniku występowały liczne gatunki wskaźnikowe dla stanu eutrofii: *Chydorus sphaericus*, *Bosmina longirostris*, *Pleuroxus uncinatus*. Wyróżniono dwa okresy dogodne dla rozwoju wioślarek: faza I, III. Pod koniec I fazy w zbiorniku pojawił się gatunek rzadko występujący na terenie Polski: *Camptocercus lilljeborgi*, preferujący czyste, spokojne wody, bytujący wśród roślinności wodnej, którego występowanie związane jest z alkalizacją wody. Środkowa część badanego profilu jest niemal pozbawiona szczątków Cladocera. Było to prawdopodobnie spowodowane obniżeniem poziomu wody. Górna część badanego profilu nie zawiera szczątków Cladocera. Można przypuszczać, że wiązało się to ze znacznym wypłyceniem stawu w wyniku wypełnienia osadami rzecznyymi. Analiza Cladocera wykonana dla stawu młyńskiego pozwoliła odtworzyć jego 600-letnią historię (Niska, 2013 [B20]; Florek et al., 2015 [B23]).

Dolina Wkry – paleomeander Bielawy Gołuskie

W roku 2013r. podjęłam badania, których celem było zrekonstruowanie głównych etapów rozwoju (warunków klimatycznych, hydrologicznych i środowiskowych) doliny Wkry na wysokości Bielaw Gołuskich. Badania prowadzone były w ramach działalności statutowej IGiSR AP w zespole: dr hab. J. Jonczak – badania glebowe i geochemiczne osadów, dr. J. Gadziszewska – palinologia. Analiza Cladocera objęła dwa 2-metrowe rdzenie, z których pobrano łącznie 52 próby. Oznaczono szczątki 23 gatunków należących do 4 rodzin. Dominowały gatunki z grupy płytkowodnych związanych z roślinami wodnymi i występujące wśród osadów dennych. W zbiorniku gatunki ze strefie otwartej wody stanowiły zdecydowaną mniejszość. W schyłkowej części młodszego dryasu, nastąpiło prawdopodobnie odcięcie meandru. W zbiorniku stopniowo wzrastała liczba gatunków i osobników Cladocera. Obecne były gatunki z grupy głębokowodnych: *Bosmina longirostris*, *Ceriodaphnia* sp., *Daphnia longispina*-group, co świadczy o wyższym poziomie wody. W osadach stwierdzono także szczątki gatunków o wyższych wymaganiach termicznych: *Camptocercus rectirostris* i troficznych *Chydorus sphaericus*, *Alona rectangula*, *Pleuroxus* sp. Pod koniec okresu preborealnego miało miejsce obniżenie poziomu wody i rozpoczął się proces łądowienia zbiornika. W zbiorniku spadła frekwencja gatunków i osobników Cladocera. Dalsze obniżenie poziomu wody wystąpiło wraz z początkiem okresu atlantyckiego, co spowodowało wycofanie się zooplanktonu ze zbiornika. Pobrane z paleomeandru rdzenie (BG1, BG2) zawierały zapisany w osadach obraz zmian środowiskowych w zbiorniku wodnym i jego otoczeniu od schyłku vistulianu do końca Atlantyku. Jednym z efektów zainicjowanych badań było odkrycie w obrębie położonej na skraju doliny Wkry wydmy nie notowanego wcześniej stanowiska archeologicznego z XII-XIII wieku. Wyniki badań były prezentowane na VI Sesji Paleolimnologicznej i Konferencji Naukowej „Paleoklimat” [B53] i zostały opublikowane w Geographical Quaterly [B15].

Dolina rzeki Wieprzy - torfowisko Wrześnica 1 (W/1)

Analiza Cladocera dla stanowiska Wrześnica została wykonana w ramach badań statutowych we współpracy z palinologami dr Joanną Gadziszewską (AP) i prof. dr hab. Małgorzatą Latałową (Uniwersytet Gdański). Celem badań było odtworzenie zmian warunków paleohydrologicznych w rejonie środkowego biegu Wieprzy pod wpływem regionalnych i globalnych zdarzeń klimatycznych i działalności człowieka. Analiza Cladocera została wykonana w 112 próbkach. W osadach profilu Wrześnica stwierdzono obecność 33 gatunków Cladocera. Szczątki zdeponowane w osadach były dobrze zachowane z wyraźnymi cechami systematycznymi. Zastosowanie analizy Cladocera umożliwiło rekonstrukcję rozwoju jeziora i wydzielenie pięciu głównych faz jego rozwoju. W młodszym dryasie (faza I) zbiornik był prawdopodobnie najgłębszy w swojej historii, chłodny i oligotroficzny. Wskazuje na to dominacja gatunków ze strefy otwartej wody, głównie *Eubosmina longispina* i *Eubosmina coregoni*. Na początku holocenu (faza II) miały miejsce wahania poziomu wody. Spadła frekwencja gatunków planktonicznych, szczególnie *E. longispina* i *E. coregoni*. Wzrosła produktywność ekosystemu, o czym świadczy ekspansja takich gatunków jak *Chydorus sphaericus*, *Grabtoleberis testudinaria*, *Leydigia leydigi* oraz *Pleuroxus uncinatus*. W osadach tej fazy zidentyfikowano szczątki gatunków wioślarek o wyższych wymaganiach termicznych. Około 10.850 lat kal. BP (II faza) doszło do wzrostu poziomu trofii. Świadczy o tym, m. in. wzrastająca frekwencja *Bosmina longirostris* oraz zanik gatunku *Eubosmina longispina* oraz pojawienie się *Alona rectangula*. Od około 9350 lat kal. BP stopniowo obniżał się poziom wody oraz wzrastała trofia (faza IV), na co wskazuje wzrost frekwencji gatunków płytkowodnych, typowych dla zbiorników eutroficznych. Okresowo występowały wahania poziomu wody związane z kontaktem z wodami rzecznyymi. V Faza (od około 5600 lat kal. BP) związana była z radykalną zmianą warunków panujących w zbiorniku. Nastąpił znaczny spadek poziomu wody i rozwinęło się torfowisko niskie. W zbiorniku dominował praktycznie jeden gatunek *Chydorus sphaericus*. Stopniowe łądowienie tego zbiornika było

prawdopodobnie skutkiem jego szybkiego wypełniania się osadami w warunkach ciepłego klimatu. Zespołowe wyniki badań tego stanowiska zostały zaprezentowane na VIII Sesji Paleolimnologicznej w Warszawie w 2017 r. Obecnie trwają prace nad artykułem.

Badania kopalnych zbiorników odsłoniętych na klifach Pomorza Środkowego

Od 2015 roku prowadzę badania także na klifach na odcinku Pomorza Środkowego. W wyniku przeprowadzonej przez dr hab. Jerzego Jonczaka i dr Bogusławę Kruczkowską z PAN inwentaryzacji, zidentyfikowano dziesięć stanowisk kopalnych zbiorników o różnej wielkości odsłoniętych na klifach. Dwa z nich zostały zbadane - stanowiska w okolicy miejscowości Dębina i Poddąbie. Wykonane analizy wskazały, że zbiorniki te powstały w późnym glacie i na początku holocenu (datowania C14). Dla zbiornika Dębina analiza Cladocera została wykonana dla 47 prób pobranych co 4 cm. W osadach zidentyfikowano 15 gatunków należących do czterech rodzin. Wyróżniono 3 fazy rozwoju zbiornika. Początkowo w osadach zidentyfikowano szczątki gatunków wskazujących na oligotroficzny charakter zbiornika: *Alona guttata*, *Eurycercus lamellatus*, *Acroperus harpae*, *Alonella nana*. W osadach oznaczono także szczątki gatunków ze strefy otwartej wody - *Bosmina longirostris*, *Eubosmina longispina*, *Daphnia longispina* -group, co wskazuje na wyższy poziom wody. Następnie doszło prawdopodobnie do wzrostu poziomu trofii w zbiorniku, o czym świadczy obecność takich gatunków wskaźnikowych jak: *Alona rectangula* oraz *Chydorus sphaericus*. Pod koniec ze zbiornika wycofały się gatunki z grupy otwartej wody, co sugeruje obniżenie poziomu wody. Taki skład gatunkowy Cladocera jest typowy dla jezior istniejących w okresie późnoglacialnym w północnej Polsce (Biskupin, Niechorze, Woryty). Podczas cieplejszych okresów (bølling/allerød), pojawiały się w zbiorniku gatunki typowe dla cieplejszych wód, a w okresach chłodnych (starszy dryas i najstarszy dryas) skład gatunkowy był ograniczony do kilku gatunków (Szeroczyńska, Zawisza, 2007). W osadach z tego zbiornika znaleziono palenisko datowane na początek subatlantyku.

Dla drugiego zbiornika „Poddąbie” wykonano analizę w 9 próbach obejmujących okres boreału i preboreału (anal. palinologiczna J. Gadziszewska). W osadach oznaczono 9 gatunków Cladocera należących do rodziny Chydoridae i Daphnidae. Około 10.700 lat kal. BP na stanowisku odnotowano względnie wysoki poziom wody. W okresie tym zbiornik zasiedlały takie gatunki Cladocera jak: *Alona quadrangularis* - gatunek bytujący w osadach dennych, mogący wskazywać na wyższy poziom wody w zbiorniku (Błądzki, Rybak, 2016) oraz gatunek *Camptocercus rectirostris*, *Alona affinis* i *Alona rectangula* oraz *Sida crystallina* (Flössner, 2000). Znaczne obniżenie poziomu wody odnotowano na głębokości około 395 cm. Spadek poziomu wody zaznaczył się obniżeniem gatunków i osobników Cladocera w zbiorniku. Powyżej głębokości 372, 5 cm frekwencja Cladocera zdecydowanie spadła, co może wskazywać na pogorszenie warunków bytowych w zbiorniku i jego stopniowe łądowanie.

Obecnie złożono do wydawnictwa Quaternary International artykuł „Multi-proxy reconstruction of polycyclic pedocomplex development in Dębina, central part of the Polish Baltic coastal zone” (Jonczak et. al.), w przygotowaniu jest artykuł ze stanowiska Poddąbie pt. „The reconstruction of the Holocene stratigraphy of litho-morpho-pedogenic processes in the central Polish Baltic coastal zone based on multi-proxy analysis”.

Badania torfowisk osuwiskowych w Karpatach.

Analiza Cladocera znalazła także zastosowanie przy wykonaniu rekonstrukcji rozwoju torfowiska osuwiskowego Hucianka zlokalizowanego w Beskidzie Niskim. Torfowisko Hucianka jest stanowiskiem dość unikatowym o bardzo specyficznym reżimie hydrologicznym. W celu rekonstrukcji zmian paleośrodowiska późnego glaciału i holocenu Karpat podjęto badania multidyscyplinarne, do których włączono także analizę Cladocera. Będzie to pierwsze torfowisko osuwiskowe tak kompleksowo opracowane. W osadach z profilu Hucianka wykonałam analizę Cladocera dla 55 prób. W osadach stwierdziłam obecność szczątków 11 gatunków Cladocera należących do trzech rodzin.

Zdecydowana większość gatunków (7) należała do rodziny Chydoridae, której gatunki żyją w płytkich, przybrzeżnych częściach zbiornika. Szczątki zdeponowane w osadach były dobrze zachowane z wyraźnymi cechami systematycznymi. Na podstawie zróżnicowania ilościowego i jakościowego gatunków wydzieliłam 5 głównych faz rozwoju zespołów Cladocera. Wśród wyróżnionych faz wyraźnie zaznaczają się trzy fazy (I, III, V) wzmożonej sukcesji wioślarek w zbiorniku, co może świadczyć o występowaniu w tych okresach stabilnych, dogodnych dla rozwoju warunków dla zooplanktonu. Zdecydowaną dominację w zbiorniku osiągnęły dwa gatunki *Chydorus sphaericus* – gatunek eurytypowy o szerokiej tolerancji środowiskowej oraz gatunek *Pleuroxus (P) truncatus* – uważany za dość rzadki w Polsce, związany ze środowiskiem roślin wodnych, pozytywnie skorelowany ze wzrostem konduktywności wody i wzrostem pH (do około 7 – 7,5). Gatunek ten może występować przy koncentracji wapnia w wodzie do 1,6 mg dm³, czym zdecydowanie przewyższa możliwości tolerancji gatunku *Chydorus sphaericus* (0,2 mg dm³) (Bładzki, Rybak, 2016). Wzrost frekwencji gatunku *P. truncatus* i spadek *Ch. sphaericus* mógł mieć więc związek ze wzrostem koncentracji wapnia w wodzie. W osadach zidentyfikowano niewielką liczbę gatunków Cladocera w porównaniu z innymi zbiornikami z okresu holocenu (Szeroczyńska i Zawisza, 2007), na co wpływ miał charakter badanego zbiornika (wysokość n.p.m., niestabilne warunki hydrologiczne). Bardzo podobny skład gatunkowy wystąpił w dwóch osuwiskowych jeziorach górskich Iezar i Balătău w Karpatach w regionie Suczawy (Mindrescu et al. 2010). Wyniki badań były prezentowane na VIII Sesji Paleolimnologicznej w Warszawie (2017r.).

Osady współczesne (osady powierzchniowe zbiorników jeziornych)

Dzięki uprzejmości dr Batrosza Kortysa (Państwowy Instytut Geologiczny, o/ Szczecin) otrzymałam do badań przeszło 100 prób pochodzących ze współczesnych jezior z obszaru Polski. Na podstawie uzyskanego zbioru dr B. Kortys wykonał dla Polski zbiór testowy gatunku Chironomidae, na którego podstawie, po analizie statystycznej, został opracowany model temperatur dla Polski, który uzupełnił już istniejące modele z Norwegii, Szwajcarii i Rosji. Pozyskane osady po oznaczeniu szczątków mają posłużyć do stworzenia zbioru testowego Cladocera dla Polski, który to zbiór uzupełni zbiór testowy wykonany w Skandynawii. Na jego podstawie, po opracowaniu statystycznym, zostanie stworzony model temperaturowy i głębokościowy dla Polski. Zadanie badawcze jest wykonywane we współpracy z dr Dominikiem Pawłowskim (Uniwersytet im. A. Mickiewicza w Poznaniu). Dodatkową wartością opracowanego zbioru jest fakt, że analizę Cladocera wykonano dokładnie w tych samych próbach, dla których wykonano oznaczenia dla polskiego zbioru Chironomidae. Daje to szanse na porównanie modeli opracowanych na podstawie szczątków różnych gatunków zwierząt.

Podsumowanie: Łącznie wykonałam analizę Cladocera dla 8 stanowisk (w niektórych sytuacjach obejmujących kilka profili) pochodzących z osadów od późnego glacjału do czasów współczesnych ze zbiorników zlokalizowanych w różnych sytuacjach geomorfologicznych. Duży udział stanowią zbiorniki zlokalizowane w dolinach rzecznych (dolina Słupi, Wkry, Jarosławianki, Wieprzy). Wyniki badań kopalnych szczątków Cladocera umożliwiły odtworzenie ich historii od momentu powstania zbiorników przypadający głównie na późny glacjał po ich zładowienie. Wykonałam także analizę Cladocera dla osadów powierzchniowych pochodzących z 50 współczesnych jezior z obszaru całej Polski, które będą podstawą do opracowania zbioru testowego dla Polski.

V. Podsumowanie dorobku

1. Podsumowanie dorobku naukowego (szczegóły w załączonej liście publikacji i wykazie osiągnięć zał. 5)

Jestem autorką lub współautorką 12 prac opublikowanych w czasopiśmie z bazy JCR (wszystkie po doktoracie), 7 artykułów opublikowanych w innych angielskojęzycznych recenzowanych czasopiśmie

naukowych, 4 rozdziałów i jednej monografii (1 rozdział przed doktoratem, 3 rozdziały i 1 monografia po doktoracie), a także 34 abstraktów wystąpień konferencyjnych (8 przed doktoratem i 26 po doktoracie). Łączna suma punktów (według aktualnych list MNiSW) za wszystkie opublikowane prace naukowe wynosi 471. Po uzyskaniu stopnia doktora kierowałam 4 projektami badawczymi, jako wykonawca brałam udział w 4 innych projektach, byłam także członkiem zespołów prowadzących badania w ramach działalności statutowej Akademii Pomorskiej i Polskiej Akademii Nauk Instytutu Nauk Geologicznych, byłam również wykonawcą 7 ekspertyz. Uczestniczyłam w 33 konferencjach naukowych (12 międzynarodowych i 21 krajowych) wygłaszając referaty i prezentując postery. Brałam udział w organizacji 3 konferencji naukowych. Byłam także recenzentem 5 artykułów naukowych w pięciu czasopismach, w tym w czterech z bazy JCR.

Bardzo ważnym aspektem mojej pracy naukowej jest współpraca z badaczami innych dziedzin z różnych ośrodków badawczych, gdyż tylko współpraca różnych specjalistów pozwala na odtworzenie pełnego obrazu minionych ekosystemów. Podczas pracy nad kolejnymi stanowiskami współpracowałam z palinologami, geologami, geomorfologami, botanikami, paleozoologami z wielu ośrodków, takich jak Polska Akademia Nauk, Instytut Nauk Geologicznych, Uniwersytet Szczeciński, Uniwersytet w Białymstoku Wydział Biologiczno-Chemiczny, Uniwersytet Adama Mickiewicza w Poznaniu, Uniwersytet Łódzki Wydział Nauk Geograficznych, Uniwersytet im. A. Mickiewicza w Poznaniu Zakład Biogeografii i Paleoekologii, Uniwersytet Wrocławski Zakład Paleozoologii, Instytut Ochrony Przyrody Polska Akademia Nauk, Wyższa Szkoła Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, Uniwersytet Gdański Wydział Oceanografii i Geografii a także Nature Protection and Geology Mecklenburg-Western Pomerania State Authority of Environment z Niemiec. Swój warsztat naukowy rozwijałam podczas pobytu na stażu w Katedrze Zoologii Bezkręgowców i Hydrobiologii Uniwersytetu Łódzkiego, podczas pobytu w Suczawie, prowadząc zajęcia w ramach programu Erasmus na Uniwersytecie im. Stefana Wielkiego, uczestnicząc w 7 edycjach warsztatów Subfossil Cladocera Workshop w różnych krajach oraz w szkoleniach specjalistycznych obejmujących: zarządzanie zespołem naukowym, prezentacje wyników badań naukowych, zastosowanie metod numerycznych w ekologii, izotopowego zapisu paleotemperatur – zastosowanie mikrosondy jonowej SHRIMP IIe/MC, oznaczanie kopalnych szczątków Chironomidae, analiz geochemicznych, statystycznych, NNP, fotografii mikroskopowej SEM.

Ilościowe zestawienie wszystkich publikacji:

TYP PUBLIKACJI	Przed doktoratem			Po doktoracie			Razem		
	Liczba	Sumaryczny IF	Punkty MNiSW	Liczba	Sumaryczny IF	Punkty MNiSW	Liczba	Sumaryczny IF	Punkty MNiSW
Publikacje w czasopismach z bazy JCR	-	-	-	12	21,514	355	12	21,514	355
Publikacje w czasopismach ang. spoza bazy JCR	-	-	-	7	-	71	7	-	71
Monografie, rozdziały w monografiach	1	-	5	4	-	40	5	-	45
Razem	1	-	-	23	21,514	466	24	-	471
Doniesienia konferencyjne	8	-	-	26	-	-	34	-	-
RAZEM	9	-	5	49	21,514	466	58	21,335	471

2. Podsumowanie osiągnięć dydaktycznych

Moja działalność dydaktyczna obejmowała prowadzenie zajęć: wykładów, ćwiczeń audytoryjnych, ćwiczeń laboratoryjnych i zajęć terenowych na trzech kierunkach studiów (Geografia, Ochrona Środowiska oraz Turystyka i Rekreacja) i w tzw. ofercie ogólnouczelnianej, łącznie 27 różnych przedmiotów. Ponadto pełniłam funkcję promotora 8 prac licencjackich i 1 pracy magisterskiej (stypendystki projektu FNP), a także recenzowałam 4 prace magisterskie. Wyniki badań przygotowanej pod moim kierunkiem pracy magisterskiej p. Anny Kołodziej zostały przedstawione na konferencjach krajowych i międzynarodowych oraz zostały opublikowane (Niska, Kołodziej, 2015 [B24]). W każdym roku pracy, z wyjątkiem lat, w których byłam na urloпах, pełniłam funkcje opiekuna roku. Moja praca dydaktyczna była przez studentów wysoko oceniana, średnia z 10 lat 4,68. W latach 2005 – 2008 pełniłam funkcję opiekuna Koła Naukowego Geografów „Meander”. Osiągnięcia dydaktyczne zostały szczegółowo przedstawione w załączniku nr 5.

3. Podsumowanie osiągnięć organizacyjnych i popularyzatorskich

Znaczna część mojej pracy związana jest z działaniami podejmowanymi na rzecz Akademii Pomorskiej. W ramach obowiązków służbowych byłam członkiem licznych komisji, najważniejszy był dla mnie udział w komisji „Wewnętrznego systemu zapewniania jakości kształcenia” na dwóch kierunkach, gdyż praca w tej komisji umożliwiła mi wpływ na podnoszenie jakości kształcenia w Akademii. Brałam także udział w pisaniu wniosku o dofinansowanie w programie „POWER”. Jestem zaangażowana we wszystkie prace związane z prowadzeniem i modyfikowaniem istniejących i przygotowaniem nowych kierunków studiów. Jestem także członkiem Uczelnianej Rady Ekspertckiej działającej przy Akademii Pomorskiej. Od 2015 roku jestem zaangażowana w przygotowanie projektu powołania Słupskiego Ośrodka Akademickiego (SOA) finansowanego z funduszy Marszałka woj. Pomorskiego. Celem projektu jest rozbudowa Akademii Pomorskiej o liczne pracownie i laboratoria służące praktycznej nauce, którą studenci mogliby realizować w Słupsku. W ramach pracy przy projekcie wykonałam projekt pracowni mikroskopii, projekt wyposażenia w meble laboratoryjne, mikroskopy i komputery z oprogramowaniem do analiz środowiskowych oraz drobny sprzęt laboratoryjny, a także brałam udział w pracach nad przygotowaniem pozostałych pracowni przewidzianych w IGiSR AP. Do moich zadań w ramach projektu SOA należało także przygotowanie dokumentacji do wniosku o otwarcie praktycznego kierunku studiów Inżynieria Środowiska. Wraz z zespołem przygotowałam program Inżynierii Środowiska (2015/2016), a następnie byłam koordynatorem zespołu pracującego nad wnioskiem. W grudniu 2016 roku złożyłam kompletny wniosek o otwarcie praktycznego kierunku studiów do Ministerstwa, który uzyskał pozytywną ocenę Ministerstwa, co stanowi jedno z moich największych osiągnięć organizacyjnych. Jestem także członkiem dwóch towarzystw: Polskiego Towarzystwa Geograficznego oraz Polskiego Towarzystwa Limnologicznego.

Ważną częścią mojej pracy jest popularyzacja nauki. Organizowałam imprezy w ramach sześciu edycji Bałtyckiego Festiwalu Nauki (lata 2005-2017), dwukrotnie prowadziłam wykłady i warsztaty w ramach Uniwersytetu Dziecięcego, 4 razy prowadziłam wykłady dla Uniwersytetu III wieku, uczestniczyłam w akcjach: Ferie z Akademią, Pomorski Festiwal Nauki w Człuchowie, dzień przyrodnika w szkole w Kobylnicy, Dzień Geografa, Dzień Otwartej Akademii. Prowadziłam warsztaty dla nauczycieli, e-learningowe zajęcia przyrodnicze dla uczniów, wykłady dla szkół, oprowadzanie uczniów po Instytucie Geografii. Byłam współautorką czterech artykułów popularnonaukowych w lokalnej prasie i gościem audycji radiowej.

Literatura:

- Aalbersberg, G., Litt, T., 1998. Multiproxy climate reconstructions for the Eemian and Early Weichselian. *Journal of Quaternary Science* 13, 367–390.
- Adamska, A., Mikulski, J.S., 1969. Cladocera remains in the superficial sediments of lakes as a typologic indicator. *Z. Naukowe UMK* 25, *Prace Stacji Limnolog w Iławie*, 5: 41-48
- Alhonen, P., 1970. The paleolimnology of four lakes in southwestern Finland. *Ann. Acad. Sci. Fenn. A. III*, 105: 1-39
- Bjerring R, Becares E, Declerck S, Gross EM, Hansson L-A, Kairesalo T, Nykänen M, Halkiewicz A, Kornijów R, Conde-Porcuna JM, Seferlis M, Nöges T, Moss B, Amsinck SL, vad Odgaard B, Jeppesen E, 2009. Subfossil Cladocera in relation to contemporary environmental variables in 54 Pan-European lakes. *Freshwater Biol.* 54:2401-2417.
- Błędzki, L.A, Rybak J. I., 2016. *Freshwater Crustacean Zooplankton of Europe Cladocera & Copepoda (Calanoida, Cyclopoida) Key to species identification, with notes on ecology, distribution, methods and introduction to data analysis.* Springer International Publishing AG. p. 933.
- Bruj M, Krupiński KM, 2001. Biogeniczne osady jeziorne interglacjału eemskiego w Żeliszczewie na Wysoczyźnie Siedleckiej. *Przegląd Geologiczny*, vol. 49, nr 6, s. 583-543.
- Cheddadi R., Mamakowa K., Guiot J., de Beaulieu J. L., Reille M., Andrieu V., Granoszewski W., Peyron O., 1998. Was the climate of the Eemian stable? A quantitative climate reconstruction from seven European pollen records. *Paleogeogr., Paleoclimat., Paleoecol.*, 143:73-85.
- Dahl-Jensen, D.; Albert, M. R.; Aldahan, A.; Azuma, N.; Balslev-Clausen, D.; Baumgartner, M.; Berggren, A. -M.; Bigler, M.; Binder, T.; Blunier, T.; Bourgeois, J. C.; Brook, E. J.; Buchardt, S. L.; Buizert, C.; Capron, E.; Chappellaz, J.; Chung, J.; Clausen, H. B.; Cvijanovic, I.; Davies, S. M.; Ditlevsen, P.; Eicher, O.; Fischer, H.; Fisher, D. A.; Fleet, L. G.; Gfeller, G.; Gkinis, V.; Gogineni, S.; Goto-Azuma, K.; et al. (2013). "Eemian interglacial reconstructed from a Greenland folded ice core". *Nature*. 493 (7433): 489–94.
- Dobracka E., Winter H., 2001. Stanowisko osadów Interglacjału eemskiego w profilu otworu Rzycino (Wysoczyzna Łobezka). VIII Konferencja "Stratygrafia Plejstocenu Polski" Jarnołtówek, 3-7 września 2001, Materiały konferencyjne, s. 85.
- Flössner, D., 2000. *Die Haplopoda und Cladocera (ohne Bosminidae) Mitteleuropas.* Backhuys Publishers, Leiden pp 428.
- Frey D. G., 1958. The late-glacial cladoceran fauna of a small lake. *Arch. Hydrobiol.*, 54: 200-275.
- Frey D. G., 1962. Cladocera from the Eemian Interglacial of Denmark. *J. Palaeontol.*, 36: 1133-1154.
- Frey D. G., 1986. Cladocera analysis. In: *Handbook of Holocene Paleocology and Palaeohydrology.* (Berglund. B. E. ed.), Wiley, Chichester, UK, pp. 667-692.
- Granoszewski W. 2003. Rekonstrukcja zmian paleoklimatu metodą roślinnych wskaźników klimatycznych. I Polska Konferencja Paleobotaniki Czwartorzędu. 22-25 maj 2003, Materiały konferencyjne, s 4-6, Białowieża.
- Goulden, C.E. 1964. The history of the cladoceran fauna of Esthwaite Water (England) and its limnological significance. *Arch Hydrobiol* 60: 1-53.
- Hann B. J., Karrow P. F., 1984. Pleistocene paleoecology of the Don and Scarborough Formations, Toronto, Canada, based on cladocera microfossils at the Don Valley Brickyard. *Boreas*, 13: 377-391.
- Hann B. J., Karrow P. F., 1993. Comparative analysis of cladoceran microfossils in the Don and Scarborough Formations, Toronto, Canada. *J. Paleolimnol.*, 9: 223-241.
- Harmsworth R. V., 1968. The development history of Blelham Tarn (England) as shown by animal microfossils, with special reference to the Cladocera. *Ecol. Monogr.*, 38: 223-241.
- Hofmann W. 2000. Response of the chydorid faunas to rapid climatic changes in four alpine lakes at different altitudes. *Palaeogeogr, Palaeoclimatol, Palaeoecol* 159(3-4): 281-292.

- Kadota S., 1975. A quantitative study of the microfossils in a 200-meter-long core sample from lake Biwa. *Paleolimnology of lake Biwa and the Japanese Pleistocene*. 85 (3): 354-367.
- Kajak, Z., 2001. *Hydrobiologia - Limnologia. Ekosystemy Wód Śródlądowych*. PWN, Warszawa, ss. 360.
- Klotz S., Guiot J., Mosbrugger V., 2003. Continental European Eemian and early Würmian climate evolution: comparing signals using different quantitative reconstruction approaches based on pollen. *Global and Planetary Change*, 36: 277-294.
- Kupryjanowicz M., 2007. Water level changes in the Eemian lakes and peat-bogs in the north Podlasie. *Zmiany poziomu wody w eemskich jeziorach i torfowiskach północnego Podlasia*. *Prz. Geol.* 55: 336-342 (in Polish, with English abstract).
- Kupryjanowicz, M., 2008. Vegetation and climate of the Eemian and Early Vistulian lakeland in northern Podlasie. *Acta Palaeobotanica* 48, 3-130
- Lampert W., Sommer U., 2001. *Ekologia wód śródlądowych*. Wyd. Nauk. PWN., Warszawa.
- Mamakowa, K., 1989. Late Middle Polish Glaciation, Eemian and Early Vistulian vegetation at Imbramowice near Wrocław and the pollen stratigraphy of this part of the Pleistocene in Poland. *Acta Palaeobot.*, 29(1): 11-176.
- Martinson, Douglas G., Nicklas G. Pias, James D. Hays, John Imbrie, Theodore C. Moore, Jr., and Nicholas Shackleton, *Age Dating and the Orbital Theory of the Ice Ages: Development of a High-Resolution 0 to 300,000-year Chronostratigraphy Quaternary Research, Volume 27, Pages 1-29, 1987*
- Mîndrescu, M., Cristea, A.I., Florescu, G., 2010. Water quality and ecology of the Iezer and Bolăteu lakes. *Romanian Journal of Limnology: Lakes, Reservoirs and Ponds* 4, 117 - 130.
- Mirośław-Grabowska J, Gąsiorowski M, 2010. Changes of water level in the Eemian palaeolake at Imbramowice (SW Poland) based on isotopic and cladoceran data. *Quaternary Research* 73, 143-150.
- Nevalainen L., Luoto T.P., Kultti S. & K. Sarmaja-Korjonen, 2013. Spatio-temporal distribution of sedimentary Cladocera (Crustacea: Branchiopoda) in relation to climate. *Journal of Biogeography* 40, 1548-1559.
- Poulsen, E., 1944. Entomostraca from a late-glacial lacustrine deposit at Næstved, Denmark. *Meddelelser fra Dansk Geologisk Forening*, 10, 405-416
- Roman M., 2016. Pojezierze eemskie: uwagi o genezie i zaniku jezior polodowcowych centralnej Polski. *Acta Geographica Lodziensia* 105:11-25
- Szeroczyńska K. 1985. Cladocera jako wskaźnik ekologiczny w późnocyfrowych osadach jeziornych Polski Północnej (Cladocera as ecologic indicator in late Quaternary lacustrine sediments in Northern Poland). *Acta Palaeontol Polon*, 30(1-2): 3-69.
- Szeroczyńska K. 1998. Wioślarki (Cladocera, Crustacea) jako źródło informacji w badaniach osadów jeziornych. [Cladocerans (Cladocera, Crustacea) as a reference in lake sediment studies]. *Studia Geologica Polonica* 112, 9-28. (in Polish)
- Szeroczyńska K, Zawisza E, 2007. Paleolimnology - history of lake development in Poland based on cladoceran fauna. (original: Paleolimnologia - historia rozwoju jezior w Polsce w świetle badań fauny wioślarek). *Studia Limnologica et Telmatologica* 1/1, 51-59. [in Polish]
- Tobolski K., 1991. Biostratygrafia i paleoekologia interglacjału eemskiego i zlodowacenia Wisły rejonu konińskiego. W: *Przemiany środowiska geograficznego obszaru Konin - Turek. Wyniki realizacji programu RR. II. 14 w okresie 1986 - 1990*, Pr. zbior. UAM, (W. Stankowski, ed.) 45-87, Poznań.
- Tsukada M., 1972. The history of lake Nojiri, Japan. *Trans. Conn. Acad. Art. Sci.*, 44: 339-365
- Zagwijn W. H., 1996. An analysis of eemian climate in western and Central Europe. *Quatern. Sc. Rev.*, 15: 451-469.

Monika Nisze