

Michał Gąsiorowski
Instytut Nauk Geologicznych
Polska Akademia Nauk

Warszawa, 30 października 2015r.

Autoreferat – załącznik nr 3 do wniosku o wszczęcie postępowania habilitacyjnego.

Michał Gąsiorowski

1. Posiadane dyplomy i stopnie naukowe; informacje o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych

1.1. Wykształcenie

Doktor Nauk o Ziemi w zakresie geologii

Instytut Nauk Geologicznych Polskiej Akademii Nauk; tytuł rozprawy: „Historia starorzeczy Wisły w okolicach Warszawy”, data: 10 maja 2006 r., promotor rozprawy: prof. dr hab. Krystyna Szeroczyńska.

Magister geologii, specjalność w zakresie geologii stratygraficzno-poszukiwawczej

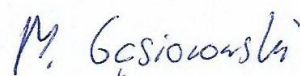
Wydział Geologii Uniwersytetu Warszawskiego; tytuł pracy dyplomowej: „Charakterystyka sedimentologiczna kredy jeziornej w oparciu o wybrane odsłonięcia z terenu północnej Polski”, data: czerwiec 2000 r., promotor rozprawy: prof. dr hab. Piotr Roniewicz.

1.2. Historia zatrudnienia i doświadczenie zawodowe

od 10/2006 Instytut Nauk Geologicznych Polskiej Akademii Nauk, Ośrodek Badawczy w Warszawie, adiunkt

12/2002-10/2006 Instytut Nauk Geologicznych Polskiej Akademii Nauk, Ośrodek Badawczy w Warszawie, asystent

07/2000-12/2002 Instytut Nauk Geologicznych Polskiej Akademii Nauk, Ośrodek Badawczy w Warszawie, pracownik techniczny



Podpis Wnioskodawcy

2. Wymogi formalne autoreferatu i jego struktura

W niniejszym autoreferacie postaram się wykazać, iż spełniam podstawowy warunek postępowania habilitacyjnego tj. posiadam osiągnięcia naukowe, stanowiące znaczny wkład w rozwój określonej dyscypliny naukowej oraz że wykazuję się istotną aktywnością naukową (Art. 16 ust. 1 Ustawy z dnia 14 marca 2003 r. z późn. zm. *O stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki*). Spełniając ustawowy wymóg przedstawienia osiągnięć naukowych uzyskanych po otrzymaniu stopnia doktora, w niniejszym autoreferacie nie uwzględniłem mojego dorobku naukowego sprzed doktoratu.

Zakres tematyczny prowadzonych przeze mnie lub z moim udziałem prac naukowych jest bardzo szeroki i obejmuje:

- problematykę zastosowania analiz izotopowych do określenia źródeł materii organicznej i zmian w sieciach troficznych w środowiskach kontynentalnych;
- wpływu warunków środowiska na rozwój fauny wioślarkowej w holocenie, zmiany środowiska jezior górskich w ciągu ostatnich kilkuset lat, ze szczególnym uwzględnieniem wpływu działalności człowieka na te ekosystemy;
- zmiany użytkowania terenu zlewni jezior nizinnych jako główny czynnik przekształcenia tych zbiorników w XX wieku;
- datowania osadów i form jaskiniowych jako źródła informacji paleośrodowiskowych;
- prace metodyczne dotyczące modelowania numerycznego w zakresie datowań radioizotopowych i jego zastosowania do konstrukcji modeli wiek-głębokość.

Przedstawiony poniżej opis mojego dorobku naukowego nie jest zaprezentowany w porządku chronologicznym. Poszczególne grupy prezentowanych przeze mnie zagadnień badawczych są w większości interdyscyplinarne i z tego względu przypisane do danej grupy publikacje prezentują niejednokrotnie badania obejmujące szerszy zakres tematyczny.

Wszystkie prezentowanych w niniejszym autoreferacie prace to artykuły recenzowane, publikowane w czasopismach ujętych w indeksie Filadelfijskiego Instytutu Informacji Naukowej.

3. Streszczenie głównego osiągnięcia naukowego pt. „Zastosowanie analiz izotopowych do określenia źródeł materii organicznej i zmian w sieciach troficznych w środowiskach kontynentalnych”

3.1. Wymogi formalne osiągnięcia naukowego

Podstawą wyboru artykułów składających się na osiągnięcie naukowe o którym mowa w Art. 16, ust. 1 Ustawy z dnia 14 marca 2003 r. *O stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki* jest spełnienie jednocześnie wymogów Art. 16 ust. 2, pkt 1 oraz pkt 3 wyżej wymienionej Ustawy.

Pomimo szerokiego zakresu tematyki podejmowanej w opublikowanych pracach, których jestem autorem bądź współautorem, proponowany zestaw publikacji składających się na osiągnięcie naukowe posiada główny rdzeń, którym są zmiany środowiska, w tym zmiany klimatu, jakie zachodziły w ciągu ostatnich kilkunastu tysięcy lat, ze szczególnym uwzględnieniem wpływu działalności człowieka na te procesy. Znaczenie tych badań jest nie do przecenienia w aspekcie oceny wpływu współczesnej gospodarki na środowisko naturalne oraz predykcji zmian jakie mogą zachodzić w najbliższych dziesięcioleciach.

Mając na uwadze powyższe, jako osiągnięcie naukowe, o którym mowa w art. 16 ust. 2 ustawy oraz uwzględniając wymogi par. 13 Rozporządzenia Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 22 września 2011 r. (*W sprawie szczegółowego trybu i warunków przeprowadzania czynności w przewodach doktorskich, w postępowaniu habilitacyjnym oraz w postępowaniu o nadanie tytułu profesora*), przedkładam cztery opublikowane prace naukowe:

Gąsiorowski M. 2008. Deposition rate of lake sediments under different alternative stable states. *Geochronometria* 32: 29-35.

Gąsiorowski M., Sienkiewicz E. 2013. The sources of Carbon and Nitrogen in mountain lakes and the role of human activity in their modification determined by tracking stable isotope composition. *Water Air Soil Pollution* 224:1498.

Gąsiorowski M., Hercman H., Socha P. 2014. Isotopic analysis (C, N) and species composition of rodent assemblage as a tool for reconstruction of climate and environment evolution during Late Quaternary: A case study from Bisnik Cave (Czestochowa Upland, Poland). *Quaternary International* 339: 139-147.

Gąsiorowski M., Hercman H., Ridush B., Stefaniak K. 2014. Environment and climate of the Crimean Mountains during the Late Pleistocene inferred from stable isotope analysis of

red deer (*Cervus elaphus*) bones from the Emine-Bair-Khosar Cave. *Quaternary International* 326: 243-249.

Oświadczenia współautorów o ich szczegółowym wkładzie w powstanie w/w publikacji znajdują się w Załączniku nr 4.

3.2. Wprowadzenie w problematykę

Zmiany środowiska przyrodniczego wywarły decydującą rolę na rozwój cywilizacyjny człowieka. W początkowym okresie człowiek całkowicie zależny był od warunków przyrodniczych jakie spotykał na danym terenie. Zależności pomiędzy zmianami środowiska a społeczeństwami badane były od dawna, jako kluczowe nie tylko dla zrozumienia historii ludzkości, ale i modelowania obserwowanych i przyszłych zmian na Ziemi.

Organizmy należą do elementów środowiska najbardziej podatnych na zmiany zarówno o charakterze naturalnym jak i antropogenicznym. Mogą one ulegać zarówno czynnikom o zasięgu globalnym i regionalnym (np. zmiany klimatyczne) jak i lokalnym (np. presja ze strony drapieżników, antropopresja manifestująca się niszczeniem naturalnych siedlisk itp.) (Kowalewski i in. 2013; Sienkiewicz, Gąsiorowski 2014). Wraz z rozwojem wiedzy o ekosystemach kontynentalnych w przeszłości i obecnie, wzrasta liczba zmiennych w modelach opisujących ich funkcjonowanie. Podstawowym problemem staje się oddzielenie wpływu poszczególnych czynników na te układy. Często, aby opisać ewolucję danego ekosystemu oraz określić jej przyczyny i kierunki, nie jest wystarczające proste przedstawienie zmian frekwencji i składu gatunkowego poszczególnych biocenoz występujących w obrębie danego ekosystemu. Tu z pomocą przychodzą metody izotopowe, które bazując na zapisie kopalnym pozwalają określić przeszły stan i kondycje danej populacji. Szczególne miejsce w badaniach paleośrodowiskowych opartych na geochemii izotopów zajmuje analiza izotopów trwałych głównych pierwiastków budujących organizmy. Powszechnie stosowane pomiary zmienności składu izotopowego węgla i azotu materii organicznej interpretowane są najczęściej w kontekście zmian paleoklimatu. Narzędzia te pozwalają jednak na rozwiązywanie bardziej złożonych problemów, gdzie identyfikacja i rozdzielenie wpływu poszczególnych procesów nie jest oczywista. Pozwalają też na wykazanie powiązań elementów ekosystemu, które z pozoru nie wpływają na siebie. W moich badaniach starałem się, obok tradycyjnego zastosowania izotopów trwałych w paleoklimatologii i paleoekologii, szukać dla tych narzędzi również zastosowań mniej oczywistych. Doprowadziło to do uzyskania wyników, które nie mogły być odczytywane

tylko w kontekście jednej grupy czynników (np. klimatu) (Gąsiorowski, Sienkiewicz 2010a) i zmuszały do poszukiwania mniej oczywistych interpretacji (Gąsiorowski, Sienkiewicz 2010b; Gąsiorowski i in. 2014a,b; Wilk-Woźniak i in. 2014, 2015). Tu z pomocą przyszło posiłkowanie się wiedzą w zakresie ekologii poszczególnych organizmów i nowatorskie spojrzenie na rolę przyjmowanej strategii życiowej (np. organizmy osiadłe *versus* migrujące) w kształtowaniu sygnału izotopowego zapisanego w ich szczątkach. Dużym wyzwaniem analitycznym było też zastosowanie nietypowego materiału badawczego jak na przykład pojedyncze zęby trzonowe drobnych gryzoni. Pozwoliło to jednak na uzyskanie wiarygodnych danych dotyczących chronologii osadów i szczegółową interpretację paleoekologiczną otrzymanych wyników. Wciąż otwartą sprawą pozostaje zastosowanie mniej rozpowszechnionych narzędzi izotopowych oraz sięgnięcie do trudniejszego, ale i bardzo atrakcyjnego ze względu na możliwości interpretacyjne, materiału badawczego. Do takich badań należy m.in. zastosowanie izotopów trwałych tlenu i wodoru w chitynie bezkręgowców słodkowodnych do konstrukcji paleotermometrów, czy badanie zmienności izotopowej strontu pod kontem migracji dużych ssaków w późnym plejstocenie.

Przeprowadzone przeze mnie badania, choć noszą znamiona badań podstawowych, mają duże znaczenie dla zrozumienia istniejących obecnie układów troficznych oraz zrozumieniu jaką rolę w ich ukształtowaniu odegrał człowiek. Wyniki tych prac mogą być zatem pomocne m.in. przy opracowaniu strategii konserwatorskich, tak w aspekcie określenia warunków „pierwotnych” (tzn. istniejących np. przed nastaniem rewolucji przemysłowej) jak i zrozumienia procesów, które doprowadziły do stanu obecnego.

Literatura:

Gąsiorowski M., Sienkiewicz E. 2010a. *The Little Ice Age recorded in sediments of a small dystrophic mountain lake in southern Poland. Journal of Paleolimnology 43: 475-487.*

Gąsiorowski M., Sienkiewicz E. 2010b. *20th century acidification and warming as recorded in two alpine lakes in the Tatra Mountains (South Poland, Europe). Science of the Total Environment 408: 1091-1101.*

Gąsiorowski M., Hercman H., Socha P. 2014a. *Isotopic analysis (C, N) and species composition of rodent assemblage as a tool for reconstruction of climate and environment evolution during Late Quaternary: A case study from Bisnik Cave (Czestochowa Upland, Poland). Quaternary International 339: 139-147.*

Gąsiorowski M., Hercman H., Ridush B., Stefaniak K. 2014b. *Environment and climate of the Crimean Mountains during the Late Pleistocene inferred from stable isotope analysis of red*

deer (*Cervus elaphus*) bones from the Emine-Bair-Khosar Cave. *Quaternary International* 326: 243-249.

- Kowalewski G.A., Kornijow R., McGowan S., Woszczyk M., Suchora M., Bałaga K., Kaczorowska A., **Gąsiorowski M.**, Szeroczyńska K., Wasilowska A. 2013. Persistence of protected, vulnerable macrophyte species in a small, shallow eutrophic lake (eastern Poland) over the past two centuries: Implications for lake management and conservation. *Aquatic Botany* 106: 1– 13.
- Sienkiewicz E., **Gąsiorowski M.** 2014. Changes in the Trophic Status of Three Mountain Lakes - Natural or Anthropogenic Process? *Polish Journal of Environmental Studies* 23: 875-892.
- Wilk-Woźniak E., Pocięcha A., Amirowicz A., **Gąsiorowski M.**, Gadzinowska J. 2014. Do planktonic rotifers rely on terrestrial organic matter as a food source in reservoir ecosystems? *International Review of Hydrobiology* 99: 157-160.
- Wilk-Woźniak E., Amirowicz A., Pocięcha A., **Gąsiorowski M.** 2015. The effect of water balance of a man-made lacustrine ecosystem on the food web: does flushing affect the carbon signature of plankton and benthos? *Ecohydrology*, DOI: 10.1002/eco.1672, w druku.

3.3. Streszczenie głównych wątków serii publikacji składających się na główne osiągnięcie naukowe.

- **Gąsiorowski M.** 2008. Deposition rate of lake sediments under different alternative stable states. *Geochronometria* 32: 29-35.

W badaniach dotyczących rekonstrukcji warunków środowiskowych w późnym plejstocenie i holocenie wykorzystywałem zarówno metody bazujące na analizie izotopów trwałych jak i promieniotwórczych. W szczególności wprowadziłem w ING PAN datowanie osadów jeziornych metodą ołowiu ²¹⁰Pb. Metoda ta pozwala na wiarygodne datowanie osadów jeziornych o wieku do 150-200 lat. Z tego względu jest powszechnie stosowana do konstrukcji chronologii w badaniach dotyczących wpływu działalności gospodarczej człowieka w ostatnich dwóch stuleciach. Przykładem takiego zastosowania były badania 5 jezior położonych na terenie Polesia Lubelskiego. Jeziora te reprezentowały różne stany alternatywne, tj. dominowały w nich różne typy producentów od planktonu po makrofity z pełną gamą stanów pośrednich. Interesowało mnie jak typ poszczególnych jezior wpływa na tempo sedymentacji osadów, a ponieważ wszystkie z badanych jezior są zbiornikami płytkimi, jak będzie ono wpływało na tempo wypełniania mis jeziornych i ich zanik lub przekształcenie w torfowiska. Zakładałem, że w jeziorach makrofitowych, gęsta roślinność wodna będzie uniemożliwiać efektywny transport osadów w obrębie misy jeziornej a tym

samym, w najgłębszym miejscu zbiornika tempo sedymentacji powinno być niższe niż w jeziorach planktonowych. Wyniki pokazały jednak, że tempo depozycji osadów nie jest zależne od stanu alternatywnego jeziora a raczej od morfologii jeziora i charakteru jego zlewni. Dodatkowo, korelacja zmian tempa depozycji w profilach poszczególnych jezior wykazała, że jest ono zależne także od zmian sposobu użytkowania terenu zlewni. W jeziorach o charakterze planktonowym wzrost tempa depozycji osadów przypadł na okres ostatnich 50-60 lat, kiedy to przeprowadzono w regionie szeroko zakrojone prace melioracyjne i rozpoczęto intensywniejsze nawożenie upraw. To z kolei doprowadziło do zwiększenia ładunku nutrientów dopływających do jezior i wzrost produkcji pierwotnej. Tak więc okazało się, że największe znaczenie dla przyspieszenia tempa zaniku jezior poleskich miała zmiana typu i intensywności gospodarki prowadzonej na tych terenach. Bez względu na to, czy w jeziorze dominowała sedymentacja klastyczna czy biogeniczna, jej tempo wyraźnie wzrosło wraz z odlesieniem i intensyfikacją rolnictwa.

- **Gąsiorowski M., Sienkiewicz E.** 2013. The sources of Carbon and Nitrogen in mountain lakes and the role of human activity in their modification determined by tracking stable isotope composition. *Water Air Soil Pollution* 224:1498.

Obliczenie chronologii osadów jezior poleskich pozwoliło na stosunkowo precyzyjne wskazanie czasu wzrostu tempa depozycji. Korelacja tego procesu z regionalnymi zmianami intensywności antropopresji pozwoliły na pośrednie wskazanie przyczyn tego wzrostu, jednak precyzyjne wykazanie źródeł nutrientów i materii organicznej dopływających do jezior nie było możliwe. W wypadku takich zagadnień nieocenione staje się wykorzystanie analizy izotopów trwałych azotu i węgla w materii organicznej występującej w osadach lub w wodzie. Badania takie przeprowadziliśmy w kilku stawach położonych po polskiej stronie Tatr. Jeziora górskie, choć uznawane powszechnie za ekosystemy względnie słabo zmienione przez człowieka ulegały w ostatnich dziesięcioleciach intensywnym przemianom. Jednym z najbardziej powszechnych zjawisk było zakwaszenie tych jezior wywołane depozycją tzw. kwaśnych deszczy. W Tatrach proces ten doprowadził do znaczących zmian struktury gatunkowej fito- i zooplanktonu. Badania wykazały, że skład izotopowy azotu i węgla ulegał najsilniejszym wahaniom w drugiej połowie XX wieku. Zmiana składu izotopowego azotu w stronę zmniejszonego udziału ¹⁵N dowiódł, że decydujące znaczenie w procesie zakwaszenia jezior tatrzańskich miała depozycja tlenków azotu pochodząca ze spalania paliw kopalnych w silnikach spalinowych, a więc była skorelowana z rozwojem transportu. Zaskakująco mniejszy udział miało spalanie węgla kamiennego w elektrowniach – proces który do tej pory

wymieniany był jako decydujący o zakwaszeniu polskich jezior górskich. Zmniejszenie depozycji NO_x notowane było od początku lat 90-tych XX wieku i zapewne wiąże się z usprawnieniem procesu spalania i unowocześnieniu silników samochodowych. Analiza izotopowa wykazała również mniej bezpośredni wpływ depozycji kwaśnych deszczy na ekosystemy jezior tatrzańskich. Otóż w jeziorach dystroficznych udało się zidentyfikować wyraźne zmiany wartości $\delta^{13}\text{C}$, co może być związane ze zmianą dominującej grupy producentów w tych ekosystemach, do której doszło w wyniku zakwaszenia zbiorników. Jest to kolejne nowatorskie stwierdzenie, dowodzące, że zmiany ekosystemów wywołane działalnością człowieka mogą mieć charakter pośredni i bardziej złożony niż dotąd sądzono.

- **Gąsiorowski M.,** Hercman H., Socha P. 2014. Isotopic analysis (C, N) and species composition of rodent assemblage as a tool for reconstruction of climate and environment evolution during Late Quaternary: A case study from Bisnik Cave (Czestochowa Upland, Poland). *Quaternary International* 339: 139-147.

Czynniki kształtujące populacje zamieszkujące jeziora czy torfowiska mają najczęściej zasięg ograniczony do samego zbiornika lub jego zlewni. Z tego względu modelowanie zmian zachodzących w takich środowiskach jest stosunkowo proste. Znacznie trudniejsze jest identyfikowanie czynników wpływających na populacje zwierząt lądowych, szczególnie jeśli dotyczy to gatunków migracyjnych. Jednak także w tym wypadku pomocne stają się techniki izotopowe. Z problematyką taką zetknąłem się prowadząc badania szczątków kostnych ssaków pochodzących ze stanowisk jaskiniowych. Wyniki analizy składu izotopów trwałych azotu i węgla okazały się pomocne w rozwiązaniu dwóch zasadniczych problemów: zmian warunków klimatycznych, czy szerzej warunków środowiskowych, oraz określenia paleodiety i stosowanych strategii życiowej badanych gatunków zwierząt. Pierwszym przykładem może być analiza zębów dwóch gatunków gryzoni (nornika zwyczajnego i leminga obroźnego) ze stanowiska Jaskinia Biśnik położonego na Jurze Krakowsko-Częstochowskiej. Uzyskany z tego materiału zapis izotopowy wskazywał na korelację głównych epizodów klimatycznych ostatnich 150 tys. lat z najważniejszymi zmianami klimatycznymi zapisanymi w grenlandzkich rdzeniach lodowych. Jeśli chodzi o rekonstrukcję paleodiety, to badania wykazały znacznie większą zdolność adaptacyjną nornika w porównaniu do leminga, który był ograniczony tylko do terenów otwartych typu tundry i stepu.

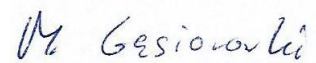
- **Gąsiorowski M.,** Hercman H., Ridush B., Stefaniak K. 2014. Environment and climate of the Crimean Mountains during the Late Pleistocene inferred from stable

isotope analysis of red deer (*Cervus elaphus*) bones from the Emine-Bair-Khosar Cave. *Quaternary International* 326: 243-249.

Podobne badania prowadziłem także w oparciu o szczątki większych ssaków. W profilu osadów z jaskini Emine-Bair-Khosar na Krymie przeanalizowaliśmy zmienność izotopową azotu i węgla w kościach i zębach jelenia szlachetnego i żubra stepowego. Podobnie jak w wypadku jaskini Biśnik, tak i na Krymie udało się skorelować główne trendy zmienności izotopowej azotu i węgla z trendami klimatycznymi opisywanymi dla innych regionów północnej półkuli w późnym glacie. Dodatkowo, badania izotopowe pozwoliły wyciągnięcie wniosków dotyczących strategii życiowej obieranej przez poszczególne gatunki i ich populacje. Okazało się, że żubr stepowy prowadził osiadły tryb życia, na co wskazywały ujednolicone wyniki składu izotopowego kolagenu z kości tego gatunku. Dla odróżnienia, w tym samym okresie na płaskowyżu Czatyrdagu, gdzie położona jest jaskinia, żyły dwie populacje jelenia z których jedna, podobnie jak bizon stepowy, była osiadła a druga podejmowała sezonowe wędrówki, migrując w trakcie zimy do niżej położonych obszarów. Taka nowatorska interpretacja wyników badań izotopowych spotkała się z dużą rezerwą ze strony recenzentów pracy. Dla potwierdzenia jej trafności udało się znaleźć współczesny analog sytuacji panującej na Krymie w późnym glacie. Otóż jelenie szlachetne, żyjące współcześnie w górach Norwegii – środowisku zbliżonym do warunków panujących na Płaskowyżu Czatyrdagu kilkanaście tysięcy lat temu, również wykazują zróżnicowanie obieranej strategii życiowej. I podobnie jak materiał kopalny z Krymu, tkanki współczesnych jeleni migrujących sezonowo mają wyraźnie inny sygnał izotopowy od organizmów osiadłych.

Podsumowując należy podkreślić, że badania izotopowe, szczególnie badania izotopów trwałych, okazują się doskonałym narzędziem w rozwiązywaniu problemów szeroko rozumianej paleoekologii. Przy stawianych obecnie hipotezach dotyczących m.in. zmian paleodiety, ścieżek migracji organizmów, ich przystosowania do zmieniających się warunków środowiska czy wzajemnych interakcji narzędzia geochemiczne, w tym izotopowe okazują się nie do przecenienia. Ich wielka przewaga nad np. tradycyjnymi badaniami nad zmiennością morfometryczną poszczególnych osobników, czy składem gatunkowym zespołów polega przede wszystkim nad wskazaniem faktu zaistnienia jakiejś zmiany, ale i możliwością identyfikacji czynników, które do tych zmian doprowadziły. Prace takie mają podstawowe znaczenie dla zrozumienia obecnego stanu środowiska przyrodniczego oraz dostarczają

danych do modelowania zmian które będą zachodzić w przyszłości. To daje podstawę do podejmowania odpowiednich decyzji i zabiegów konserwatorskich i restytucyjnych.

A handwritten signature in black ink, appearing to read "M. Gesiowski". The signature is written in a cursive style with a large initial "M".

Podpis Wnioskodawcy

4. Streszczenie dorobku naukowego i osiągnięć naukowo-badawczych

4.1 Ewolucja jezior polodowcowych w świetle analizy subfosylnych szczątków wioślarek (Cladocera) – rola klimatu i działalności człowieka.

Jednym najbardziej elementem krajobrazu w obszarach rzeźby młodo glacialnej są liczne jeziora polodowcowe. Najliczniej występują jeziora rynnowe oraz wytopiskowe z całą gamą form pośrednich i mieszanych. Generalnie jeziora rynnowe charakteryzują się silnie wydłużonym kształtem oraz znaczną głębokością a jeziora wytopiskowe posiadają kształt nieregularny i są zbiornikami płytszymi. Cechy te rzutują na historię poszczególnych grup jezior, co ma bezpośredni wpływ na ewolucję zamieszkujących je zespołów roślinnych i zwierzęcych.

W moich pracach skoncentrowałem się na zmianach zachodzących w składzie gatunkowym wioślarek (Cladocera) jezior płytkich, które z czasem uległy procesowi przekształcenia w torfowiska. Charakterystyczne jest następstwo występowania poszczególnych grup wioślarek, zależne od przekształcania jeziora. W fazie inicjalnej stwierdzano występowanie jedynie nielicznych gatunków wioślarek bentonicznych. Co ciekawe, udało się stwierdzić różnice w składzie gatunkowym zespołów wioślarkowych z jezior centralnej (Gąsiorowski 2006, 2009) i północno-wschodniej Polski (Gąsiorowski 2013). W tych ostatnich, wyraźna dominacja gatunku *Alonella nana*, upodabnia fazę inicjalną istnienia tych jezior do warunków opisywanych dla jezior Estonii i Skandynawii. Dowodzi to znacznie silniejszego wpływu zanikającego lądolodu skandynawskiego na warunki klimatyczne północno-wschodniej Polski niż pozostałych regionów naszego kraju. W badanych jeziorach maksymalny rozwój fauny wioślarkowej przypadał na koniec późnego glacjału i początek holocenu. W holocenie następowało stopniowe zarastanie i wypełnianie mis jeziornych osadami aż do całkowitego zaniku jezior. Stwierdzono dwa typy przekształcania jezior w torfowiska. Pierwszy polegał na stopniowym zarastaniu i spłycaaniu zbiornika. Proces ten charakteryzował się wyraźną fazą przejściową od zbiorowisk typowo jeziornych, charakteryzujących się znaczącym udziałem form planktonicznych, do płytkich zbiorników zdominowanych przez formy litoralne. W tym wypadku proces transformacji jeziora w torfowisko był powolny i mógł trwać nawet kilkaset lat (Gąsiorowski, Kupryjanowicz 2009). Zjawisko to miało zasięg regionalny i było stwierdzone w wielu stanowiskach północnej Polski a jako najbardziej prawdopodobne przyczyny tego procesu

należy podać zmiany klimatyczne (m.in. zmniejszenie ilości opadów, wzrost temperatury powietrza i ewaporacji). Proces ten nie jest ograniczony tylko do jezior istniejących w późnym glacie i wczesnym holocenie, ale został opisany także z osadów datowanych na interglacjał eemski (Mirosław-Grabowska, Gąsiorowski 2010). Z kolei w niektórych jeziorach stwierdzono gwałtowny zanik fauny wioślarkowej, bez opisywanego powyżej stadium przejściowego. Zjawisko to mogło mieć przyczyny naturalne, jak to miało prawdopodobnie miejsce w wypadku paleojeziora istniejącego na obszarze dzisiejszej Niecki Skaliskiej (Gąsiorowski 2013), lub być związane z działalnością człowieka (Gąsiorowski 2009).

Podsumowując należy stwierdzić, że mimo stwierdzonych pewnych prawidłowości w ewolucji zbiorowisk wioślarkowych w jeziorach Polski w okresie późnego glaciału i holocenu, tj. występowania trzech faz rozwoju: inicjalnej, fazy maksymalnego rozwoju i fazy terminalnej, w poszczególnych regionach obserwować można specyficzne wykształcenie kolejnych faz. Różnice te powodowane są odmiennością warunków klimatycznych, na co w środkowym i późnym holocenie nakłada się wpływ działalności gospodarczej człowieka.

Literatura:

Gąsiorowski M. 2006. *Sukcesja wioślarek w profilu osadów późnego glaciału i holocenu w rejonie Osłonek. Prace Komisji Paleogeografii Czwartorzędu PAU 3 (2005): 143-145.*

Gąsiorowski M. 2008. *Response of Cladocera (Crustacea) to Neolithic settlement at Osłonki (Kujawy region, Central Poland). Folia Quaternaria 78: 95-99.*

Gąsiorowski M. 2013. *Cladocera record from Budzewo (Skaliska Basin, north-eastern Poland). Acta Palaeobotanica 53: 93-97.*

Mirosław-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.*

4.2 Zmiany środowiska jezior górskich w ciągu ostatnich kilkuset lat, ze szczególnym uwzględnieniem wpływu działalności człowieka.

Obszary górskie uważane są powszechnie za najmniej przekształcone regiony zachodniej i środkowej Europy. Pomimo to, nawet one ulegały w ciągu ostatnich stuleci znaczącej antropopresji. Wpływ na te zmiany miały zarówno procesy o charakterze globalnym jak zmiany klimatu (Gąsiorowski, Sienkiewicz 2010a, b), czynniki regionalne jak zanieczyszczenia atmosfery (Sienkiewicz i in. 2006) oraz czynniki lokalne, do których

zaliczyć można zmiany użytkowania terenów zlewni jezior, turystykę czy sztuczne zarybianie (Sienkiewicz, Gąsiorowski 2014).

W swoich pracach skoncentrowałem się na zmianach zachodzących w ciągu ostatnich dwóch stuleci w ekosystemach jezior tatrzańskich i sudeckich. Głównym problemem przy interpretacji uzyskanych wyników badań było oddzielenie wpływu czynników o charakterze naturalnym, głównie zmian klimatycznych, od wpływu czynników antropogenicznych, tym bardziej, że okazały się one bardzo różnorodne.

Organizmy zamieszkujące jeziora górskie pozostają najczęściej pod presją niekorzystnych warunków klimatycznych i często to temperatura wody (a pośrednio temperatura powietrza) czy okres zlodzenia są czynnikami limitującymi ich rozwój. W swoich badaniach nie starałem się określić, czy odzwierciedlane przez zooplankton zmiany klimatyczne mają charakter naturalny czy antropogeniczny, ale w jaki sposób wpłynęły na zmiany składu gatunkowego wioślarek i ochotkowatych. Przeprowadzone analizy wykazały, że organizmy te bardzo wyraźnie reagowały na zmiany termiki związane z zakończeniem małej epoki lodowej, które w Tatrach przypadło na pierwsze dwie dekady XX w. Zmiany związane z tzw. XX-wiecznym ociepleniem nie były już tak oczywiste, były bowiem maskowane przez inne czynniki środowiskowe.

Do najważniejszych przejawów antropopresji w XX w. zaliczyć należy tzw. „kwaśne deszcze”. Szczególnie narażone na ich wpływ są jeziora położone w obszarach zbudowanych ze skał krystalicznych charakteryzujących się niską zdolnością buforową. Do takich jezior należą liczne zbiorniki strefy borealnej (Nevalainen i in. 2011) oraz jeziora górskie, w tym stawy tatrzańskie i karkonoskie. Moje badania wykazały, że zwiększona dostawa związków siarki i azotu, które są deponowane w postaci opadów o niskim pH (nawet poniżej 2,5), skorelowana jest z wyraźnymi zmianami składu gatunkowego i liczebności zooplanktonu zamieszkującego stawy (Sienkiewicz i in. 2006). Co charakterystyczne, zmiany w ekosystemach jeziornych był tym intensywniejsze im mniejszą zdolność buforową wykazywała zlewnia danego stawu (Gąsiorowski, Sienkiewicz 2010b). Innym aspektem zmian wywołanych wpływem człowieka na ekosystemy jezior górskich, nie opisywanym dotychczas szerzej, było spostrzeżenie o pozytywnej reakcji niektórych gatunków na wydawać by się mogło niekorzystne zmiany związane z antropogenicznym zakwaszeniem. Takie zmiany zaobserwowane w Toporowym Stawie Niżnim w Tatrach w trakcie XX wieku spowodowały rozwój wioślarek z rodzaju *Daphnia*. Jako prawdopodobną przyczynę takiej odpowiedzi tych wioślarek na spadek pH nawet poniżej 5,5 wskazywałem na ich wysoką

zdolność adaptacyjną i wykorzystanie różnorodnej puli pokarmowej (ściślej biorąc zmiana z pokarmu bazującego na glonach na bakterie).

Drugim z procesów jakie miały znaczący wpływ na plankton stawów tatrzańskich w ostatnim stuleciu było sztuczne zarybianie. Jedynym stawem w polskiej części Tatr, który posiada naturalną populację ryb jest Morskie Oko. Badania wykazały, że wprowadzenie dodatkowej ilości ryb, które miało miejsce już w XIX w., nie spowodowało znaczących zmian w zooplanktonie tego stawu (Sienkiewicz, Gąsiorowski 2014). Zupełnie inaczej zareagowały populacje wioślarek w pierwotnie bezrybnych stawach. Najwyraźniej zmiany te obserwowane były w Przednim Stawie Polskim, gdzie selektywna presja ze strony ryb spowodowała wyeliminowanie relatywnie dużych wioślarek z rodzaju *Daphnia* i rozwój mniejszych form z rodzaju *Bosmina* oraz wioślarek bentosowych.

Trzecim przejawem wpływu człowieka na jeziora tatrzańskie były zmiany związane z rozwojem turystyki na tym obszarze. Najwyraźniej zmiany te obserwowane były w stawach nad brzegami których istnieją schroniska turystyczne tj. w Morskim Oku i Przednim Stawie (Sienkiewicz, Gąsiorowski 2014). Zaobserwowane zmiany dotyczyły znaczącego wzrostu trofii wód tych jezior skorelowany ze wzrostem intensywności ruchu turystycznego od momentu utworzenia na terenie Tatr parku narodowego.

Podsumowując, prowadzone przeze mnie badania przyczyniły się do znaczącego wzrostu wiedzy na temat przemian zachodzących w ekosystemach jezior górskich na terenie Polski. Po raz pierwszy osady z tych jezior zbadane zostały z wysoka rozdzielczością w horyzoncie czasowym obejmującym ostatnie 500 lat. Uzyskane wyniki pozwoliły na lepsze zrozumienie zmian zachodzących współcześnie i ich ocenę w kontekście wpływu działalności człowieka na te jeziora.

Literatura:

Gąsiorowski M., Sienkiewicz E. 2010a. *The Little Ice Age recorded in sediments of a small dystrophic mountain lake in southern Poland. Journal of Paleolimnology 43: 475-487.*

Gąsiorowski M., Sienkiewicz E. 2010b. *20th century acidification and warming as recorded in two alpine lakes in the Tatra Mountains (South Poland, Europe). Science of the Total Environment 408: 1091-1101.*

Nevalainen L., Sarmaja-Korjonen K., Gąsiorowski M., Luoto T.P. 2011. Late 20th century shifts in cladoceran community structure and reproduction in an acidified boreal lake. Fundamental and Applied Limnology 179: 81-92.

Sienkiewicz E., Gąsiorowski M., Hercman H. 2006. Is acid rain impacting Sudetic lakes? Science of the Total Environment 369: 139-149.

Sienkiewicz E., **Gąsiorowski M.** 2014. *Changes in the Trophic Status of Three Mountain Lakes - Natural or Anthropogenic Process? Polish Journal of Environmental Studies 23: 875-892.*

4.3 Zmiany użytkowania terenu zlewni jezior nizinnych jako główny czynnik warunkujący przekształcenia tych zbiorników w trakcie ostatnich 200 lat.

Zagadnienie to jest kontynuacją problematyki podjętej przeze mnie w trakcie doktoratu. Jeziora są obiektami krajobrazu bardzo wrażliwymi na zmiany zachodzące w ich otoczeniu. Znaczące przekształcenia ich zlewni znajdują zazwyczaj szybkie odzwierciedlenie w charakterze sedymentacji i statusie zespołów roślinnych i zwierzęcych zamieszkujących jeziora. Jednym z najistotniejszych czynników prowadzących do zmian w ekosystemach jeziornych są zmiany sposobu zagospodarowania ich zlewni. Zmiany te widoczne są już od momentu pierwszych śladów istnienia zorganizowanych grup społecznych (plemion) na terenie centralnej Polski (Gąsiorowski 2008) jednak z największą intensywnością były obserwowane w ciągu ostatnich dwóch stuleci.

Najbardziej powszechną ingerencją człowieka w zlewnie jezior nizinnych w Polsce było ich odlesianie i intensyfikacja produkcji rolnej, głównie poprzez stosowanie intensywnego nawożenia. Prowadziło to do zwiększenia erozji na obszarach zlewni i wprowadzenie dużej ilości nutrietów, co pociągało za sobą wyraźną eutrofizację. Procesy te znalazły bardzo wyraźne odzwierciedlenie w kondycji ekosystemów jeziornych. Bardzo często dochodziło do całkowitej zmiany stanu takiego zbiornika z jeziora makrofitowego na planktonowe (Kowalewski i in. 2013, 2015).

Jednym ze specyficznych typów oddziaływania na jeziora są zabiegi hydrotechniczne, do których zaliczyć można sztuczną regulację poziomu wody, łączenie zlewni jezior poprzez budowę kanałów czy zmiany warunków hydrologicznych. Wpływ tej ostatniej grupy zabiegów hydrotechnicznych badaliśmy na przykładzie starorzeczy Wisły zlokalizowanych w okolicach Warszawy (Galbarczyk-Gąsiorowska i in. 2009). Wyniki jednoznacznie wskazały na wyraźną korelację momentu budowy wałów przeciwpowodziowych (lata 20-te XX wieku) ze zmianami składu gatunkowego wioślarek i geochemii osadów. Na ich podstawie stwierdzono, że odizolowanie od bezpośrednich wpływów rzeki i zmiana sposobu użytkowania terenu w bezpośrednim sąsiedztwie starorzeczy spowodowały wzmoczoną eutrofizację tych zbiorników.

Literatura:

Gąsiorowski M. 2008. *Response of Cladocera (Crustacea) to Neolithic settlement at Osłonki (Kujawy region, Central Poland). Folia Quaternaria 78: 95-99.*

Galbarczyk-Gąsiorowska L., **Gąsiorowski M.**, Szeroczyńska K. 2009. Reconstruction of human influence during the last two centuries on two small oxbow lakes near Warsaw (Poland). *Hydrobiologia* 631: 173-183.

Kowalewski G.A., Kornijow R., McGowan S., Woszczyk M., Suchora M., Bałaga K., Kaczorowska A., **Gąsiorowski M.**, Szeroczyńska K., Wasiłowska A. 2013. Persistence of protected, vulnerable macrophyte species in a small, shallow eutrophic lake (eastern Poland) over the past two centuries: Implications for lake management and conservation. *Aquatic Botany* 106: 1– 13.

Kowalewski G.A., Kornijow R., McGowan S., Kaczorowska A., Bałaga K., Namiotko T., **Gąsiorowski M.**, Wasiłowska A. 2015. Disentangling natural and anthropogenic drivers of changes in a shallow lake using paleolimnology and historical archives. *Hydrobiologia*, DOI 10.1007/s10750-015-2510-z, w druku.

4.4 Datowanie osadów i form jaskiniowych i jeziornych jako źródło informacji paleośrodowiskowych.

Uzyskanie wiarygodnej skali czasu ma decydujące znaczenie dla rozwiązania wielu zagadnień związanych z rekonstrukcją warunków paleoklimatycznych i paleośrodowiskowych. Problem ten dotyczy w szczególności zapisów o wysokiej rozdzielczości oraz datowania pojedynczych, krótkotrwałych epizodów. W trakcie swojej pracy zajmowałem się oznaczeniem wieku zarówno materiałów typowo wykorzystywanych w badaniach paleośrodowiskowych (np. nacieki jaskiniowe, osady jeziorne) jak i bardziej swoistych (np. kości i zębów kręgowców, lód jaskiniowy).

Bezpośrednie datowanie niektórych materiałów często nie jest możliwe. Przykładem tego były szczątki niedźwiedzia jaskiniowego pochodzące z Jaskini Niedźwiedziej w Sudetach (Baca i in. 2014). W tym wypadku duża część materiału kostnego nie mogła być datowana metodą uranowo-torową ze względu na niską koncentrację uranu i zanieczyszczenie torem detrytycznym a przy tym okazała się starsza niż zasięg metody radiowęglowej. W tym wypadku zaproponowaliśmy określenie minimalnego wieku profilu osadów z którego pochodził materiał kostny poprzez datowanie polewy kalcytowej występującej w stropie tego profilu. Uzyskane wyniki pozwoliły wnioskować o bardzo wczesnym pojawieniu się na terenie Sudetów formy niedźwiedzia jaskiniowego *Ursus ingressus*.

Klasyczne wyniki datowania kalcytu naciekowego pozwoliły na wydzielenie kilku etapów depozycji osadów jaskiniowych w obrębie form krasowych występujących w kamieniołomie marmurów w Rogóźnie w Sudetach (Bieroński i in. 2009). Określenie

minimalnego wieku form zawaliskowych opisywanych z jaskini znajdującej się w tym kamieniołomie pozwoliło na wykluczenie eksploatacji marmurów jako prawdopodobnej przyczyny powstania tych zawalisk. Jednocześnie, dzięki korelacji z podobnymi formami opisywanymi z innych jaskiń sudeckich, wskazano na regionalny charakter procesu który doprowadził do ich powstania. Podobnie, wyniki datowań kalcytu naciekowego były podstawą do weryfikacji wieku poziomów korytarzy skomplikowanego systemu jaskiń Demianowskich (Bella i in. 2011).

Wyjątkowo ciekawym i ważnym, ale i zarazem trudnym do datowania elementem środowiska krasowego jest woda, zarówno występująca w formie ciekłej, jak i pod postacią lodu jaskiniowego. Dzięki znalezieniu w obrębie lodu jaskiniowego występującego w Jaskini Lodowej w Ciemniaku szczątków organicznych było możliwe datowanie z zastosowaniem metody radiowęglowej. Było to pierwsze datowanie lodu jaskiniowego w Tatrach (Hercman i in. 2010). Uzyskane wyniki były dość zaskakujące i wykazały, że lód występujący w tej jaskini powstał w trakcie tzw. małej epoki lodowej i nie jest reliktem lodu pochodzącego z okresu ostatniego zlodowacenia. Pionierską w skali Polski próbą datowania wody z wykorzystaniem technik izotopowych były badania prowadzone w Jaskini Niedźwiedziej w Sudetach (Gąsiorowski i in. 2015). Pozwoliły one na stwierdzenie, że czas infiltracji wody z powierzchni terenu do korytarzy górnego poziomu systemu krasowego wynosi zaledwie 10-14 dni, podczas gdy dla wód piętra dolnego czas ten wynosi nawet 4 lata.

Osobnym zagadnieniem związanym z opracowaniem chronologii osadów jest konstrukcja modeli wiek-głębokość. Wiarygodność i poprawność takich modeli można testować obliczając wiek sekwencji osadów o znanym wieku. Próby takie prowadziliśmy dla datowanych metodą ołowiu ^{210}Pb osadów jeziornych (Hercman i in. 2014).

Literatura:

Baca M., Mackiewicz P., Stankovic A., Popovic D., Stefaniak K., Czarnogorska K., Nadachowski A., **Gąsiorowski M.**, Hercman H., Weglenski P. 2014. Ancient DNA and dating of cave bear remains from Niedzwiedzia Cave suggest early appearance of *Ursus ingressus* in Sudetes. *Quaternary International* 339: 217-223.

Bella P., Hercman H., Gradziński M., Pruner P., Kadlec Bosak P., Glazek J., **Gąsiorowski M.**, Nowicki T. 2011. Geochronologia Vyvoja Jaskynnych Urovni v Demanoskej Doline, Nizke Tatry. *Aragonit* 16: 64-68.

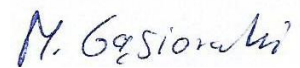
Bieroński J., Socha P., Stefaniak K., Hercman H., **Gąsiorowski M.** 2009. Caves in Rogóżka – origin, deposits and fauna. W: Stefaniak K., Socha P., Tyc A. (red.) *Karst of the Częstochowa Upland*

and the Eastern Sudetes - paleoenvironment and protection. Sosnowiec-Wrocław. TopArt. ss. 337-348.

Gąsiorowski M., Hercman H., Pruszczeńska A., Błaszczyk M. 2015. Drip rate and tritium activity in the Niedźwiedzia Cave system (Poland) as a tool for tracking water circulation paths and time in karstic systems. *Geochronometria*, w druku.

Hercman H., Gąsiorowski M., Gradziński M., Kicińska D. 2010. *The first dating of cave ice from the Tatra Mountains, Poland and its implication to palaeoclimate reconstructions. Geochronometria 36: 31-38.*

Hercman H., Gąsiorowski M., Pawlak J. 2014. *Testing the MOD-AGE chronologies of lake sediment sequences dated by the Pb-210 method. Quaternary Geochronology 22: 155-162.*



Podpis wnioskodawcy