

AUTOREFERAT

1. Imię i nazwisko

Katarzyna Marcisz

2. Posiadane dyplomy, stopnie naukowe lub artystyczne – z podaniem podmiotu nadającego stopień, roku ich uzyskania oraz tytułu rozprawy doktorskiej

26.06.2015 – doktor nauk biologicznych w dyscyplinie ekologia, specjalność hydrobiologia, paleoekologia, Wydział Biologii, Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu

Tytuł dysertacji doktorskiej: *Short- and long-term testate amoeba ecology in Sphagnum peatlands*

Promotor: prof. dr hab. Mariusz Lamentowicz, promotor pomocniczy: dr hab. Piotr Kołaczek, prof. UAM.

10.06.2011 – magister geografii, specjalność geoekologia, Wydział Nauk Geograficznych i Geologicznych, Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu

Tytuł pracy magisterskiej: *Przemiany jeziora Łebsko na podstawie badań geochemicznych profilu Łebl*

Promotor: dr hab. Mirosław Makohonienko, prof. UAM.

3. Informacja o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych lub artystycznych

Od 01.10.2019 – adiunkt, Pracownia Ekologii Zmian Klimatu, Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu

01.09.2017 – 30.09.2019 – postdoc-adiunkt badawczy, Pracownia Ekologii i Monitoringu Mokradeł, Zakład Biogeografii i Paleoekologii, Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu

01.09.2016 – 31.08.2017 – postdoc-staż podoktorski, Institute of Plant Sciences, University of Bern, Szwajcaria

01.04.2016 – 31.08.2016 – postdoc-adiunkt badawczy, Pracownia Ekologii i Monitoringu Mokradeł, Zakład Biogeografii i Paleoekologii, Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu

01.10.2015 – 31.03.2016 – pracownik naukowy, projekt CLIMPEAT, Pracownia Ekologii i Monitoringu Mokradeł, Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu

01.07. – 31.12.2013 – SCIEX fellow, Institute of Plant Sciences, University of Bern, Szwajcaria

4. Omówienie osiągnięć, o których mowa w art. 219 ust. 1 pkt. 2 Ustawy

Cechy funkcjonalne ameb skorupkowych jako nowe wskaźniki w paleoekologicznych badaniach torfowisk

Na osiągnięcie naukowe składa się pięć recenzowanych publikacji naukowych, przygotowanych i opublikowanych po nadaniu stopnia naukowego doktora. Artykuły zostały wydane w czasopismach znajdujących się na liście Journal Citation Reports (JCR) i stanowią cykl spójny pod względem tematyki i zastosowanych metod badawczych.

[A1] **Marcisz K.**, Colombaroli D., Jassey V.E.J., Tinner W., Kołaczek P., Gałka M., Karpińska-Kołaczek M., Słowiński M., Lamentowicz M., 2016. *A novel testate amoebae trait-based approach to infer environmental disturbance in Sphagnum peatlands*. Scientific Reports 6, 33907.

Punkty MNiSW₂₀₁₆: 40 (obecnie 140 pkt); IF₂₀₁₆: 4.259

[A2] **Marcisz K.**, Lamentowicz M., Gałka M., Colombaroli D., Adolf C., Tinner W., 2019. *Responses of vegetation and testate amoeba trait composition to fire disturbances in and around a bog in central European lowlands (northern Poland)*. Quaternary Science Reviews 208, 129-139.

Punkty MNiSW₂₀₁₉: 100; IF₂₀₁₉: 3.803

[A3] **Marcisz K.**, Kołaczek P., Gałka M., Diaconou A.-C., Lamentowicz M., 2020. *Exceptional hydrological stability of a Sphagnum-dominated peatland over the Late Holocene*. Quaternary Science Reviews 231, 106180.

Punkty MNiSW₂₀₁₉: 100; IF₂₀₁₉: 3.803

[A4] **Marcisz K.**, Buczek K., Gałka M., Margielewski W., Mulot M., Kołaczek P., 2021. *Past testate amoeba communities in landslide mountain fens: the relationship between shell types and sediment*. The Holocene, DOI: 10.1177/0959683621994647.

Punkty MNiSW₂₀₁₉: 140; IF₂₀₁₉: 2.353

[A5] **Marcisz K.**, Jassey V.E.J., Kosakyan A., Krashevskaya V., Lahr D.J.G., Lara E., Lamentowicz Ł., Lamentowicz M., Macumber A., Mazei Y., Mitchell E.A.D, Nasser N., Patterson T., Roe H., Singer D., Tsyganov A., Fournier B., 2020. *Testate amoeba functional traits and their use in paleoecology*. Frontiers in Ecology and Evolution 8, 575966.

Punkty MNiSW₂₀₁₉: 20; IF₂₀₁₉: 2.416

Wskaźniki bibliometryczne

Łączny Impact Factor (zgodnie z rokiem opublikowania): **145.77**

Łączny Impact Factor osiągnięcia naukowego (zgodnie z rokiem opublikowania): **17.472**

Łączna liczba punktów MNiSW (zgodnie z rokiem opublikowania): **2121**

Łączna liczba punktów MNiSW osiągnięcia naukowego (zgodnie z rokiem opublikowania): **400**

Liczba cytowań dorobku (wyniki z dnia: 01.03.2021):

- Web of Science: **589** (bez autocytowań: **493**),
- SCOPUS: **636** (bez autocytowań: **539**),
- Google Scholar: **842**.

Posiadany Indeks Hirscha (wyniki z dnia: 01.03.2021):

- Web of Science: **16**,
- SCOPUS: **17**,
- Google Scholar: **18**.

Wstęp

Torfowiska są jednymi z kluczowych ekosystemów akumulujących węgiel. Pomimo tego, że zajmują one jedynie 3% powierzchni lądów, akumulują około 1/3 światowych zasobów węgla glebowego (Parish i in., 2008; Gallego-Sala i in., 2018). Torfowiska pochłaniają ogromne ilości dwutlenku węgla (szacuje się, że jest to ok. 0,37 gigaton CO₂ rocznie, najwięcej ze wszystkich innych typów zbiorowisk roślinnych razem wziętych; IUCN (2017)) ponieważ przyrost materii organicznej jest w tych ekosystemach wyższy niż tempo dekompozycji (Tobolski, 2000). Z tego względu torfowiska są szczególnie istotnymi ekosystemami w kontekście postępującego ocieplania się klimatu. Czynnikiem, który odgrywa ważną rolę w akumulacji materii organicznej w torfowiskach jest ich wysokie uwodnienie. To właśnie poziom wody decyduje o tym czy dane torfowisko akumuluje lub emituje dwutlenek węgla (Rydin i Jeglum, 2006). Niestety, ze względu na coraz większą antropopresję oraz postępujące ocieplenie się klimatu coraz więcej torfowisk ulega degradacji. Najczęstszymi przyczynami degradacji torfowisk są: osuszanie, melioracje, pożary torfu, deforestacja oraz ekstrakcja torfu (Turetsky i in., 2015; Dohong i in., 2017). Efektem tych działań jest obniżanie się lustra wody

na torfowiskach (Swindles i in., 2019), co w konsekwencji prowadzi do zwiększonych emisji CO₂ (Kettridge i in., 2015).

W badaniach geograficznych, torfowiska są szczególnie istotnym obiektem badawczym paleoekologii. Torf gromadzący się w torfowiskach przez tysiące lat jest – obok osadów jeziornych – jednym z najlepszych archiwów wykorzystywanych w badaniach paleośrodowiskowych (Tobolski, 2000). Badania paleoekologiczne torfowisk umożliwiają rekonstrukcję zmian ekosystemów w długiej skali czasowej (aż do kilku(nastu) tysięcy lat), znacząco przekraczając czas trwania możliwych do wykonania badań eksperymentalnych czy monitoringowych (Jassey i in., 2011; Buttler i in., 2015; Słowińska, 2016; Koenig i in., 2017; Rastogi i in., 2019; in 't Zandt i in., 2021). Dzięki rekonstrukcjom wykonywanym w tak długich skalach czasowych, badania paleoekologiczne są najlepszym narzędziem do odtwarzania przeszłych zmian fauny i flory. Ze względu na możliwość akumulacji w torfie mikro- i makrofosyliów odzwierciedlających zmiany zachodzące w ekosystemach (Birks i Birks, 1980), do rekonstrukcji paleoekologicznych wykorzystuje się liczne wskaźniki (ang. *proxy*). Są to m.in.: zakumulowane i zachowane w torfie ziarna pyłku (Birks i in., 2016), makroskopowe szczątki roślin (Mauquoy i van Geel, 2013), węgle drzewne (Conedera i in., 2009), czy ameby skorupkowe (Mitchell i in., 2008a), pozwalające na rekonstrukcję szeregu zmian zachodzących w ekosystemie. Szczególnie istotne są badania wykorzystujące kilka wskaźników (ang. *multi-proxy*), ponieważ porównanie rekonstrukcji wielu składowych ekosystemu pozwala na dokładniejsze odtworzenie zmian w nim zachodzących (Sillasoo i in., 2007; van der Knaap i in., 2011; Vincze i in., 2017; Blundell i in., 2018; Castilla-Beltrán i in., 2020).

Wśród wielu aspektów funkcjonowania środowiska, jakie możemy zrekonstruować dzięki metodom paleoekologicznym, dla torfowisk szczególnie istotna jest rekonstrukcja zmian poziomu wody w przeszłości. Daje nam ona szczególnie istotną informację na temat stanu ekologicznego torfowisk (wilgotne obiekty akumulują a nie emitują CO₂; Tanneberger i in. (2020)) i pozwala określić moment (okres), w którym dany obiekt uległ zaburzeniu: naturalnemu (związanemu z działalnością zwierząt lub suszą) lub antropogenicznemu (wywołanemu przez odlesienia, melioracje czy ekstrakcję torfu). Aby monitorować zmiany poziomu wody na torfowiskach w przeszłości najlepszymi wskaźnikami paleoekologicznymi są ameby skorupkowe licznie występujące na torfowiskach mszarnych (Lamentowicz i Mitchell, 2005; Mitchell i in., 2008a).

Ameby skorupkowe są polifiletyczną grupą jednokomórkowych mikroorganizmów (Adl i in., 2019) zamieszkującą licznie wilgotne siedliska i zbiorniki wodne, w tym torfowiska. Wszystkie gatunki z tej genetycznie różnorodnej grupy łączy wspólna cecha – każdy z nich tworzy typową dla siebie skorupkę, na podstawie której dokonuje się identyfikacji taksonomicznej osobników. Wymagania ekologiczne poszczególnych gatunków względem wilgotności (a dokładniej wysokości lustra wody gruntowej), zakwaszenia siedliska (pH) oraz innych czynników (głównie zawartości Ca w torfowiskach niskich) są dość dobrze rozpoznane i służą do modelowania przeszłych zmian na torfowiskach

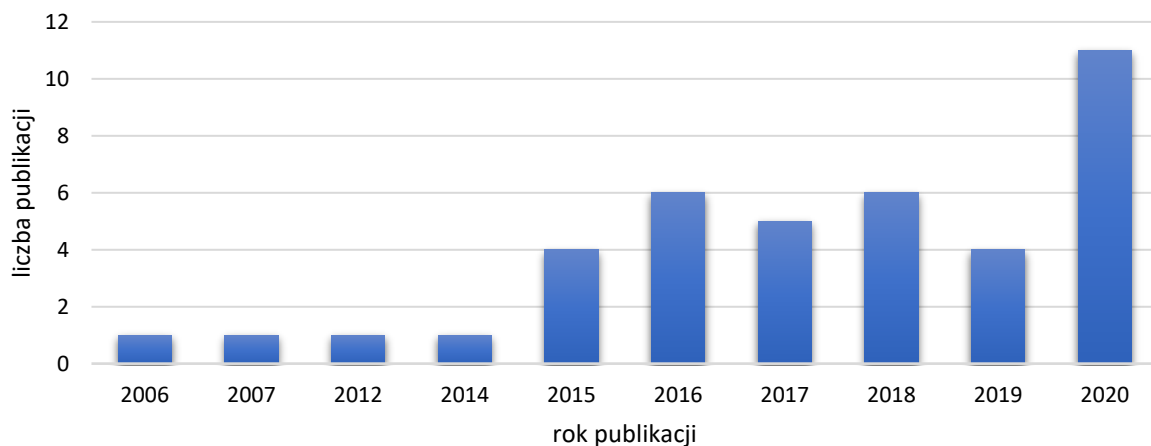
(Lamentowicz i Mitchell, 2005). Dzięki wykorzystaniu funkcji transferu (ang. *transfer function*) i ilościowych rekonstrukcji poziomu wody (ang. *depth-to-water table*, DWT) możemy odtworzyć zmiany poziomu wody w torfowiskach w długiej skali czasowej (Sachs i in., 1977; Charman, 1997; Booth, 2002; Lamentowicz i in., 2008; Payne i in., 2012; Amesbury i in., 2016).

Taksonomia ameb skorupkowych oraz ekologia poszczególnych gatunków jest badana już od połowy lat 40. XIX wieku (Schlumberger, 1845; Ehrenberg, 1853; Leidy, 1879; Penard, 1890; Penard, 1891), natomiast jako proxy w badaniach paleoekologicznych ameba skorupkowe są wykorzystywane z dużym sukcesem od kilkudziesięciu lat (McCarthy i in., 1995; Charman, 1997; Mitchell i in., 1999), także przez polskich naukowców (van Bellen i Larivière, 2020). Klasyczne analizy obejmują rozpoznanie taksonomiczne gatunków obecnych w osadzie (identyfikacja poszczególnych gatunków na bazie skorupki wg. uznanej taksonomii, np.: Mazei i Tsyganov (2006), Meisterfeld (2001), Ogden i Hedley (1980)), i na podstawie tej informacji oraz lokalnego zbioru testowego (ang. *training set*, informacja o wymaganiach ekologicznych gatunków w danym regionie) wykonuje się modelowanie statystyczne z wykorzystaniem funkcji transferu (Sachs i in., 1977; Payne i in., 2012). Wynikiem takich zabiegów jest ilościowa rekonstrukcja m.in. zmian poziomu wody na torfowiskach (rekonstruowany poziom wody wyrażony jest w cm). Taka metodyka jest z powodzeniem stosowana od kilkudziesięciu lat na różnych typach torfowisk, a także w badaniach gleb, osadów jeziornych czy strefach marginalnych mórz i oceanów zlokalizowanych w różnych strefach biogeograficznych (Booth, 2001; Mitchell i in., 2001; Roe i in., 2002; Lamentowicz i in., 2015c; Tsyganov i in., 2017; Zheng i in., 2019).

Wykorzystanie ameb skorupkowych jako wskaźników w paleoekologicznych badaniach torfowisk daje jeszcze inne korzyści. Poza uzyskaniem rekonstrukcji poziomu wody ameba skorupkowe informują także o stanie ekologicznym torfowisk. Ameba skorupkowe są najwyższym ogniwem mikrobialnej sieci troficznej na torfowiskach (Gilbert i in., 1998; Gilbert i Mitchell, 2006), w związku z czym skład zgrupowań ameb skorupkowych może wskazywać na relacje panujące w całej sieci troficznej. Wykazano na przykład, że w torfowiskach mszarnych zasiedlonych przez mchy torfowce (*Sphagnum*) zgrupowania ameb zdominowane przez małe gatunki które żywią się mniejszymi od siebie organizmami (głównie bakteriami) wskazują na słabiej rozwiniętą sieć troficzną, natomiast obecność dużych ameb skorupkowych wskazuje na większe bogactwo mikroorganizmów w siedlisku (np. glonów), czyli na bardziej rozwiniętą sieć troficzną (Jassey i in., 2013).

Od kilku lat w badaniach paleoekologicznych ameb skorupkowych, poza analizą taksonomiczną i tworzeniem ilościowych rekonstrukcji poziomu wody, coraz częściej wykorzystuje się aspekt funkcjonalny (Fournier i in., 2015; Lamentowicz i in., 2015a). Ekologia funkcjonalna (ang. *functional ecology*) ma na celu eksplorację ról i funkcji jakie organizmy pełnią w środowisku (Schmitz i in., 2015). Skupia się ona na cechach funkcjonalnych (ang. *functional traits*) badanych organizmów, m.in. ich cechach morfologicznych, biochemicznych, fizjologicznych lub behawioralnych, które mają wpływ na wydajność organizmu i jego funkcjonowanie w środowisku (Cadotte i in., 2015; Nock i in., 2016).

Wykorzystanie cech funkcjonalnych pozwala na eksplorację powiązań pomiędzy składem gatunkowym konkretnej grupy gatunków z czynnikami ekologicznymi i zmianami funkcjonalnymi będącą wypadkową tych powiązań. Podejście funkcjonalne było na początku wykorzystywane głównie w ekologii (Díaz i Cabido, 2001; Violle i in., 2007), jednak w ostatnich kilkudziesięciu latach jest coraz częściej wykorzystywane w paleoekologii (Walker i Cwynar, 2006; Luoto i Ojala, 2018), szczególnie w paleobotanice (Peppe i in., 2018; van der Sande i in., 2019; Birks, 2020). Eksploracja cech funkcjonalnych ameb skorupkowych to nowy trend mający na celu pogłębienie interpretacji paleoekologicznych o dodatkowe informacje na temat gatunków lub grup gatunków (Rycina 1).



Rycina 1. Liczba publikacji naukowych zawierających słowa kluczowe *testate amoeba* i *traits* w zasobach bazy naukowej Scopus, opublikowanych do końca 2020 roku.

Badania geograficzne rozwijają się prężnie w ostatnich latach, a poszukiwanie nowych wskaźników i metod badawczych pozwala na eksplorację nowych pytań badawczych i testowanie hipotez. W badaniach paleoekologicznych, ekologia funkcjonalna oferuje możliwość szerszego spojrzenia na interakcje pomiędzy poszczególnymi organizmami oraz może pomóc w przewidywaniu procesów ekologicznych. Ponadto, podejście funkcjonalne jest w dużym stopniu niezależne od wysokiej jakości taksonomii, co jest szczególnie korzystne w paleoekologii gdzie, ze względu na ograniczenie analiz jakością badanego osadu, często trudno jest uzyskać perfekcyjną rozdzielczość taksonomiczną. Wykorzystanie cech funkcjonalnych może ułatwić porównywanie ze sobą kilku(nastu) rdzeni analizowanych przez badaczy o różnym doświadczeniu. Jest to niezwykle ciekawy aspekt badań nad mikroorganizmami, który przykuł moją uwagę ponieważ może on w znaczący sposób poszerzyć wiedzę o rozwoju zgrupowań ameb skorupkowych w różnych siedliskach, a w konsekwencji pogłębić wiedzę o funkcjonowaniu torfowisk w długiej skali czasowej. W ostatnich latach to właśnie na potencjale cech funkcjonalnych ameb skorupkowych w paleoekologii skupiłam się w swoich badaniach najbardziej.

Cel badań

Celem niniejszej pracy habilitacyjnej było rozwinięcie i wykorzystanie nowego narzędzia, jakim są cechy funkcjonalne ameb skorupkowych, do rekonstrukcji paleośrodowiskowych na bazie profili torfowych. Szczegółowe cele, które podjęłam w badaniach to:

CEL 1: eksploracja różnorodnych cech funkcjonalnych ameb skorupkowych, które możemy zmierzyć na skorupkach ameb zgromadzonych w torfie – artykuły [A1, A2, A3, A4];

CEL 2: rozpoznanie powiązań między cechami funkcjonalnymi ameb skorupkowych a długofalowymi zmianami środowiska – artykuły [A1, A2, A3, A4];

CEL 3: określenie znaczenia poszczególnych cech funkcjonalnych ameb skorupkowych dla polepszenia interpretacji ekologicznych i paleoekologicznych – artykuły [A1, A2, A3, A4, A5];

CEL 4: sporządzenie listy cech funkcjonalnych ameb skorupkowych szczególnie istotnych dla interpretacji danych paleoekologicznych – artykuł [A5].

Metody badań

W badaniach wykorzystałam klasyczne analizy paleoekologiczne wykonane na bazie kilku rdzeni torfowych z obszaru Polski. Badania zostały wykonane w wysokiej rozdzielczości próbkowania i z użyciem wielu wskaźników paleoekologicznych (badania multi-proxy). W związku z tym, że analizy multi-proxy pozwalają uzyskać więcej informacji na temat zmian zachodzących w ekosystemach, prace wchodzące w skład osiągnięcia habilitacyjnego są wieloautorskie. Analizy palinologiczna i makroszczątków roślin w publikacjach [A1, A2, A3, A4] zostały w całości wykonane przez współautorów: dr hab. Piotra Kołaczka, prof. UAM (Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu), dr hab. Mariusza Gałkę, prof. UŁ (Uniwersytet Łódzki) oraz dr hab. Michała Słowińskiego, prof. IGiPZ (Polska Akademia Nauk, Warszawa). W artykule [A2] analiza ameb skorupkowych została wykonana przez magistrantkę Aleksandrę Górską na potrzeby innego artykułu (Gałka i in., 2014), natomiast w artykule [A3] makroskopowe węgle drzewne zanalizował jeden ze współautorów, mgr. Andrei-Cosmin Diaconu (Babeş-Bolyai University, Rumunia). Poza tą pomocą w analizie prób, w publikacjach [A1, A2, A3, A4] wchodzących w skład osiągnięcia habilitacyjnego samodzielnie wykonałam analizę mikroskopową ameb skorupkowych oraz analizę cech funkcjonalnych ameb skorupkowych, a także analizę węgla drzewnych mikroskopowych i makroskopowych. Artykuł [A5] jest artykułem przeglądowym, nie wymagał on więc żadnych analiz laboratoryjnych.

Próby torfu do analizy ameb skorupkowych przygotowałam według standardowego protokołu (Booth i in., 2010): próby zostały przesiane na sitach o oczkach siatki równych 300 µm, jednak z pominięciem ponownego przesiewania na sitku o oczkach równych 15 µm ze względu na brak drobnej frakcji mineralnej w torfie która mogłaby przeszkadzać w analizach mikroskopowych. Następnie

materiał przeanalizowałam pod mikroskopem świetlnym z powiększeniem 200× i 400× aż do uzyskania sumy skorupki 100-150 z każdej próby (Payne i Mitchell, 2009). W pracy [A1] analizy taksonomiczne ameb skorupkowych z torfowiska Linje zostały przeze mnie wykonane na potrzeby wcześniej opublikowanego artykułu do pracy doktorskiej (Marcisz i in., 2015), jednak analiza ameb skorupkowych z torfowiska Puścizna Krauszowska, oraz analiza cech funkcjonalnych w obu torfowiskach została wykonana bezpośrednio na potrzeby artykułu [A1]. Jedynie w pracy [A4] analizowane sumy ameb skorupkowych były niższe niż sugerowane 100-150 skorupki ze względu na typ siedliska, duże rozłożenie analizowanego torfu i niskie frekwencje osobników. Po przeanalizowaniu prób wykonałam klasyczne modelowanie poziomu wody oraz analizy funkcjonalne ameb skorupkowych. Cechy funkcjonalne przypisane amebom skorupkowym zostały zebrane w bazie danych wykorzystywanej teraz w Pracowni Ekologii Zmian Klimatu UAM. Każdemu z gatunków zostały przypisane konkretne cechy funkcjonalne, które są dla niego charakterystyczne. Były to: status troficzny (obecność lub nie symbiotycznych glonów), rodzaj i rozmiar skorupki, objętość skorupki, pozycja i rozmiar apertury, preferencje hydrologiczne, preferowane pH. Dokładny opis tych cech został przedstawiony w artykule [A1]. Ponadto w artykule [A3] wykorzystywałam także wskaźniki funkcjonalne (ang. *functional indices*) dla analizy zmian zachodzących w obrębie całych zgrupowań ameb skorupkowych. Były to: bogactwo funkcjonalne, równomierność funkcjonalna, rozbieżność funkcjonalna, różnorodność funkcjonalna i dyspersja funkcjonalna (Mason i in., 2005; Ricotta, 2005; Laliberté i Legendre, 2010; Fournier i in., 2012).

Bardzo ważnym krokiem była konstrukcja modeli wiek-głębokość na bazie datowań radiowęglowych (metoda ^{14}C ; Walanus i Goslar (2009)) i ołowiowych (metoda ^{210}Pb ; Le Roux i Marshall (2011)). Wysokiej rozdzielczości datowanie i wysokiej jakości modele wiek-głębokość są podstawą stworzenia dobrej chronologii dla rdzenia torfowego (Kończak i in., 2019). Model wiek-głębokość w artykule [A2] wykonałam samodzielnie natomiast pozostałe modele w publikacjach [A1, A3, A4] zostały wykonane przez współautorów artykułów: prof. dr hab. Mariusza Lamentowicza (Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu) i dr hab. Piotra Kończaka, prof. UAM.

Do syntezy danych multi-proxy wykorzystywałam szereg analiz statystycznych. W artykule [A1] wykonałam statystyki wielowymiarowe – analizę redundancji (RDA) aby określić wpływ zaburzeń na cechy funkcjonalne ameb skorupkowych. Modele równań strukturalnych (SEM) wykonane przez dr Vincenta Jasseya (Centre national de la recherche scientifique & Université Paul Sabatier, Tuluza, Francja) pozwoliły na podsumowanie wpływu poszczególnych zaburzeń na strukturę zgrupowań ameb skorupkowych i ich różnorodność funkcjonalną.

W artykule [A2] także wykonałam statystyki wielowymiarowe, tym razem wykorzystując niemetryczne skalowanie wielowymiarowe (NMDS). Ponadto, aby lepiej określić wpływ lokalnego zaburzenia – pożaru – na cechy funkcjonalne ameb skorupkowych, na bazie przeanalizowanych makroskopowych węgli drzewnych (węgle >100 μm) wykonałam dwie analizy statystyczne. Pierwszą

z nich była ilościowa rekonstrukcja przeszłej aktywności pożarowej, dzięki której udało się określić liczbę istotnych zdarzeń pożarowych czy częstotliwość pożarów. Drugą to wykorzystanie funkcji transferu aby określić inne parametry związane z aktywnością pożarową: liczbę pożarów, całkowitą moc pożaru i obszar objęty pożarem. Analizy pożarowe zostały wykonane z pomocą współautorów: prof. Willego Tinnera (University of Bern, Szwajcaria), dr Daniele Colombaroli (Royal Holloway, University of London, Wielka Brytania) i dr Carole Adolf (University of Oxford, Wielka Brytania). Artykuł [A2] jest pierwszym artykułem z obszaru Polski w którym wykorzystano obie te metody analiz. Ponadto, ze względu na ciągłość próbkowania wszystkich lokalnych wskaźników paleoekologicznych (ameb skorupkowych i ich cech funkcjonalnych, makroszczałek roślin oraz makroskopowych węgli drzewnych) w artykule [A2] wykonałam cross-korelacje aby stwierdzić które typy roślinności (mchy torfowce vs. rośliny naczyniowe) i rodzaje skorupki ameb są skorelowane z epizodami pożarowymi.

W artykule [A4] obliczyłam wskaźniki różnorodności biologicznej (wskaźnik Shannona, wskaźnik Simpsona, wskaźnik równomierności), natomiast analizy wielowymiarowe (analiza składowych głównych, PCA) oraz wykresy pudełkowe zostały wykonane przez współautora, dr Matthieu Mulet (University of Neuchâtel, Szwajcaria).

W artykule [A5] wykres na rycinie 2 podsumowujący odpowiedź cech funkcjonalnych ameb skorupkowych na zmienność czynników środowiska w torfowiskach wykonał współautor, dr Vincent Jassey.

Wszystkie ilościowe rekonstrukcje poziomu wody (DWT) na bazie danych amebowych zostały wykonane w programie C2 (Juggins, 2003), wykorzystując zbiór testowy opracowany dla północnej Polski (Lamentowicz i Mitchell, 2005; Lamentowicz i in., 2008). Wszystkie modele wiek-głębokość zostały wykonane w oprogramowaniu OxCal (Bronk Ramsey, 1995). Większość analiz statystycznych wykonano w programie statystycznym R (R Development Core Team, 2020): analizy funkcjonalne zostały wykonane z użyciem pakietu *FD* (Laliberté i in., 2014), statystyki wielowymiarowe z użyciem pakietu *vegan* (Oksanen i in., 2010) i *stats* (Becker i in., 1988), modele równań strukturalnych z użyciem pakietu *sem* (Grace i in., 2010), a cross-korelacje z użyciem pakietu *astsa* (Stoffer, 2016). Ilościowa rekonstrukcja zmian aktywności pożarowej została wykonana w oprogramowaniu CharAnalysis (Higuera i in., 2010) oraz z użyciem funkcji transferu stworzonej przez Adolf i in. (2018). Wskaźniki różnorodności biologicznej zostały obliczone w programie PAST (Hammer i in., 2001).

We wszystkich pracach jestem autorem wiodącym i korespondencyjnym. W każdym z artykułów [A1, A2, A3, A4] stworzyłam pierwszy draft manuskryptu, byłam odpowiedzialna za poprawki tekstu i rycin, kontakt z redakcją oraz sformułowanie odpowiedzi na komentarze recenzentów. W artykule [A5] stworzyłam plan artykułu, ogólny jego zarys oraz zakres merytoryczny poszczególnych rozdziałów i podrozdziałów, jednak tekst manuskryptu był efektem wspólnej pracy wszystkich współautorów. Także w tym artykule byłam odpowiedzialna za poprawki tekstu i rycin,

złożenie tekstu w jedną spójną całość, kontakt z redakcją oraz sformułowanie odpowiedzi na komentarze recenzentów. Oświadczenia o wkładzie pracy – moim i współautorów – w poszczególne artykuły będące częścią osiągnięcia habilitacyjnego są załączone do wniosku.

Badania zostały zrealizowane w ramach kilku projektów badawczych: *FIRECO 2016.0310* (Swiss Government Excellence Postdoctoral Scholarship for the year 2016/2017; stypendystka: dr Katarzyna Marcisz), *PSPB-013/2010* (CLIMPEAT, grant from Switzerland through the Swiss Contribution to the enlarged European Union; kierownik: prof. dr hab. Mariusz Lamentowicz), *RE-FIRE 12.286* (Scientific Exchange Programme from the Swiss Contribution to the New Member States of the European Union (SciexNMSch) – SCIEX Scholarship Fund; stypendystka: Katarzyna Marcisz), *2015/17/B/ST10/01656* (Narodowe Centrum Nauki; kierownik: prof. dr hab. Mariusz Lamentowicz), *0342/IP1/2016/74* (Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego; kierownik: dr hab. Piotr Kołaczek, prof. UAM), *NN305 320 436* (Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego; kierownik: prof. dr hab. Lech Szajdak) oraz *UMO-2014/13/B/ST10/02091* (Narodowe Centrum Nauki; kierownik: dr Monika Karpińska-Kołaczek).

Opis osiągnięcia – wyniki badań

[A1] **Marcisz K.**, Colombaroli D., Jassey V.E.J., Tinner W., Kołaczek P., Gałka M., Karpińska-Kołaczek M., Słowiński M., Lamentowicz M., 2016. *A novel testate amoebae trait-based approach to infer environmental disturbance in Sphagnum peatlands*. [Scientific Reports](#) 6, 33907.

Zagadnieniem cech funkcjonalnych w paleoekologii zainteresowałam się już pod koniec 2014 roku, na ostatnim roku studiów doktoranckich. Podejście funkcjonalne wydało mi się niezwykle interesujące oraz zauważyłam jego potencjał jako dodatkowego proxy, które mogłoby uszczegółwić interpretacje paleoekologiczne, jak to ma miejsce np. w badaniach paleobotanicznych (Birks, 2020). Pierwsze badania do artykułu [A1] zostały wykonane w oparciu o dwa profile torfowe, w których analizowałam skład gatunkowy ameb skorupkowych. Ich wyniki zostały opublikowane w 2016 roku jako jedne z pierwszych, w których wykorzystano cechy funkcjonalne ameb skorupkowych w rekonstrukcjach paleośrodowiskowych. Poprzednie prace zostały opublikowane zaledwie rok wcześniej przez Fournier i in. (2015) oraz Lamentowicz i in. (2015a). Wyjątkowość mojego pierwszego artykułu polegała na ciągłym próbkowaniu torfu (pozostałe dwie prace miały niższą rozdzielczość próbkowania) oraz bezpośrednim porównaniu wyników z dwóch stanowisk badawczych w celu sprawdzenia zmienności cech funkcjonalnych w kontekście zaburzeń torfowisk.

Badania w pracy [A1] były oparte o rdzenie torfowie pobrane z dwóch torfowisk mszarnych: Linje (Pojezierze Chełmińskie) i Puścizna Krauszowska (Kotlina Orawsko-Nowotarska). Oba torfowiska były w przeszłości zaburzone przez działalność człowieka. Torfowisko Linje było zaburzone przez lokalne wylesienie, obniżenie poziomu wody i lokalne pożary (Marcisz i in., 2015). Antropopresja

w Puściźnie Krauszowskiej miała formę ekstrakcji torfu na znacznym obszarze tego obiektu, doprowadzając do osuszenia torfowiska i zaburzenia warstw torfu w środkowej części profilu (Fiałkiewicz-Kozieł i in., 2015). Celem artykułu [A1] było określenie czy cechy funkcjonalne ameb skorupkowych odpowiedzą na zaburzenie, oraz sprawdzeniu czy podobne cechy funkcjonalne odpowiedzą na zaburzenia w obu torfowiskach.

Badania wykazały, że w obu torfowiskach podobne cechy funkcjonalne odpowiedziały na zaburzenia, pomimo tego, że torfowiska doświadczyły innego typu zaburzeń. W obu stanowiskach na skutek zaburzenia w zgrupowaniach ameb skorupkowych znacząco spadła liczba ameb miksotroficznych (czyli tych posiadające symbiotyczne glony) oraz dużych gatunków (takich, których skorupki są większe niż 60 μm). W zgrupowaniach obecnych po wystąpieniu zaburzeń zwiększyła się natomiast liczebność gatunków małych (o wielkości skorupki mniejszej niż 60 μm). Gatunki miksotroficzne są szczególnie wrażliwe na zaburzenia w funkcjonowaniu torfowisk gdyż to one zostały wyeliminowane ze zgrupowań jako pierwsze po pojawieniu się zaburzeń. Duże gatunki mogą mieć mniejszą tolerancję na osuszenie, w związku z tym każde zaburzenie powodujące obniżenie poziomu wody na torfowiskach prowadzi do ich eliminacji ze zgrupowań, zmieniając relacje w mikrobialnej sieci troficznej (Jassey i in., 2013). Inną ważną cechą funkcjonalną wydaje się być wielkość i pozycja apertury. W zgrupowaniach obecnych po wystąpieniu zaburzeń zwiększyła się liczba ameb skorupkowych posiadających małe apertury typu plagiostomicznego, czyli takie ułożone na jednym z boków skorupki. Apertury plagiostomiczne są w pewnym stopniu ukryte w skorupce, często „chronione” przez mały kołnierz, w związku z tym lepiej chronią komórkę ameby przed wysuszeniem w okresach suszy. To przystosowanie na pewno pozwala małym amebom skorupkowym przeżyć okresy suche. Ponadto, zastosowane modele równań strukturalnych wykazały, że bezpośrednio zaburzenie w postaci ekstrakcji torfu wpłynęło na różnorodność funkcjonalną ameb skorupkowych bezpośrednio, natomiast pożar wpłynął na ameby skorupkowe pośrednio – wpływając na zmianę lokalnej roślinności doprowadził do zmiany składu zgrupowań ameb skorupkowych i dominujących cech funkcjonalnych.

Podsumowując, podobna odpowiedź zgrupowań ameb skorupkowych w dwóch stanowiskach pokazała, że odpowiedź cech funkcjonalnych jest uniwersalna, potwierdzając duży potencjał paleoekologii funkcjonalnej ameb skorupkowych dla przyszłych badań paleoekologicznych torfowisk. Przy badaniach zaburzonych torfowisk szczególnie istotna wydaje się obserwacja zmian w obrębie trzech cech funkcjonalnych – miksotrofii (znaczące zmniejszenie się ilości tych gatunków po zaburzeniu), wielkości skorupki (spadek ilości dużych gatunków na rzecz małych po zaburzeniu) oraz typu apertury (mniejsze i bardziej „chronione” apertury występują liczniej po wystąpieniu zaburzenia).

[A2] Marcisz K., Lamentowicz M., Gałka M., Colombaroli D., Adolf C., Tinner W., 2019. *Responses of vegetation and testate amoeba trait composition to fire disturbances in and around a bog in central European lowlands (northern Poland)*. [Quaternary Science Reviews](#) 208, 129-139.

Na kolejnym etapie prac postanowiłam jeszcze dokładniej zbadać jak ameby skorupkowe reagują na zaburzenia, tym razem wykorzystując rdzeń z zapisem lokalnego zaburzenia na torfowisku oraz skupiając się na różnicach w budowie skorupki ameb. Badania zostały wykonane podczas stażu podoktorskiego na Uniwersytecie Berneńskim w Szwajcarii (2016-2017).

W artykule [A2] wykorzystałam zbiór danych z rdzenia torfowego (monolit o długości 1 metra) pobranego z torfowiska Bagno Kusowo (Dolina Gwdy, Pomorze Zachodnie) w 2010 roku. Badania multi-proxy zostały wcześniej opublikowane (Gałka i in., 2014). Podczas badań wykonano analizę palinologiczną, makroszczątek roślinnych i ameb skorupkowych, zabrakło jednak badań węgla drzewnych. Podczas stypendium podoktorskiego wykonałam analizę mikro- i makroskopowych węgla drzewnych z tego rdzenia w jednym z najlepszych na świecie laboratoriów zajmujących się badaniami przeszłej aktywności pożarowej – w sekcji Paleoekologicznej Uniwersytetu Berneńskiego kierowanej przez prof. Willego Tinnera. W związku z tym, że wszystkie lokalne proxy (makroszczątki roślinne, makroskopowe węgle drzewne, ameby skorupkowe) były przeanalizowane ciągle (100 prób pobranych co 1 cm ze 100-cm rdzenia torfowego) możliwe było wykonanie statystyk pożarowych oraz cross-korelacji. Obie te analizy statystyczne można wykonywać tylko na ciągłym zbiorze danych.

Badania wykazały, że od połowy XVII do połowy XVIII wieku na torfowisku i w jego okolicy miały miejsce trzy duże wydarzenia pożarowe które znacząco zmodyfikowały lokalną roślinność w tym okresie – zmniejszyła się frekwencja mchów torfowców *Sphagnum* a analizowana część torfowiska została zdominowana przez rośliny naczyniowe. Postanowiłam wykonać także analizę cech funkcjonalnych ameb skorupkowych aby stwierdzić, czy te lokalne pożary miały także wpływ na zgrupowania mikroorganizmów.

Eksploracja cech funkcjonalnych ameb skorupkowych w artykule [A2] wykazała, że po wystąpieniu lokalnego zaburzenia, tak jak w przypadku artykułu [A1], gatunki miksotroficzne ameb skorupkowych bardzo szybko zmniejszyły swoją liczebność. Po ustąpieniu lokalnych pożarów gatunki miksotroficzne po raz kolejny zwiększyły swoją liczebność, jednak nie były aż tak liczne jak wcześniej. Lokalne zaburzenia spowodowały też zmianę w relacjach pomiędzy dominującymi typami skorupki ameb. W zgrupowaniach wystąpiły gatunki posiadające cztery typy skorupki: idiosomiczne (zbudowane z płytek z krzemionki biogenicznej lub wapiennych), idiosomiczne z powłoką organiczną, białkowe i aglutynujące (xenosomiczne, posiadające wbudowane w skorupkę cząsteczki materii mineralnej pobranej przez amebę ze środowiska) (Mitchell i in., 2008b). Cross-korelacje pomiędzy proxy wykazały, że wystąpienie pożaru było skorelowane z występowaniem ameb skorupkowych

posiadających skorupki białkowe, natomiast skorupki idiosomiczne i aglutynujące były negatywnie skorelowane z wydarzeniem pożarowym.

Wyniki artykułu [A2] pokazują regenerację roślinności torfowiska po niskiej intensywności pożarze i stosunkowo krótko trwających zaburzeniach. Pierwotnie występujące mchy rodzaju *Sphagnum* ponownie zdominowały ekosystem po ustąpieniu zaburzeń. Ponadto, badania potwierdziły, że zmiana dominujących cech funkcjonalnych świadczy o zmianach w siedlisku, a konkretne cechy funkcjonalne mogą być dobrym wskaźnikiem zaburzeń. Potwierdzając wyniki uzyskane w artykule [A1] ważną cechą okazała się miksotrofia, a poza nią zmiana dominujących typów skorupki występujących w zgrupowaniach ameb skorupkowych.

[A3] Marcisz K., Kołaczek P., Gałka M., Diaconou A.-C., Lamentowicz M., 2020. *Exceptional hydrological stability of a Sphagnum-dominated peatland over the Late Holocene*. [Quaternary Science Reviews](#) 231, 106180.

Kontynuacją analiz funkcjonalnych w paleoekologii ameb skorupkowych było rozpoznanie nie tylko różnorodności cech funkcjonalnych i ich odpowiedzi na zmiany zachodzące w ekosystemie torfowisk, ale także eksploracja różnorodności funkcjonalnej i wskaźników funkcjonalnych całych zgrupowań ameb skorupkowych. W związku z tym, że szerszy kontekst badań i zastosowanie podejścia ekosystemowego pozwala na bardziej dogłębną analizę i wnikliwszą interpretację odpowiedzi ameb skorupkowych na zmienne środowiskowe w badaniach ekologicznych (Fournier i in., 2012; Arrieira i in., 2015), wykorzystanie wskaźników funkcjonalnych powinno przynieść także wiele korzyści w interpretacji danych paleoekologicznych.

Badania opublikowane w artykule [A3] zostały przeprowadzone na bazie rdzenia torfowego (o długości 4 metrów) pobranego z torfowiska Jaczno (Suwalszczyzna). Podobnie jak w poprzednich artykułach [A1, A2] rdzeń został opróbowany w sposób ciągły, z wysoką rozdzielczością. Badania multi-proxy objęły analizy: palinologiczną, makroszczałek roślin, mikro- i makroskopowych węgli drzewnych oraz ameb skorupkowych. Ponadto wykonano także wysokiej rozdzielczości datowanie torfu metodą radiowęglową – jedną datę na każde 20 cm torfu, czyli w sumie wykonano aż 21 dat ^{14}C . Datowanie wykazało, że pobrany profil ma jedynie ok. 1500 lat a tempo akumulacji torfu w torfowisku Jaczno było jednym z najwyższych wśród torfowisk do tej pory zbadanych w Polsce. Średnie tempo akumulacji torfu wyniosło ok. 1,38 mm/rok. Na Niżu Środkowoeuropejskim wyższe średnie wartości tempa akumulacji były notowane w zaledwie kilku dużych i niezaburzonych torfowiskach wysokich w północnej Polsce (Gałka i in., 2015; Lamentowicz i in., 2015a; Gałka i in., 2017) i jednym stanowisku na Litwie (Stivrins i in., 2017). Biorąc pod uwagę jeszcze szybsze wartości przyrostu materii organicznej w stropowej części rdzenia (średni przyrost 7,3–12,4 mm/rok w obrębie akrotelmu w górnych 60 cm), możemy sądzić, że torfowisko Jaczno zaczęło się tworzyć jako pło zarastające jedną z zatok pobliskiego

jeziora. Podobne przykłady szybkiej akumulacji torfu były obserwowane w Borach Tucholskich (Lamentowicz i Obremska, 2010; Pawłyta i Lamentowicz, 2010), Puszczy Noteckiej (Milecka i in., 2017) i we Włoszech (Zaccone i in., 2017).

W związku z tak szybkim przyrostem torfu i niską antropopresją na badanym obszarze (dane historyczne, archeologiczne i palinologiczne wskazują minimalny wpływ człowieka na tę część Suwalszczyzny aż do ok. 1600 roku) torfowisko Jaczno aż do czasów obecnych pozostawało w bardzo dobrym stanie hydrologicznym. Na tle innych stanowisk europejskich zbadanych pod kątem paleohydrologicznym, z których praktycznie wszystkie zostały zaburzone i osuszone w ostatnich 200–300 latach (Swindles i in., 2019), torfowisko Jaczno jest jednym z niewielu, które utrzymało stabilny i wysoki poziom wody. W ostatnich 1500 latach średni poziom wody wyniósł średnio 11 cm, a w okresach ok. 1400–1700 r. i 1900–1970 r. ta średnia była jeszcze wyższa. Tak stabilne warunki hydrologiczne oraz niska antropopresja sprawiły, że zgrupowania ameb skorupkowych także nie odnotowały większych zmian w dominujących gatunkach ani dominujących w nich cechach funkcjonalnych. Aż do XX w. zgrupowania były zdominowane przez gatunki miksotroficzne (*Archerella flavum*, *Hyalosphenia papilio*), co potwierdza dobry stan ekologiczny obiektu. Nieznaczne wahania w dominujących cechach funkcjonalnych zaobserwowano w szczególnie wilgotnych fazach JACZ-2 i JACZ-4 w których nastąpiły krótkotrwałe zmiany w średniej wielkości skorupki i apertury. Wskaźniki funkcjonalne także były dość stabilne, wykazując zmiany w zgrupowaniach ameb skorupkowych w fazach JACZ-2 i JACZ-4. Nastąpił wtedy spadek wszystkich mierzonych wskaźników funkcjonalnych (bogactwa funkcjonalnego, równomierności funkcjonalnej, rozbieżności funkcjonalnej, różnorodności funkcjonalnej i dyspersji funkcjonalnej), które (poza rozbieżnością funkcjonalną) zaczęły rosnąć w ostatnich dekadach. Zmiany zachodzące w zgrupowaniach ameb w ostatnich kilku dziesięcioleciach a także te zachodzące w lokalnej florze (dominujący gatunek *Sphagnum magellanicum* został po ok. 1920 r. zastąpiony przez bardziej pospolity *Sphagnum angustifolium*) świadczą o tym, że torfowisko Jaczno jest poddawane coraz większej antropopresji.

[A4] Marcisz K., Buczek K., Gałka M., Margielewski W., Mulot M., Kołaczek P., 2021. *Past testate amoeba communities in landslide mountain fens: the relationship between shell types and sediment*. [The Holocene](https://doi.org/10.1177/0959683621994647), DOI: 10.1177/0959683621994647.

Bardzo dużym wyzwaniem była analiza ameb skorupkowych w pracy [A4] gdzie wraz ze współautorami badaliśmy silnie zaburzone torfowiska położone w niszach osuwiskowych Polskich Karpat. Analizy mikroskopowe były w przypadku tej pracy szczególnie skomplikowane ze względu na dużą ilość zaburzeń jakie dotknęły badane torfowiska, oraz praktycznie brak literatury na temat zgrupowań ameb skorupkowych występujących w takich ekosystemach. Można powiedzieć, że środowisko akumulacji torfu w pracy [A4] było całkowitą odwrotnością stabilnego i szybko przyrastającego torfu w torfowisku wysokim Jaczno badanym w pracy [A3]. W pracy [A4] badaniu

poddane zostały dwa torfowiska niskie położone w niszach osuwiskowych: Bogdanówka-Beło w Beskidzie Makowskim i Zbludza w Beskidzie Wyspowym. Torf w obu torfowiskach był złożony z warstw silnie rozłożonego torfu, dużej ilości materii mineralnej (liczne miększe warstwy mineralne zakumulowane w wyniku spływy powierzchniowego po obfitych opadach deszczu) i licznych fragmentów drewna (Margielewski, 2006a; Margielewski, 2014). Jedynie w niewielkiej ilości warstw torfu udało się rozpoznać makroszczątki mchów brunatnych i mchów torfowców.

Jedyną pracą opublikowaną do tej pory na bazie materiału pobranego z zaburzonych torfowisk położonych w niszach osuwiskowych była praca Šímová i in. (2019) z torfowiska przejściowego w Karpatach Wschodnich na Słowacji. Tak jak w badaniach Šímová i in. (2019), różnorodność gatunkowa ameb skorupkowych w analizowanych przeze mnie próbach z torfowisk polskich Karpat była duża, jednak w torfowiskach polskich koncentracje ameb skorupkowych w torfie były na tyle małe, że nie było możliwości wykonania statystycznie istotnej rekonstrukcji poziomu wody. Ta różnica w koncentracji ameb skorupkowych wynika najprawdopodobniej z typu siedliska. Šímová i in. (2019) badała torfowisko przejściowe, na którym występowały licznie mchy torfowce, natomiast badane przez nas stanowiska to silnie zaburzone torfowiska niskie, w których dominowały mchy brunatne oraz materia mineralna i drewno zakumulowane w wyniku częstych w tym rejonie spływów powierzchniowych (Margielewski, 2018).

Zaburzenia w akumulacji torfu spowodowały, że w obu torfowiskach różnorodność gatunkowa ameb skorupkowych w poszczególnych próbach była ogromna. Nie zaobserwowałam ciągłości występowania zgrupowań ameb skorupkowych a dominujące gatunki zmieniały się gwałtownie z próby na próbę. Zaobserwowałam wiele gatunków ameb skorupkowych, które były do tej pory rzadko oznaczane w torfowiskach polskich, np. *Trinema grandis* czy *Centropyxis orbicularis*. Ameby miksotroficzne, które są wskaźnikami dobrego stanu hydrologicznego w torfowiskach wysokich zdominowanych przez mchy torfowce – *A. flavum*, *Hyalosphenia elegans*, *H. papilio* (Marcisz i in., 2014b; Payne i in., 2016) – były obecne tylko w kilku próbach i to najczęściej w bardzo niskiej liczbie (pojedyncze osobniki). *H. papilio* wystąpiła licznie tylko w jednej próbie, w warstwie ze stwierdzonymi mchami torfowcami.

Analizując zgrupowania pod kątem dominującego typu skorupki w pracy [A4], podobnie jak w pracy [A2], stwierdziłam w zgrupowaniach ameb skorupkowych gatunki posiadające cztery typy skorupki: idiosomiczne, idiosomiczne z powłoką organiczną, białkowe i aglutynujące (xenosomiczne). W obu torfowiskach zgrupowania ameb skorupkowych były zdominowane przez ameby posiadające skorupki aglutynujące. Jest to najprawdopodobniej związane z ciągłą dostawą materii mineralnej do torfowiska na skutek częstych spływów powierzchniowych, dzięki czemu dostępna jest duża ilość materiału do budowy skorupki xenosomicznych. Drugim dominującym typem skorupki były skorupki idiosomiczne, które są zbudowane z płytek z krzemionki biogenicznej lub wapiennych (Mitchell i in., 2008b). Ameby o tych typach skorupki są istotne dla obiegu krzemu w glebie (Puppe, 2020), a ich

obecność możemy wiązać z dostawą materiału bogatego w krzemionkę do torfowiska. W stanowisku Bogdanówka-Beło, gdzie zgrupowania idiosomicznych ameb skorupkowych były szczególnie bogate, okoliczne skały zbudowane są z wielu minerałów mogących być źródłem krzemionki, np. kwarc, illit, kaolinit czy montmorylonit (Margielewski, 2006b; Margielewski, 2014).

W związku z tym jak bardzo zaburzone jest funkcjonowanie torfowisk położonych w niszach osuwiskowych, ameby skorupkowe poddane są ciągłej presji która uniemożliwia nieprzerwane funkcjonowanie stabilnych zgrupowań ameb. Skład taksonomiczny zgrupowań oraz dominujące cechy funkcjonalne są uzależnione od niestabilnej hydrologii oraz dostawy materiału mineralnego z częstych spływów powierzchniowych. Częsta dostawa materii mineralnej, w tym materiału bogatego w krzemionkę, wpływają na dominację ameb tworzących dwa typy skorupki: aglutynujące oraz idiosomiczne. Niska koncentracja skorupki w torfie nie pozwala na wykonanie rekonstrukcji poziomu wody, jednak duża zmienność gatunkowa w zgrupowaniach potwierdza dużą niestabilność hydrologiczną torfowisk tego typu.

[A5] Marcisz K., Jassey V.E.J., Kosakyan A., Krashevska V., Lahr D.J.G., Lara E., Lamentowicz Ł., Lamentowicz M., Macumber A., Mazei Y., Mitchell E.A.D, Nasser N., Patterson T., Roe H., Singer D., Tsyganov A., Fournier B., 2020. *Testate amoeba functional traits and their use in paleoecology. Frontiers in Ecology and Evolution* 8, 575966.

Zwieńczeniem mojej dotychczasowej pracy nad paleoekologią funkcjonalną ameb skorupkowych było opublikowanie artykułu przeglądowego podsumowującego dotychczasową wiedzę na temat cech funkcjonalnych ameb skorupkowych i ich wykorzystania w paleoekologii. Artykuł [A5] jest wynikiem pracy wieloautorskiego zespołu, którego pracom przewodziłam. Pomysł na artykuł zrodził się podczas cyklicznej konferencji skupiającej badaczy ameb skorupkowych 9th *International Symposium on Testate Amoebae* ISTA-9, na którą zostałam zaproszona jako keynote speaker w sesji *Recent Advances and Future Research Priorities*. W swojej prezentacji opowiadałam o perspektywach wykorzystania badań funkcjonalnych w ekologii i paleoekologii ameb skorupkowych.

Celem artykułu [A5] było zebranie wiedzy na temat cech funkcjonalnych ameb skorupkowych zawartej w jak najszerszym zbiorze literatury, oraz poruszenie aspektu funkcjonalnego z perspektywy wielu dziedzin nauki (taksonomii, ewolucji, genetyki, ekologii i paleoekologii) oraz jak największej ilości ekosystemów zamieszkałych przez ameby skorupkowe (od różnych typów torfowisk, przez jeziora, aż do stref litoralnych słonych akwenów morskich). W związku z tak obszernym podjęciem tematu, do pracy nad artykułem zaprosiłam przedstawicieli różnych dziedzin nauki zajmujących się możliwie najszerszym zakresem badań nad amebami skorupkowymi. Wynikiem tej współpracy jest pierwszy artykuł przeglądowy dotyczący ameb skorupkowych obejmujący tak szeroką tematykę badawczą. W artykule ujęto przegląd większości publikacji jakie do tej pory podjęły tematykę ameb

skorupkowych. W sumie zacytowano 355 artykułów naukowych dotyczących ameb skorupkowych opublikowanych w latach 1856-2020, co czyni tę pracę największym artykułem przeglądowym dotyczącym ekologii ameb skorupkowych opublikowanym do tej pory w literaturze światowej.

Poszczególne rozdziały artykułu [A5] zaplanowałam w taki sposób, aby praca spełniała kilka funkcji i była użyteczna dla kilku grup odbiorców. Artykuł miał (1) uporządkować dotychczasową wiedzę na temat cech funkcjonalnych ameb skorupkowych tworząc kompendium literatury, w której do tej pory pisano o poszczególnych cechach funkcjonalnych; (2) pomóc szybko zorientować się w temacie i terminologii szerokiemu gronu naukowców – także osobom, które do tej pory amebami skorupkowymi się nie zajmowały; oraz (3) pokazać w jaki sposób badacze ameb skorupkowych definiują poszczególne cechy funkcjonalne aby pomóc w wykorzystaniu ekologii funkcjonalnej badaczom innych grup mikroorganizmów. Strukturę artykułu zaplanowałam tak, aby na początku wprowadzić podstawowe pojęcia związane z zagadnieniem ekologii funkcjonalnej oraz na tej podstawie przedstawić potencjał tego podejścia badawczego dla paleoekologii. W związku z tym, że ekologia funkcjonalna opiera się na wiedzy dotyczącej ekologii poszczególnych gatunków, w kolejnym rozdziale przedstawiliśmy informacje dotyczące taksonomii historycznej, podsumowując pierwsze artykuły które przedstawiały ekologię ameb skorupkowych i nawiązywały w jakiś sposób do cech funkcjonalnych, jednak nazywając je inaczej (np. ang. *guilds* lub *life forms*). Następnie wyjaśnione zostały aspekty ewolucji i genetyki ameb skorupkowych, które mogą mieć wpływ na obecne w amebach skorupkowych cechy funkcjonalne. Kolejny rozdział przedstawia relacje pomiędzy cechami ameb skorupkowych a ich funkcją w różnych siedliskach, w których ameby skorupkowe występują. Są to: torfowiska wysokie, torfowiska niskie, torfowiska położone w strefie międzyzwrotnikowej, jeziora, gleba i inne tereny podmokłe oraz strefy litoralne słonych akwenów morskich. Następny rozdział przedstawia wyniki badań paleoekologicznych które do tej pory wykorzystywały cechy funkcjonalne ameb, podkreślając najważniejsze cechy funkcjonalne, które możemy wykorzystać jako wskaźniki w paleoekologii. W tej sekcji oddzielnie wzięto pod uwagę torfowiska, a oddzielnie jeziora ponieważ są one zamieszkiwane przez innego rodzaju zgrupowania ameb skorupkowych i zupełnie inne cechy funkcjonalne są istotne w obu tych ekosystemach.

Bardzo ważną częścią artykułu [A5] są zawarte w nim ryciny i tabela. Rycina 1 przedstawia różnorodność cech funkcjonalnych ameb skorupkowych dominujących w różnych typach torfowisk, natomiast rycina 3 przedstawia gradient siedlisk w zbiorniku jeziornym i związaną z nim różnorodność cech funkcjonalnych ameb skorupkowych. Na rycinie 2 znajduje się statystyczne podsumowanie relacji pomiędzy poszczególnymi cechami funkcjonalnymi a typem zaburzeń badanymi do tej pory w torfowiskach. W tabeli 1 umieszczona została lista wszystkich eksplorowanych do tej pory cech funkcjonalnych ameb skorupkowych z najważniejszymi informacjami na ich temat. Taka wieloaspektowa eksploracja cech funkcjonalnych będzie mogła posłużyć poszerzeniu interpretacji paleoekologicznych w badaniach geograficznych. W związku z tym, że ameby skorupkowe są coraz

chętniej wykorzystywane jako proxy w paleoekologii torfowisk, mam nadzieję, że takie kompendium wiedzy pozwoli na szybkie poszerzenie wiedzy o cechach funkcjonalnych ameb skorupkowych i zachęci większą liczbę naukowców do wykorzystywania podejścia funkcjonalnego w geografii.

Podsumowanie

Zaprezentowany cykl artykułów przedstawia wykorzystanie wiedzy ekologicznej na temat ekologii funkcjonalnych ameb skorupkowych w paleoekologii. Moje badania mają istotny wpływ na naukę światową. Zaprezentowane artykuły [A1, A2, A3, A4] przedstawiają kilka etapów eksploracji poszczególnych cech funkcjonalnych ameb skorupkowych w badaniach wielowskaźnikowych (CEL 1), które pozwoliły na rozpoznanie powiązań i zależności pomiędzy poszczególnymi cechami funkcjonalnymi a zmianami zachodzącymi w torfowiskach (CEL 2). Określenie wartości poszczególnych cech funkcjonalnych wykorzystanych jako dodatkowe proxy umożliwiające poszerzenie interpretacji paleoekologicznych w artykułach [A1, A2, A3, A4, A5] pokazało jak wiele dodatkowych informacji kryje się w danych dotyczących subfosylnych zgrupowań ameb skorupkowych (CEL 3). Ponadto, podsumowanie dotychczasowej wiedzy o ekologii funkcjonalnej ameb skorupkowych w artykule przeglądowym [A5] pozwoliło na największą do tej pory syntezę informacji na temat ekologii ameb skorupkowych oraz sporządzenie listy cech funkcjonalnych i ich wartości interpretacyjnej w paleoekologii (CEL 4).

Podsumowując, badania opublikowane w ramach osiągnięcia habilitacyjnego pomogły poszerzyć wiedzę na temat ekologii i paleoekologii funkcjonalnej ameb skorupkowych, ich cech funkcjonalnych oraz odpowiedzi na zaburzenia w różnych typach torfowisk. Ponadto, skatalogowanie i podsumowanie dotychczasowej wiedzy na temat ekologii funkcjonalnej ameb skorupkowych pozwoliło na usystematyzowanie obecnej wiedzy na temat tych organizmów i pokazało korzyści z wykorzystania podejścia funkcjonalnego w paleoekologii. W związku z tym, że paleoekologia jest istotną dziedziną badań geograficznych, ponadto bardzo szybko rozwijającą się w ostatnich latach, wprowadzenie nowych metod badawczych, wskaźników czy możliwości interpretacyjnych może znacząco pomóc w tworzeniu jeszcze dokładniejszych i pełniejszych rekonstrukcji paleośrodowiskowych. Dokładniejsze rekonstrukcje pozwolą na stworzenie pełniejszego obrazu zmian środowiska w holocenie i uzupełnienie czy uszczegółowienie dotychczasowej wiedzy geograficznej. Mam nadzieję, że paleoekologia funkcjonalna ameb skorupkowych będzie się pręźnie rozwijać w kolejnych latach, a artykuł przeglądowy [A5] będzie stanowił dobrą podstawę do rozwoju tego aspektu badań paleoekologicznych.

5. Informacja o wykazywaniu się istotną aktywnością naukową albo artystyczną realizowaną w więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej lub instytucji kultury, w szczególności zagranicznej

Podczas studiów doktoranckich otrzymałam stypendium w ramach programu SCIEEX – Scientific Exchange Programme between Switzerland and the New Member States of the EU. W ramach stypendium podczas półrocznego pobytu w Szwajcarii na Uniwersytecie Berneńskim w grupie badawczej prof. Willego Tinnera (01.07.-31.12.2013) realizowałam project RE-FIRE (nr 12.286). Wyniki badań zostały włączone do mojej dysertacji doktorskiej (Marcisz i in., 2015), a część danych została wykorzystana do badań cech funkcjonalnych ameb skorupkowych w osiągnięciu habilitacyjnym w pracy [A1].

Po obronie doktoratu wyjechałam do Szwajcarii na roczny staż podoktorski na Uniwersytecie Berneńskim w grupie badawczej prof. Willego Tinnera. Staż odbyłam w okresie 01.09.2016-31.08.2017 w ramach stypendium rządu szwajcarskiego: The Swiss Government Excellence Scholarship programme for the academic year 2016/2017, i realizowałam tam projekt FIRECO (nr 2016.0310). Wyniki projektu dotyczące wpływu wydarzenia pożarowego na cechy funkcjonalne ameb skorupkowych oraz zmiany roślinności lokalnej zostały włączone do osiągnięcia habilitacyjnego w pracy [A2].

6. Informacja o osiągnięciach dydaktycznych, organizacyjnych oraz popularyzujących naukę lub sztukę

Zajęcia dydaktyczne

W latach 2015-2019, będąc zatrudniona jako adiunkt naukowy/badawczy w granie nie prowadziłam żadnych zajęć dydaktycznych ze względu na charakter zatrudnienia. Od roku akademickiego 2019/20 prowadzę zajęcia zgodnie z przydzielonym pensum. Do tej pory prowadziłam następujące przedmioty: Funkcjonowanie systemów ekologicznych (ćwiczenia), Koncepcje projektów badawczych w ekologii miasta (konwersatoria), Laboratorium i seminarium licencjackie, Strefowość i piętrowość krajobrazów (ćwiczenia), Promocja geografii w sieciach społecznościowych (wykład i ćwiczenia), Edukacja ekologiczna (konwersatoria). Prowadziłam też zajęcia anglojęzyczne dla studentów programu Erasmus+: Global Warming and Ecosystems (ćwiczenia terenowe), Restoration Ecology in the Anthropocene (ćwiczenia terenowe), Ecology of Wetlands (zajęcia mikroskopowe).

W roku akademickim 2019/20 byłam promotorką trzech prac licencjackich, natomiast w roku akademickim 2020/21 prowadzę cztery osoby na seminarium licencjackim.

Nadzorowałam także pracę kilku magistrantów i doktorantów Pracowni Ekologii i Monitoringu Mokrdeł UAM (obecnie: Pracownia Ekologii Zmian Klimatu) podczas ich prac laboratoryjnych i mikroskopowych (promotor studentów: prof. dr hab. Mariusz Lamentowicz).

Działalność organizacyjna

Jestem Senatorem UAM na kadencję 2020-2024 oraz członkinią Rady Naukowej Dyscypliny Nauki o Ziemi i środowisku na Wydziale Nauk Geograficznych i Geologicznych UAM na kadencję 2020-2024.

Jestem opiekunem I roku na kierunku Geografia (studia stacjonarne licencjackie) 2020/2021.

Promocja nauki i zajęcia otwarte

Od czasu studiów doktoranckich jestem zaangażowana w promocję działań naukowych swoich, jak i zespołu badawczego, w którym pracuję w mediach społecznościowych. Od 2012 r. współprowadzę profil Pracowni Ekologii Zmian Klimatu WNGiG UAM na Facebooku, a od 2019 r. współprowadzę profil Instytutu Geoekologii i Geoinformacji WNGiG UAM na Facebooku. W 2019 r. ukończyłam Szkolenie Rozwoju Kompetencji Cyfrowych Freeformers. Ponadto, brałam udział w promocji Wydziału Nauk Geograficznych i Geologicznych UAM online na Facebooku w ramach Dnia Kandydata UAM 2020. Z okazji Światowego Dnia Mokradł 2021 brałam udział w powstaniu filmu promującego to wydarzenie oraz w debacie online „O mokradłach na dobranoc” (dostęp do obu nagrań na profilu Facebook Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu). Na co dzień aktywnie promuję swoje badania oraz inne prace naukowe dotyczące torfowisk i zmian klimatu na Twitterze.

Już od czasu studiów magisterskich, w ramach działalności Studenckiego Koła Naukowego Geografów im. Stanisława Pawłowskiego WNGiG UAM, współorganizowałam warsztaty dla młodzieży szkolnej w ramach Poznańskiego Festiwalu Nauki i Sztuki na WNGiG UAM (edycje 2009-2011, 2013-2016, 2018). Współprowadziłam zajęcia mikroskopowe dla dzieci w wieku przedszkolnym i szkolnym (kwiecień, maj 2014) oraz wykład nt. ekologii torfowisk w ramach Kolorowego Uniwersytetu UAM (październik 2018). Brałam też udział w 16. Pikniku Naukowym Polskiego Radia i Centrum Nauki Kopernik (czerwiec 2013).

Obecność w mediach

Wraz ze współpracownikami aktywnie udzielamy się w mediach, promując nasze działania badawcze. Lista materiałów promujących badania, w których brałam udział:

- Wywiad dla Magazynu Świątecznego Gazety Wyborczej, 24.12.2019: *Jeśli torfowiska wyschną to pół biedy, że stracimy whisky. Gorzej, że nas zagazują* <https://bit.ly/348GuIU> (dostępne w języku polskim)
- Wywiady udzielone przeze mnie dla portalu Nauka w Polsce (naukawpolsce.pap.pl) dotyczące wyników moich badań: 25.07.2016: *Torfowiska pod kloszem: naukowcy sprawdzają efekt*

cieplarniany <https://tinyurl.com/yd545nsq>; 27.06.2018: *Paleoklimatolodzy: ocieplenie na Ziemi może być nierównomierne* <https://tinyurl.com/y9cuvteb>; 13.02.2020: *Jak pożary zmieniały polskie lasy?* <https://tinyurl.com/y6hhdve6> (dostępne w języku polskim i angielskim)

- Wywiady udzielone przez współpracowników portalowi Nauka w Polsce dotyczące wyników naszych wspólnych badań: 12.09.2018: *Badania: W walce z ociepleniem pomagają torfowiska. Ale do czasu* <https://tinyurl.com/y45wjazg>; 12.03.2019: *Požary, wichury, szkodniki... Monokultura szkodzi Borom Tucholskim* <https://bit.ly/3jhJTv5>; 15.04.2019: *11,7 cm – złota liczba, ważna dla ochrony torfowisk* <https://tinyurl.com/g4dp7lxc>; 20.11.2020: *Zakon joannitów już 700 lat temu zmienił ekosystem w Lubuskiem* <https://bit.ly/38O8Iuu> (dostępne w języku polskim i angielskim)

7. Oprócz kwestii wymienionych w pkt. 1-6, wnioskodawca może podać inne informacje, ważne z jego punktu widzenia, dotyczące jego kariery zawodowej

Inne podjęte problemy badawcze

Badania realizowane przed otrzymaniem stopnia doktora

Po realizacji pracy magisterskiej, której tematem była analiza geochemiczna osadów Jeziora Łebsko (Marcisz, 2011), rozpoczęłam międzywydziałowe Środowiskowe Studia Doktoranckie w zakresie Nauk o Środowisku Przyrodniczym na Uniwersytecie im. Adama Mickiewicza w Poznaniu. To właśnie na tym etapie pracy naukowej zainteresowałam się torfowiskami mszarnymi i zaczęłam wykorzystywać ameby skorupkowe w swoich badaniach. Moja praca doktorska składała się z trzech publikacji naukowych opublikowanych w międzynarodowych czasopismach z bazy JCR (Marcisz, 2015). Celem pracy było rozpoznanie odpowiedzi zgrupowań ameb skorupkowych na zmiany zachodzące na torfowiskach mszarnych wykorzystując trzy różne podejścia badawcze: eksperyment terenowy (Marcisz i in., 2014a), badania monitoringowe (Marcisz i in., 2014b) oraz badania paleoekologiczne (Marcisz i in., 2015). Dzięki temu miałam możliwość zbadać jak ameby skorupkowe odpowiadają na zmiany środowiskowe wykorzystując krótkie i długie skale czasowe, a także obserwując ich reakcję na naturalne i sztucznie manipulowane zmiany hydrologiczne. Badania zostały wykonane we współpracy z naukowcami z różnych jednostek badawczych z Polski (Polska Akademia Nauk, Instytut Technologiczno-Przyrodniczy w Falentach), Szwajcarii (University of Neuchâtel, University of Bern), Francji (Université de Franche-Comté) i Niemiec (GFZ German Research Centre for Geosciences). Ponadto, badania paleoekologiczne realizowałam w ramach Polsko-Szwajcarskiego projektu CLIMPEAT i stypendium SCIEX które realizowałam na Uniwersytecie Berneńskim w Szwajcarii.

Badania realizowane po otrzymaniu stopnia doktora

Badania przeszłej aktywności pożarowej

Badania nad przeszłą aktywnością pożarową rozpoczęłam podczas studiów doktoranckich i ten aspekt stanowił część jednego z artykułów wchodzącego w skład mojej dysertacji doktorskiej (Marcisz i in., 2015). Temat jest na tyle ciekawy, że kontynuuję go także obecnie i, obok badań ameb skorupkowych i paleohydrologii, stał się on moją drugą specjalnością. Badania przeszłej aktywności pożarowej w Polsce północnej rozwinęłam badając węgle drzewne torfowisk wysokich położonych w gradiencie zachód-wschód, który pokrywa się z gradientem oceaniczno-kontynentalnym. Badane torfowiska wysokie – Bagno Kusowo, Gązwa i Mechacz Wielki – są jednymi z największych i najlepiej zachowanych obiektów w Polsce (Gałka i in., 2015; Lamentowicz i in., 2015a; Gałka i in., 2017). W artykule opisałam jak różniła się przeszła aktywność pożarowa w badanych torfowiskach w ostatnich 5700 latach (Marcisz i in., 2017). Badania wykazały, że aktywność pożarowa była dużo wyższa na obszarze zdominowanym przez kontynentalne masy powietrza, a znaczący wzrost pożarowości obserwujemy w ostatnich 400 latach i jest on powiązany z działalnością człowieka (Marcisz i in., 2017).

Wyniki badań zmian pożarowości zostały także wykorzystane do artykułu przeglądowego, który miał na celu sprawdzić do jakiego stopnia wykorzystanie danych paleoekologicznych i historycznych dotyczących zarządzania lasem, może być pomocne w planowaniu gospodarki leśnej na terenie monokultur. Wraz z dr hab. Michałem Słowińskim, prof. IGiPZ porównaliśmy dane dostępne ze stanowisk położonych na terenie plantacji leśnych zdominowanych przez sosnę zwyczajną *Pinus sylvestris* (Słowiński i in., 2019). Badania wykazały, że zmiana w zarządzaniu lasem wprowadzona przez administrację niemiecką w XVIII w. – wprowadzenie monokultury sosny na terenach wcześniej zdominowanych przez lasy mieszane – w Borach Tucholskich i Puszczy Noteckiej – spowodowała do powstania lasów szczególnie wrażliwych na zaburzenia takie jak częstsze pożary lub gradacje szkodników (Słowiński i in., 2019). Badania paleoekologiczne mogą być pomocne w gospodarce leśnej (Valsecchi i in., 2010; Hennebelle i in., 2018), a wyniki takich badań połączone z danymi historycznymi mogą być szczególnie istotne w lepszym zarządzaniu lasami w obliczu obserwowanego ocieplenia klimatu i częstszego występowania zjawisk ekstremalnych (Słowiński i in., 2019).

Ponadto, wyniki moich badań zostały wykorzystane w dwóch wieloautorskich artykułach przeglądowych analizujących zagadnienie zmian pożarowości w holocenie, z uwzględnieniem działalności człowieka i zmian roślinności na Niżu Środkowoeuropejskim (Dietze i in., 2018) i w centralnej i wschodniej Europie (Feurdean i in., 2020). Obie publikacje są wynikiem działalności grupy roboczej PAGES (Past Global Changes) Global Paleofire Working Group (GPWG2), której byłam członkiem i brałam udział w kilku organizowanych przez grupę warsztatach przeszłych zmian pożarowych (Marcisz i in., 2018). W 2020 roku GPWG2 zakończyła swoją działalność i została przemianowana na grupę afiliowaną przez PAGES – międzynarodową sieć International Paleofire

Network (IPN), której celem jest promocja badań przeszłej aktywności pożarowej, pomoc w integracji naukowców zajmujących się badaniami przeszłej aktywności pożarowej oraz integracją naukowców zajmujących się aktywnością pożarową z praktykami i osobami zajmującymi się szeroko pojętą ochroną przyrody (Adolf i in., 2020). Od początku działalności IPN pełnię rolę Secretary General (<https://ipn.paleofire.org/>).

Rozwój torfowisk na Niżu Polskim

Brałam też udział w badaniach wielowskaźnikowych mających na celu rekonstrukcję rozwoju torfowisk na Niżu Polskim. Badania te skupiały się głównie na eksploracji torfowisk wysokich zdominowanych przez mchy torfowce *Sphagnum*, a cele tych badań były bardzo różnorodne. Wraz ze współpracownikami szczególnie interesowało nas jak zmiany klimatu i rosnąca działalność człowieka wpłynęły na zmiany hydrologiczne torfowisk, ich stan ekologiczny, oraz zmiany roślinności lokalnej i ekstra-lokalnej (Słowiński i in., 2016; Lamentowicz i in., 2019c; Lamentowicz i in., 2020). Innym wątkiem było wykorzystanie cech funkcjonalnych mchów torfowców w celu znalezienia punktów krytycznych w rozwoju torfowisk mszarnych (Lamentowicz i in., 2019a). Ponadto, staraliśmy się łączyć wyniki badań paleoekologicznych torfowisk z badaniami monitoringowymi i eksperymentalnymi (Lamentowicz i in., 2016).

Innym aspektem badań torfowisk było uszczegółowienie datowania torfu w celu konstrukcji modeli wiek-głębokość. Wysokiej jakości chronologia torfu jest niezbędna dla poprawnej interpretacji danych paleoekologicznych. W swoich pracach wykazaliśmy, że zagęszczenie datowania pozwala wychwycić hiatusy i okresy zaburzeń w sekcjach profili, które wcześniej wydawały się być niezaburzone (Kołaczek i in., 2019). Ponadto, badania obecności tephry wulkanicznej w torfowiskach Linje i Bagno Kusowo pozwoliły uszczegółwić modele wiek-głębokość dla tych stanowisk (Watson i in., 2017).

Wraz z zespołami, z którymi współpracowałam opublikowaliśmy także kilka artykułów naukowych w języku polskim, w których przedstawiamy jak ważne są interdyscyplinarne badania torfowisk (Lamentowicz i in., 2015b; Lamentowicz i in., 2017) oraz integracja wysokiej jakości badań paleoekologicznych i historycznych (Lamentowicz i in., 2019b).

Rozwój torfowisk Karpackich

W ramach wielowskaźnikowych badań torfowisk byłam także włączona w badania torfowisk położonych w Polskich Karpatach, a dokładniej w Kotlinie Orawsko-Nowotarskiej. Na tym obszarze znajdują się największe kompleksy torfowisk wysokich polskich Karpat. Badania torfowisk Kotliny Orawko-Nowotarskiej miały na celu rekonstrukcję zmian zachodzących na tym obszarze w przeszłości,

a były one szczególnie istotne ponieważ na tym obszarze nie ma dużej ilości rekonstrukcji paleoekologicznych i dobrego rozpoznania rozwoju torfowisk w holocenie. Badania wykonane wraz z dr hab. Piotrem Kołaczkim, prof. UAM były pierwszymi, w których zrekonstruowano zmiany poziomu wody w torfowiskach Kotliny Orawsko-Nowotarskiej (Kołaczek i in., 2018). Ponadto, w ramach analiz wielowskaźnikowych zbadano wpływ człowieka na te torfowiska. Torfowiska nowotarskie zostały w przeszłości bardzo mocno zniszczone przez człowieka, zwłaszcza małe obiekty – takie jak badane przez nas Puścizna Mała i Puścizna Krauszowska. Część wyników tych badań została włączona do mojej pracy habilitacyjnej w artykule [A1].

Kontynuacją badań w Polskich Karpatach była eksploracja zaburzonych torfowisk położonych w niszach osuwiskowych. Część wyników tych badań została włączona do mojej pracy habilitacyjnej w artykule [A4]. Celem badań była rekonstrukcja historii roślinności, określenie wpływu człowieka na torfowiska karpackie oraz ocena roli przeszłych pożarów w kształtowaniu szaty roślinnej w polskiej części Karpat Zachodnich (Kołaczek i in., 2020).

Torfowiska Syberii

Podczas mojej dotychczasowej pracy naukowej byłam także zaangażowana w badania torfowisk Syberii. W związku z tym, że jest to jeden z największych na świecie obszarów pokrytych torfowiskami (Xu i in., 2018), analiza materiału pobranego z torfowisk syberyjskich była dla mnie szczególnie interesująca. Brałam tutaj udział w badaniach paleoekologicznych: paleohydrologicznych, przeszłej aktywności pożarowej oraz geochemicznych (Lamentowicz i in., 2015c; Fiałkiewicz-Kozieł i in., 2016), jak i analizie prób powierzchniowych ameb skorupkowych, na podstawie których została stworzona pierwsza funkcja transferu ameb skorupkowych dla zachodniej Syberii (Lamentowicz i in., 2015c). Ponadto, część prób została wykorzystana w badaniach zgrupowań ameb skorupkowych występujących w różnych siedliskach w gradiencie nasłonecznienia (Payne i in., 2016). Te badania także były skupione na cechach funkcjonalnych ameb skorupkowych, a w szczególności eksplorowały relacje pomiędzy miksotrofami a heterotrofami (Payne i in., 2016).

Inne badania związane z amebami skorupkowymi

Po otrzymaniu stopnia doktora brałam także udział w kilku niezależnych badaniach poruszających aspekt ameb skorupkowych i innych protistów. Analizowałam zgrupowania ameb skorupkowych w ramach badań nad różnorodnością bezkręgowców i mikroorganizmów w roślinach z rodzaju bromeliowatych (Bromeliaceae) rosnących w polskich ogrodach botanicznych i hurtowniach (Kolicka i in., 2016). W ramach połączenia wyników badań eksperymentalnych i monitoringowych analizowałam zgrupowania ameb skorupkowych i pory obecne w skorupkach osobników gatunku *Hyalosphenia papilio* aby rozpoznać co determinuje rozwój tego gatunku – determinizm genetyczny

czy plastyczność fenotypowa (Milot i in., 2017). Brałam też udział w pracach nad wieloautorskim artykułem przedstawiającym 30 najważniejszych pytań, na które w najbliższym czasie powinny odpowiedzieć badania związane z protistologią gleby (Geisen i in., 2017).

Współpraca w międzynarodowych zespołach

W ostatnich latach brałam też udział w kilku inicjatywach, na bazie których opublikowane zostały trzy duże artykuły przeglądowe. Przedstawiły one perspektywę paleoekologiczną na antropogeniczne ocieplenie klimatu (Fischer i in., 2018), predykcje dotyczące akumulacji węgla przez torfowiska w kontekście postępującego ocieplenia klimatu (Gallego-Sala i in., 2018) oraz rekonstrukcje zmian hydrologicznych torfowisk europejskich w ostatnich 2000 lat (Swindles i in., 2019).

Raporty z konferencji

Podczas swojej dotychczasowej pracy naukowej współorganizowałam dwie konferencje naukowe, z których raporty ukazały się w międzynarodowych czasopismach naukowych. Były to: *7th International Symposium on Testate Amoebae (ISTA-7)*, która odbyła się w Poznaniu w 2014 roku (Lamentowicz i in., 2014) oraz *42nd International Moor Excursion to Northern Poland* zorganizowana w 2018 roku (Lamentowicz i in., 2018). Jestem też współautorem raportów z dwóch warsztatów zorganizowanych przez grupy robocze PAGES (Past Global Changes): *Global Paleofire Working Group Workshop 2017* w Montrealu w Kanadzie (Marcisz i in., 2018) oraz *2nd EcoRe3 workshop* w Salt Lake City w USA (Hamilton i in., 2018).

Recenzje dla międzynarodowych czasopism naukowych oraz recenzje grantów badawczych

Od 2015 r. wykonałam 28 recenzji artykułów naukowych i jedną recenzję rozdziału książki dla następujących czasopism: *Microbial Ecology* (6 recenzowanych artykułów), *European Journal of Protistology* (3), *Palaeogeography Palaeoclimatology Palaeoecology* (2), *Quaternary Science Reviews* (2), *Annales UMCS Biologia* (1), *Applied Soil Ecology* (1), *Boreal Environment Research* (1), *Boreas* (1), *European Journal of Ecology* (1), *Frontiers in Ecology and Evolution* (1), *Functional Ecology* (1), *Global and Planetary Change* (1), *International Journal of Wildland Fire* (1), *Journal of Paleolimnology* (1), *Journal of Quaternary Science* (1), *Mires and Peat* (1), *Plant and Soil* (1), *Protist* (1), *Scientific Reports* (1), *Springer Series: GeoPlanet, Earth and Planetary Sciences* (1 rozdział)

W 2020 r. byłam recenzentką projektu badawczego dla Czech Science Foundation.

Obecnie pełnię także rolę Guest Associate Editor w czasopiśmie *Frontiers in Ecology and Evolution* (section *Paleoecology*), prowadząc numer specjalny pt: “Lessons from the Past: Linking the

Paleofire Record and Fire Management in the Context of a Warming World” wspólnie z dr Angelicą Feurdean (Goethe University Frankfurt), dr hab. Michałem Słowińskim, prof. IGiPZ (Polska Akademia Nauk) oraz dr Pierre Grondin (Ministry of Forests, Wildlife and Parks, Canada).

Wykłady na zaproszenie

- **Marcisz K.** *Let me see your shell and I will tell you who you are – what can traits tell us about testate amoebae?* 9th International Symposium on Testate Amoebae (ISTA-9): Recent Advances and Future Research Priorities, Riddel Hall, Belfast, Wielka Brytania, 10-14.09.2018
- **Marcisz K.** *Long-term climate and anthropogenic influence on Sphagnum-dominated peatlands in central European lowlands.* Colloquium Plant Sciences, Summer semester 2018/2019, Institute of Plant Sciences, University of Bern, Berno, Szwajcaria, 18.03.2019

Członkostwo w organizacjach i stowarzyszeniach

- Członkini i Secretary General w International Paleofire Network (IPN)
- Członkini International Society for Testate Amoeba Research (ISTAR)
- Członkini grup roboczych PAGES Past Global Changes: EcoRe3: Resistance, Recovery and Resilience in Long-term Ecological Systems Working Group oraz ECN: Early-Career Network
- Członkini Early Career Editorial Board w czasopiśmie European Journal of Ecology (The Gruyter Open)
- Członkini Editorial Board w czasopiśmie European Journal of Soil Biology (Elsevier)

Organizacja międzynarodowych konferencji i wyjazdów terenowych

Konferencje zakończone:

- Współorganizacja (wraz z prof. dr hab. Mariuszem Lamentowiczem, dr hab. Mariuszem Gałką, prof. UŁ, mgr. Katarzyną Kajukało) 42nd International Moor Excursion 2018 w Polsce północnej. Liczba uczestników: 43 osoby (Lamentowicz i in., 2018).
- Współorganizacja (jako sekretarz konferencji, wraz z prof. dr hab. Mariuszem Lamentowiczem, mgr. Moniką Reczuga, mgr. Małgorzatą Zielińską, dr Anną Basińską) 7th International Symposium on Testate Amoebae (ISTA7), która odbyła się w Poznaniu w dniach 8-12.09.2014. Liczba uczestników: 70 osób (Lamentowicz i in., 2014).

Konferencje planowane:

- Virtual workshop dla młodych naukowców organizowany w ramach działalności International Paleofire Network we współpracy z grupą roboczą PAGES DiverseK pt: „Paleofire research:

methods, development and opportunities” (26-27.05.2021). Webinar organizuję wspólnie z dr Carole Adolf (University of Oxford) i dr Estelle Razanatsoa (University of Cape Town).

- Konferencja EGU Galileo pt: "Fire impacts at the Earth surface across space and time and perspective for future fire management", organizowana przez dr Elisabeth Dietze (Alfred-Wegener-Institute, Poczdam, główny organizator), która odbędzie się najprawdopodobniej w 2022 roku. Jestem członkiem komitetu naukowego konferencji.

Nagrody

- 2018 – Nagroda Rektora UAM I stopnia dla nauczycieli akademickich za wybitny dorobek publikacyjny w 2018 r.
- 2014/2015 – stypendium Rektora UAM dla najlepszych doktorantów
- 2013/2014; 2014/2015 – stypendium projakościowe Wydziału Biologii UAM
- 2011 – nagroda Dziekana Wydziału Nauk Geograficznych i Geologicznych UAM za aktywną pracę w Radzie Studenckiego Koła Naukowego Geografów im. Stanisława Pawłowskiego na stanowisku Kierownika Grupy Problemowej Biogeografia.

Literatura:

- Adl SM, i in. (2019) Revisions to the Classification, Nomenclature, and Diversity of Eukaryotes. *Journal of Eukaryotic Microbiology* 66: 4-119.
- Adolf C, Blarquez O, Colombaroli D, Dietze E, Marcisz K i Vannièrè B. (2020) The International Paleofire Network (IPN). *PAGES Magazine* 28: 62.
- Adolf C, i in. (2018) The sedimentary and remote-sensing reflection of biomass burning in Europe. *Global Ecology and Biogeography* 27: 199-212.
- Amesbury MJ, i in. (2016) Development of a new pan-European testate amoeba transfer function for reconstructing peatland palaeohydrology. *Quaternary Science Reviews* 152: 132-151.
- Arrieira RL, Schwind LTF, Bonecker CC i Lansac-Tôha FA. (2015) Use of functional diversity to assess determinant assembly processes of testate amoebae community. *Aquatic Ecology* 49: 561-571.
- Becker RA, Chambers JM i Wilks AR. (1988) *The New S Language*: Wadsworth & Brooks/Cole.
- Birks HJB. (2020) Reflections on the Use of Ecological Attributes and Traits in Quaternary Botany. *Frontiers in Ecology and Evolution* 8.
- Birks HJB i Birks HH. (1980) *Quaternary palaeoecology*, Arnold, London.
- Birks HJB, Birks HH i Ammann B. (2016) The fourth dimension of vegetation. *Science* 354: 412-413.
- Blundell A, Hughes PD i Chambers FM. (2018) An 8000-year multi-proxy peat-based palaeoclimate record from Newfoundland: Evidence of coherent changes in bog surface wetness and ocean circulation. *The Holocene* 28: 791-805.
- Booth RK. (2001) Ecology of testate amoebae (Protozoa) in two lake superior coastal wetlands: Implications for paleoecology and environmental monitoring. *Wetlands* 21: 564-576.
- Booth RK. (2002) Testate amoebae as paleoindicators of surface-moisture changes on Michigan peatlands: modern ecology and hydrological calibration. *Journal Of Paleolimnology* 28: 329-348.
- Booth RK, Lamentowicz M i Charman DJ. (2010) Preparation and analysis of testate amoebae in peatland paleoenvironmental studies. *Mires and Peat* 7 (2010/11): 1-7.
- Bronk Ramsey C. (1995) Radiocarbon calibration and analysis of stratigraphy: The OxCal program. *Radiocarbon* 37: 425-430.
- Buttler A, i in. (2015) Experimental warming interacts with soil moisture to discriminate plant responses in an ombrotrophic peatland. *Journal of Vegetation Science* 26: 964-974.


- Cadotte MW, Arnillas CA, Livingstone SW i Yasui SE. (2015) Predicting communities from functional traits. *Trends Ecol Evol.* 30: 510-511.
- Castilla-Beltrán A, i in. (2020) Using multiple palaeoecological indicators to guide biodiversity conservation in tropical dry islands: The case of São Nicolau, Cabo Verde. *Biological Conservation* 242: 108397.
- Charman DJ. (1997) Modelling hydrological relationships of testate amoebae (Protozoa : Rhizopoda) on New Zealand peatlands. *Journal of the Royal Society of New Zealand* 27: 465-483.
- Conedera M, Tinner W, Neff C, Meurer M, Dickens AF i Krebs P. (2009) Reconstructing past fire regimes: methods, applications, and relevance to fire management and conservation. *Quaternary Science Reviews* 28: 555-576.
- Díaz S i Cabido M. (2001) Vive la différence: Plant functional diversity matters to ecosystem processes. *Trends in Ecology and Evolution* 16: 646-655.
- Dietze E, i in. (2018) Holocene fire activity during low-natural flammability periods reveals scale-dependent cultural human-fire relationships in Europe *Quaternary Science Reviews* 201: 44-56.
- Dohong A, Aziz AA i Dargusch P. (2017) A review of the drivers of tropical peatland degradation in South-East Asia. *Land Use Policy* 69: 349-360.
- Ehrenberg GC. (1853) Über das jetzige mikroskopische Süßwasser der Galapagos-Inseln. *Bericht über die zur Bekanntmachung geeigneten Verhandlungen der Königl. Preussischen Akademie der Wissenschaften zu Berlin* 18: 178-184.
- Feurdean A, i in. (2020) Fire hazard modulation by long-term dynamics in land cover and dominant forest type in eastern and central Europe. *Biogeosciences* 17: 1213-1230.
- Fiałkiewicz-Kozieł B, Kołaczek P, Michczyński A i Piotrowska N. (2015) The construction of a reliable absolute chronology for the last two millennia in an anthropogenically disturbed peat bog: Limitations and advantages of using a radio-isotopic proxy and age-depth modelling. *Quaternary Geochronology* 25: 83-95.
- Fiałkiewicz-Kozieł B, i in. (2016) Anthropogenic- and natural sources of dust in peatland during the Anthropocene. *Scientific Reports* 6: 38731.
- Fischer H, i in. (2018) Palaeoclimate constraints on the impact of 2 °C anthropogenic warming and beyond. *Nature Geoscience* 11: 474-485.
- Fournier B, Lara E, Jassej VEJ i Mitchell EAD. (2015) Functional traits as a new approach for interpreting testate amoeba palaeo-records in peatlands and assessing the causes and consequences of past changes in species composition. *The Holocene* 25: 1375-1383.
- Fournier B, Malysheva E, Mazei Y, Moretti M i Mitchell EAD. (2012) Toward the use of testate amoeba functional traits as indicator of floodplain restoration success. *European Journal of Soil Biology* 49: 85-91.
- Gallego-Sala AV, i in. (2018) Latitudinal limits to the predicted increase of the peatland carbon sink with warming. *Nature Climate Change* 8: 907-913.
- Gałka M, Miotk-Szpiganowicz G, Marczewska M, Barabach J, van der Knaap WO i Lamentowicz M. (2015) Palaeoenvironmental changes in Central Europe (NE Poland) during the last 6200 years reconstructed from a high-resolution multi-proxy peat archive. *The Holocene* 25: 421-434.
- Gałka M, Tobolski K, Górska A, Milecka K, Fiałkiewicz-Kozieł B i Lamentowicz M. (2014) Disentangling the drivers for the development of a Baltic bog during the Little Ice Age in northern Poland. *Quaternary International* 328-329: 323-337.
- Gałka M, Tobolski K, Lamentowicz Ł, Ersek V, Jassej VEJ, Van der Knaap WO i Lamentowicz M. (2017) Unveiling exceptional Baltic bog ecohydrology, autogenic succession and climate change during the last 2000 years in CE Europe using replicate cores, multi-proxy data and functional traits of testate amoebae. *Quaternary Science Reviews* 156: 90-106.
- Geisen S, i in. (2017) Soil protistology rebooted: 30 fundamental questions to start with. *Soil Biology and Biochemistry* 111: 94-103.
- Gilbert D, Amblard C, Bourdier G i Francez A-J. (1998) The microbial loop at the surface of a peatland: Structure, function, and impact of nutrient input. *Microbial Ecology* 35: 83-93.
- Gilbert D i Mitchell EAD. (2006) Microbial diversity in *Sphagnum* peatlands. . In: I.P. Martini aMC, W. Chesworth, Editors (ed) *Peatlands: Evolution and Records of Environmental and Climatic Changes*. 289-320.
- Grace JB, Anderson TM, Olff H i Scheiner SM. (2010) On the specification of structural equation models for ecological systems. *Ecological Monographs* 80: 67-87.
- Hamilton R, Brussel T, Asena Q, Bruél R, Marcisz K, Słowiński M i Morris J. (2018) Assessing the links between resilience, disturbance and functional traits in paleoecological datasets. *Past Global Changes Magazine* 26: 87.
- Hammer Ø, Harper DAT i Ryan PD. (2001) Past: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica* 4: 4: 9pp.

- Hennebelle A, Grondin P, Aleman JC, Ali AA, Bergeron Y, Borcard D i Blarquez O. (2018) Using paleoecology to improve reference conditions for ecosystem-based management in western spruce-moss subdomain of Québec. *Forest Ecology and Management* 430: 157-165.
- Higuera PE, Gavin DG, Bartlein PJ i Hallett DJ. (2010) Peak detection in sediment–charcoal records: impacts of alternative data analysis methods on fire-history interpretations. *Int. J. Wildl. Fire* 19: 996–1014.
- in 't Zandt D, Herben T, van den Brink A, Visser EJW i de Kroon H. (2021) Species abundance fluctuations over 31 years are associated with plant–soil feedback in a species-rich mountain meadow. *Journal of Ecology*.
- IUCN. (2017) Peatlands and Climate Change. *International Union for Conservation of Nature - ISSUES BRIEF*.
- Jassey VEJ, Gilbert D, Binet P, Toussaint ML i Chiapusio G. (2011) Effect of a temperature gradient on *Sphagnum fallax* and its associated living microbial communities: a study under controlled conditions. *Can. J. Microbiol.* 57: 1-10.
- Jassey VEJ, Meyer C, Dupuy C, Bernard N, Mitchell EAD, Toussaint M-L, Metian M, Chatelain AP i Gilbert D. (2013) To What Extent Do Food Preferences Explain the Trophic Position of Heterotrophic and Mixotrophic Microbial Consumers in a *Sphagnum* Peatland? *Microbial Ecology* 66: 571-580.
- Juggins S. (2003) *C2 User Guide. Software for Ecological and Palaeoecological Data Analysis and Visualisation*, University of Newcastle, Newcastle upon Tyne, UK.
- Kettridge N, Turetsky MR, Sherwood JH, Thompson DK, Miller CA, Benscoter BW, Flannigan MD, Wotton BM i Waddington JM. (2015) Moderate drop in water table increases peatland vulnerability to post-fire regime shift. *Scientific Reports* 5: 8063.
- Koenig I, Schwendener F, Mulot M i Mitchell EAD. (2017) Response of *Sphagnum* Testate Amoebae to Drainage, Subsequent Re-wetting and Associated Changes in the Moss Carpet – Results from a Three Year Mesocosm Experiment. *Acta Protozoologica* 56: 191-210.
- Kolicka M, i in. (2016) Hidden invertebrate diversity – phytotelmata in Bromeliaceae from palm houses and florist wholesalers (Poland). *Biologia* 71: 194–203.
- Kołaczek P, Gałka M, Lamentowicz M, Marcisz K, Kajukało-Drygalska K i Karpińska-Kołaczek M. (2019) Increased radiocarbon dating resolution of ombrotrophic peat profiles reveals periods of disturbance which were previously undetected. *Quaternary Geochronology* 52: 21-28.
- Kołaczek P, Karpińska-Kołaczek M, Marcisz K, Gałka M i Lamentowicz M. (2018) Palaeohydrology and the human impact on one of the largest raised bogs complex in the Western Carpathians (Central Europe) during the last two millennia. *The Holocene* 28: 595-608.
- Kołaczek P, Margielewski W, Gałka M, Karpińska-Kołaczek M, Buczek K, Lamentowicz M, Borek A, Zernitskaya V i Marcisz K. (2020) Towards the understanding of fire impact on the lower montane forest in the Polish Western Carpathians during the Holocene. *Quaternary Science Reviews* 229: 106137.
- Laliberté E i Legendre P. (2010) A distance-based framework for measuring functional diversity from multiple traits. *Ecology* 91: 299-305.
- Laliberté E, Legendre P i Shipley B. (2014) FD: measuring functional diversity from multiple traits, and other tools for functional ecology. R package version 1.0-12.
- Lamentowicz Ł, Lamentowicz M i Gąbka M. (2008) Testate amoebae ecology and local transfer function from a peatland in Western Poland. *Wetlands* 28: 164-175.
- Lamentowicz M, Gałka M, Lamentowicz Ł, Obremska M, Köhl N, Lücke A i Jassey VEJ. (2015a) Climate change over the last 4000 years in a Baltic bog in northern Poland revealed by a trait-based approach, biotic proxies, and stable isotopes. *Palaeogeography Palaeoclimatology Palaeoecology* 418: 261-277.
- Lamentowicz M, Gałka M, Marcisz K, Słowiński M, Kajukało-Drygalska K, Druguet Dayras M i Jassey VEJ. (2019a) Unveiling tipping points in long-term ecological records from *Sphagnum*-dominated peatlands. *Biology Letters* 15: 20190043.
- Lamentowicz M, i in. (2019b) Znaczenie wysokorozdzielczych wielowskaźnikowych (multi-proxy) badań paleoekologicznych dla geografii historycznej i historii gospodarczej. *Studia Geohistorica* 7: 30-55.
- Lamentowicz M, i in. (2019c) Always on the tipping point – a search for signals of past societies and related peatland ecosystem critical transitions during the last 6500 years in N Poland. *Quaternary Science Reviews* 225: 105954.
- Lamentowicz M, Marcisz K, Gałka M i Kajukało K. (2018) Combining multi-proxy palaeoecology with natural and manipulative experiments — XLII International Moor Excursion to Northern Poland. *Open Geosciences* 10: 634-638.
- Lamentowicz M, Marcisz K, Guzowski P, Gałka M, Diaconu A-C i Kołaczek P. (2020) How Joannites' economy eradicated primeval forest and created anthroecosystems in medieval Central Europe. *Scientific Reports* 10: 18775.
- Lamentowicz M, Marcisz K, Reczuga M, Zielińska M, Basińska A i Kajukało K. (2014) Meeting Report: 7th International Symposium on Testate Amoebae (ISTA-7), Poznan, Poland, 8–12 September 2014 - Research Priorities, Progress and Present Status of Testate Amoeba Research. *Protist* 165: 805-807.

- Lamentowicz M i Mitchell EAD. (2005) The ecology of testate amoebae (Protists) in Sphagnum in north-western Poland in relation to peatland ecology. *Microbial Ecology* 50: 48-63.
- Lamentowicz M i Obremska M. (2010) A rapid response of testate amoebae and vegetation to inundation of a kettle hole mire. *Journal Of Paleolimnology* 43: 499-511.
- Lamentowicz M, i in. (2016) Combining short-term manipulative experiments with long-term paleoecological investigations at high resolution to assess the response of Sphagnum peatlands to drought, fire and warming. *Mires and Peat* 18: 1-17.
- Lamentowicz M, i in. (2017) Znaczenie badań interdyscyplinarnych dla zrozumienia zaburzeń torfowisk w lasach. Significance of the interdisciplinary studies for the understanding of peatlands disturbances in forested areas. *Studia i Materiały Centrum Edukacji Przyrodniczo-Leśnej* 19: 77-92.
- Lamentowicz M, i in. (2015b) Rezerwat przyrody Linje – unikatowe interdyscyplinarne badania ekosystemu torfowiska. In: Pająkowski J (ed) *Zespół Parków Krajobrazowych Chełmińskiego i Nadwiślańskiego*.
- Lamentowicz M, i in. (2015c) Hydrological dynamics and fire history of the last 1300 years in Western Siberia reconstructed from a high-resolution, ombrotrophic peat archive. *Quaternary Research* 84: 312-325.
- Le Roux G i Marshall WA. (2011) Constructing recent peat accumulation chronologies using atmospheric fall-out radionuclides. *Mires and Peat* 7.
- Leidy J. (1879) Fresh-water Rhizopods of North America. *USGS Terr. Rep.* 12: 1-32.
- Luoto TP i Ojala AEK. (2018) Controls of climate, catchment erosion and biological production on long-term community and functional changes of chironomids in High Arctic lakes (Svalbard). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 505: 63-72.
- Marcisz K. (2011) Przemiany jeziora Łebsko na podstawie badań geochemicznych profilu Łeb1. *MSc thesis*. Faculty of Geographical and Geological Sciences, Adam Mickiewicz University in Poznań, Poland.
- Marcisz K. (2015) Short- and long-term testate amoeba ecology in Sphagnum peatlands. *PhD thesis*. Faculty of Biology, Adam Mickiewicz University in Poznań, Poland.
- Marcisz K, Fournier B, Gilbert D, Lamentowicz M i Mitchell EAD. (2014a) Response of Sphagnum peatland testate amoebae to a 1-year transplantation experiment along an artificial hydrological gradient. *Microbial Ecology* 67: 810-818.
- Marcisz K, Gafka M, Pietrala P, Miotk-Szpiganowicz G, Obremska M, Tobolski K i Lamentowicz M. (2017) Fire activity and hydrological dynamics in the past 5700 years reconstructed from Sphagnum peatlands along the oceanic–continental climatic gradient in northern Poland. *Quaternary Science Reviews* 177: 145-157.
- Marcisz K, Lamentowicz Ł, Słowińska S, Słowiński M, Muszak W i Lamentowicz M. (2014b) Seasonal changes in Sphagnum peatland testate amoeba communities along a hydrological gradient. *European Journal of Protistology* 50: 445-455.
- Marcisz K, Tinner W, Colombaroli D, Kołaczek P, Słowiński M, Fiałkiewicz-Kozieł B, Łokas E i Lamentowicz M. (2015) Long-term hydrological dynamics and fire history over the last 2000 years in CE Europe reconstructed from a high-resolution peat archive. *Quaternary Science Reviews* 112: 138-152.
- Marcisz K, Vannièrè B, Blarquez O i GPWG2 T. (2018) Taking Fire Science and Practice to the Next Level: Report from the PAGES Global Paleofire Working Group Workshop 2017 in Montreal, Canada – Paleofire Knowledge for Current and Future Ecosystem Management. *Open Quaternary* 4: p.7.
- Margielewski W. (2006a) Records of the Late Glacial - Holocene palaeoenvironmental changes in landslide forms and deposits of the Beskid Makowski and Beskid Wyspowy Mts. area (Polish Outer Carpathians). *Folia Quaternaria* 76: 1-149.
- Margielewski W. (2006b) Structural control and types of movements of rock mass in anisotropic rocks: Case studies in the Polish Flysch Carpathians. *Geomorphology* 77: 47-68.
- Margielewski W. (2014) Torfowiska osuwiskowe polskich Karpat fliszowych jako czuły indyktor zmian paleośrodowiska późnego glacjału i holocenu [Landslide peat bogs of the Polish Flysch Carpathians as a sensitive indicator of the palaeoenvironmental changes in the Late Glacial and Holocene]. *Studia Limnologica et Telmatologica* 8: 37-55.
- Margielewski W. (2018) Landslides fens as a sensitive indicator of the palaeoenvironmental changes since the Late Glacial; Polish Western Carpathians case study. *Radiocarbon* 60: 1199-1213.
- Mason NWH, Mouillot D, Lee WG i Wilson JB. (2005) Functional richness, functional evenness and functional divergence: the primary components of functional diversity. *Oikos* 111: 112-118.
- Mauquoy D i van Geel B. (2013) PLANT MACROFOSSIL METHODS AND STUDIES | Mire and Peat Macros. In: Elias SA and Mock CJ (eds) *Encyclopedia of Quaternary Science (Second Edition)*. Amsterdam: Elsevier, 637-656.
- Mazei Y i Tsyganov AN. (2006) *Freshwater testate amoebae*, Moscow: KMK.
- McCarthy FMG, Collins ES, McAndrews JH, Kerr HA, Scott DB i Medioli FS. (1995) A Comparison of Postglacial Arcellacean (Thecamoebian) and Pollen Succession in Atlantic Canada, Illustrating the Potential of Arcellaceans for Paleoclimatic Reconstruction. *Journal of Paleontology* 69: 980-993.

- Meisterfeld R. (2001) Testate amoebae. In: Costello MJ, et al. (eds) *Patrimoines Naturels*. Paris: Muséum National d'Histoire Naturelle - Institut d'Ecologie et de Gestion de la Biodiversité (I.E.G.B.) - Service du Patrimoine Naturel (S.P.N.), 54-57.
- Milecka K, Kowalewski G, Fiałkiewicz-Kozieł B, Gałka M, Lamentowicz M, Chojnicki BH, Goslar T i Barabach J. (2017) Hydrological changes in the Rzecin peatland (Puszcza Notecka, Poland) induced by anthropogenic factors: Implications for mire development and carbon sequestration. *The Holocene* 27: 651-664.
- Mitchell EAD, Buttler AJ, Warner BG i Gobat JM. (1999) Ecology of testate amoebae (Protozoa : Rhizopoda) in *Sphagnum* peatlands in the Jura mountains, Switzerland and France. *Écoscience* 6: 565-576.
- Mitchell EAD, Charman DJ i Warner BG. (2008a) Testate amoebae analysis in ecological and paleoecological studies of wetlands: past, present and future. *Biodiversity and Conservation* 17: 2115-2137.
- Mitchell EAD, Payne RJ i Lamentowicz M. (2008b) Potential implications of differential preservation of testate amoebae shells for paleoenvironmental reconstruction in peatlands. *Journal Of Paleolimnology* 40: 603-618.
- Mitchell EAD, van der Knaap WO, van Leeuwen JFN, Buttler A, Warner BG i Gobat JM. (2001) The palaeoecological history of the Praz-Rodet bog (Swiss Jura) based on pollen, plant macrofossils and testate amoebae (Protozoa). *The Holocene* 11: 65-80.
- Mulot M, Marcisz K, Grandgirard L, Lara E, Kosakyan A, Robroek BJM, Lamentowicz M, Payne RJ i Mitchell EAD. (2017) Genetic Determinism vs. Phenotypic Plasticity in Protist Morphology. *Journal of Eukaryotic Microbiology* 64: 729-739.
- Nock CA, Vogt RJ i Beisner BE. (2016) Functional Traits. *eLS*. John Wiley & Sons, Ltd: Chichester.
- Ogden CG i Hedley RH. (1980) *An Atlas of Freshwater Testate Amoebae*, London: Oxford University Press.
- Oksanen J, Blanchet FG, Kindt R, Legendre P, O'Hara RG, Simpson GL, Solymos P, Stevens MHH i Wagner H. (2010) *vegan: Community Ecology Package*.
- Parish F, Sirin A, Charman DJ, Joosten H, Minayeva T, Silvius M i Stringer L. (2008) Assessment on peatlands, biodiversity and climate change: main report. *Global Environment Centre, Kuala Lumpur and Wetlands International, Wageningen* 179 pp.
- Pawlyta J i Lamentowicz M. (2010) Age-depth model for modern peat core. Methodological approach. *Methods of absolute chronology. 10th International conference*. Gliwice, Poland, 22-25th April 2010: GADAM Centre of Excellence, Department of Radioisotopes, Institute of Physics. Silesian University of Technology, 109.
- Payne RJ, i in. (2016) Tree encroachment may lead to functionally-significant changes in peatland testate amoeba communities. *Soil Biology & Biochemistry* 98: 18-21.
- Payne RJ i Mitchell EAD. (2009) How many is enough? Determining optimal count totals for ecological and palaeoecological studies of testate amoebae. *J. Paleolimnol.* 42: 483-495.
- Payne RJ, i in. (2012) Testing peatland testate amoeba transfer functions: Appropriate methods for clustered training-sets. *The Holocene* 22: 819-825.
- Penard E. (1891) Rocky Mountain Rhizopods. *The American Naturalist* 25: 1070-1083.
- Penard ME. (1890) *Études sur les Rhizopodes d'eau douce*, Genève: Imprimerie aubert-Schuchardt.
- Peppe DJ, Baumgartner A, Flynn A i Blonder B. (2018) Reconstructing Paleoclimate and Paleoecology Using Fossil Leaves. In: Croft DA, et al. (eds) *Methods in Paleocology: Reconstructing Cenozoic Terrestrial Environments and Ecological Communities*. Cham: Springer International Publishing, 289-317.
- Puppe D. (2020) Review on protozoic silica and its role in silicon cycling. *Geoderma* 365: 114224.
- R Development Core Team. (2020) *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. Vienna: R Foundation for Statistical Computing.
- Rastogi A, Stróżecki M, Kalaji HM, Łuców D, Lamentowicz M i Juszczak R. (2019) Impact of warming and reduced precipitation on photosynthetic and remote sensing properties of peatland vegetation. *Environmental and Experimental Botany* 160: 71-80.
- Ricotta C. (2005) A note on functional diversity measures. *Basic and Applied Ecology* 6: 479-486.
- Roe HM, Charman DJ i Gehrels WR. (2002) Fossil testate amoebae in coastal deposits in the UK: implications for studies of sea-level change. *Journal of Quaternary Science* 17: 411-429.
- Rydin H i Jeglum JK. (2006) *The Biology of Peatlands*, Oxford University Press.
- Sachs HM, Webb I, T. i Clark DR. (1977) Paleoecological Transfer Functions. *Annual Review of Earth and Planetary Sciences* 5: 159-178.
- Schlumberger MP. (1845) Observations sur quelques nouvelles espèces d'infusoires de la famille des Rhizopodes. *Annales des Sciences Naturelles, Zoologie* Troisième série.
- Schmitz OJ, Buchkowski RW, Burghardt KT i Donihue CM. (2015) Chapter Ten - Functional Traits and Trait-Mediated Interactions: Connecting Community-Level Interactions with Ecosystem Functioning. In: Pawar S, et al. (eds) *Advances in Ecological Research*. Academic Press, 319-343.

- Sillasoo Ü, i in. (2007) Peat multi-proxy data from Männikjärve bog as indicators of late Holocene climate changes in Estonia. *Boreas* 36: 20-37.
- Šimová A, Pánek T, Gałka M, Zernitskaya V, Hájková P, Brodská H, Jamrichová E i Hájek M. (2019) Landslides increased Holocene habitat diversity on a flysch bedrock in the Western Carpathians. *Quaternary Science Reviews* 219: 68-83.
- Słowińska S. (2016) Microclimate conditioning of small bogs and their surroundings functioning [in Polish]. *PhD thesis, Institute of Geography and Spatial Organization*. Polish Academy of Sciences, PhD thesis.
- Słowiński M, i in. (2019) Paleocological and historical data as an important tool in ecosystem management. *Journal of Environmental Management* 236: 755-768.
- Słowiński M, i in. (2016) Drought as a stress driver of ecological changes in peatland – a palaeoecological study of peatland development between 3500 BCE and 200 BCE in central Poland. *Palaeogeography Palaeoclimatology Palaeoecology* 461: 272–291.
- Stivirins N, Ozola I, Gałka M, Kuske E, Alliksaar T, Andersen TJ, Lamentowicz M, Wulf S i Reitalu T. (2017) Drivers of peat accumulation rate in a raised bog: impact of drainage, climate, and local vegetation composition. *Mires and Peat* 19: 1-19.
- Stoffer D. (2016) Applied Statistical Time Series Analysis R package version 1.7.
- Swindles GT, i in. (2019) Widespread drying of European peatlands in recent centuries. *Nature Geoscience* 12: 922-928.
- Tanneberger F, Appulo L, Ewert S, Lakner S, Ó Brocháin N, Peters J i Wichtmann W. (2020) The Power of Nature-Based Solutions: How Peatlands Can Help Us to Achieve Key EU Sustainability Objectives. *Advanced Sustainable Systems*: 2000146.
- Tobolski K. (2000) *Przewodnik do oznaczania torfów i osadów jeziornych*: PWN, Warszawa.
- Tsyganov AN, Babeshko KV, Novenko EY, Malysheva EA, Payne RJ i Mazei YA. (2017) Quantitative reconstruction of peatland hydrological regime with fossil testate amoebae communities. *Russian Journal of Ecology* 48: 191-198.
- Turetsky MR, Benscoter B, Page S, Rein G, van der Werf GR i Watts A. (2015) Global vulnerability of peatlands to fire and carbon loss. *Nature Geosci* 8: 11-14.
- Valsecchi V, Carraro G, Conedera M i Tinner W. (2010) Late-Holocene vegetation and land-use dynamics in the Southern Alps (Switzerland) as a basis for nature protection and forest management. *Holocene* 20: 483-495.
- van Bellen S i Larivière V. (2020) The ecosystem of peatland research: a bibliometric analysis. *Mires and Peat* 26: 15.
- van der Knaap WO, i in. (2011) A multi-proxy, high-resolution record of peatland development and its drivers during the last millennium from the subalpine Swiss Alps. *Quaternary Science Reviews* 30: 3467-3480.
- van der Sande MT, Gosling W, Correa-Metrio A, Prado-Junior J, Poorter L, Oliveira RS, Mazzei L i Bush MB. (2019) A 7000-year history of changing plant trait composition in an Amazonian landscape; the role of humans and climate. *Ecology Letters* 0.
- Vincze I, i in. (2017) Holocene treeline and timberline changes in the South Carpathians (Romania): Climatic and anthropogenic drivers on the southern slopes of the Retezat Mountains. *The Holocene* 27: 1613-1630.
- Violle C, Navas M-L, Vile D, Kazakou E, Fortunel C, Hummel I i Garnier E. (2007) Let the concept of trait be functional! *Oikos* 116: 882-892.
- Walanus A i Goslar T. (2009) *Datowanie radiowęglowe*: Wydawnictwa AGH, Kraków.
- Walker IR i Cwynar LC. (2006) Midges and palaeotemperature reconstruction—the North American experience. *Quaternary Science Reviews* 25: 1911-1925.
- Watson EJ, Kołaczek P, Słowiński M, Swindles GT, Marcisz K, Gałka M i Lamentowicz M. (2017) First discovery of Holocene Alaskan and Icelandic tephra in Polish peatlands. *Journal of Quaternary Science* 32: 457-462.
- Xu J, Morris PJ, Liu J i Holden J. (2018) PEATMAP: Refining estimates of global peatland distribution based on a meta-analysis. *Catena* 160: 134-140.
- Zaccone C, Lobianco D, Shotyk W, Ciavatta C, Appleby PG, Brugiapaglia E, Casella L, Miano TM i D’Orazio V. (2017) Highly anomalous accumulation rates of C and N recorded by a relic, free-floating peatland in Central Italy. *Scientific Reports* 7: 43040.
- Zheng X, Amesbury MJ, Hope G, Martin LF i Mooney SD. (2019) Testate amoebae as a hydrological proxy for reconstructing water-table depth in the mires of south-eastern Australia. *Ecological Indicators* 96: 701-710.


.....

(podpis wnioskodawcy)