

ZAŁĄCZNIK 2a

Autoreferat przedstawiający opis dorobku i osiągnięć naukowych

Słubice, kwiecień 2016

1. Imię i Nazwisko

Andrzej Pukacz

2. Posiadane dyplomy i stopnie naukowe

04.06.2001 licencjat ochrony środowiska.

Praca licencjacka pt.: „Diagnoza przyrodnicza jeziora Grzybno i jego okolic”, pod kierunkiem prof. dr hab. Lubomiry Burchardt

07.05.2003 magister ochrony środowiska, specjalność ochrona i kształtowanie środowiska przyrodniczego

Praca magisterska pt.: „Diagnoza stopnia naturalności ekosystemu jeziornego na podstawie różnorodności siedliskowej i fitocenotycznej”, pod kierunkiem dra Mariusza Pełechatego

23.06.2006 doktor nauk biologicznych w zakresie ekologii-hydrobiologii

Rozprawa doktorska pod tytułem „Ocena stanu ekologicznego jezior Pojezierza Lubuskiego”, zrealizowana w Zakładzie Hydrobiologii, na Wydziale Biologii UAM, pod kierunkiem Prof. dr hab. Lubomiry Burchardt

3. Informacje o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych

01.10.2002

– **30.04.2003** starszy technik w Zakładzie Hydrobiologii UAM w Poznaniu, zatrudniony w wymiarze ½ etatu na Uniwersytecie im. Adama Mickiewicza w Poznaniu.

01.12.2006

– **16.07.2010** adiunkt na kierunku ochrona środowiska w Collegium Polonicum w Słubicach, zatrudniony w wymiarze 1 etatu na Uniwersytecie im. Adama Mickiewicza w Poznaniu.

04.04.2007

– **14.06.2012** koordynator studiów podyplomowych zarządzanie środowiskiem w Collegium Polonicum, zatrudniony w wymiarze ½ na Europejskim Uniwersytecie Viadrina we Frankfurcie nad Odrą.

16.07.2010

– **01.02.2013** adiunkt na Wydziale Biologii, zatrudniony w wymiarze 1 etatu na Uniwersytecie im. Adama Mickiewicza w Poznaniu

Od 01.02.2013 adiunkt w Polsko-Niemieckim Instytucie Badawczym w Collegium Polonicum w Słubicach, zatrudniony w wymiarze 1 etatu na Uniwersytecie im. Adama Mickiewicza w Poznaniu.

4. Wskazanie „osiągnięcia”* wynikającego z art. 16 ust. 2 ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. nr 65, poz. 595 ze zm.)

a. Tytuł osiągnięcia naukowego

„Rola ramienic w precypitacji węgla wapnia i jej konsekwencje dla chemizmu wód jeziornych”

b. Cykl prac wchodzących w skład osiągnięcia naukowego

Na osiągnięcie naukowe składa się cykl 5 prac opublikowanych w czasopiśmie o zasięgu międzynarodowym, których sumarycznym **Impact Factor** (według danych z Web of Science) wynosi **5,07** a liczba punktów **MNiSW: 107**.

I. **Pukacz A.**, Pełechaty M., A. Pełechata, 2013. The relation between charophytes and habitat differentiation in temperate lowland lakes. *Polish Journal of Ecology*, 61: 1-14.

(IF: 0,57 MNiSW: 15)

II. Pełechaty M., Pukacz A., Apolinarska K., Pełechata A., Siepak M, 2013. The significance of *Chara* vegetation in the precipitation of lacustrine calcium carbonate. *Sedimentology*, 60: 1017–1035, doi: 10.1111/sed.12020

(IF: 2,74 MNiSW: 40)

III. Pukacz A., Pełechaty M., 2013. Spatial structure of vegetation in a small charophyte dominated lake. *Biodiversity: Research and Conservation*. 29: 97-104.

(IF: 0,0 MNiSW: 7)

IV. Pukacz A., Pełechaty M., Frankowski M. 2014. Carbon dynamics in hardwater lake: effect of charophyte biomass on carbonates deposition. *Polish Journal of Ecology*, 62: 695-705.

(IF: 0,55 MNiSW: 15)

V. Pukacz A., Pełechaty M., Frankowski M., Kowalski A., Zwijacz-Kozsałka K. 2014. Seasonality of water chemistry, carbonate production, and biometric features of two species of *Chara* in a shallow clear water lake. *The Scientific World Journal*, DOI: 10.1155/2014/167631

(IF: 1,21 MNiSW: 30)

c. Założenia i koncepcja

Ramienice są jedną z głównych grup makrofitów występujących w czystych i twardowodnych jeziorach. Tworząc rozległe łąki, są one istotnym elementem strukturalnym i funkcjonalnym w obrębie litoralu. W świetle danych literaturowych oraz własnych obserwacji ramienice mogą, przez swój skład ilościowy i jakościowy, dostarczać cennych i rzetelnych informacji o stanie środowiska wodnego. Ciągłe jednak brak jest dostatecznych danych, aby stwierdzić jednoznacznie na ile „informatywność” ta wynika z reakcji na zmieniające się warunki siedliskowe (budowa misy jeziornej, właściwości fizyczno-chemiczne wody), a na ile jest ona wynikiem skomplikowanych zależności w układzie biotop-biocenoza bądź współzależności z innymi komponentami biocenozy jeziornej. Coraz częściej pisze się o ramienicach nie tylko w kontekście ich wrażliwości, jako czułych wskaźników jakości wody, ale także jako istotnym elemencie siedliskotwórczym. Znajduje to swoje odzwierciedlenie choćby

w koncepcji alternatywnych stanów stabilnych, której autorzy przypisują duże znaczenie w utrzymaniu stanu czystowodnego jezior płytkich właśnie ramienicom, m.in. przez: zwiększenie sedymentacji z toni wodnej do osadu, zapobieganie resuspensji osadów dennych, czy ograniczanie rozwoju fitoplanktonu (Schneider i in. 2015). Mechanizmy te nie został jednak dostatecznie udokumentowane dla jezior głębokich.

Kluczową rolę w potencjalnym oddziaływaniu ramienic na ekosystem jeziorny ma ich udział w litoralu, a tym samym tworzona przez nie biomasa. Jak pokazują współczesne badania ramienice mogą produkować znaczne ilości suchej masy, z czego większość (podając za Hutchinsonem (1975) - średnio ponad 60%) mogą stanowić inkrustacje węglanowe. Zjawisko to zostało opisane także dla niektórych roślin naczyniowych, których naskorupienia węglanowe mogą stanowić jedynie kilkanaście procent suchej masy.

Biorąc powyższe pod uwagę można sądzić, iż kluczowe znaczenie w produkcji i depozycji węglanów w strefie litoralu mają ramienice. Duże rozmiary komórek sprawiają, iż powstające na powierzchni ich plech naskorupienia są wyraźnie widoczne, u niektórych gatunków w postaci jasnych prążków. Istotny jest przy tym fakt, że inkrustacja ramienic silnie przylega do ich plech, co, w odróżnieniu od roślin naczyniowych, zapobiega odrywaniu i unoszeniu przez wodę podczas falowania. Dodatkowo, biorąc pod uwagę sygnalizowane w literaturze zimowanie ramienic w stanie zielonym, przyjmuje się, że znaczna część biogenów może być immobilizowana w ich biomacie. Ma to szczególne znaczenie w przypadku fosforu, którego część (przyjmując średnie wartości za Kufel i in. (2013) - ok. 20,6 %) może być współstrącona wraz z inkrustacjami węglanowymi (w postaci tzw. HCl-SRP). Dzięki temu zjawisku (koprecypitacji), w wyniku dekompozycji ramienic, część fosforu trafia do osadu przekształcając się następnie w kredę jeziorną (Murphy i in. 1983). W ten sposób pozostaje biologicznie niedostępnym przez długi czas (zależnie od utrzymującego się zasadowego pH). Analogicznie dochodzi również do deponowania węgla nieorganicznego oraz wapnia przez co ramienice mogą wpływać na równowagę węglanowo-wapniową w jeziorze (McConnaughey 1997).

Mając na uwadze, że w niektórych jeziorach łąki ramienicowe mogą zajmować ponad połowę powierzchni dna, można założyć a priori, iż są one istotnym elementem środowiskotwórczym, oddziałującym zarówno na inne składniki biocenozy jeziornej jak i cechy jakości wód. Ponadto, analizy osadów z jezior ramienicowych (dochodzących niekiedy

do kilku metrów miąższości) pokazują, że ramienice są bardzo istotnym elementem osadotwórczym w obrębie litoralu. Wskazują na to spotykane licznie naskorupienia węglanowe pochodzące z ramienic oraz duża zawartość węglanu wapnia, przekraczająca często 80% suchej masy (Rutkowski 2007).

Mimo, jak się wydaje, istotnego wpływu biomasy ramienic na zjawisko precypitacji CaCO_3 i jego konsekwencji w postaci dekalcyfikacji wód, zmian stężenia dwuwęglanów oraz koprecypitacji fosforu (zwłaszcza przy znacznym udziale łąk ramienicowych), w literaturze nadal niewiele jest danych dotyczących zróżnicowania ilościowego i jakościowego ich suchej masy, a szczególnie proporcji pomiędzy precypitowanym CaCO_3 a materią organiczną i niewęglanową frakcją mineralną inkrustacji. Dotychczasowe doniesienia sugerowały, że ilość suchej masy produkowanej przez ramienice jest zależna zarówno od gatunku, jak i jeziora. Ponadto, wiele wskazuje też na to, że udział procentowy wytrącanych węglanów jest specyficzny dla poszczególnych gatunków.

Również bardzo niewiele wiadomo na temat czynników, które w warunkach *in situ* mogą wpływać na produkcję biomasy ramienic oraz proces tworzenia inkrustacji, zwłaszcza w ujęciu czasowym. Dane literaturowe w tym zakresie są bardzo rozproszone i trudne w interpretacji. Jednym z głównych powodów są techniczne ograniczenia prowadzenia badań terenowych oraz duża ilość potencjalnych czynników zewnętrznych wpływających na wyniki analiz.

Dokładne poznanie roli ramienic w precypitacji węglanu wapnia oraz jej konsekwencje dla chemizmu wód jeziornych może mieć kluczowe znaczenie zarówno dla współczesnych badań dotyczących funkcjonowania ekosystemów jeziornych, jak i w badaniach paleoekologicznych. Stąd, postawione zostały następujące cele badawcze:

1. Określenie zależności pomiędzy liczbą gatunków i zbiorowisk ramienic oraz ich udziałem w fitolitoralu jeziornym a zróżnicowaniem siedliskowym jezior.
2. Określenie zróżnicowania przestrzennego biomasy ramienic w fitolitoralu jeziornym oraz determinujących je czynników.
3. Określenie czasowej zmienności produkcji suchej masy oraz ilości precypitowanego węglanu wapnia dla różnych gatunków ramienic.
4. Określenie znaczenia biomasy ramienic dla chemizmu wód oraz procesów sedymentacyjnych.

d. Materiał i metody

Badania wykonane w ramach prezentowanego osiągnięcia naukowego zostały przeprowadzone w jeziorach zlokalizowanych w większości na obszarze województwa lubuskiego. Wyjątek stanowi jezioro Wigry, w województwie podlaskim. Dobór stanowisk badawczych podyktowany był głównie stawianym celem badawczym oraz znajomością poszczególnych ekosystemów jeziornych.

W celu określenia ilościowej i jakościowej struktury roślinności, posłużono się środkowoeuropejską metodą zdjęć fitosocjologicznych Brauna-Blanqueta poszerzoną o metodę transektu. Co ważne, badania roślinności zanurzonej (w tym pobieranie próbek) przeprowadzono głównie z użyciem sprzętu do nurkowania. Pozwoliło to na precyzyjne pobieranie próbek oraz na uzupełnienie danych terenowych o wyniki obserwacji w samym zbiorowisku, co nie jest osiągalne z jednostki pływającej. Dodatkowo posługiwano się echosondą oraz specjalnie zaprojektowaną stalową ramą, umożliwiającą dokładne pobieranie materiału badawczego z założonej powierzchni.

W zakresie badań parametrów fizyczno-chemicznych wody wykonywano pomiary: widzialności, PAR (Photosynthetically active radiation), temperatury, pH, stężenia tlenu rozpuszczonego, przewodnictwa elektrolitycznego (bezpośrednio w terenie) oraz analizy cech chemicznych wody: stężenia azotu i fosforu (formy mineralne, organiczne oraz ogólne), twardości ogólnej, zasadowości, stężenia wapnia i magnezu (w warunkach laboratoryjnych). Równocześnie pobierane były próbki do analiz algologicznych, na podstawie których oceniane były struktura jakościowa i ilościowa (liczebność i biomasa) glonów i sinic planktonowych. Zarówno w przypadku analiz chemicznych, jak i algologicznych próbki pobierane były: i) bezpośrednio z nad zbiorowisk ramienic, w stanowiskach badawczych, oraz ii) w pelagialu (w obu przypadkach przy pomocy elektrycznej pompy wodnej).

Wszystkie analizy chemiczne wykonane zostały w Pracowni Analizy Wody i Gruntów, Wydziału Chemii Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, z zastosowaniem aktualnych wytycznych opisanych w „Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater”. Analizy algologiczne wykonane zostały w Zakładzie Hydrobiologii, Wydział

Biologii UAM, przed dr Aleksandrą Pełechatą. W przypadku analizy biomasy ramienic wykorzystano metodę „two-step weight loss on ignition”.

Dodatkowo, w pracach posłużono się analizą map batymetrycznych (w celu określenia powierzchni zajmowanej przez ramienice oraz wyznaczania stanowisk badawczych) oraz map fizycznych i zdjęć satelitarnych (w celu charakterystyki zlewni).

Analizy statystyczne wykonano z wykorzystaniem programu Statistica.

e. Omówienie realizacji celów naukowych oraz osiągniętych wyników

Jedną z kluczowych obserwacji poczynionych podczas badań roślinności wodnej było stwierdzenie, że w danym typie troficznym (np. mezotrofii) warunki siedliskowe mogą być bardzo zróżnicowane, co wpływa także na zróżnicowanie roślinności wodnej (zarówno w ujęciu ilościowym jak i jakościowym). Założenie to stało się dla mnie punktem wyjścia do sformułowania pierwszego celu naukowego a w konsekwencji - dalszych rozważań oraz planów badawczych.

Podstawą weryfikacji pierwszego celu była analiza danych z 39 jezior zlokalizowanych na obszarze województwa lubuskiego, które obejmowały następujące cechy: budowa morfometryczna mis jeziornych, skład i struktura roślinności, parametry fizyczno-chemiczne wody oraz biomasa fitoplanktonu. Głównym przedmiotem rozważań było zróżnicowanie flory i roślinności ramienicowej na tle ww. cech jezior. Wyniki przeprowadzonych analiz, zaprezentowane i przedyskutowane w czasie "5th International Symposium on Extant and Fossil Charophytes" w Rostoku i zostały opublikowane później w pracy Pukacz i in. (2013), wchodzącej w skład mojego osiągnięcia naukowego (poz. I).

Podstawowym wnioskiem wyływającym z przeprowadzonych analiz było stwierdzenie, iż zróżnicowanie siedliskowe 39 jezior Pojezierza Lubuskiego zostało odzwierciedlone na poziomie liczby gatunków i zbiorowisk ramienic, oraz ich udziału powierzchniowego w fitolitoralu. Co ważne, ramienice dobrze odzwierciedlały jakość wód w jeziorach o różnej budowie morfologicznej. Wbrew powszechnemu poglądowi, że bujna i zróżnicowana roślinność ramienicowa spotykana jest głównie w czystowodnych i głębokich jeziorach, miała ona także duży udział w roślinności jezior płytkich o podwyższonej trofii. Ponadto, ich występowanie nie ograniczało się jedynie do wód o wysokiej twardości i dużym

stężeniu wapnia. Przeciwnie, w typowych jeziorach ramienicowych zarówno twardość jak i stężenie wapnia było niższe niż w jeziorach bez ramienic, lub z ich niewielkim udziałem.

Uzyskane wyniki badań wykazały ponadto, że istnieje wzajemna zależność pomiędzy strukturą, a zwłaszcza udziałem powierzchniowym, roślinności ramieniowej a szerokim spektrum parametrów siedliskowych, w szczególności: widzialnością, stężeniem biogenów oraz kompleksem parametrów związanych z twardością. Większość ww. wyników wyraźnie sugerowała, iż parametry wody, uwzględnione w badaniach jezior ramienicowych, są wynikiem siedliskotwórczego oddziaływania zbiorowisk ramienic, co stało się podstawą do sformułowania dalszych celów badawczych.

Istotną przesłanką do dalszych badań, wynikającą z realizacji pierwszego celu badawczego, było stwierdzenie, że nie sama obecność ramienic, ale przede wszystkim ich struktura ilościowa wydaje się mieć kluczowe znaczenie dla jakości wód jeziornych. Na tej podstawie sformułowałem kolejny, drugi cel badawczy. Został on zrealizowany w oparciu o badania przeprowadzone w dwóch różnych jeziorach ramienicowych (małym i płytkim Jeziorze Jasnym oraz dużym i głębokim jeziorze Wigry), w których analizowano: strukturę roślinności, produkcję biomasy ramienic oraz ilość precypitowanego węgla wapnia, a także cechy fizyczno-chemiczne wody.

Wyniki tych badań stały się podstawą do opublikowania trzech artykułów wchodzących w skład osiągnięcia naukowego: Pełechaty i in. (2013), Pukacz, Pełechaty (2013) oraz Pukacz i in. (2013), (odpowiednio - poz. II, III, IV).

Dokładne rozpoznanie przestrzennego zróżnicowania roślinności ramienicowej pozwoliło stwierdzić, że stanowi ona istotny element strukturalny litoralu zarówno powierzchniowo dużych, jak i małych jezior. Podkreśla to zwłaszcza udział powierzchniowy oraz zwarta i bardzo urozmaicona struktura zbiorowisk w Jeziorze Jasnym (poz. 3). Wykazano, że zarówno w dużych jak i w małych jeziorach ramienice produkują znaczne ilości biomasy (ponad 2000 g SM m⁻²), czemu towarzyszy precypitacja dużej ilości inkrustacji (ponad 1600 g SM m⁻²), przy czym w obu jeziorach inkrustacje tworzone były głównie przez węgiel wapnia. Uzyskane wartości są znacznie wyższe niż dotychczas istniejące dane literaturowe, dzięki czemu zweryfikowano stan wiedzy w zakresie ilości produkowanej biomasy oraz wytrącanego węgla wapnia przez ramienice. Nowością naukową było przy tym oszacowanie produkcji

biomasy ramienic oraz ilości wytrącanego węglanu wapnia w przeliczeniu na jednostkę powierzchni jeziora (poz. 4).

Głównym wnioskiem wyływającym z realizacji drugiego celu badań było potwierdzenie, że przestrzenne zróżnicowanie biomasy oraz precypitowanego węglanu wapnia u ramienic występujących w tym samym zbiorniku determinowane jest przede wszystkim przez dostępność światła, będącą konsekwencją głębokości ich występowania. Zróżnicowanie pomiędzy jeziorami, z kolei, uwarunkowane jest strukturą zbiorowiska a także zasadowością i dostępnością związków wapnia w wodzie jeziornej.

Kolejnym etapem moich rozważań było określenie jak zmienia się w czasie produkcja suchej masy oraz ilości precypitowanego węglanu wapnia u osobników różnych gatunków ramienic. Było to podstawą do sformułowania kolejnego celu badań – cel nr 3.

Cel ten został zrealizowany w oparciu o wyniki comiesięcznych badań wykonanych w trakcie pełnego sezonu wegetacyjnego, w ramienicowym Jeziorze Jasnym. Wybór, po raz kolejny, tego jeziora podyktowany był dobrą jego znajomością, oraz dobrze wykształconą i stabilną roślinnością ramienicową, co było konieczne w przypadku powtarzalnych badań prowadzonych *in situ*. Przeprowadzone badania obejmowały: analizę cech morfologicznych, produkcję biomasy oraz ilość precypitowanego węglanu wapnia dwóch różnych gatunków ramienic (*Chara polyacantha* oraz *Chara rudis*), a także parametry fizyczno-chemiczne wody (bezpośrednio z nad zbiorowisk ramienic oraz z pelagialu).

Wyniki tych analiz stały się podstawą do opublikowania pracy Pukacz i in. (2014), wchodzącej w skład mojego osiągnięcia naukowego (poz. V). Wykazano w niej, że dwa różne gatunki ramienic, rosnące w podobnych warunkach siedliskowych (m.in. podobnej dostępności światła), charakteryzują się różną dynamiką wzrostu i produkują różną ilość suchej masy. Odkryto przy tym, że produkcja biomasy oraz precypitacja węglanów wskazuje na specyficzność gatunkową. Wykazano także istotną zależność pomiędzy indywidualnymi cechami morfologicznymi ramienic a produkcją biomasy i ilością precypitowanego węglanu wapnia. Warto przy tym podkreślić, iż w literaturze nie analizowano wcześniej tego typu zależności.

Kolejnym, istotnym wnioskiem było stwierdzenie, że procentowy udział węglanu wapnia w suchej masie nie zmienia się tak samo jak ilość suchej masy. Oznacza to również, że procentowy udział węglanu wapnia w suchej masie nie ma bezpośredniego przełożenia na

ilość precypitowanego węglanu wapnia w przeliczeniu na jednostkę powierzchni. Wniosek ten ma duże znaczenie nie tylko dla zrozumienia procesów sedymentacyjnych w litoralu jeziornym, ale także dla interpretacji danych paleolimnologicznych.

Istotną obserwacją poczynioną w trakcie przeprowadzonych badań, mającą implikacje dla dalszych moich badań, było również stwierdzenie, iż biomasa ramienic wraz z odłożonym na jej powierzchni węglanem wapnia nie ulega całkowitej dekompozycji w okresie zimowym.

Ostatnim, i zarazem najważniejszym, zagadnieniem poruszonym w ramach prezentowanego osiągnięcia naukowego było określenie znaczenia biomasy ramienic dla chemizmu wód oraz procesów sedymentacyjnych – cel nr 4. Zagadnienie to było rozpatrywane w oparciu o wyniki badań przeprowadzonych w jeziorach Jasnym oraz Wigry. W tym przypadku przedmiotem przeprowadzonych analiz była biomasa ramienic i wytrącanych przez nie węglanów wapnia w przeliczeniu na jednostkę biomasy na tle właściwości fizykochemicznych wody. Wyniki tych badań zostały opublikowane w dwóch artykułach wchodzących w skład osiągnięcia naukowego: Pełechaty i in. (2013), Pukacz, oraz Pukacz i in. (2013), (odpowiednio - poz. II i IV).

Wyniki badań, przeprowadzone niezależnie w dwóch różnych typach ekosystemów wykazały, że w jeziorach mezotroficznym, zdominowanych przez roślinność ramienicową biomasa tej roślinności ma istotne znaczenie siedliskotwórcze. Po pierwsze, jako element budujący osady w obrębie litoralu, co zostało odzwierciedlone w ilości produkowanej biomasy i wytrącanych inkrustacji węglanowych w przeliczeniu na jednostkę powierzchni. Należy przy tym zaznaczyć, że poza litoralem, w strefie profundalu, to fitoplankton przejmuje niejako główną rolę czynnika osadotwórczego, co wykazane zostało dla jeziora Wigry (poz. II). Po drugie, w biomasę ramienic wbudowana jest znaczna ilość pierwiastków biogennych (węgla, azotu i fosforu), które następnie deponowane są w osadach, co również dyskutowano w ww. pracach. Ponadto, zweryfikowano, sugerowane wcześniej w literaturze, związki pomiędzy biomasą ramienic a chemizmem wód. Najistotniejszą konkluzją, wypływającą z analizy tych związków było stwierdzenie, że znaczne ilości produkowanej biomasy oraz precypitowanego węglanu wapnia istotnie wpływają na: stężenie biogenów oraz kompleks parametrów związanych z twardością wody.

f. Podsumowanie

Realizacja wyznaczonych celów badawczych jest efektem badań przeprowadzonych w naturalnym środowisku występowania ramienic, z wykorzystaniem szerokiego spektrum parametrów oraz przy współczesnych metod badawczych. Dzięki temu udało się uszczegółwić obecny stan wiedzy na temat ekologii i biologii ramienic oraz potwierdzić, znane głównie z prac eksperymentalnych, znaczenie ramienic dla funkcjonowania ekosystemów jeziornych. Wskazane przeze mnie, w ramach osiągnięcia naukowego, prace mają tym samym zarówno koncepcyjny jak i praktyczny wkład w rozwój badań nad ekologią jezior. Ponadto, niektóre z uzyskanych wyników mają także wymiar aplikacyjny. Reasumując, do najważniejszych wyników moich badań zaliczam:

- wykazanie istotnych zależności pomiędzy roślinnością ramienicową a szerokim spektrum parametrów siedliskowych dla dużej próby jezior,
- zweryfikowanie stanu wiedzy w zakresie ilości produkowanej biomasy oraz wytrącanego węglanu wapnia przez ramienice,
- określenie produkcji suchej masy oraz ilość węglanu wapnia w przeliczeniu na powierzchnię całego jeziora,
- wykazanie zróżnicowania produkcji biomasy oraz precypitacji węglanów dla różnych gatunków ramienic, wskazujące na specyficzność gatunkową,
- wykazanie związku pomiędzy cechami morfologicznymi ramienic a produkcją biomasy i precypitacją węglanu wapnia,
- wykazanie, że procentowy udział węglanu wapnia w suchej masie ramienic charakteryzuje się inną dynamiką zmienności czasowej niż sama ilość suchej masy,
- zweryfikowanie związków pomiędzy biomasą ramienic a chemizmem wód oraz określenie ich potencjalnych implikacji dla funkcjonowania ekosystemów jeziornych.

g. Dalsze perspektywy badawcze

Przeprowadzone przeze mnie badania nie wyczerpują zagadnienia wpływu ramienic na ekosystemy jeziorne. Po pierwsze istnieje nadal potrzeba zweryfikowania uzyskanych przeze mnie wyników na przykładzie innych ekosystemów jeziornych oraz z uwzględnieniem innych

gatunków ramienic. Obecnie, jednak, główny nacisk swoich badań kładę na analizę zależności pomiędzy biomasą ramienic a osadami i wodami nadosadowymi, poprzez realizację następujących celów:

- 1) określenie ilości azotu, fosforu i węgla kumulowanego w biomase ramienic oraz ilości która może być deponowana w osadach w postaci związków nie dostępnych biologicznie;
- 2) określenie zmienności czasowej składu chemicznego węglanów oraz biomasy ramienic na tle składu chemicznego osadu oraz właściwości fizyczno-chemicznych wody nadosadowej.

Wskazane wyżej cele obecnie są realizowane przeze mnie w ramach badań przeprowadzonych w 2015 roku w Jeziorze Jasnym (publikacje w przygotowaniu) oraz w ramach międzynarodowego projektu realizowanego wraz z grupą specjalistów w Hiszpanii (projekt pt. „Macrophytes and global change...” nr 128954520-54520-4-14, MINECO, zał. 3).

Bibliografia

- Hutchinson G.E. 1975. A treatise of Limnology. 3: Limnological botany. John Wiley and Sons, Inc., New York, Chapman and Hall, Ltd., London, 695 pp
- Kufel L., Biardzka E., Strzałek M. 2013. Calcium carbonate incrustation and phosphorus fractions in five charophyte species. *Aquatic Botany*, 109: 54-57
- McConnaughey T.A. 1997. Acid secretion, calcification and photosynthetic carbon concentrating mechanisms. *Canadian Journal of Botany*, 76: 1119-1126
- Murphy T.P., Kali K.J., Yesaki I. 1983. Coprecipitation of phosphate with calcite in a naturally eutrophic lake. *Limnology and Oceanography*, 28: 56-96
- Rutkowski J. 2007. Osady jezior w Polsce. Charakterystyka i stan rozpoznania, metodyka badań, propozycje. *Studia Limnologica et Telmatologica*, 1(1): 17:24
- Schneider C.S., Garcia A., Martin-Closas C., Chivas A.R. 2015. The role of charophytes (Charales) in past and present environments: An overview. *Aquatic Botany* 120: 2-6

5. Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo - badawczych

a) Przebieg pracy naukowej przed uzyskaniem stopnia doktora

Swoje zainteresowania naukowe zacząłem rozwijać już w trakcie studiów licencjackich na kierunku ochrona środowiska w Collegium Polonicum w Słubicach. W tym czasie byłem inicjatorem a następnie przewodniczącym Koła Naukowego Ochrony Środowiska Collegium

Polonicum oraz koordynatorem współpracy z Niemieckim stowarzyszeniem 'Green Team', działającym przy Geenpeace na rzecz szerzenia wśród lokalnej społeczności idei ochrony środowiska. Przygotowanie pracy licencjackiej pt.: **„Diagnoza przyrodnicza jeziora Grzybno i jego okolic”**, pod kierunkiem prof. dr hab. Lubomiry Burchardt zainicjowało rozwój moich zainteresowań roślinnością wodną.

W trakcie uzupełniających studiów magisterskich na Wydziale Biologii UAM rozpocząłem badania hydrobiologiczne jezior pod opieką naukową dr Mariusza Pełechatego, obecnie dr hab. prof. UAM. Pod jego opieką naukową przygotowałem pracę magisterską pt.: **„Diagnoza stopnia naturalności ekosystemu jeziornego na podstawie różnorodności siedliskowej i fitocenotycznej”**, rozwijając przy tym warsztat badawczy w zakresie badań roślinności wodnej, zwłaszcza w kontekście zależności z fitoplanktonem oraz cechami abiotycznymi jezior. Zacząłem także interesować się rzadkimi gatunkami roślin wodnych, w szczególności ramienicami, co zaowocowało współautorstwem w pierwszych publikacjach naukowych (Pukacz, Pełechaty 2003; Pełechaty i in. 2003; Gąbka i in. 2003, zał. 3) oraz trzech doniesieniach na konferencjach międzynarodowych (Pełechaty, Pukacz 2002; Pełechata i in. 2003; Pukacz, Pełechaty 2003, zał. 3). Brałem także udział w 'Warsztatach Ramienicowych' organizowanych przez Zakład Hydrobiologii UAM w Poznaniu, w ramach Międzynarodowej Letniej Szkoły Ekologicznej (Poznań, 27-29 maja 2002).

Studia ukończyłem planowo, w maju 2003 roku, uzyskując tytuł magistra oraz nagrodę za wyróżniające się wyniki w nauce. Niedługo potem, w lipcu, uczestniczyłem po raz pierwszy w międzynarodowej konferencji „3rd Symposium for European Freshwater Sciences” w Edynburgu. Prezentowane tam wyniki zostały następnie opublikowane w czasopiśmie z listy filadelfijskiej (Pełechaty, Pukacz 2004, zał. 3).

W październiku 2003 roku rozpocząłem studia doktoranckie w ramach programu stypendialnego Europa Fellows II' w Collegium Polonicum UAM-EUV, w Słubicach. W trakcie studiów doktoranckich skupiłem swoje zainteresowania naukowe na analizie zależności pomiędzy abiotycznymi i biotycznymi elementami ekosystemów jeziornych. Wtedy to rozpocząłem badania nad koncepcją oceny stanu ekologicznego w ramach Ramowej Dyrektywy Wodnej, realizowanej przez wąskie grono hydrobiologów w Polsce. Prace te były prowadzone przy wsparciu finansowym projektu badawczego KBN, nr 2 P04G 113 27, na lata 2004 – 2007 (kierownik: dr Mariusz Pełechaty). Efektem przeprowadzonych przeze mnie

badania 30 jezior była rozprawa doktorska zatytułowana „Ocena stanu ekologicznego jezior Pojezierza Lubuskiego”, zrealizowana pod kierunkiem prof. dr hab. Lubomiry Burchardt oraz pod opieką dr Mariusza Pełechatego, którą obroniłem w czerwcu 2006 roku. Oprócz prac związanych z przygotowaniem rozprawy doktorskiej realizowałem również inne badania o charakterze poznawczym, dotyczące w dużej mierze flory i roślinności ramienic (m.in. Pukacz, Pełechaty 2004; Pukacz i in. 2004; Pełechaty; Pukacz 2005, zał. 3). Przez cały ten okres współpracowałem ściśle z interdyscyplinarnym zespołem badawczym, któremu przewodził dr Mariusz Pełechaty. Efektem tej współpracy były liczne doniesienia konferencyjne i artykuły naukowe (m.in. Pełechaty i in. 2005; Pełechaty, Pukacz 2006, zał. 3) jak również kolejne wspólne przedsięwzięcia naukowe.

b) Omówienie dorobku naukowo-badawczego po uzyskaniu stopnia naukowego doktora niebędącego podstawą ubiegania się o stopień doktora habilitowanego

Po uzyskaniu stopnia doktora, w grudniu 2006 roku rozpocząłem pracę w zamiejscowym ośrodku dydaktycznym Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu - Collegium Polonicum w Słubicach, gdzie do chwili obecnej jestem zatrudniony na etacie adiunkta.

W tym czasie moje zainteresowania naukowe skupiłem na zagadnieniach związanych z następującymi tematami:

- rozmieszczeniem i ekologią ramienic, czego efektem było między innymi opracowanie „Klucza do oznaczania gatunków ramienic (*Characeae*) w rzekach i jeziorach” (Pełechaty, Pukacz 2008, zał. 3), na zlecenie Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska, w ramach wdrażania metod oceny stanu ekologicznego jezior;
- taksonomią ramienic na poziomie cech morfologicznych plech oraz budowy oospor; co zaowocowało publikacjami w renomowanych czasopismach (m.in. Pukacz i in. 2011; Pukacz i in. 2012, zał. 3);
- interakcjami pomiędzy roślinnością wodną, zbiorowiskami fitoplanktonu a cechami abiotycznymi jezior – temat rozwijany wspólnie z dr Mariuszem Pełechatym oraz dr Aleksandrą Pełechatą w ramach ww. projektu badawczego KBN, czego efektem była pierwsza

w moim dorobku naukowym monografia (Pełechaty i in. 2007, zał. 3) oraz szereg późniejszych publikacji i doniesień naukowych.

Dodatkowo, rozpocząłem również badania dotyczące analizy składu stabilnych izotopów $\delta^{18}O$ i $\delta^{13}C$ w inkrustacjach ramienic i jego uwarunkowaniami środowiskowymi, realizowane w ramach kolejnego projektu badawczego: nr N N305 337534, na lata 2008 – 2010, finansowanego przez Ministerstwo Nauki i Informatyzacji (wcześniej KBN). Podjęta tematyka istotnie wpłynęła na moje dalsze zainteresowania naukowe (m.in. uzyskanie grantu Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego nr N N304 042539), które następnie stały się podstawą do przygotowania publikacji składających się na moje osiągnięcie naukowe.

Na mój dorobek naukowo-badawczy składa się:

- **49 artykułów naukowych** (16 przed doktoratem i 33 po doktoracie),
- **2 monografie** (obie po doktoracie),
- **1 rozdział w pracy zbiorowej** (po doktoracie),
- **1 praca zbiorowa** (po doktoracie),
- **1 redakcja pracy zbiorowej** (po doktoracie),
- **3 prace popularno-naukowe** (wszystkie przed doktoratem),
- **8 referatów zamawianych** (wszystkie po doktoracie),
- **76 doniesień konferencyjnych** (16 przed doktoratem i 60 po doktoracie).

Większość moich prac (31) spoza osiągnięcia naukowego została opublikowana w postaci artykułów w języku angielskim, w czasopismach o zasięgu międzynarodowym. Spośród tych artykułów **13** opublikowanych zostało w czasopismach z listy Journal Citation Reports: *Polish Journal of Environmental Studies, Oceanological and Hydrobiological Studies, Scientific World Journal, Hydrobiologia, Aquatic Botany, Polish Journal of Ecology, Acta Societatis Botanicorum Poloniae* oraz *Biologia*.

Sumaryczna wartość punktowa moich prac prezentuje się następująco:

- Sumaryczny **Impact Factor** (spoza osiągnięcia naukowego): **12,73**
- sumaryczna liczba **punktów MNiSW** (spoza osiągnięcia naukowego): **331**
- **Suma cytowań publikacji** (z uwzględnieniem prac składających się na osiągnięcie naukowe) wg. Thomson Reuters, Web of Science: **43**
- **Indeks Hirscha** (z uwzględnieniem prac składających się na osiągnięcie naukowe) wg. Thomson Reuters, Web of Science: **4**

Znaczna część opublikowanych wyników badań jest efektem realizowanych projektów naukowych. Uczestniczyłem łącznie w **7 projektach naukowych** (w tym **4 międzynarodowych**), z czego w 5 byłem/jestem wykonawcą a 2 pozostałych byłem/jestem kierownikiem. Pozwoliło mi to nie tylko na realizację badań naukowych oraz publikowanie ich wyników, ale także na stworzenie własnego laboratorium aparaturowego.

Większość badań prowadziłem w ramach interdyscyplinarnych zespołów, stąd ich wyniki opublikowane zostały jako prace wieloautorskie. Badania prowadziłem głównie z prof. UAM dr hab. Mariuszem Pełechatym, z którym współpracuję od początku mojej działalności naukowej. Ponadto, od kilku lat współpracuję ściśle z niemieckimi naukowcami, co zaowocowało zarówno wspólnie realizowanymi badaniami, wygłoszonymi referatami oraz publikacjami naukowymi. Od 2013 roku współpracuję także z niemieckim Landesamt für Umwelt, Brandenburg (pol. Ministerstwo Środowiska Kraju Związkowego Brandenburgia), prowadząc inwentaryzację flory ramienic na terenie Brandenburgii i Ziemi Lubuskiej. Efektem tych badań było stwierdzenie i opisanie wielu nowych stanowisk ramienic w obu regionach, w tym pierwszego dla Polski stanowiska *Chara baueri* (Pukacz i in. 2009, zał. 3) oraz pierwszego po ponad 100 latach stanowiska *Lychnothamnus barbatus* w Niemczech (Raabe i in. 2013, zał. 3).

Wyniki realizowanych przeze mnie badań prezentowane były w ramach **8 referatów zamawianych** (w tym 2 na zaproszenie **Polskiej Akademii Umiejętności** w Krakowie) oraz na **32 konferencjach międzynarodowych i 18 konferencjach krajowych**. Ponadto, w minionych latach recenzowałem także oryginalne prace twórcze dla międzynarodowych czasopism (m.in.: **Aquatic Botany, Hydrobiologia, Oceanological and Hydrobiological Studies, Polish Journal of Ecology** czy **Polish Journal of Environmental Studies**).

Słubice, 11.04.2016


Andrzej Pukacz