

### Autoreferat

1. Imię i nazwisko.

Dominika Chmolewska

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

2013           Doktor nauk biologicznych, Uniwersytet Jagielloński w Krakowie.  
Temat pracy: Porównanie zespołów mikroorganizmów glebowych z łąk i odłogów.

2004           Magister Biotechnologii żywności, Akademia Rolnicza we Wrocławiu.  
Temat pracy: Mikrobiologiczna redukcja  $\alpha$ - &  $\beta$ -acetylo-naftalenu.

3. Informacja o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych lub artystycznych.

Od 02.2015           asystent, następnie adiunkt, Instytut Systematyki i Ewolucji Zwierząt,  
Polska Akademia Nauk, Kraków

11.2020 – 10. 2021   asystent (Post-doc), Zakład Ekologii, Biogeochemii and Ochrony  
Środowiska, Uniwersytet Wrocławski

04.2006 – 12.2013   Niezależny biolog, Instytut Nauk o Środowisku, Uniwersytet  
Jagielloński w Krakowie

4. Omówienie osiągnięć, o których mowa w art. 219 ust. 1 pkt. 2 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2021 r. poz. 478 z późn. zm.).

**Osiągnięcie 1. Tytuł: „Translokacja ekosystemu jako metoda ochrony wartościowych siedlisk przed zabudową – przypadek łąk pyrzowickich”.**

Osiągnięcie stanowi cykl czterech powiązanych tematycznie artykułów naukowych z lat 2019-2023. Informacja o rodzaju mojego wkładu w każdą publikację znajduje się poniżej w opisie. Ponadto oświadczenia współautorów na temat ich wkładu znajdują się bezpośrednio w każdym artykule w sekcji „Authors’ contribution”, zaś dla publikacji 1.III, która nie ma tej sekcji, oświadczenie współautorów znajduje się w Załączniku 5.

**1.I. Chmolewska D**, Nobis M, Nowak A, Maślak M, Kojs P, Rutkowska J, Zubek Sz. 2019. Rapid change in forms of inorganic nitrogen in soil and moderate weed invasion following translocation of wet meadows to reclaimed post-industrial land, *Land Degradation and Development* 30: 964–978. DOI: 10.1002/ldr.3284;

IF<sub>2019</sub> = 3.775, MNiSW<sub>2019</sub> = 200, IF<sub>2022-23</sub> = 4.377, MNiSW<sub>2023</sub> = 200.

**1.II. Zubek Sz, Chmolewska D**, Jamrozek D, Ciechanowska A, Nobis M, Błaszczkowski J, Rożek K, Rutkowska J. 2019. Minor changes in fungal root colonization, arbuscular mycorrhizal fungi diversity and soil microbial parameters following translocation of wet meadows indicate the success of ecosystem transfer. *Journal of Environmental Management* 246: 538–546. DOI: 10.1016/j.jenvman.2019.04.044;

IF<sub>2019</sub> = 5.647, MNiSW<sub>2019</sub> = 140, IF<sub>2022-23</sub> = 8.7, MNiSW<sub>2023</sub> = 200.

**2.III. Chmolewska D**, Chroňáková A, Bahram M, Zubek S, Tedersoo L. 2023. Shifts in soil prokaryotic and microeukaryotic communities following a translocation of wet meadows to derelict land. *Land Degradation and Development*, 34 (3): 885-898. <https://doi.org/10.1002/ldr.4503>;

IF<sub>2022-23</sub> = 4.377, MNiSW<sub>2023</sub> = 200.

**3.IV. Chmolewska D**, Nobis M, Rożej-Pabijan E, Grześ IM, Radzikowski P, Okrutniak M, Celary W, Sternalski J, Shrubovych J, Wasak-Sęk K. 2023. Matching the puzzle piece to a new jigsaw: The effect of surrounding environments on plants and invertebrates in the translocated wet meadow. *Science of the Total Environment* 904:166637. doi: 10.1016/j.scitotenv.2023.166637;

IF<sub>2022-23</sub> = 9.8, MNiSW<sub>2023</sub> = 200.

## Wstęp

Półnaturalne ekosystemy powstałe w wyniku zrównoważonej działalności człowieka mają bardzo często wysoką wartość ekologiczną (Nature Editorial 2009), zwłaszcza w Europie, gdzie siedlisk całkowicie naturalnych prawie nie ma. Takim półnaturalnym wartościowym ekosystemem są ekstensywnie użytkowane łąki. Wilgotne łąki należące do związku Molinion (łąki trzęślicowe) charakteryzuje wysoki poziom bogactwa florystycznego i są jednym z najważniejszych pod względem konserwatorskim typów siedlisk w Europie (Nowak i in. 2015). Jednocześnie łąki te są wymieniane wśród najbardziej zagrożonych siedlisk w Europie (World Conservation Union, IUNC) i są chronione w Unii Europejskiej przez Dyrektywę Siedliskową. Łąki trzęślicowe są siedliskiem dla wielu zagrożonych gatunków roślin, takich jak np. *Carex davalliana*, *Gentiana pneumonanthe*, *Dactylorhiza incarnata*, *Iris sibirica*, *Gladiolus imbricatus*, *G. paluster* czy *Ostericum palustre* (Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 9 października 2014 r., Kącki & Załuski 2004, Kącki 2007, Parusel & Urbisz 2012). Obecność unikalnych gatunków roślin zapewnia wielu gatunkom zwierząt, zwłaszcza zapylaczom, bazę pokarmową i odpowiednie miejsca do gniazdowania (Skórka i in. 2007, Sporek i Rombel-Bryzek 2005, van Swaay 2002, Moroń i in. 2008). Ze względu na to, że łąki były częścią gospodarstw rolnych, wykorzystywano je jako pastwiska lub do pozyskiwania siana, znajdują się one zazwyczaj w pobliżu ludzkich siedlisk. Ta bliska lokalizacja czyni je pierwszymi w zasięgu do nowego budownictwa (np. łąki na Ruczaju w Krakowie).

Jeśli siedlisko o istotnej wartości przyrodniczej znajduje się na terenie inwestycji o znaczeniu społecznym i nie ma innego sposobu na jego uratowanie, prawo europejskie wymaga procedury kompensacyjnej (art. 6 Dyrektywy Siedliskowej, Dyrektywa Rady 92/43/EEC). Taka kompensacja może obejmować translokację, tj. celowe przemieszczanie żywych organizmów z jednego obszaru na inny (IUCN 1987, w Seddon 2010). Translokacja może dotyczyć też gleby lub podłoża wraz z roślinnością i wszelkimi zwierzętami, które pozostają z nimi związane, czyli translokacji siedliska (Box 2003). Translokacja siedlisk może być również podejmowana w celu przywrócenia różnorodności biologicznej na zdegradowanych lub nowo utworzonych terenach (Box 2003) i w tym kontekście jest określana jako “bezpośredni transfer roślinności” (tłum. z angielskiego: Vegetation Direct Transfer). Translokacja siedlisk została wdrożona w niektórych krajach zachodnich, np. w Niemczech, Francji i Wielkiej Brytanii (Worthington & Helliwell 1987, Bullock 1998, Trueman i in. 2007). Przypadek międzynarodowego lotniska w Katowicach-Pyrzowicach (województwo śląskie, południowa Polska), gdzie budowa drugiego pasa startowego musiała zostać podjęta na cennych łąkach, wrzosowiskach i torfowiskach (Nowak i in. 2019), był pierwszym przykładem translokacji dużej powierzchni roślinnej w Polsce z towarzyszącym jej utworzeniem nowego siedliska na opuszczonym terenie oddalonym o 15 km. Taka procedura jest bardzo wymagająca finansowo, koszt translokacji murawy w przypadku międzynarodowego lotniska w Pyrzowicach sięgnął 4 mln zł (<https://katowice.wyborcza.pl/katowice/7,72739,11014752,bedzie-nowy-pas-startowy-w-pyrzowicach-koszt-251-mln-zl.html>). Ponoszenie tak wysokich kosztów, nie może być

bezczelowe, dlatego ważne jest poznanie skutków translokacji siedlisk i stopnia ich zachowania w nowym miejscu.

Opublikowane do tego czasu badania nad transferem ekosystemów dotyczyły głównie organizmów, które można łatwo zobaczyć i kontrolować w czasie. Co więcej, często traktowały one osobno wskaźniki przetrwania zbiorowisk roślinnych (np. Bruelheide i Flintrop 2000, Nowak i in. 2019, Standen i Owen 1999) czy parametry glebowe (np. Hietalahti i in. 2005). Monitoringu zespołów mikroorganizmów glebowych właściwie nie było (Wolfe i Klironomos 2005), zaś badania bezkręgowców były nieliczne (Anderson 2003) wskazując potrzebę holistycznego podejścia. W ramach współpracy trzech naukowców: botanika dr Marcina Nobisa (obecnie profesora), specjalisty od mikoryzy arbuskularnej dr hab. Szymona Zubka (obecnie profesora) i mnie - ekologa badającego interakcje między roślinami, glebą i mikroorganizmami, rozpoczęliśmy szeroko zakrojony monitoring przeniesionych łąk.

Naszym celem było zaobserwowanie, w jaki sposób przeniesienie darni wpłynie na właściwości gleby i w jakim stopniu zbiorowiska roślinne są wrażliwe na wynikające z tego zmiany (publikacja 1.I). W jaki sposób relacje symbiotyczne roślin są utrzymywane po wycięciu i przeniesieniu bloków oraz co mikroorganizmy glebowe, jako indykatory, mówią o stanie przeniesionego siedliska (publikacja 1.II i 1.III). Rozwinęłam ten projekt o nowoczesne badania mikroflory gleb dzięki współpracy ze specjalistami z zagranicy (publikacja 1.III), a także poszerzyłam monitoring translokowanych łąk, zapraszając do niego taksonomów bezkręgowców (publikacja 1.IV). Badania objęły trzy największe płaty roślinności łąk, które były monitorowane przez trzy sezony: przed translokacją (2013) i przez dwa kolejne lata (2014-2015; publikacje 1.I-III). Natomiast w publikacji 1.IV uwzględniłam wpływ siedlisk znajdujących się w refugium, czyli otaczających przeniesione łąki w nowym miejscu. Porównano trzy przeniesione łąki, trzy siedliska z otoczenia w miejscu receptorowym i trzy łąki, które pozostały w okolicy stanowisk oryginalnych, koło lotniska i budowy.

Warto podkreślić aspekt praktyczny cyklu tych publikacji i jej wartość społeczną oraz cywilizacyjną. Na całym świecie prowadzi się wiele prac budowlanych, a równocześnie rośnie świadomość potrzeby ograniczenia ich negatywnego wpływu na otaczające siedliska. Ta kompilacja artykułów opisuje skutki prawdziwego przedsięwzięcia: rozbudowa lotniska na okolicznych cennych łąkach spowodowała translokację siedlisk na dużą skalę i utworzenie ogrodu siedliskowego na opuszczonych terenach pozostałych po wydobyciu kamienia. Dziękując się naszymi odkryciami, chcieliśmy zidentyfikować wzorce zmian zachodzące przy przenoszeniu wilgotnych łąk i ograniczyć negatywne skutki przyszłych tego typu inicjatyw. Ponieważ poddany recyklingowi opuszczony obszar był miejscem przyjmującym ratowane siedliska, jest to również wyjątkowy przykład rewitalizacji terenu przemysłowego.

\*\*\*\*\*

**1.I. Chmolowska D**, Nobis M, Nowak A, Maślak M, Kojs P, Rutkowska J, Zubek Sz. 2019. Rapid change in forms of inorganic nitrogen in soil and moderate weed invasion following translocation of wet meadows to reclaimed post-industrial land, *Land Degradation and Development* 30: 964–978. DOI: 10.1002/ldr.3284

W pierwszej publikacji z cyklu położyłam podwaliny pod kolejne publikacje: dokładnie opisałam przedsięwzięcie translokacji oraz stanowisk badawczych. W 2011 roku Międzynarodowy Port Lotniczy Katowice rozpoczął rozbudowę lądowisk na terenie lotniska w Pyrzowicach. Wojewódzki Konserwator Przyrody zdecydował, że najcenniejsze płaty roślinności powinny zostać translokowane i zagospodarowane zgodnie z zasadami ochrony *inter situ*. W 2013 r. 1,3 ha łąk trzęślicowych (reprezentujących związek *Molinietum medioeuropaeum*, kod Natura 2000 6410), 0,2 ha torfowisk niskich (związek *Caricion davallianae*, kod 7230) i 0,2 ha suchych wrzosowisk (związek *Calluno-Ulicetalia*, kod 4030) zostało przeniesionych z terenu lotniska do sztucznych zbiorników w nowo utworzonym ogrodzie siedliskowym, Śląskim Ogrodzie Botanicznym w Radzionkowie, oddalonym o 15 km.



Fig. 1. Przenoszenie bloków murawy z terenu budowy (publikacja 1.I).

Śląski Ogród Botaniczny w Radzionkowie powstał w wyniku rewitalizacji opuszczonego terenu przemysłowego, obszaru po wydobycia rud metali i wapienia, i przyjął formę półnaturalnego parku z centrum edukacji przyrodniczej. Część ogrodu z przeniesionymi siedliskami znajdowała się na wschód od dawnego głównego kamieniołomu, w miejscu o niejasnej historii; wierzchnia warstwa gleby była zerwana i rosły tam rośliny ruderalne. Translokacja siedlisk polegała na pocięciu darni na bloki, przetransportowaniu ich ciężarówkami do ogrodu siedliskowego i ułożeniu w dziewięciu sztucznych basenach. Zbiorniki miały głębokość około 1 m i były wyłożone folią budowlaną o grubości 1 mm w celu utrzymania wysokiego poziomu wody. Dna zbiorników zostały wypełnione wapieniem pokrytym tłucznem drenażowym i piaskiem, co miało imitować skałę macierzystą. Nasz monitoring prowadzony był na trzech największych łąkach, które zostały przeniesione do trzech zbiorników receptorowych o numerach 4 (powierzchnia 2 379 m<sup>2</sup>), 5 (powierzchnia 3 227 m<sup>2</sup>) i 2 (powierzchnia 4 628 m<sup>2</sup>).

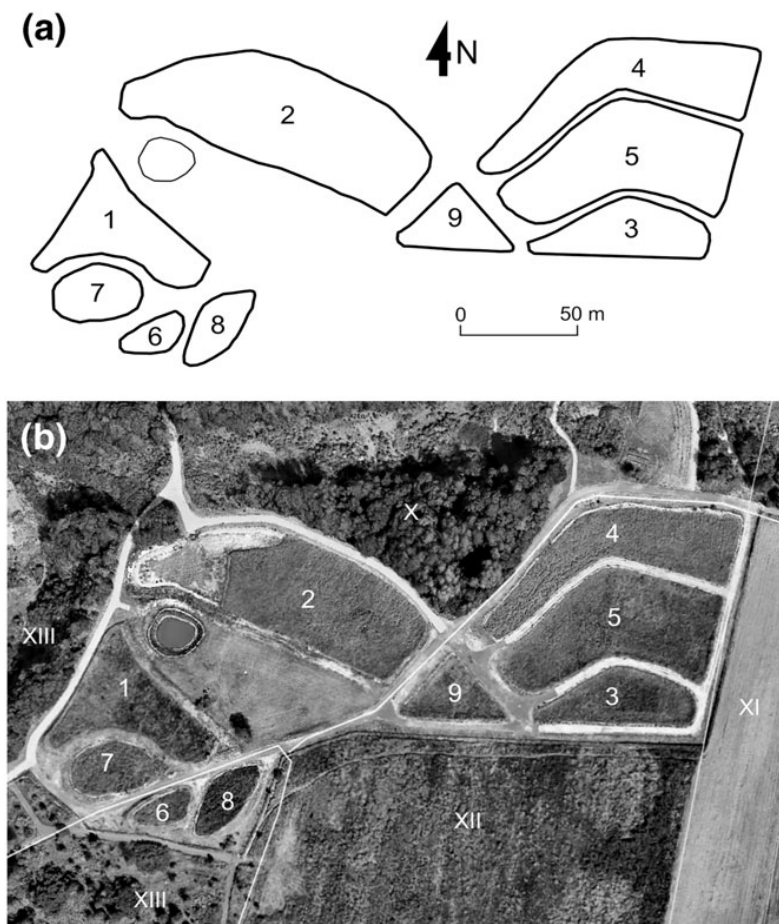


Fig. 2. Przeniesione płyty roślinności w ogrodzie siedliskowym (publikacja 1.I).

Oszacowaliśmy skład gatunkowy roślin wraz z 27 właściwościami fizykochemicznymi gleby (całkowity, organiczny i nieorganiczny C; całkowita zawartość Ca, Fe, K, Mg, N, Na, P i S; stosunki C:N, C:P i C:S; wymienny Ca, K, Mg, Olsen P,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NH}_4^+$ ; materia organiczna; skład granulometryczny; wilgotność; zdolność zatrzymywania wody (WHC-Water Holding Capacity) oraz pH przed i po translokacji. Parametry gleby wskazywały na silne zaburzenia związane z aeracją i osuszaniem gleby: zawartość jonów amonowych w glebie spadła o połowę, a jonów azotanowych wzrosła 3-krotnie w drugim roku od translokacji. Również inne trendy zostały zaobserwowane. Zbiorowiska roślinne utrzymały wysoki poziom różnorodności, a dominacja charakterystycznych gatunków łąkowych została zachowana. Zaobserwowaliśmy jednak wypieranie niektórych roślin łąkowych przez inne gatunki i wzrost liczby chwastów.

Na podstawie naszych obserwacji proponujemy następujące zalecenia dotyczące przyszłych translokacji:

1. Najlepiej byłoby, gdyby miejsce docelowe reprezentowało ten sam typ niszy biogeograficznej, co miejsce oryginalne. Jeśli nie jest to możliwe, przeniesione ekosystemy będą wymagały dodatkowej konserwacji. Miejsce docelowe powinno być zaaranżowane w sposób odpowiedni dla przeniesionego siedliska. Zbiorniki retencyjne powinny być starannie przygo-

towane, szczególnie pod względem wodoszczelności. Folia budowlana (HDPE) użyta do wyłożenia niecek może być zbyt delikatna i podatna na dziurawienie i przecieki.

2. Szczeliny między blokami powinny być jak najmniejsze, a wszelkie przestrzenie powinny być wypełnione luźną ziemią z miejsca oryginalnego.

3. Aby wspomóc rozprzestrzenianie pożądanych gatunków łąkowych, niepożądane gatunki (np. chwasty ruderalne) powinny być usuwane z przerw między blokami darni w ciągu pierwszych kilku lat po translokacji. Wycinanie niepożądanych roślin przed osiągnięciem dojrzałości nasion w celu osłabienia ich populacji jest opcjonalne.

Spadek wilgotności i puste fragmenty powierzchni gleby, na które mogą wkraczać niepożądane gatunki, stanowią poważny problem. Pielęgnacja bezpośrednio po translokacji ma zatem kluczowe znaczenie dla utrzymania dominującej struktury chronionych zbiorowisk. Zgodnie z moją wiedzą, jest to pierwsza publikacja, która brała pod uwagę tak dużą ilość parametrów gleby w monitoringu wielkoskalowej translokacji siedlisk, przy równoczesnej analizie roślinności.

Mój udział w tej publikacji był następujący: wraz z M.N i Sz.Z. opracowanie planu badań oraz zbiór prób, wraz z J.R i M.N analizy statystyczne, opracowanie tekstu z pomocą M.N w zakresie botaniki.

\*\*\*\*\*

**1.II.** Zubek Sz, **Chmolewska D**, Jamrozek D, Ciechanowska A, Nobis M, Błaszowski J, Rożek K, Rutkowska J. 2019. Minor changes in fungal root colonization, arbuscular mycorrhizal fungi diversity and soil microbial parameters following translocation of wet meadows indicate the success of ecosystem transfer. *Journal of Environmental Management* 246: 538–546. DOI: 10.1016/j.jenvman.2019.04.044

W naszym drugim artykule skupiliśmy się na symbiontach roślin, arbuskularnych grzybach mikoryzowych (AMF) oraz na aktywności mikroorganizmów glebowych. Grzyby AMF kolonizują korzenie około 80% gatunków roślin lądowych i wiadomym jest, że zwiększają one pozyskiwanie składników odżywczych, wzrost i witalność swoich gospodarzy. Mają one również kluczowe znaczenie dla wytrzymałości roślin na patogeny i suszę (Smith i Read 2008). Grzyby AMF tworzą rozległe sieci zewnątrzkomórkowych grzybni o nieokreślonej długości, które rozprzestrzeniają się z korzeni żywiciela do otaczającej gleby i tworzą podziemne połączenia między roślinami należącymi do tego samego lub różnych taksonów (Pepe i in. 2018). Zatem czy zakłócenia mechaniczne, cięcie darni w celu transportu, może stanowić zagrożenie dla tych połączeń roślinno-grzybowych? Przebieg tych badań był podobny jak w publikacji 1.I, z trzema największymi płatami roślinności wilgotnych łąk badanymi przed i przez dwa lata po translokacji. Prof. Szymon Zubek wraz z doktorantami badał bogactwo gatunkowe i skład AMF w glebie oraz kolonizację korzeni *Molinia caerulea*, gatunku diagnostycznego dla łąk wilgotnych, ja natomiast zmierzyłam wskaźniki ogólnej aktywności drobnoustrojów i ich biomasy w glebie: respirację podstawową i indukowaną oraz obliczyłam powiązane wskaźniki, takie jak qCO<sub>2</sub>. Zaobserwowaliśmy, że w przypadku roślin utrzymują-

cych się na przeniesionych łąkach, kolonizacja i zróżnicowanie AMF pozostały niezmienione. Również respiracja nie zmieniła się po translokacji. Łącznie wskazuje to, że ogólna biomasa i aktywność drobnoustrojów oraz mikoryzacja korzeni są na odpowiednim poziomie w przeniesionej darni, a głęboka translokacja darni jest skutecznym i odpowiednim środkiem ochrony siedlisk, przynajmniej w przypadku zachowania mikoryzacji roślin. Badanie to było ważne, ponieważ ta obligatoryjna symbioza jest szczególnie istotna na użytkach zielonych (np. Chmolewska i in. 2017-publikacja 2.I) i według mojej wiedzy było to pierwsze badanie monitorujące stan mikoryzacji korzeni roślin po translokacji łąki.

Mój udział w tej publikacji był następujący: wraz z M.N i Sz. Z. opracowanie planu badań oraz zbiór prób, pomiary respiracji gleby, pomoc przy opracowaniu tekstu.

\*\*\*\*\*

**1.III. Chmolewska D, Chroňáková A, Bahram M, Zubek S, Tedersoo L. 2023. Shifts in soil prokaryotic and microeukaryotic communities following a translocation of wet meadows to derelict land. *Land Degradation and Development*, 34 (3): 885-898. <https://doi.org/10.1002/ldr.4503>**

Niniejsza publikacja powstała dzięki mojej międzynarodowej współpracy i decyzji o rozszerzeniu monitoringu translokowanych łąk na strukturę zbiorowisk mikroorganizmów glebowych. Ze względu na zaobserwowane silne zmiany w stosunku amonu do azotanów w przeniesionych glebach (publikacja 1.I), postanowiłam zbadać bakterie utleniające jony amonowe (AOB) i archeonty (AOA). AOB i AOA przeprowadzają utlenianie jonów amonowych do azotanów, co jest pierwszym etapem nityfikacji (konwersji jonów amonowych do azotanów). Ilość genu kodującego podjednostkę  $\alpha$  monoooksygenazy amoniaku (*amoA*) w AOA i AOB została oszacowana przy użyciu qPCR we współpracy z dr Alicą Chroňáková z Czeskiej Akademii Nauk, która specjalizuje się w qPCR, a także w przemianach azotu w glebie. Przeprowadziłam te analizy w jej laboratorium i uzyskałyśmy bardzo interesujące wyniki. AOA dominowały w oryginalnej glebie, gdzie ich liczba kopii genów 8-krotnie przewyższała ich bakteryjne odpowiedniki przed translokacją. Po translokacji liczba kopii bakteryjnego genu *amoA* wzrosła 7-krotnie w ciągu dwóch lat, podczas gdy odpowiednik u archeontów był względnie stabilny, tak że po translokacji było tylko dwa razy więcej AOA niż AOB. Była to ważna obserwacja, ponieważ stosunek AOA do AOB informuje o stanie siedlisk podmokłych: wysoki stosunek jest charakterystyczny dla mokradeł (Sims i in., 2012), podczas gdy malejący stosunek sugeruje ich degenerację. Ponieważ stosunek AOA/AOB zmniejszył się czterokrotnie w przeniesionej murawie, potwierdza to przypuszczalną utratę wilgoci w nowym miejscu.

Zaplanowałam dodatkowo porównanie podobieństwa struktury zespołów mikroorganizmów przed i po przeniesieniu siedliska. Bardzo pomogło mi w tych planach spotkanie na międzynarodowej konferencji dr Leho Tedersoo (obecnie profesora) z Uniwersytetu w Tartu w Estonii, który specjalizuje się w filogenezie mikroeukariontów, w szczególności grzybów i opracowuje nowe protokoły ich sekwencjonowania. Zgodził się, abym przyjechała do jego laboratorium z moimi ekstraktami DNA z gleby w celu

przygotowania biblioteki amplikonów w kierunku oznaczeń mikroorganizmów i mezofauny poprzez sekwencjonowanie nowej generacji (Illumina). Jego protokół opierał się na mieszanii kilku par starterów specyficznych dla kilku grup eukariotycznych (Tedersoo i in. 2016). Grupy fauny i mikroflory uwzględnione w jego protokole to: *Fungi*, *Chlorophyta*, *Alveolata*, *Rhizaria*, *Stramenopila* oraz mezofauna, taka jak *Nematoda*, *Annelida* i *Collembola*. Udało mi się uzyskać krótkoterminowe stypendium EMBO (European Molecular Biology Organisation) na ten cel. Uzyskanie wyników sekwencjonowania otworzyło nowy okres w mojej karierze naukowej - czułam się jakbym po raz drugi przygotowywała doktorat. Ilość potrzebnej wiedzy była ogromna: począwszy od bioinformatyki, poprzez statystykę w R. Ilość danych uzyskanych z sekwencjonowania jest ogromna, w tym przypadku kilka tysięcy OTU (OTU - Operational Taxonomic Unit, odpowiednik gatunku) tylko z macierzy eukariotycznej, a miałam jeszcze macierz prokariotyczną. Musiałam nauczyć się i przejść na analizy statystyczne w R, ponieważ żaden z tradycyjnych programów statystycznych nie poradziłby sobie z taką ilością wyników. Z pomocą Mohammada Bahrama, bioinformatyka pracującego w zespole prof. Leho Tedersoo, opracowaliśmy dane, co pozwoliło mi na wyciągnięcie odpowiednich wniosków. Podsumowałam procesy zachodzące w przeniesionej murawie na diagramie schematycznym:

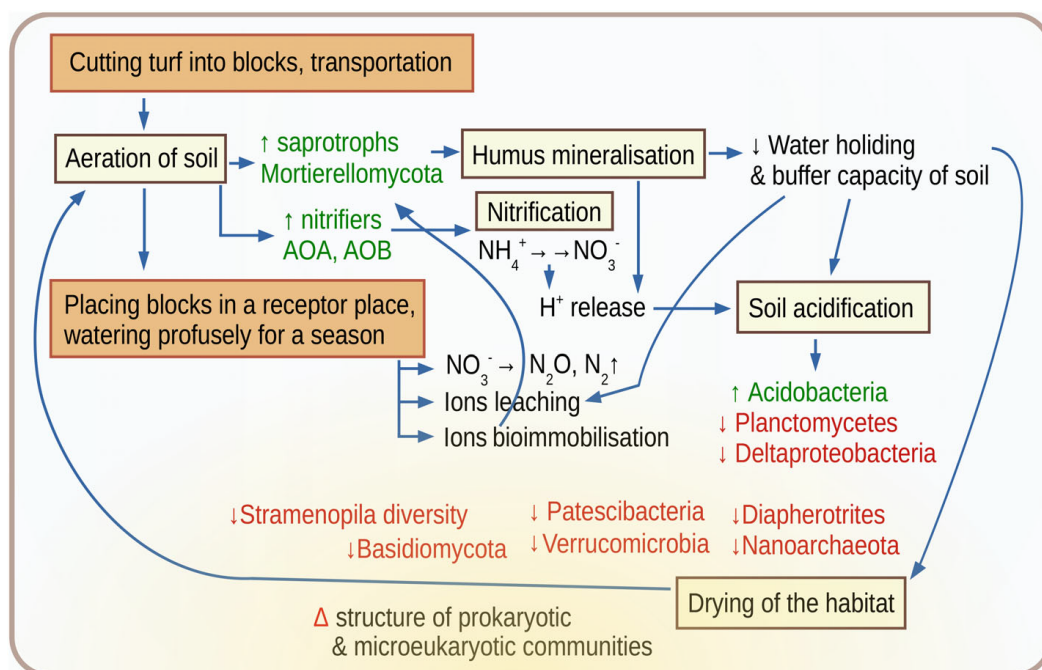


Fig. 3. Diagram pokazujący procesy zachodzące w glebie po translokacji (publikacja 1.III). Sekwencje mezofauny nie były brane do analiz, ze względu na ich zbyt małą ilość i reprezentatywność.

Pozytywnym wynikiem było stwierdzenie, że translokacja bloków murawy zachowała w głównej mierze różnorodność mierzoną wskaźnikami różnorodności Shannona. Złe wiadomości były takie, że względny udział grzybów saprofitycznych wzrósł, sugerując

rozkład próchnicy i degradację gleby. Zaobserwowano dodatkowe modyfikacje w strukturze drobnoustrojów prokariotycznych i mikroeukariotycznych. Praca ta jest nowatorska ze względu na wcześniejszy brak badań wpływu translokacji ekosystemu na stabilność zespołów mikroorganizmów glebowych oraz wykorzystanie nowoczesnej metodyki w tym celu. Publikacje, które znalazłam, dotyczą jedynie zmian zachodzących przy tzw. transplantacji, czyli przenoszeniu pojedynczych profili glebowych wielkości do kilkudziesięciu centymetrów zazwyczaj do siedlisk w innym środowisku, często na dystansie interkontynentalnym (np. Balser & Firestone 2005, Heděnc i in. 2019, Kageyama i in. 2013, Liang i in. 2020, Liu i in. 2015, Zheng i in. 2014).

Mój udział w tej publikacji był następujący: wraz z M.N i Sz.Z. opracowanie planu badań oraz zbiór prób gleby, inicjator i koordynator badań molekularnych, pozyskanie środków finansowych, przygotowanie biblioteki amplikonów, analizy statystyczne, opracowanie manuskryptu ze współudziałem pozostałych autorów.

\*\*\*\*\*

**1.IV. Chmolewska D**, Nobis M, Rożej-Pabijan E, Grześ IM, Radzikowski P, Okrutniak M, Celary W, Sternalski J, Shrubovych J, Wasak-Sęk K. 2023. Matching the puzzle piece to a new jigsaw: The effect of surrounding environments on plants and invertebrates in the translocated wet meadow. *Science of the Total Environment* 904:166637. doi: 10.1016/j.scitotenv.2023.166637

Podczas prac nad poprzednimi manuskryptami dotyczącymi translokacji łąk, szczególnie w przypadku pierwszej pracy, pojawiło się pytanie o wpływ otaczających siedlisk w obrębie obszaru recepcyjnego na translokowane łąki. Nie do końca było wiadomo, czy pracownicy transportujący bloki darniowe dodawali trochę gleby z obszaru receptorowego do szczelin między blokami. Ponadto po translokacji zaobserwowano rosnący trend liczby niepożądanych gatunków roślin (publikacja 1.I) i nie było do końca jasne, czy gatunki te pochodzą z banku nasion w glebie, czy też przybyły z otaczającego obszaru. Aby zbadać kwestię napływu gatunków z otoczenia na translokowane łąki, obszar miejsca receptorowego, translokowane łąki i łąki pozostające w pobliżu miejsca oryginalnego (jako odniesienie) porównano cztery lata po translokacji. Zbadano skład roślin i biomasę korzeni, a także skład gatunkowy następujących grup bezkręgowców: pierwogonki, skoczogonki, mrówki, pasikoniki i zapylacze (dzikie pszczoły i motyle). Zwierzęta te reprezentują gradient mobilności i zajmują różne pozycje w sieciach troficznych i funkcjach ekologicznych. Skoczogonki i pierwogonki są małymi przedstawicielami mezofauny glebowej. Skoczogonki występują licznie w każdej glebie i żywią się głównie mikroorganizmami i detrytusem, przyczyniając się do rozkładu materii organicznej. Niektóre skoczogonki są dobrymi skoczkami, biorąc pod uwagę ich niewielki rozmiar (0,12-2 mm) - są w stanie skoczyć na kilka centymetrów, podczas gdy inne są powolnymi „drążycielami gleby” (spulchniaczami). Mrówki, owady społeczne żyjące w gniazdach, są przedstawicielami makrofauny. Wchodzą one w interakcje z wieloma innymi organizmami, często sym-

biotycznie, i odgrywają ważną rolę w funkcjonowaniu gleby. Mrówki są najczęściej wszystkożerne. Pasikoniki występujące licznie, są głównie roślinożerne i mogą spożywać lub wycinać dużą część roślinności na użytkach zielonych (Belovsky i Slade 2018). Dorosłe pszczoły i motyle żywią się głównie nektarem kwiatów. Przenosząc przy okazji pyłek między roślinami, zapylają wiele gatunków roślin. Warto podkreślić ich znaczenie: zapylenie przez zwierzęta, głównie przez pszczoły i motyle w klimacie umiarkowanym, pozostaje kluczowym procesem dla rozmnażania większości roślin wyższych (Menz i in. 2010).

Badania zwierząt charakteryzujących się różną mobilnością i zajmujących różne nisze pozwoliły na wyciągnięcie ogólnych wniosków ekologicznych. Na pierwszym planie zdolność do przemieszczenia się bezkręgowców wpływała na zbieżność siedlisk translokowanych z referencyjnymi. Zespoły zwierząt mobilnych, takich jak motyle, wydawały się bardziej dynamiczne. Jednakże, podczas gdy ruchliwość zwierząt wydaje się być najważniejszą cechą (kształtującą skład gatunkowy i liczebność), warunki środowiskowe i wypełnienie niszy były również ważnymi ograniczeniami powstrzymującymi imigrantów z zewnątrz. Zaobserwowano wysoki stopień zachowania składu gatunkowego i struktury umiarkowanie mobilnych pasikoników. Znaleziony został tylko jeden osobnik gatunku *Chorthippus biguttulus* obserwowanego na zewnętrznym obszarze receptorowym, bez innych inwazji z pobliskich stanowisk kserotermicznych. Z drugiej strony, w przypadku mniej mobilnych skoczogonków, zaobserwowaliśmy obecność gatunku z zewnątrz, *Sphaeridia pumilis*, który utrzymywał pewną liczbę osobników na translokowanych łąkach. Generaliści pokarmowi (np. mrówki) wydają się być bardziej odporni na translokację, chociaż w ich obrębie wrażliwość gatunków różni się ze względu też na inne cechy. Większa różnorodność beta charakteryzowała rośliny i związane z nimi ekologicznie dzikie pszczoły i motyle, szczególnie w odniesieniu do składu zbiorowisk. Gatunki o niskiej specyficzności pokarmowej (mrówki i skoczogonki), a jednocześnie o mniejszej mobilności (w porównaniu do zapylaczy), miały w większości mniejszą różnorodność beta swoich zespołów. Rotacja gatunków („species turnover”) była głównie odpowiedzialna za obserwowane różnice w składzie zespołów, a nie za zagnieżdżenie („nestedness”) sensu Balsega i in. 2012. Wskazywało to raczej na wymianę gatunków w nowym, receptorowym miejscu niż na utratę bioróżnorodności. Biorąc pod uwagę liczebność badanych bezkręgowców, na powierzchniach translokowanych zaobserwowano niższą liczbę skoczogonków i wyższą liczbę pasikoników niż na powierzchniach referencyjnych. Zmiany środowiskowe, które zdawały się mieć największy wpływ, to niewielkie wysuszenie siedliska i zwiększone zagęszczenie gleby wpływające na bezkręgowce glebowe.

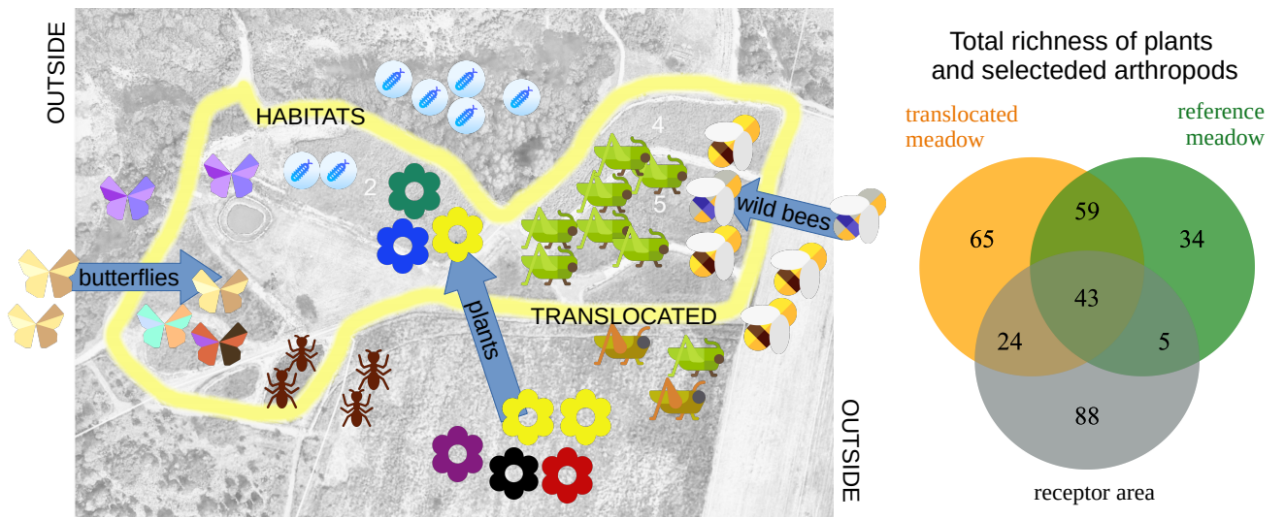


Fig. 4. Streszczenie graficzne (publikacja 1.IV)

Podsumowując – ta praca to szeroko zakrojone badanie, które może być cenne dla praktyków zajmujących się ochroną i odtwarzaniem siedlisk, a także dla naukowców omawiających teorie ekologiczne dotyczące fragmentacji siedlisk, wysp ekologicznych lub migracji gatunków. Dla taksonomów bezkręgowców badanie to dostarcza informacji zwrotnych na temat ekologii gatunków, w szczególności ich obecności w poszczególnych typach siedlisk oraz tego, które gatunki mogą być bardziej wrażliwe. Praca ta jest szczególnie ważna, ponieważ jednocześnie badano rośliny i kilka grup bezkręgowców, stawiając szerokie, ekologiczne hipotezy. Praca z tymi danymi była bardzo inspirująca.

Mój udział w tej publikacji był następujący: inicjator i koordynator, opracowanie planu badań, zbiór prób na oznaczenie mezofauny glebowej, oznaczenie biomasy korzeni, analizy statystyczne, opracowanie manuskryptu ze współudziałem pozostałych autorów.

\*\*\*\*\*

#### Uwagi końcowe

Przeniesienie części ekosystemu do innego, ekologicznie odmiennego miejsca jest jak utworzenie w nim wyspy. Jednak takie wyspiarskie siedlisko nie jest tak odizolowane, jak w przypadku prawdziwych wysp lub tak zwanych wysp ekologicznych, ponieważ nie ma barier geograficznych. Jedynymi barierami, które mogą się pojawić, to te wynikające z preferencji życiowych i ograniczeń gatunków. W związku z tym różnice między przeniesionymi łąkami a obszarem receptorowym muszą w pewnym stopniu zaniknąć. Pierwsze oznaki były związane z wilgotnością siedliska, która następnie implikowała właściwości red-oks gleby. Mikroorganizmy glebowe reagowały na zmiany, niektóre z nich korzystały z nowych warunków jak bakterie nityfikacyjne czy saprofityczne grzyby. Ogólnie biorąc, w przypadku większości badanych organizmów: roślin, drobnoustrojów i wybranych bezkręgowców

różnorodność została zachowana, a zachodzące zmiany dotyczyły struktury zbiorowisk i zespołów. W przypadku dzikich pszczół, motyli i skoczogonków nastąpiła częściowa wymiana gatunków wrażliwych na gatunki kosmopolityczne i ruderalne, w przypadku roślin nawet na gatunki ekspansywne i inwazyjne.

Przeniesienie siedliska na opuszczony teren wiązało się z oznakami pogorszenia jego stanu ekologicznego i dlatego siedliska przyrodnicze powinny być zachowane tam, gdzie są, jeśli to tylko możliwe. Jednak w przypadku ich nieuchronnego zniszczenia, przeniesienie jest lepsze niż dewastacja tych siedlisk. Natomiast zrewitalizowane obszary mogą być cennymi miejscami dla lokalnych zapylaczy, a także innych dzikich zwierząt, pod warunkiem zachowania ich różnorodności biologicznej. Ochrona zapylaczy, które są zagrożone na całym świecie, powinna być przedmiotem szczególnej troski w celu zapewnienia bezpieczeństwa upraw i zachowania różnorodności roślin.

**Osiągnięcie 2, Tytuł: Czy zbiorowiska mikroorganizmów glebowych są specyficzne dla typu ekosystemu? Porównanie dwóch typów ekosystemów różniących się różnorodnością roślin i historycznym użytkowaniem gruntów: odłogów i łąk.**

2.I. Chmolewska D, Elhottová D, Krišťůfek V, Kozak M, Kapustka F, Zubek Sz. 2017. Functioning grouped soil microbial communities according to ecosystem type, based on comparison of fallows and meadows in the same region. *Science of the Total Environment* 599–600: 981–991. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2017.04.220.

IF<sub>2017</sub> = 4.61, MNiSW<sub>2013-16</sub> = 40, IF<sub>2022-23</sub> = 9.8, MNiSW<sub>2023</sub> = 200.

Praca jest wyjątkowa w swojej dziedzinie, ponieważ wykorzystano w niej szeroki zasób metod badania biomasy i/lub liczebności drobnoustrojów glebowych jak i struktury ich zespołów, obejmujących bakterie, glony, grzyby, w tym arbuskularne grzyby mikoryzowe (AMF) i protisty. Oprócz tego mierzyłam procesy, w których pośredniczą mikroorganizmy glebowe, związane z cyklem węgla i azotu, co łącznie czyni to badanie bogatą i kompleksową próbą odpowiedzi na pytanie, czy zespoły mikroorganizmów są specyficzne dla danego typu ekosystemu. Zaobserwowałam, że zbiorowiska drobnoustrojów na odłogach i łąkach wykazywały charakterystyczne cechy funkcjonalne. Gleby łąkowe wykazywały wyższe podstawowe tempo oddychania, podczas gdy rozkład celulozy i mineralizacja azotu były szybsze na odłogach. Różnice we właściwościach gleby między łąkami i odłogami, wynikające najprawdopodobniej z wcześniejszego nawożenia, wpłynęły na zespoły drobnoustrojów glebowych. Opuszczone pola uprawne charakteryzowały się stosunkowo dobrym zaopatrzeniem w biogeny, ale mniejszą różnorodnością gatunkową roślin. Właściwości gleby wpływały na symbiozę między roślinami a AMF: częstotliwość kolonizacji korzeni przez AMF była większa na łąkach niż na odłogach. Podsumowując, zespoły mikroorganizmów glebowych dostosowały się do lokalnych i/lub chwilowych

warunków środowiskowych i utworzyły funkcjonalnie specyficzne ekotypy. Poza tym, praca ta wskazuje na znaczenie zachowania łąk jako rezerwuarów różnorodności roślin.

Mój udział w tej publikacji był następujący: inicjator i koordynator, zbiór prób, analizy statystyczne, opracowanie manuskryptu.

#### Literatura

- Anderson, P., 2003. Habitat translocation: a best practice guide. CIRIA - Construction Industry and Research Association, London.
- Baselga, A., Orme, C.D.L., 2012. betapart: an R package for the study of beta diversity: Betapart package. *Methods Ecol. Evol.* 3, 808–812
- Balser, T. C., & Firestone, M. K., 2005. Linking microbial community composition and soil processes in a California annual grassland and mixed-conifer forest. *Biogeochemistry*, 73(2), 395–415.
- Belovsky, G.E., Slade, J.B., 2018. Grasshoppers affect grassland ecosystem functioning: spatial and temporal variation. *Basic Appl. Ecol.* 26, 24–34.
- Wolfe, B.E., Klironomos, J.N., 2005. Breaking New Ground: Soil Communities and Exotic Plant Invasion, *BioScience*, 55, 6, 477–487.
- Box, J., 2003. Critical factors and evaluation criteria for habitat translocation. *J. Environ. Plan. Manag.* 46, 839–856.
- Bruelheide, H., & Flintrop, T. 2000. Evaluating the transplantation of a meadow in the Harz Mountains, Germany. *Biological Conservation*, 92, 109–120.
- Bullock, J.M., 1998. Community translocation in Britain: Setting objectives and measuring consequences. *Biological Conservation* 84, 199–214.
- Council Directive 92/43/EEC of 21 May on the conservation of natural habitats and of wild flora and fauna. art. 6 Dyrektywy Siedliskowej, Dyrektywa Rady 92/43/EEC
- Heděnc, P., Jílková, V., Lin, Q., Cajthaml, T., Filipová, A., Baldrian, P., Větrovský, T., et al. 2019. Microbial communities in local and transplanted soils along a latitudinal gradient. *Catena*, 173, 456–464.
- Hietalahti, M., Cadisch, G., Buckley, G. P. 2005. The effect of woodland soil translocation on carbon and nitrogen mineralisation processes. *Plant and Soil*, 271, 91–107.
- Kageyama, S.A., Posavatz, N.R., Jones, S.S., Waterstripe, K.E., Bottomley, P.J., Cromack, K., Jr., Myrold, D.D. 2013. Effects of disturbance scale on soil microbial communities in the Western Cascades of Oregon. *Plant and Soil*, 372, 459–471.
- Kącki, Z. 2007. Comprehensive syntaxonomy of *Molinion* meadows in southwestern Poland. *Acta Bot. Sil. Monographiae*, 2, 1-134.

- Kącki, Z., Załuski, T. 2004. Zmienne-wilgotne łąki trzęślicowe (*Molinion*). In: Murawy, łąki, ziołorośla, wrzosowiska, zarośla. Poradniki ochrony siedlisk i gatunków Natura 2000, Herbich, J (Ed.). Ministry of the Environment, Warsaw, pp. 159–170.
- Liang, Y., Xiao, X., Nuccio, E. E., Yuan, M., Zhang, N., Xue, K., Cohan, F. M., Zhou, J., & Sun, B. (2020). Differentiation strategies of soil rare and abundant microbial taxa in response to changing climatic regimes. *Environmental Microbiology*, 22, 1327–1340.
- Liu, S., Wang, F., Xue, K., Sun, B., Zhang, Y., He, Z., Van Nostrand, J. D., Zhou, J., & Yang, Y. (2015). Effects of northward soil transplant and cropping. *Environmental Microbiology*, 17, 566–576.
- Menz, M.H.M., Phillips, R.D., Winfree, R., et al., 2010. Reconnecting plants and pollinators: challenges in the restoration of pollination mutualisms. *Trends Plant Sci.* 16 (1), 4–12.
- Moroń, D., Szentgyörgyi, H., Wantuch, M., et al., 2008. Diversity of wild bees in wet meadows: implications for conservation. *Wetlands* 28 (4), 975–983.
- Nature Editorial. (2009). Beyond the pristine. *Nature*, 460, 435–436.
- Nowak, T., Wegrzynek, B., Tokarska-Guzik, B. 2015. Assets and threats to molinia meadows (*molinion caeruleae* alliance) on chosen natura 2000 areas in the eastern part of the Silesian Upland. *Acta Scientiarum Polonorum. Agricultura*, 14(4).
- Nowak, A., Maślak, M., Śmieja, A., Gora, J., Kojs, P., Nowak, S., Nobis, M., 2019. Translocation of meadow, heath and fen to the habitat garden: the first insights after 4 years of the experiment. *Appl. Veg. Sci.* 22, 3–12.
- Parusel, J., Urbisz, A. 2012. Czerwona lista roślin naczyniowych województwa Śląskiego [The red list of vascular plants of Silesian Voivodship]. In : Raporty i Opinie 6, Parusel J.B. (Ed.) Centrum Dziedzictwa Przyrody Górnego Śląska, pp.105–177.
- Pepe A, Giovannetti M, Sbrana C. 2018. Lifespan and functionality of mycorrhizal fungal mycelium are uncoupled from host plant lifespan. *Scientific Reports* 8:10235.
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 9 października 2014 r. w sprawie ochrony gatunkowej roślin. Dz. U. z 2014 r., poz. 1409.
- Seddon, P.J., 2010. From reintroduction to assisted colonization: moving along the conservation translocation spectrum. *Restor. Ecol.* 18, 796–802.
- Skórka, P., Settele, J., Woyciechowski, M., 2007. Effects of management cessation on grassland butterflies in southern Poland. *Agric. Ecosyst. Environ.* 121, 319–324.
- Sims, A., Horton, J., Gajaraj, S., McIntosh, S., Miles, R.J., Mueller, R., Reed, R., Hu, Z., 2012. Temporal and spatial distributions of ammonia-oxidizing archaea and bacteria and their ratio as an indicator of oligotrophic conditions in natural wetlands. *Water Research* 46, 13:4121–4129.
- Smith, S.E., Read, D.J., 2008. *Mycorrhizal Symbiosis*, third ed. Academic Press, London, UK.

- Standen, V., & Owen, M. J. (1999). An evaluation of the use of translocated blanket bog vegetation for heathland restoration. *Applied Vegetation Science*, 2, 181–188.
- Sporek, M., Rombel-Bryzek, A., 2005. Wetland restoration enhances the development of protected species (*Iris siberica* L.) – a case study. *Pol. J. Ecol.* 53, 591–595.
- Tedersoo, L., Bahram, M., Cajthaml, T., et al., 2016. Tree diversity and species identity effects on soil fungi, protists and animals are context dependent. *ISME J* 10:346–362.
- Trueman, I., Mitchell, D., Besenyei, L. 2007. The effects of turf translocation and other environmental variables on the vegetation of a large species-rich mesotrophic grassland. *Ecological Engineering* 31, 79–91.
- Van Swaay, Ch., 2002. The importance of calcareous grasslands for butterflies in Europe. *Biol. Conserv.* 104, 315–318.
- Worthington, T.R., Helliwell, D.R. 1987. Transference of semi-natural grassland and marshland onto newly created landfill. *Biological Conservation* 41, 301-311.
- Zheng, Y., Yang, W., Hu, H. W., Kim, Y. C., Duan, J. C., Luo, C. Y., Wang, S. P., & Guo, L. D. (2014). Ammonia oxidizers and denitrifiers in response to reciprocal elevation translocation in an alpine meadow on the Tibetan Plateau. *Journal of Soils and Sediments*, 14, 1189–1199.

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

Stopnie naukowe zdobywałam w różnych instytucjach naukowych. Studia inżynierskie i magisterskie ukończyłam na Uniwersytecie Przyrodniczym we Wrocławiu (dawniej Akademia Rolnicza we Wrocławiu) na Wydziale Nauk o Żywności. Doktorat obroniłam na Uniwersytecie Jagiellońskim w Krakowie, na Wydziale Biologicznym (dawniej Wydziale Biologii i Nauk o Ziemi). Obecnie staram się o przeprowadzenie postępowania habilitacyjnego w Instytucie Systematyki i Ewolucji Zwierząt Polskiej Akademii Nauk.

Nawiązując do początków mojej ścieżki naukowej, miejscem realizacji mojej pracy magisterskiej w ramach studiów na kierunku Biotechnologia była, z wyboru, Katedra Chemii. Realizowałam temat pracy w zakresie biotransformacji, tj. przeprowadzania reakcji chemicznych z wykorzystaniem mikroorganizmów jako biokatalizatorów. Testowanymi przeze mnie mikroorganizmami były mikroskopijne grzyby, fitopatogeny, zaś katalizowana reakcja chemiczna dotyczyła redukcji ketonu (acetylonaftalenu) do alkoholu (naftylo-

etanolu). Ponieważ alfa- i beta-naftylo-etanol może być wykorzystywany w przemyśle farmaceutycznym, zaś przeprowadzana reakcja zachodziła z dużą wydajnością, moja praca magisterska została wykorzystana do uzyskania dwóch polskich patentów, których jestem współautorem (patrz załącznik pt. Wykaz osiągnięć naukowych albo artystycznych..., punkt 2. Wykaz osiągnięć projektowych, konstrukcyjnych, technologicznych).

Ze względu na swoje zainteresowania tematyką środowiska naturalnego oraz ekologii mikroorganizmów, na studia doktorskie wybrałam Instytut Nauk o Środowisku Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie. W Zakładzie Ekotoksykologii zajęłam się badaniem środowiska glebowego i wpływu pestycydów na zespoły mikroorganizmów glebowych. Postawionym przez mnie celem było empiryczne testowanie hipotez dotyczących teorii oporności i elastyczności zespołów. Ze względu na równoczesne zainteresowanie biogeografią mikroorganizmów, moja tematyka rozwinęła się w kierunku porównania zespołów mikroorganizmów w glebie w różnych typach ekosystemów w aspekcie chemicznych i fizycznych bodźców stresogennych. W trakcie studiów doktorskich miałam możliwość odbyć staże naukowe zagranicą. W trakcie tygodniowego pobytu w Instytucie Biologii i Biochemii Gleby Czeskiej Akademii Nauk w Czeskich Budziejowicach miałam możliwość zapoznać się z pracownikami Instytutu i ich tematyką badawczą. Dzięki nawiązanym kontaktom rok i dwa lata później odbyłam miesięczne staże w trakcie których miałam możliwość zapoznania się z metodą analizy kwasów lipidowych PLFA i NLFA, oraz metodami fluorescencyjnymi wykorzystywanymi w mikrobiologii środowiskowej (mikroskopia fluorescencyjna alg, bakterii barwionych DAPI, CARD-FISH) wykonując je na pobieranych przeze mnie próbach gleby. Te staże umożliwiły mi rozszerzenie metodyki badawczej w mojej pracy doktorskiej oraz opublikowanych wyników (Chmolowska i in. 2017).

Następnie odbyłam półroczny staż badawczy na Uniwersytecie w Bergen w Norwegii dzięki indywidualnemu stypendium z Funduszy Norweskich. Wniosek grantowy na to stypendium dotyczył mikroorganizmów środowisk ekstremalnych ze względu tematykę badawczą profesora Lise Ovreas, która mnie na ten staż przyjęła. Pobyt był świetnie zorganizowany i miałam możliwość zapoznać się z całym spektrum metodyki badawczej, począwszy od różnych metod izolacji DNA, poprzez przygotowanie biblioteki klonalnej i amplikonów, qPCR, mikroskopię fluorescencyjną i elektronową skaningową oraz cytometrię przepływową, a także na współpracę z dr Andersem Lanzén. Pobyt ten zaowocował dwoma publikacjami: współautorską publikacją z badań, w których opracowałam materiał w laboratorium (Lanzén i in. 2013), oraz indywidualną publikacją, w której opisałam wiedzę zdobytą w trakcie tego stażu (Chmolowska 2013). Dodam, że do dziś utrzymuję kontakt

korespondencyjny z Andersem Lanzén, który jest tak uprzejmy, by udzielać mi rad w zakresie bioinformatyki, w której on się specjalizuje. Tuż po powrocie z Norwegii uczestniczyłam w tygodniowym kursie dla doktorantów i post-doców zorganizowanym w Szwecji na temat nowoczesnej metodyki stosowanej do badań pojedynczych komórek mikroorganizmów. Na zakończenie pracy doktorskiej odbyłam miesięczny staż na Uniwersytecie imienia Yuriy Fedkovich'a w Czerniowcach na Ukrainie w ramach stypendium Erasmus Mundus Emerge, gdzie zapoznałam się z funkcjonowaniem instytucji naukowych na Ukrainie, badaniami prowadzonymi w tamtejszej uczelni oraz prowadziłam ćwiczenia dla studentów z mikrobiologii środowiska.

W okresie po doktoracie kontynuowałam współpracę z Czeską Akademią Nauk. W latach 2017-2018 odbyłam dwie krótkie, 5-dniowe wizyty w celu wykonania analiz qPCR. Uzyskane dane wzbogaciły jedną z publikacji składających się na moje dzieło (publikacja 1.III). Dane z sekwencjonowania nowej generacji mikroeukariontów oraz prokariotów opublikowane w tejże publikacji również zostały uzyskane dzięki współpracy zagranicznej: kolejnej, nowo nawiązanej. Na konferencji nawiązałam kontakt z naukowcem o światowej renomie, dr Leho Tedersoo (obecnie profesor), specjalizującym się w badaniach mikroorganizmów metodą sekwencjonowania nowej generacji. Zainteresowała mnie stworzona przez niego metoda oznaczania składu zespołów mikroeukariontów. Od czasów doktoratu interesowało mnie szerokie podejście do badań ekosystemów, uwzględniające różne grupy biologiczne, w tym właśnie protisty glebowe. Prof. Tedersoo zgodził się, abym przygotowała w jego laboratorium do sekwencjonowania materiał pochodzący z translokacji łąk (publikacja 1.III). Umożliwiło mi to uzyskane stypendium Europejskiej Organizacji Biologii Molekularnej (EMBO), które sfinansowało mój miesięczny pobyt na Uniwersytecie w Tartu (Estonia) w 2018 roku. W trakcie stypendium przygotowałam bibliotekę amplikonów z wykorzystaniem nowatorskiej metodyki Prof. Tedersoo i tam też zostało wykonane sekwencjonowanie. W trakcie tego wyjazdu zapoznałam się z podstawami analizy bioinformatycznej, przygotowania macierzy OTU do analiz statystycznych i analiz statystycznych macierzy w R. Współpracę z Leho Tedersoo kontynuuję do dziś dzięki projektowi współpracy bilateralnej pomiędzy Polską i Estońską Akademią Nauk, przyznanego nam na lata 2019-2023. Dzięki niej odbyłam trzy krótkie, 5 dniowe wyjazdy do Tartu w latach 2019, 2020, 2022 w trakcie których konsultowałam wyniki, jak i przygotowałam kolejny materiał do sekwencjonowania.

Na przełomie 2020/2021 odbyłam również roczny staż podoktorski na Uniwersytecie we Wrocławiu, w Zakładzie Ekologii, Biogeochemii i Ochrony Środowiska u dr hab.

Tomasza Szymury, prof. UW r w ramach jego grantu OPUS na temat przestrzennego zróżnicowania roślin naczyniowych w Polsce. Staż ten umożliwił mi rozwój w zakresie analiz statystycznych i analiz przestrzennych związanych z bioróżnorodnością. Zostałam przeszkolona w programie GIS oraz w pozyskiwaniu i obróbce danych z baz zewnętrznych. Nauczyłam się nowoczesnych, zaawansowanych metod statystycznych związanych z uczeniem maszynowym, np. metodą drzew regresyjnych. Znalazło to już odzwierciedlenie poprzez wykorzystanie tych metod w publikacjach współautorskich, w których wykonałam takie analizy (Szymura i in. 2023, Nobis i in. 2022, Perera i in. 2021).

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

W trakcie studiów doktoranckich prowadziłam w Instytucie Nauk o Środowisku ćwiczenia z Mikrobiologii (48 godzin), Podstawowych zastosowań komputerów (12 godzin) oraz Ekotoksykologii (3 godziny), hospitałam i pomagałam przy zajęciach z Ekologii (30 godzin) oraz z Praktyki Badań Naukowych (32 godziny). Pomagałam również w przygotowywaniu prac magisterskich i licencjackich prowadzonych przez prof. dr hab. Marię Niklińską w Zakładzie Ekotoksykologii Instytutu Nauk o Środowisku UJ. Niezależnie od trenowania umiejętności dydaktycznych poprzez prowadzenie zajęć, podnosiłam swoje kwalifikacje doszkalając się - w roku szkolnym 2007/2008 byłam uczestnikiem cyklu warsztatów Ars-Docendi na Uniwersytecie Jagiellońskim mających na celu podniesienie kwalifikacji pedagogicznych kadry.

Ponieważ mój promotor, prof. dr hab. Ryszard Laskowski, był osobą bardzo aktywną w międzynarodowych i krajowych organizacjach związanych z ekotoksykologią, to dzięki niemu miałam możliwość pracować jako student wolontariusz przy dużych konferencjach międzynarodowych Society of Environmental Toxicology and Chemistry (SETAC). Konferencje te liczyły ponad tysiąc uczestników i jedna z nich organizowana była przez nasz Zakład w Pałacu Kultury w Warszawie. Pracowałam również jako członek komitetu organizacyjnego dwóch konferencji krajowych Polskiego Towarzystwa Ekotoksykologicznego organizowanych przez nasz zespół. Łącznie pracowałam przy dwóch konferencjach międzynarodowych SETAC (w Warszawie oraz w Sewilli w Hiszpanii) oraz przy dwóch konferencjach krajowych (w Krakowie). Niezależnie w roku 2005 współtworzyłam i byłam opiekunem naukowym Koła Fotografii Klasycznej UJ,

zrzeszającego grupę zaprzyjaźnionych fotoamatorów. W roku szkolnym 2007/2008 byłam członkiem Zarządu Towarzystwa Doktorantów Uniwersytetu Jagiellońskiego, organizacji zajmującej się sprawami doktorantów na uczelni.

Poza tym przygotowałam wspólnie lub samodzielnie cztery publikacje popularyzujące i opisujące wydarzenia konferencyjne:

**Chmolewska D.**, Klimek B. 2007. 9. Międzynarodowe Sympozjum Genetyki i Ekologii Bakterii „Microbial Community Networks” (Wernigerode, Niemcy 23-27 czerwiec 2007). Wiadomości Ekologiczne, vol. LIII, 4, 211-213,

**Chmolewska D.** 2008. Pluskając w morzu bakterii - Międzynarodowe Sympozjum nt. technologii rybosomalnego RNA, 7 – 9.04.2008 Brema, Niemcy. Wszechświat - pismo przyrodnicze, vol.109, 7-9, p. 225-226,

Binkowski Ł. i **Chmolewska D.** 2009. Spotkanie młodych ekotoksykologów YES-SETAC (Landau, Niemcy, 16 - 18 marca 2009 r.). Wiadomości Ekologiczne vol. LV, 3, 121-124,

Bednarska A., Binkowski Ł., **Chmolewska D.** i Dudzik P. 2009. Doroczna Konferencja Towarzystwa Toksykologii i Chemii Środowiskowej (SETAC) (Goteborg, Szwecja, 31 maja-4 czerwca 2009 r.). Wiadomości Ekologiczne vol. LV, 3, 131-134.

Po zatrudnieniu mnie w ISEZ PAN prowadziłam autorski wykład i warsztaty (3 godziny) dla Studium Doktoranckiego Nauk Przyrodniczych Polskiej Akademii Nauk w Krakowie: „Makroekologia i biogeografia” w marcu 2019 (jeden z pięciu wykładów z ramienia ISEZ PAN) oraz byłam współopiekunem dwóch staży studenckich w Zakładzie Zoologii Bezkręgowców ISEZ PAN w roku 2020 i 2023. W roku 2023 w ramach Nocy Biologów prowadziłam również autorskie warsztaty dla dzieci pt. „Co się dzieje z liśćmi opadającymi z drzew jesienią?” na temat dekompozycji i obiegu materii w środowisku. We wrześniu b.r. składałam wniosek o grant Sonata Bis mający na celu przyjęcie doktoranta i magistranta.

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

Oprócz tematyki mojego dzieła, translokacji łąk, byłam w ostatnich latach zaangażowana również w inne badania. Dla dr Katarzyny Wasak – Sęk z Instytutu Geografii i

Przestrzennego Zagospodarowania PAN wykonałam badania dotyczące przemian azotu w glebie wiatrowałów tatrzańskich. Dane te były przedstawione na konferencji (Załącznik 4 „Wykaz osiągnięć naukowych...”), a publikacja podsumowująca wyniki badań mikrobiologicznych wiatrowałów jest w opracowaniu. We współpracy z dr hab. Agnieszką Nobis, prof. UJ, z Instytutu Botaniki UJ przygotowałam plan badań i opracowałam statystycznie wyniki badań wpływu właściwości gleby na obecność roślin korytarzowych w dolinie rzeki San (Nobis i in. 2022). Dla prof. Szymona Zubka oraz dla jego doktorantki, obecnie już dr Katarzyny Rożek, również pracowników Instytutu Botaniki UJ, opracowałam wspólnie z Czeską Akademią Nauk próby do analiz filogenetycznych. Przedmiotem tych badań był wpływ gatunku drzew na zespoły mikroorganizmów glebowych (Rożek i in. 2023) oraz wpływ leśnych roślin zielnych na te zespoły (manuskrypt w opracowaniu).

W moich najbliższych planach naukowych planuję skupić się na efektywnej analizie posiadanych przeze mnie wyników sekwencjonowania protistów glebowych pozyskanych z zakończonego przez mnie w listopadzie 2023 projektu MINIATURA: „Różnorodność oraz interakcje ekologiczne mikroeukariontów glebowych w różnych typach ekosystemów” oraz innych sekwencji z mojego portfolio uzyskanych we współpracy z Instytutem Botaniki UJ oraz prof. Leho Tedersoo z Uniwersytetu w Tartu, Estonia. Aby wspomóc te prace, złożyłam wniosek w ramach konkursu SONATA BIS we wrześniu br. zatytułowany: Protisty glebowe – niedoceniana część zespołów mikroorganizmów glebowych”. Posiadam również inne pomysły na badania, które chciałabym prowadzić. W tym celu planuję złożenie wniosku o stypendium dla drugiego doktoranta w ramach konkursu PRELUDIUM BIS, co będzie jednak możliwe po uzyskaniu przeze mnie stopnia doktora habilitowanego. Planuję także kontynuować współpracę z prof. Leho Tedersoo składając jesienią br. kolejny wniosek o współpracę bilateralną. Profesor Leho Tedersoo zaprosił mnie ostatnio do opracowania części materiału potrzebnego do stworzenia bazy referencyjnej dla sekwencji markerowych mikroeukariontów. Będzie to dla mnie okazja do poszerzenia wiedzy w zakresie filogenetyki protistów. W dalszych ogólnych planach znajduje się pogłębianie znajomości analiz statystycznych i przestrzennych oraz bioinformatyki.

.....  
Chmudowska  
.....  
(podpis wnioskodawcy)