

Lublin, 19.06. 2026 r.

prof. dr hab. Irena Agnieszka Pidek,
Instytut Nauk o Ziemi i Środowisku,
Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej
w Lublinie

RECENZJA

Rozprawy doktorskiej mgr Dzmitry Tsvirka

**pt. „PALAEOENVIRONMENTAL CONDITIONS AND HUMAN-ENVIRONMENT
RELATIONSHIPS IN THE STONE AGE AND THE BRONZE AGE IN SOUTHERN BELARUS”**
“Warunki paleośrodowiskowe oraz relacje człowiek-środowisko w epoce kamienia i epoce brązu w
południowej Białorusi”

Promotor: prof. dr hab. Piotr Kittel

Recenzję wykonałam na podstawie postanowienia Komisji Uniwersytetu Łódzkiego ds. stopni
naukowych w dyscyplinie nauki o Ziemi i środowisku z dn. 15.04.2026 r. (nr umowy
UODR/9/217/04/2026).

Ogólna charakterystyka rozprawy doktorskiej

Przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska mgr Dzmitry Tsvirka, zrealizowana Szkole Doktorskiej Nauk Ścisłych i Przyrodniczych Uniwersytetu Łódzkiego, napisana jest w języku angielskim. Tytuł rozprawy określa jej charakter paleogeograficzny, paleośrodowiskowy i geoarcheologiczny. Według założonego celu, Autor rekonstruuje procesy geologiczno-geomorfologiczne, elementy środowiska przyrodniczego (w tym roślinność regionalną i lokalną) oraz śledzi odpowiedź społeczności prehistorycznych na ewolucję środowiska. Rozprawa uwidacznia duże i różnorodne doświadczenia naukowe Autora. Najwięcej pracy i uwagi poświęcił on stanowisku Kakoryca-4 na Polesiu Białoruskim. Pozostałe dwa stanowiska znajdują się w Polsce. Są to: Zarzetka w dolinie Bugu oraz OST2B w północnej Polsce. Przyniosły mu one wiele materiałów pozwalających na weryfikację wcześniejszych prac i poglądów. Utwierdzało go to także w krytycznym spojrzeniu na interpretacje w starszych publikacjach, szczególnie z terenu Polesia Białoruskiego.

Rozprawa ma w dużym stopniu charakter interdyscyplinarny, łącząc szczegółowe rozpoznanie osadów, palinologię, w zakresie której Autor jest dobrym i doświadczonym specjalistą, jak i wyniki badań makroszczątków roślinnych, geochronologię, analizę danych teledetekcyjnych i oczywiście danych archeologicznych. Praca podejmuje kilka wątków badawczych sygnalizowanych poprzednio przez samego Doktoranta, jak i innych autorów, jednak dostarcza nowych danych, nowych wyników wysokorozdzielczych analiz, istotnie poszerzając wiedzę zarówno paleogeograficzną, jak i geoarcheologiczną, w szczególności dotyczącą Polesia Białoruskiego oraz pozwalając na zweryfikowanie starszych poglądów.

Rozprawa jest napisana językiem naukowym, a wyniki badań prezentowane są w sposób precyzyjny i uporządkowany.

Formalna strona rozprawy doktorskiej

Rozprawa składa się z trzech wzajemnie się uzupełniających treściowo rozdziałów (Chapters 1-3) poprzedzonych obszernym Wprowadzeniem, zakończonych Uwagami końcowymi (Chapter 4) i Wnioskami oraz dwoma załącznikami Appendix I i II stanowiącymi prace opublikowane przez

Doktoranta wcześniej (rok 2023 i 2024). Każdy z rozdziałów (Chapters 1-3) ma strukturę artykułu naukowego z osobną bibliografią i dotyczy innego stanowiska. Całość rozprawy liczy 255 stron (bez Appendix I i II).

Chapter 1 pt. *‘Palaeoecological and cultural changes in the Stone Age and the Bronze Age in the Yaselda River valley and on the shore of Lake Sporovskoye (Belarussian Polesie)’* (autorstwo D. Tsvirko, P. Kittel, T. Yakubovskaya, K. Witkowi, M. Kryvaltsevich, A. Vaitovich, A. Tkachopu, Y. Trifonov), prezentujący wyniki badań na stanowisku Kakoryca-4 na Polesiu Białoruskim, stanowi główną oś rozprawy Doktoranta. W bezpośrednim sąsiedztwie tego stanowiska leży płytkie jezioro Sporovskoye, przez które przepływa rzeka Yaselda. Artykuł już został wysłany do czasopisma *Journal of Archaeological Science*, przeszedł pozytywnie proces recenzji i został opublikowany (dostępny online od 14.05.2026, a więc już po przesłaniu pracy do recenzentów). Na podkreślenie zasługuje fakt, iż czasopismo to znajduje się wśród wysokopunktowanych w naukach o Ziemi i środowisku (aktualnie 200 pkt na liście Min. Nauki i Szkolnictwa Wyższego, IF = 2,5). Doktorant jest pierwszym autorem i autorem korespondencyjnym. Lista współautorów artykułu) obejmuje specjalistów geomorfologii, archeologii, analizy makroszczątków roślinnych. Doktorant jest w tym zespole jedynym palinologiem, przeprowadził samodzielnie analizę pyłkową 52 próbek, analizę sedymentologiczną 231 próbek i geochemiczną 361 próbek. Ponadto przeprowadził obróbkę laboratoryjną 23 próbek do analizy makroszczątków roślinnych i interpretację uzyskanych wyników w postaci diagramu makroszczątków. Ponadto zdobył finansowanie dla licznych próbek do datowania radiowęglowego, a także osobiście brał udział w badaniach terenowych, w tym w rozpoznaniu archeologicznym stanowiska. Chapter 1 nawiązuje do wyników badań opublikowanych w 2023r. samodzielnie przez Doktoranta w czasopiśmie *Acta Palaeobotanica* (Appendix I). Biorąc pod uwagę wszystkie powyższe fakty nie ulega wątpliwości wiodąca rola Doktoranta w Chapter 1 zarówno pod względem metodyczno-analitycznym, koncepcyjnym, jak i interpretacyjnym.

Chapter 2 -samodzielnego autorstwa Doktoranta – nosi tytuł *‘pt. Anthropocene human activity in the pollen record from an oxbow lake in the Bug River valley (Eastern Poland)’* i dotyczy stanowiska Zarzetka w dolinie Bugu. Badania były częścią projektu naukowego w ramach NCN OPUS-22.

Chapter 3 – również samodzielnego autorstwa Doktoranta – pt. *‘Record of human activity, vegetation cover changes, and sedimentation processes in the palaeolake OST2B near the Ostrowite archaeological site (Northern Poland)’* dotyczy osadów paleojeziora oznaczonego symbolem ‘OST2B’ w obrębie kompleksu archeologicznego Ostrowite. Autor pozyskał finansowanie dla swoich badań ze środków Szkoły Doktorskiej Nauk Ścisłych i Przyrodniczych Uniwersytetu Łódzkiego.

Chapter 4 – prezentuje krótkie uwagi i dyskusje nad głównymi wyzwaniami, przed którymi stał Doktorant realizując pracę.

Appendix I to artykuł pt. *‘The natural environment in the vicinity of Lake Sporovskoye in the Late Glacial and Holocene’* dotyczący stanowiska Sporovo II, opublikowany samodzielnie przez Doktoranta w *Acta Palaeobotanica* w 2023r. (70 pkt wg listy Min.NiSW). Jego celem była paleoekologiczna rekonstrukcja jeziora Sporovskoye i jego otoczenia w oparciu o paleodane nowego profilu Sporovo II. Spis literatury wykorzystanej w artykule pokazuje także, że Doktorant kilkakrotnie referował wyniki badań tego stanowiska na konferencjach w kraju i za granicą.

Appendix II jest współautorskim artykułem pt. *‘Ash admixtures formed during the loss on ignition (LOI) procedure and their impact on laser textural analysis results’*, opublikowanym w 2024r. w czasopiśmie *Geology, Geophysics & Environment* wydawanym przez AGH w Krakowie (100 pkt wg listy Min.NiSW, IF za 2024 r. = 0,9). Doktorant jest pierwszym autorem w trzyosobowym zespole (D.Tsvirko, W.Tołoczko, P.Kittel). W artykule przedstawiono wyniki badań eksperymentalnych dotyczących możliwości wykorzystania popiołów z osadów biogenicznych do laserowej analizy tekstury. Spis literatury wskazuje, że Doktorant dwukrotnie prezentował wyniki tej pracy na konferencjach krajowych.

Należy podkreślić, że sumarycznie liczba 761 wszystkich przeanalizowanych próbek przez Doktoranta różnymi metodami dla celów rozprawy jest bardzo duża. W tej liczbie są też próbki

palinologiczne, których pracochłonność zarówno w zakresie obróbki laboratoryjnej, jak i umiejętności analizy mikroskopowej, jest bardzo wysoka.

W trakcie analizy składowych rozprawy nasunęły mi się dwie uwagi:

1/ Warto zamieścić polskojęzyczne streszczenie dla lepszego zrozumienia treści przez czytelników (na przykład w Autoreferacie na obronie rozprawy)

2/ Momentami mylące dla czytelnika jest to, że Autor w tekście używa cyfr arabskich dla numeracji Chapter 1, 2, 3, a tymczasem tytuły tych rozdziałów są numerowane cyframi rzymskimi Chapter I, II, III. Podobnie sytuacja z numeracją wygląda w przypadku Appendix I i II (rzymskie cyfry), do których w tekście odnosi się jako Appendix 1 i 2 (arabska numeracja).

Uwagi dotyczące problemu badawczego, uzyskanych wyników i ich interpretacji

Wprowadzenie jest bardzo obszerne. Ma też obszerną listę przywołanej literatury (102 pozycje). Autor słusznie zauważa bardzo dużą niespójność pomiędzy wynikami badań paleogeograficznych i archeologicznych na Białorusi, prowadzonych niezależnie od siebie. Ma też dobre rozeznanie w pracach białoruskich z ostatnich dwóch dekad, dostrzegając słabość w ocenie wieku badanych rdzeni osadów organogenicznych w oparciu o jedną lub dwie daty radiowęglowe. Krytycznie patrzy na brak korelacji danych archeologicznych i paleogeograficznych, w tym palinologicznych, nawet jeśli pyłkowe wskaźniki gospodarki człowieka były widoczne w diagramach palinologicznych. Ponadto Autor wskazuje na możliwości nadinterpretacji opartej na błędnej identyfikacji pyłku dziko żyjących traw jako ziaren pyłku zbóż. Prowadziło to do sugerowania wczesnej obecności osadnictwa wczesnoneolitycznej kultury ceramiki wstęgowej rytej na terenie Polesia Białoruskiego. Co więcej Autor potrafi krytycznie spojrzeć na wyniki własnych dociekań z 2019r. na temat wysokiego udziału pyłku Cerealia w profilach Ogorodniki z paleomeandru Bugu po stronie białoruskiej, których korekta pojawiła się w jego kolejnych pracach. Widoczna jest dojrzałość naukowa Doktoranta w jego krytycznym spojrzeniu na całokształt badań paleogeograficznych, paleoekologicznych i geoarcheologicznych na terenie Polesia Białoruskiego. Równocześnie słusznie dostrzega wielki potencjał tkwiący w licznych stanowiskach białoruskich, które ze względu na charakter osadów są bardzo odpowiednie do badań metodami paleoekologicznymi oraz do datowania radiowęglowego. Autor przytacza liczne prace o charakterze paleogeograficzno-geoarcheologicznym, które przyniosły mu rozeznanie w metodach oceny genezy osadów biogenicznych, przebiegu procesów depozycyjnych, rekonstrukcji fluktuacji poziomu wody w jeziorach i torfowiskach i wreszcie w odtwarzaniu zmian klimatu, co stanowiło tło dla archeologicznych interpretacji działalności człowieka w środowisku. Duże doświadczenie naukowe Autor wyniósł także z badań na kompleksie archeologicznych stanowiska Ostrowite.

Chapter 1

Rozdział ten (a zarazem artykuł w Journal of Archaeological Science), jest najobszerniejszą częścią rozprawy, a równocześnie jej osią. Doktorant wraca do problemów tu nakreślonych zarówno w Chapter 2 i 3, jak i przywołuje już opublikowane wcześniej wyniki badań dwóch rdzeni o największym potencjale dla interpretacji paleogeograficznych i paleoekologicznych. Był to rdzeń Sporovo II (wyniki opublikowane jako Appendix I) i rdzeń PKK-1-2 (wyniki dotyczące opracowanej współautorsko procedury oczyszczania popiołu po spalaniu próbek w piecu muflowym- Appendix II). Niewątpliwie, biorąc pod uwagę stan nakreślony we Wprowadzeniu, stanowisko Kakoryca-4, odkryte w 2018r., ma aktualnie najpełniejsze opracowanie danych geoarcheologicznych i paleośrodowiskowych na Polesiu Białoruskim. Doktorant brał udział w jego badaniach przez kilka lat. Dokumentują to m.in. dwie prace Tsvirka i in. z 2021r., z jego pierwszym autorstwem. W przypadku współautorskiego rozdziału Chapter 1, bardzo istotne jest nawiązanie do samodzielnego artykułu Doktoranta (Appendix I). Pozwala to ocenić obiektywnie jego bardzo istotny wkład merytoryczny w tym rozdziale. Celem pracy, prezentowanej jako Chapter 1, była rekonstrukcja warunków

paleśrodowisk, w jakich społeczności ludzkie zamieszkiwały stanowisko Kakoryca-4 w różnych okresach, ze szczególnym uwzględnieniem epoki kamienia i epoki brązu. Zastosowano szeroki zakres metod paleogeograficznych (m.in. analizy sedymentologiczne, palinologiczne, makrofosylia roślinne, analizy malakologiczne, datowanie radiowęglowe) w połączeniu z danymi archeologicznymi. Bardzo ważne z punktu widzenia paleogeografii było wykazanie, że osady tradycyjnie opisywane w literaturze białoruskiej jako ‘jeziorno-aluwialne’ w rzeczywistości stanowią osady piaskodennej rzeki roztokowej. Wydatowano okres powstania jeziora Sporovskoye (Bølling-Allerød) oraz zidentyfikowano okresy transgresji i regresji, które miały wpływ na funkcjonowanie prehistorycznych społeczności. Regresja jeziora Sporovskoye, która rozpoczęła się w późnym okresie atlantyckim, została uznana za główny czynnik decydujący o intensywnym zasiedleniu stanowiska Kakoryca-4 przez społeczności neolityczne i z wczesnej epoki brązu. Społeczności te przystosowały się do faz zwiększonej aktywności powodziowej rzeki Yaselda. Nie ulega wątpliwości, że w zakresie badań nad trzema istotnymi problemami poruszonymi w tej publikacji, wkład Autora dysertacji był kluczowy. Były to: 1/ rozróżnienie między torfem a grubodetrytusową gytją. Jak wykazał Doktorant w Appendix I, w literaturze białoruskiej grubodetrytusowa gytja pochodzenia jeziornego jest często określana jako torf. Problem ten ma kluczowe znaczenie, ponieważ, nawiązując do opinii Tobolskiego (2021), błędna interpretacja tych osadów prowadzi do nieprawidłowych wniosków paleoekologicznych,

2/ sprawa krytycznego spojrzenia na wcześniejsze datowania pojawienia się rolnictwa na Polesiu i poglądów o początku upraw datowanych na 7,900–7,000 cal BP (np. prace Zernitskiej, Simakovej, Kryvaltsevicha). Krytyczne spojrzenie wiąże się tu z problemem odróżnienia ziaren pyłku zbóż od pyłku dziko rosnących traw z rodziny Poaceae. Jest to kwestia o ogromnym znaczeniu, ponieważ obecność pyłku roślin zbożowych służy jako wskaźnik działalności rolniczej. W białoruskich publikacjach naukowych duże ziarna pyłku dziko rosnących traw z rodziny Poaceae były najwyraźniej często błędnie identyfikowane jako pyłek zbóż, jak wcześniej zauważył Doktorant w Appendix I. Takie błędne interpretacje mogły wynikać z koncentrowania się wyłącznie na ziarnach pyłku o dłuższej osi powyżej 40µm. W rezultacie identyfikowano obecność pyłku roślin zbożowych w osadach datowanych na wczesny neolit.

3/ zagadnienie transgresji i regresji jeziora Sporovskoye, strefy telmatycznej i poprawnej interpretacji pochodzenia osadów biogenicznych i mineralno-organicznych.

Niewątpliwie litologia zajmuje ważne miejsce w pracy Doktoranta. Wydzielenia litologiczne bazowały na opisie makroskopowym, wynikach analiz: teksturalnej, geochemicznej, palinologicznej i makroszczątków roślinnych. Te ostatnie były oznaczane dla profilu PKK-1-2, a rolą Doktoranta było skonstruowanie diagram makroszczątków i jego interpretacja.

Doktorant potrafi też z dużą dokładnością korelować wyniki rozpoznania geologiczno-geomorfologicznego licznych stanowisk (zarówno profile z wierceń, jak i odsłonięcia) na badanym obszarze. Najbardziej kompleksową analizę osadów, z wykorzystaniem szerokiego wachlarza metod, przeprowadzono dla rdzeni referencyjnych Sporovo II (prezentowanego Appendix I) i PKK-1-2. W tym ostatnim profilu wykonano analizy sedymentologiczne z wykorzystaniem ‘Ash Purification Procedure’ opisanej w Appendix II. Te dwa profile o największej miąższości osadów (Sporovo II i PKK-1-2) dostarczyły punktów referencyjnych do sporządzenia charakterystyki litologicznej innych, mniej przebadanych rdzeni i odsłonieć.

Autorzy Chapter 1 pracowali na ogromnym materiale badawczym. Wyniki badań multi-proxy prezentowane są z dużą szczegółowością, z bardzo starannie wykonanymi ilustracjami oraz bogatym materiałem zamieszczonym jako Supplementary material.

Zadbano o datowania radiowęglowe. Pojawiały się one sukcesywnie zapewne w miarę pozyskanych środków. W tym względzie Doktorant zrobił wiele, co należy odnotować z uznaniem. Rozumiał bowiem, że dokładność modelu głębokość-wiek jest podstawą interpretacji paleogeograficznej i geoarcheologicznej. Z Tabeli 1 (z wynikami datowań radiowęglowych) widać, że przy konstrukcji modelu pominięto niektóre daty. Ostrożne i krytyczne spojrzenie na wyniki datowań jest bardzo ważne, biorąc pod uwagę fakt, że wyniki pochodzą aż z trzech laboratoriów i datowania

były robione w różnym czasie. Chciałabym jednak, aby Doktorant wytłumaczył dokładniej, dlaczego uważał, że data z głęb. 70-75cm (tj. 4720-4615 cal BC) jest uznana za nienormalnie postarzoną i odrzucił ją, podczas gdy różnica między datą z gł. 97-103cm (tj. 4492-4356 cal BC) stanowi stosunkowo niewielką inwersję dat.

Jako palinolog zwróciłam szczególną uwagę na rozdział obejmujący badania palinologiczne. Jest on oparty na już publikowanym diagramie Sporovo II, o dużej rozdzielczości próbkowania co 5 cm (Appendix I). W publikacji prezentowanej jako Chapter 1, wraz z pozyskaniem nowych wyników datowań radiowęglowych, Autor poddał rewizji chronologię oraz reinterpretował wyniki badań palinologicznych. Jak rozumiem ta reinterpretacja polega na wyróżnieniu grup wskaźników antropogenicznych (Fig. 10 i S20). Diagram palinologiczny jest starannie wykonany, przemyślany, czytelny, z wyraźnie uwidocznionymi też wydzieleniami litologicznymi, podziałem chronostratygraficznym i zamieszczonymi datami radiowęglowymi. Zwraca uwagę duży udział 'Undeterminable', co sugeruje, że materiał był trudny, a część palinomorf była skorodowana, zwinięta, rozerwana lub inaczej uszkodzona uniemożliwiając identyfikację. Dobrze więc, że Doktorant równocześnie posiłkuje się wynikami badań makroszczątków roślinnych. W ten sposób obraz paleośrodowiska staje się pełniejszy, a interpretacja uzyskuje uwiarygodnienie. Ponadto Doktorant wykazał dociekliwość badawczą sprawdzając jak zawartość skorodowanych palinomorf koreluje się z różnymi czynnikami np. zmianami w osadzie wskazującymi na możliwość obniżenia poziomu wody, wysuszenia, dostępu powietrza, zmian w strefie telmatycznej. W Chapter 1 zwraca też uwagę długa lista cytowanej literatury - 151 pozycji.

Kilka poniższych uwag dotyczących diagramu pyłkowego nie umniejsza jego wartości. Może natomiast stanowić dla Autora wskazówkę na przyszłość:

1/ *Betula nana* t. jest zaznaczona na diagramie jako należąca do AP (arboreal pollen), a tymczasem jest to krzewinka i powinna być wliczona do NAP (non-arboreal pollen)

2/ W grupie podpisanej 'Ferns and Lycophytes' wyróżniono dwa taksony: Polypodiaceae i *Pteridium*. Rzeczywiście *Pteridium* należy do rodziny paprotkowate (dawniej Polypodiaceae). W tej sytuacji takson powinien być podpisany Polypodiaceae undiff, gdyż wyodrębniono z niego *Pteridium*. Sugeruję jednak, aby trzymać się bardziej nowoczesnego ujęcia zarodników paproci, w którym wyróżnia się Filicales monolete oraz *Pteridium aquilinum* (które to zarodniki należą do trilete spores).

3/ Można też dyskutować na temat wydzielenia dwóch grup ekologicznych: 'Meadow plants' i 'Pasture and fallow land plants'. W tej drugiej grupie mieszczą się wg Autora wszystkie Poaceae, z wyjątkiem tych o niewyraźnym annulus i dłuższej osi powyżej 40µm. Trudno jednoznacznie tak zaklasyfikować tę rodzinę. Podobnie trudno uznać, że *Ranunculus* i pozostałe taksony Ranunculaceae wszystkie mieszczą się we wspomnianej grupie. Poddaję to do przemyślenia Autorowi. Równocześnie pragnę zaznaczyć, że ta próba bliższego zaklasyfikowania w/w taksonów do wyróżnionych grup wskaźników antropogenicznych jest bardzo cenna z punktu widzenia interpretacji działalności człowieka w środowisku naturalnym, zwłaszcza wypasu oraz wczesnych stadiów upraw zbóż. Takie ujęcie Autora, które poparł swoimi badaniami, pozwala uszczegółowić nieco schemat nakreślony przez Behrego (1981), którą to pracę Doktorant zna i cytuje. Pozwala równocześnie na wzbogacenie wyników badań Behrego o wyniki z obszarów zbiorowisk wschodnioeuropejskich. Mam na myśli zwłaszcza zbiorowiska łąkowe klimatu o cechach kontynentalnych (w tym te trawiaste suchych obszarów np. z *Artemisia absinthium*).

4/ Zidentyfikowanie jeziora Sporovskoye jako jeziora uformowanego podczas ocieplenia Bølling-Allerød w wyniku procesów termokrasowych zgadza się z hipotezami badawczymi na temat genezy jezior Polesia po stronie polskiej. Czytając Chapter 1 odczuwałam niedosyt porównań ze stanowiskami po stronie polskiej. Wprowadzie Doktorant cytuje prace Kulesza i in. (2012), Dobrowolski i in. (2015), lecz w istocie słabo ją wykorzystuje. Ma też do dyspozycji np. monograficzne opracowanie map izopolowych (Ralska-Jasiewiczowa i in. 2004) bazujące na ponad 180 diagramach palinologicznych z całej Polski. Pozwoliłoby mu to na ukazanie swoich wyników na

szerszym tle. Myślę, że jest to odpowiedź na przyszłość, na przykład do wykorzystania przy publikowaniu kolejnych wyników.

Dwie drobne uwagi techniczne dotyczą tłumaczenia na angielski:

1/ W objaśnieniach do Tabeli S2 w Supplementary material Autor używa określenia 'width' dla opisu miąższości (grubości plastra) próbki pobieranej z rdzenia powinno być 'thickness'.

2/ Natomiast często używane przez Autora słowo 'axis' – powinno być doprecyzowane jako 'longer axis', gdyż eliptyczne ziarna pyłku (np, żyta *Secale cereale*) mają dłuższą i krótszą oś. W niektórych miejscach Autor tak pisze, ale niekonsekwentnie. Czasem jest tylko axis.

W tym miejscu należy odnieść się bliżej do artykułów prezentowanych jako **Appendix I i II**. Obydwa przeszły już pozytywnie proces recenzji przed opublikowaniem w czasopiśmie specjalistycznych, stąd ocena przez recenzenta rozprawy jest w zasadzie formalna, jednak konieczna ze względu na częste cytowanie w Chapter 1. W Appendix I jest zamieszczony diagram Sporovo II z torfowiska przy jeziorze Sporovskoye, który został już omówiony. Już w tej publikacji Doktorant krytycznie podchodzi do swoich wcześniejszych wyników z 2021 roku oraz do interpretacji prezentowanych we wcześniejszych pracach Zernitskiej. Z uznaniem dla umiejętności interpretacyjnych Autora trzeba ocenić, że mimo, iż miał do dyspozycji tylko trzy daty radiowęglowe i większość wnioskowań oparł na palinostratygrafii, to interpretacje i wnioski są poprawne. Za bardzo cenne uważam też rozważanie na temat torfów telmatycznych i poglądowy schemat funkcjonowania strefy telmatycznej oparty na ujęciach Tobolskiego (2021). Zresztą pozostałe ryciny też są poglądowe i starannie wykonane, podobnie jak dobrej jakości zdjęcia mikroskopowe. Fig. 9 stanowi rekonstrukcję chronologii głównych wydarzeń paleogeograficznych w okolicach jeziora Sporovskoye od późnego glaciału poprzez holocen. Już w Appendix I wnioski i interpretacje Autora są dobre, a zyskują bardziej szczegółowy obraz w Chapter 1, w związku z nowymi datowaniami i nowymi danymi.

Wyniki prezentowane w Appendix II dotyczą porównawczej analizy próbek rdzenia PKK-1-2 spalanych w piecu muflowym bez uprzedniej obróbki chemicznej oraz poddanych takiej obróbce. Autorzy wykazali, że przeprowadzenie analizy teksturalnej popiołów bez uprzedniej obróbki chemicznej może prowadzić do uzyskania niewiarygodnych wyników w związku z 'zanieczyszczeniem' popiołów agregatami utworzonymi z tlenków metali i węglanów podczas spalania. Aby uniknąć ewentualnych błędnych interpretacji, Autorzy zalecają oczyszczenie popiołu ze związków metali przed przeprowadzeniem analizy teksturalnej. To cenna uwaga metodyczna, wnosząca nową jakość do badań i do interpretacji wyników analiz teksturalnych.

Chapter 2

Przedmiotem głównego zainteresowania Doktoranta w Chapter 2 są palinologiczne wskaźniki działalności gospodarczej człowieka. Bazuje on na osadach starorzecza z doliny Bugu datowanych na mniej więcej lata 1980. Obszar badań objęty jest intensywną działalnością rolniczą. W swoich dociekaniach Autor nie opiera się tylko na tradycyjnie stosowanych wskaźnikach Behrego (1981), lecz prześledził nowszą literaturę na ten temat i zaproponował także poszerzenie katalogu wydzieleni różnych siedlisk na bazie nie tylko klasycznych wydzieleni, lecz też dodając swoje. W dużym stopniu jego obserwacje zgadzają się z tymi poczynionymi na terenie wschodniej Europy (np. Poska i in. 2004) gdzie nie tylko skład roślinności jest nieco inny niż w Europie Środkowej, ale także deforestacja zaczęła się później i są duże tradycje wypasu śródleśnego. Doktorant uważnie obserwuje różnice interpretacyjne autorów, m.in. Behre (1981), Poska i in. (2004), na temat wskaźnikowej roli taksonów takich jak np. Brassicaceae, które z jednej strony uważane są za wskaźnikowe dla pól uprawnych, a z drugiej strony – dla zbiorowisk ruderalnych lub łąkowych. Nie ma tu, w moim przekonaniu, żadnej sprzeczności. Wszystko zależy od obszaru geograficznego i kontekstu siedliskowego, gdyż rodzina Brassicaceae jest tak duża, że ujmuje taksony z jednej strony uprawne (kapusta, rzepak), jak i chwasty okopowych oraz rośliny łąkowe. Autor słusznie nie stosuje sztywno jednego schematu, tylko

obserwuje w terenie i interpretuje spektra pyłkowe dyskutując o różnych możliwościach. Takie podejście zaowocowało u Doktoranta krytycznym spojrzeniem na swoje wcześniejsze interpretacje w zakresie pyłku Cerealia. W Chapter 2 dostarcza dodatkowych argumentów dla swojej interpretacji dużych ziaren pyłku traw bez wyraźnie odgraniczonego annulus, które były niesłusznie uważane z ziarna pyłku zbóż. Pisał o tym już w Chapter 1, a w przypadku stanowiska Zarzetka dostarczył dodatkowych argumentów w postaci zdjęć mikroskopowych (Fig. 16).

Oczywiście można dyskutować nad tym, czy pewnoś co do takiej interpretacji jest stuprocentowa. Pyłek zbóż jest trudny do oznaczania (z wyjątkiem pyłku żyta *Secale cereale*). W kluczach do oznaczania poleca się zastosowanie kontrastu fazowego, olejku immersyjnego i dużych powiększeń dla uwidocznienia skulptury (1000X). Nie zawsze jest to możliwe technicznie i nie zawsze takie cierpliwe i bardzo szczegółowe próby oznaczenia do gatunku, czy nawet rodzaju zboża, zostają uwieńczone sukcesem.

Mam wątpliwości, czy stwierdzenie, że 'The Zarzetka core is proposed as a reference profile representing the environment of the Anthropocene' nie jest zbyt kategoryczne. Doktorant pracował przecież na obszarze dość ograniczonym, natomiast z literaturowych danych też nie analizował analogów pyłkowych z krajobrazów w szerokim transekcie np. Nizin Europejskich. Raczej bym uznała, że Autor prezentuje stanowisko Zarzetka jako 'case study'. Natomiast ten perspektywiczny kierunek badań może Doktorant kontynuować bazując na obszerniejszym materiale.

Warto podkreślić dobre rozeznanie mgr Tsvirka w literaturze. Wśród 23 pozycji w spisie wykorzystanej literatury są klasyczne prace Behrego, ale także nowsze ujęcia palinologicznych wskaźników gospodarki człowieka z obszaru Polski. Są to np. Kołaczek (2010), a z obszaru Estonii Poska i in. (2004). Zdecydowanie na plus trzeba zaliczyć fakt, że mając do czynienia z osadami młodymi (40-60 lat) Doktorant słusznie sięgał także po pozycje literatury aerobiologicznej w zakresie wejścia nowych taksonów do flory polskiej (np. *Ambrosia*).

Chapter 3

W Chapter 3 znajdziemy wyniki badań Doktoranta nad profilem OST2B pobranym z paleojeziora tuż przy stanowisku archeologicznym Ostrowite, w którym stwierdzono liczne artefakty związane z wczesnoneolityczną kulturą ceramiki wstęgowej rytej. Profil pozwolił Autorowi na rekonstrukcję paleośrodowiska od Allerødu i zidentyfikowanie trzech faz gospodarki człowieka: mezolityczną, późnośredniowieczną i czasy nowożytnie po współczesność. W rozdziale tym Autor podnosi szereg zagadnień, które wyłoniły się wcześniej w trakcie badań na stanowisku archeologicznym Kakoryca-4. Przede wszystkim podkreśla, że dokładna identyfikacja genezy biogenicznych osadów jest kluczowa dla wiarygodnej rekonstrukcji paleoekologicznej. Nawiązuje tu do znanego 'Przewodnika do oznaczania torfów i osadów jeziornych' Tobolskiego (2021) wzmiankując, iż niektóre osady biogeniczne są wizualnie bardzo podobne, pomimo że ich geneza jest różna, co może prowadzić do błędnych interpretacji paleoekologicznych. Przykładem jest gytia grubodetrytusowa, która często omyłkowo jest identyfikowana jako torf. Autor prześledził takie przykłady w literaturze z terenu Białorusi. Słusznie zauważa, że podstawą powinna być ocena proporcji między mikro- i makrofosyliami roślin wodnych i mokradłowych. Ponadto rozwija pojęcie strefy telmatycznej (limno-terrestrial zone), którego nie ma w literaturze białoruskiej. Osady opisywane tamże jako torf z gytia odpowiadają torfom telmatycznym w ujęciu Tobolskiego (2021).

Jak przejście gytia-torf odzwierciedla się w obrazie pyłkowym i makroszczątkach roślin - Autor sprawdzał na przykładzie osadów małego jeziora OST2B. Te dodatkowe badania umożliwiły zidentyfikowanie pyłkowych i makroszczątkowych wskaźników torfu i gytii, poszerzając w ten sposób wiedzę uzyskaną z badań osadów zlewni jeziora Sporovskoye. Sprawdził też, że wyróżnione przez niego grupy wskaźników antropogenicznych, zidentyfikowane w profilu Zarzetka, mogą być efektywnie wykorzystane w celu interpretacji przeszłej gospodarczej aktywności człowieka.

Mgr Tsvirka słusznie zauważa, że wzrost udziału palinomorf skorodowanych częściej zdarza się w torfach telmatycznych i może być wskaźnikiem epizodów spadku poziomu wody i przesuszenia

siedliska. Wykazał się przy tym konieczną ostrożnością interpretacyjną, mając świadomość, że korozja może wynikać także z innych uwarunkowań.

Za bardzo istotną umiejętność Doktoranta uważam znajomość niektórych mikrofosyliów pozapyłkowych (*non-pollen palynomorphs*; NPP-s). Ich baza wzrasta bardzo szybko na świecie i są coraz powszechniej wykorzystywane do interpretacji paleośrodowiskowych. Stanowią też dodatkowe źródło informacji o gospodarce człowieka. W szczególności są to zarodniki grzybów koprofilnych, które Autor zna (np. *Sporormiella*, *Sordaria*) i grzyby mikoryzowe związane z korzeniami roślin w glebie (np. *Glomus*) lub z mokradłami (np. *Diporothea*). Doktorant zwraca uwagę na ich wymowę siedliskową, a ponadto zauważa, że obfitsze występowanie niektórych NPPs może wskazywać na ich pochodzenie z torfów telmatycznych. Poszerza w ten sposób możliwości interpretacyjne.

Ciekawym wnioskiem z badań jest także zauważenie i rozważanie różnic w diagramach pyłkowych profili OST2B (i sąsiadującego z nim OST1) z diagramem z profilu Mały Suszek w odległości 10 km (Miotk-Szpiganowicz 1992). Doktorant powiązał te różnice z budową geologiczną zlewni. Z pewnością zasadnicze różnice pomiędzy osadami glaciofluwialnymi a morenowymi, jako podłożem do sukcesji drzew, powodowały różny skład otaczającego drzewostanu. Myślę jednak, że znów ten wniosek wymaga większego podparcia liczniejszymi przykładami. Zwłaszcza, że mamy do czynienia z małymi obiektami jeziornymi, z których możemy rekonstruować roślinność bardziej lokalną niż regionalną. Sam doktorant też to zauważa pisząc, że 'pollen-based correlations alone may not always be reliable' i sugeruje korelację opartą o model głębokość-wiek.

Studiując opis metod w Chapter 3 nasunęła mi się wątpliwość co do prawidłowości opisu metody stawiania granic LPAZ. Doktorant pisze, że były one ustalone na podstawie 'visual evaluation'. To wymaga uściślenia, bo samo określenie 'visual evaluation' nie wyjaśnia, dlaczego granice postawiono w konkretnych punktach na diagramie. Trzeba podać, że postawiono je na wzroście lub spadku głównych albo charakterystycznych taksonów.

Chapter 3 ma 80 pozycji literatury, wśród których ponownie zabrakło mi monografii map izopolowych (Ralska-Jasiewiczowa i in. 2004). Informacje w niej zawarte, rozdziały poświęcone poszczególnym drzewom i ich ekspansji od późnego glaciału, a także opracowania poszczególnym okresów holocenu, stanowią cenne źródło porównań ze stanowiskami Doktoranta. Zarówno do porównania ze stanowiskiem Kakoryca-4 zapewne nadaje się któreś z publikowanych stanowisk Polesia Zachodniego po stronie polskiej, jak i dla porównania ze stanowiskiem OST2B nie tylko warto sięgać po dane ze stanowiska Mały Suszek, ale także wziąć pod uwagę inne stanowiska Poszerza to kontekst w sensie interpretacji antropogenicznych przemian roślinności i krajobrazu, pomimo, że datowanie użyte dla map izopolowych nie mają tej dokładności, którą mają nowe modele głębokość-wiek. Ponadto charakterystyki poszczególnych taksonów są w opracowaniu map izopolowych bardziej pogłębione niż w opracowaniu ekologicznych liczb wskaźnikowych (Zarzycki i in. 2002), z których Doktorant korzystał przygotowując rozprawę.

Chapter 4

Charakteryzując główne wyzwania, które napotkał podczas realizacji rozprawy, mgr Tsvirka wymienił trudności w interpretacji pochodzenia osadów biogenicznych i organiczno-mineralnych na obszarach, takich jak stanowisko Kakoryca-4, gdzie na ich uformowanie się wpływają procesy zachodzące w środowiskach rzecznych (aktywność rzeki Yaselda), jeziornych (dynamika jeziora Sporovskoye) i podmokłych oraz dodatkowo działalność człowieka.

W mojej opinii poradził sobie z tym problemem bardzo dobrze. W konkluzji doszedł do słusznego wniosku, iż interpretacja pochodzenia osadów biogenicznych i organiczno-mineralnych w dolinach rzecznych powinna uwzględniać nie tylko skład taksonomiczny makrofosyliów roślinnych, ale także udział materii organicznej oraz skład teksturalny frakcji mineralnej.

Podobnie poradził sobie z drugim wyzwaniem – jakim było rozróżnienie między pyłkiem zbóż a pyłkiem innych traw z rodziny Poaceae (jak opisałam przy uwagach do Chapter 1 i 2).

PODSUMOWANIE I WNIOSEK KOŃCOWY

Po analizie treści rozprawy doktorskiej wyrażam opinię, iż jest ona oryginalnym opracowaniem poruszającym istotny problem naukowy rekonstrukcji warunków paleośrodowiska i krajobrazów, w których funkcjonowały społeczności ludzkie. Moje uwagi w żaden sposób nie umniejszają wysokiej oceny, a najczęściej mają charakter dyskusyjny. Recenzowana rozprawa łączy w sobie elementy paleogeograficzne i paleoekologiczne, w których specjalizuje się Doktorant, z wiedzą archeologiczną dotyczącą badanych przez niego stanowisk. Znaczenie badań paleoekologicznych w rozwiązywaniu problemów interakcji środowisko-człowiek rośnie w ostatnich latach, a główna rola w tych badaniach przypada palinologii. Badania paleoekologiczne realizowane są w zespołach interdyscyplinarnych. W takich zespołach także uczestniczy mgr Tsvirka. Dostarcza mu to szerokiej wiedzy i pozwala prawidłowo interpretować zarówno wyniki badań z zakresu nauk o Ziemi i środowisku, jak i archeologii i geoarcheologii. Doktorant zauważa mankamenty starych metod, zapoznał się z nowoczesnym podejściem multi-proxy, docenia i osiąga wysoką rozdzielczość wyników analiz litologicznych i palinologicznych oraz dokładność modeli głębokość-wiek.

W opracowaniu stanowiska Kakoryca-4 nowoczesne podejście badawcze Doktoranta stanowi cenny pomost pomiędzy osiągnięciami palinologii białoruskiej w regionie Polesia, niedostępnej w dużym stopniu dla polskiego, a także zachodnioeuropejskiego czytelnika, a osiągnięciami palinologii polskiej.

Rozprawa zawiera więc bardzo wartościowy materiał badawczy spełniający kryteria stawiane rozprawom doktorskim oraz wnosi wkład w dyscyplinę nauki o Ziemi i środowisku. Podjęte zagadnienia badawcze są ważne ze względów poznawczych oraz dla wsparcia wyników badań archeologicznych. Mgr Dzmitro Tsvirka stosuje z powodzeniem metody paleogeograficzne i paleoekologiczne i jest przygotowany do prowadzenia samodzielnych badań i interpretacji.

Stwierdzam, że recenzowana rozprawa doktorska zgodnie z przepisami Ustawy z dn. 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. 2018 poz.1668 z późn. zm.) spełnia wymogi stawiane rozprawom doktorskim. Wniosuję zatem do Rady dyscypliny nauki o Ziemi i środowisku Uniwersytetu Łódzkiego o jej przyjęcie oraz dopuszczenie mgr Dzmitry Tsvirka do obrony.

prof. dr hab. Irena Agnieszka Pidek

Literatura przywołana w recenzji:

Behre, K.-E., 1981. The interpretation of anthropogenic indicators in pollen diagrams. *Pollen et Spores*, 23, 225–245.

Dobrowolski, R., Kulesza, P., Łojek, J., Pidek, I.A., 2015. Origin and evolution of the Bezedna lake–mire complex in the Lublin area (East Poland): a case study for permafrost lakes in karstic regions. *Journal of Paleolimnology*, 53, 191–213.

Kołaczek, P., 2010. The development of Late Glacial and Holocene vegetation and human impact near Grodzisko Nowe in the Lower San Valley (Sandomierz Basin, south-eastern Poland). *Acta Palaeobotanica*, 50 (2), 101–117.

Kulesza, P., Suchora, M., Pidek, I.A., Dobrowolski, R., Alexandrowicz, W.P., 2012. The Holocene palaeoenvironmental changes reflected in the multi-proxy studies of Lake Słone sediments (SE Poland). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 363–364, 79–98.

Miotk-Szpiganowicz, G. 1992. The history of the vegetation of Bory Tucholskie and the role of man in the light of palynological investigations. *Acta Palaeobotanica*, 32 (1), 39–122.

Poska, A., Saarse, L., Veski, S., 2004. Reflections of pre- and early-agrarian human impact in the pollen diagrams of Estonia. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 209, 37–50.

Ralska-Jasiewiczowa M, Latałowa M, Wasylkowa K, Tobolski K, Madeyska E, Wright HE Jr and Turner Ch, eds., 2004. Late Glacial and Holocene history of vegetation in Poland based on isopollen maps. Kraków, W Szafer Institute of Botany, Polish Academy of Sciences:

Tobolski, K., 2021. *Przewodnik do oznaczania torfów i osadów jeziornych*. PWN, Warszawa.

Zarzycki, K., Trzcińska-Tacik, H., Róžański, W., Szeląg, Z., Wołek, J., Korzeniak, U., 2002. Ecological indicator values of vascular plants of Poland, W. Szafer Institute of Botany, Polish Academy of Sciences, Kraków.