

Prof. dr hab. Mirosława Kupryjanowicz
Katedra Paleobiologii, Wydział Biologii
Uniwersytet w Białymstoku
ul. K. Ciołkowskiego 1J
15-950 Białystok
Tel. 85-745-738-84-25
e-mail: m.kupryjanowicz@uwb.edu.pl

**Recenzja rozprawy doktorskiej mgr. ARTURA GÓRECKIEGO
w postępowaniu o nadanie mu stopnia naukowego doktora w dziedzinie nauk ścisłych i
przyrodniczych w dyscyplinie nauki biologiczne**

Podstawa formalna i prawna opracowania recenzji

Recenzję przygotowano na wniosek Rady Dyscypliny Nauki Biologiczne Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie, która na posiedzeniu w dniu 27 czerwca 2023 r. powołała mnie na recenzenta w postępowaniu dotyczącym nadania stopnia naukowego doktora mgr. Arturowi Góreckiemu.

Recenzja została opracowana w oparciu o dokumentację przesłaną przez prof. dr hab. Marię Rapałę-Kozik, Przewodniczącą Rady Dyscypliny Nauki Biologiczne Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie. Dokumentacja ta obejmuje:

- (1) rozprawę doktorską mgr. Artura Góreckiego pt. *Plant succession as an indicator of climatic oscillations during Masovian Interglacial (MIS 11c)*;
- (2) *Curriculum Vitae* Kandydata.

Podstawę prawną opracowania recenzji stanowiła Ustawa z dnia 20 lipca 2018 r. *Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce* (Dz. U. z dnia 2018 r., poz. 1668 z późn. zm.).

Ocena formalna rozprawy

Rozprawa doktorska mgr. Artura Góreckiego pt. *Plant succession as an indicator of climatic oscillations during Masovian Interglacial (MIS 11c)* napisana jest w języku angielskim. Maszynopis obejmuje 127 stron, w tym 84 stron tekstu z 21 rycinami i 3 tabelami, 21 stron spisu literatury i 15 stron z 15 figurami uzupełniającymi. Tekst rozprawy poprzedzony jest podziękowaniami oraz 2-stronicowym streszczeniem w języku angielskim i tej samej długości streszczeniem w języku polskim.

Rozprawa została podzielona na 7 rozdziałów. Wstęp (rozdział *Introduction*, obejmujący 6 podrozdziałów) to blisko 20% rozprawy. Opis litologiczny analizowanych rdzeni osadów i zastosowanych metod badawczych (rozdział *Materials and Methods* z 6 podrozdziałami) stanowi dalszych ok. 20%, opis uzyskanych wyników (rozdział *Results* podzielony na 7 podrozdziałów) – ok. 40%, a dyskusja (rozdział *Discussion* z 3 podrozdziałami) i wnioski (rozdział *Conclusions and perspectives for future research* – ok. 20%.

Konstrukcja pracy jest przejrzysta i logiczna, co wskazuje na umiejętność dojrzałego i rzeczowego przedstawienia niezwykle bogatego materiału. Jedyną moją sugestią dotyczy wyodrębnienia informacji odnoszących się do opisu terenu badań (*Characteristic of the study area*) jako odrębnego rozdziału. Obecnie jest to podrozdział w rozdziale *Introduction* i zdecydowanie nie pasuje do pozostałych podrozdziałów tego rozdziału.

Praca napisana jest prostym językiem, nie stwarzającym problemów ze zrozumieniem tego, co Autor chce przekazać czytelnikowi. Jednak, zważywszy na to, że nie jestem *native speakerem*, nie czuję się upoważniona do wypowiedzania się na temat jego poprawności gramatycznej i stylistycznej.

Pod względem redakcyjnym tekst rozprawy mgr. Artura Góreckiego został przygotowany niemal perfekcyjnie – znalazłam zaledwie kilka bardzo drobnych błędów, takich jak np. pojedyncze literówki czy na końcu podpisu Figury 9 wtrącony tytuł następnego podrozdziału. Zupełnie nie wpływają one ani na treść rozprawy, ani na jej wartość merytoryczną.

Integralną częścią tekstu rozprawy Doktoranta są ryciny, w tym także te załączone jako *Supplementary Figures*. W przypadku pracy palinologicznej mają one szczególne znaczenie – od kiedy zaprzestano zamieszczania w opracowaniach palinologicznych tabel ze zliczeniami sporomorf, są one jedyną dokumentacją uzyskanych wyników. Wszystkie diagramy wchodzące w skład rozprawy doktorskiej mgr. Góreckiego są przygotowane bardzo starannie. Zarówno ich skala pozioma, jak i pionowa zostały tak dobrane, że bez większego problemu można odczytać zawarte w nich dane. Mimo generalnie bardzo wysokiej oceny diagramów pyłkowych, mam jednak parę odnoszących się do nich uwag i pytań. Liczę, że Autor wykorzysta je, przygotowując swoją rozprawę do druku.

- (1) Dlaczego strop profilu pyłkowego ze stanowiska Skrzyńka na rycinie 5 stanowi spektrum z głębokości 190 cm, podczas gdy na wszystkich pozostałych rycinach przedstawiających ten profil (Fig. 4; Supp. Figs 1-3) – spektrum z głębokości 180 cm?
- (2) Pełny diagram pyłkowy ze stanowiska Wólka Domaszewska obejmuje odcinek 515-50 cm (Fig. 6). Następnie w pracy znajduje się diagram pyłkowy prezentujący tylko stropową część profilu z głębokości 115-50 cm (Fig. 7; na tej rycinie należałoby dodać granice poziomów pyłkowych, tak jak jest to w pozostałych diagramach zawartych w rozprawie), a potem dwa diagramy zestawiające procentowe dane pyłkowe z danymi wyliczonymi przy użyciu REVEALS – pierwszy z głębokości 515-120 cm (Fig. 8), a drugi z głębokości 150-91 cm (Fig. 9). Co powodowało Doktorantem, aby to wszystko aż tak skomplikować?
- (3) Dlaczego na diagramie ze stanowiska Kolonia Bystrzycka 1 zestawiającym procentowe dane pyłkowe z danymi wyliczonymi przy użyciu REVEALS (Fig. 12) brakuje odcinka z głębokości 460-435 cm, który jest uwzględniony w procentowych diagramach pyłkowych (Fig. 10; Supp. Fig. 7-9)?
- (4) Dlaczego na diagramie pyłkowym, który według podpisu przedstawia interglacjalną część profilu ze stanowiska Krępa (Fig. 15) znajduje się lokalny poziom pyłkowy KR-1 odpowiadający zlodowaceniowi poprzedzającemu interglacjał mazowiecki (MIS 12), natomiast brakuje na nim poziomu KR-11 (podzielonego na trzy podpoziomy), który należy do interglacjału mazowieckiego (patrz Fig. 14)? Dla odmiany poziom KR-11 jest uwzględniony na diagramie porównującym dane pyłkowe z danymi wyliczonymi wg

REVEALS (Fig. 17), podczas gdy nie ma tam z kolei poziomu KR-2 reprezentującego początek interglacjału.

- (5) Na diagramach pyłkowych powinny być, moim zdaniem, wskazane poziomy występowania oscylacji klimatycznych OHO, YHO i BHO.
- (6) Szkoda, że na pełnych diagramach pyłkowych dołączonych do rozprawy jako *Supplementary Figures* nie zostały narysowane granice lokalnych poziomów pyłkowych – to znacznie ułatwiłoby ich analizowanie i porównywanie z diagramami z tych samych profili zawartymi w rozprawie. Domyślam się, że diagramy te nie wejdą w skład pracy przeznaczonej do druku, a w rozprawie zostały zamieszczone raczej po to, aby zademonstrować warsztat palinologiczny Doktoranta.

Ocena merytoryczna

Rozprawa doktorska mgr. Artura Góreckiego jest opracowaniem z zakresu paleoekologii czwartorzędu. Dotyczy sukcesji roślinności podczas interglacjału mazowieckiego, który w zachodniej Europie nazywany jest interglacjałem holsztyńskim (środkowy czwartorzęd, *Marine Isotope Stage 11c* – MIS 11c), ze szczególnym uwzględnieniem zmian w szacie roślinnej, które były odpowiedzią na śród-interglacjalne chłodne oscylacje klimatyczne, głównie tzw. starszą oscylację holsztyńską (*Older Holstenian Oscillation* – OHO) i młodszą oscylację holsztyńską (*Younger Holstenian Oscillation* – YHO). Podstawową metodą badawczą była wysokiej rozdzielczości stratygraficznej i taksonomicznej analiza pyłkowa wzbogacona o analizę tzw. mikrofosyliów/palinomorf pozapyłkowych (NPPs), a uzyskane w ten sposób dane pyłkowe zostały wykorzystane do opracowania modelu REVEALS i następnie poddane analizie statystycznej techniką niemetrycznego skalowania wielowymiarowego (*Non-metric Multidimensional Scaling* – NMDS). Badaniem objęto osady pięciu nowych profili z Niziny Południowopodlaskiej (wschodnia Polska), która stanowi swoiste „zagłębienie” osadów jeziornych i torfowych interglacjału mazowieckiego. Jest to obszar unikatowy pod tym względem nie tylko w skali naszego kraju, ale także w skali całego kontynentu, a śmiem podejrzewać, że wręcz nigdzie więcej na świecie nie ma rejonu o podobnym zagęszczeniu i równie łatwej technicznej dostępności kopalnych osadów jeziornych i/lub bagiennych datowanych na MIS 11c.

O trafności wyboru problematyki, jaką zajął się mgr Artur Górecki w ramach swojej rozprawy doktorskiej, a także o trafności doboru metod badawczych umożliwiających osiągnięcie założonych celów i weryfikacji postawionych hipotez, najlepiej świadczą co najmniej trzy kwestie.

- (1) Czwartorzęd charakteryzował się naprzemiennym występowaniem kilku okresów zimnych (złodowacenia) i ciepłych (interglacjały). Jednak w kontekście prób rozpoznania przyczyn i modelowania ewentualnych następstw obecnie (późny holocen) obserwowanych zmian klimatycznych, powszechnie nazywanych globalnym ociepleniem, najbardziej interesującym, ze względu na podobną jak w holocenie konfigurację orbitalną, wydaje się być interglacjał holsztyński/mazowiecki (MIS 11c). Zwłaszcza, że podczas tego interglacjału miały miejsce co najmniej dwa gwałtowne (w skali geologicznej) wzniesienia klimatyczne. W środkowej Europie oscylacje te nadal są dość słabo rozpoznane, a szczegółowa dokumentacja ich przebiegu może stanowić ważny

element na drodze do lepszego zrozumienia obecnie zachodzących globalnych zmian klimatu.

- (2) Ponieważ śród-interglacjalne wahnięcia klimatyczne były wydarzeniami krótkotrwałymi (w geologicznej skali czasu), to przy analizie pyłkowej o standardowej rozdzielczości stratygraficznej (powyżej 10-20 cm) nie były one rejestrowane – czas trwania takiej oscylacji był bowiem krótszy niż „odległość czasowa” pomiędzy analizowanymi próbkami – lub były rejestrowane przez pojedyncze próbki i uznawane za zaburzenie w osadzie. Stąd tak ogromne znaczenie analiz o podwyższonej rozdzielczości stratygraficznej.
- (3) W „tradycyjnym” podejściu palinologicznym końcowym efektem analizy pyłkowej jest ustalenie udziału procentowego pyłku poszczególnych palinotaksonów w badanej próbce osadu, co sprowadza się do określenia ich udziału w opadzie pyłkowym w okresie, gdy osad ten się tworzył. Rekonstruowanie na tej podstawie dawnej roślinności jest kwestią interpretacji i może być obciążone subiektywizmem. Dlatego w ostatnich dekadach trwają intensywne badania nad produkcją i szybkością opadania pyłku różnych gatunków współcześnie rosnących roślin, zmierzające do ustalenia zależności pomiędzy składem taksonomicznym opadu pyłku a składem roślinności, będącej jego źródłem. W paleoekologii wyniki tych prac wykorzystywane są do możliwie jak najbardziej obiektywnego przetwarzania danych pyłkowych uzyskiwanych w wyniku analizy palinologicznej na informacje dotyczące rzeczywistego składu dawnej roślinności. Służy temu między innymi modelowanie REVEALS, które w ostatnich latach jest coraz powszechniej wykorzystywane w różnego rodzaju rekonstrukcjach paleoekologicznych, niestety jak do tej pory niemal wyłącznie w odniesieniu do holocenu.

Część wstępną rozprawy (rozdział *Introduction*) Autor rozpoczyna od charakterystyki interglacjału mazowieckiego, szczególną uwagę zwracając na jego korelację z morskimi stadiami izotopowymi i innymi interglacjalami, a także na opis klimatu tego interglacjału. Następnie (pomijam podrozdział *Characteristic of the study area*, który znajduje się tu raczej nie na swoim miejscu) charakteryzuje cykle Milankovitch'a, a potem omawia różnego typu krótkotrwałe oscylacje klimatyczne w obrębie czwartorzędu, poczynawszy od wydarzeń Bonda, poprzez wydarzenia Heinrich'a i Dansgaard'a-Oeschger'a, po wewnątrz-interglacjalne oscylacje podczas interglacjału eemskiego i mazowieckiego. Ten ostatni podrozdział przeczytałam ze szczególną przyjemnością, ze względu na jego zwięzłość w kontekście ogromu informacji jakie są w nim zawarte. Dowodzi on, że Autor znakomicie orientuje się w zagadnieniach związanych z dynamiką środowiska podczas czwartorzędu i jest na bieżąco z literaturą dotyczącą tej problematyki.

Na końcu rozdziału *Introduction* mgr Górecki formułuje główne hipotezy badawcze, z których najciekawszą według mnie, ze względu na moje osobiste zainteresowanie zmiennością klimatu interglacjału eemskiego, jest ta ostatnia, zakładająca, że lepsze rozpoznanie OHO, YHO i innych „wypadków” klimatycznych podczas interglacjału mazowieckiego może przyczynić się do lepszego zrozumienia oscylacji podczas innych interglacjałów.

W odniesieniu do metodyki badań na podkreślenie zasługuje bardzo solidny warsztat palinologiczny Doktoranta – prawidłowe zastosowanie metod laboratoryjnych, wzbogacenie

analizy pyłkowej o analizę mikrofosyliów pozapyłkowych (NPPs), bogata lista oznaczonych palinotaksonów oraz poprawne zastosowanie nomenklatury palinologicznej. Nie jestem jedynie przekonana co do tego, czy w opisie metod warto wspominać o zastosowaniu wskaźnika umożliwiającego wyliczenie koncentracji sporomorf w osadzie, skoro w dalszej części pracy w ogóle nie ma mowy o koncentracji. Podział diagramów pyłkowych na lokalne poziomy i podpoziomy pyłkowe przeprowadzono prawidłowo. Ze względu na skalę diagramów pyłkowych jest mi jednak trudno ocenić poprawność ulokowania granic tych jednostek – zawsze powinny być one wyznaczone w połowie odległości między kolejnymi próbkami, a na niektórych diagramach wydaje mi się, że są postawione „na próbach”. Bardzo dobre wrażenie robi ogromna liczba prób poddanych analizie palinologicznej. Za absolutnie nowatorskie w odniesieniu do interglacjalnych materiałów palinologicznych, o czym już wcześniej wspomniałam, należy uznać zastosowanie modelowania REVEALS. Było to zadanie dość trudne, między innymi ze względu na brak danych dotyczących produkcji i szybkości opadania pyłku co najmniej kilku drzew i krzewów ważnych dla mazowieckiej sukcesji roślinności. Doktorant znakomicie pokonał te trudności, bardzo logicznie i przekonująco wyjaśniając przyjęte przez siebie rozwiązania.

Opis uzyskanych wyników jest raczej lakoniczny. Ale w przypadku prac palinologicznych nie jest to właściwie żadne uchybienie, bo istotniejsze od słownego opisu, są w nich diagramy pyłkowe. Ważne jest, że Doktorant uwypuklił tu informacje dotyczące porównania „tradycyjnych” danych pyłkowych z danymi wyliczonych przez REVEALS, co jest istotą jego rozprawy.

Dyskusję prowadzi mgr Górecki dwuetapowo. Najpierw omawia uzyskane przez siebie dane palinologiczne na tle danych z innych polskich i europejskich stanowisk interglacjału mazowieckiego/holsztyńskiego (podrozdział *Palynological results from newly described sites compared to other Polish and European sites*) oraz wskazuje jak modelowanie REVEALS wpłynęło na zmianę dotychczasowego obrazu przemian roślinności tego interglacjału (podrozdział *How REVEALS approach change our perspectives of Masovian Interglacial?*). Następnie, wykorzystując wyniki niometrycznego skalowania wielowymiarowego danych uzyskanych poprzez modelowanie REVEALS odtwarza mazowiecką sukcesję roślinności we wschodniej Polsce (podrozdział *History of Masovian Interglacial vegetation in Eastern Poland based on NMDS results*). Tok przeprowadzonej dyskusji dowodzi znakomitego rozeznania Autora zarówno w starszej, jak i najnowszej literaturze dotyczącej dynamiki klimatu i roślinności interglacjału mazowieckiego oraz zdolności do jej krytycznej selekcji pod kątem diskutowanych problemów. Dyskusja charakteryzuje się przejrzystością i zwięzłością oraz umiejętną analizą ekologiczną kopalnego materiału.

Jakie są według mnie najważniejsze wnioski wynikające z badań przeprowadzonych przez mgr. Artura Góreckiego? Dla paleoekologów czwartorzędu najistotniejsze będzie z pewnością to, że dzięki zastosowaniu modelowania REVEALS wykazał On istotne różnice w stosunku do wcześniejszych rekonstrukcji roślinności interglacjału mazowieckiego, w tym większe znaczenie modrzewia i zbiorowisk łągowych z dominacją jesionu podczas wczesnego interglacjału, a także dominację jodły podczas YHO. Z kolei stratygrafów czwartorzędu na pewno zainteresuje i zainspiruje do dyskusji zaproponowany przez Doktoranta nowy zakres czasowy interglacjału mazowieckiego (18 000 lat i korelacja z

większą częścią MIS 11c) oraz sugestia, że wczesne zlodowacenie Liwca, wcześniej opisywane jako MIS 10, powinno być korelowane z późnym MIS 11c.

W pełni zgadzam się z mgr Arturem Góreckim, że temat oscylacji klimatycznych interglacjału mazowieckiego wciąż pozostaje otwarty, a dalsze badania są konieczne, aby poznać genezę tych wydarzeń. Jednak, uzyskane przez Doktoranta dane palinologiczne stanowią dla nich bardzo solidną podstawę.

Rozprawa doktorska mgr. Artura Góreckiego to opracowanie dojrzałe, dopracowane i głęboko przemyślane. Jak każda interesująca i bogata w fakty praca naukowa, nasuwa ona pytania i uwagi o charakterze dyskusyjnym, np.:

- (1) Czy w przypadku interglacjału mazowieckiego zasadne jest korelowanie zmian roślinności jakie miały miejsce w środkowej Europie ze zmianami na południu naszego kontynentu?
- (2) W streszczeniu rozprawy Doktorant stwierdza „*Wyniki analizy NMDS sugerują, że YHO spowodowała przebudowę lasów grądowych w kierunku bardziej termofilnego wariantu*”. Czy według Autora wszystkie chłodne śród-interglacjalne oscylacje klimatu były swego rodzaju stymulatorami przemian w interglacjalnej sukcesji roślinności i inicjowały jej kolejne etapy? Czy może były raczej epizodami, po których roślinność szybko wracała do stanu przed ochłodzenia?

Podsumowanie

Rozprawę doktorską mgr. Artura Góreckiego stanowi jego autorska praca o charakterze monografii naukowej z zakresu paleoekologii czwartorzędu przygotowana w formie maszynopisu. Rozprawa napisana jest w języku angielskim. Dołączone jest do niej streszczenie w języku angielskim oraz polskim. Rozprawa jest oryginalnym, nienagannym pod względem metodycznym opracowaniem dotyczącym niezwykle istotnego w paleoekologii problemu, jakim są śród-interglacjalne wahnięcia klimatyczne i ich odzwierciedlenie w roślinności. Dzięki ponadstandardowej rozdzielczości stratygraficznej przeprowadzonej analizy palinologicznej i pierwszemu w Polsce zastosowaniu modelowania REVEALS do rekonstrukcji zmian roślinności podczas interglacjału mazowieckiego stanowi ona ważny wkład mgr. Artura Góreckiego w polską paleobotanikę. Oprócz niezaprzeczalnej wartości samych materiałów palinologicznych, znacznym walorem rozprawy jest też fakt, że oparta jest ona na bogatej literaturze przedmiotu, przez co daje podstawy do wysokiej oceny wiedzy teoretycznej Doktoranta w zakresie paleoekologii czwartorzędu. Wszystko to prowadzi do stwierdzenia, że mgr. Artur Górecki jest dobrze przygotowany do samodzielnej pracy naukowej w tej dyscyplinie.

Wniosek końcowy

Biorąc powyższe pod uwagę, stwierdzam, że **rozprawa doktorska mgr. Artura Góreckiego spełnia warunki określone w artykuale 187 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce** (Dz. U. z 2018 r. poz. 1668 z późniejszymi zmianami). W związku z tym składam do Rady Dyscypliny Nauki biologiczne Uniwersytetu Jagiellońskiego wniosek o dopuszczenie mgr. Artura Góreckiego do dalszych etapów

postępowania o nadanie mu stopnia naukowego doktora w dziedzinie nauk ścisłych i przyrodniczych w dyscyplinie nauki biologiczne.

Jednocześnie, wskazując na wyjątkowo wysoki poziom metodyczny i merytoryczny rozprawy doktorskiej mgr. Artura Góreckiego, znacząco przewyższający większość prac z zakresu paleoekologii czwartorzędu, bardzo proszę Radę Dyscypliny Nauki biologiczne Uniwersytetu Jagiellońskiego o wyróżnienie tej rozprawy.



Prof. dr hab. Mirosława Kupryjanowicz

Białystok, 8.09.2023