

Dr hab. Piotr Szrek, prof. inst.
Państwowy Instytut Geologiczny-
Państwowy Instytut Badawczy
ul. Rakowiecka 4
00-975 Warszawa

Warszawa, 25 lipca 2025 r.

Recenzja rozprawy doktorskiej mgr Macieja Pindakiewicza pt. „Fish otoliths and statoliths of Mesozoic cephalopods: their phylogenetic and environmental significance (*Otolity ryb i statolity głowonogów mezozoicznych: ich znaczenie filogenetyczne i środowiskowe*)”

Niniejsza ocena rozprawy doktorskiej mgr. Macieja Pindakiewicza, powstała na podstawie uchwały Rady Naukowej Instytutu Paleobiologii Polskiej Akademii Nauk, powołującej mnie na recenzenta, o czym zostałem poinformowany pismem dyrektora IP PAN, prof. dr. hab. Jarosława Stolarskiego z dnia 30.06.2025. Zgodnie z zawartą umową o dzieło na wykonanie recenzji (nr 87/2025), recenzja została przygotowana wg zawartych w niej zasad, opisanych w §2, pkt 5 umowy. Wraz z manuskrytem rozprawy (wybrałem formę elektroniczną w formacie PDF), otrzymałem również podanie doktoranta o wszczęcie postępowania w sprawie nadania stopnia naukowego doktora wraz z nr. certyfikatu poświadczającego znajomość języka obcego, jego życiorys, oraz oświadczenia współautorów o udziale w powstaniu poszczególnych publikacji.

Sylwetka doktoranta

Pan Maciej Pindakiewicz uzyskał tytuł zawodowy magistra na Wydziale Geologii Uniwersytetu Warszawskiego na podstawie pracy pt. *Ryby z pogranicza permu i triasu Wiaznik, Środkowej Rosji*, napisanej pod kierunkiem prof. dr. hab. Michała Gintera w roku 2015. W latach 2018-2024 był uczestnikiem studiów doktoranckich w Instytucie Paleobiologii PAN, czego efektem jest przedstawiona rozprawa. Na podstawie przedstawionej dokumentacji stwierdzam, że przedstawione, ani inne osiągnięcia nie były podstawą do wcześniejszego starania się o uzyskanie stopnia naukowego doktora w żadnej jednostce naukowej. Mgr Pindakiewicz jest doświadczony w organizacji prac terenowych, preparacji makro- i mikroskamieniałości, pracy z binokulem i mikroskopem. Wykazuje się także umiejętnościami zarządzania projektami, komunikacją w grupie, cierpliwością niezbędną w pracy nad materiałem mikroskamieniałości oraz formułowaniem tez naukowych i rozwiązywaniem problemów. Aktywnie uczestniczy w projektach badawczych, co potwierdza m.in. przyznany mu grant NCN 2019/35/N/ST10/04160, koncentrujący się na paleoekologii, paleogeografii, rozsiedleniu batymetrycznym i dywersyfikacji ryb i głowonogów w mezozoicznych morzach epikontynentalnych.

Ma bogate doświadczenie w pracach terenowych, prowadzonych w latach 2012-2023 w Polsce (Krasiejów, Dolny Śląsk, Mielnik, Miedary, Zawiercie), a także za granicą: w południowej Tunezji, Dolomitach (Włochy), na wybrzeżach Wielkiej Brytanii (Yorkshire, Kent, Dorset), w stanach Missisipi i Tennessee (USA) oraz na Litwie (Papile). Regularnie uczestniczy w konferencjach studenckich i naukowych, prezentując referaty i postery dotyczące swoich badań od 2012 roku. Jest autorem lub współautorem publikacji naukowych w renomowanych czasopismach, m.in. w „Acta Palaeontologica Polonica”, „Comptes Rendus Palevol”, „Journal of Vertebrate Paleontology” czy „Lethaia”. Posiada również doświadczenie organizacyjne jako członek kół studenckich, współorganizator prac terenowych oraz członek Instytutowej Rady Doktorantów.

Choć nie jest to wymagane przy ocenie doktorantów, zwłaszcza na początku kariery naukowej, pozwalam sobie również zaznaczyć, że cztery, spośród pięciu *stricte* naukowych publikacji doktoranta, jest ujętych w bazie Web of Science (piąta, jako „w druku” takiej szansy na razie nie miała, ale też będzie), która określa liczbę cytowań (bez autocytowań) mgr. Pindakiewicza na 13, przy indeksie Hirscha = 2. Należy zauważyć, że najwięcej cytowań ma praca Pindakiewicz i in. (2020) – 11 (na dzień 25.07.2025), nieujęta w pliku publikacji doktorskich. Pozostałe prace (stanowiące część pliku), mają pojedyncze cytowania, ale biorąc pod uwagę krótki czas, jaki upłynął od ich ukazania, jest to naturalne. Baza Scopus pokazuje podobne parametry naukometryczne. Uważam je za dobre, biorąc pod uwagę młody wiek doktoranta i przewiduję dalszy ich wzrost.

Ocena formalna dysertacji

Na rozprawę pt. *Otolity ryb i statolity głowonogów mezozoicznych: ich znaczenie filogenetyczne i środowiskowe (Fish otoliths and statoliths of Mesozoic cephalopods: their phylogenetic and environmental significance)* mgr Maciej Pindakiewicz przedstawił cykl czterech publikacji:

Pindakiewicz, M. K., Hryniewicz, K., Janiszewska, K., & Kaim, A. (2022). First Cretaceous cephalopod statoliths fill the gap between Jurassic and Cenozoic forms. *Comptes Rendus Palevol*, 21, 801–813.

Pindakiewicz, M. K., Hryniewicz, K., & Kaim, A. (2023). Early Cretaceous radiation of teleosts recorded by the otolith-based ichthyofauna from the Valanginian of Wąwał, central Poland. *Journal of Vertebrate Paleontology*, 42, e2232008.

Pindakiewicz, M. K., Hryniewicz, K., Janiszewska K., & Kaim, A. (2024). A microfossil evidence for the composition of fish community in the Late Triassic of Tethys (Dolomites, Italy). *Lethaia*, 57, 1–15.

Pindakiewicz, M. K., Hryniewicz, K., Rinkevičiūtė, S., Sztajner, P., Janiszewska, K., & Kaim, A. (in press). Jurassic teleosts diversity and abundance changes, recorded by otolith and cephalopod

Przedstawiona do oceny dysertacja (do oceny wybrałem wersję elektroniczną w formacie PDF) poza tymi artykułami, zawiera również wstęp, w którym autor przedstawia uzasadnienie zajęcia się tematem i wyjaśnia kwestie, niezawarte w samych publikacjach. Całość podsumowana jest obszernym rozdziałem, który w mojej ocenie sam w sobie stanowi materiał na osobną publikację przeglądową. Praca powstała pod kierunkiem dr. hab. Andrzeja Kaima prof. inst. (promotor) oraz dr. hab. Krzysztofa Hryniewicza (promotor pomocniczy).

Całość rozprawy składa się z 235 stron (wraz z figurami), w których główną część stanowią opublikowane (w trzech przypadkach) i przyjęte do druku (jedna praca) artykuły. Językiem rozprawy jest angielski i zawiera streszczenie w języku polskim (zgodnie z ustawą *Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce* z dnia 20 lipca 2018 r., art. 187, ust. 3-4; Dz. U. 2018 poz. 166, z późniejszymi zmianami). Układ pracy jest uporządkowany i logiczny. Część wprowadzająca stanowi punkt wyjścia do uporządkowanych czterech artykułów, po czym następuje podsumowanie ze zbiorczo ujętymi wnioskami i dodatkowymi komentarzami.

Pod tym względem tak zestawiona dysertacja stanowi spójne dzieło, którego zawartość jest odzwierciedleniem nadanego tytułu.

Ocena założonych celów

Głównym celem autora w zestawieniu całej dysertacji było wykazanie, że otolity ryb i statolity głowonogów mezozoicznych mogą nie tylko być użyteczne w taksonomii i paleoekologii, ale także wypełniać luki w zrozumieniu historii ewolucyjnej zarówno głowonogów, jak i teleostei. Praca miała również na celu zwiększenie wiedzy na temat ewolucji i ekologii tych dwóch głównych grup zwierząt nektonicznych w erze mezozoicznej, a także ustalenie dynamiki faunistycznej w tym okresie.

Uważam, że cele te zostały osiągnięte, a szczegółową ocenę przedstawiam poniżej.

Szczegółowa charakterystyka dysertacji

Rozdział wprowadzający ma za zadanie zapoznanie z głównymi przedmiotami badań rozprawy: otolitami ryb i statolitami głowonogów, powszechnie nazywanymi "kamykami słuchowymi". Wyjaśnia, że są to struktury głównie aragonitowe, tworzące się w uchu wewnętrznym zwierząt, gdzie odpowiadają za zmysły równowagi i słuchu. Podkreślono, że otolity, szczególnie strzałki, posiadają morfologiczne cechy często charakterystyczne dla danego gatunku, podobnie jak statolity. Ze względu na swoją odporność na rozpuszczanie i ogólnie dobry potencjał fosylizacyjny w drobnoziarnistych osadach silikoklastycznych, takich jak ility, muły czy łupki, kamienie słuchowe

stanowią cenne mikroskamieniałości. Rozdział ten zarysowuje również historyczny kontekst badań nad otolitami i statolitami mezozoicznymi, wskazując, że mimo iż otolity ryb są znane w zapisie kopalnym od środkowego dewonu, a statolity głowonogów od wczesnej jury, to ich szersze badania, zwłaszcza w kontekście mezozoicznym, są stosunkowo niedawne. Prace takie jak Wernera Schwarzhansa nad otolitami jurajskimi i wczesnokredowymi (2018) czy Malcolm R. Clarke'a (1978, 2003) i Malcolma B. Harta (2019) nad statolitami jurajskimi stanowią kluczowe punkty odniesienia. We wstępie autor zaznacza, że dotychczasowe badania wykazały, że statolity były znacznie liczniejsze niż otolity teleostei w osadach jurajskich, co jest tezą mocno wspieraną przez niniejszą rozprawę. Głównym celem rozprawy było wykazanie, że mezozoiczne statolity głowonogów i otolity teleostei są użyteczne nie tylko w taksonomii i paleoekologii, ale także mogą wypełnić luki w zrozumieniu ewolucyjnej historii obu tych grup, przyczyniając się do lepszego poznania dynamiki faunistycznej głównych grup zwierząt nektonicznych i nekto-bentosowych w erze mezozoicznej.

Pindakiewicz i in. (2022). Praca ta koncentruje się na pierwszych kredowych statolitach głowonogów, które wypełniają znaczącą lukę w zapisie kopalnym między formami jurajskimi a kenozoicznymi. Autor opisuje cztery statolity z wczesnej kredy (jeden z Wąwału w Polsce i trzy ze Speeton Clays w Wielkiej Brytanii), sugerując ich przynależność do bazalnych dziesięciornic lub blisko spokrewnionych belemnoidów, wykazując podobieństwo do współczesnej mątwki pigmejki (*Idiosepius pygmaeus*). Podkreśla również zauważalną zmianę w obfitości statolitów w stosunku do otolitów ryb, wskazując na dominację głowonogów w jurze i ich spadek w kredzie, co odzwierciedla transformację w składzie nektonu. Kopalny zapis statolitów głowonogów w erze mezozoicznej, który do niedawna był fragmentaryczny i mocno ograniczony do jury, dzięki tej pracy został znacząco uzupełniony. Odkrycie pierwszych kredowych statolitów głowonogów (z Wąwału w Polsce i Speeton Clays w Wielkiej Brytanii) wypełniło lukę między formami jurajskimi a kenozoicznymi. Praca potwierdziła, że statolity Clarke'a (2003) Morfotypu A były bardzo obfite w jurze, co kontrastuje z ich rzadkością w kredzie, co z kolei wskazuje na fundamentalne zmiany w ekosystemie nektonicznym mezozoicznych środowisk morskich. Porównania morfologiczne mezozoicznych statolitów z ich współczesnymi odpowiednikami, zwłaszcza z mątwką pigmejką (*Idiosepius pygmaeus*), sugerują, że najprawdopodobniej należały one do bazalnych dziesięciornic lub blisko z nimi spokrewnionych belemnitów. Podobieństwo do *Idiosepius pygmaeus*, charakteryzujące się wypukłą ostrogą i brakiem skrzydła, jest duże i wskazuje na potencjalnie bliskie pokrewieństwo idiosepiidów z mezozoicznymi głowonogami bazalnymi, co może pomóc w wyjaśnieniu ich nieokreślonej pozycji w drzewie filogenetycznym głowonogów. Rozprawa również wspiera hipotezę, że obecność i obfitość statolitów w osadach koreluje się z obfitością rostrów belemnitów, co dodatkowo wskazuje na ich przypuszczalną przynależność taksonomiczną.

Pindakiewicz i in. (2023). Ta część znacząco rozszerzyła wiedzę o taksonomii mezozoicznych teleostei, opisując jeden nowy rodzaj otolitowy (*Palaeoargentina* gen. nov.) i sześć nowych gatunków otolitów z wczesnej kredy z Wąwału, a także dodatkowe nowe rodzaje i gatunki z jury. Zidentyfikowano otolity należące do grup, które wcześniej były znane tylko z młodszych osadów (np. *Kokenichthys*, *Palaeoargentina*), jak również reliktowe formy jurajskie (*Archaeotolithus*, *Protoelops*) w zespołach wczesnokredowych. Ta unikalna mieszanka taksonów jurajskich i kredowych podkreśla, że radiacja teleostei była procesem bardziej stopniowym i długotrwałym, niż wcześniej przypuszczano. Zmiana w stosunku obfitości statolitów głowonogów do otolitów ryb jest kluczowym odkryciem rozprawy. W jurze statolity głowonogów dominowały, podczas gdy otolity ryb były rzadkie. Ten stosunek odwrócił się w kredzie, gdzie otolity ryb stały się znacznie liczniejsze, a statolity głowonogów – rzadkie lub nieobecne. Ta transformacja składu nektonu zdominowanego przez głowonogi w jurze do nektonu zdominowanego przez teleostei w kredzie mogła rozpocząć się już pod koniec jury. Przyczyny tej zmiany są złożone i mogą obejmować wzrost presji drapieżniczej ze strony teleostei na larwy głowonogów oraz zmiany w dostępności niszy ekologicznej. Uważam to za jedno z ważniejszych osiągnięć doktoranta, które posiada duży potencjał do rozwinięcia w przyszłości.

Pindakiewicz i in. (2024). Praca ta przedstawia najstarsze do tej pory, przypuszczalne otolity holostei z późnego triasu (karnik) formacji Cassian we Włoszech, które morfologicznie przypominają otolity larw współczesnego niszczuka aligatorowego, co może sugerować konserwatyzm tej struktury w obrębie niektórych holostei. Praca omawia także rodzaj otolitowy *Archaeotolithus*, który był powszechny od wczesnej do środkowej jury i którego najmłodszy zapis został odkryty w kredzie (walażyn) w Polsce. Morfologicznie *Archaeotolithus* dzieli się na dwa morfotypy, a ich zapis kopalny sugeruje, że należały one do nieznanymi ryb holostei, być może ginglymodi, co uzupełnia luki w ich zapisie kopalnym i wskazuje na szeroki zakres czasowy występowania tej grupy. Praca opisuje najstarszy znany zespół otolitów teleostów z karniku (późny trias), co potwierdza wczesne pojawienie się tej grupy. Badania otolitów jurajskich wykazały, że leptolepiformy były dominującą grupą teleostei we wczesnej jurze, a ich różnorodność wzrosła w środkowej jurze. Praca wskazuje, że radiacja teleostei była procesem stopniowym, który rozpoczął się wcześniej niż dotychczas sądzono, prawdopodobnie już we wczesnej kredzie, a nawet pod koniec jury. Zidentyfikowano nowe rodzaje i gatunki otolitów, w tym *Juraelops* gen. nov. i *Vodyanoi* gen. nov. oraz osiem nowych gatunków otolitów, w tym *Pteralbula jurassica* sp. nov., która jest najstarszym znanym albuliformem, co przesuwając początek tej grupy do jury środkowej.

Pindakiewicz (w druku). Autorzy pracy przebadali zmiany w różnorodności i frekwencji jurajskich teleostei, rejestrowane przez zespoły otolitów i statolitów głowonogów. Opisano w nim dwa nowe rodzaje i osiem nowych gatunków ryb kostnoszkieletowych. Badania potwierdziły znaczącą dominację statolitów bazalnych dziesięciornic nad otolitami ryb kostnoszkieletowych przez większość

okresu jurajskiego, przy czym teleostei były liczbowo zdominowane przez leptolepiformy. Autor proponuje, że dywersyfikacja koronnych teleostei rozpoczęła się w środkowej jurze, a ich radiacja przyspieszyła w późnej jurze, prowadząc do transformacji składu nektonu z dominacji głowonogów na rzecz teleostei na przełomie jury i kredy. Wkład rozprawy w naukę polega na uzupełnieniu brakujących danych w zapisie kopalnym i na nowym spojrzeniu na ewolucję i ekologię teleostei i dziesięciornic w mezozoiku, wykazując, że otolity i statolity są niezastąpionym źródłem informacji w paleobiologii.

Rozdział podsumowujący syntezuje wyniki wszystkich czterech artykułów wchodzących w skład rozprawy, przedstawiając kompleksowy obraz znaczenia otolitów i statolitów dla rekonstrukcji ewolucji, paleoekologii i rozmieszczenia mezozoicznych ryb kostnoszkieletowych i głowonogów.

Ocena stosowanej metodyki

Metodyka badań zastosowana w pracy doktorskiej była kompleksowa i opierała się przede wszystkim na analizie mikroskamieniałości, ze szczególnym uwzględnieniem otolitów ryb i statolitów głowonogów.

Badania rozpoczęto od szeroko zakrojonych prac terenowych, polegających na gromadzeniu dużych próbek (bulk samples), głównie z drobnoziarnistych osadów silikoklastycznych, takich jak ropy, muły i piaski, które są szczególnie sprzyjające dla zachowania delikatnych aragonitowych otolitów i statolitów. Próbkę pobierano z licznych stanowisk w Polsce, Litwie i Wielkiej Brytanii, a także z materiałów z Włoch (Formacja Cassian) i Rosji (Popovo). Ilość pobranego osadu wahała się od 5 do 10 kg na próbkę, w zależności od dostępności odsłonięcia. Duże okazy były również zbierane powierzchniowo. Prace terenowe były prowadzone przez głównego autora rozprawy, we współpracy ze współautorami.

Po zebraniu, próbki poddawano obróbce laboratoryjnej, która obejmowała suszenie, a następnie przesiewanie na mokro z użyciem wody i detergentu, przez sita o średnicy oczek 0,375 mm. Po wysuszeniu pozostałości, skamieniałości były ręcznie wybierane pod binokulem.

Kolejny etap to analiza i identyfikacja mikroskamieniałości. Morfologię otolitów i statolitów dokumentowano za pomocą skaningowego mikroskopu elektronowego (SEM). Dodatkowo, wybrane, najlepiej zachowane okazy (w tym statolity współczesnej mątwki pigmejki) były skanowane w mikrotomografie komputerowym, co pozwoliło na uzyskanie trójwymiarowych modeli i szczegółowe badanie ich złożonej morfologii wewnętrznej i zewnętrznej. Identyfikacja taksonomiczna opierała się na analizie gatunkowo specyficznych cech morfologicznych; w przypadku ryb, systematyka opierała się w dużej mierze na rewizji Wernera Schwarzhansa z 2018 roku. W przypadku najstarszych, triasowych otolitów, w niektórych przypadkach odstąpiono od formalnej taksonomii ze względu na trudności w ustaleniu diagnostycznych cech na niższych rangach, wynikające z ich młodocianego

stadium i ograniczonej dostępności danych. Prowadzono szczegółowe porównania znalezionych form kopalnych z ich współczesnymi i wcześniej opisanymi odpowiednikami, aby ustalić pokrewieństwo ewolucyjne i uzupełnić luki w znajomości zapisu kopalnego.

Kluczowym elementem badań były analizy paleoekologiczne i ewolucyjne, polegające na badaniu zmian w różnorodności oraz obfitości otolitów i statolitów w różnych okresach geologicznych. Pozwoliło to na rekonstrukcję paleośrodowiska i dynamiki ewolucyjnej społeczności nektonicznych w mezozoiku, w tym obserwację znaczącego przesunięcia w dominacji nektonu z głowonogów na ryby między jurą a kredą.

Doktorant pokazał, że wykorzystując powszechnie dostępne narzędzia badawcze, umiał pozyskać wyniki, które pozwoliły mu osiągnąć założone cele. Uważam, że dobór tych narzędzi nie pozostawia pola do dyskusji – nie ma tu nic, czego zabrakło, albo co zostałoby zastosowane niepotrzebnie.

Kwestie dyskusyjne

Na podstawie załączonej dysertacji można zidentyfikować kilka słabych elementów lub obszarów wymagających dalszych badań, które zresztą sam autor częściowo identyfikuje i wskazuje.

W przypadku kredowych statolitów głowonogów, pomimo znaczenia znalezisk, ich liczba jest niezwykle mała. Na przykład, ze stanowiska w Wąwale znaleziono tylko jeden statolit, a ze Speeton Clays tylko cztery. Autor sam przyznaje, że "niedostatek okazów uniemożliwia dalszą dyskusję na temat ontogenezy i zmienności wewnątrzpopulacyjnej tej formy". Podkreśla również, że "potrzeba więcej materiału z interwału tyton-dolny walańzyn, aby właściwie zbadać to zjawisko".

W przypadku triasowych otolitów, autor celowo zrezygnował z formalnej taksonomii na niższym poziomie (rodzajów i gatunków), ponieważ większość okazów należała prawdopodobnie do młodych osobników, u których cechy diagnostyczne nie były jeszcze w pełni rozwinięte, a dane na temat triasowych otolitów są bardzo ograniczone w porównaniu z późniejszymi okresami. Oznacza to, że wnioski dotyczące triasowej ichtiofauny są bardziej ogólne.

Niektóre nowo opisane gatunki, jak *Archaeotolithus aptychoides*, opierają się na unikatowym holotypie, co utrudnia weryfikację ich cech i zmienności. Podobnie, nieliczne okazy *Vodyanoi* sprawiają, że ich rzadkość utrudnia wyciąganie solidnych wniosków, poza czysto taksonomicznymi. Chociaż praca wypełnia lukę w zapisie statolitów głowonogów z kredy, to tajemnicą pozostaje zniknięcie statolitów dziesięciornic z grupy macierzystej po późnej jurze, pomimo tego, że belemnity i amonity nadal były powszechne we wczesnej kredzie.

Przynależność otolitów z rodzaju *Archaeotolithus* nadal jest przedmiotem debaty. Autor stawia hipotezę, że należą one do nieznanych ryb holostei, być może ginglymodi, ale wymaga to dalszych badań.

Brak skrzydła w statolitach mezozoicznych w porównaniu ze statolitami współczesnych głowonogów jest znaczącą różnicą morfologiczną, która utrudnia interpretację filogenetyczną. Hipoteza, że wypukła ostroga mogła pełnić podobną rolę, wymaga dalszych dowodów.

Trudności w odróżnieniu cech ontogenetycznych od ewolucyjnych są wskazywane jako wyzwanie przy porównywaniu otolitów z różnych stanowisk.

Mezozoiczne statolity głowonogów nie są tak zróżnicowane, jak ich elementy szkieletowe (muszle amonitów czy rostrum belemnitów), co ogranicza ich zastosowanie w drobiazgowej taksonomii głowonogów.

Powyższe punkty świadczą o tym, że praca mgr. Pindakiewicza, choć stanowi znaczący wkład w paleontologię, stawia również nowe pytania i wskazuje na obszary wymagające dalszych, pogłębionych badań.

Usterki

Jako uwagę krytyczną o charakterze redakcyjnym, zwracam uwagę na zamieszczenie w dysertacji manuskryptów w formie, w jakiej zapewne były wysłane do redakcji. Skutkuje to dużą liczbą stron rozprawy. Artykuł Pindakiewicz i in. (2024) w wersji na stronie czasopisma ma 15 stron, a w dysertacji 31, Pindakiewicz i in. (2022) w wersji na stronie czasopisma ma 13 stron, a w dysertacji 29, Pindakiewicz i in. (2023) na stronie czasopisma ma 10 stron, a w dysertacji 43 (!). Znacznie przyjaźniejsze do czytania, bez każdorazowego przewijania stron z figurami do właściwych objaśnień, byłoby umieszczenie artykułów w formie, w jakiej ostatecznie się ukazały (tj. złamane wg układu czasopism). Oczywiście nie dotyczy to pracy Pindakiewicz i in. – w druku. Łatwiejsze byłoby również porównywanie tekstu z figurami. Za nieułatwiający czytania uważam też spis treści dysertacji, w którym są tytuły prac i autorzy, ale bez pozostałych danych. Dlaczego nie umieszczono po prostu ich danych referencyjnych, skoro są to publikacje?

W publikacji Pindakiewicz i in. (2022) fig. 1 przedstawia wielki fragment Europy, podczas gdy dla pokazania lokalizacji dwóch opisanych stanowisk, wystarczyłby pas $\frac{1}{4}$ jej wysokości.

Na stronie 114 w publikacji Pindakiewicz i in. (2024) fig. 2 jest trudna do interpretacji, gdyż przedstawia (zgodnie podpisem) obszar badań, ale bez zaznaczenia lokalizacji na ogólniejszej mapie (np. na fig. 1). Zgodnie z tytułem artykułu można założyć, że chodzi o Włochy, ale przy stosunkowo dużej skali mapy, właściwsze byłoby zaznaczenie tego obszaru na konturowej mapie Europy, lub chociaż Włoch.

W pracy Pindakiewicz i in. (w druku) stwierdzam niedbałość w przygotowaniu figur. Objawia się ona na fig. 1 niepasującym opisem. O ile stanowiska brytyjskie można zidentyfikować, to stanowiska w Polsce na mapie (dwa kółka podpisane „Gnaszyn” i „Gołaszyn”), nijak mają się do opisu figury, gdzie pojawia się lista nazw innych miejsc. Stanowiska litewskie są opisane, ale nie wiem co

oznacza różny kolor okręgów przy nich. Podana, przedziwnej wartości skala mapy (1: 33 870 215), jest niepotrzebna przy obecności linii kilometrowej na samej mapie. Pojawia się również problem z jakością figur, które zwłaszcza w przypadku większości okazów na fig. 2, 4, 5 i 8 są ciemne i nieczytelne na czarnym tle i tym samym trudne do interpretacji. Na końcu tej samej pracy przywoływane są materiały dodatkowe (Appendix 1 i 2). Niestety, ponieważ praca jeszcze się nie ukazała, nie ma możliwości zamieszczenia linku, pod którym się znajdują. Nie miałem też szans zobaczyć choćby obrazków (stop-klatek) modeli 3D, które są opisane w objaśnieniach i w tekście pracy.

Staranności zabrakło również przy komponowaniu fig. 1 w Podsumowaniu, gdzie do przeczytania pionowych podpisów przy liniach zasięgów rodzajów, należy cały obrazek obracać o 90° kolejno w: prawo, lewo, prawo, lewo, prawo, lewo, prawo, lewo lub dostać zawrotu głowy. Na tej figurze przy części linii pojawiają się też informacje różnej rangi taksonomicznej, a przy innych nie. Nie jest to czytelne. Również w Podsumowaniu, na fig. 3-5 zamieszczone zdjęcia bądź rysunki okazów są tak małe i nieczytelne, że lepiej było z tego zrezygnować (w takiej postaci nic nie wnoszą) i pozostawić nazwy rodzajowe. Tego typu zestawienia sprawdzają się w wersji posterowej, ale nie w takiej dysertacji. Fig. 8 w tej samej części rozprawy prezentuje całkiem duży fragment świata, podczas gdy umieszczone stanowiska z otolitami zmieściłyby się w pasie 1/5 wysokości tej mapy, bez straty dla orientacji geograficznej. Podobna, choć w mniejszym zakresie uwaga, dotyczy fig. 9. Ponad to, skoro doktorant zdecydował się na opatrzenie wstępu i podsumowania ilustracjami, powinny być one w tym samym stylu graficznym.

Powyższe uwagi mają charakter techniczny i nie mają wpływu na ocenę merytoryczną rozprawy.

Podsumowanie osiągnięcia

Za najważniejsze osiągnięcia, jakie stwierdziłem, czytając przedłożony do oceny zestaw publikacji, uważam następujące aspekty:

1. Uzupelnienie luki w zapisie kopalnym statolitów głowonogów: Praca przedstawia pierwsze kredowe statolity głowonogów, pochodzące z Walanżynu (Wąwał, Polska) i Aptu (Speeton Clays, Wielka Brytania), które znacząco wypełniają dotychczasową lukę między formami jurajskimi i kenozoicznymi.
2. Wskazanie na ewolucyjne pokrewieństwo mezozoicznych głowonogów. Morfologiczne porównania mezozoicznych statolitów z ich współczesnymi odpowiednikami, zwłaszcza z mątwką pigmejką (*Idiosepius pygmaeus*), sugerują, że najprawdopodobniej należały one do bazalnych dziesięciornic lub blisko spokrewnionych belemnitów, co dostarcza nowych danych do zrozumienia pozycji idiosepii w drzewie filogenetycznym głowonogów. Praca wspiera

hipotezę, że rozbieżność między dziesięciornicami a wampiromorfami nastąpiła wcześniej niż we wczesnej jurze.

3. Odkrycie najstarszego znanego zespołu otolitów teleostei i holostei. Zidentyfikowano najstarsze do tej pory domniemane otolity holostei z późnego triasu (karnik) formacji Cassian we Włoszech, które morfologicznie przypominają otolity larw współczesnego niszczuka aligatorowego, co może sugerować konserwatyzm tej struktury w obrębie niektórych holostei. Badania te poszerzają wiedzę o wczesnych społecznościach rybnych Tetydy, wskazując na dominację neopterygii innych niż teleostei w karniku.
4. Przesunięcie początku radiacji teleostei. Analiza zespołów otolitowych z Wąwału (wczesna kreda) oraz jurajskich otolitów wskazuje, że radiacja teleosti była procesem stopniowym, który rozpoczął się wcześniej niż dotychczas sądzono, prawdopodobnie już w późnej jurze lub wczesnej kredzie, a nie, jak wcześniej przyjmowano, w środkowej do późnej kredy.
5. Opis nowych rodzajów i gatunków otolitów. Rozprawa rozszerzyła taksonomię mezozoicznych teleostei, wnosząc do nomenklatury paleontologicznej trzy nowe rodzaje otolitowe (*Juraelops* gen. nov., *Vodyanoi* gen. nov. i *Palaeoargentina* gen. nov.) oraz czternaście nowych gatunków otolitowych, w tym najstarszy znany albuliforma (*Pteralbula jurassica* sp. nov.), przesuwając początek tej grupy do środkowej jury.
6. Dokumentacja kluczowej zmiany w składzie nektonu. Badanie obfitości statolitów głowonogów i otolitów ryb wykazało, że w jurze statolity głowonogów dominowały, podczas gdy otolity ryb były rzadkie. Ten stosunek odwrócił się w kredzie, gdzie otolity ryb stały się znacznie liczniejsze. Ta transformacja składu nektonu zdominowanego przez głowonogi w jurze do nektonu zdominowanego przez teleostei w kredzie mogła rozpocząć się już pod koniec jury.
7. Propozycja trzech głównych typów zespołów otolitowych w mezozoiku. Wyróżniono i scharakteryzowano ewolucję trzech głównych typów zespołów otolitowych, które dominowały w środowiskach nektonicznych i nekto-bentonicznych w erze mezozoicznej, pokazując stopniową dywersyfikację teleostei.
8. Potwierdzenie wartości otolitów i statolitów jako narzędzi paleobiologicznych. Praca konsekwentnie demonstruje, że otolity i statolity są cennym narzędziem do badań paleoekologicznych i ewolucyjnych, szczególnie w interwałach, gdzie inne szczątki kostne są rzadkie, wypełniając luki w rozumieniu ewolucyjnej historii zarówno głowonogów, jak i ryb kostnoszkieletowych

W mojej ocenie, osiągnięcia te są znaczące i pozostawiają zarówno otwartą drogę do prowadzenia dalszych badań w tym kierunku, jak też spójnie zamykają etap, jaki został przedstawiony do oceny, jako osiągnięcie doktorskie.

Ocena końcowa

Wszystkie omawiane publikacje są wieloautorskie i również we wszystkich mgr Pindakiewicz jest pierwszym autorem oraz autorem korespondencyjnym. Bez wątpliwości był wiodącą postacią przy powstaniu każdego dzieła zwłaszcza, że na końcu rozprawy zamieszczono potwierdzające to oświadczenia współautorów.

Osiągnięcie mgr. Pindakiewicza oceniam wysoko. Wszystkie artykuły zostały opublikowane w renomowanych czasopismach naukowych indeksowanych w bazie JCR, charakteryzujących się wysokim rygiorem procesu recenzji. Sam ten fakt sprawia, że dokonana ocena jest niejako podsumowaniem efektów pracy recenzentów wyznaczonych przez redakcje czasopism. Moim zadaniem w tym wypadku była ocena, czy te publikacje, wraz z dołączonym tekstem wstępu i podsumowaniem, razem stanowią osiągnięcie opatrzone wspólnym tytułem i są zgodne z wymogami ustawowymi. Mogę z satysfakcją stwierdzić, że stanowi ono oryginalne rozwiązanie problemu naukowego, napisane jest prawidłowym językiem, zastosowano odpowiedni dobór metod badawczych i literatury, a wiodący wkład doktoranta w powstanie przedstawionych publikacji nie budzi wątpliwości. Tym samym, zgodnie z ustawą *Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce* z dnia 20 lipca 2018 r., art. 187, ust. 1-4 (Dz. U. 2018 poz. 166, z późniejszymi zmianami), przedstawione do oceny osiągnięcie mgr. Macieja Pindakiewicza stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego, wykazuje ogólną wiedzę teoretyczną kandydata w danej dyscyplinie naukowej oraz umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej.

Konkluzja końcowa

Stwierdzam, że mgr Maciej Pindakiewicz spełnia wymagania ustawowe stawiane w związku z ubieganiem się o nadanie stopnia naukowego doktora opisane w ustawie *Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce* z dnia 20 lipca 2018 r., art. 186, ust. 1-3 i art. 187, ust. 1-4 (Dz. U. 2018 poz. 166, z późniejszymi zmianami) i wnioskuję o dopuszczenie go do dalszych etapów postępowania doktorskiego. Ponad to, w nawiązaniu do wysokiej oceny działalności naukowej kandydata, a w szczególności jego rozprawy, postuluję wyróżnienie przedstawionego osiągnięcia.