Gdańsk, 22.10.2026

Prof. dr hab. Szymon Uścinowicz
Zakład Mechaniki i Inżynierii Brzegów
Instytut Budownictwa Wodnego Polskiej Akademii Nauk
ul. Kościerska 7, 80-328 Gdańsk

Recenzja

Rozprawy doktorskiej mgr Jakuba Mateusza Milucha

pt. „Geostatystyczne modelowanie geometrii serii osadowych oraz integracja danych sejsmicznych, sedymentologicznych i eustatycznych w rekonstrukcjach paleogeograficznych”

Promotor rozprawy: dr hab. inż. Andrzej Osadczuk

Podstawa oceny

Recenzja rozprawy doktorskiej mgr Jakuba Mateusza Milucha pt. „pt. „Geostatystyczne modelowanie geometrii serii osadowych oraz integracja danych sejsmicznych, sedymentologicznych i eustatycznych w rekonstrukcjach paleogeograficznych” została wykonana w związku z pismem prof. dr hab. inż. Herberta Wirtha, przewodniczącego Rady Naukowej Państwowego Instytutu Geologicznego – Państwowego Instytutu Badawczego z dnia 24 lipca 2026 r oraz zgodnie z Umową o dzieło zawartą pomiędzy niżej podpisanym a Państwowym Instytutem Geologicznym – PIB w dniu 25 sierpnia 2026 r.

Oceny rozprawy doktorskiej dokonałem odnosząc się do przepisów ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. „Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce” (Dz.U.2024. poz. 1571, z późniejszymi zmianami).

Stwierdzam, że przedmiotowa rozprawa doktorska pod względem przedstawionej w niej problematyki naukowo-badawczej mieści się w dziedzinie nauk ścisłych i przyrodniczych oraz w obszarze dyscypliny nauki o Ziemi i środowisku.

Charakterystyka i ocena struktury pracy

Rozprawa doktorska mgr Jakuba Mateusza Milucha składa się z manuskryptu w języku polskim zawierającego obszerną syntezę wcześniej opublikowanych artykułów naukowych, poruszających w różnym stopniu i w różnych kontekstach geograficznych tytułowy problem badawczy jakim jest geostatystyczne modelowanie geometrii serii osadowych oraz integracja danych sejsmicznych, sedymentologicznych i eustatycznych w rekonstrukcjach paleogeograficznych.

Rozprawa doktorska liczy 67 stron i zawiera sześć rozdziałów:
1 - Wstęp (str. 1-3), 2. Budowa geologiczna (str. 3-7), Metodyka (str. 7-19), Wyniki (str. 19-39), Dyskusja (str. 40-54), 6. Podsumowanie (str. 54), które podzielone są na podrozdziały. Ponadto rozprawa zawiera spis 134 pozycji literatury (str. 55-65) oraz Suplement (str. 66-67), a także streszczenia rozprawy doktorskiej w języku polskim oraz w języku angielskim (strony nienumerowane). Praca jest ilustrowana 21 rycinami.

W końcowej części Rozprawy doktorskiej zostały zamieszczone trzy, wymienione poniżej publikacje stanowiące jej podstawę. Wszystkie publikacje są wieloautorskie i zostały opublikowane w wysoko punktowanych czasopismach o zasięgu międzynarodowym. Doktorant we wszystkich artykułach jest zarówno pierwszym autorem, jak i autorem korespondencyjnym. Każdy z artykułów poprzedzony jest oświadczeniami współautorów, z których wynika że udział mgr Jakuba Milucha w powstaniu każdego z nich był wiodący oraz, że miał on największy wkład w ich powstaniu, oszacowany na 90%.

1. **Miluch, J.,** Osadczuk, A., Feldens, P., Harff, J., Maciąg, Ł., Chen, H., 2021: Seismic profiling-based modeling of geometry and sedimentary architecture of the Late Pleistocene delta in the Beibu Gulf, SW of Hainan Island (South China Sea). Journal of Asian Earth Sciences, 205, 104611, https://doi.org/10.1016/j.jseaes.2020.104611
   MNiSW: 100 pkt., IF = 2,4

2. **Miluch, J.**, Maciąg, Ł., Osadczuk, A., Harff, J., Jiang, T., Chen, H., Borówka, R.K., McCartney, K., 2022: Multivariate geostatistical modeling of seismic data: Case study of the Late Pleistocene paleodelta architecture (SW off-shore Hainan Island, South China Sea). Marine and Petroleum Geology, 136, 105467, https://doi.org/10.1016/j.marpetgeo.2021.105467.
   MNiSW: 140 pkt., IF = 3,6

3. **Miluch, J.,** Zhang, W., Harff, J., Groh, A., Arlinghaus, P., Denker, C., 2025: Paleogeographic numerical modelling of marginal seas for the Holocene - an exemplary study of the Baltic Sea, Earth System Dynamics, 16(2), 585-605, https://doi.org/10.5194/esd-16-585-2025.
   MNiSW: 140 pkt., IF = 7,2

Sumaryczna punktacja MNiSW: 380 pkt.
Sumaryczny IF = 13,2

Podsumowując, oceniam że Rozprawa doktorska oparta jest na wartościowych publikacjach oraz że skonstruowana jest poprawnie, zawiera odpowiednie rozdziały, a ich objętość i treść jest adekwatna do tytułów.

Ocena pracy

Rozdział pierwszy – Wstęp

Rozdział ten zawiera krótkie, ale zdaniem recenzenta wystarczające, wprowadzenie do tematu pracy oraz jego uzasadnienie i ogólne informacje o stosowanych metodach geostatystycznych. Najwięcej miejsca Doktorant poświęca przedstawieniu celów badawczych. Jako główny cel badawczy

Doktorant podaje „… *przeprowadzenie w pełni numerycznej rekonstrukcji paleogeograficznej na regionalna skalę*", który dalej uszczegóławia dla poszczególnych obszarów objętych badaniami.

W przypadku badań prowadzonych w Zatoce Beibu na północno-zachodnim szelfie Morza Południowochińskiego głównym celem badawczym była rekonstrukcja geometrii osadów późnoplejstoceńskiej delty Hajnan, identyfikacja elementów jej morfologii oraz potwierdzenie hipotezy, iż to wyspa Hajnan była głównym źródłem osadów. Ponadto, w artykułach naukowych dotyczących Zatoki Beibu i paleodelty Hajnan doktorant analizował metody interpolacji danych pod kątem ich najbardziej optymalnego wykorzystania oraz oszacował objętość i tempo akumulacji osadów co stanowiło podstawę dla rekonstrukcji paleogeograficznych.

W przypadku Morza Bałtyckiego celem badań było wykonanie wysokorozdzielczej rekonstrukcji paleogeograficznej przemian basenu Morza Bałtyckiego w holocenie i wygenerowanie zestawu map o rozdzielczości czasowej wynoszącej 500 lat, a także wygenerowanie regionalnej mapy miąższości osadów holocenu.

Wstęp pod względem objętości w stosunku do całości pracy oraz konstrukcji i treści uznać należy za poprawny.

Rozdział drugi – Budowa geologiczna

Rozdział ten składa się z dwóch podrozdziałów; 2.1 - poświęconego Zatoce Beibu oraz 2.2 - poświęconego Morzu Bałtyckiemu. Oba podrozdziały są relatywnie krótkie i liczą odpowiednio; około dwie strony maszynopisu z jedna ryciną oraz około 2,5 stron maszynopisu również z jedną ryciną.

Podrozdział 2.1. dotyczący Zatoki Beibu zawiera głównie informacje o tektonice, historii rozwoju tektonicznego oraz o miąższości i facjach osadów wypełniających baseny tektoniczne wchodzące w skład południowo-zachodniej części Morza Południowochińskiego, i tylko skąpe informacje o rozpoznaniu sejsmicznym i wieku paleodelty Hainan.

Podrozdział 2.2. dotyczący Morza Bałtyckiego zaczyna się również krótkim opisem tektoniki i geologii podłoża czwartorzędu, a następnie poświęca znacznie więcej miejsca glacjalnej i postglacjalnej historii rozwoju basenu bałtyckiego. W tej ostatniej kwestii Doktorant popełnił jeden błąd, pisząc w ostatnim zdaniu podrozdziału: „*Kontrolowany zmianami klimatu holoceński wzrost poziomu morza, w połączeniu z deformacją wyniesienia litosferycznego otaczającego Tarczę Bałtycką, doprowadził do ponownego otwarcia połączenia przez Cieśniny Duńskie i zapoczątkował transgresję litorynową około 8,0 tys. lat BP (sic!). Od tego czasu poziom wody w Morzu Bałtyckim pozostaje zasadniczo powiązany z poziomem morza w otwartym Morzu Północnym*". Takie określenie czasu początku transgresji litorynowej (bez podania źródła) jest sprzeczne zarówno z wcześniej cytowanymi w podrozdziale artykułami jak i dalszą częścią pracy. Błąd ten występuję też w artykule Miluch i in. (2025), co dziwne nie zauważony również przez współautorów. Jako uchybienie należy też uznać zupełny brak, najkrótszej choćby, informacji o litologii i stratygrafii osadów późnoplejstoceńskich i holoceńskich, tj. osadów postglacjalnych wypełniających basen Morza Bałtyckiego, a także o ich rozmieszczeniu. Informacje te mają zasadnicze znaczenie dla dalszych części pracy dotyczącej Bałtyku.

Uchybieniem dotyczącym obu podrozdziałów jest nieprecyzyjne posługiwanie się skrótem BP (Before Present). O ile przy podawaniu wyników datowania metodą OSL można używać skrótu BP wiedząc, że czas mierzony jest od momentu pobrania próbki lub wykonania pomiaru, to w przypadku metody radiowęglowej (^{14}C), „teraźniejszość" (Present) jest sztywno ustalona na rok 1950. Ponadto

Doktorant nie precyzuje czy posługując się w przypadku Morza Bałtyckiego chronologią opartą o datowania radiowęglowe używa „surowych" lat radiowęglowych czy też wieków kalibrowanych do lat kalendarzowych. Domyślać się jedynie można, na podstawie znajomości cytowanej literatury, że ma na myśli lata kalibrowane (może poza wspomnianym przypadkiem wieku transgresji litorynowej).

Podsumowując ocenę rozdziału drugiego stwierdzam, że pomimo wymienionych wyżej niedociągnięć, zawiera on wystarczające informacje niezbędne do zrozumienia dalszych części Dysertacji.

Rozdział trzeci – Metodyka

Rozdział poświęcony metodom badań obejmuje ok. 8,5 stron maszynopisu i jest ilustrowany sześcioma rycinami zajmującymi dodatkowo ok. 3.5 stron. Rozdział podzielony jest na trzy podrozdziały; 3.1. – poświęcony analizie danych sejsmicznych z Zatoki Beibu, 3.2. – poświęcony wyborom optymalnej metody interpolacji danych sejsmicznych oraz 3.3. – poświęcony modelowaniu paleogeograficznej ewolucji Morza Bałtyckiego w holocenie.

Podrozdział 3.1. zawiera krótki opis rodzaju i ilości danych sejsmicznych oraz zasad i sposobu opracowania i analizy profili sejsmicznych, w tym wymienia użyte programy komputerowe.

Podrozdział 3.2. podobnie jak podrozdział poprzedni, przedstawia i dyskutuje różne warianty budowy modeli 2D, interpolacji i metod obliczania objętości ciał osadowych oraz rekonstrukcji dróg transportu osadów na podstawie danych sejsmicznych, uzasadniając wybór ostatecznych metod zastosowanych w pracy.

Podrozdział 3.3. opisuje materiały i metody zastosowane w modelowaniu paleogeograficznym na skalę regionalną dla basenu Morza Bałtyckiego, w tym również te użyte do opracowania spójnego, regionalnego modelu miąższości osadów holoceńskich. O ile zasady modelowania paleogeograficznego obszaru bałtyckiego były wielokrotnie opisywane i dyskutowane (m.in. Harf & Meyer, 2007; Harff i in., 2007; Harff i in. 2017) i nie były przez Doktoranta zasadniczo modyfikowane, to zestaw danych użytych do modelowania miąższości osadów holoceńskich uznać należy za wysoce niejednorodny. Podczas gdy dla zachodniej części Bałtyku (części duńskie i niemieckie) Doktorant wziął pod uwagę całość sekwencji osadowej leżącej na glinach zwałowych, łącznie z późnoplejstoceńskimi iłami warwowymi i laminowanymi Bałtyckiego Jeziora Lodowego, zdając sobie sprawę z przeszacowania w ten sposób miąższości holocenu, to w przypadku Basenu Gdańskiego (dane z pracy Emelianow, 2002) czy Morza Botnickiego (dane z pracy Winterhalter, 1972) dane dotyczą miąższości tylko części „morskiej" holocenu, tj. tylko osadów Morza Litorynowego i Politorynowgo; więc miąższość holocenu jest niedoszacowana, o czym doktorant nie wspomina. Inne, dyskusyjne problemy z doborem danych do modelowania miąższości holocenu pomijam gdyż zdaję sobie sprawę jak niepełne i niejednorodne są informacje o miąższości osadów Morza Bałtyckiego, przynajmniej te dostępne w domenie publicznej.

Podsumowując rozdział 3 należy zauważyć, że zawiera on nie tylko informacje o metodach badań, m. in. takich jak: analiza i interpretacja profili sejsmicznych, zasady konstrukcji modeli 2D i 3D oraz map paleogeograficznych ale również obszerne informacje o ilości i rodzaju zgromadzonego materiału badawczego. Wobec powyższego rozdział powinien być nazwany „Materiały i metody badań". Ponadto rozdział 3 zawiera, zdaniem recenzenta, miejscami zbyt obszerne nawiązania do wyników badań prezentowanych i dyskutowanych w rozdziałach następnych.

Rozdział czwarty – Wyniki

Rozdział poświęcony omówieniu wyników badań obejmuje ok. 14 stron maszynopisu i jest ilustrowany 12 rycinami zajmującymi dodatkowo ok. 6 stron. Rozdział podzielony jest na trzy podrozdziały; 4.1. – poświęcony omówieniu modelu geometrycznego i cech morfologicznych Delty Hainan, 4.2. – poświęcony omówieniu optymalnej techniki interpolacji danych sejsmicznych z Zatoki Beibu oraz 4.3. – poświęcony omówieniu wyników modelowania paleogeograficznej ewolucji Morza Bałtyckiego w holocenie.

Podrozdział 4.1. pt. „Model geometryczny i cechy morfologiczne Delty Hainan" przedstawia kolejno procedury i wyniki modelowania morfologii poszczególnych reflektorów sejsmicznych obrazujących strukturę Delty Hainan, rekonstrukcji kanałów rozprowadzających, miąższości jednostek sejsmostratygraficznych, azymutów i kątów zapadania klinoform wskazujących kierunki progradacji delty, mapę miąższości i obliczone masy i objętości osadów, a także źródła, ścieżki i kierunki transportu osadów tworzących deltę. Informacje te przedstawione w precyzyjny i kompetentny sposób spełniają cele przedstawione we wstępie Dysertacji, pozostawiają jednak pewien niedosyt w postaci braku jasno sformułowanej końcowej konkluzji dotyczącej paleogeografii omawianego obszaru.

Podrozdział 4.2. pt. „Optymalna technika interpolacji danych sejsmicznych z Zatoki Beibu" przedstawia szczegóły metodologiczne osiągnięcia wyników przedstawionych w podrozdziale 4.1. pozwalają lepiej zrozumieć złożoność metod zastosowanych w pracy i docenić jakość uzyskanych wyników. Jednakże podrozdział 4.2 zdaje się zawierać nie tylko opis optymalnej techniki interpolacji danych sejsmicznych zastosowanych w pracy ale też element opisu metod z podrozdziału 3.2 (Wybór optymalnej metody interpolacji danych sejsmicznych) jak i elementy dyskusji, które powinny być w podrozdziale 5.2 (Optymalne parametry interpolacji i ich wpływ na model). Wszystkie trzy podrozdziały mają podobne tytuły oraz częściowo powielające się i przenikające informacje.

Podsumowując, przedstawione powyżej uwagi nie pomniejszają osiągnięcia doktoranta. Przedstawione wyniki dotyczące Delty Hainan oparte o duży, jednorodny zbiór danych sejsmicznych, uzupełniony o informacje pochodzące z otworu badawczego oraz przeanalizowane i opracowane za pomocą metod geostatystycznych, przedstawiają rozwój delty w sposób szczegółowy i kompleksowy.

Podrozdział 4.3. pt. „Paleogeograficzna ewolucja Morza Bałtyckiego w holocenie" przedstawia krótko na początku podrozdziału podstawowe informacje o rozmieszczeniu i miąższości osadów w Morzu Bałtyckim i metody obliczenia objętości osadów, przechodząc następnie do części zasadniczej - omówienia wygenerowanych map paleogeograficznych.

Niestety w części wstępnej znajdują się, zdaniem recenzenta, stwierdzenia i uwagi dyskusyjne. Omawiając regionalne zróżnicowanie i uwarunkowania miąższości osadów, co było podstawą dalszych obliczeń, Doktorant pisze m.in. *„Znaczna miąższość osadów holoceńskich w Basenie Gdańskim jest związana z rozwojem Półwyspu Helskiego ….."*. Jest to niewątpliwie prawda i słusznie Doktorant uwzględnił te osady przy obliczaniu objętości i masy osadów holoceńskich. Ale w takim razie powstaje pytanie; dlaczego nie uwzględnił osadów innych, choćby tylko największych mierzei: Świny, Łebskiej, Wiślanej, Kurońskiej? Wszystkie mierzeje południowobałtyckie zbudowane są z osadów holoceńskich (w lagunach na ich zapleczu też występują osady holoceński), które też mogły mieć wpływ na przebudowę glacioizostatyczną obszaru. Również stwierdzenia o małej miąższości osadów holoceńskich w północnym Bałtyku (Morze Botnickie i Zatoka Botnicka) nie muszą być prawdziwe. Jak

pisałem wcześniej, informacje o miąższości osadów holoceński nie przekraczających w tych regionach 6 m odnoszą się jedynie do środkowego i późnego holocenu. W obszarach tych, mi in. w północno-zachodniej części Morza Botnickiego stwierdzono występowanie np. 20 m osadów postglacjalnych, które w przypadku Morza Botnickiego i Zatoki Botnickiej są w całości holoceńskie (patrz: *Andrén T., et al., 2015. IODP expedition 347: Baltic Sea basin paleoenvironment and biosphere. Sci. Dril., 20, 1–12*). Wczesnoholoceńskie iły warwowe i laminowane z północnych rejonów basenu bałtyckiego są odpowiednikiem facjalnym późnoplejstoceńskich iłów Bałtyckiego Jeziora Lodowego z południowego i środkowego Bałtyku (m.in. Winterhalter, 1992). Co więcej, znaczna część holoceńskich osadów zdeponowanych pierwotnie na dnie basenów północnobałtyckich znajduje się obecnie, na skutek wyniesienia glacjoizostatycznego, na lądzie w zachodniej Finlandii i północno-wschodniej Szwecji. Tak więc, w modelowaniu paleogeograficznej ewolucji Morza Bałtyckiego należałoby brać pod uwagę cała masę osadów zdeponowanych w basenie bałtyckim po ustąpieniu lądolodu. Wobec powyższego, przedstawiony zbiór danych może zawierać niedoszacowaną masę osadów, a nie przeszacowaną o ok. 20 %, jak oszacował to Doktorant. Uwagi powyższe, aczkolwiek krytyczne, nie obciążają negatywnie osiągnięć doktoranta. Recenzent zdaje sobie sprawę z trudności i ograniczeń z jakimi spotkał się Doktorant na etapie gromadzenia danych

Dalsza część podrozdziału 4.3 stanowi opis raczej znanych zmian paleogeograficznych w basenie Morza Bałtyckiego, w tym też regionalnych zmian względnych zmian poziomu morza. W odczuciu recenzenta, w tej części pracy brak dokładniejszych opisów uzyskanych wyników modelowania, zarówno co do regionalnych krzywych względnych zmian poziomu morza, jak i map paleogeograficznych. Odniesienia takie znajdują się dopiero w części dyskusyjnej - w podrozdziale 5.3.

<u>Rozdział piąty – Dyskusja</u>

Rozdział 5 poświęcony dyskusji uzyskanych wyników skonstruowany jest analogicznie jak dwa poprzednie rozdziały i zawiera trzy podrozdziały poświęcone kolejno paleodelcie Hainan (podrozdział 5.1. – 6 stron tekstu i jedna rycina), optymalnym parametrom interpolacji i ich wpływowi na model (podrozdział 5.2. – 3 strony tekstu) oraz paleogeograficznej rekonstrukcji ewolucji Bałtyku (podrozdział 5.3. – 4,5 stron tekstu).

Podrozdział 5.1. pt. „Cechy morfologiczne paleodelty Hajnan i paleogeografia Zatoki Beibu" rozpoczyna się zdaniami: "*Uzyskane wyniki pozwalają na rekonstrukcje przestrzennego zasięgu paleodelty. Rekonstrukcja ta obarczona jest pewnymi niepewnościami dotyczącymi paleogeografii obszaru".* Zgodnie z tytułem i powyższymi zdaniami podrozdział zawiera, szczegółowy opis, i interpretację uzyskanych wyników rozpatrywanych na tle paleogeografii obszaru, głownie zaś wpływu względnych zmian poziomu morza na jej rozwój. Podrozdział 5.1. tylko w niewielkim stopniu zawiera dyskusję wyników, a elementy dyskusji ograniczone są głównie, choć nie wyłącznie, do problemu wielkości paleodelty w stosunku do wielkości potencjalnych źródeł materiału budującego deltę i zdolności transportowej rzek. Ten element dyskusji dobrze podsumowuje przedostatnie zdanie podrozdziału: „*Niemniej jednak, przy założeniu, że wyspa Hajnan była głównym źródłem osadów, czynnik napędzający tak dużą dostawę osadów wymaga dalszych badań*". Taki stan rzeczy jest zrozumiały i wynika najprawdopodobniej z powodu braku innych badań paleodelty Hainan, wykonanych przez inne zespoły badawcze i przy użyciu innych metod.

Podrozdział 5.2. pt. „Optymalne parametry interpolacji i ich wpływ na model" zawiera szczegółową i pełną detali dyskusję uzyskanych wyników z niewielkimi powtórzeniami z podrozdziałów

3.2. i 4.2. Podrozdział kończy akapit rozpoczynający się zdaniem: „*Różne wygenerowane mapy miąższości osadów R1-R2 umożliwiły analizę wybranych parametrów modelowania na obliczenia miąższości deltowej serii osadowej*" wyjaśniający w zasadzie powody i sensowność całości rozważań metodycznych.

Podrozdział 5.3. pt. „Paleogeograficzna rekonstrukcja ewolucji Bałtyku – walidacja wyników i budżet osadów" zawiera weryfikację wygenerowanych map paleogeograficznych Bałtyku przez porównanie z istniejącymi lokalnymi rekonstrukcjami. W pierwszej kolejności Doktorant porównuje wyniki swojej pracy z krzywymi względnych zmian poziomu morza zebranymi w pracy Rosentau i in., (2021) stwierdzając ich ogólną zgodność, z wyjątkiem wczesnego holocenu. Niestety, omówienie przyczyn tej niezgodności znajduje się w rozdziale 4.3. co utrudnia śledzenie narracji.

W dalszej części dyskusji Doktorant przeprowadza jakościowe porównanie paleo-modeli wysokościowych z mapami opracowanymi przez Andrena i in., (2011) stwierdzając zarówno zgodności jak i rozbieżności obu zestawów map. Doktorant słusznie zauważa, że porównania mogą być wyłącznie jakościowe. O ile mapy paleogeograficzne prezentowane w pracy Doktoranta powstały metodą modelowania przy użyciu odpowiednich algorytmów, to metoda tworzenia mapek z pracy Andrena i in. (2011) oraz wielu innych poświęconych tej tematyce, nie została opisana. Można się tylko domyślać, że zasięg morza w odpowiednich przedziałach czasowych w części środkowej i północnej Bałtyku, w rejonach podlegających glacioizostatycznemu wypiętrzaniu, został zrekonstruowany na podstawie widocznych na lądzie reliktów dawnych linii brzegowych, a w części południowej, podlegającej transgresji, został zaznaczony znacznie mniej dokładnie, jedynie w nawiązaniu do aktualnej batymetrii i do dawnych poziomów morza odczytanych z regionalnych krzywych zmian poziomu Bałtyku. Szczegółowych opracowań paleogeograficznych dla południowego Bałtyku jak dotąd brak; widać to zarówno na mapkach z pracy Andrena i in., (2011) jak i zawartych w pracy Doktoranta.

W kolejnej części dyskusji doktorant porównuje wygenerowaną przez siebie mapę miąższości osadów z wcześniej wykonaną mapą miąższości holocenu (Jakobsson i in.2007), stwierdzając liczne rozbieżności wynikające z różnych zbiorów danych o różnej jakości i zakresie pokrycia przestrzennego. Porównania siłą rzeczy nie mogą wnieść wiele nowego, jako że Jakobsson i in (2007) nie określili szczegółowo jakie osady holoceńskie wzięli pod uwagę.

W końcowej części dyskusji Doktorant słusznie zauważa, że: „*Uzyskanie kompleksowych informacji o datowanej miąższości osadów dla tak rozległego akwenu jak Morze Bałtyckie jest zadaniem wyjątkowo trudnym ….*" oraz, że "*Spójna rekonstrukcja paleogeograficzna morza, uwzględniająca nie tylko procesy regionalne, takie jak eustatyczne zmiany poziomu morza oraz ruchy izostatyczne i tektoniczne, lecz także depozycję osadów, dostarcza niezbędnych informacji dotyczących historycznego rozwoju akwenu, a w szczególności jego strefy przybrzeżnej.*"

Podsumowując tę część dyskusji stwierdzam, że Doktorant podejmując bardzo ambitną próbę modelowania paleogeograficznej ewolucji Morza Bałtyckiego w holocenie osiągnął bardzo wartościowe i interesującą wyniki oraz, że prace w tym zakresie warte są kontynowania. Oceny tej nie zmieniają nieliczne uwagi wyartykułowane powyżej.

<u>Rozdział szósty – Podsumowanie</u>

Podsumowanie rozprawy doktorskiej jest wyjątkowo krótkie i lakoniczne (14 wierszy, 125 wyrazów, 1036 znaków bez spacji), stanowiąc raczej rodzaj abstraktu informującego o zakresie pracy, a nie informuje o całości osiągnięć Doktoranta. Co więcej, elementy podsumowania znajdują się

w podrozdziałach rozdziału 5, czyli części dyskusyjnej. Oceniam, że ta część Dysertacji jest zdecydowanie niedopracowana.

Zdaniem recenzenta, połączenie opisu wyników z ich interpretacją i dyskusją, czyli połączenie odpowiednich podrozdziałów z rozdziałów 4 i 5 oraz, a także szersze rozwinięcie podsumowania o zdania i akapity będące ewidentnie elementami podsumowania, a znajdujące się w części dyskusyjnej (rozdział 5) pozwoliłoby uniknąć niepotrzebnych powtórzeń oraz dałoby jaśniejszy obraz całości osiągnięć Doktoranta, które jak już wcześniej stwierdziłem są bardzo wartościowe.

Uwagi krytyczne

Na tle dobrej merytorycznie i bardzo starannie zredagowanej pracy zdarzyły się nieliczne i drobne niedociągnięcia. Poniżej wymieniam jedynie niektóre z zauważonych:

1/ Nieprecyzyjne i niekiedy błędne określanie wieku na podstawie datowań radiowęglowych. Zarówno w artykułach stanowiących podstawę Rozprawy doktorskiej jak i w samej Rozprawie doktorant podaje wiek zdarzeń posługując się skrótami „kyr BP" lub „tys. lat BP", nie precyzując czy ma na myśli niekalibrowane lata radiowęglowe czy też kalibrowane lata kalendarzowe; więc domyślać się jedynie można z cytowanej literatury, że podaje on wiek zdarzeń w latach kalendarzowych. Niestety ten brak precyzji zemścił się w opisie historii Morza Bałtyckiego (Rozprawa doktorska, podrozdział 2.2, str. 7 i artykuł Miluch i in., 2025, str. 587) gdzie początek transgresji litorynowej określony jest na 8 kyr BP (8 tys. lat BP) i to bez podania źródła tej informacji, która prawdopodobnie pochodzi z cytowanej wcześniej pracy Björck S. (1995) „A review of the history of the Baltic Sea, 13.0–8.0 ka BP", który posługiwał się niekalibrowanymi datami radiowęglowymi. Tak określony wiek transgresji litorynowej jest m. in. w sprzeczności z pozostałą treścią zarówno dysertacji jak i artykułu dotyczącego Bałtyku, gdzie np. na Fig. 3 początek Morza Litorynowego zaznaczony jest na 9,5 kyr BP (powinno być „kyr cal BP"). Początek transgresji litorynowej (Initial Littorina Sea) podawany przez autorów cytowanych w Rozprawie jak i w artykule (m.in. Andren i in. 2011; Rosentau i in., 2017) określany jest na 9,8 ka BP. Autorzy ci, chociaż w tekście często używają skrótu „ka BP", to jak wynika z tytułów podrozdziałów konsekwentnie posługują się wiekiem kalibrowanym do lat kalendarzowych (cal years BP).

2/ Wprowadzający w błąd podpis zarówno pod Ryc. 6 w Rozprawie doktorskiej (str. 18) jaki pod Fig. 3 w artykule Miluch i in., 2025 (str.590). Krzywa zmian poziomu morza wg. Waelbroecka i in., 2002 dotyczy oceanów a nie Morza Bałtyckiego, ponadto skala i rozdzielczość rycin w tej pracy nie pozwala na przerysowanie jej z dokładnością jak na Ryc. 6 w Rozprawie doktorskiej. Pod Ryc. 6 powinno znaleźć się prawidłowe powołanie na źródło danych jako, że dane uzupełniające (suplementary data) do pracy Waelbroeck et al. (2002) są zarchiwizowane i dostępne w bazie danych NOAA National Centers for Environmental Information (NCEI Study 10496). Podpis pod Ryc.6 wprowadza również w błąd gdyż krzywa zmian poziomu morza wg. Uścinowicza (2006) odnosi się jedynie do południowej części a nie do całego Bałtyku, jak mogłoby wynikać z podpisu.

3/ Błędny podpis zarówno pod Ryc. 20 w Rozprawie doktorskiej (str. 39) jaki pod Fig. 8 w artykule Miluch i in., 2025 (str.597). W artykule Rosentau i in. (2021), na który powołuje się Doktorant, nie ma krzywej zmian poziomu morza dla „Vistula Spit"; jest natomiast krzywa dla „SE coast of Vistula Lagoon", która obejmuje jedynie okres od 8 ka BP, a nie 12 ka BP jak na rycinach 20 (Rozprawa dr) i 8 (artykuł Miluch i in., 2025). Właściwy podpis nad dyskutowaną krzywą

powinien brzmieć „Soutnern Baltic to Vistula Spit", tak jak jest w danych źródłowych (Fig. 9, Rosentau i in., 2021).

4/ Podsumowanie rozprawy doktorskiej jest wyjątkowo krótkie i lakoniczne (14 wierszy, 125 wyrazów, 1036 znaków bez spacji), stanowiąc raczej rodzaj abstraktu informującego o zakresie pracy, a nie informuje o całości osiągnięć Doktoranta.

Wnioski końcowe

Podjęta tematyka i cele badawcze sformułowane w dysertacji doktorskiej mgr Jakuba Milucha oraz osiągnięte wyniki bardzo dobrze odpowiadają na proste pytanie; „po co nam jest potrzebna wiedza o minionych zdarzeniach i procesach geologicznych?". Nawiązuje też doskonale do tezy sformułowanej w 1983 r. przez Bruce R. Doe w tytule artykułu „The Past is the key to the future" (Geochimica et Cosmochimica Acta, Vol. 47, 8). Rzetelne przewidywania przyszłych zdarzeń, m.in. zmian klimatu, zmian poziomu morza czy trendów rozwojowych wybrzeży morskich, nie mogą opierać się tylko na obserwacjach z kilku czy kilkunastu ostatnich dekad, ale wymagają analizy znacznie dłuższych okresów geologicznych, poszukiwania analogii w różnych okresach skali czasu geologicznego oraz uwzględnianie zjawisk, które nie wystąpiły wcześniej w znanej historii. Tak więc, im bardziej zaawansowane i dokładne staje się rozpoznanie zdarzeń z przeszłości, im dokładniejsze powstają modele geologiczne, tym wiarygodniejsze stają się prognozy zdarzeń przyszłych – i takich, potrzebnych treści dostarcza rozprawa doktorska mgr Jakuba Mateusza Milucha.

Konkludując jednoznacznie stwierdzam, że rozprawa doktorska mgr Jakuba Mateusza Milucha pt. „Geostatystyczne modelowanie geometrii serii osadowych oraz integracja danych sejsmicznych, sedymentologicznych i eustatycznych w rekonstrukcjach paleogeograficznych" spełnia warunki określone w art. 187 ustawy „Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce", a w szczególności:

1/ dokumentuje wysoki poziom ogólnej wiedzy teoretycznej kandydata w dyscyplinie nauki o Ziemi i środowisk

2/ wykazała umiejętność doktoranta samodzielnego prowadzenia pracy naukowej,

3/ stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego.

Jednocześnie, biorąc pod uwagę ciekawą i wielowątkową tematykę Rozprawy doktorskiej, „Geostatystyczne modelowanie geometrii serii osadowych oraz integracja danych sejsmicznych, sedymentologicznych i eustatycznych w rekonstrukcjach paleogeograficznych" oraz jej wysoki poziom merytoryczny, a także niewątpliwie znaczący i wiodący udział Doktoranta w opracowaniu i opublikowaniu artykułów naukowych stanowiących jej podstawę wnoszę do Rady Naukowej Państwowego Instytutu Geologicznego - Państwowego Instytutu Badawczego o wyróżnienie rozprawy doktorskiej pana mgr Jakuba Mateusza Milucha.

