

**Recenzja rozprawy doktorskiej**  
**Pani mgr Kamili Frydrych**  
**„Uwarunkowania przekształceń rzeźby wybrzeży paraglacialnych**  
**Recherchefjorden (Spitsbergen) po małej epoce lodowej”**

wykonanej w Katedrze Geomorfologii i Paleogeografii Instytutu Nauk o Ziemi i Środowisku  
Uniwersytetu Marii Curie-Skłodowskiej  
pod kierunkiem naukowym dr hab. Piotra Zagórskiego, prof. UMCS

Podstawę formalną wykonania recenzji stanowi pismo Dyrektora Instytutu Nauk o Ziemi i Środowisku UMCS dr hab. Sławomira Terpiłowskiego, prof. UMCS z dnia 18 grudnia 2023 roku, zgodne z uchwałą Rady Instytutu. Recenzja została opracowana zgodnie z art. 187 ust. 1, 2 i 3 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. *Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce* (t.j. Dz. U. z 2023 r., poz. 742 ze zm.).

Na wstępie, chcąc podkreślić znaczenie podjętej przez Panią mgr Kamilę Frydrych tematyki badawczej, pragnę zaznaczyć, że współczesne zmiany środowiska przyrodniczego wynikają przede wszystkim ze zwiększającej się średniej temperatury powietrza, nieregularnego charakteru opadów atmosferycznych oraz pozostałych przyczyn klimatycznych wpływających na podnoszący się globalny poziom morza, recesję lodowców, zmniejszający się maksymalny zasięg lodu morskiego czy zmianę linii brzegowej.

Obraz zmian linii brzegowej jest niezwykle dynamiczny szczególnie w Arktyce. Badania przekształceń wybrzeża dotyczą najczęściej geometrycznych uwarunkowań, stref akumulacji i erozji, zmian struktury osadów, czy odporności linii brzegowej. Analiza linii brzegowej prowadzona jest w różnych miejscach, w tym zamieszkałych przez ludzi, szczególnie ważnych nie tylko w kwestiach środowiskowych i protekcyjnych, lecz również społecznych, ekologicznych i ekonomicznych. Linia brzegowa Arktyki /i Svalbardu/ poddawana jest ciągłym przeobrażeniom, które wynikają głównie z panujących warunków meteorologicznych. Prowadzony monitoring w terenie, jak również wykorzystanie zdalnych

metod pozyskiwania danych w klarowny sposób uwidaczniają zachodzące zmiany. Są one równocześnie ważnym wskaźnikiem przemian zachodzących współcześnie w kriosferze. Szczególne znaczenie ma poznanie warunków kształtujących dynamikę tych przeobrażeń. I właśnie szczegółowe wyniki tego typu badań były głównym tematem osiągnięcia naukowego, które przedstawiła Doktorantka. Ich znaczenie jest tym bardziej istotne, że ilość prac w tym zakresie wydaje się wciąż niewystarczająca, a przedstawione dane są jednymi z dłuższych serii pomiarowych na Svalbardzie.

Rozprawę doktorską Pani mgr Kamili Frydrych stanowi spójny tematycznie cykl trzech artykułów naukowych pod wspólnym tytułem „*Uwarunkowania przekształceń rzeźby wybrzeży paraglacialnych Rechercheffjorden (Spitsbergen) po małej epoce lodowej*”, opublikowanych w recenzowanych czasopismach, indeksowanych w międzynarodowych bazach (m.in. Journal Citation Reports). Wspomniany zbiór tematycznych publikacji został rozwinięty o 22 stronicowy autoreferat w języku polskim, w skład którego wchodziły rozdziały: *Wprowadzenie – problem badawczy, Cel badań, Obszar badań, Metody badawcze, Omówienie wyników badań, Literatura oraz streszczenie (w języku polskim i angielskim)*. W opisie tym, oprócz przedstawienia ogólnych zagadnień, Doktorantka odnosi się przejrzyście i logicznie do poszczególnych publikacji, które stanowią główną część osiągnięcia naukowego. Są to:

1. Zagórski P., Jarosz K., Superson J. 2020. Integrated Assessment of Shoreline Change along the Calypsostranda (Svalbard) from Remote Sensing, Field Survey and GIS. *Marine Geodesy*, 43 (5): 433-471. doi.org/10.1080/01490419.2020.1715516 (IF = 0,4, 70 pkt. wg wykazu czasopism naukowych MEiN, ilość cytowań na 20.11.2023 = 18)
2. Jarosz K., Zagórski P., Moskalik M., Lim M., Rodzik J., Mędrek K. 2022. A New Paraglacial Typology of High Arctic Coastal Systems: Application to Rechercheffjorden, Svalbard. *Annals of the American Association of Geographers*, 112 (1): 184-205. doi.org/10.1080/24694452.2021.1898323 (IF = 1,36, 140 pkt. wg wykazu czasopism naukowych MEiN, ilość cytowań na 20.11.2023 = 2)
3. Frydrych K., Zagórski P. 2024. Morphodynamics of Rechercheffjorden accumulative coasts since the end of the Little Ice Age. *Quaestiones Geographicae*, 43 (1): 21-43. doi.org/10.14746/quageo-2024-0002 (IF = 0,37, 100 pkt. wg wykazu czasopism naukowych MEiN, ilość cytowań na 20.11.2023 = 0)

Łączny wskaźnik cytowań (współczynnik oddziaływania, ang. impact factor, IF) przedstawionych publikacji wynosi 2,13. Należy w tym miejscu dodać, że Doktorantka jest również współautorką publikacji niewchodzącej w skład osiągnięcia naukowego stanowiącego rozprawę doktorską.

Analizując przedstawiony przez Doktorantkę spójny tematycznie cykl publikacji można sądzić, że dodatkowa ocena przez recenzenta zamieszczonych prac wydaje się w pewnym sensie zbędna. Każda z tych prac przed opublikowaniem została szczegółowo sprawdzona i oceniona pod względem wymagań formalnych stawianych pracom naukowym, przez redakcje poszczególnych czasopism. Dodatkowo poddano je ocenie merytorycznej przez co najmniej dwóch niezależnych recenzentów, którzy najczęściej są uznanymi autorytetami w danej dziedzinie wiedzy. Opublikowanie pracy w danym czasopiśmie oznacza, że przeszła ona z pozytywnym wynikiem każdy z tych etapów. Jednak niezależnie od faktu, iż publikacje stanowiące rozprawę doktorską były recenzowane, szczegółowa ich analiza, jak również synteza przedstawionego opracowania, a także obowiązek recenzenta, wskazują na konieczność wyrażenia opinii, postawienia pewnych pytań i podjęcia dyskusji naukowej.

Na wstępie opisu, Pani mgr Kamila Frydrych zaprezentowała zarys podjętego problemu badawczego, w którym szczegółowo wyjaśniła pojęcie i występowanie stref proglacjalnej, paraglacjalnej i peryglacjalnej wraz z krótkim przeglądem badań i literatury w tym zakresie. Wyraźnie zaznaczyła, że wybrzeża podlegające w przeszłości bezpośredniemu wpływowi lodowców, a obecnie wolne od zlodowacenia określane są mianem wybrzeży paraglacjalnych, a zainteresowanie ich problematyką na Spitsbergenie uwidacznia się w liczbie publikacji na ten temat. Zdaje ona sobie sprawę, że istnieje wiele badań dotyczących powstawania, rozwoju i transformacji wybrzeży paraglacjalnych dla obszaru Svalbardu. Pomimo tego zauważa ona brak kompleksowej pracy dla Recherchefjorden, klasyfikującej jego wybrzeża oraz opisującej ich rozwój i dynamikę właśnie w ujęciu paraglacjalnym. Podzielam zdanie Doktorantki, tym bardziej, że zmiany te odznaczają się dużym zróżnicowaniem regionalnym. Pewną nieścisłością są stwierdzenia typu „*Współczesne zmiany klimatu, takie jak wzrost temperatury powierzchniowych warstw oceanu [...] powodują zmiany w funkcjonowaniu obszarów polarnych*”. Uważam, że wzrost temperatury wód oceanu to nie zmiana klimatu, a jej ewentualny efekt. Wydaje się też, że warto by dowiedzieć się, jak Doktorantka rozumie pojęcia: systemy przybrzeżne i obszary przybrzeżne.

W dalszej części Pani mgr Kamila Frydrych jasno i przejrzyście zdefiniowała cele pracy, za najważniejszy uznając określenie dynamiki i tendencji przekształceń rzeźby wybrzeży Recherchefjorden od końca małej epoki lodowej. Cele te osiągnięto poprzez

realizacji, dojrzałe zaplanowanych etapów, których wyniki zostały przedstawione w poszczególnych publikacjach.

Ważną część opisu stanowi charakterystyka geograficzna obszaru badań czyli fiordu Recherche (Recherchefjorden), który położony jest w północno-zachodniej części Ziemi Wedla Jarlsberga w zachodnim Spitsbergenie. Należy tu zaznaczyć, że jest to jeden z najlepiej poznanych i opisanych regionów Svalbardu, z dostępem do wielu baz danych, co ma istotne znaczenie w prowadzeniu wielu szczegółowych analiz. Autorka słusznie zauważa, że stosunkowo mały obszar i duża różnorodność wybrzeży, sprawia, że fiord Recherche jest doskonałym miejscem do obserwacji procesów zachodzących na całym archipelagu Svalbard, stanowiąc pewien rodzaj odniesienia do innych regionów. Doktorantka bardzo dobrze uzasadniła wybór obszaru badań, dodatkowo analizując dominujące kierunki wiatru w odniesieniu na orientację i orografię Bellsundu i Recherchefjorden. Podkreśliła, co ma znaczenie w kształtowaniu brzegów, że wybrzeża tego fiordu generalnie nie podlegają wpływom fal generowanych wiatrami z EEN i WWN, a wiatry z sektora południowego mogą prowadzić do zmian na wybrzeżu, ale są one umiarkowane ze względu na krótkotrwałe porywy, które generalnie skutkują krótkimi falami o małej amplitudzie. Opis ten jest zgodny z wymaganiami tego typu dysertacji naukowych. Wydaje mi się jednak, że wartości powierzchni lodowców, powinny być bardziej aktualne, choć oczywiste jest, że trudno jest „nadażyć” za ich szybkimi zmianami w ostatnich latach. Jednak w świetle współczesnych technik teledetekcyjnych, które Doktorantka ma doskonale opanowane, nie powinien to być problem.

Następnie dokonała ona ogólnej analizy licznych zastosowanych metod badawczych, jak również zaprezentowała listę wykorzystanych źródeł danych. Bardzo umiejętnie, korzystając z tych danych, przedstawiła zaplanowane analizy w poszczególnych publikacjach, gdzie szczegółowo zostały opisane /choćby w tabelach 1 i 2 w publikacji nr 1/. Są to między innymi zarówno badania terenowe, wprowadzanie własnych klasyfikacji, jak i bardzo szczegółowe analizy fotogrametryczne. Należy zaznaczyć, że mgr K. Frydrych wszystkie metody badawcze przeanalizowała z dużą rozwagą naukową, zdając sobie sprawę, że niektóre z nich mogą być obarczone błędami. Rozumie też ograniczenia, związane chociażby w wpływem falowania i oddziaływania prądów morskich. Sądzę, że należy wyraźnie zaznaczyć, że Doktorantka w wyczerpujący sposób przedstawiła zastosowane dane pomiarowe i metody badawcze, zgodnie z wymaganiami dla tego typu rozpraw naukowych.

Zasadniczą część osiągnięcia stanowi rozdział *Omówienie wyników badań* ściśle odnoszący się do konkretnych publikacji. Pierwsza z nich „*Integrated Assessment of*

*Shoreline Change along the Calypsostranda (Svalbard) from Remote Sensing, Field Survey and GIS*” ma zdecydowanie charakter metodyczny i opisuje szczegółowo wskaźniki i nakładki stosowane, głównie w programie ArcGIS. Między innymi takie jak: Shoreline Change Envelope (SCE) – całkowita zmiana położenia wszystkich rozpatrywanych linii brzegowych, Net Shoreline Movement (NSM) – odległość między najstarszą i najmłodszą linią brzegową, End Point Rate (EPR) – podzielenie odległości przesunięcia linii brzegowej przez rozpatrywany okres, oraz Linear Regression Rate (LRR). Dzięki tak szerokiej gamie narzędzi możliwe było bardzo szczegółowe określenie zmian linii brzegowej, zarówno w ujęciu długookresowym, jak i krótkookresowym (rocznym). W ten sposób analizowany brzeg (Calypsostranda) Doktorantka określiła jako abrazyjno-akumulacyjny. Biorąc pod uwagę, że okresy akumulacyjne zaobserwowano jedynie w ujęciu rocznym, należy zauważyć, że takie podejście w badaniach jest bardzo istotne, gdyż daje możliwość bardzo szczegółowej klasyfikacji, a rodzaj tych przemian może być niezauważony w analizach długookresowych. Z drugiej strony badania długookresowe pozwalają oszacować wielkość przychodów i ubytków strefy brzegowej w czasie, co często nie jest możliwe w ujęciu rocznym. Dlatego bardzo doceniam takie podejście do zaplanowanych badań.

Manuskrypt zatytułowany „*A New Paraglacial Typology of High Arctic Coastal Systems: Application to Recherchefjorden, Svalbard*” przedstawia wykonaną klasyfikację wybrzeży paraglacialnych według czterech kryteriów: materiału budującego wybrzeża, genezy i pochodzenia zaplecza wybrzeża, morfologicznego oraz morfodynamicznego. W mojej ocenie jest to najważniejsza publikacja w przedstawionym cyklu. Autorka we wspomnianej klasyfikacji zawarła 6 grup wraz z 18 kombinacjami poszczególnych kryteriów, na których podstawie stwierdziła, że największy udział ma grupa nazwana G5, w której występują plaże o charakterze akumulacyjnym i abrazyjno-akumulacyjnym o zróżnicowanym pochodzeniu, z przewagą materiału żwirowego. Swoją klasyfikację Doktorantka przedstawiła w interesującej tabeli (rycina 5), którą uważam jednak za zbyt rozbudowaną, co powoduje u odbiorcy pewien dyskomfort percepcyjno-poznawczy. Uwaga ta nie świadczy o braku poprawności interpretacji, a jedynie ma charakter wskazówki do zwiększenia czytelności przeprowadzonej dedukcji. Jednak analiza ta pozwoliła oszacować, że wybrzeża pochodzenia paraglacialnego stanowią 63,1% wybrzeży fiordu, a pozostałe to obszary pochodzące z okresu przed zlodowaceniem tego terenu. Jest to bardzo dojrzałe uzupełnienie wiedzy na temat procesów współcześnie zachodzących w strefach brzegowych Wysokiej Arktyki. Ponadto autorka uważa, że w przyszłości brzegi Calypsostrandy mogą ewoluować do grupy G5/13/14, których zaplecze związane jest z procesami morskimi, a nie tak jak wcześniej z

glacigenicznymi. Sprawia to, że tracą one swój paraglacialny charakter. Uważam to za bardzo interesujące z punktu widzenia intensywnej recesji lodowców i przemian ich przedpól, które zachodzą na aktualnie całym obszarze Svalbardu. Myślę, że ciekawe byłoby rozwinięcie tych problemów o jeszcze bardziej szczegółowe analizy i powiązania ze zmianami lodowców, które poprzez swoje wycofywanie się, odsłaniają nowe powierzchnie, często stając się w ten sposób nowymi brzegami. Uwaga ta w żadnym wypadku nie pomniejsza wagi naukowej pracy, a jest jedynie motywacją do kontynuacji tego typu badań w przyszłości. A jestem pewien, biorąc pod uwagę dokładność i doświadczenie Doktorantki, na pewno sprostałaby Ona temu zadaniu bez większych problemów.

Ostatni manuskrypt „*Morphodynamics of Rechercheffjorden accumulative coasts since the end of the Little Ice Age*” skupia się już bardzo konkretnie na rozwoju takich form akumulacyjnych jak kosa i plaża po okresie małej epoki lodowcowej. Doktorantka wyznaczyła w nim 9 obszarów, na których występują formy akumulacyjne i prześledziła precyzyjnie czynniki wpływające na ich rozwój. Odwołując się do istniejących badań oraz wykonanych analiz fotogrametrycznych, które umożliwiły jej określenie zmian długości osi kos i mierzei oraz wyznaczenie rocznych przyrostów tych form, odtworzyła układ prądów brzegowych. I na tej podstawie stwierdziła, że na kształtowanie się systemu tych form akumulacyjnych największy wpływ ma układ prądów przybrzeżnych. Zauważa też, że obserwowane obecnie w fiordzie formy akumulacyjne rozwijają się „skokowo”, to znaczy w warunkach intensywnego dostarczania materiału, co gwarantuje ich stabilizację i możliwość długotrwałego przetrwania. Choć może to się wydawać dość oczywiste, to należy pamiętać, że badania te są często bardzo trudne i mogą stwarzać pewne kłopoty, gdyż potrzebna jest cała gama danych i metod, zwłaszcza znajomości hydrologii i dynamiki wód morskich, dających możliwość szczegółowej analizy tych procesów.

Chciałbym zauważyć, że Doktorantka bardzo rozważnie zauważa (opierając się również na światowej literaturze), że jednym z czynników bezpośrednio wpływających na wybrzeża Arktyki jest stan lodu morskiego. Jak wiemy w ostatnich latach nastąpiło znaczne skrócenie okresu zlodzenia wewnątrz fiordów i obszarów przybrzeżnych, a wraz z coraz krótszym okresem zlodzenia wybrzeże jest pozbawione funkcji ochronnej pokrywy. Przykładowo podaje ona rozwój mierzei w południowo-zachodniej części Reinholmen, który rozpoczął się w latach 90., a więc od skrócenia okresu zlodzenia Vestervågen. W tym miejscu, jako badacz wszelkich form lodu, chciałbym zapytać, czy prowadzone też były badania wpływu występowania przylepy lodowej i czasu jej trwania na kształtowanie brzegów badanego obszaru. Podobne interesujące znaczenie mogą mieć wyrzucane (zwłaszcza w czasie

sztormów) na brzeg bryły i góry lodowe, które często zakonserwowane przez materiał nawiewany lub akumulacyjny, mogą mieć wpływ na stabilność, bądź podatność brzegów na abrazję.

Przedstawione uwagi, w większości o charakterze porządkowym, wyjaśniającym lub dyskusyjnym, nie umniejszają wartości recenzowanej rozprawy i nie mają wpływu na jej jednoznacznie pozytywną i bardzo wysoką ocenę.

Pragnę zaznaczyć, że w przypadku rozprawy doktorskiej mającej postać cyklu publikacji wieloautorskich zadaniem recenzenta, zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego, jest również ocena indywidualnego wkładu kandydata do stopnia naukowego doktora w powstanie pracy zbiorowej. Integralną częścią dokumentacji jaką przedstawiła Doktorantka do oceny jest procentowy udział jej indywidualnego wkładu w powstanie poszczególnych prac. Na jego podstawie stwierdzam, że udział Pani mgr Kamili Frydrych wynosi od 40% do 70%. Odegrała ona wiodącą rolę w prowadzeniu badań, analiz oraz koncepcji i przygotowaniu manuskryptów do publikacji i jest uprawniona do przedstawienia prezentowanego ich cyklu, jako podstawy ubiegania się o nadanie stopnia naukowego doktora.

Stwierdzam, że Pani mgr Kamila Frydrych podjęła się trudnego zadania szczegółowej analizy czynników morfogenetycznych oraz kierunków przekształceń rzeźby wybrzeży Rechercheffjorden od końca małej epoki lodowej, wynikających z przejścia od procesów glacialnych do procesów paraglacialnych. Z naukową dociekliwością oceniła najważniejsze czynniki wpływające na zmiany linii brzegowej oraz dokonała interesującego wydzielenia typów wybrzeży badanego obszaru. Dokonała tego przede wszystkim na podstawie wyników własnych prac terenowych, z wykorzystaniem najważniejszych technik pomiarowych stosowanych w tego typu badaniach, co nadaje pracy wysoką wartość naukową, wymaganą dla tego typu opracowań. Tematyka pracy doskonale włącza się w nurt współczesnej geomorfologii regionów polarnych, jak również bardzo ważnych badań współczesnych brzegów Arktyki. Szczególny podziw budzi duży wachlarz zastosowanych metod badawczych, a także umiejętne sprecyzowanie hipotezy badawczej oraz precyzyjny i bardzo dobry wybór manuskryptów do cyklu stanowiącego osiągnięcie naukowe, świadczący o dużej znajomości tematu badań przez Doktorantkę. Uzyskane wyniki, ich interpretacja oraz sposób wnioskowania świadczą o jej dużej dojrzałości naukowej.

Podsumowując jestem przekonany, że przedstawiona rozprawa doktorska, stanowiąca spójny tematycznie cykl trzech publikacji pod wspólnym tytułem *„Uwarunkowania przekształceń rzeźby wybrzeży paraglacialnych Rechercheffjorden (Spitsbergen) po małej*

*epoce lodowej*”, w pełni spełnia wymagania stawiane przez odpowiednie przepisy prawne dotyczące prac doktorskich i wnoszę do Wysokiej Rady Instytut Nauk o Ziemi i Środowisku Uniwersytetu Marii Curie-Skłodowskiej o dopuszczenie Pani mgr Kamili Frydrych do dalszych etapów postępowania w przewodzie doktorskim.

Na zakończenie chciałbym podkreślić, że wybrzeża są bardzo ważnym komponentem środowiska Wysokiej Arktyki ulegającym współcześnie wyjątkowo dynamicznym przekształceniom. Próby ich analiz, rekonstrukcji, zmian i prognozowania, mają ogromne znaczenie środowiskowe, ekonomiczne oraz społeczne. Równocześnie zwracam uwagę, na dużą wartość naukową dokonanej analizy oraz wzorcowo dobrane, związane tematycznie artykuły, stanowiące odpowiedź na zadaną hipotezę badawczą oraz wskazujące dalsze kierunki badań podejmowanych przez Doktorantkę. Dodam, że uzyskane wyniki nie tylko stanowią bardzo ważne uzupełnienie dotychczasowego stanu wiedzy w tym zakresie, ale również są nowoczesnym spojrzeniem na ten problem. Pani mgr Kamila Frydrych przedstawiła kompleksowy opis typów wybrzeży na całym obszarze fiordu wraz z dojrzałą interpretacją, a przede wszystkim zaproponowała ich klasyfikację, która może mieć ponadregionalne zastosowanie. Należy też podkreślić, że w ten sposób nawiązała również do wieloletniej tradycji ośrodka lubelskiego prowadzenia tego typu badań w tym regionie.

Szczególnie cenne jest wypracowanie przez doktorantkę interesującej metodyki badawczej wykorzystywanej do przeprowadzenia pomiarów w tej bardzo trudnej materii, które mogą z powodzeniem być wykorzystywane przez innych badaczy. Ich znaczenie jest tym bardziej istotne, że liczba prac w tym zakresie wydaje się wciąż niewystarczająca, a przedstawione metody i analizy stanowią bardzo ważne uzupełnienie wiedzy na temat skomplikowanych zależności zachodzących na granicy woda/morze-łąd/brzeg. Szczególnie znaczenie ma to w obszarach współcześnie zlodowaconych, ulegających intensywnej degradacji, zwłaszcza na przedpolach lodowców, które mają wpływ na ich kształtowanie od strony lądowej. Osiągnięcie to znacząco wzbogaca aktualny stan wiedzy na temat geomorfologii i badań zmian krajobrazu obszarów polarnych. W związku z tym zwracam się do Wysokiej Rady o wyróżnienie przedstawionej do oceny rozprawy doktorskiej.

*I. Sobota*

/Dr hab. Ireneusz Sobota, prof. UMK/