

Wrocław, dnia 19 lutego 2024 r.

dr hab. Mateusz Czesław Strzelecki prof. UWr
Centrum Badań Regionów Zimnych im. Alfreda Jahna
Wydział Nauk o Ziemi i Kształtowania Środowiska
Uniwersytet Wrocławski, pl. Uniwersytecki 1
50-137 Wrocław

**RECENZJA ROZPRAWY DOKTORSKIEJ MGR KAMILI FRYDYRCH PT.
„UWARUNKOWANIA PRZEKSZTAŁCENŃ RZEŻBY WYBRZEŻY PARAGLACJALNYCH
RECHERCHEFJORDEN (SPITSBERGEN) PO MAŁEJ
EPOCE LODOWEJ**

1. PODSTAWA FORMALNA

Recenzję opracowano na podstawie umowy zawartej z Dyrektorem Instytutu Nauk o Ziemi i Środowiska Uniwersytetu Marii Curie-Skłodowskiej – Panem dr hab. Sławomirem Terpiłowskim, prof. UMCS - Umowa nr – WZIZ/20/2023/D z dnia 18.12.2023 r.

Do oceny przedstawiono rozprawę doktorską przygotowaną w Katedrze Geomorfologii i Paleogeografii, Instytutu Nauk o Ziemi i Środowisku UMCS pod kierunkiem dr hab. Piotra Zagórskiego, prof. UMCS.

2. STRUKTURA ROZPRAWY

Przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska Pani mgr Kamili Frydrych składa się zasadniczo z dwóch części. W pierwszej części zamieszczono streszczenie w języku polskim oraz komentarz do cyklu publikacyjnego liczący 27 stron. Zarys podjętej problematyki badawczej bazuje na przeglądzie literatury liczącym 42 pozycji z dorobku polskiej i zagranicznej geomorfologii wybrzeży arktycznych. Doktorantka zwięźle przedstawiła cele badawcze, obszar badań, zakres metodyczny wykonanych prac badawczych, a także syntetycznie omówiła wyniki wraz z ich interpretacją i najważniejszymi prawidłowościami i konkluzjami. Druga część

stanowi załącznik w postaci cyklu trzech artykułów opublikowanych w języku angielskim, które ukazały się w czasopismach naukowych w latach 2020-2024. Spójny cykl artykułów stanowią więc:

- I. 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) Uwaga – Doktorantka w trakcie przygotowywania rozprawy doktorskiej zmieniła stan cywilny, co wiązało się ze zmianą nazwiska na Frydrych.
- II. **Jarosz K.**, Zagórski P., Moskalik M., Lim M., Rodzik J., Mędrak K. 2022. A New Paraglacial Typology of High Arctic Coastal Systems: Application to Recherchefjorden, Svalbard. *Annals of the American Association of Geographers*, 112 (1): 184-205. doi.org/10.1080/24694452.2021.1898323 (IF = 3.9, 140 pkt. wg wykazu czasopism naukowych MEiN, ilość cytowań na 20.11.2023 = 2).
- III. **Frydrych K.**, Zagórski P. 2024. Morphodynamics of Recherchefjorden 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).

Wszystkie trzy artykuły zostały opublikowane w recenzowanych międzynarodowych czasopismach naukowych, w tym jeden we wiodącym czasopiśmie geograficznym o wysokich wartościach wskaźnika IF (3.9, Q1, SNIP 2.067 - *Annals of the American Association of Geographers*), a ostatnia wykazana publikacja w najważniejszym polskim czasopiśmie z kręgu nauk o geograficznych wydawanym w formule open access - *Quaestiones Geographicae*.

Należy zauważyć, że doktorantka była głównym pomysłodawcą badań i wniosła dominujący wkład w tworzeniu artykułów (we wszystkich artykułach jej udział wyniósł min. 40% - 45% w publikacji I, 40% w publikacji II oraz 70 % w publikacji III). Doktorantka jest pierwszym i korespondencyjnym autorem dwóch z trzech publikacji stanowiącym ten spójny cykl publikacyjny. Mając na uwadze zastosowaną kombinację metod geomorfologicznych,



kartograficznych i geo-informacyjnych, spójną interpretację danych oraz przedstawienie prawidłowości istotnych dla rozwoju badań nad ewolucją wybrzeży paraglacialnych rozwijających się współcześnie na Spitsbergenie, wysoce oceniam kompetencje naukowe mgr Frydrych.

3. CELE BADAWCZE

Za ambitny cel doktoratu Doktorantka obrała określenie kierunków przekształceń rzeźby wybrzeży Recherchefjorden od końca małej epoki lodowej, wynikających z przejścia od procesów glacialnych do procesów paraglacialnych. W tym miejscu chciałbym zauważyć, że przedstawiona praca doktorska jest, według mojej wiedzy, pierwszym opracowaniem wykonanym w polskiej jednostce naukowej, wykorzystującym koncepcję paraglacjału do wytłumaczenia ewolucji wybrzeży, we wciąż zlodowaconym środowisku arktycznym. Definicja paraglacjału obowiązującą w rozprawie była zgodna z definicją prof. Ballantyne'a z Uniwersytetu w St. Andrews: „nieglacialne procesy powierzchniowe, akumulację osadów, formy rzeźby, systemy lądowe i krajobrazy, które są bezpośrednio warunkowane przez zlodowacenie i jego zanik (Ballantyne, 2002). Badania terenowe przeprowadzono wzdłuż wybrzeży fiordu Recherche, położonego w południowo-zachodniej części Ziemi Wedla Jarslberga na największej wyspie Archipelagu Svalbard - Spitsbergenie.

Aby osiągnąć cel główny Doktorantka sformułowała i zrealizowała kilka zadań badawczych:

- a) Przeprowadziła szczegółową analizę zmian linii brzegowej Calypsostrandy dla okresu 2007-2017.
- b) Calypsostranda to jedna z najlepiej rozwiniętych odcinków plażowych na Spitsbergenie.
- c) Porównała nowo uzyskane wyniki z wcześniejszym opracowaniem wykonanym przez prof. Zagórskiego (Zagórski 2011) dla okresu 1936-2007.
- d) Opracowała „mapę zmienności linii brzegowej”, która zobrazowała obszary charakteryzujące się dominacją erozji lub akumulacji.
- e) Wykonała szczegółową analizę typologiczną wybrzeży fiordu Recherche.
- f) Opracowała autorską klasyfikację wybrzeży, uwzględniającej charakter materiału budującego wybrzeże, genezę form ukształtowania wybrzeża.



- g) Określiła dynamikę poszczególnych odcinków wybrzeża i przedyskutowała główne czynniki, które powodują ich stabilizację lub zmianę.
- h) Skartowała współczesne formy akumulacyjne powstające wzdłuż wybrzeży fiordu Recherche i określiła mechanizmy kontrolujące ich rozwój.
- i) Finalnie, wyznaczyła główne kierunki rozwoju form akumulacyjnych: kos i mierzej.

4. TEMATYKA ARTYKUŁÓW

W Artykule I – opublikowanym wspólnie z prof. Zagórskim i Supersonem w czasopiśmie *Marine Geodesy* Doktorantka opisała zmiany linii brzegowej obszaru od Pocockodden do kosa zamykającej Josephbukę wykorzystując w tym celu narzędzie Digital Shoreline Analysis System. Z ciekawszych obserwacji jakie udokumentowano w artykule należy wymienić przede wszystkim wykrycie zwiększenia intensywności erozji wybrzeża Calypsostrandy w latach 2007-2017 w porównaniu do lat 1936-2007. Ciekawą obserwacją było również zidentyfikowanie zróżnicowanych okresów dominacji erozji i akumulacji plaży Calypsostrandy: czterech okresów z przewagą akumulacji (2008-2009, 2011-2012, 2012-2013 i 2016-2017), oraz aż sześć okresów z przewagą erozji (2007-2008, 2009-2010, 2010-2011, 2013-2014, 2014-2015 i 2015-2016). Patrząc na bogaty materiał i doskonałą szatę graficzną (kartograficzną) publikacji można wyłącznie ubolewać, że materiał nie został opublikowany w bardziej renomowanym czasopiśmie.

W Artykule II opublikowanym w jednym z najważniejszych czasopism ogólnogeograficznych (*Annals of the American Association of Geographers*, 140 pkt. MEiN) Doktorantka opracowała autorską klasyfikację wybrzeży paraglacialnych fiordu Recherche – pierwszą tak kompleksową klasyfikację dla wybrzeży paraglacialnych nie tylko na Spitsbergenie ale i całej Arktyce. Uważam, że artykuł II nadawał się na naturalne zamknięcie rozprawy zamiast artykułu III, który skupił się na opisie współcześnie budowanych form akumulacyjnych.

Wspomnianym Artykuł III – opublikowany w został w *Quaestiones Geographicae* – cenionym polskim czasopiśmie wydawanym w formule Open Access przez Uniwersytet im. Adama Mickiewicza. Z najciekawszych rezultatów opisanych w tej pracy wskazałbym na



wykrycie dominacji południowego kierunku sypania mierzei w obrębie fiordu oraz uchwycenie etapów rozwoju przylądka Rubypynnten. Drugi element III artykułu, który zasługuje na wyróżnienie to zobrazowanie ostatniego etapu rozwoju kosi w Josephbukta jaki miał miejsce w latach 2011-2022. Promotor Doktorantki prof. Zagórski prowadził badania na tej jednej z lepiej rozwiniętych kos Spitsbergenu, ale jego analizy kończyły się na pierwszej dekadzie XXI wieku (Zagórski 2011). Mgr Frydrych uchwyciła sytuację, z ostatniej dekady, w której doszło do znacznego wydłużenia formy i nadbudowy w kierunku centralnej części zatoki. Liczę, że podczas obrony Doktorantka przedstawi swoją prognozę dalszego rozwoju kosi – czy jest jeszcze miejsce do dalszego wydłużenia formy, czy ponownie dojdzie do fazy skręcania odsypów i rozrostu wgłęb zatoki, co miało najprawdopodobniej miejsce w trakcie małej epoki lodowej.

5. OCENA ROZPRAWY DOKTORSKIEJ

Jednym z ważnych wyzwań badawczych geomorfologii wybrzeży w regionach polarnych jest wyjaśnienie reakcji systemów na gwałtowne zmiany klimatyczne i związane z nimi uaktywnienie ekstremalnych procesów geomorfologicznych po recesji lodowców. Jest to szczególnie istotne w okresie intensywnego ocieplenia klimatu, które w ostatnich latach doprowadziło nie tylko do odsłonięcia nowych wybrzeży spod szybko wycofujących się lodowców, ale również zintensyfikowało przekształcanie wybrzeży przez dostawy osadów przez rzeki lodowcowe, ruchy masowe często wywołane degradacją wieloletniej zmarzliny. Obserwujemy, że w coraz cieplejszej i wilgotniejszej Arktyce, systemy wybrzeży dopasowują się obecnie do zmienionych warunków dłużej uwolnionych spod lodu morskiego mórz oraz coraz silniej rozmarzniętych lądów. Równocześnie, na obszarach zlodowaconych, do których należy obszar badań - fiord Recherche rozwój wybrzeży wciąż zależy od tempa i skali deglacjacji pozostawiającej wzdłuż wybrzeży formy i osady glacialne. Z rzeźby wybrzeży można zatem wyczytać przebieg i efektywność procesów geomorfologicznych związanych z post-glacialną transformacją krajobrazu.

Mgr Frydrych podjęła się tego wyzwania i oprócz charakterystyki zmian linii brzegowej fiordu Recherche, opisu nowych form akumulacyjnych nadbudowywanych w okresie



przyspieszonego ocieplenia klimatu podjęła się dodatkowo zadania wykonania pierwszej kompleksowej klasyfikacji i typologii wybrzeży w tej części Spitsbergenu.

Doktorantka wśród głównych wniosków stwierdziła, że w okresie od ostatniego maksimum zlodowacenia wybrzeża fiordu Recherche były zdominowane przez trzy główne procesy – erozję (max. ostatniego zlodowacenia), transformacji (klimatyczne optimum holocenu) i agradacji (mała epoka lodowa). Zastanawia użycie terminu agradacja, która w sedimentologii oznacza proces pionowego nadbudowywania osadów. Przykładami agradacji w środowisku rzeczonym może być gromadzenie się osadów na równi powodziowej. W środowisku morskim, zwłaszcza wybrzeża i szelfu, agradacja zachodzi, gdy dostępna przestrzeń dla gromadzenia osadu jest równa ilości dostarczanego materiału osadowego. Jakie przesłanki – geomorfologiczne lub sedimentologiczne pozwoliły na stwierdzenie pionowego przyrostu osadów wzdłuż wybrzeża fiordu? Czy przypadkiem nie chodzi o przyrost i nadbudowę wybrzeża (progradację)?

Abstrahując od zagwozdek terminologicznych okres małej epoki lodowej charakteryzowała zdaniem Doktorantki przewaga akumulacji w przeciwieństwie do erozji opisanej jako dominująca podczas ostatniego zlodowacenia. Podczas obrony, będę wdzięczny za wyjaśnienie skąd pochodziły osady, które nadbudowywały wybrzeża w okresie małej epoki lodowej i które odcinki wybrzeża mają w swojej historii zapisany ten rozrost. Wskazany byłoby wyjaśnienie co Doktorantka rozumie jako okres/proces transformacji, którym opisała sytuację rozwoju wybrzeży w okresie holocenijskiego optimum klimatycznego? Jak zatem scharakteryzować okres, który rozpoczął się po małej epoce lodowej i trwa do dzisiaj – czy również byłby to okres transformacyjny?

Jestem pod dużym wrażeniem pracy jaką Doktorantka włożyła w przygotowanie klasyfikacji wybrzeży, która nie tylko uwzględniła zróżnicowanie materiału budującego konkretne odcinki, ale i ich genezę. Przyznam szczerze, że jestem ciekaw, dlaczego Doktorantka wraz ze współautorami zdecydowała się na wydzielenie kryteriów morfologicznego i morfodynamicznego?

Spośród opisywanych i klasyfikowanych odcinków wyjątkowo ciekawa jest sytuacja przyłodka Rubypynten (obszar 6 w publikacji III). To prawdopodobnie najlepiej uchwycony na Spitsbergenie przykład rozwoju wybrzeża czerpiącego osady z erozji moren do budowy kos.



Dużym atutem pracy jest też uchwycenie zamknięcia przez jedną z kos laguny i przekształcenie w jezioro przybrzeżne (pomiędzy 1936 a 1960). Obecnie kolejna generacja kos zamyka kolejny fragment fiordu w lagunę na zachód od pozostałości moreny. Zdaniem Doktorantki tempo wydłużania i nadbudowy kos Rubypynnten w ostatnich latach bardzo przyspieszyło – osiągając w latach 2018-2020 ponad 6 m przyrosty rocznie.

Czy odnalazłem w pracy słabe strony? Kluczowym brakiem rozprawy zarówno w części wprowadzenia, jak i opisie obszaru badań jest pominięcie kwestii względnych zmian poziomu morza jakie zaszły od maksimum ostatniego zlodowacenia – proszę, aby podczas obrony przybliżyć podstawowe informacje o ich tempie i charakterze oraz potencjalnym wpływie na dostęp lub ograniczenie dostępu do nagromadzeń osadów, wykorzystywanych później? Informacja o współczesnym tempie względnych zmian poziomu morza byłaby bardzo pomocna w interpretacji rozwoju przylądka Rubypynnten. Zdjęcie przylądka z 2022 roku przedstawione na rycinie 8 G w publikacji III sugeruje wypiętrzenie glacioizostaticzne lądu odsłaniające podwodną platformę z rewami i barierami na północ od współcześnie rozwijającej się kosi. Zastanawiający jest też fakt dużego przyspieszenia w rozbudowie kos i mierzei do jakiego doszło w latach 2018-2022 (obszary 4, 5, 6 i 7). Co spowodowało, że kosi przyrastające średnio 1 m rocznie nagle przyspieszyły do 6-7 metrów?

W mojej ocenie w rozprawie zabrakło również bardziej rozbudowanego przeglądu literatury, obejmujących wcześniejsze prace, które próbowały wprowadzić koncepcję paraglacjału do opisu rozwoju wybrzeży Svalbardu – np. (Mercier D, Laffly D (2005) Actual paraglacial progradation of the coastal zone in the Kongsfjorden area, western Spitsbergen (Svalbard). Geological Society of London, Special Publication, vol 242, pp 111–117).

W omówieniu wyników Doktorantka powinna również skonfrontować swoje ciekawe i nowatorskie wyniki z klasycznymi pracami na temat rozwoju wybrzeży spitsbergeńskich. Ufam, że podczas obrony rozprawy, Doktorantka przedstawi zwięzłą historię badań zmian wybrzeży Svalbardu i pokaże obszary, w których jej badania wypełniły lukę lub zmieniły utarte schematy.

6. WNIOSKI

Uważam, że przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska, składająca się z cyklu trzech publikacji powiązanych ze sobą tematycznie, stanowi oryginalne rozwiązanie problemu

naukowego dotyczącego geomorfologii wybrzeży paraglacialnych na podstawie badań geomorfologicznych i analiz morfometrycznych w platformie GIS. Wyniki kartowań geomorfologicznych i interpretacji danych teledetekcyjnych potwierdzają poprawność i przydatność wykorzystanych metod do ustalenia stanu aktualnego i etapów rozwoju badanych systemów wybrzeży w różnych fazach deglacjacji.

Doktorantka udowodniła, że potrafi prowadzić interdyscyplinarne badania naukowe, a ich wyniki analizować i interpretować. Jestem pełen uznania dla docieklivosti naukowej i konsekwencji Doktorantki w dążeniu do osiągnięcia postawionych celów badawczych prowadząc obserwacje w tak trudnym i wymagającym terenie. Z informacji uzyskanych od opiekuna naukowego mgr Frydrych prof. Zagórskiego wiem, że mgr Frydrych jest obecnie nauczycielką. To bardzo budujące, że przy tym wielki wysiłku z jakim związana jest praca dydaktyczna znalazła czas oraz motywacje do doskonalenia kompetencji naukowych.

Według mojej wiedzy przedłożona rozprawa jest też pierwszą rozprawą w historii lubelskiego ośrodka nauk geograficznych, przygotowaną w formie cyklu publikacyjnego. Był to zapewne odważny, ale jakże przełomowy krok dla rozwoju jednostki, na jaki zdecydowała się młoda badaczka. Chciałem też zauważyć, że oprócz publikacji trzech artykułów, które weszły do cyklu publikacji stanowiących podstawę rozprawy mgr Frydrych opublikowała również czwarty artykuł – poświęcony szarżom lodowcowym w Recherchefjorden (Zagórski, Frydrych i in. 2023). Moim zdaniem stanowi on doskonałe uzupełnienie przedłożonej rozprawy i mógłby z powodzeniem stanowić jej składową. Rozumiem, że bardzo wyostrzone w stosunku do reszty kraju regulacje jakie wprowadziła macierzysta jednostka dotyczące udokumentowania pozostałego dorobku naukowego wymagały takiej a nie innej strategii publikacyjnej.

W związku z powyższym stwierdzam, że rozprawa doktorska mgr Kamili Frydrych zasługuje na wyróżnienie i spełnia warunki określone w art. 13 Ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach i tytule naukowym oraz stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. z 2003 r. nr 65 poz. 595 z późn. zm.). Wnioskuje do Rady Dyscypliny Naukowej Instytutu Nauk o Ziemi i Środowiska Uniwersytetu Marii Curie Skłodowskiej w Lublinie o dopuszczenie Pani mgr Kamili Frydrych do publicznej obrony przedstawionej rozprawy doktorskiej.

