

dr hab. Jacek Szmańda, prof. UP

Kraków, 9 stycznia 2019 r.

**Recenzja rozprawy doktorskiej mgr Katarzyny Greń  
pt.: „Morfogeneza stożka rzeki Waldemara  
w warunkach wysokoarktycznych Spitsbergenu”**

Recenzowana dysertacja zawiera zagadnienia dotyczące geomorfologii fluwialnej. W aspekcie analiz morfometrycznych i sedimentologicznych rozpatrywana jest w niej problematyka morfogenezy rozległej formy glacyjfluwialnej. Znajduje się ona na przedpolu lodowca Waldemara i rozcina sterasowaną powierzchnię Równiny Kaffiøyry (Spistbergen), zbudowaną z osadów morskich. Praca jest obszernym studium przypadku dotyczącym badań form glacyjfluwialnych, które Autorka określa jako stożki sandrowe.

Rozprawa, w maszynopisie, liczy 110 stron i została podzielona na 12 rozdziałów merytorycznych (86 stron), spis rycin (42 ryciny), spis tabel (12 tabel) i spis literatury (201 pozycji). Układ pracy w ogólnym zarysie jest poprawny, w szczegółach uwagi i propozycję zamieszczam w dalszej części recenzji. Warte podkreślenia jest, że dysertacja zawiera obszerny i różnorodny materiał dokumentacyjny.

W rozdziale pierwszym (Wstęp) Autorka przeprowadziła przegląd stanu badań geomorfologicznych na temat stożków sandrowych. Skupiła się ona szczególnie na pracach dotyczących cech morfometrycznych wybranych stożków oraz form je urozmaicających i kształtujących. Zwróciła także uwagę na niewielką liczbę prac dotyczących analizy transportu rumowiska w korytarz rzecznych. Transport ten, jej zdaniem ma istotny wpływ na zmiany morfologii koryt, które kształtują powierzchnię stożków. Ten pogląd uznaję za słuszny, szkoda jednak, że Autorka nie wspomniała, w jaki konkretnie sposób warunki transportu rumowiska wpływają na morfologię koryt, co dało by jej możliwość sformułowania hipotez badawczych, które by mogła zweryfikować poprzez swoje badania.

Cel i zakres pracy zostały jasno określone w rozdziale drugim. Celem jest rozpoznanie ewolucji stożka sandrowego rzeki Waldemara na podstawie: (1) analiz geomorfologicznych koryt dystrybucyjnych, w tym wpływu na ich cechy morfometryczne materiału wlezonego oraz (2) analizy budowy geologicznej osadów budujących stożek. Tak sformułowany cel nie uwypukla w sposób wystarczający uniwersalnego problemu badawczego, czego można by oczekiwać po rozprawie doktorskiej, a skupia się jedynie na zagadnieniu o znaczeniu lokalnym.

Rozdział trzeci, zawiera zwięzłą charakterystykę obszaru badań oraz przegląd literatury dotyczącej geomorfologii i budowy geologicznej Równiny Kaffiøyry. Autorka słusznie podkreśla w nim, że „do rozpoznania ewolucji stożka sandrowego rzeki Waldemara konieczna jest znajomość jego osadów oraz budowy geologicznej otoczenia tej formy”. Szkoda, że mimo, odwołania się do wielu prac dotyczących geomorfologii i geologii Kaffiøyry, nie odnosi się jednak krytycznie do ich wartości poznawczych w zakresie rozpoznania ewolucji badanego przez nią stożka. Rozdział ten poza słabo czytelną ryciną lokalizacyjną obszaru badań na tle Równiny Kaffiøyry (na której dodatkowo brakuje wspomnianego w tekście lodowca Dahla), nie zawiera innych

materiałów ikonograficznych przedstawiających geomorfologię i litologię analizowanego terenu, mimo że zagadnienia te były badane i odgrywają ważną rolę w realizacji założonego celu badań. Charakterystyka geologiczna i geomorfologiczna obszaru badań zawierająca rycinę prezentującą fragment mapy geologicznej Dallmanna (2014) i szkic geomorfologiczny rejonu Kaffiøry sporządzony przez Autorkę znajduje się w rozdziale piątym. Nie widzę uzasadnienia dla rozdzielenia informacji o obszarze badań na dwa rozdziały. Proszę zatem o uzasadnienie co było tego powodem.

Opis metod badań zamieszczony został w rozdziale czwartym podzielonym na dwa podrozdziały. W pierwszym z podrozdziałów (4.1) zamieszczony został opis badań terenowych, prowadzonych w trzech sezonach badawczych, tj. w miesiącach lipiec-sierpień, w latach 2014-2016. Badania te polegały na wykonaniu:

(1) dokumentacji fotograficznej powierzchni (400 zdjęć) w 167. stanowiskach badawczych, na której podstawie

Autorka wykonała analizę uziarnienia przy pomocy metod komputerowych;

(2) pomiarów szerokości i głębokości koryt dystrybucyjnych;

(3) badań monitoringowych (na dwóch stanowiskach) tempa degradacji tundry przy krawędzi koryt, która determinowana była erozją boczną rzeki;

(4) pomiarów natężenia transportu i uziarnienia rumowiska wlezonego przeprowadzonych na dwóch stanowiskach badawczych przy pomocy trzech łapaczy (jednego na stanowisku pierwszym i dwóch na stanowisku drugim);

(5) dokumentacji morfometrycznej i litologicznej form znajdujących się w korytach dystrybucyjnych, wzdłuż ich biegu w części proksymalnej, środkowej i dystalnej.

W podrozdziale tym znajduje się przejrzysta i pogładowa dokumentacja graficzna (4 ryciny) prezentująca:

(1) rozmieszczenie stanowisk badawczych, (2) przykład dokumentacji fotograficznej litologii powierzchniowej,

(3) lokalizację łapaczy rumowiska wlezonego oraz (4) schemat lokalizacji profili pomiarowych, w których analizowane było tempo degradacji tundry na krawędzi koryt podlegających erozji bocznej. Treść tego podrozdziału wskazuje, że badania zmierzające do realizacji celu rozprawy były dobrze zaplanowane i poprawnie realizowane.

W podrozdziale drugim (4.2) znajduje się opis prac laboratoryjnych i kameralnych. W ramach tych badań Autorka przeprowadziła:

(1) analizy uziarnienia osadów powierzchniowych, w oparciu o zdjęcia prostopadłe, przy pomocy programu komputerowego Sedimentrics Digital Gravelometer;

(2) analizy morfometryczne powierzchni stożka przy pomocy numerycznego modelu wysokościowego (NMT);

(3) wyliczenie wartości bezwymiarowego naprężenia granicznego (parametru Shieldsa) i naprężenia ścinającego;

(4) analizy uziarnienia metodą sitową (70 próbek) osadów tundrowych odsłaniających się w krawędzi koryt oraz materiału transportowanego w rumowisku wleczonym;

(5) wyznaczenie wskaźników statystycznych uziarnienia przy pomocy programu Gradistat 5.11;

(6) analizy korelacji pomiędzy cechami uziarnienia osadów powierzchniowych stożka sandrowego i morfometrią koryt dystrybucyjnych, korzystając z trzech metod: regresji wielorakiej (MVR), sztucznych sieci neuronowych (ANN) i wielozmiennej regresji adaptacyjnej z użyciem funkcji sklepanych (MARS).

Opisane w tym podrozdziale, w wyczerpującym zakresie, metody wskazują na zaawansowane możliwości badawcze Autorki, umożliwiające jej wykonywanie specjalistycznych analiz, które pozwalają na realizację założonego w dysertacji celu badań.

Rozdział piąty, zawiera informacje o geologii i geomorfologii obszaru badań, które powinny być omówione w rozdziale trzecim. Podobnie zawarte w rozdziale szóstym, informacje o cechach geomorfologicznych i teoriach na temat ewolucji stożków aluwialnych, stożków sandrowych i stożków skrępowanych powinny być zamieszczone w rozdziale pierwszym (Wstęp). Między innymi na tej podstawie Autorka powinna jednoznacznie sformułować problem badawczy.

Najobszerniejszym rozdziałem recenzowanej dysertacji (17 stron) jest rozdział siódmy. W rozdziale tym przeanalizowana została morfologia powierzchni i osady stożka sandrowego rzeki Waldemara. Kluczowe dla tych rozważań było wyznaczenie trzech stref badanego stożka: proksymalnej, środkowej i dystalnej. Autorka za kryterium tego podziału przyjęła zmiany nachylenia profilu podłużnego. Powołała się przy tym na liczne publikacje, z których lektury wynika, że jednym z głównych parametrów warunkujących ewolucję i zróżnicowanie morfologiczne stożków aluwialnych i sandrowych jest ich nachylenie. O ile pogląd ten należy uznać generalnie za słuszny, to w szczegółach zaproponowany przez Autorkę podział na strefy może budzić wątpliwości. Analizując zmiany nachylenia profilu podłużnych na rycinie 19 i w tabeli 2, widoczna jest progowa zmiana wartości pomiędzy strefą proksymalną i środkową, natomiast granica pomiędzy strefą środkową i dystalną jest dyskusyjna. Biorąc pod uwagę rozdzielczość 20. metrową danych Numerycznego Modelu Rzeźby Terenu udostępnionego przez Norwegian Polar Institute (str. 24) (informacji o dokładności pionowej nie podano), na podstawie którego została przeprowadzona analiza nachylenia z dokładnością do 0,00001 m/m (tab. 1), powstaje pytanie czy uzyskanie takiego poziomu dokładności w oparciu o wspomniane dane wysokościowe jest możliwe. W tym miejscu poproszę Autorkę o szczegółowe wyjaśnienie.

Trudno jest także zweryfikować poprawność wykreślonych linii profili spadku terenu zamieszczonych na rycinie 19B i 19C, ponieważ znajdujący się na tej rycinie model (ryc. 19A) przedstawia zróżnicowanie wysokości nad poziomem morza, a nie zróżnicowanie nachylenia powierzchni stożka, mimo, że taki jest tytuł ryciny. W miejscu mapy hipsometrycznej na rycinie 19A, powinna znajdować się mapa spadków.

W rozdziale siódmym Autorka zamieszcza dokumentację litologiczną (fotografie na ryc. 22) i wartości parametrów uziarnienia (tab. 2) osadów badanego stożka. Dokumentacja ta jest poprawnie wykonana i dobrze obrazuje zmniejszanie się rozmiarów klastrow budujących stożek wraz ze zmniejszaniem się jego spadku. Bardzo poglądowa, chociaż w szczegółach słabo czytelna, jest dokumentacja graficzna cech morfometrycznych koryt dystrybucyjnych (ryc. 25) oraz cech uziarnienia osadów na powierzchni stożka (ryc. 26 i 27). Dopiero szczegółowe przestudiowanie zamieszczonych na tych rycinach modeli rozkładu analizowanych parametrów morfometrycznych i rozkładu wielkości ziaren pozwala na dostrzeżenie dwudzielności badanej formy. W dolnej bowiem części strefy środkowej i niemal na całej długości strefy dystalnej stożek rozczłonkowany jest na północne i południowe ramię przez rozległą powierzchnię o charakterze podłużnej równoleżnikowo zorientowanej wyspy. Fakt ten nie był wcześniej wyraźnie wskazany przez Autorkę, a stanowi on ważny czynnik determinujący rozkład osadów na badanej powierzchni stożka. Generalnie ramię północne jest szersze od południowego, a oba ramiona zewężają się w centralnej części strefy dystalnej, co ma istotne znaczenie uwidaczniające się w zróżnicowaniu parametrów uziarnienia budujących je osadów.

W tym miejscu zwracam uwagę na niezgodność danych rozkładu mediany uziarnienia osadów na rycinie 27A z wartościami tego parametru zamieszczonymi w tabeli 2. Z analizy rozmieszczenia mediany na rycinie w ujściowej części stożka wynika, że przeciętny rozmiar ziaren rośnie tu od wartości ok. 10 mm do ok. 80 mm, natomiast z analizy tabeli wynika, że w odcinku dystalnym największa wartość mediany wynosi 49 mm.

Wartości zbliżone do 80 mm zostały udokumentowane w tabeli 2, w rubryce maksimum w strefie środkowej (76,8 mm) i w strefie dystalnej (76,6 mm). Informacje te przed ewentualną publikacją rozprawy powinny zostać zweryfikowane.

Z punktu widzenia rozwoju wiedzy na temat dynamiki procesów geomorfologicznych kształtujących formy glacyjfluwalne, a także w relacji do wszystkich danych zawartych w recenzowanej pracy, najcenniejsze w recenzowanej dysertacji są wyniki badań zamieszczone w rozdziale ósmym. Rozdział ten dotyczy dynamiki transportu rumowiska wlezonego oraz erozji bocznej koryt rozpatrywanych na podstawie badań metodą eksperymentu terenowego, w okresie letnim w latach 2016 i 2017. Wyniki tych badań dostarczają cennych informacji na temat koncentracji i zróżnicowania frakcjonalnego rumowiska wlezonego oraz tempa degradacji tundry w efekcie migracji bocznej koryt rzecznych. W rozdziale tym Autorka zamieszcza rzetelnie sporządzoną dokumentację i charakterystykę wspomnianych procesów, co do której nie mam zastrzeżeń.

W rozdziałach 9 i 10 Autorka rozpatruje, z użyciem narzędzi statystycznych, relacje pomiędzy zmianami morfologii powierzchni stożka a cechami uziarnienia osadów. Uważam, że ze względu na spójność przyjętych metod analitycznych oraz zakres badanych powiązań pomiędzy parametrami morfometrycznymi i parametrami uziarnienia osadów, rozdziały te powinny być połączone w jeden. Oba rozdziały są trudne w odbiorze z powodu specyfiki terminologicznej i wymagają szczególnego skupienia się czytelnika dla zrozumienia zawartych w nich rozważań. Świadczy to o profesjonalnym podejściu badawczym Autorki w zakresie rozpatrywanej problematyki, na co zwracam uwagę, ale do oceny treści zawartej w tych rozdziałach odniosę tylko w sposób ogólny.

W rozdziale dziewiątym, Autorka potwierdza swoimi badaniami znaną z literatury zależność pomiędzy zmniejszaniem się naprężenia ścinającego wraz z odległością od początku stożka, co można wiązać ze zmniejszaniem się chropowatości dna koryt wynikającej z drobnienia osadów je budujących. To z kolei związane jest z sukcesywnym zmniejszaniem się spadku, skutkującym obniżeniem się zdolności transportowej wody płynącej w korytach. Autorka zwraca uwagę na niezgodność modelu Shields'a zakładającego zmniejszanie średnicy ziaren wraz ze zmieszaniem się spadku z zaobserwowaną przez nią zmiennością warunków transportu rumowiska w dystalnej części stożka. Nie próbuje wyjaśnić jednak tego przyczyny.

Analizując zmienność cech uziarnienia osadów zdeponowanych na powierzchni stożka, mgr Katarzyna Greń stwierdza, że wraz ze zmniejszaniem się mediany deponowanych osadów, wartości wysortowania są zmienne, co jej zdaniem stoi w sprzeczności z opisywaną w literaturze tendencją do polepszania się wysortowania od źródła cieku i tu powołuje się m.in. na publikacje: Klimka (1972), Mycielskiej (1995), Racinowskiego i in. (2001) i Szymańdy (2011). Autorka dla poparcia wspomnianej prawidłowości powołała się na moją pracę, jednak w sposób nieuzasadniony, ponieważ we wzmiankowanej publikacji nie opisałem tendencji polepszania się wysortowania od źródeł do ujścia badanych przez mnie rzek. Stwierdziłem natomiast, że wraz ze zmniejszaniem się średniej średnicy ziarna w osadzie następują zmiany jego wysortowania, co jest zobrazowane w M-kształtnym rozkładzie punktów na diagramie zależności średniej średnicy i wysortowania, opisanym wcześniej przez Folka i Warda (1956). Trend ten jest także widoczny na rycinie 42A. Jest on jednak słabo wyrazisty ponieważ autorka zastosowała na osi średniej średnicy ziarna w osadzie skalę logarytmiczną w metrach, a nie standardowo używaną w badaniach sedymentologicznych skalę półlogarytmiczną w jednostkach phi.

W rozdziale dziesiątym Autorka skupia się na weryfikacji różnych modyfikacji modeli statystycznych w tym modeli: regresji wielorakiej (MRV), regresji adaptacyjnej (MARS) i percentonu wielowarstwowego (MLP). Modele te w oparciu o korelację pomiędzy zmianami parametrów morfometrycznych stożka i zmianami parametrów litologii osadów je budujących, służą do estymacji wybranych zmiennych charakteryzujących

morfologię stożka i uziarnienia jego osadów. W konkluzji można stwierdzić, że dla różnych estymowanych cech jakimi były: spadek i szerokość stożka, głębokość i szerokość koryt dystrybucyjnych oraz parametry uziarnienia osadów powierzchniowych, różne modele wykazują większe lub mniejsze dopasowanie wygenerowanych przez nie parametrów w relacji do cech rzeczywistych. Warto skorzystać ze spostrzeżeń Autorki zamieszczonych w tym rozdziale w badaniach predykcji rozwoju form i przebiegu procesów fluwialnych.

Rozdział jedenasty zawiera dyskusję wyników badań. Ogólnie ujmując, w dyskusji tej Autorka skupia się na relacjach pomiędzy nachyleniem powierzchni stożka, jego szerokością oraz wartościami parametru Schieldsa, które jej zdaniem decydują o morfodynamice procesów kształtujących analizowaną formę. Na podstawie wyznaczonych przy pomocy modeli statystycznych wartości krytycznych wspomnianych trzech czynników, wyróżnia ona w tabeli 12 trzy strefy morfodynamiczne. Stref tych jednak nie charakteryzuje w jasny sposób, odwołując się do tabeli 12 tylko jeden raz. Strefy morfodynamiczne nie pokrywają się z wyznaczonymi wcześniej strefami proksymalną, środkową i dystalną, wynikającymi ze spadku powierzchni stożka. Fakt braku zbieżności stref związanych ze zmianą spadku powierzchni stożka ze strefami morfodynamicznymi, zdaniem Autorki wskazuje na to, że wpływ na przebieg procesów dynamicznych ma nie tylko nachylenie powierzchni stożka. Istotne znaczenie mają także zmiana jego szerokość i wartości parametru szorstkości, których zmniejszenie się w dolnej części strefy środkowej i górnej części strefy dystalnej powoduje wzrost siły erozji w miejscach zwężenia stożka. Wzrost siły erozyjnej objawia się z kolei we wzroście wartości mediany osadów deponowanych w zwężeniach. Tym samym wyjaśniona została przyczyna zaakcentowanej w rozdziale 9. niezgodności modelu Shields'a, zakładającego zmniejszanie się średnicy ziaren wraz ze zmieszaniem się spadku z zaobserwowaną przez Autorkę zmiennością warunków transportu rumowiska w dystalnej części stożka.

W rozdziale dwunastym znajdują się wnioski, z których za najważniejsze z punktu widzenia badań nad morfogenezą stożków sandrowych uznaje dwa:

- (1) Wielkość transportu rumowiska dennego w stożkach sandrowych jest zmienna w cyklu dobowym i zależna w większym zakresie od lokalizacji koryt dystrybucyjnych w odniesieniu do odległości od erodowanej krawędzi tundry, niż od spadku koryta.
- (2) Do głównych czynników warunkujących rozwój badanego stożka należą: nachylenie jego powierzchni, wartość progu ruchu osadu oraz szerokość stożka.

Po lekturze dysertacji mgr Katarzyny Greń nasuwają mi się następujące pytania dyskusyjne:

- (1) Czy całą analizowaną w rozprawie formę rzeźby terenu można nazwać stożkiem sandrowym? Autorka wspomina w rozdziale 6.2, że charakterystyczne dla stożków są między innymi duże nachylenia powierzchni. Zakres nachylenia badanej formy zawiera się od 0,00004 m/m (0,0023°) do 0,157 m/m (9°) (tab. 1). Średnia wartość nachylenia (tab. 2) w strefie proksymalnej wynosi 0,052 m/m (3°), w strefie środkowej 0,023 m/m (1,3°), a w strefie dystalnej 0,011 m/m (0,6°). Jaki jest zdaniem Autorki zakres wartości odpowiadający „dużemu nachyleniu” i czy ze względu na średnie nachylenie powierzchni stożka w strefie dystalnej poniżej 1°, strefę proksymalną i środkową należy uznać za stożek, a strefę dystalną rozdzieloną przez utrwaloną przez roślinność wyspę za koryta rzeki roztokowej?
- (2) Jaka, zdaniem Autorki, jest różnica pomiędzy korytami dystrybucyjnymi a nurtami rzeki roztokowej? Według powszechnie stosowanej klasyfikacji Schumma (1977) rzeka roztokowa to rzeka jednokorytowa wielonurtowa, a jednym z kryteriów uznawania stożka za sandrowy,

wymienionych w rozdziale 6.2, jest roztokowy charakter rzeki z szybko zmieniającymi swoją morfologię i migrującymi korytami dystrybutywnymi. Czy zatem rzeka roztokowa to rzeka wielokorytowa składająca się z koryt dystrybutywnych?

(3) W rozdziale 6.2 Autorka stwierdza, że stożki sandrowe to formy tworzące się w wyniku akumulacyjnej działalności przeciążonych osadem wód roztopowych (str. 36). Co Autorka rozumie przez „przeciążenie osadem wód”? Czy rzeka może przemieszczać więcej osadu niż jej zdolność transportowa w określonych warunkach przepływu?

Praca mgr Katarzyny Greń, mimo wspomnianych uchybień natury merytorycznej i edytorskiej, jest ogólnie starannie przygotowana i zawiera obszerną, różnorodną i wartościową, z punktu widzenia poznawczego, dokumentację możliwą do weryfikacji prezentowanej przez Nią interpretacji wyników badań. Świadczy to o tym, że mgr Katarzyna Greń dobrze opanowała i skutecznie posługuje się warsztatem naukowym zarówno pod względem analitycznym, jak i interpretacyjnym z zakresu geomorfologii fluwialnej i sedymentologii osadów klastycznych. Posiada ona również dobrą znajomość literatury dotyczącej problematyki i przedmiotu jej badań naukowych.

Uważam, że rozprawa doktorska mgr Katarzyny Greń stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego. Autorka wykazała się ogólną wiedzą teoretyczną i umiejętnościami samodzielnego prowadzenia pracy naukowej w dyscyplinie geografii, a według nowego podziału na dyscypliny naukowe (Rozporządzenie Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 20 września 2018 r. w sprawie dziedzin nauki i dyscyplin naukowych oraz dyscyplin artystycznych) w dyscyplinie nauk o Ziemi i środowisku.

W konkluzji stwierdzam, że rozprawa naukowa mgr Katarzyny Greń spełnia warunki formalne określone w Ustawie z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule zakresie sztuk i wnoszę o dopuszczenie Doktorantki do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

