



Poznań, 15 lutego 2019

Prof. dr hab. Zbigniew Zwoliński

R E C E N Z J A

pracy doktorskiej mgr Justyny Dudek

pt.

**Współczesne przemiany krajobrazu półwyspu Sørkapp Land (Spitsbergen)
pod wpływem recesji lodowców na podstawie danych teledetekcyjnych**

napisanej pod kierunkiem prof. dr hab. Wiesława Ziaji

Od drugiej połowy XX wieku prowadzone są polskie ekspedycyjne i stacjonarne badania nad funkcjonowaniem środowiska przyrodniczego strefy polarnej zaowocowały m.in.: obszerną literaturą z zakresu funkcjonowania i ewolucji środowiska przyrodniczego obszarów objętych współczesnym zlodowaceniem na Spitsbergenie. Na szczególną uwagę zasługują prace dotyczące przebiegu procesów morfogenetycznych głównie odpowiedzialnych za zmiany krajobrazowe na skutek wycofywania się lodowców w dobie globalnego ocieplenia, które zapoczątkowane zostały w krakowskim ośrodku polarnym Uniwersytetu Jagiellońskiego przez prof. Z.Czeppego, a następnie kontynuowane przez prof. prof. W.Ziąję, E.Dubiela czy M.Olech. Nie tylko pod względem geograficznym, ale głównie z uwagi na poruszane zagadnienia merytoryczne, przedstawiona do oceny rozprawa doktorska mgr Justyny Dudek ściśle nawiązuje i rozwija prace prowadzone przez swoich poprzedników. Rozprawa przedstawia przebieg i zróżnicowanie przestrzenne transformacji krajobrazów półwyspu Sørkapp land w świetle recesji lodowców w trzech przedziałach czasowych 1961-1990-2010 na podstawie danych teledetekcyjnych.

Praca doktorska obejmuje 294 strony (format A4), w tym: 7 rozdziałów części tekstowej z rycinami i tabelami - 251 stron, bibliografię (24 strony spisu o ogólnej liczbie pozycji 299). Część



tekstowa zawiera: 36 tabel i 129 rycin, które w sposób zadawalający dokumentują prezentowane zagadnienia. Zamieszczono także spisy: rycin i tabel (łącznie 13 stron). Tytuły tabel i rycin są podane tylko w języku polskim, brak streszczenia polskiego i angielskiego. Rozprawa doktorska pod względem formalnym, nie budzi zastrzeżeń; jest zasadniczo poprawnie przygotowana i udokumentowana obszernymi własnymi materiałami oraz danymi zaczerpniętymi z literatury. Proporcje treści głównych (136 stron – rozdział 5: Przemiany krajobrazu półwyspu Sørkappland (Spitsbergen) pod wpływem recesji) i obocznych (104 strony – rozdział 1-4: Dotychczasowy stan wiedzy w zakresie tematu pracy, Cel pracy, Charakterystyka geograficzno-przyrodnicza obszaru badań, Materiały źródłowe, narzędzia i metody pracy) rozprawy są zachowane w rozsądnych granicach. Całą pracę kończą rozdziały: 6. Dyskusja i synteza wyników (14 stron) i 7. Wnioski (1,5 strony).

Podstawę do rozwiązania postawionego problemu badawczego stanowiły różnorodne dane, a mianowicie skanowane zdjęcia lotnicze, analogowe i cyfrowe mapy topograficzne, ortoobrazy, cyfrowe modele wysokościowe oraz uproszczone mapy geomorfologiczne (9 wydzieleni morfologicznych). Należy podkreślić, że zintegrowanie tak zróżnicowanych danych wejściowych do analiz przestrzennych, pochodzących z różnych źródeł, na różnych nośnikach, z różnych lat w jedną spójną bazę danych jest wyjątkowym osiągnięciem Doktorantki. Na szczególną uwagę zasługuje wykonana przez Doktorantkę inwentaryzacja lodowców półwyspu Sørkapp Land w roku 2010, który stał się rokiem odniesienia do analiz przestrzennych oraz pomierzenia cech morfometrycznych tych lodowców.

Doktorantka postawiła sobie trzy zadania badawcze:

1. Kartograficzno-teledetekcyjny – dotyczący w głównej mierze integracji i processingu różnego typu danych,
2. Glacjologiczny – opierający się na inwentarzu i geomorfometrycznym opracowaniu współczesnych lodowców,
3. Krajobrazowy – polegający na określeniu wpływu recesji lodowców na kształtowanie się obszaru na przedpolu lodowców.



Pierwsze z zadań badawczych zostało przedstawione przez Doktorantkę w sposób imponujący, aż chciałoby się rzec wzorcowy i szkoda, że inni badacze korzystający z danych przestrzennych nie podchodzą właśnie w taki sposób do swoich danych jak mgr Justyna Dudek. Imponującą rzeczą w rozdziale 4 „Materiały źródłowe, narzędzia i metody pracy”, omawiającym zadanie kartograficzno-teledetekcyjne było solidne podejście do dokładności i wiarygodności opracowywanych danych przestrzennych, obliczone różnice i błędy dla map topograficznych i ich georeferencji, dla zdjęć lotniczych, ortofotomap i danych pochodzących ze skaningu laserowego. Metodyka przygotowania tych danych do dalszych analiz winna stać się podstawą do opublikowania jej w osobnym artykule. Np. wykazane różnice wysokości na cyfrowych modelach wysokościowych wahały się w szerokim przedziale od +40 do -84 m a średnie różnice wysokości dla uzyskanych cyfrowych modeli wysokościowych mieścił się w granicach od -1,57 m do +0,91 m z maksymalnym odchyleniem standardowym 4,11. Doktorantka wykonała także identyfikację form terenu na badanych obszarach Sørkapp Landu, niekoniecznie według prawideł kartowania geomorfologicznego, czy nawet parametryzacji geomorfometrycznej, z czego zdaje sobie sprawę na str. 188, pisząc: *zastosowana metoda fotointerpretacji geomorfologicznej, choć efektywna i oszczędna, nie pozwala całkowicie wyeliminować badań terenowych, chociażby ze względu na pojawiające się trudności w ocenie następstwa warstw czy form terenu*. To zdanie bardzo dobrze świadczy o dojrzałości badawczej Doktorantki.

Drugie i trzecie zadanie badawcze zostały przedstawione w rozdziale 5 „Przemiany krajobrazu półwyspu Sørkapp Land (Spitsbergen) pod wpływem recesji lodowców”. Najpierw zostało omówione tempo recesji lodowców w rozbiciu na lodowce kończące się na lądzie i w morzu w latach 1961-1990-2010. Tempo recesji zostało scharakteryzowane przez trzy parametry: zmiany powierzchni lodowców oraz zmiany długości i miąższości jeziorów lodowcowych. Zmiany powierzchni lodowców wahają się od kilku do 78% powierzchni lodowca (Gråkallbreen), zmiany długości jeziora lodowcowego zmieniają się w przedziale od kilkudziesięciu cm do 32 m a⁻¹ (Bungebreen), a zmiany miąższości jeziorów lodowcowych mieszczą się w granicach od -85 m (Bungebreen, Mathiasbreen, Tromsøbreen) do +50 m (Bastionbreen). Niezależnie od



generalnego tempa recesji lodowców średnio o $0,25 \text{ km}^2 \text{ a}^{-1}$ dla zachodniego wybrzeża Sørkapp Landu, o $0,26 \text{ km}^2 \text{ a}^{-1}$ dla południowego sektora Sørkapp Landu, o $0,06 \text{ km}^2 \text{ a}^{-1}$ dla wschodniego sektora Sørkapp Landu i o $0,07 \text{ km}^2 \text{ a}^{-1}$ dla północnego sektora Sørkapp Landu, Doktorantka wskazała także lodowce szarżujące, np. Bungebreen (o 575 m w latach 2007-2017, Sykorabreen). Dużym walorem tej części pracy są zdjęcia porównawcze lodowców z różnych lat wykonane przez różne osoby (głównie przez prof. W.Ziąję) ze współczesnym wyglądem tych lodowców, które najlepiej obrazują rozmiary zmian w terenie. Z kolei lodowce uchodzące do morza straciły w analizowanych okresach średnio od 7 do 19% swojej powierzchni. Równie spektakularne zmiany dotyczą długości jeziorów lodowcowych (Olsokbreen – skrócenie o ponad 3 km) i szerokości ich czoł (Vasil'evbreen – wydłużenie klifu lodowego o blisko 12 km). Najbardziej dynamiczne zmiany pod każdym względem dotyczą lodowców uchodzących do Hornsundu: Mendeleev (powierzchnia zmniejszyła się o 22,5%, jezior skrócił się o 4,2 km) i Svalis (odpowiednio 24,8% i 4,25 km). Dla Mendeleevbreen zmiany miąższości wahały się od -109 m do + 70 m. Generalnie największe zmiany na Sørkapp Landzie zaszły w badanym okresie w sektorze zachodnim, m.in. na skutek ocieplającego wpływu Prądu Zachodniospitsbergeńskiego, natomiast najmniejsze – w północno-wschodniej części Sørkapp Landu. Ta część pracy cechuje się niezwykle wysoką wartością merytoryczną, po raz pierwszy tak detalicznie zostały opracowane procesy recesji lodowców wśród polskich rejonów badawczych na Spitsbergenie.

Ilościowa analiza recesji lodowców Sørkapp Landu poprzedza analizę jakościową czyli przemiany form terenu i stosunków wodnych na obszarach uwalnianych spod lodu, które stanowią 9,5% powierzchni półwyspu. Wśród form terenu Doktorantka wyróżnia formy akumulacyjne i erozyjne pochodzenia glacialnego i fluwioglacialnego. Po czym następuje 40-stronicowy jakościowy opis form terenu z mapami stref marginalnych poszczególnych lodowców na Sørkapp Landzie z różnych lat obserwacji. Jest to niezwykle cenny materiał dokumentacyjny dla studiów porównawczych. Detaliczny opis każdej strefy marginalnej w trzech okresach analitycznych wzbogacony jest od czasu do czasu informacjami ilościowymi o zmianach



powierzchni jezior, tempie obniżania powierzchni terenu na skutek wytapiania się martwego czy zagrzebanego lodu czy wreszcie rozmywania przez rzeki proglacjalne, itp.

Kolejna część pracy (12 stron) dotyczy zmian linii brzegowej półwyspu Sørkapp Land. Z obliczeń Doktorantki wynika, że corocznie w latach 1961-2010 ubywało 1,3 km² powierzchni półwyspu. Przyrost długości linii brzegowej wyniósł w tym czasie blisko 43,4 km, przy ogólnej długości linii brzegowej 280 km dla całego półwyspu. Należy zwrócić uwagę, że oprócz wydłużania linii brzegowej następowało też syngenetyczne wydłużanie o 12 km w latach 1961-1990 i skracanie o 7 km klifów lodowych. W północnym sektorze półwyspu w okolicach Hornsundu zmiany długości linii brzegowej wynosiły aż 32 km. Warto tu przytoczyć także przewidywanie powstania cieśniny między półwyspem Sørkapp Land a wyspą Spitsbergen. Pomiar Doktorantki potwierdzają przypuszczenia Grabca i in. (2017). Te zróżnicowane tendencje zmian linii brzegowej półwyspu świadczą o dużej złożoności transformacji krajobrazu Sørkapp Landu, wynikające nie tylko z procesów recesji lodowców, ale także ich szarż oraz zaniku obszarów lądowych w morzu czy przyrastaniu lądu na skutek osadzania zawiesiny z rzek lodowcowych. Wielka szkoda, że Doktorantka nie pokusiła się o zaproponowanie modelu czy modeli transformacji geomorfologicznej czy krajobrazowej przedpoli badanych lodowców, że nie zwróciła uwagi na zmiany domen morfogenetycznych, w tym zmiany środowiska glacialnego i fluwioglacialnego na środowisko paraglacjalne. Te dwa elementy byłyby bardzo mocnym akcentem przeprowadzonych obliczeń, analiz i porównań. Należy wyrazić nadzieję, że znajdziemy takie propozycje modelowe i zmiany domen morfogenetycznych za pewien czas w jednym z czasopism naukowych.

Rozdział 6 „Dyskusja i synteza wyników” podsumowuje rozdział 5 o zmianach przemieszczania się lodowców i przekształcania obszarów uwolnionych spod lodu. Doktorantka stwierdza, że w badanym półwiczu powierzchnia zajmowana przez lodowce zmniejszyła się o 130 km², z czego 50% ubytku masy lodowców przypada na ich cielenie się, co jest największą wartością dla Spitsbergenu. Również spadek miąższości lodowców osiągał maksymalnie 130 m. swoje obliczenia parametryczne Doktorantka odniosła do wcześniejszych prac o podobnym



charakterze, a mianowicie prac Janii (1988), Lafauconniera i Hagena (1991), Nutha i in. (2013), Königa i in. (2014) oraz licznych prac Ziaji (1999, 2001, 2004). Obliczenia tych autorów były dla wcześniejszych okresów, co pozwoliło mgr J. Dudek wydłużyć obserwowane przez Nią tendencje zachowań lodowców. Ważnym wnioskiem Doktorantki jest stwierdzenie, że od roku 1936 *lodowce Sørkapp Landu są w fazie recesji, a od roku 1990 przebiega ona coraz szybciej*. Następnie Doktorantka podkreśla procesy transformacji moren końcowych, których średnie obniżenie wysokości wynosi od 8 do 10 m, a maksymalnie nawet 50-70 m. w badanych latach powierzchnia form oraz osadów dennych i ablacyjnych za wałami lodowo-morenowymi wzrosła z 8,4 km² do 39,2 km², powierzchnia stożków sandrowych i koryt cieków proglacialnych wzrosła z 3,5 km² do 10 km². Ta część rozprawy posiada charakter ponadregionalny, a sformułowane w niej wnioski mają odniesienie do strefy polarnej, co należy uznać za ważne osiągnięcie pracy.

Formalne podsumowanie całej rozprawy stanowi rozdział 7 *Wnioski*, w którym wyeksponowano kluczowe wyniki podjętych badań stanowiące odpowiedzi na postawione cele szczegółowe. Niestety, nie zawarto tu szerszych wniosków, w których na tle ponadregionalnym zostałyby przedstawione zasadnicze osiągnięcia rozprawy.

Zastosowane przez mgr Justynę Dudek dane teledetekcyjne i metody badawcze oraz ich zakres pozwalają na stwierdzenie, że recenzowana rozprawa została oparta na różnorodnym i bogatym materiale dokumentacyjnym przedstawionym w tabelach, na rycinach i wykresach. Dokumentacja graficzna pracy jest wykonana bardzo starannie, co także wpływa na wysokie walory pracy. Niewątpliwie tabele to spory problem, nie tylko tej rozprawy. Tabel jest dużo, bo 36. Sądzę, że niektóre dane z tych tabel mogłyby być z powodzeniem przedstawione na wykresach, które by w bardziej przejrzysty sposób pokazywały trendy zmian wielu parametrów. Oceniana rozprawa, zawiera duży ładunek dokumentacyjny i analityczny, dostarcza nowych wniosków dotyczących współczesnej transformacji krajobrazów polarnych. Doktorantka wykazała w rozprawie ważną rolę recesji lodowców w kształtowaniu ich strefy marginalnej, przy dużej zmienności czasowej i przestrzennej ich funkcjonowania. Jest to monografia wypełniająca lukę w badaniach glaciologiczno-geomorfologicznych strefy polarnej. Pewien niedosyt



pozostawia część interpretacyjną wyników badań ilościowych oraz umiejętności syntetycznego, modelowego prezentowania jednostkowych przypadków opisywanych bardzo szczegółowo. Celne odwołania do pozycji literaturowych świadczą o erudycji ogólnogeograficznej mgr J. Dudek.

Pomimo bardzo dobrej oceny ilości i jakości materiału dokumentacyjnego i poprawności stylistycznej tekstu, chciałbym zwrócić uwagę na kilka niedociągnięć edytorskich, niedoskonałości językowych i terminologicznych. Rozdział 3 zatytułowany jest „Charakterystyka geograficzno-przyrodnicza obszaru badań” – dlaczego geograficzno-przyrodnicza? Czy środowisko geograficzne nie obejmuje przyrody ożywionej czyli w tym przypadku podrozdziały świat roślin i świat zwierząt? Tytuł rozdziału 4 brzmi „Materiały źródłowe, narzędzia i metody pracy” – pytanie: o jakie narzędzia chodzi? Ja wiem, że jest to proste tłumaczenie z języka angielskiego, ale właściwiej byłoby tu użyć np. „oprogramowanie”. Bowiem *de facto* chodzi tu o funkcje czy moduły zawarte właśnie w oprogramowaniu geoinformacyjnym, którym Doktorantka bardzo sprawnie się posługiwała a nie –parafrazując– o śrubokręt czy młotek. Pisownia: Sørkappland czy Sørkapp Land – razem czy osobno: w większości przypadków Doktorantka używa pisowni rozdzielnej, ale w kilku miejscach jest pisownia łączna. Nazwisko prof. Olava Slaymakera nie jest Slymaker.

Niezależnie od uwag o charakterze dyskusyjnym, drobnych niedociągnięć i braków, uważam, że rozprawa Pani mgr Justyny Dudek jest wielowątkowym i ciekawym pod względem merytorycznym opracowaniem naukowym i stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego, które oceniam bardzo pozytywnie. Realizacja podjętego problemu badawczego, sposobów jego rozwiązywania, a przede wszystkim uzyskane wyniki upoważniają do stwierdzenia, że recenzowana praca ma charakter monograficzny a Doktorantka wykazała się ogólną wiedzą nie tylko teoretyczną, ale również praktyczną w zakresie samodzielnego prowadzenia pracy naukowej. Doktorantka osiągnęła założony cel badawczy w kilku kolejnych etapach, wykazała się bardzo dobrym opanowaniem warsztatu badawczego, umiejętnością stawiania problemów naukowych, znajomością regionalnej literatury przedmiotu, umiejętnością poprawnego wnioskowania. Rozprawa cechuje się logiczną kolejnością poszczególnych etapów pracy badawczej, a podejmowane wątki są istotne dla sformułowanego celu.



Praca mimo częściowo charakteru lokalnego, wnosi nowy wkład do wiedzy na temat funkcjonowania systemów glacialnego i geomorfologicznego w strefie polarnej. Lodowce Sørkapp Landu charakteryzują się dużą czułością na zmiany warunków środowiskowych, które powodowane są przez różnorodne procesy lokalne, regionalne czy globalne. W związku z tym można je także uznać za dobre geoindykatory zmian środowiska geograficznego w różnych skalach przestrzennych.

Biorąc pod uwagę moją wysoką ocenę recenzowanej rozprawy stwierdzam, że spełnia ona wymogi formalne i merytoryczne stawiane przez Ustawę o stopniach naukowych i tytule naukowym z dn. 14 marca 2003 r. (Dz.U. z 2016 r., Nr 65, poz. 882 ze zm.) oraz § 6 Rozporządzenia Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dn. 3 października 2014 r. (Dz.U. z 2014 r., poz. 1383), może być podstawą jej obrony publicznej i wnoszę do Wysokiej Rady Instytutu Geografii i Gospodarki Przestrzennej Uniwersytetu Jagiellońskiego o dopuszczenie mgr Justyny Dudek do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

Jednocześnie wnoszę o wyróżnienie we właściwej formie rozprawy doktorskiej mgr Justyny Dudek za niezwykle skrupulatne opracowanie materiału dokumentacyjnego oraz pierwsze tak szerokie potraktowanie tematu wpływu recesji lodowców na współczesne kształtowanie się stref marginalnych w systemach glacialno-geomorfologicznych.

Zb. Zweli