

Recenzja rozprawy doktorskiej

mgra Daniela Kępskiego

pt. „Wpływ rzeźby i pokrycia terenu na rozkład przestrzenny i dynamikę zmian pokrywy śnieżnej na tundrze w okolicy Polskiej Stacji Polarnej na Spitsbergenie”

Promotor: prof. dr hab. Krzysztof Migąła

Promotor pomocniczy: dr Bartłomiej Luks

Tekst rozprawy doktorskiej mgr Daniela Kępskiego wraz z 82 rycinami i 12 tabelami liczy 182 strony.

Ocena doboru tematu, celu i zakresu pracy

Pokrywa śnieżna jest najbardziej zmiennym w czasie i przestrzeni elementem kriosfery - integralnej części systemu klimatycznego. Odgrywa ważną rolę w funkcjonowaniu środowiska przyrodniczego: zasila lodowce, wpływa na reżim hydrologiczny, wymianę ciepła pomiędzy podłożem a atmosferą, wilgotność gruntu, długość okresu wegetacyjnego oraz siedliska i gatunki roślin i zwierząt. Wiedza o zmienności pokrywy śnieżnej, zwłaszcza w warunkach zmieniającego się klimatu, jest więc niezbędna do zrozumienia funkcjonowania ekosystemów Ziemi. Uwarunkowana czynnikami meteorologicznymi czasowa zmienność pokrywy śnieżnej (grubości i struktury wewnętrznej) jest w przestrzeni różnicowana przez warunki topograficzne – przede wszystkim przez rzeźbę i pokrycie terenu. Doktorant podejmując pracę badawczą, której głównym celem było „rozpoznanie zmiennego w czasie rozkładu pokrywy śnieżnej w okolicy Polskiej Stacji Polarnej na Spitsbergenie oraz próba ujęcia liczbowego jej związku z topografią i pokryciem terenu” włączył się w ważny nurt badań naukowych prowadzonych w wielu regionach świata. Wiedza na temat roli pokrywy śnieżnej w środowisku, jej zmienności i uwarunkowań jest jednak już znaczna. Wykorzystuje się ją między innymi do doskonalenia przestrzennych modeli takich jak Alpine 3D, który umożliwia

symulacje procesów fizycznych zachodzących pomiędzy atmosferą, pokrywą śnieżną i jej podłożem z uwzględnieniem rzeźby i pokrycia terenu. Z takich modeli korzystał także doktorant badając przebieg topnienia pokrywy śnieżnej w rejonie Polskiej Stacji Polarnej Hornsund i prognozując cechy pokrywy śnieżnej tego obszaru pod koniec XXI wieku. Praca ma więc z założenia charakter regionalny, sygnalizowany już tytułem, co nie wyklucza możliwości wykorzystania jej wyników przez badaczy innych obszarów. Zakres prac badawczych był kompleksowy. Obejmowały one (a) rozpoznanie przestrzennej i (b) czasowej zmienności, (c) topograficznych i (d) klimatycznych uwarunkowań oraz (e) prognozowanie zmian pokrywy śnieżnej na niezlodowaconych obszarach wybrzeży fiordu Hornsund. Na potrzeby pracy doktorant wykorzystał dostępne dane meteorologiczno-śniegowe oraz teledetekcyjne i kartograficzne uzupełnione wynikami obserwacji i pomiarów pokrywy śnieżnej badanego obszaru, które przeprowadził wiosną 2016 roku. Wykonane wtedy dodatkowe badania cech chemicznych pokrywy śnieżnej uważam za słabo związane z tematem pracy.

Ocena oryginalności rozprawy

Oryginalność recenzowanej pracy polega na kompleksowym rozpoznaniu przestrzennej i czasowej zmienności grubości i struktury wewnętrznej pokrywy śnieżnej na wybrzeżu fiordu Hornsund w warunkach ocieplającego się klimatu z uwzględnieniem znaczenia form rzeźby i pokrycia terenu oraz na wysokorozdzielczej projekcji stanu pokrywy śnieżnej na tym obszarze pod koniec XXI. Wymagało to doboru i zastosowania wielu metod badawczych obejmujących monitoring terenowy, teledetekcję naziemną i satelitarną, GIS oraz numeryczne modelowanie pokrywy śnieżnej.

Ocena doboru i zastosowania metod i narzędzi badawczych

Zebrane na potrzeby pracy materiały były bardzo różnorodne. Obejmowały wielodekadowe dane meteorologiczne i śniegowe ze stacji synoptycznej działającej przy Polskiej Stacji Polarnej, dane meteorologiczne z 3 automatycznych stacji meteorologicznych i jednego rejestratora temperatury i wilgotności powietrza, wyniki wieloletniego monitoringu pokrywy śnieżnej w zlewni Fuglebekken, dwie serie danych śniegowych zebranych na niezlodowaconych wybrzeżach fiordu Hornsund, wyniki symulacji zmian klimatu uzyskane w ramach programu Polar CORDEX, zdjęcia poklatkowe dolnej części zlewni Fuglebekken

i zdjęcia satelitarne całego fiordu wykonane w 3 kolejnych sezonach wiosenno-letnich, numeryczne modele terenu o różnej rozdzielczości i zasięgu oraz mapy geomorfologiczne, glebowe i typów roślinności rejonu Polskiej Stacji Polarnej. W dolinie Revdalen i zlewni Fuglebekken doktorant przeprowadził pomiary grubości pokrywy śnieżnej za pomocą georadaru. Szkoda, że do kalibracji metody GPR nie wykorzystał wyników bezpośrednich pomiarów głębokości śniegu. W pozostałych, uzupełniających pomiarach terenowych doktorant stosował głównie podstawowe metody określania cech fizycznych pokrywy śnieżnej standaryzowanymi narzędziami i zgodnie z aktualną międzynarodową instrukcją. Przeprowadzenie przy ich okazji badań chemicznych śniegu moim zdaniem było zbędne. Zintegrowanie pozyskanych danych i ich kompleksowa, naukowa analiza były dużym wyzwaniem.

Wysoko oceniam sposób opracowania zdjęć poklatkowych wykonanych kamerą niemetryczną z jednego stanowiska. Wyniki klasyfikacji binarnej zortorektyfikowanych zdjęć pozwoliły ustalić prawidłowości w zaniku pokrywy śnieżnej w obrębie i w sąsiedztwie zlewni Fuglebekken. Natomiast integracja przetworzonych zdjęć z numerycznymi mapami tematycznymi oraz wynikami terenowego monitoringu pokrywy śnieżnej umożliwiła sprawdzenie roli czynników topograficznych. Kluczowe znaczenie miało zastosowanie metod i narzędzi GIS. Przy czym nie jest dla mnie zrozumiałe dlaczego na potrzeby ortorektyfikacji zdjęć wykorzystano NMT o rozdzielczości 1 m, który interpolowano z NMT o rozdzielczości 20 m, podczas gdy podstawą obliczeń wskaźników topograficznych był NMT o oryginalnej rozdzielczości 1 m.

Z kolei klasyfikacja treści odpowiednio dobranych (termin, zachmurzenie) i przetworzonych (korekcja radiometryczna i geometryczna) zdjęć satelitarnych metodą NDSI dostarczyła informacji o przestrzennych prawidłowościach zaniku pokrywy śnieżnej na wybrzeżach całego fiordu Hornsund. Dane te, powiązane ze wskaźnikami topograficznymi będącymi produktami pochodnymi NMT, i z wynikami badań pokrywy śnieżnej, pomimo mniejszej rozdzielczości, są komplementarne wobec wyników kompleksowych badań pokrywy śnieżnej i uwarunkowań jej rozwoju w zlewni Fuglebekken. Brakuje jednak przedstawienia kryteriów podziału wybrzeży fiordu na sektory.

Bardzo interesujące były dla mnie symulacje rozwoju pokrywy śnieżnej przeprowadzone na podstawie danych meteorologicznych i NMT z wykorzystaniem modeli SNOWPACK i Alpine 3D. Stwarzają one możliwość powiązania ze sobą większości pozyskanych wcześniej danych i uzyskanie spójnego i ujednoczonego obrazu zmian pokrywy śnieżnej na całym badanym obszarze w warunkach zmieniającego się klimatu. Niestety

rezultaty wykonanych symulacji mocno odbiegają od wyników bezpośrednich obserwacji i trudno mi uznać je za satysfakcjonujące. Z pewnością przyczyniły się do tego stosunkowo skromne wejściowe dane meteorologiczne, z których część miała charakter zastępczy, oraz brak możliwości wykorzystania modułu przewiewania śniegu. Założenie, że temperatura powierzchni gruntu pod pokrywą śnieżną jest stała i zbliżona do średniej rocznej temperatury powietrza uważam za błędne, pomimo że doktorant powołał się w tym przypadku na informacje zaczerpnięte z książki A. Kosiby (1978). Część wyników poprawiło uwzględnienie w obliczeniach danych o cechach fizycznych pokrywy śnieżnej, określonych w terenie w kilku terminach objętych symulacją. W mojej ocenie najbardziej wartościowa była jednak świadomość metodyczna doktoranta, która przełożyła się na sposób interpretacji i wykorzystania wyników obliczeń.

Najważniejsze osiągnięcia

Sprzężenie wyników wieloletnich pomiarów meteorologicznych i śniegowych prowadzonych w rejonie Polskiej Stacji Polarnej im. Stanisława Siedleckiego, uzupełnionych pomiarami śniegowymi na pozostałych wybrzeżach fiordu Hornsund, z wynikami naziemnej i satelitarnej teledetekcji, numerycznymi modelami terenu, materiałami kartograficznymi oraz jedno- i trójwymiarowymi modelami relacji pokrywa śnieżna – warunki meteorologiczne – topografia umożliwiły:

- 1) rozpoznanie prawidłowości w dystrybucji śniegu na badanym obszarze,
- 2) określenie dynamiki zmian pokrywy śnieżnej w sezonie ablacyjnym,
- 3) określenie meteorologicznych i topograficznych uwarunkowań czasowej i przestrzennej zmienności rozwoju pokrywy śnieżnej,
- 4) projekcję stanu pokrywy śnieżnej pod koniec XXI wieku.

Ocena formalnej strony pracy

Struktura recenzowanej rozprawy generalnie jest poprawna i typowa dla prac naukowych. Rozdziały wstępne przedstawiają m. in. cel, zakres, obszar i stan badań, a następne zawierają kolejno: opis metod badawczych, uzyskane wyniki wraz z interpretacją, dyskusję i wnioski. Niektóre części pracy nie są jednak ściśle podporządkowane przyjętemu schematowi. Na przykład charakterystyka klimatu w rozdziale 3 została opracowana głównie na podstawie niepublikowanych wyników analiz przeprowadzonych przez doktoranta. Dane źródłowe


i metody ich opracowania przedstawiono natomiast w rozdziale 5, w sekcji pt. „Pomiary terenowe”. Następna sekcja tego rozdziału pt. „Dane teledetekcyjne” także zawiera informacje zarówno o tytułowych danych jak i o metodach ich przetwarzania i analizy. Ponadto informacje metodyczne zostały zamieszczone w rozdziałach wynikowych.

Praca napisana jest generalnie poprawnym językiem. Zdarzają się jednak błędy stylistyczne (np. „rzeźba...jest wynikiem działalności geologicznej”, „pokrywa śnieżna w PSP”, „wysokość śniegu obowiązująca dla danego dnia”, „punkty, które posłużyły za obszary”, „formy geomorfologiczne terenu”, „metody.. potrafią być skuteczne”) i literowe. Występują one zarówno w tekście głównym jak i w podpisach rycin.

Pracę cechuje bardzo dobra szata graficzna i bardzo dobre osadzenie w literaturze przedmiotu.

Wniosek

Uważam, że oceniana rozprawa doktorska jest oryginalnym opracowaniem naukowym wnoszącym wartościowy wkład do wiedzy o funkcjonowaniu polarnych środowisk przyrodniczych w warunkach zmieniającego się klimatu. Zawarte w recenzji wątpliwości i uwagi krytyczne, z których znaczna część ma charakter techniczny, nie podważają pozytywnej oceny pracy, ogólnej wiedzy teoretycznej autora i jego umiejętności samodzielnego prowadzenia badań naukowych. Stwierdzam, że przedłożona do recenzji rozprawa doktorska spełnia wszystkie wymagania określone w Ustawie o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki i wnioskuję do Rady Naukowej Instytutu Geofizyki PAN o dopuszczenie Pana mgra Daniela Kępskiego do dalszych etapów postępowania w przewodzie doktorskim.



Bogdan Gądek