

Zofia Rączkowska
Zakład Badań Geośrodowiska
Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania PAN
31-018 Kraków, ul. Św. Jana 22

RECENZJA

rozprawy doktorskiej mgr Ewy Lubery pt. **Wietrzenie mrozowe i odpadanie ze ścian skalnych w obszarze wysokogórskim na przykładzie Tatr Zachodnich**

Przedmiotem recenzowanej rozprawy jest poznanie procesu wietrzenia mrozowego w obszarze wysokogórskim położonym w strefie klimatu umiarkowanego. Autorka rozważa to zagadnienie w oparciu o swoje badania w zlewni Potoku Chochołowskiego w Tatrach Zachodnich, korzystając z metod terenowych i laboratoryjnych.

Badania procesu wietrzenia są niełatwe, o czym świadczą wyniki publikowane w literaturze naukowej. Materiały do pracy Doktorantka pozyskała z prowadzonych równoległe własnych badań terenowych i laboratoryjnych, w latach 2010-2013.

Do badań terenowych starannie wybrała 9 stanowisk tak by uwzględnić zróżnicowanie warunków procesu wietrzenia ze względu na położenie w piętrach geoekologicznych, ekspozycję ścian skalnych oraz ich litologię, ale równocześnie kierując się wynikami wcześniejszych badań tego procesu. Dla oceny wielkości wietrzenia i odpadania malowała farbą kwadraty o wymiarach 0,5 na 0,5 m, a pod nimi instalowała plastikowe płachty. Wielkość płacht nie jest podana, podobnie jak częstotliwość pomiaru zwietrzeliny. Doktorantka do oceny wielkości wietrzenia uwzględniała jedynie materiałznaczony. Podobne metody stosowano uprzednio w Tatrach np. A. Kotarba. Zabieg z malowaniem skał pozwolił Doktorantce uściślić miejsce odpadania materiału ale malowanie mogło mieć wpływ na przebieg wietrzenia. W celu oceny uwarunkowań wietrzenia Doktorantka rejestrowała na 6 stanowiskach temperatury powietrza w odległości 5 cm od powierzchni ścian skalnych, za pomocą mikroprocesorowych, bateryjnych rejestratorów, uzyskując ciągły zapis. Nie prowadziła natomiast pomiarów wilgotności skał, która może istotnie wpływać na przebieg wietrzenia.

Równocześnie z 7 stanowisk pobrała próby 7 różnych skał (granity – biały i brązowy, amfibolit, piaskowiec kwarcytowy, brekcję dolomitową, zlepnię drobnoziarnisty, wapień organodetrytyczny) do analiz laboratoryjnych, w ramach których określiła właściwości fizyczne skał – skład mineralny, wytrzymałość na ściskanie i rozciągani, porowatość otwartą i gęstość objętościową. Były to te same rodzaje skał, których użyto w badaniach terenowych. Badania te prowadziła we współpracy ze specjalistami z 7 różnych instytucji naukowych, co

dobrze świadczy o jej rzetelności badawczej. Samodzielnie przeprowadziła symulację wietrzenia mrozowego, poddając próby cyklom gelacyjnym w zakresie -5 do $+10^{\circ}\text{C}$ określając zmiany stanu prób poprzez parametry takie jak masa sucha, masa nasycona, nasiąkliwość oraz test ultradźwiękowy, na podstawie którego wyliczyła wskaźnik wietrzenia mrozowego według wzoru zaproponowanego przez N. Matsuokę (1990). Równocześnie z symulacjami wietrzenia prowadziła badania rozpuszczania skał oraz produktów wietrzenia czyli ilości i frakcji uzyskanej zwietrzliny i stanu powierzchni prób za pomocą mikroskopu skaningowego. W opisie metod symulacji wietrzenia mrozowego Doktorantka nie wyjaśnia przyjętych kryteriów ilości amplitudy cykli, głębokości wody, chociaż w poprzednim rozdziale szczegółowo przedstawia warunki wcześniejszych badań laboratoryjnych wietrzenia mrozowego skał.

Należy jednak podkreślić, że ilość i kompletność zastosowanych analiz laboratoryjnych jest imponująca. Świadczy to o dociekliwości badawczej Doktorantki, a cały tok postępowania badawczego, w tym wybór metod i stanowisk badawczych świadczy o dojrzałości naukowej Doktorantki.

Rozprawa liczy 157 stron, w tym 107 rycin, 20 tabel, spis literatury zawierający 66 pozycji, spis tabel, spis rycin i 2 załączniki. Załącznik nr 1 przedstawia zapis przebiegu temperatury powietrza przy powierzchni skały na terenowych stanowiskach badawczych, w okresie od października 2012 do kwietnia 2013, w formie miesięcznych wykresów, które łącznie zajmują 13 stron. Załącznik nr 2 zawiera dokumentację badań wytrzymałości na ściskanie i rozciąganie badanych skał w zależności od ilości cykli gelacyjnych, przedstawioną w formie tabel, które łącznie zajmują 20 stron.

Rozprawa składa się z 8 rozdziałów, z których większość jest podzielona na podrozdziały. Układ pracy jest dobrze rozplanowany.

W rozdziale wstępnym Doktorantka szczegółowo przedstawia rozwój i wyniki badań laboratoryjnych i terenowych wietrzenia mrozowego. Pomimo pominięcia kilku prac (np. Thorn, Dixon i in. 2006 z rejonu Abisko, Coutrad, Francou 1989, Cotard, Ozouf 1993 z Alp, czy Koszyk 1978 z doliny Chochołowskiej) wykazuje się dobrą znajomością literatury światowej i polskiej, co świadczy o dobrym teoretycznym przygotowaniu do podjętych badań.

Na tym tle formuje cel swoich badań, którym jest poznanie zróżnicowania tempa i przebiegu wietrzenia mrozowego oraz odpadania, a także wpływu wybranych właściwości fizycznych skał na te procesy, oraz zbadanie powiązań obu procesów. Ponadto określa obszar badań i szczegółowo opisuje zastosowane metody laboratoryjne i terenowe. Metody są

właściwie dobrane i przedstawione są w sposób zwięzły i jasny, a opis jest ilustrowany fotografiami.

W rozdziale drugim Autorka omawia wybrane elementy środowiska przyrodniczego obszaru badań, te które mogą mieć wpływ na przebieg wietrzenia mrozowego (budowę geologiczną, rzeźbę, warunki klimatyczne i szatę roślinną) ilustrując je mapami tematycznymi. Mapy zawierają lokalizację stanowisk, co ułatwia śledzenie dyskusji wyników. Fragment rozdziału dotyczący rzeźby terenu jest nieco chaotyczny, podobnie jak układ legendy mapy geomorfologicznej, która ponadto zawiera ponadto wydzielenia dyskusyjne np. formy skałkowe, w których ujęto różnej genezy ściany skalne i skałki ostańcowe. Należy podkreślić, że mapy zawierają lokalizację stanowisk, co jest ważne przy dyskusji wyników.

Kolejne 3 rozdziały zawierają omówienie wyników badań własnych Doktorantki. W rozdziale trzecim przedstawia ona wybrane właściwości fizyczne badanych skał, takie jak charakterystyka petrograficzna, porowatość, nasiąkliwość, gęstość objętościowa, wytrzymałość na ściskanie i rozciąganie. Uwzględnia wszystkie najważniejsze cechy skał, które mogą wpływać na przebieg wietrzenia. Rozdział czwarty zawiera wyniki eksperymentalnych badań laboratoryjnych wietrzenia mrozowego skał tatrzańskich. Doktorantka przedstawia w nim kolejno zmiany makroskopowe i mikroskopowe badanych skał, uszkodzenia struktury skał, rozpuszczanie skał oraz charakterystykę (ilość i skład granulometryczny) zwietrzliny uzyskanej w wyniku eksperymentu. Dla każdego rodzaju skał określa odporność (tab. 14) za pomocą wskaźnika wietrzenia mrozowego. W ostatnim z tych rozdziałów Doktorantka omawia wyniki eksperymentu terenowego, określając uwarunkowania termiczne oraz ich zróżnicowanie czasowe i przestrzenne oraz tempo i rozmiary odpadania, wykazując ich zależność od uszczelnia ścian. Wskaźniki tempa wietrzenia określone na podstawie tych badań są znacznie niższe niż np. A. Kotarby w Tatrach czy badaczy alpejskich. Autorka podaje sumaryczną ilość materiału zgromadzonego na siatkach w okresie X.2010-VI.2013. Brak informacji czy zbierała go co roku czy jednorazowo po trzech okresach zimowych, wtedy część materiału mogła być wyniesiona przez wodę opadową. Różnice w ocenie tempa wietrzenia mogą wynikać także z uwzględniania jedynie materiału znaczonego. Wyniki badań mgr Ewy Lubery należałoby wtedy traktować jako bliższe rzeczywistości niż uzyskane we wcześniejszych badaniach tatrzańskich. Do wyjaśnienia różnic w tempie wietrzenia skał tatrzańskich mogłoby się przyczynić także porównanie warunków meteorologicznych w okresach badań.

Następne 2 rozdziały zawierają dyskusję wyników. W rozdziale szóstym Doktorantka analizuje zróżnicowane tempo i rozmiary wietrzenia mrozowego i odpadania. Na podstawie wskaźnika wietrzenia oraz procentowego udziału wytworzonej zwietrzliny w masie początkowej próby uszeregowala badane skały pod względem odporności, wykazując, że najmniej odporne są dolomity a najbardziej amfibolit i piaskowiec kwarcytowy. Pozycja pozostałych skał zmienia się w zależności od użytego wskaźnika. Uszeregowanie odporności skał Doktorantka powiązała z właściwościami fizycznymi skał, wskazując odpowiadające za ich małą lub dużą odporność na wietrzenie mrozowe. Jest to najważniejsze osiągnięcie rozprawy.

Z kolei na podstawie wyników eksperymentu terenowego wykazała wpływ ekspozycji i położenia w piętrze klimatyczno-roślinnym na proces wietrzenia mrozowego. Na obie te zależności zwracano uwagę we wcześniejszych pracach, a zróżnicowanie wietrzenia mrozowego za pomocą wskaźników ilościowych, uzyskanych w wyniku eksperymentalnych badań terenowych, wykazał głównie A. Kotarba. Doktorantka również udokumentowała wpływ obu czynników za pomocą wskaźników ilościowych, wzbogacając wcześniejsze wyniki tatrzańskie o określenie zróżnicowania wietrzenia mrozowego między ścianami o ekspozycji N i S, co jest także ważnym osiągnięciem rozprawy. Natomiast ciekawe i zaskakujące są wyniki dotyczące zróżnicowania tempa wietrzenia mrozowego w zależności od pięter klimatyczno-roślinnych, gdyż wskazują zależność odwrotną niż uzyskał A. Kotarba czyli, że intensywność wietrzenia mrozowego jest wyższa w piętrze leśnym, co Doktorantka uzasadnia tym, że najwyższą wielkość tempa wietrzenia A. Kotarba stwierdzał w piętrze zimnym, gdzie Doktorantka nie prowadziła badań. Ale stwierdzone przez Doktorantkę zróżnicowanie tempa wietrzenia może wynikać także z uwarunkowań topoklimatycznych powodujących jego zmienność w obrębie piętra leśnego, gdyż stanowisko na Mnichach Chochołowskich położone jest na wysokości odpowiadającej górnej granicy lasu, chociaż ze względu na antropogeniczne obniżenie klimatycznej granicy lasu obecnie obszar ten znajduje się powyżej górnej granicy lasu. Ponadto jak stwierdziła Doktorantka uszczelnienie badanych ścianek na niżej położonym stanowisku w Głębowcu jest znacznie większe, co wpływa na efektywność wietrzenia.

W rozdziale siódmym Doktorantka porównuje swoje wyniki z uzyskanymi przez innych badaczy w górach wysokich strefy umiarkowanej, wykazując podobieństwa i różnice, kolejno w odniesieniu do jednej z analizowanych cech wietrzenia mrozowego skał tatrzańskich lub jego uwarunkowań. Ze względu na to, że proces ten jest złożony i zależny od

wielu elementów, a wyniki uzyskano różnymi metodami, inny sposób ich porównania nie był możliwy.

W ostatnim rozdziale zatytułowanym „wnioski” Doktorantka podsumowuje uzyskane wyniki, przytaczając najważniejsze z nich. Należą do nich stwierdzenie, że:

-jej badania laboratoryjne, w których poddała skały tatrzańskie 850 cyklom gelacyjnym, co według badań terenowych odpowiada wietrzeniu w okresie 50 lat dostarczają ważne informacje o przebiegu i skutkach wietrzenia

-skały tatrzańskie są odporne na wietrzenie, co wynika z ich małej porowatości (<5%), niewielkich spękań, zapełnienia istniejących porów, niewielkiej nasiąkliwości i dużej wytrzymałości

-wpływ na wietrzenie mrozowe mają inne procesy, w tym wietrzenie chemiczne

-zróżnicowany jest sposób rozpadu poszczególnych skał, a obecność fragmentów węglanów lub spoiwa węglanowego oraz żył mineralnych odgrywa ważną rolę w tym procesie, w przeciwieństwie do tekstury

-zbieżności wyników badań terenowych i laboratoryjnych w odniesieniu do brekcji dolomitowej, która jest najbardziej podatna na wietrzenie

-zmienności przebiegu wietrzenia w skałach granitowych i zlepieńcach

-odpadanie zachodzi z opóźnieniem w stosunku do cykli gelacyjnych i brak prostej korelacji wielkości odpadania i liczby cykli.

Uważam je za najważniejsze, obok wcześniej wymienionych, osiągnięcia merytoryczne rozprawy.

Rozprawa jest krótka, co jest jej zaletą. Jest napisana jasnym, precyzyjnym i zwięzłym językiem. Tekst jest uzupełniony licznymi wykresami i tabelami oraz fotografiami, dobrze dokumentującymi i ilustrującymi wyniki badań. Na wyróżnienie zasługuje metoda graficznej prezentacji wyników. Doktorantka stosowała w całej pracy ten sam kolor dla prezentacji wyników różnych badań odnoszących się do jednego stanowiska. Ponadto dołączyła ruchomy załącznik z tabelą zawierającą wyjaśnienia oznaczeń prób, co ułatwiało czytanie skondensowanego tekstu rozprawy.

Rozprawa jest przygotowana starannie pod względem edytorskim. Autorka nie ustrzegła się jednak drobnych uchybień. Ważniejsze z nich zestawiam poniżej i proponuję skorygować przy przygotowywaniu pracy do druku:

Str. 3 – ujednolicenia wymaga terminologia - „wietrzenie fizyczne”, „wietrzenie mechaniczne”

Str. 8 – M. Evin podała (kobieta)

Str. 10 – ryc. 2 – tytuł osi Yw języku angielskim zamiast polskim

Str. 11 – ryc. 3 – tytuł osi Yw języku angielskim zamiast polskim

Str. 15 – ryc. 4 – tytuł osi Yw języku angielskim zamiast polskim

Str. 22 – ryc. 6 – tytuł osi Yw języku angielskim zamiast polskim

Str. 23, w. 13 od dołu – jest „w”, powinno być „W”

Str. 25 – cel rozprawy wymaga korekty stylistycznej, powtórzenia „celem rozprawy jest..”
„praca ma na celu”

Str. 26, ryc. 7 – słaba widoczność nazw, zamiast Vysoke Tatry proponuję użyć nazwę pojedynczej miejscowości wchodzącej w ich skład, bo tak to lokalizacja jest mylna

Str. 27, w. 3 od góry – „konkretne” – język potoczny

Str. 27, ryc. 8 – warto dodać miejsca pomiaru temperatury

Str. 35, w. 1 od góry usunąć „były”

Str. 39, w. 14 od dołu – Tatry są najwyższymmasywem wysokogórkim nie górskim bo Beskidy

Str. 41, w. 6 od dołu – soliflukcja to proces przemieszczający zwietrzliny a nie produkującym je

Str. 42 – proponuję zmienić styl zdania w wierszach 19-20 od góry, 26 od góry

Ryc. 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 75, 76, 78, 79, 80 81, - co oznacza Liniowy

Str. 104, tabela 17 –dodać w objaśnieniach do jakiego okresu odnoszą się pomiary

Ryc. 106 – uzupełnić objaśnienia o okres badań

W cytowaniu literatury stwierdzono następujące nieścisłości:

Str. 3 - jest P. Migoń (2008), w spisie jest 2006

Str. 13 – jest (Śliwiński 2001) w spisie jest 2003

Str. 18 – jest A. Kotarba (1972), powinno być 1976

Str. 24 – jest P. Migoń (2006), w spisie jest 2006a i 2006b, wymaga doprecyzowania

Str. 25 – jest (Bojarski et al.), powinno być (Bojarski i in.), ponadto brak w spisie

Str. 25 – jest (Nyka 2009), brak w spisie

Str. 25 – jest (Jakubowski 2000), brak w spisie

Str. 26 – jest Chen et al., powinno być Chen i in.

Str. 35 – jest (Nowakowski et al.), powinno być (Nowakowsk i in.)

Str. 47 – (Siarzewski 2005) – brak w spisie

Str. 47 – jest (Mirkowa, Mirek 2007), powinno być Piękoś-Mirkowa

Str. 48 – jest Prick et al., powinno być Prick i in.

Str. 114 – zmienić kolejność w spisie Andre 1993 i 1996

Str. 114 – French 1998, brak cytacji

Proces wietrzenia mrozowego jest po raz pierwszy podejmowany w Tatrach jako główny problem badawczy. Zatem rozprawa mgr Ewy Lubery jest nowatorska i oryginalna. Przebieg procesu i jego uwarunkowania są trudnym zagadnieniem badawczym, ze względu na wolne tempo i dużą złożoność procesu oraz jego uwarunkowań. Z tego względu recenzowana rozprawa stanowi wkład w poznanie tego procesu w wymiarze międzynarodowym.

Szeroki zakres badań prowadzonych w czasie przygotowania rozprawy, szczegółowe omówienie stanu badań oraz dyskusja wyników w odniesieniu do publikowanych w literaturze potwierdzają dobrą znajomość ogólnej wiedzy teoretycznej Doktorantki nie tylko z zakresu geografii fizycznej ale także geologii.

Doktorantka w swej pracy połączyła badania z zakresu mineralogii, petrografii, geomorfologii dynamicznej oraz eksperymentu laboratoryjnego i terenowego aby uzyskać możliwie pełny obraz uwarunkowań i przebiegu wietrzenia mrozowego. W tym celu współpracowała ze specjalistami z różnych dyscyplin naukowych, z różnych instytucji. Potwierdziła tym umiejętność samodzielnego planowania i prowadzenia badań naukowych. Wykazała także dociekliwość i pasję badawczą.

Podsumowując uważam, że poziom recenzowanej pracy w pełni odpowiada jej przeznaczeniu jako rozprawy doktorskiej. Rozprawa ta stanowi oryginalny dorobek naukowy doktorantki oraz wartościowy i twórczy wkład w poznanie procesu wietrzenia mrozowego skał tatrzańskich i jego zmienności w obszarze wysokogórskim.

Z powyższych względów stwierdzam, że przedstawiona do recenzji praca mgr Ewy Lubery w pełni spełnia wymogi stawiane rozprawom doktorskim w ustawie o tytule naukowym i stopniach naukowych z dn. 14.03.2003 (Dz.U. 03.65.595 z dn. 16.04.2003) i niniejszym wnoszę o dopuszczenie jej do publicznej obrony.

Kraków, 29 sierpnia 2016 r.

