

Poznań, 19.02.2017

Dr hab. inż. prof. UAM Jan Piekarczyk
Instytut Geografii Fizycznej i
Kształtowania Środowiska Przyrodniczego
Uniwersytet im. Adama Mickiewicza

Recenzja rozprawy doktorskiej mgr Magdaleny Oprządek pt. „Stan szaty roślinnej jako wskaźnik letniej presji turystycznej w otoczeniu Kasprowego Wierchu”

Promotor: dr hab. Anna Kozłowska

W skali całego świata sektor turystyczny jest jedną z najszybciej rozwijających się gałęzi gospodarki, przynoszącą coraz większe dochody. Turystyka jest silnie związana ze środowiskiem przyrodniczym i dlatego konieczne jest zapewnienie jego ochrony przed negatywnymi skutkami tej działalności. W skali globalnej udział turystyki w degradacji środowiska ocenia się na 5 – 7%, co w porównaniu z udziałem przemysłu (40%) i rolnictwa (15%) wydaje się niewiele, jednak zważywszy na występującą często bardzo dużą koncentrację działalności turystycznej w czasie i przestrzeni, stanowi istotny problem. Całkowite odtworzenie zniszczonej, na przykład przez wydeptanie, biocenozy następuje po 15–20 latach, a przyrost roślinności może nastąpić dopiero po 5–10 latach od zaprzestania wydeptywania. Konieczna jest zatem skuteczna kontrola obszarów intensywnie użytkowanych turystycznie, a jedną z metod oceny stanu roślinności na tych terenach może być metoda teledetekcyjna. Metody teledetekcyjne polegające na interpretacji zdjęć lotniczych i obrazów satelitarnych umożliwiają skuteczny, tani i szybki monitoring roślinności i są szczególnie przydatne w terenach trudnodostępnych, np. górskich. Duża powtarzalność zobrazowań satelitarnych i zdjęć lotniczych nie tylko umożliwia wykrywanie roślinności zdegradowanej ale również identyfikację obszarów zagrożonych pogorszeniem kondycji roślinności.

Aby skutecznie interpretować dane satelitarne i lotnicze pod kątem kondycji roślinności konieczna jest wiedza o jej właściwościach spektralnych. Szczególnie intensywnie

prorowadzone są badania nad wykorzystaniem metod teledetekcyjnych do oceny kondycji roślin rolniczych. Badania nad tą grupą gatunków roślin są znacznie łatwiejsze niż nad gatunkami nierolniczymi, bowiem można je prowadzić na polstkach doświadczalnych, w warunkach w dużym stopniu kontrolowanych. W przypadku badań nad tzw. roślinnością naturalną badania są trudniejsze metodycznie, szczególnie gdy są prowadzone w warunkach górskich. Wobec powyższego należy stwierdzić, że każda próba poszerzenia wiedzy o właściwościach spektralnych roślin jest bardzo cenna i dlatego badania opisane w pracy pani mgr Magdaleny Oprządek uważam za potrzebne i ważne. Wyniki tych badań będą mogły być wykorzystane przy opracowywaniu metod służących skutecznej kontroli stanu roślinności w terenach górskich intensywnie użytkowanych turystycznie.

Celem pracy było określenie wpływu intensywnego ruchu turystycznego na strukturę i kondycję roślinności na czterech odcinkach szlaków turystycznych prowadzących na szczyt Kasprowego Wierchu. Teren badań obejmował najczęściej uczęszczane fragmenty szlaków na terenie Tatrzańskiego Parku Narodowego. Duże natężenie ruchu na tym obszarze wynika z tego, że jest to jedyny obszar wysokogórski w Polsce, do którego można dotrzeć kolejką linową. W badaniach zastosowano dwie metody oceny stanu i kondycji roślinności występującej w sąsiedztwie szlaków turystycznych: tradycyjną metodę geobotaniczną oraz metodę teledetekcyjną polegającą na wykonaniu polowych pomiarów hiperspektralnych. Spośród sześciu szczegółowych celów trzy były bezpośrednio związane z zagadnieniami dotyczącymi teledetekcji.

Przegląd literatury dotyczącej zagadnień związanych z tematyką badań przedstawiono w drugim rozdziale pracy, gdzie w podrozdziale pierwszym autorka szczegółowo opisała badania w zakresie wpływu turystyki na szatę roślinną, określane jako ekologia rekreacji, prowadzone do tej pory zarówno w wielu krajach na całym świecie jak i w Polsce. Przedstawione zostały główne metody stosowane w tej dziedzinie badań oraz wyniki dotyczące zmian morfologicznych roślinności oraz zmian składu gatunkowego powodowanych przez wydeptywanie przez turystów. Przykłady badań prowadzonych na całym świecie na terenach górskich w czasie ostatnich czterdziestu lat zostały przedstawione w sposób bardzo przejrzysty w postaci tabelarycznej. W rozdziale dotyczącym przeglądu literatury związanej z ekologią rekreacji Autorka użyła wielu, trafnie dobranych odniesień literaturowych, co świadczy o bogatej wiedzy i dobrej orientacji w podjętej tematyce.

Pozostałe dwa podrozdziały przeglądu literatury dotyczą zagadnień związanych z teledetekcją roślinności. W tej części pracy Autorka opisując stan wiedzy o zależnościach między właściwościami biofizycznymi i spektralnymi roślin oparła się na publikacjach

napisanych ponad 10 lat temu i prawdopodobnie dlatego stwierdziła, że „badania są w fazie testów”. Tymczasem na całym świecie badania w tym zakresie już dawno wyszły poza fazę testów. Zabrakło w tej części pracy opisu szeroko już stosowanych metod hiperspektralnych, tym bardziej, że zostały one wykorzystane w badaniach Autorki. Należało również wspomnieć o metodach przetwarzania danych hiperspektralnych. Wskaźniki roślinne, które zostały wykorzystane w analizie wyników pomiarów spektralnych są tylko jednym ze sposobów przekształceń krzywych hiperspektralnych. Również w podrozdziale 2.3., przy charakterystyce wskaźników roślinnych zabrakło szerszego opisu różnic między danymi wielo- i hiperspektralnymi.

Szczegółowo został opisany w pracy teren badań, którego wybór został bardzo dobrze uzasadniony. Opisane zostały warunki klimatyczne, hydrologiczne, geologiczne, glebowe oraz występujące na terenie badań główne zbiorowiska roślinne. Również szczegółowo opisany i bogato zilustrowany został wpływ działalności człowieka na przekształcenia środowiska przyrodniczego w okolicy Kasprowego Wierchu, jak i zróżnicowanie natężenia ruchu turystycznego wokół tego szczytu.

Metody badań zostały przedstawione w rozdziale czwartym. Ze względu na specyfikę badań metodyka została podzielona na dwa podrozdziały dotyczące badań terenowych i kameralnych, z których każdy składał się z części związanej z badaniami geobotanicznymi oraz części dotyczącej badań teledetekcyjnych. Metodyka badań teledetekcyjnych została opisana niedostatecznie. Brakuje informacji dotyczących parametrów spektrofotometru, którym wykonano pomiary spektralne. Nie wyjaśniono w jaki sposób zostały określone i jakie miały granice zakresy pasm wyodrębnianych z krzywych hiperspektralnych do obliczenia wskaźników szerokopasmowych. Nie opisano wykorzystanej do pomiarów sondy *Plant Probe* i sposobu w jaki rozwiązano problem małej powierzchni mierzonych liści, które mogły niecałkowicie zakrywać tło w uchwycie sondy. W takiej sytuacji tło mogło mieć istotny, niekontrolowany wpływ na uzyskane krzywe spektralne.

Analiza statystyczna danych teledetekcyjnych została szczegółowo opisana i, co ważne, uwzględniono w niej nie tylko jednorodność piętra klimatycznego, skały macierzystej oraz zbiorowiska roślinnego ale również nachylenie i ekspozycję stoku na którym rosła badana roślinność. Niestety, w analizie danych spektralnych pominięto interpretację krzywych spektralnych a interesujące byłoby prześledzenie zmienności charakterystyk spektralnych badanych roślin w zależności od czynników związanych pośrednio z natężeniem ruchu turystycznego. Ze schematu postępowania badawczego przedstawionego na ryc. 15 można

wywnioskować, że z danymi botanicznymi korelowano dane spektralne nie przetworzone do postaci wskaźników roślinnych.

Spośród występujących na terenie badań gatunków roślin naczyniowych do pomiarów spektralnych wybrano trzy: mietlicę skalną, sit skucinę i kosmatkę brunatną. Nie zaobserwowano istotnych statystycznie różnic wartości wskaźników roślinnych zarówno szeroko jak i wąskopasmowych między tymi gatunkami roślin, chociaż dane spektralne dla mietlicy wyraźnie różniły się od danych dla pozostałych dwóch gatunków. Nie występowały również wyraźne zmiany wskaźników wraz z odległością od ścieżki. Opis przedstawionych wyników byłby bardziej przystępny dla czytelnika gdyby na rycinach zaznaczono istotność statystyczną różnic między średnimi wartościami wskaźników. W tekście nie przy każdym wskaźniku podana jest istotność statystyczna różnic ich wartości.

Ścisłą zależność z odległością od szlaku wykazywały wskaźniki z grupy *Light Use Efficiency*. Ich wartości wskazywały na większy stres roślin znajdujących się bliżej szlaku. Podobne wyniki uzyskano w przypadku wskaźników określających zawartość wody w roślinach. Lepiej uwodnione były rośliny wszystkich trzech badanych gatunków roślin rosnące dalej od ścieżek. W przeważającej liczbie przypadków największym stresem, wyrażanym wartościami wskaźników roślinnych, charakteryzowały się rośliny oddalone najbardziej od wszystkich czterech szlaków turystycznych. Wskaźnik PSRI przyjmował dla wszystkich trzech gatunków badanych roślin najwyższe wartości w miejscach położonych najdalej od szlaku.

Autorka analizując zmienność wskaźników roślinnych wiąże poziom ich wartości z koncentracją barwników lub stanem uwodnienia. Jednak, badania nie obejmowały analiz chemicznych materiału roślinnego i formułowanie wniosków o wysokiej lub niskiej zawartości barwników tylko na podstawie wartości wskaźników jest nieuzasadnione.

Analizując zależność między natężeniem ruchu pieszego na badanych ścieżkach turystycznych i kondycją roślin stwierdzono najczęstsze występowanie najsilniejszego stresu roślin rosnących przy szlaku na Beskid, który charakteryzuje się największym obciążeniem turystycznym. Natomiast najmniejszy poziom stresu roślin obserwowano przy ścieżce na Hali Gąsienicowej, która nie była najmniej uczęszczaną ale przebiegała w bardzo korzystnych dla wzrostu roślin warunkach siedliskowych.

W rozdziale 6.4 wartości wskaźników roślinnych obliczone na podstawie danych hiperspektralnych zostały odniesione do, jak to określiła Autorka „zakresów optymalnych”. Jak wynika z tabeli 13 dotyczy to zakresów wartości wskaźników, które określono na podstawie informacji z przeglądu literatury. Na przykład dla powierzchni roślinnych wskaźnik NDVI przyjmuje we wspomnianej tabeli wartości w zakresie od 0,2 do 0,8 ale nie można ich nazwać

wartościami optymalnymi. Z dalszej analizy danych z tabeli 13 wynika, że wszystkie wartości NDVI uzyskane dla trzech badanych gatunków roślin były niższe od 0,2, co oznaczałoby, że badane powierzchnie nie były powierzchniami roślinnymi.

Podsumowując, lokalizacja szlaku turystycznego i związana z nią intensywność ruchu silniej wpływała na dane teledetekcyjne niż odległość od ścieżki. Natomiast nie stwierdzono istotnego wpływu interakcji tych dwóch czynników.

Istotną część pracy stanowiło określenie zależności między danymi uzyskanymi metodą geobotaniczną i teledetekcyjną. W metodzie geobotanicznej posłużono się miarą stopnia pokrycia gleby i zestawiono ją z wartościami wskaźników teledetekcyjnych. Zwykle odpowiedź spektralna roślinności częściowo pokrywającej podłoże jest bardzo silnie związana z jej udziałem w polu widzenia czujnika. Dotyczy to jednak rejestracji nie kontaktowych lecz prowadzonych przez czujnik zamontowany na statywie lub „z ręki”. W rezultacie stwierdzono brak zależności między danymi geobotanicznymi reprezentowanymi stopniem pokrycia gleby przez rośliny i odległością ich położenia od szlaku i danymi teledetekcyjnymi. Stopień pokrycia gleby przez rośliny może wpływać pośrednio tylko w niewielkim stopniu na charakterystyki spektralne roślinności poprzez zmiany fizjologiczne wynikające z większego lub mniejszego zagęszczenia roślin, jednak bezpośredni i silny wpływ pokrycia gleby przez rośliny wynika ze zróżnicowanego udziału tła w polu widzenia czujnika. Stwierdzić więc należy, że w tej części badań zastosowano nieodpowiednią metodykę pomiarową.

Podsumowanie

Wybór tematu badań oraz ich cel należy uznać za bardzo zasadny i ważny z naukowego i praktycznego punktu widzenia. Wyniki jakie uzyskała doktorantka wskazują na możliwość wykorzystania metod w badaniu stanu roślinności wysokogórskiej na obszarach intensywnie użytkowanych turystycznie. Należy jednak zwrócić uwagę, że dla określenia pełnej charakterystyki spektralnej roślinności, której dotyczyła praca konieczne jest przeprowadzenie pomiarów spektralnych nie tylko kontaktowych lecz również polowych czyli wykonywanych z małej odległości, w których uwzględniony byłby udział tła oraz obumarłego, nefotosyntetyzującego materiału roślinnego, który zawsze występuje w tego typu zbiorowiskach roślin.

Wyniki badań opisane w pracy wskazują, że sąsiedztwo szlaku wpływa negatywnie na funkcjonowanie roślin i wpływ ten maleje wraz ze wzrostem odległości od szlaku, czego czytelnik się spodziewał. Ważniejsze jest jednak to, że wyniki badań wskazują na możliwości opracowania metody teledetekcyjnej, która umożliwiałaby ilościową ocenę kondycji roślin

znajdujących się w różnej odległości od szlaku. Ponadto zostały określone wskaźniki roślinne, które mogłyby być najbardziej przydatne do takiej oceny.

Jednym z ograniczeń zastosowania satelitarnych metod obserwacji stanu roślinności jest bardzo duże uzależnienie od warunków pogodowych (zachmurzenia), o czym wspomina Autorka. Warto jednak zauważyć, że w ostatnich latach stał się dostępny nowy typ platform teledetekcyjnych działających na niskim pułapie lotniczym jako bezzałogowe statki powietrzne, które można wykorzystywać nawet w niestabilnych warunkach atmosferycznych, gdy okna pogodowe są małe. Tak więc, wyniki badań mgr Magdaleny Oprządek będzie można również wykorzystać w metodach interpretacji danych obrazowych pozyskiwanych z dronów.

Oceniając pracę doktorantki należy podkreślić stopień trudności podjętych problemów badawczych. Badania właściwości spektralnych zbiorowisk roślinnych w warunkach gór wysokich są bardzo trudne, wymagają starannego zaplanowania oraz skrupulatności i konsekwencji w realizacji prac terenowych.

Na podstawie przedłożonej rozprawy można stwierdzić, że doktorantka posiada dużą znajomość podjętego tematu zarówno w teorii jak i w praktyce, dzięki czemu, moim zdaniem, założony cel badań został osiągnięty, a ich opis jest zwięzły i zrozumiały. Wyniki przedstawionych badań będą z pewnością wykorzystane w dalszych badaniach dotyczących wykorzystania danych teledetekcyjnych do monitoringu roślinności na obszarach górskich intensywnie wykorzystywanych turystycznie. Rozprawę doktorską mgr Magdaleny Oprządek oceniam wysoko.

*

Rozprawa doktorska pani magister Magdaleny Oprządek pt.: „Stan szaty roślinnej jako wskaźnik letniej presji turystycznej w otoczeniu Kasprowego Wierchu” spełnia wymagania formalne stawiane pracom doktorskim określone Ustawą z dnia 14 marca 2003 roku o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dziennik Ustaw Nr 65, poz. 595 z dn 16 kwietnia 2003).

Wnioskuje o dopuszczenie pani magister Magdaleny Oprządek do kolejnego etapu przewodu doktorskiego i publicznej obrony.

