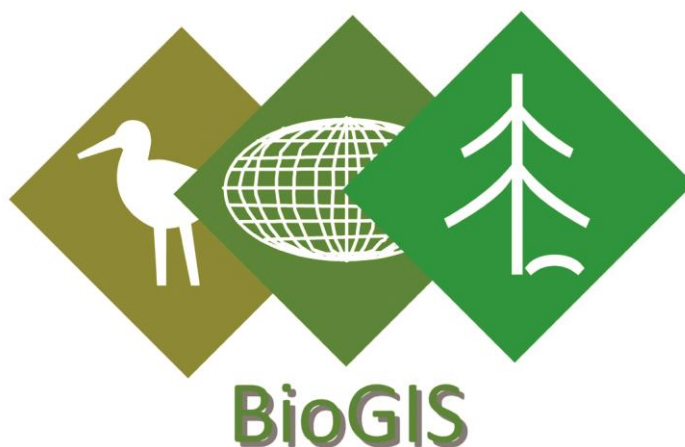




## ABSTRAKTY WYSTĄPIEŃ



**System Informacji Przestrzennej w badaniach różnorodności biologicznej**

**Teledetekcja i narzędzia GIS**

**w badaniach różnorodności flory i siedlisk przyrodniczych**

19 – 20 października 2016 r., Collegium Biologicum, UAM w Poznaniu

Poznań 2016

## ŚRODA, 19 PAŹDZIERNIKA 2016

### SESJA REFERATOWA 1

#### **Zastosowanie technik teledetekcyjnych w badaniu roślinności.**

*Anna JAROCIŃSKA, Zakład Geoinformatyki, Kartografii i Teledetekcji, Wydział Geografii i Studiów Regionalnych, Uniwersytet Warszawski; Maciej NOWAK, Wydziałowa Pracownia Biologicznych Informacji Przestrzennych, Wydział Biologii, Uniwersytet im. A. Mickiewicza w Poznaniu*

Teledetekcja wykorzystuje rejestrowane promieniowane elektromagnetyczne odbite lub wyemitowane od obiektu. Specyfika roślinności sprawia, że wartości odbicia różnicują się w zależności od właściwości biochemicznych, biofizycznych pokrywy. Dzięki temu można badać roślinność przy pomocy wielu zakresów promieniowania elektromagnetycznego. Możliwe jest określenie poszczególnych substancji, w tym barwników, opisać kondycję roślinności, sklasyfikować zbiorowiska roślinne i pojedyncze gatunki.

Techniki teledetekcyjne od kilkudziesięciu lat wykorzystywane są do badania roślinności. Początkowo wykorzystywane były zdjęcia lotnicze, często panchromatyczne. Obecnie zdjęcia archiwalne nadal stanowią dobre źródło informacji, przykładowo mogą być przydatne przy badaniu sukcesji roślin.

Teledetekcja i techniki GIS bardzo intensywnie rozwijają się. W przypadku instrumentów służących do pozyskiwania informacji zwiększane są rozdzielczości: przestrzenna, spektralna i radiometryczna, a w przypadku danych satelitarnych, także czasowa. Zastosowanie nowoczesnych środków przenoszenia sensorów umożliwia pozyskiwanie danych znacznie szybciej, częściej i taniej. To wszystko pozwala na uzyskanie coraz bardziej szczegółowej informacji, a pozyskiwane dane są bardziej precyzyjnie dostosowane do zróżnicowanych zastosowań.

W prezentacji przedstawione będą zastosowania danych teledetekcyjnych do monitorowania roślinności i jej stanu, do klasyfikacji pokrywy roślinnej, w modelowaniu parametrów biofizycznych roślin oraz do określania rozwoju roślin i prognozowania plonów.

Najczęściej stosowane do analiz roślinności są dane z zakresu pasma optycznego. Obrazy wielospektralne są bardzo rozpowszechnione, a dzięki dostępności danych satelitarnych (jak Landsat czy Sentinel-2), możliwe jest wykonywanie analiz w czasie zbliżonym do rzeczywistego oraz z wykorzystaniem danych archiwalnych. Dane hiperspektralne o wysokiej rozdzielczości spektralnej i radiometrycznej pozwalają na szczegółowy monitoring roślinności, jednocześnie ich przetwarzanie jest bardziej czasochłonne niż w przypadku danych wielospektralnych. Poza danymi optycznymi możliwe jest także zastosowanie danych z zakresu termalnego przydatnych np. w określaniu stresu wodnego. Z kolei przewagą danych radarowych jest możliwość rejestracji nad obszarem zachmurzonym. Dane takie mogą służyć np. do różnicowania gatunków roślin.

Dane teledetekcyjne są używane do klasyfikacji pokrywy roślinnej – klasyfikacji upraw, zbiorowisk roślinnych oraz identyfikacji pojedynczych gatunków. Często stosuje się je do określania kondycji roślinności, stresu wodnego roślin, ich faz rozwoju. Określa się zawartość poszczególnych substancji w roślinach – barwników (w tym chlorofilu), wody, suchych części roślin (np. ligniny, celulozy). W takim przypadku szczególnie przydatne są teledetekcyjne wskaźniki roślinności skorelowane ze zmiennymi biofizycznymi.

W pozyskiwaniu zmiennych pokrywy roślinnej używane są dwie metody: statystyczna oraz modelowanie. W metodzie statystycznej korelowane są parametry roślinne pobrane w czasie pomiarów naziemnych z wartością odbicia lub wskaźnikiem. Drugim sposobem jest opisywanie za pomocą praw fizyki drogi, jaką przebywają fotony w liściach, używając modeli transferu promieniowania. Przy użyciu modeli transferu promieniowania możliwe jest obliczanie parametrów biofizycznych pokrywy roślinnej bezpośrednio z danych o wysokiej rozdzielczości spektralnej. Modele są coraz szerzej stosowane ze względu na automatyzację procesu. Z wykorzystaniem modeli możliwe jest także rozpoznawanie struktury roślinności, powierzchni liści i prognozowanie ilości biomasy, a tym samym plonów.

### **Propozycja systematyki teledetekcyjnych analiz środowiska.**

*Łukasz SŁAWIK, Jan NIEDZIELKO, MGGP Aero*

Na podstawie kilkudziesięciu wykonanych analiz teledetekcyjnych, obejmujących różne aspekty badań środowiska oraz bazujące na różnych danych, podjęto próbę usystematyzowania ich wyniku ze względu na możliwość zastosowania uzyskanej informacji. Podzielono analizy na opisujące unikalny i chwilowy stan środowiska oraz opisujące stan środowiska reprezentatywny dla sezonu wegetacyjnego. Rozważono dla poszczególnych analiz wymagania względem rodzaju danych, warunków ich pozyskania oraz rozdzielczości czasowej i przestrzennej.

### **Teledetekcyjna metoda kartowania roślinności – zalety i ograniczenia.**

*Dominik KOPEĆ, Dorota MICHALSKA-HEJDUK, Katedra Geobotaniki i Ekologii Roślin, Uniwersytet Łódzki; Jan NIEDZIELKO, Łukasz SŁAWIK, MGGP Aero*

Dynamicznie rozwijające się techniki teledetekcyjne dostarczają narzędzi do kartowania roślinności rzeczywistej. Coraz częściej możemy spotkać się z takimi mapami opracowywanymi na potrzeby zarządzania obszarami chronionymi oraz inwentaryzacji przyrodniczej w ramach procedur oceny oddziaływania na środowisko. Na obecnym etapie rozwoju tych metod aktualne wydają się pytania: czy mapy roślinności wykonywane metodami teledetekcyjnymi dostarczają informacji porównywalnych do wyników tradycyjnego kartowania terenowego oraz jakie są ograniczenia a jakie zalety nowoczesnych metod teledetekcyjnych?

Autorzy niniejszego referatu w latach 2015-2016 opracowali teledetekcyjne mapy roślinności lądowej Słowińskiego Parku Narodowego (126 km<sup>2</sup>) i Dolnego Basenu Biebrzy (242 km<sup>2</sup>). Mapy te wykonano na podstawie analizy danych hiperspektralnych, termalnych i skaningu laserowego pochodzących z kolekcji lotniczych pozyskanych w 2015 roku. Referat ten jest zbiorem doświadczeń powstałych w czasie realizacji tych projektów.

Prezentowane wyniki badań zostały wykonane w ramach projektów realizowane przez MGGP Aero, Uniwersytet Łódzki i Szkołę Główną Gospodarstwa Wiejskiego na rzecz Słowińskiego i Biebrzańskiego Parku Narodowego, które obejmowały pozyskanie kompleksowego zestawu źródłowych danych teledetekcyjnych oraz ich szczegółową analizę.

## SESJA REFERATOWA 2

### **POLWET – teledetekcyjny system monitorowania obszarów bagiennych objętych Konwencją Ramsarską w Polsce.**

*Maciej BARTOLD<sup>1,2</sup>, Katarzyna DĄBROWSKA-ZIELIŃSKA<sup>2</sup>, Radosław GURDAK<sup>2</sup>, <sup>1</sup>Zakład Geoinformatyki, Kartografii i Teledetekcji, Wydział Geografii i Studiów Regionalnych, Uniwersytet Warszawski, <sup>2</sup>Centrum Teledetekcji, Instytut Geodezji i Kartografii*

Projekt POLWET ma na celu zbudowanie serwisu wspomagającego zarządzanie obszarami przyrody chronionej objętymi Konwencją Ramsarską w Polsce. W ramach projektu jest opracowywany system monitorowania mokradeł wraz z dedykowaną platformą, oferującą szeroką gamę modułów tematycznych. Pierwszą grupę tematyczną stanowią moduły z mapami pokrycia terenu i jego zmian, zbiorowisk roślinnych, wód powierzchniowych oraz wiosennych podtopień. Drugą grupę stanowią moduły z szeregami map prezentujących czasowo-przestrzenny rozkład wybranych wskaźników i parametrów charakteryzujących kondycję roślinności oraz warunki atmosferyczne.

Do opracowania map tematycznych zostały wykorzystane wieloletnie zobrazowania optyczne z satelitów Landsat (1984-2015), Terra.MODIS (2001-2015) oraz radarowe z satelity ENVISAT.ASAR (2003-2011). Najnowsze opracowania przygotowano na podstawie danych satelitarnych pochodzących z misji Sentinel (2015-2016), należących do Programu Obserwacji Ziemi COPERNICUS. Dane te charakteryzują się zróżnicowaną rozdzielczością przestrzenną, czasową i radiometryczną. Pozwalają one na opracowanie kompleksowego serwisu informacji, zarówno na poziomie lokalnym jak i krajowym.

W wyniku realizacji prac została opracowana metodyka detekcji zmian pokrycia terenu na podstawie szeregów czasowych Landsat. W oparciu o dane numeryczne, udostępnione przez Narwiański Parku Narodowy, weryfikowano wyniki śledzenia zmian zarówno sezonowych a także wieloletnich w dolinie Narwi. Szeregi czasowe zdjęć optycznych Landsat zostały wykorzystane również do wielu innych opracowań, w tym do rozpoznania zbiorowisk roślinnych w dolinach Biebrzy i Narwi. Z kolei dla Parku Narodowego Ujście Warty zostały opracowane mapy wiosennych podtopień i lokalnych wylewów rzeki. Mapy wód powierzchniowych oraz ich zmian przygotowano dla rezerwatu przyrody Stawy Milickie.

W ramach projektu pozyskano od władz rezerwatów przyrody, dyrekcji parków narodowych oraz Regionalnych Dyrekcji Ochrony Środowiska dane numeryczne, w tym mapy użytkowania gruntów, siedlisk przyrodniczych oraz ortofotomapy. Dane te pozwalają na przeprowadzenie weryfikacji ilościowej i jakościowej produktów oferowanych w ramach projektu POLWET.

Dla każdego z trzynastu obszarów ochrony przyrody, wpisanych na listę konwencji Ramsar zostały przygotowywane serie map wskaźników roślinnych i temperaturowych opracowanych na podstawie obserwacji satelitarnych Terra.MODIS. Mapy wskaźników umożliwiają czasowo-przestrzenną analizę kondycji roślinności oraz dają wsparcie w zdalnym monitorowaniu zagrożeń środowiskowych.

Na podstawie archiwalnych zobrazowań radarowych ENVISAT.ASAR i aktualnych zdjęć satelitarnych Sentinel-1 opracowano mapy wilgotności gleby i jej zmian a także szorstkości podłoża charakteryzujące wysokość i strukturę zbiorowisk roślinnych. Wyniki analiz wykazały, że za pomocą teledetekcji satelitarnej można monitorować warunki środowiskowe, zmiany wilgotnościowe oraz śledzić dynamikę zjawisk sezonowych w czasie i przestrzeni.

Niniejszy projekt POLWET, finansowany przez Europejską Agencję Kosmiczną ESA, wchodzi w nurt badań stosowanych wykorzystujących możliwości wieloczasowych, wysokorozdzielczych zdjęć satelitarnych Landsat i Sentinel do monitorowania zmian pokrycia powierzchni Ziemi. Może stanowić wsparcie do lokalnych działań dotyczących ochrony i zarządzania obszarami mokradeł. Jak również może wesprzeć GlobWetland, międzynarodowe przedsięwzięcie w ramach którego jest przygotowywany serwis informacji dla 200. obszarów mokradeł zlokalizowanych w basenie Morza Śródziemnego.

### **Czy możliwa jest identyfikacja rodzimych ekspansywnych i inwazyjnych gatunków roślin obcego pochodzenia z wykorzystaniem metod teledetekcyjnych? - założenia projektu HabitARS.**

*Barbara TOKARSKA-GUZI<sup>1</sup>, Dominik KOPEĆ<sup>2</sup>, Anna JAROCIŃSKA<sup>3</sup>, Jarosław CHORMAŃSKI<sup>4</sup>, Katarzyna BZDĘGA<sup>1</sup>, Beata WOZIWODA<sup>2</sup>, Adriana MARCINKOWSKA-OCHTYRA<sup>3</sup>, Tomasz BEREZOWSKI<sup>4</sup>, Andrzej PASIERBIŃSKI<sup>1</sup>, Hubert PIÓRKOWSKI<sup>5</sup>, Łukasz SŁAWIK<sup>6</sup>, <sup>1</sup>Katedra Botaniki i Ochrony Przyrody, Uniwersytet Śląski; <sup>2</sup>Katedra Geobotaniki i Ekologii Roślin, Uniwersytet Łódzki; <sup>3</sup>Zakład Geoinformatyki, Kartografii i Teledetekcji, Uniwersytet Warszawski; <sup>4</sup>Katedra Inżynierii Wodnej, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego; <sup>5</sup>Zakład Ochrony Przyrody i Krajobrazu Wiejskiego, Instytut Technologiczno-Przyrodniczy; <sup>6</sup>MGGP Aero*

Ochrona różnorodności biologicznej i siedlisk przyrodniczych Natura 2000 przed wkraczaniem obcych inwazyjnych i rodzimych ekspansywnych gatunków roślin wymaga rozwiązań kompleksowych, w tym opracowania obiektywnej i powtarzalnej metodyki identyfikacji tego procesu, możliwej do zastosowania w różnych skalach przestrzennych.

Opracowanie i testowanie nowych metod identyfikacji gatunków roślin naczyniowych stwarzających zagrożenie jest jednym z celów projektu „Innowacyjne podejście wspierające monitoring nieleśnych siedlisk przyrodniczych Natura 2000, z wykorzystaniem metod teledetekcyjnych” – HabitARS. Do identyfikacji gatunków roślin wykorzystywane są lotnicze i naziemne metody badawcze, polegające na fuzji danych hiperspektralnych i ALS oraz zbieranych jednocześnie naziemnych danych referencyjnych. Analizą objęto 18 gatunków roślin, które zagrażają badanym w projekcie 11 siedliskom przyrodniczym Natura 2000. Do badań wytypowano 10 inwazyjnych gatunków obcego pochodzenia i 8 rodzimych, ekspansywnych.

W pierwszym roku badań sprawdzane są różne metody klasyfikacji badanych gatunków. Dane lotnicze i terenowe pozyskiwane są trzykrotnie w czasie sezonu wegetacyjnego w celu oceny możliwości teledetekcyjnej identyfikacji taksonów w różnych fazach cyklu rozwojowego. Badania prowadzone są na 20 obszarach badawczych, na których gatunki te występują z wysoką frekwencją i zagęszczeniem. W obrębie tych obszarów w każdej sesji pomiarowej zakładanych jest 1800 poligonów referencyjnych – po 100 dla każdego gatunku. Poligony te wykorzystywane są następnie jako pola treningowe i testowe do delimitacji i weryfikacji wydzielanych płatów. W pierwszym roku badań testowane są różne algorytmy klasyfikacji: (i) podpikselowe, takie jak spectral angular mapper, spectral information divergence, czy mixed tune matched filtering; (ii) pikselowe, takie jak support vector machine, czy random forest. Efektem tych testów będzie wybór optymalnego, z punktu widzenia jakości wyników klasyfikacji każdego z gatunków, algorytmu klasyfikacji oraz terminu pozyskania danych za pomocą platformy teledetekcyjnej. W drugim roku badań, opracowane metody identyfikacji

zostaną wykorzystane do klasyfikacji tych gatunków w płatach badanych siedlisk przyrodniczych Natura 2000.

Intencją autorów jest rekomendacja narzędzi, które mogą znaleźć zastosowanie na poszczególnych etapach pozyskania, wykorzystania i upubliczniania danych zmierzających do opracowania zasad monitoringu i skutecznego zarządzania gatunkami stwarzającymi zagrożenie.

Projekt, objęty patronatem GDOŚ, jest dofinansowany w ramach Programu Strategicznego „Środowisko naturalne, rolnictwo i leśnictwo” – BIOSTRATEG przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju.

### **Zastosowanie danych LiDAR i zdjęć lotniczych do monitorowania kondycji drzewostanu.**

*Karolina ORŁOWSKA, Marta SAMULOWSKA, Esri Polska*

Narzędzia i techniki teledetekcyjne umożliwiają kompleksowy i regularny monitoring roślinności, nierzadko jednak pozostawiając użytkownika z surowymi danymi, które nie dają bezpośredniej odpowiedzi na pytanie: „Co dzieje się z roślinnością?”. Prezentacja poświęcona zostanie udzieleniu odpowiedzi na to pytanie poprzez analizę zdjęć lotniczych od podstaw: od momentu utworzenia ortofotomapy, poprzez wygenerowanie chmury punktów, aż do zaawansowanych analiz uwzględniających kondycję drzewostanu. Pokazane zostaną różnorodne materiały: zdjęcia pochodzące z pokładu samolotu oraz zdjęcia z UAV (zdjęcia RGB, wielospektralne oraz hiperspektralne). Omówiona zostanie zmienność charakterystyk spektralnych dla roślinności zdrowej i uszkodzonej, a uczestnicy będą mieli okazję dowiedzieć się jak na podstawie krzywej odbicia spektralnego odróżnić drzewostan iglasty od liściastego.

## **SESJA REFERATOWA 3**

### **Wieloczasowa charakterystyka siedlisk leśnych Parku Narodowego Bory Tucholskie na podstawie danych obrazowych satelity Landsat.**

*Jan PIEKARCZYK, Daniel MICHALIK, Wydział Nauk Geograficznych i Geologicznych, Uniwersytet im. A. Mickiewicza w Poznaniu*

Metody teledetekcyjne polegające na jakościowej i ilościowej interpretacji obrazów satelitarnych i zdjęć lotniczych są coraz powszechniej wykorzystywane w badaniach obszarów leśnych. Dostępne już od ponad 30 lat obrazy satelitów serii Landsat umożliwiają dokładne obserwacje zarówno przestrzennej jak i czasowej zmienności zbiorowisk leśnych. Dane obrazowe z tego satelity były wykorzystywane do szacowania kondycji roślin i zmian fenologicznych lasów w skali regionalnej i krajobrazowej a ich zależność z LAI umożliwia kartowanie żyzności i retencji wody gleb leśnych. Celem badań było określenie zależności między niektórymi charakterystykami siedlisk leśnych występujących na terenie Parku Narodowego Bory Tucholskie a danymi spektralnymi uzyskanymi z serii obrazów satelitarnych Landsat OLI zarejestrowanych w roku 2015. Na obrazy pochodzące z całego sezonu nałożono warstwę wektorową „Siedliska” składającą się z poligonów zawierających między innymi informacje o typie siedliska, typie i gatunku gleby oraz jej uwilgotnieniu i rodzaju. Dla poligonów z wektora obliczono średnie wartości jasności pikseli obrazów (DN) z poszczególnych kanałów spektralnych. Uzyskane wyniki wskazują na istnienie zależności między jasnością pikseli na obrazach i obliczonymi na jej podstawie wskaźnikami roślinnymi

a wspomnianymi wcześniej charakterystykami siedlisk. Spośród wskaźników spektralnych zastosowanych w analizie najbardziej przydatnym okazał się wskaźnik ND64 (kanał 6 i 4 czujnika OLI) oraz klasyczny NDVI (kanał 5 i 4). Wydzielenie powierzchni o jednolitych cechach siedliskowych na terenach leśnych może ułatwiać planowanie lokalizacji miejsc poboru prób glebowych i być przydatne w organizacji hodowli i użytkowania lasu.

### **Wykorzystanie nowoczesnych technologii w monitorowaniu stanu lasów górskich.**

*Radomir BAŁAZY, Mariusz CIESIELSKI, Tomasz HYCZA, Patryk WARAKSA, Beata MRÓZ, Instytut Badawczy Leśnictwa*

Ekosystemy górskie choć z reguły bardzo bogate i zróżnicowane, to jednak niezwykle trudne do monitorowania. Przeszkodą podczas prowadzenia badań stanowić mogą nie tylko duże różnice wysokościowe ale zupełnie odmienne warunki klimatyczne, panujące na różnych ekspozycjach i nachyleniach stoków górskich. Właśnie w takich warunkach szczególnie przydatne są techniki teledetekcyjne, które umożliwiają w sposób szybki, dokładny, choć niekoniecznie tani, monitorowanie zachodzących procesów.

W południowej Polsce od 2012 roku, na zlecenie Dyrekcji Generalnej Lasów Państwowych prowadzony jest największy monitoring ekosystemów górskich, oparty m.in. o dane airborne laser scanning (ALS), powtarzane trzykrotnie w ciągu każdego sezonu wegetacyjnego zobrazowania satelitarne (Black Bridge), zdjęcia lotnicze oraz pomiary naziemne w tym terrain laser scanning (TLS). Wykorzystanie wszystkich tych technologii w jednym miejscu i w tym samym czasie daje niespotykane możliwości obserwowania zachodzących procesów. Projekt "Creation of a Forest Information System Covering the Areas of the Sudety and the Western Beskidy Mountains within the Scope of Forest Condition Monitoring and Assessment" jest jednocześnie największym projektem GIS w Lasach Państwowych, nagrodzonym w 2014 nagrodą ESRI ze szczególne osiągnięcia w dziedzinie GIS.

Celem prezentowanego projektu, poza stworzeniem nowoczesnego systemu GIS, jest przede wszystkim monitoring wylesiania się gór i próba zrozumienia skomplikowanych zależności, które na ten proces mają wpływ. Dotychczas wykonano kilkadziesiąt różnych analiz zarówno dla całych drzewostanów jak i pojedynczych drzew (bazując na danych LiDAR), dowodząc wielu ciekawych zależności.

### **Zastosowanie danych hiperspektralnych HySpex do monitoringu stanu drzew na obszarze miejskim.**

*Anna ROBAK<sup>1</sup>, Anna JAROCIŃSKA<sup>1</sup>, Dominik KOPEĆ<sup>2</sup>, Łukasz SŁAWIK<sup>3</sup>, Jan NIEDZIELKO<sup>3</sup>, Bogdan ZAGAJEWSKI<sup>1</sup>, Adrian OCHTYRA<sup>1,4</sup>, Adriana MARCINKOWSKA-UCHTYRA<sup>1</sup>, <sup>1</sup>Uniwersytet Warszawski, Wydział Geografii i Studiów Regionalnych, Zakład Geoinformatyki, Kartografii i Teledetekcji, <sup>2</sup>Uniwersytet Łódzki, Wydział Biologii i Ochrony Środowiska, Katedra Geobotaniki i Ekologii Roślin, Zakład Ochrony Przyrody, <sup>3</sup>MGGP Aero, <sup>4</sup>Uniwersytet Warszawski, Kolegium Międzywydziałowych Indywidualnych Studiów matematyczno-Przyrodniczych*

Tereny zielone są ważną częścią miasta – wpływają na percepcję przestrzeni, warunki powietrzne miasta, poziom hałasu oraz są obszarem rekreacji mieszkańców. Monitoring drzew może być prowadzony przy użyciu danych lotniczych, ale powinien być wsparty terenowymi pomiarami referencyjnymi. Ze względu na zróżnicowanie zieleni miejskiej szczególnie użyteczne mogą być zobrazowania hiperspektralne, a badania in-situ służą jedynie weryfikacji uzyskanych wyników. Obrazy hiperspektralne cechują się setkami wąskich

spektralnie kanałów – dzięki temu można uzyskać szczegółowe informacje o badanych obiektach. Aby ułatwić analizę stanu roślinności na podstawie danych hiperspektralnych stosuje się teledetekcyjne wskaźniki roślinności. Bazują one na wartościach odbicia w kanałach spektralnych i mogą być powiązane z zawartością barwników, wody czy budową struktury komórkowej.

Celem badań była analiza kondycji drzew na obszarze Białegostoku na podstawie danych hiperspektralnych HySpex. Opracowano metodę pozyskiwania wartości przebarwień i defoliacji. Na podstawie teledetekcyjnych wskaźników roślinności oraz map zmiennych biofizycznych określono stan zdrowotny drzew oraz zmiany szczególnie związane z suszą, jakie zaszły w kondycji drzew.

W analizach wykorzystano dane lotnicze i pomiary terenowe. Wykonane zostały dwa zobrazowania: 03 lipca i 27 sierpnia 2015 roku. Jednocześnie w podobnym terminie zostały przeprowadzone badania terenowe, gdzie określono dla 226 drzew lokalizację, gatunek oraz wartości przebarwienia i defoliacji.

Obrazy HySpex zostały skorygowane radiometrycznie, geometrycznie i atmosferycznie. Następnie obliczono wybrane teledetekcyjne wskaźniki roślinności określające kondycję, wykorzystanie światła w procesie fotosyntezy, zawartość barwników, celulozy, ligniny, azotu i wody. Następnie wartości wskaźników zostały pobrane z losowo wybranych 68 drzew. Wartości skorelowano ze zmiennymi biofizycznymi pozyskanymi w terenie: defoliacją i przebarwieniem. Na podstawie związku określono równania regresji, które posłużyły do wykonania map zmiennych biofizycznych. Do obliczenia przebarwienia wykorzystano wskaźnik Photochemical Reflectance Index, a defoliacji – Red Edge Normalized Difference Vegetation Index. Następnie wykonano weryfikację map pozyskanych w obu terminach: na podstawie 158 drzew w lipcu i 226 drzew w sierpniu. Obliczono wartości Root Mean Square Error. Na podstawie teledetekcyjnych wskaźników roślinności i obliczonych zmiennych biofizycznych została określona kondycja drzew w Białymstoku. Ostatnim etapem było określenie zmian na podstawie obrazów z lipca i sierpnia wykorzystując wskaźniki roślinności oraz rozkład przebarwień i defoliacji.

Na podstawie analiz wartości wskaźników i zmiennych biofizycznych można stwierdzić, że obrazy hiperspektralne są przydatne do analizy stanu zdrowotnego drzew. Pozyskano zmienne biofizyczne z akceptowalnym błędem (błąd RMSE równy od 11 do 23%). Przy użyciu wskaźników Red Edge Normalized Difference Vegetation Index, Photochemical Reflectance Index i Modified Chlorophyll Absorption Ratio Index możliwe było przewidywanie, które z drzew są najbardziej narażone na zwiększenie przebarwień i defoliacji. Określono stan drzew Białegostoku, widoczne było pogorszenie kondycji w sierpniu – na 49% obszaru pokrytego przez drzewa wzrosła wartość defoliacji. Kondycja roślinności była gorsza na ternach bliżej dróg.

### **Inwentaryzacja zieleni miejskiej przy zastosowaniu różnych zestawów danych teledetekcyjnych.**

*Mariusz CIESIELSKI, Instytut Badawczy Leśnictwa*

Pojęcie zieleni miejskiej jest pojęciem bardzo szerokim. Obejmuje ono swoim zakresem zarówno obszary zieleni urządzonej (parki, zieleńce, zieleń uliczną, cmentarze, ogródki działkowe itp.) oraz obszary zieleni nieurządzonej ( lasy, łąki, skupiska zieleni przy zbiornikach). Inwentaryzacja terenowa tak zróżnicowanych terenów wymaga poświęcenia



dużej ilości środków oraz czasu. Dlatego też, od wielu lat jako metodę inwentaryzacji wykorzystuje się dane teledetekcyjne. Podstawowym stosowanym źródłem informacji są ortofotomapy oraz zobrazowania satelitarne. Ponadto coraz częściej do inwentaryzacji zieleni używa się zobrazowań hiperspektralnych oraz danych z lotniczego skanowania laserowego. Każdy rodzaj danych może dostarczyć informacji o różnym poziomie szczegółowości. Dobór danych zależy od celu analizy. W niniejszej prezentacji przedstawione zostaną możliwości pozyskania informacji o wybranych elementach zieleni miejskiej, przy zastosowaniu konkretnych zestawów danych teledetekcyjnych. Zwrócona zostanie uwaga głównie na zagadnienia: szacowanie dokładności segmentacji drzew na terenach leśnych, zieleni urządzonej oraz dróg publicznych; określanie gatunku drzew; pozyskania podstawowych informacji geometrycznych o zieleni (wysokość drzew, rozpiętość korony itp.) oraz o stanie zdrowotnym drzewostanów i pojedynczych drzew.

### **Zmiany siedlisk leśnych w rejonie oddziaływania Zalewu Sulejowskiego.**

*Weronika MADEJ, Krzysztof BĘDKOWSKI, Marcin JASKULSKI, Wydział Nauk Geograficznych, Uniwersytet Łódzki*

Według stosowanej w leśnictwie typologii siedliskowo-leśnej, typ siedliskowy lasu (TSL) jest pojęciem określającym kategorię siedliska i wyraża jego potencjał produkcyjny. Głównymi czynnikami siedliskowymi mającymi wpływ na bonitację drzewostanu są żyzność gleby oraz dostępność wody. Na nizinach lasy zalicza się na podstawie tych czynników do borów sosnowych (bór suchy Bs, bór świeży Bśw, bór wilgotny Bw, bór bagienny Bb), borów mieszanych (bór mieszany świeży BMśw, bór mieszany wilgotny BMw), lasów (las świeży Lśw, las mieszany świeży LMśw, las wilgotny Lw) oraz olsów (ols Ol, ols jesionowy Olj).

Działalność gospodarcza człowieka doprowadziła do wielu zmian w środowisku, wyrażających się m.in. w zmianie stosunków wodnych. Najczęściej było to osuszanie obszarów podmokłych w celu ich udostępnienia rolnictwu lub pod zabudowę. Zmiany takie nie omijały także terenów leśnych, które „uproduktywiano” odprowadzając wody sieciami rowów melioracyjnych.

Realizowane od pewnego czasu projekty dotyczące tzw. małej retencji mają na celu m.in. odbudowę dawnych małych zbiorników wodnych i przyczyniają się do powrotu wody do lasów i odtworzenia dawnego układu przyrodniczego.

Inaczej jest w przypadku nowych sztucznych zbiorników wodnych, szczególnie tych mających duże powierzchnię, pojemność i wysokość piętrzenia wód. Poprzez podniesienie lustra wód gruntowych oraz ukształtowanie nowego mikroklimatu powodują zmiany w środowisku obszarów przyległych. Pewne gatunki ustępują, a w ich miejsce pojawiają się te, które preferują siedliska bardziej wilgotne. Po pewnym czasie zmiany stosunków wodnych i składu roślinności, najpierw w dolnych warstwach lasu, mogą być już na tyle duże, że spowodują zaliczenie danego fragmentu lasu, w trakcie prac urządzania lasu, do innego typu siedliskowego. Najpóźniej zaznaczają się zmiany w składzie warstwy drzew i dopiero wtedy będą dostrzegalne metodami teledetekcyjnymi. Oczywiście na rodzaj, wielkość i tempo zmian ma wpływ także ukształtowanie terenu oraz budowa geologiczna. Niekiedy, np. w przypadku podtopienia, zmiany w siedliskach mogą przebiegać bardzo szybko.

Badania, które przeprowadziliśmy miały na celu sprawdzenie, czy Zalew Sulejowski (zbudowany w latach 1969-1973) spowodował widoczne zmiany siedlisk otaczających go lasów. Ponieważ badań florystycznych nie prowadziliśmy, skoncentrowaliśmy się na

wyszukaniu miejsc, w których nastąpiło „przejście” danego fragmentu lasu do innego siedliskowego typu lasu, a więc zmiany stwierdzone w trakcie prac urządzania lasu były znaczne. Wykorzystaliśmy dane pochodzące z planów urządzania lasów nadleśnictw Smardzewice i Piotrków Trybunalski - współczesnych oraz sporządzonych bezpośrednio przed budową zbiornika – na podstawie których, za pomocą systemu GIS stworzyliśmy cyfrowe wersje map siedlisk leśnych. Dla każdego drzewostanu ustaliliśmy jaki był jego typ siedliskowy, który określono w trakcie prac urządzania lasu. Poprzez porównanie map ustalono lokalizację miejsc, w których nastąpiły zmiany siedlisk.

Analiza dotyczyła lasów znajdujących się w zasięgu arbitralnie przyjętej przez nas strefy 0-750 m od linii brzegowej. Stwierdzono, że w okresie od 1969 do 2015 roku zmieniła się łączna powierzchnia lasów oraz nastąpiły zmiany siedlisk. Dominującym typem siedliskowym był pierwotnie bór świeży, który zajmował powierzchnię równą blisko 821 ha (71%) z łącznej powierzchni lasów równej 1 152,21 ha. Blisko 1/10 powierzchni obszaru zajmował bór mieszany świeży, a bór suchy 4,08%. Prawie 1,60 % powierzchni całego terenu zajmowały siedliska olsu. Poniżej 1% udziału odnotowano w przypadku siedlisk boru wilgotnego, boru mieszanego wilgotnego, lasu mieszanego i lasu mieszanego świeżego. Ponad 11% powierzchni zajmowały siedliska, dla których nie ustalono typu.

W 2015 r. stwierdzono obecność olsu jesionowego, lasu mieszanego bagiennego oraz lasu mieszanego wilgotnego i lasu mieszanego bagiennego. Najwięcej powierzchni zajmowało siedlisko boru świeżego (630 ha, 58%), dalej bór mieszany świeży (208,65 ha, 20,47%). Dość duży obszar zajmowały siedliska lasu mieszanego świeżego (86,5 ha, ponad 10%). Las mieszany wilgotny panuje na 3,53 % terenu, dalej las świeży (2,82%). Najmniejszy udział miały siedliska o typie borów: suchych, wilgotnych i bagiennych, olsów oraz lasu mieszanego bagiennego.

Kierunki zmian siedlisk, jakie zaobserwowano i które można w dużej części tłumaczyć wpływem zbiornika wodnego to: BM → LMśw, BMw → BMśw, BMśw → LMśw, Bs → Bśw/Bw, Bw → BMśw, Bśw → Bw/BMśw/LMśw, LM → LMśw, LMśw → Lśw, OI → LMw/BMw. Zmiany te dotyczą niekiedy drzewostanów znajdujących się nie bezpośrednio przy zalewie lecz w pewnym oddaleniu, co świadczy o migracji wód.

## SESJA REFERATOWA 4

### **Metodyka identyfikacji nieleśnych siedlisk przyrodniczych Natura 2000 z wykorzystaniem danych teledetekcyjnych.**

*Anna JAROCIŃSKA<sup>1</sup>, Dominik KOPEĆ<sup>2</sup>, Dorota MICHALSKA-HEJDUK<sup>2</sup>, Jan NIEDZIELKO<sup>3</sup>, Barbara TOKARSKA-GUZIŁ<sup>4</sup>, Hubert PIÓRKOWSKI<sup>5</sup>, Tomasz BEREZOWSKI<sup>6</sup>, Adriana MARCINKOWSKA-OCHTYRA<sup>1</sup>, Jarosław CHORMAŃSKI<sup>6</sup>, Łukasz SŁAWIK<sup>3</sup>, <sup>1</sup>Zakład Geoinformatyki, Kartografii i Teledetekcji, Wydział Geografii i Studiów Regionalnych, Uniwersytet Warszawski, <sup>2</sup>Katedra Geobotaniki i Ekologii Roślin, Uniwersytet Łódzki, <sup>3</sup>MGGP Aero, <sup>4</sup>Katedra Botaniki i Ochrony Przyrody, Uniwersytet Śląski, <sup>5</sup>Zakład Ochrony Przyrody i Krajobrazu Wiejskiego, Instytut Technologiczno-Przyrodniczy, <sup>6</sup>Katedra Inżynierii Wodnej, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego*

Istniejące metody identyfikacji siedlisk przyrodniczych Natura 2000 bazują głównie na wiedzy eksperckiej wykorzystanej w terenie, co znacznie wydłuża czas badań. Jednocześnie dzięki

potencjałowi detekcji zdalnej, dostępności sensorów teledetekcyjnych oraz platform lotniczych, możliwe jest wykorzystanie nowoczesnych narzędzi do tego typu analiz. Informacja zbierana metodami teledetekcyjnymi ma charakter obiektywny, mierzalny i weryfikowalny, czyli wiarygodny i powtarzalny. W ramach referatu przedstawione zostaną założenia metody identyfikacji nieleśnych siedlisk przyrodniczych Natura 2000 występujących w przestrzeni rolniczej z wykorzystaniem danych teledetekcyjnych. Badania są częścią projektu „Innowacyjne podejście wspierające monitoring nieleśnych siedlisk przyrodniczych Natura 2000, z wykorzystaniem metod teledetekcyjnych” – HabitARS. Projekt, objęty patronatem GDOŚ, jest dofinansowany w ramach Programu Strategicznego „Środowisko naturalne, rolnictwo i leśnictwo” – BIOSTRATEG, Narodowego Centrum Badań i Rozwoju.

Badania poświęcone identyfikacji siedlisk zostały przeprowadzone w 14 obszarach o łącznej powierzchni około 640 km<sup>2</sup>. Powierzchnie dobrano tak, aby zapewnić pełną reprezentację badanych w projekcie siedlisk przyrodniczych Natura 2000 z uwzględnieniem ich zmienności geograficznej oraz odpowiedniej liczebności próby badawczej. Każdy z obszarów został zbadany trzykrotnie w czasie sezonu wegetacyjnego 2016 roku: przed pierwszym i drugim pokosem (1. maj/czerwiec i 2. lipiec/sierpień) oraz w fazie wzrostu po drugim pokosie (3. wrzesień/październik).

Na każdym obszarze badawczym trzykrotnie były przeprowadzone pomiary botaniczne. Na obszarze identyfikowane były płaty siedlisk Natura 2000, w obrębie których zakładane były poligony referencyjne o zróżnicowanym stanie zachowania. Poza wyznaczeniem siedliska określono stan zachowania, dominujące gatunki roślin, informacje o wartości wskaźników specyficznej struktury i funkcji oraz dodatkowe parametry np. pokrycie roślinnością. Łącznie trzykrotnie zmierzono około 4915 poligonów. Ponadto zidentyfikowano poligony tła na obszarach nie będących siedliskiem Natura 2000.

Wykonano także referencyjne pomiary spektrometryczne przy użyciu spektrometru ASD FieldSpec obiektów stałych pod względem radiometrycznym, które są używane do weryfikacji korekcji atmosferycznej obrazów hiperspektralnych.

Przy pomocy platformy teledetekcyjnej zebrano trzy kolekcje danych teledetekcyjnych dla każdego obszaru: z użyciem lotniczego skanera laserowego (Aerial Laser Scanner (FWF) Riegl LiteMapper), kamer hiperspektralnych (HySpex VNIR, SWIR) oraz kamery średnioformatowej RGB. Pozyskane dane będą przetworzone do postaci: wysokorozdzielczej ortofotomapy w kompozycji RGB; dane wysokościowe do postaci chmury punktów, VOXEL, Digital Elevation Model i Normalized Digital Surface Model; dane hiperspektralne będą poddane korekcjom: radiometrycznej, geometrycznej oraz korekcji atmosferycznej.

Kolejnymi etapami będzie analiza poszczególnych rodzajów danych i połączenie najbardziej przydatnych informacji. Dane hiperspektralne zostaną poddane ekstrakcji szumów i redukcji przestrzeni spektralnej. Obliczone zostaną teledetekcyjne wskaźniki roślinności. Dane uzyskane z lotniczego skanera laserowego (np. DEM) będą połączone z wybranymi warstwami danych hiperspektralnych. Na podstawie danych terenowych wyznaczone będą poligony treningowe i weryfikacyjne do klasyfikacji nadzorowanej. Do klasyfikacji wykorzystane zostaną metoda Support Vector Machine, Random Forest i sztuczne sieci neuronowe (ANN). Weryfikacja będzie wykonywana na podstawie poligonów weryfikacyjnych.

Sformułowane zostaną założenia do metodyki identyfikacji siedlisk przyrodniczych Natura 2000 występujących w przestrzeni rolniczej. Dopasowany będzie odpowiedni algorytm klasyfikacji każdego z siedlisk, określony zostanie zestaw danych wejściowych, w tym termin, i algorytm klasyfikacji.

### **Perspektywy i techniki stosowania klasyfikacji rozmytej w teledetekcyjnym opracowywaniu map siedlisk Natura 2000.**

*Adam KANIA*

Mapy i opracowania uzyskiwane drogą analizy i klasyfikacji pomiarów teledetekcyjnych są coraz szerzej stosowane przy wspieraniu inwentaryzacji i zarządzania siedliskami Natura 2000. Wiele klasyfikatorów szeroko wykorzystywanych w teledetekcji z natury swego działania wspiera klasyfikację rozmytą (*fuzzy classification*). Także wiele nowoczesnych technik grupowania klasyfikatorów (*ensemble classifiers*) oraz różne metody post-processingu (np. *stacking* lub *blending*) pozwalają uzyskiwać mapy wynikowe w technice rozmytej (*fuzzy prediction*) nawet z takich klasyfikatorów bazowych, które nie posiadają tej zdolności.

Wszystkie te techniki klasyfikacji dają o rząd wielkości więcej informacji, niż tradycyjne w teledetekcji mapy tematyczne (*hard boundary classification*). Efektywne wykorzystanie tego potencjału w klasyfikacji siedlisk roślinnych wymaga nowych metod w całym łańcuchu tworzenia produktów klasyfikacji: od kontroli jakości i sposobu walidacji i szacowania błędów, poprzez wizualizację i metody porównywania uzyskanych map, poprzez zupełnie nowe możliwości wspierania zbierania danych terenowych, bazując na pośrednich wynikach klasyfikacji (*active learning*).

Prezentacja pokaże zarys procesu tworzenia map siedlisk roślinnych na podstawie danych teledetekcyjnych, wzbogacony o specyfikę stosowania klasyfikacji rozmytej. Omówiony zostanie niemal każdy etap tworzenia mapy siedlisk roślinnych ze szczególnym uwzględnieniem specyfiki tworzenia klasyfikacji za pomocą metod rozmytych, ich szczególnych wymagań i problemów, oraz zaprezentowany zostanie ich potencjał. Wiele tradycyjnych metod i narzędzi stosowanych w klasyfikacji, takich jak: wskaźniki dokładności i precyzji klasyfikacji, macierz błędów, przypisywanie klasom kolorów dla potrzeb wizualizacji – zostanie zaprezentowanych w wersji rozmytej (*fuzzy*). Zostaną przedstawione również nowe narzędzia analityczne (jak np. profile dominacji lub mapy niepewności klasyfikacji), które są możliwe tylko dzięki specyficznym cechom klasyfikacji rozmytej.

### **Możliwość wykorzystania metod teledetekcyjnych do oceny tempa sukcesji w wybranych siedlisk przyrodniczych Natura 2000.**

*Dorota MICHALSKA-HEJDUK<sup>1</sup>, Dominik KOPEĆ<sup>1</sup>, Jan NIEDZIELKO<sup>2</sup>, Łukasz SŁAWIK<sup>2</sup>,  
<sup>1</sup>Katedra Geobotaniki i Ekologii Roślin, Uniwersytet Łódzki, <sup>2</sup>MGGP Aero*

Sukcesja wtórna, mimo że jest naturalnym procesem inicjacji i rozwoju zbiorowiska uprzednio zniszczonego i jest przeciwstawiana procesowi regresji, stanowi często zagrożenie dla cennych przyrodniczo zbiorowisk nieleśnych. Jej właściwe rozpoznanie jest szczególnie ważne by ocenić skalę i tempo zagrożenia i by właściwie zaplanować ochronę, szczególnie w odniesieniu do siedlisk przyrodniczych Natura 2000. Rozwijające się obecnie coraz dynamiczniej techniki teledetekcyjne dostarczają narzędzi umożliwiających szybkie i wielkoobszarowe identyfikowanie tego procesu. W wybranych nieleśnych siedliskach przyrodniczych Słowińskiego Parku Narodowego proces sukcesji analizowano zestawiając ze

sobą dwie grupy danych: mapę roślinności wykonana w roku 2015 oraz kolekcję ortofotomap z lat 1996, 2004, 2011 i 2015. Na podstawie mapy roślinności zostały wyznaczone jednorodne płyty siedlisk przyrodniczych. Każdy płyt poddano analizie wizualnej wskazującej zmienność udziału powierzchni drzew i krzewów w ogólnej powierzchni płyty kolejno na podstawie wszystkich dostępnych archiwalnych materiałów obrazowych. Rok w którym dokonano rejestracji obrazów w którym po raz pierwszy zaobserwowano gatunki drzew i krzewów został uznany za rok rozpoczęcia sukcesji wtórnej.

Badania zostały wykonane w ramach projektu realizowane przez MGGP Aero, Uniwersytet Łódzki i Szkołę Główną Gospodarstwa Wiejskiego na rzecz Słowińskiego Parku Narodowego, który obejmowały pozyskanie kompleksowego zestawu źródłowych danych teledetekcyjnych oraz ich szczegółową analizę.

### **Analiza zmian warunków roślinnych oraz wilgotnościowych wybranych terenów podmokłych Polesia na podstawie optycznych zdjęć satelitarnych.**

*Katarzyna RADZIEWICZ, Uniwersytet Warszawski*

Praca dotyczy zagadnień kartowania wybranych terenów podmokłych Polesia. Głównym celem pracy jest analiza zmian warunków roślinnych oraz wilgotnościowych ekosystemów bagiennych wraz z wizualizacją wyników w postaci map tematycznych, utworzonych na podstawie optycznych zdjęć satelitarnych.

Obiektem badań jest mokradłowo-torfowiskowy poligon Grychyno-Starobiński, który znajduje się w północnej części niziny Poleskiej, na terenach zalewowych rzek Moracz i Słucz. Powierzchnia poligonu wynosi 130 km<sup>2</sup>, 97% obszaru stanowią torfowiska niskie, które były poddane znacznym wpływom antropogenicznym (osuszanie i eksploatacja torfu).

Dla realizacji postawionych zadań były wykorzystane dane satelitarne średniej i wysokiej rozdzielczości, materiały kartograficzne oraz punkty kontrolne wyznaczonych profili, wykonanych podczas badań terenowych.

Wykorzystane dane teledetekcyjne to wielospektralne zdjęcia satelitarne Ikonos (2006-2007 r.) o rozdzielczości 1,2 m, dane wielospektralne i panchromatyczne białoruskiego satelity Kanopus B (2014 rok) o rozdzielczości odpowiednio 10,5 i 2,1 m, oraz wielospektralne dane Sentinel-2 (2015 rok) o rozdzielczości 10 m i 20 m. Wykorzystano również wektorową mapę topograficzną Białorusi w skali 1:100 000 oraz mapę roślinności mińskiego obwodu Białorusi w skali 1: 50 000 z 1990r.

Zadanie zrealizowano za pomocą oprogramowań: ERDAS Imagine, ENVI i programu ArcGIS.

Metodyka badań prowadzących do utworzenia mapy zakładała kilka etapów:

- 1 – pozyskanie danych przestrzennych,
- 2 – przetwarzanie obrazów satelitarnych,
- 3– kartowanie z wykorzystaniem dwóch podejść: kartowania na podstawie metody wizualnej i zautomatyzowanych metod rozpoznawania oraz klasyfikacji biotopów,
- 4 - ocena dokładności klasyfikacji,
- 5 - utworzenie katalogu wzorców charakterystyk spektralnych roślinności poligonu,
- 6 – utworzenie mapy rastrowej,
- 7 – analiza stanu warunków roślinnych poligonu bagienno-torfowiskowego.

Katalog wzorców powstał na podstawie szczegółowych wyników prac terenowych na czterech działkach. Na każdej działce wyznaczono 178 punktów kontrolnych (reprezentujących różne typy roślinności) dla których, na podstawie danych z satelity Ikonos, określono charakterystyki spektralne.

W skład katalogu wchodzi 12 wzorców. Każdy wzorzec zawiera następujące informacje: nazwa typu roślinności, współrzędne punktu oraz fragment obrazu Ikonos wraz z datą i opisem zastosowanej kompozycji barwnej kanałów.

W wyniku tych prac, po raz pierwszy na podstawie danych teledetekcyjnych, została opracowana mapa tematyczna oceny stanu torfowiska Grychyno-Starobińskiego z uwzględnieniem jego podstawowych kierunków wykorzystania takich jak: eksploatacja torfu, wtórne zabagnienie na torfowiskach wcześniej eksploatowanych oraz użytkowanie rolnicze. Mapa zawiera 17 warstw podzielonych na sześć kategorii: eksploatacja torfu, użytkowanie rolnicze, wtórne zabagnienie torfowisk eksploatowanych, drogi gruntowe, kanały i zabudowa.

Mapa pozwala ocenić wielkość i zasięg powierzchni wydzielonych klas oraz określić zachodzące zmiany. Zaletą opracowanej mapy jest jej wysoka dokładność i wiarygodność, zapewniona dzięki wykorzystaniu danych teledetekcyjnych.

### **Wykorzystanie danych z satelitów Landsat i Terra do szacowania rozkładu przestrzennego terminów kwitnienia *Betula pendula* Roth.**

*Paweł BOGAWSKI, Wydziałowa Pracownia Biologicznych Informacji Przestrzennych, Wydział Biologii, Uniwersytet im. A. Mickiewicza w Poznaniu*

Od terminów kwitnienia roślin alergicznych takich jak brzoza brodawkowata (brzoza zwisła - *Betula pendula* Roth.) zależy lokalne stężenie ziaren pyłku, które może być bardzo wysokie w pobliżu kwitnących roślin, co z kolei może spowodować gwałtowne objawy u osób uczulonych. W aeropalinologii tworzy się modele, które prognozują początek kwitnienia i stężenie ziaren pyłku aby informacja o zbliżającym się początku pylenia dotarła do opinii publicznej zanim zagrożenie wystąpi. Za główną zmienną niezależną modele te biorą najczęściej pod uwagę temperaturę powietrza w miesiącach przed rozpoczęciem sezonu pyłkowego, gdyż to właśnie ta zmienna wyraźnie wpływa na termin początku kwitnienia. Zarówno dane dotyczące temperatury jak też stężenia ziaren pyłku pochodzą zwykle z pojedynczych stanowisk pomiarowych, a wyniki są uogólniane na obszar całego miasta. Istnieją jednak przesłanki o znacznym zróżnicowaniu terminów kwitnienia i stężenia ziaren pyłku na obszarze tak zróżnicowanym i pełnym przeszkód terenowych jak miasto. Ciągłe jednak niewiele jest informacji o rozkładzie przestrzennym terminów kwitnienia roślin alergicznych na obszarze miasta (szczególnie na poziomie gatunku), przede wszystkim ze względu na niewielki zakres przestrzenny pomiarów meteorologicznych na podstawie których można modelować rozkład przestrzenny terminów kwitnienia. Celem tej pracy było przewyższenie tych ograniczeń i wykorzystanie danych satelitarnych, przede wszystkim temperatury powierzchni Ziemi do modelowania przestrzennego rozkładu terminów kwitnienia brzozy brodawkowatej na terenie miasta Poznania.

W latach 2012-2014 terminy kwitnienia kwiatów męskich brzozy brodawkowatej były określane podczas naziemnych obserwacji fenologicznych na 34 stanowiskach (10-16 drzew na jednym stanowisku) za pomocą międzynarodowej skali BBCH, przy czym skoncentrowano się na następujących fazach kwitnienia: termin pojawu pierwszych otwartych kwiatów,

początek kwitnienia (10% kwiatów otwartych), pełnia kwitnienia (50% kwiatów otwartych) oraz koniec kwitnienia. Drzewa rosnące na jednym stanowisku były rozproszone na powierzchni jednej komórki rastra danych temperatury powierzchni Ziemi z sensora MODIS satelity Terra ( $TPZ_{MODIS}$ ). Oprócz danych  $TPZ_{MODIS}$ , które wymagały jedynie przekształcenia z układu sinusoidalnego oraz prostych przeliczeń z formatu liczb całkowitych bez określenia znaku (ang. *unsigned integer*), wykorzystano także dane TPZ z sensora TIRS satelitów Landsat 8 ( $TPZ_{TIRS}$ ). W tym przypadku wykorzystano informację zawartą w kanale 10 (jednym z dwóch kanałów termalnych sensora TIRS) oraz z kanałów 5 (czerwień) i 4 (bliska podczerwień). Ze względu na zalecenie powstrzymania się od korzystania z danych z kanału 11 dających zbyt duże błędy w analizach ilościowych nie można było wykorzystać algorytmu rozdzielnego okna jak w przypadku danych  $TPZ_{MODIS}$ , a jedynie algorytm pojedynczego pasma. Kolejno obliczone zostały: radiancja spektralna sensora, temperatura jasnościowa (z odwróconego prawa Plancka), emisyjność powierzchni Ziemi (na podstawie zmodyfikowanej metody progów wskaźnika NDVI) i na ich podstawie ostatecznie TPZ. Wyznaczono także korekcyjne parametry atmosfery takie jak przezroczystość atmosfery i radiancja atmosfery, które charakteryzują jej stan w momencie wykonania zdjęcia satelitarnego. Wpływa to na dokładność odczytów sensora.

Ostatecznie uzyskano dane  $TPZ_{TIRS}$  i  $TPZ_{MODIS}$  i wyekstrahowano z nich informację o TPZ w miejscach lokalizacji stanowisk naziemnych obserwacji fenologicznych. Zestawiono ze sobą informacje o terminach kwitnienia brzozy brodawkowatej oraz TPZ i wykonano analizę korelacji wykorzystując różne zakresy czasowe TPZ, od średnich wartości TPZ w ciągu trzech miesięcy przed rozpoczęciem kwitnienia do tygodnia przed rozpoczęciem kwitnienia. Dla maksymalnej liczby uwzględnionych stanowisk (34), współczynniki korelacji TPZ z terminami kwitnienia osiągały często wartość co najmniej  $r=-0,5$  ( $p<0,05$ ). Wysokie współczynniki korelacji występowały najczęściej przy użyciu  $TPZ_{MODIS}$  i dla terminu początku kwitnienia wynosiły  $-0,679$  -  $-0,686$  ( $p<0,01$ ). Na tej podstawie wybrano zmienną średnią TPZ w marcu ( $TPZ_{III}$ ), która posłużyła do skonstruowania modeli regresji wielomianowej, na podstawie których możliwe stało się przybliżone określenie terminów kwitnienia brzozy brodawkowatej na obszarze Poznania jedynie na podstawie  $TPZ_{III}$ . Przykładowo, początek kwitnienia w ścisłym centrum miasta może następować niemal dwa tygodnie wcześniej (lata 2012, 2014) lub tylko 2-4 dni wcześniej (rok 2013) niż na terenie pozamiejskich obszarów leśnych. Stwarza to większe ryzyko wystąpienia reakcji uczuleniowej na początku kwitnienia (u alergików mieszkających w centrum miasta) lub pod koniec kwitnienia (u alergików mieszkających na obrzeżach i poza miastem).

Opracowany model jest zgodny z modelem teoretycznym zależności terminów kwitnienia od temperatury, jednakże, szczególnie w swoim środkowym zakresie wymaga uzupełnienia ze względu na stosunkowo niewielką liczbę lat na podstawie których zbudowano model. Wskazują na to dość wysokie wartości błędu średniokwadratowego w środkowym zakresie modelu. Model wymaga jeszcze walidacji zewnętrznej, gdyż na tym etapie jego konstrukcji wykorzystano jedynie zabieg walidacji krzyżowej. Mimo to, rozkład przestrzenny terminów faz kwitnienia brzozy brodawkowatej i jego zróżnicowanie przestrzenne z roku na rok jest dobrze odzwierciedlone na mapach prezentujących wyniki modelu.

## **16.15–16.30 Ocena wykorzystania zobrazowań satelitarnych firmy Planet w badaniach różnorodności flory i siedlisk przyrodniczych.**

Katarzyna WIETRZYKOWSKA, ProGea Consulting

Prezentacja ma na celu zapoznanie z konstelacją Planet Scope oraz specyfikacją jej produktów. Zostaną przedstawione przykłady kompozycji barwnych, indeksów wegetacji oraz detekcji zmian w czasie służące ocenie kondycji roślinności. Prezentacja zawiera praktyczne przykłady wykrywania miejsc, gdzie roślinność ulega degradacji na skutek klęsk żywiołowych, szkodników oraz działań antropogenicznych.

## **CZWARTEK, 20 PAŹDZIERNIKA 2016**

### **SESJA REFERATOWA 5**

#### **Identyfikacja procesów zarastania jezior i sukcesji roślinności przy użyciu metod teledetekcyjnych: wyniki badań z jezior przymorskich Słowińskiego Parku Narodowego.**

Maciej GĄBKA<sup>1</sup>, Andrzej RYBAK<sup>1</sup>, Dominik hejduk<sup>2</sup>, Mariusz PTAK<sup>3</sup>, Jan NIEDZIELKO<sup>4</sup>, Jaromir BORZUCHOWSKI<sup>4</sup>, Łukasz SŁAWIK<sup>4</sup>, <sup>1</sup>Zakład Hydrobiologii, Wydział Biologii, Uniwersytet im. A. Mickiewicza w Poznaniu, <sup>2</sup>Katedra Geobotaniki i Ekologii Roślin, Uniwersytet Łódzki, <sup>3</sup>Zakład Hydrologii i Gospodarki Wodnej, Wydział Nauk Geograficznych i Geologicznych, Uniwersytet im. A. Mickiewicza w Poznaniu, <sup>4</sup>MGGP Aero

#### **Klasyfikacja zbiorowisk roślinnych Karkonoskiego Parku Narodowego z wykorzystaniem danych hiperspektralnych APEX.**

Edwin RACZKO<sup>1</sup>, Adriana MARCINKOWSKA-OCHTYRA<sup>1</sup>, Bogdan ZAGAJEWSKI<sup>1</sup>, Adrian OCHTYRA<sup>1,2</sup>, Anna JAROCIŃSKA<sup>1</sup>, Bronisław WOJTUN<sup>3</sup>, <sup>1</sup>Uniwersytet Warszawski, Wydział Geografii i Studiów Regionalnych, <sup>2</sup>Uniwersytet Warszawski, Międzywydziałowe Interdyscyplinarne Studia Doktoranckie w zakresie nauk Matematyczno-Przyrodniczych (MISDOMP), <sup>3</sup>Uniwersytet Wrocławski, Wydział Biologii, Katedra Ekologii, Biogeochemii i Ochrony Środowiska

Celem wystąpienia jest zaprezentowanie metod klasyfikacji zbiorowisk leśnych i nieleśnych Karkonoskiego Parku Narodowego. Pozyskiwanie informacji na temat składu gatunkowego jest kluczowe w monitoringu i ochronie szczególnie cennych przyrodniczo obszarów. Zaprezentowane zostaną wyniki prac, w ramach których sklasyfikowano 22 zbiorowiska roślinności nieleśnej (nitrofilne zbiorowiska dużych bylin z klasy *Artemisietea vulgaris*, borówczyska bażynowe *Empetro-Vaccinietum*, borówczyska czernicowe *Vaccinium myrtillus*, murawy bliźniczkowe *Carici (rigidae)-Nardetum*, dwa zbiorowiska muraw halnych *Carici(rigidae)-Festucetum airoidis* w formach alpejskiej i subalpejskiej, sudeckie zarośla kosówki *Pinetum mugo sudeticum*, traworośla trzcinnika owłosionego *Crepidocalamagrostietum villosae*, traworośla wysokogórskie ze związku *Calamagrostion*, ziołorośla miłosny górskiej *Adenostyletum alliariae*, ziołorośla paprociowe *Athyrietum distentifolii*, zarośla wierzb lapońskiej *Salicetum lapponum*, zarośla czeremchy i jarzębiny *Pado-Sorbetum*, zbiorowiska torfowisk wysokich z klasy *Oxycocco-Sphagnetum*, zbiorowiska torfowisk przejściowych z klasy *Scheuchzerio-Caricetum nigrae*, zbiorowiska źródlisk niewapiennych ze związku *Cardamino-Montion*, chinofilne porosty naskalne ze związku *Rhizocarpon alpicolae*, chinofobne porosty naskalne ze związku *Umbilicaria cylindrica*,



wrzosowiska wysokogórskie klasy *Calluna vulgaris*, zbiorowiska śmiałka darniowego *Deschampsia caespitosa*, zbiorowiska trzęślicy modrej *Molinia caerulea*, świerczyny górnoreglowe *Calamagrostio villosae-Piceetum*) oraz 6 gatunków drzew (buk (*Fagus Sylvaticus* L.), brzoza (*Betula pendula* Roth), olcha (*Alnus Mill*), modrzew (*Larix decidua* Mill), sosna (*Pinus sylvestris* L.), świerk (*Picea abies* L. Karst)) występujących na terenie Karkonoskiego Parku Narodowego.

W tym celu wykorzystano dane pochodzące z sensora hiperspektralnego APEX. Dane zostały pozyskane we wrześniu 2012 roku podczas nalotu przeprowadzonego w ramach projektu EUFAR HyMountEcos, a następnie poddane korekcji geometrycznej, radiometrycznej i atmosferycznej przez firmę VITO, która dostarczyła dane po przetworzeniach. W ramach pozyskania danych referencyjnych przeprowadzono serię kampanii pomiarowych, w trakcie których zidentyfikowano w terenie klasyfikowane gatunki oraz wyznaczono obszary, które posłużyły jako wzorce podczas klasyfikacji. Dane pochodzące z sensora hiperspektralnego APEX zostały poddane procesowi wyboru kanałów spektralnych w celu redukcji czasu przetwarzania i klasyfikacji danych. W ramach prac skorzystano z dwóch algorytmów klasyfikacyjnych (Support Vector Machines i sztuczne sieci neuronowe) do uzyskania końcowego wyniku.

Uzyskane mapy poklasyfikacyjne charakteryzują się wysokimi dokładnościami ogólnymi (ponad 80%). Dodatkowo, większość ze sklasyfikowanych klas uzyskała dokładności producenta powyżej 75%. Praca prezentuje metody przetwarzania danych hiperspektralnych oraz klasyfikacji roślinności wykorzystując SVM i sztuczne sieci neuronowe.

### **Narzędzia teledetekcji i GIS w zarządzaniu obszarami Natura 2000 na terenie wschodniej Lubelszczyzny.**

*Kamila WALCZAK, Regionalna Dyrekcja Ochrony Środowiska w Lublinie*

System GIS jest narzędziem szeroko stosowanym w wielu dziedzinach m.in. w zarządzaniu danymi przyrodniczymi, w tym obszarami Natura 2000. Europejska Sieć Ekologiczna Natura 2000 jest najmłodszą formą ochrony przyrody w Polsce i ma na celu zachowanie bioróżnorodności przyrodniczej Europy. Cel ten realizowany jest poprzez ochronę ginących i zagrożonych siedlisk przyrodniczych oraz gatunków zwierząt, roślin i ich siedlisk. Ochrona zasobów naturalnych oraz zapewnienie zrównoważonego rozwoju stały się jednymi z obowiązków społeczeństwa.

Obszary Natura 2000 zajmują obecnie w naszym kraju prawie 20% powierzchni lądowej. W jej skład wchodzi 849 obszarów siedliskowych oraz 145 obszarów ptasich. Na Lubelszczyźnie obszary Natura 2000 zajmują powierzchnię 371 096 ha, tj. 14,77% województwa. Koordynacją funkcjonowania obszarów Natura 2000 na obszarze działania zajmuje się Regionalny Dyrektor Ochrony Środowiska. Jest on zobowiązany do sporządzenia planów zadań ochronnych dla obszarów Natura 2000 w formie zarządzeń. RDOŚ w Lublinie wydał już ponad 70 zarządzeń w sprawie ustanowienia PZO. Aktualnie jest beneficjentem projektu finansowanego z Mechanizmu Finansowego Europejskiego Obszaru Gospodarczego 2009-2014 pt. „Ochrona Bioróżnorodności siedlisk trawiastych wschodniej Lubelszczyzny”. Jednym z założeń projektu jest opracowanie PZO dla 7 obszarów Natura 2000.

W zarządzaniu obszarami Natura 2000 teledetekcja sprowadza się głównie do interpretacji danych przestrzennych w postaci informacji obrazowej pochodzącej z wielorakich źródeł. Dane te mogą zostać rozszerzone poprzez dodanie informacji uzyskanej dzięki możliwościom jakie daje system GPS funkcjonujący dzięki rozwiązaniom

teledetekcyjnym. Wielość materiałów teledetekcyjnych wykorzystywanych w zarządzaniu i monitoringu środowiska przyrodniczego np. ortofotomapa, zdjęcie lotnicze, zobrazowanie numerycznego modelu terenu, fotografia cyfrowa, daje możliwość zaplanowania optymalnego sposobu ochrony danego obszaru Natura 2000 w sposób skuteczny logiczny i funkcjonalny. Teledetekcja w połączeniu z innymi warstwami systemu informacji przestrzennych daje możliwość określenia sposobu użytkowania terenu i zaplanowania zadania ochronnych czy wskazania zagrożeń dla obszaru. Znacznie ułatwia to pracę przy sporządzaniu oceny strategicznej oraz oceny oddziaływania na środowisko inwestycji. Wiele cennych informacji można pozyskać z dokumentów planistycznych, takich jak: plany zagospodarowania przestrzennego czy plany urządzania lasu, a także z danych środowiskowych (leśnych kompleksów promocyjnych, ostoi IMBA, obszarów zagrożone podtopieniami, korytarzy ekologicznych, państwowego monitoringu środowiska i inwentaryzacji przyrodniczych, itp.). Wszystkie te dokumenty posiadają swoje odniesienie przestrzenne, coraz częściej już w formie cyfrowej. Narzędzia GIS są bardzo pomocne w organizacji pracy na dużych obszarach i znacząco przyśpieszają proces zarządzania. Ważna jest możliwość uzyskania znacznego wzrostu precyzji przestrzennej lokalizacji i obliczeń statystycznych, możliwości sprawnego tworzenia dokumentacji i prowadzenia monitoringu. Dzięki temu istnieje możliwość robienia dokładnych map rozmieszczenia siedlisk przyrodniczych, siedlisk gatunków oraz lokalizacji obszarów, które powinny być odpowiednio zagospodarowane ze względu na przedmiot ochrony, np. miejsc żerowania ptaków, strefy ochronne czy planowanie zabiegów ochronnych itp. Wstępne rozpoznanie siedliska lub siedlisk może być wykonane na podstawie analizy istniejących planów, map glebowo siedliskowych, map fitosocjologicznych, lokalnie wykonanych zdjęć fitosocjologicznych. Do opracowania lokalizacji siedlisk podstawą jest wiedza merytoryczna na temat przyrodniczych aspektów funkcjonowania populacji i gatunków.

#### Źródła:

Łabaj A., 2006. Technologia GIS w planowaniu i realizacji zadań ochronnych w obszarach Natura 2000. SmallGIS, Kraków

Urbański J. 2008r. GIS w badaniach przyrodniczych. Wydawnictwo Uniwersytetu Gdańskiego, Gdańsk

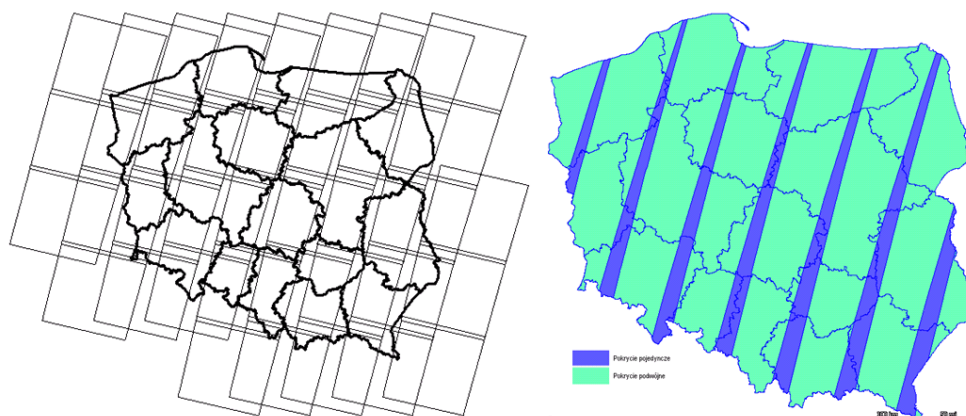
Werner P. 2004r. Wprowadzenie do systemów informacji geograficznej. Wydawnictwo Jark, Warszawa.

#### **Możliwości wykorzystania obrazów satelitarnych LANDSAT 7 i 8 w cyklicznych badaniach środowiska.**

*Sławomir KRÓLEWICZ, Piotr KUSZ, Wydział Nauk Geograficznych i Geologicznych, Uniwersytet im. A. Mickiewicza w Poznaniu*

Landsat 7 i 8 (L7 i L8) rejestrują obraz powierzchni Ziemi linia po linii o szerokości około 185 km (w systemie współrzędnych WGS84). Na potrzeby dystrybucji i archiwizacji pas obrazu jest cięty na regularne sceny o wymiarach 180x185 km (wymiarzy w odwzorowaniu WGS84). L7 i L8, poruszając się po orbitach kołowych na wysokości 705 km, pojawiają się na tym samym punkcie powierzchni Ziemi co 16 dni. Obszar Polski jest położony w umiarkowanych szerokościach geograficznych, dlatego ścieżki sąsiednie zachodzą na siebie zdecydowanie w większym procencie niż na Równiku i dlatego 81% obszaru Polski może być obrazowana co

8 dni przez L8 i L7. Dla interpretacji obrazów problem stanowią chmury, często występujące nad obszarem Polski.

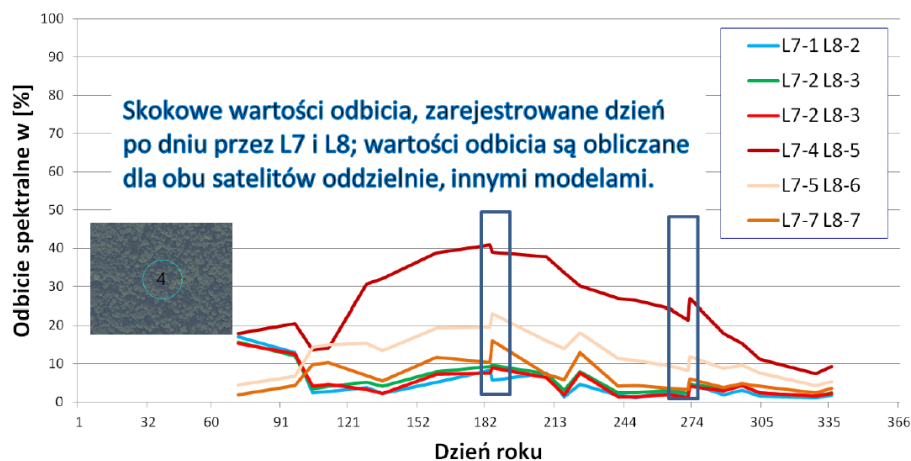


Zasięgi scen Landsat 7 i 8 oraz pokrycie zobrazowań z sąsiadujących ścieżek przelotu co 8 dni (obszary turkusowe). Kolorem niebieskim obszary rejestrowane tylko co 16 dni.

Celem podjętych badań było przeanalizowanie możliwości wykorzystania obrazów w cyklicznych badaniach środowiska poprzez określenie ilości obrazów pozbawionych zachmurzenia, częściowo zachmurzonych i zawierających tylko chmury, określenie długości okresów bez przydatnych do interpretacji obrazów. Na podstawie wielokrotnych zobrazowań można na przykład badać zmienność charakterystyk spektralnych w czasie oraz lepiej kalibrować serie wielu obrazów. Analizie poddano obrazy zarejestrowane w okresie od marca 2013 roku, tj. od momentu rozpoczęcia rejestracji obrazów przez Landsat'a 8, do kwietnia 2015 roku. Jako obszar testowy wybrano teren Wielkopolski, dla której obrazy dostępne są w czterech scenach (nr ścieżki/nr wiersza): 190/023, 190/024, 191/023 i 191/024. W ramach referatu prezentowane są fragmenty obrazów obejmującego gospodarstwo doświadczalne i duże gospodarstwo towarowe w Winnej Górze. Ilość wszystkich obrazów zarejestrowanych przez oba satelity we wspomnianym okresie odpowiada około 100 terminom, z czego około 40-50%, czyli, 25-30 to obrazy nadające się do interpretacji (bez chmur lub z częściowym zachmurzeniem).

Poniżej prezentowany jest przebieg charakterystyki spektralnej dla lasu liściastego uzyskane w dla części rok 2013, z dostępnych obrazów Landsat 7 i 8. Widoczny jest charakterystyczny przebieg odbicia w kanale podczerwonym z godnie z przebiegiem sezonu wegetacyjnego, pojawienie się liści – silny wzrost odbicia a na jesień jego spadek.

Przebieg charakterystyki spektralnej w roku 2013 dla obiektu stary las liściasty.



## **Możliwości wykorzystania narzędzi GIS w analizach preferencji siedliskowych gniewosza plamistego *Coronella austriaca* (Laurenti, 1768).**

Aleksandra KOLANEK<sup>1,2</sup>, Mariusz SZYMANOWSKI<sup>1</sup>, <sup>1</sup>Zakład Geoinformatyki i Kartografii, Instytut Geografii i Rozwoju Regionalnego, Uniwersytet Wrocławski, <sup>2</sup>Towarzystwo Herpetologiczne NATRIX, Wrocław

Gniewosz plamisty *Coronella austriaca* jest gatunkiem rzadkim w skali kraju, umieszczonym na Czerwonej Liście Międzynarodowej Unii Ochrony Przyrody w kategorii VU – narażony na wyginięcie, o zasięgu opisywanym w literaturze jako wyspowy. Jednym z powodów takiego statusu wydaje się być niedostateczne rozpoznanie jego stanowisk - świadczą o tym pojawiające się co roku publikacje dotyczące nowo odkrytych populacji tego gatunku. Ponadto gniewosz plamisty jest gatunkiem o ubarwieniu kryptycznym, prowadzącym skryty tryb życia, co sprawia, że odnalezienie go na nieznanym wcześniej stanowisku nastęca wiele trudności i w dużej mierze zależy od szczęścia. Dodatkowo należy on do organizmów stenotopowych, o małej tolerancji na zmiany warunków środowiskowych, przez co skuteczność jego stwierdzenia w terenie silnie zależy od temperatury czy zachmurzenia w różnych porach dnia w różnych okresach roku.

Dużym wsparciem oraz uzupełnieniem badań terenowych, zwłaszcza w badaniach nad gatunkami rzadkimi i trudnymi do odnalezienia w terenie, staje się szeroko pojęta geotechnologia. Jest ona przydatna zwłaszcza w badaniach wykonywanych na potrzeby ochrony gatunku, dotyczących m.in.:

1. lokalizacji osobników
  - określenia ich położenia w znanych układach odniesienia
2. opracowania i przetwarzania informacji środowiskowej, w tym:
  - rekasyfikacji roślinności – skład gatunkowy, wysokość, zwartość i in.
  - przetwarzania numerycznego modelu terenu – wysokość bezwzględna i pochodne (np. nachylenie, orientacja, forma rzeźby, insolacja potencjalna, wilgotność topograficzna)
  - pomiarów meteorologicznych
3. analiz przestrzennych, np.:
  - wizualizacji rozmieszczenia na różnorodnych podkładach
  - wyznaczenia areалу populacyjnego (metoda najmniejszego wieloboku wypukłego MCP) oraz przestrzennego rozkładu wykorzystania arealów osobniczych - metodą jądrowej estymacji gęstości prawdopodobieństwa lokalizacji (KDE)
  - analizy ilościowej wzorca rozkładu (klasteryzacja, rozproszenie, losowość)
  - analizy ilościowej związku z cechami środowiska – metody korelacji i regresji (zwłaszcza wielowymiarowej), metoda ordynacyjna np. DCA (Detrended Correspondence Analysis)

W badaniach jednej z populacji gniewosza plamistego na terenie województwa opolskiego technologię GIS wykorzystano do analizy rozmieszczenia osobników w obszarze badań, lokalizując poszczególne osobniki za pomocą telemetrii oraz przy zastosowaniu sztucznych

kryjówek. Na podstawie przeglądu literatury oraz uwzględniając biologię gatunku, techniki geoinformacyjne zastosowano do określenia preferencji siedliskowej gadów poprzez analizę przestrzenną szeregu elementów środowiska, mogących mieć wpływ na rozmieszczenie węży, w tym:

1. wysokości bezwzględnej i nachylenia terenu (NMT wygenerowany na podstawie chmury punktów uzyskanych ze skaningu laserowego), wpływające na stopień zacienienia danego miejsca, a zatem na warunki termiczne i wilgotnościowe,
2. temperatury i wilgotności względnej powietrza (na podstawie sieci loggerów, rozmieszczonych punktowo na obszarze badań) – czynników, od których zależy aktywność dobową gniewosza,
3. wysokości roślinności (warstwa uzyskana na podstawie operacji dokonanych na numerycznym modelu terenu i numerycznym modelu pokrycia terenu) – do wyznaczenia m.in. stref ekotonalnych, preferowane przez gniewosze,
4. wydzieleni krajobrazowo odznaczających się form pokrycia terenu, na podstawie kartowania terenowego za pomocą oprogramowania ArcPad – zlokalizowanie struktur mogących służyć za kryjówki (np. sterty kamieni) oraz jako dopełnienie informacji dotyczącej wysokości roślinności.

Powyższe czynniki środowiskowe mogą znaleźć zastosowanie nie tylko przy badaniach preferencji siedliskowych na poziomie lokalnym, ale również w skali regionu czy całego kraju. Jednym z przykładów zastosowania geotechnologii w makroskalowych badaniach faunistycznych jest także metoda Ecological Niche Factor Analysis, która może stanowić wsparcie przy planowaniu przyszłych działań monitoringowych.

## SESJA REFERATOWA 6

### **Szacowanie i modelowanie biomasy drzew i drzewostanów z wykorzystaniem automatycznych metod analizujących dane z naziemnego skaningu laserowego.**

*Paweł STRZELIŃSKI<sup>1</sup>, Adam KONIECZNY<sup>2</sup>, Grzegorz ZAJĄCZKOWSKI<sup>3</sup>, <sup>1</sup>Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, Wydział Leśny, <sup>2</sup>Taxus S.I., <sup>3</sup>Instytut Badawczy Leśnictwa*

Praca prezentuje efekty wykorzystywania technologii naziemnego skaningu laserowego (TLS) w badaniach środowiska przyrodniczego (głównie obszarów leśnych). Technologię tą zaczęto testować w polskich lasach już w połowie minionej dekady. Pierwszym przeprowadzonym na większą skalę testem był w 2006 roku skaningu 30 powierzchni w Nadleśnictwie Milicz, wykonany pod kierunkiem dr. Piotra Wężyka z Wydziału Leśnego UR w Krakowie. Do pomiarów wybrano naziemny skaner laserowy FARO LS 880 HE80. Pomiarów te były realizowane w ramach projektu badawczego „Opracowanie metody inwentaryzacji lasu opartej na integracji danych pozyskiwanych różnymi technikami geomatycznymi”, zleconego przez Lasy Państwowe Wydziałom Leśnym w Polsce. W ramach tego projektu w firmie Taxus S.I. powstał prototyp oprogramowania do automatycznej analizy danych pozyskanych skanerem FARO. W kolejnych latach uruchamiano kolejne projekty badawcze, w których wykorzystywano technologię lidarową w badaniach ekosystemów leśnych. Niewątpliwym motorem napędowym tych badań były zakupy skanerów. Np. Katedra Urządzania Lasu na Wydziale Leśnym Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu posiada 4 skanery FARO.

Pierwszy z nich został zakupiony w 2007 roku w ramach projektu „Bilans węgla w biomasie drzew głównych gatunków lasotwórczych Polski”, zleconego przez Lasy Państwowe.

Niestety, poważnym elementem ograniczającym potencjał technologii skaningu laserowego w pracach biometrycznych był i jest brak wyspecjalizowanego oprogramowania do automatycznej analizy danych.

Obecnie, w tym zakresie istnieją prawdopodobnie tylko dwa programy: AutoStem irlandzkiej firmy Treemetrics oraz tScan polskiej firmy Taxus S.I.

Praca prezentuje m.in. przykłady wykorzystania programu tScan do analiz parametrów pojedynczych drzew i powierzchni pomiarowych oraz konfrontuje te wyniki z metodami referencyjnymi.

### **Wykorzystanie danych ALS w wielkoobszarowej inwentaryzacji sieci zadrzewień w krajobrazie rolniczym.**

*Maciej NOWAK, Krystyna STACHURA-SKIERCZYŃSKA, Wydziałowa Pracownia Biologicznych Informacji Przestrzennych, Wydział Biologii, Uniwersytet im. A. Mickiewicza w Poznaniu*

Z punktu widzenia potrzeb delimitacji obszarów pokrytych drzewami interesujące jest nie tylko kartowanie kompleksów leśnych będących w gestii Lasów Państwowych czy drzewostanów prywatnych, ale również funkcjonujących w przestrzeni nieleśnej różnego rodzaju zadrzewień. Te pierwsze są poddawane stałemu monitorowaniu, między innymi, w ramach operatów leśnych czy wielkoobszarowych inwentaryzacji leśnych. Niestety, sieci zadrzewień funkcjonujące przede wszystkim w poddawanym silnej antropopresji krajobrazie rolniczym nie są kontrolowane w zakresie zajmowanej przez nie powierzchni, rozmieszczenia czy parametrów jakościowych. Wskazaniem z punktu widzenia szacowania parametrów ilościowych oraz jakościowych zadrzewień jest podejście wykorzystujące technologię teledetekcyjną. W ramach badań nad wielkoobszarową inwentaryzacją sieci zadrzewień liniowych wykorzystano chmury punktów (LiDAR) ze skanowania lotniczego w ramach projektu ISOK. W prezentacji zostaną przedstawione możliwości opracowywania map rozmieszczenia pasów uwzględniających parametr wysokościowy zadrzewień.

### **Dane lotniczego skanowania laserowego w badaniach różnorodności flory i siedlisk przyrodniczych.**

*Mateusz MAŚLANKA, ProGea Consulting*

Podczas wystąpienia zostanie zaprezentowana technologia lotniczego skanowania laserowego (ALS), która pozwala na detekcję obiektów przyrodniczych. W ramach prezentacji zostaną przedstawione sposoby przetwarzania danych i generowania różnego typu produktów pochodnych w celu wykorzystania ich w badaniach różnorodności flory i siedlisk Przyrodniczych. Finalnie autor prezentacji wskaże najnowsze trendy w zakresie technologii ALS

## **Teledetekcyjne określanie biomasy drzewnej i zasobów węgla w lasach - projekt realizowany w ramach programu Biostrateg.**

*Paweł STRZELIŃSKI<sup>1</sup>, Krzysztof STEREŃCZAK<sup>2</sup>, Andrzej M. JAGODZIŃSKI<sup>3</sup>, Jacek PRZYPAŚNIAK<sup>4</sup>, Stanisław MIŚCICKI<sup>5</sup>, Michał ZASADA<sup>5</sup>, Jarosław SOCHA<sup>6</sup>, Zbigniew KARASZEWSKI<sup>7</sup>, Dariusz ZIÓŁKOWSKI<sup>8</sup>, Wojciech OCHAŁ<sup>6</sup>, Maciej SKORUPSKI<sup>1</sup>, Grzegorz ZAJĄCZKOWSKI<sup>2</sup>, <sup>1</sup>Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, Wydział Leśny, <sup>2</sup>Instytut Badawczy Leśnictwa, <sup>3</sup>Instytut Dendrologii PAN w Kórniku, <sup>4</sup>Dyrekcja Generalna Lasów Państwowych, <sup>5</sup>Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego, Wydział Leśny, <sup>6</sup>Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, Wydział Leśny, <sup>7</sup>Instytut Technologii Drewna, <sup>8</sup>Instytut Geodezji i Kartografii*

W referacie zostaną zaprezentowane założenia oraz wstępne wyniki projektu „Teledetekcyjne określanie biomasy drzewnej i zasobów węgla w lasach” (akronim: REMBIOFOR), realizowanego w ramach programu Biostrateg.

Celem projektu jest opracowanie kompleksowej metody określania wybranych cech taksacyjnych drzewostanów oraz nadziemnej biomasy i związanego w niej węgla. Do realizacji tego celu wykorzystano dane teledetekcyjne i nowoczesne narzędzia GIS, umożliwiające ich przetwarzanie na potrzeby tzw. planowania urzędniowego (czyli procedur związanych z inwentaryzacją stanu i zasobów leśnych, monitorowania zmian oraz planowania gospodarczego i kontroli realizacji).

W ramach projektu zaplanowano:

1. Pozyskanie danych teledetekcyjnych (z lotniczego i naziemnego skanowania laserowego oraz danych multi- i hiperspektralnych) oraz naziemnych danych referencyjnych (wyniki pomiarów ściętych drzew i drzew na powierzchniach próbnych, wyniki analiz glebowych i laboratoryjnych).
2. Wykorzystanie lotniczego skanowania laserowego (ALS) w inwentaryzacji wybranych cech taksacyjnych drzewostanów, w tym tzw. zapasu (czyli ilości m<sup>3</sup> drewna w analizowanych drzewostanach). Prace w tym zadaniu dotyczą opracowania metody inwentaryzacji przeznaczonej dla potrzeb sporządzania okresowych planów urządzenia lasu.
3. Wykorzystanie naziemnego skanowania laserowego (TLS) do korekty wzorów dendrometrycznych umożliwiających określanie miąższości pojedynczych drzew.
4. Opracowanie metod umożliwiających określenie ilości biomasy i związanego w niej węgla na podstawie danych radarowych (SAR) oraz ALS. W założeniach projektu testowane jest wykorzystanie danych radarowych do analiz w skali regionalnej (regionalnej dyrekcji lub województwa), zaś ALS w skali lokalnej (powiatu czy nadleśnictwa).
5. Opracowanie wzorów allometrycznych oraz wskaźników akumulacji biomasy (BEF) umożliwiających przeliczenie miąższości drzew na biomasę nadziemnej części drzew oraz wielkość związanego w nich węgla. Badania przeprowadzone zostaną dla ośmiu głównych gatunków lasotwórczych w Polsce (*Pinus sylvestris*, *Picea abies*, *Abies alba*, *Larix decidua*, *Quercus robur*, *Fagus sylvatica*, *Betula pendula*, *Alnus glutinosa*). Dla pozostałych gatunków drzew opracowane zostaną zasady ich łączenia w grupy stratyfikacyjne z powyżej wymienionymi.
6. Przygotowanie aplikacji komputerowej wykorzystującej wyniki badań do zastosowania w inwentaryzacji zapasu drzewostanu.

W założeniach projektu wdrożenie wyników będzie skutkowało:

- znacznie krótszym czasem na wykonanie najbardziej pracochłonnej części prac urządzeniowych, jaką jest inwentaryzacja miąższości drzewostanów,
- znacznie dokładniejszymi wynikami tej inwentaryzacji dla potrzeb wyliczania bilansu CO<sub>2</sub>, biomasy oraz wielkości etatów,
- możliwością podania dokładnej miąższości i cech taksacyjnych dla dowolnego obszaru pokrytego lasem (a nie tylko dla obrębu leśnego, jak to jest wykonywane obecnie),
- obniżeniem kosztów prac urządzania lasu.

W ramach projektu zaplanowano m.in. pomiary biomasy na 432 powierzchniach założonych w całej Polsce. Dodatkowo, w sześciu nadleśnictwach wyznaczono w regularnej siatce w sumie 3800 powierzchni kontrolnych, z czego na 600 powierzchniach zaplanowano m.in. naziemny skaning laserowy (z czterech pozycji).

Omawiany projekt, realizowany w latach 2014-2018, przez konsorcjum siedmiu jednostek naukowo-badawczych, jest obecnie prawdopodobnie najszerzej rozwiniętym programem badawczym na obszarze polskich lasów.

Głównym odbiorcą efektów projektu, opracowywanych jako wdrożenie do zasad gospodarki leśnej, jest Państwowe Gospodarstwo Leśne Lasy Państwowe

### **AgroEye patrzy, czyli wykorzystanie zobrazowań satelitarnych Doves i RapidEye w precyzyjnym rolnictwie.**

*Katarzyna WIETRZYKOWSKA, ProGea Consulting*

Prezentacja skupia się na unikalnych możliwościach konstelacji firmy Planet, które, dzięki wyjątkowo krótkiemu czasowi rewizyty, znajdują szerokie zastosowanie w precyzyjnym rolnictwie. W czasie pokazu zostaną zaprezentowane praktyczne przykłady monitoringu obszarów użytkowanych rolniczo oraz szacowania kondycji upraw na podstawie wieloczasowych danych. Prezentacja zawiera także szereg informacji jak programy monitoringu rolnictwa funkcjonują w krajach Europy Zachodniej oraz w USA, gdzie optymalizacja zarządzania uprawami jest na coraz wyższym poziomie.



## SESJA POSTEROWA

### **Określenie zmian w strukturze zielenie miejskiej na przykładzie dzielnicy Bielany (m.st. Warszawa)**

*Mariusz CIESIELSKI, Instytut Badawczy Leśnictwa*

Dotychczas analiza zmian w czasie na podstawie danych teledetekcyjnych wykonywana była głównie przy pomocy zdjęć lotniczych lub satelitarnych. Rozwój technologii lotniczego skanowania laserowego (ALS) spowodował, że obecnie dla wielu obszarów Polski istnieją zestawy danych ALS z różnych okresów. Sporym ułatwieniem dla tego rodzaju badań jest fakt, że w ramach Informatycznego Systemu Osłony Kraju (ISOK) pozyskano dane z lotniczego skanowania laserowego dla ponad 90% powierzchni kraju. Dane te mogą stanowić punkt wyjściowy do przeprowadzenia analiz zmian w czasie z wykorzystaniem ALS.

W niniejszym badaniu wykorzystano dwa zestawy danych ALS. Pierwszy pozyskany w 2012 r. (ISOK) oraz drugi zestaw z 2015 r. Dysponując referencją w postaci pomiarów terenowych oraz informacjami z Biura Ochrony Środowiska określono m.in. przyrost drzew rosnących w obrębie pasów drogowych, miejsca wycinki oraz nasadzeń nowych drzew. Ponadto podjęto próbę określenia zmian we wskaźniku powierzchni biologicznie czynnej, która jest jednym z podstawowych wskaźników wykorzystywanych w planowaniu przestrzennym w celu racjonalnego zagospodarowania terenu.

### **Analiza materiałów teledetekcyjnych jako narzędzie do prognozowania zaniku powierzchni biologicznie czynnej na przykładzie fragmentu doliny Warty w północnej części Poznania**

*Karolina MAREK, Katarzyna FRANKOWSKA, BBF Sp. z o.o. Poznań*

### **Wykorzystanie danych z fotonuówek i zdjęć satelitarnych MODIS do szacowania prawdopodobieństwa wystąpienia dużych ssaków w rezerwacie przyrody w Centralnym Surinamie.**

*IZABELA STACHOWICZ, JOSÉ RAFAEL FERRER-PARIS, Centro de Estudios Botánicos y Agroforestales, Laboratorio de Ecología Espacial, Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (IVIC), Apartado 20632, Caracas 1020-A, Venezuela*

W ostatnich dekadach odnotowano znaczący wzrost wykorzystania fotonuówek w badaniach ekologicznych, w szczególności dla dużych i średnich ssaków w obszarach tropikalnych. Zastosowanie mieszanych modeli prawdopodobieństwa wystąpienia ( $\Psi$ ) i serii czasowych danych środowiskowych MODIS – NDVI, EVI, ewapotranspiracja, temperatura dzienna i nocna powierzchni ziemi oraz pokrywa leśna - pozwalają testować hipotezy dotyczące odpowiedzi ssaków na zmiany w dostępności zasobów w środowisku spowodowane działalnością człowieka. W tym projekcie użyto danych z programu monitoringu lądowych kręgowców sieci Team (Tropical Ecology Ecology Assessment and Monitoring Network) w rezerwacie przyrody w Centralnym Surinamie. Obserwacje z użyciem fotonuówek prowadzone były w okresie 2008 – 2014, przez co najmniej 30 dni w porze suchej, w zagęszczeniu jednej kamery na 2 km<sup>2</sup>. Testowano hipotezy dotyczące występowania tapira amerykańskiego (*Tapirus terrestris*), pekari obrożnego (*Pecari tajacu*) i pekari białobrodęgo (*Tayassu pecari*) w zależności od pokrywy leśnej, NDVI, temperatury powierzchni ziemi, wysokości nad poziomem morza i dodatkowo wpływu ilości dni w których funkcjonowały fotonuówki. Zarejestrowano 5172 obserwacji dla *T. terrestris*, 5979

dla *P.tajacu*, 2466 *T.pecari*. Modele zostały wybrane zgodnie z kryterium Akaike (AIC). Na podstawie najlepszego modelu, w którym zmienne przestrzenne tłumaczą zmienność danych, utworzono mapy rozmieszczenia gatunków. W przypadkach, w których najlepszy model był zerowy mapa przedstawia jedynie prawdopodobieństwo wykrycia dla danego gatunku. Wyniki pokazały, że pekari obrożne występuje na obszarach z dużą pokrywą leśną, a w przypadku tapira i pekari białobrodęgo najważniejszą zmienną okazała się ilość dni obserwacji z użyciem fotopułapek. Wskazuje to na konieczność precyzyjnego planowania rozmieszczenia i czasu trwania badań z tą metodyką. Dane środowiskowe pochodzące z MODISa stanowią ważne źródło informacji pozwalające wyjaśnić zmienność rozmieszczenia w czasie i przestrzeni niektórych gatunków ssaków. To istotne zastosowanie w ochronie przyrody integrujące teledetekcję i nowoczesne metody obserwacji zwierząt jak fotopułapki.

### **Ocena możliwości zastosowania programów komputerowych do oceny stopnia uszkodzenia wybranych roślin bioindykacyjnych**

*Klaudia Borowiak<sup>1</sup>, Aleksandra Kulak<sup>2</sup>, Mariusz Sojka<sup>3</sup>, Marta Lisiak<sup>1</sup>, <sup>1</sup>Katedra Ekologii i Ochrony Środowiska, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, <sup>2</sup>Katedra Żywienia Roślin, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, <sup>3</sup>Instytut Melioracji Kształtowania Środowiska i Geodezji, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu*

Ozon troposferyczny jest jednym z najbardziej fitotoksycznych zanieczyszczeń powietrza. Powoduje widoczne uszkodzenia roślin, które z kolei mogą przyczynić się do strat w plonowaniu wielu gatunków. Z drugiej strony widoczne uszkodzenia wykorzystywane są w bioindykacji do oceny stopnia poziomu zanieczyszczenia powietrza. Wielkość uszkodzeń może być oceniana za pomocą wzrokowych metod szacunkowych. Innym sposobem oceny stopnia uszkodzenia jest fotografowanie liści oraz analiza graficzna uzyskanego obrazu.

Celem pracy była ocena zastosowania programów komputerowych do określenia stopnia uszkodzenia blaszki liściowej spowodowanej przez ozon troposferyczny. W tym celu w 2015 roku przeprowadzono eksperyment z wykorzystaniem tytoniu szlachetnego (*Nicotiana tabacum* L.) oraz fasoli zwyczajnej (*Phaseolus vulgaris* L.). Rośliny uprawiano w warunkach szklarniowych, a następnie eksponowano na stanowiskach badawczych przez 28 dni. W trakcie ekspozycji wykonywano dokumentację fotograficzną uszkodzeń liści. Analizę stopnia uszkodzenia liści wykonano w oparciu o schemat klasyfikacji nienadzorowanej i nadzorowanej. Do przeprowadzania klasyfikacji wykorzystano oprogramowanie SagaGIS i QGIS,

Klasyfikację nienadzorowaną wykonano kilkakrotnie zwiększając za każdym razem liczbę klas i porównując wyniki z liściem wyjściowym. Podziału dokonano w oparciu o metodę Combined Minimum Distance/Hillclimbing. Program rozdzielał określone wartości pikseli na klasy pikseli podobnych. Zastosowane postępowanie klasyfikacji zdjęcia nie pozwoliło na uzyskanie satysfakcjonujących wyników.

Klasyfikacja nadzorowana została przeprowadzona w oparciu o wskazane w programie wzorce, tzw. „pola treningowe”. Program za ich pomocą dokonywał podziału na klasy. Uzyskane wyniki za pomocą klasyfikacji nadzorowanej również okazały się niezadowolające, jednak dały lepszy rezultat niż w przypadku klasyfikacji nienadzorowanej.

## **Zmiany liczebności populacji dzika (*Sus scrofa* L.) w obwodach łowieckich położonych wokół Łodzi**

*Marcin SALA, Krzysztof BĘDKOWSKI, Wydział Nauk Geograficznych, Uniwersytet Łódzki*

Na podstawie danych zbieranych przez 150 lat w 12 krajach ustalono (Basiewicz 2015), że do roku 1980 populacja dzika utrzymywała się w Europie na stałym poziomie, z małymi odchyleniami wynikającymi z wystąpienia ciężkich zim. Obecnie obserwowany jest wzrost liczebności populacji tych zwierząt, a czynnikami sprzyjającymi są coraz bardziej łagodny klimat oraz przemiany w rolnictwie. Zacznie zwiększyła się powierzchnia upraw roślin, które są dla dzików zarówno źródłem wysokoenergetycznego pożywienia, jak też i dogodnym schronieniem. Na przykład według niemieckich myśliwych, obszary zasiewane rzepakiem oraz kukurydzą wzrosły w Niemczech w okresie 30 lat ponad 26-krotnie. Podobne zmiany obserwujemy także w Polsce.

W sprzyjających warunkach populacja dzika szybko się rozrasta i obecnie można go spotkać nawet na obszarach dużych miast - w Polsce widziano dziki m.in. w Gdańsku, Warszawie, Łodzi. Jego ekspansji, poza wymienionymi wyżej czynnikami, sprzyja też brak naturalnych wrogów. Regulować liczebność populacji dzika może obecnie jedynie człowiek i (ostatnio) afrykański pomór świń, którego kilka ognisk stwierdzono także w naszym kraju.

Ustalenie liczebności populacji zwierząt, w tym dzika, na danym obszarze nie jest łatwe. Stosuje się do tego celu różnorodne metody, a każda z nich daje inne rezultaty i oczywiście ma wielu zwolenników i przeciwników.

W Polsce gospodarkę łowiecką prowadzą na terenie obwodów łowieckich myśliwi zorganizowani w koła łowieckie zrzeszone w Polskim Związku Łowieckim. Na obszarze działania Zarządu Okręgowego PZŁ w Łodzi, w przybliżeniu obejmującym byłe województwo łódzkie istniejące w latach 1975-1998, są 43 obwody. Jedynym obszarem wyłączonym, jest centralnie położona Łódź.

Koła łowieckie prowadzą działalność planową – w każdym roku mają obowiązek m.in. raportować liczbę upolowanych zwierząt, określać stan liczebny populacji i zaplanować liczbę zwierząt przewidzianych do pozyskania (odstrzelenia). Plany te wymagają uzgodnienia z wójtami gmin, na obszarze których leży obwód, którzy mogą je korygować.

Przeprowadzone badania miały na celu sprawdzenie stanu i dynamiki zmian populacji dzika w obszarze wokół Łodzi, w celu weryfikacji hipotezy o wzroście ich liczebności jako jednej z przyczyn ekspansji na tereny miejskie. Niestety nie mieliśmy dostępu do danych sięgających kilkudziesięciu lat wstecz. Przeanalizowaliśmy jedynie dane z raportów kół łowieckich, sporządzonych dla pięciu sezonów łowieckich – od 2011/12 do 2015/16. Uzyskaną w ZO PZŁ analogową mapę granic obwodów łowieckich zamieniliśmy na postać cyfrową i zbudowaliśmy odpowiednią bazę danych GIS. Ustaliliśmy, że na całym badanym obszarze (2184,03 km<sup>2</sup>) występowało w kolejnych sezonach odpowiednio 1076, 1058, 1008, 1117, 1159 dzików (nie uwzględniając liczby zwierząt upolowanych), co odpowiada zagęszczeniu od 0,46 do 0,53 sztuk na 1 km<sup>2</sup>. Porównując liczbę dzików z ostatniego sezonu ze średnią dla pięciu lat otrzymujemy wzrost o ok. 7%, a porównując ostatni sezon z pierwszym jest to już +7,7%. Ponieważ obwody łowieckie mają różną wielkość (od 19,2 do 139,5 km<sup>2</sup>) do scharakteryzowania zmian na ich terenach zastosowaliśmy wskaźnik przyrostu względnego (stosunek różnicy zagęszczenia między ostatnim i pierwszym sezonem do zagęszczenia w pierwszym sezonie). Tak liczone zmiany zagęszczenia populacji w obwodach są dosyć znaczne – w obwodach stanowiących ok. 14% powierzchni analizowanego obszaru

obserwuje się spadek zagęszczenia (do -48%, czyli z 0,90 do 0,47 szt. na km<sup>2</sup>), w pozostałych natomiast jego wzrost, nawet o +533% (z 0,06 do 0,38 szt. na km<sup>2</sup>). W liczbach absolutnych jednakże ten wzrost nie wygląda już tak dramatycznie. Największy przyrost zagęszczenia wynika bowiem ze wzrostu liczby dzików w jednym z obwodów o powierzchni 31,53 km<sup>2</sup> z 2 do 12 sztuk. Nie ma wyraźnych prawidłowości w przestrzennym rozmieszczeniu dzików wokół Łodzi. Obwody o często bardzo różnym zagęszczeniu graniczą ze sobą, co może świadczyć o dużych różnicach w przydatności środowiska dla dzików (ten aspekt uwzględniamy w dalszych badaniach z wykorzystaniem teledetekcji). Należy się jednakże liczyć z tym, że dane z inwentaryzacji mogą mieć różną wiarygodność. Wracając do hipotezy badawczej należy stwierdzić, że zaobserwowany wzrost liczebności dzików na całym obszarze, analizowany w okresie ostatnich pięciu sezonów łowieckich, nie jest duży i mieści się w granicach naturalnych wahań liczebności populacji tych zwierząt.

#### Bibliografia

Basiewicz M, 2015: Dzicza ekspansja. *Łowiec Polski*, nr 12, s. 11.

#### **Ocena stopnia fragmentacji powierzchni lasu i jej wpływu na zmiany krajobrazu na przykładzie wybranego fragmentu Karpat Polskich**

*Anna Zielonka, Karolina Piech, Anna Biega, Instytut Geografii i Gospodarki Przestrzennej, Uniwersytet Jagielloński*

Lasy stanowią ok. 30% powierzchni Ziemi, warunkując jednocześnie bioróżnorodność oraz zmiany klimatu. Ponadto stanowią jeden z głównych elementów krajobrazu i wpływają na działalność człowieka. Wraz ze zmianą pokrycia terenu widoczny jest zmienny udział pokrycia obszarami leśnymi. Fragmentacja powierzchni lasu określana jest jako proces spowodowany rozczłonkowaniem pokrycia terenu m.in. rozbudową infrastruktury komunikacyjnej czy zwiększeniem zasięgu zabudowy. Według teorii Formana (1995) w ten sposób dochodzi do zmiany ciągłego ekosystemu w odizolowane płyty. Celem przeprowadzonych badań było określenie kierunków zmian stopnia fragmentacji powierzchni lasu w Karpatach Polskich w ostatnich 85-ciu latach oraz ich wpływu na zmiany w krajobrazie.

Karpaty Polskie są obszarem objętym sukcesją wtórną lasu w wyniku zmian użytkowania ziemi od połowy XIX wieku. Wpłynęło to na widoczne zmiany w krajobrazie, przejawiające się w większej ilości nowych ekosystemów leśnych. W opracowaniu wykorzystano dane dotyczące powierzchni lasu w Karpatach Polskich dla roku 1930, 1970 oraz 2013. Stopień fragmentacji powierzchni lasu oceniono wykorzystując metryki krajobrazowe: *Proximity Index* (opisujący bliskość elementów) oraz *Similarity Index* (pozwala określić podobieństwo elementu krajobrazu w stosunku do elementów, które go otaczają). Metryki krajobrazowe, będące ilościowymi metodami analizy struktury przestrzennej, pozwalają określić kompozycję oraz konfigurację poszczególnych płatów przestrzeni oraz ich krawędzi.

Wyniki analiz wskazują na wzrost fragmentacji powierzchni lasu od lat 30. XX wieku. Na uzyskane wyniki wpływ mają również wykorzystane w opracowaniu dane, których minimalna jednostka kartowania wynosi 25 ha. Z przeprowadzonych analiz wynika, iż udział płatów lasu zwiększył ponad 3-krotnie między pierwszym (1930), a ostatnim okresem czasu (2013). Podobną tendencję zauważa się dla danych powierzchniowych, gdzie średnio 5-krotnie wzrósł obszar pojedynczych płatów lasu. Dowiazuje to do ogólnych kierunków widocznych we wzroście lesistości w Karpatach Polskich od 1930 roku. Zastosowane metryki

krajobrazowe nie wykazują korelacji, co wpływa na szersze możliwości porównawcze w ocenie stopnia fragmentacji. *Proximity Index* wskazuje na zmniejszenie bliskości płatów lasu wraz z upływem czasu. Jednocześnie obserwuje się większy udział płatów o podobnej strukturze przestrzennej (*Similarity Index*). Przeprowadzone analizy wskazują na wzrost stopnia fragmentacji lasów w Karpatach Polskich, warunkując w ten sposób zmiany krajobrazu.

Literatura:

Forman R., 1995, *Land Mosaics. The Ecology of Landscapes and Regions*, Cambridge University Press.

Ostafin K., Iwanowski M., Cacko A., Kozak J., Gimmi U., Kaim D., Psomas A., Ginzler C., Ostpowicz K., *Forest cover mask from historical topographic maps based on image processing submitted*, Geoscience Data Journal.

### **Wykorzystanie danych teledetekcyjnych do obliczenia lesistości w zasięgu RDLP w Katowicach**

*Radosław Sroga, Paweł Stelter, Biuro Urządzania Lasu i Geodezji Leśnej oddział w Brzegu*

Celem pracy było obliczenie rzeczywistej lesistości w zasięgu terytorium zarządzanego przez Regionalną Dyрекcyję Lasów Państwowych w Katowicach, uwzględniając nie tylko lasy wg ewidencji gruntów, ale wszystkie tereny, które spełniają definicję lasu. Wykonane prace są częścią projektu „Leśne Obszary Funkcjonalne”, dotyczącego integracji planowania urządzeniowego w leśnictwie z planami zagospodarowania przestrzennego i strategią rozwoju jednostek administracyjnych.

W celu zdefiniowania poza ewidencyjnych obszarów leśnych posłużono się danymi teledetekcyjnymi pozyskanymi w ramach projektu ISOK. Wykorzystując chmurę punktów ze skaningu laserowego utworzono znormalizowany Numeryczny Model Pokrycia Terenu (zNMPT) oraz wyselekcjonowano z niego roślinność wysoką (high vegetation). Wielkoobszarowo opracowano miejsca porośnięte drzewami i krzewami, odrzucając niskie i małopowierzchniowe zadrzewienia. Następnie zestawiono otrzymane dane z terenami leśnymi wg ewidencji gruntów. W efekcie, uzyskano syntetyczną lesistość analizowanego terytorium.

Analiza danych teledetekcyjnych wykazała znacząco wyższą lesistość w porównaniu do oficjalnej sprawozdawczości oraz istotny udział powierzchniowy zadrzewień na użytkach nieleśnych wg ewidencji. Do obszarów o znacznej powierzchni, porośniętych roślinnością wysoką, a zapisanych w EGiB jako grunty inne niż Ls, zaliczają się między innymi nieużytki porośnięte drzewami w wyniku sukcesji naturalnej, zadrzewienia śródpolne, otoczenia stawów hodowlanych i cieków wodnych, groble, parki, aleje. Tereny te pełnią często bardzo ważne funkcje przyrodnicze, będąc remizami bytowania zwierzyny, zwiększając bioróżnorodność czy stanowiąc korytarze ekologiczne. Wykonana analiza wykazała, że izolowane kompleksy leśne często są połączone ze sobą systemem zadrzewień, dzięki czemu ich łączna powierzchnia i wartość przyrodnicza rośnie