

Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie
Wydział Geodezji Górniczej i Inżynierii Środowiska
Katedra Geoinformacji, Fotogrametrii i Teledetekcji Środowiska

Sprawozdanie z badań statutowych realizowanych w roku 2015

Nr tematu: 11.11.150.949

Tytuł:

Innowacyjne technologie w zakresie pozyskiwania, przetwarzania, udostępniania informacji o środowisku i wykorzystanie biotechnologii środowiskowej dla zrównoważonego rozwoju

Zadania badawcze:

- 1. Wykorzystanie fotogrametrii, teledetekcji i GIS w wieloskalowym i wieloczasowym monitoringu środowiska**
- 2. Innowacyjne metody monitoringu biologicznego in situ oraz bioremediacji wybranych zanieczyszczeń środowiska przyrodniczego.**

Kierownik tematu: prof. dr hab. inż. Krystian Pyka

Kraków, styczeń 2016

WGGiIŚ - KGFiTŚ, statutowe 2015

Zawartość:

Zespół wykonawców

Sprawozdanie z zadania 1

Sprawozdanie z zadania 2

Załącznik 1 a – wykaz publikacji opracowanych w ramach zadania 1

Załącznik 1 b – wykaz publikacji opracowanych w ramach zadania 2

Załącznik 2 a – publikacje z zadania 1

Załącznik 2 b – publikacje z zadania 2

Zespół Wykonawców

Kierownik

prof. dr hab. inż. Krystian Pyka

Zadanie 1

Pracownicy naukowo-dydaktyczni

prof. dr hab. inż. Krystian Pyka

dr hab. inż. Regina Tokarczyk – prof. n. AGH

dr hab. inż. Beata Hejmanowska – prof. n. AGH

dr inż. Adam Boroń – adiunkt

dr inż. Natalia Borowiec – adiunkt

dr inż. Wojciech Drzewiecki – adiunkt

dr inż. Jakub Kolecki – adiunkt

dr inż. Urszula Marmol – adiunkt

dr inż. Sławomir Mikrut – adiunkt

dr inż. Tomasz Pirowski – adiunkt

dr inż. Antoni Rzonca – adiunkt

dr inż. Mariusz Twardowski - adiunkt

dr inż. Andrzej Wróbel – adiunkt

Zadanie nr 2

Pracownicy naukowo-dydaktyczni

prof. dr hab. Jan Dobrowolski

dr inż. Robert Mazur

dr inż. Aleksandra Wagner

Pracownicy techniczni

mgr inż. Janusz Dziedzic - specjalista

Andrzej Kmieciński – st. technik

mgr Stefan Radziszewski – specjalista

Sprawozdanie z zadania badawczego nr 1

Wykorzystanie fotogrametrii, teledetekcji i GIS w wieloskalowym i wieloczasowym monitoringu środowiska

Zakres badań i uzyskane wyniki

W 2015 roku realizowane prace badawcze w następujących zakresach:

1. Problematyka prawna w zakresie dziedzin fotogrametrii oraz skaningu laserowego w Polsce i na świecie.
2. Problematyka dokładności urządzeń pomiarowych w fotogrametrii i skaningu laserowym.
3. Wykorzystanie fotogrametrii i skaningu laserowego i nowoczesnych tachimetrów elektronicznych w inwentaryzacji obiektów inżynierskich oraz obiektów architektonicznych.
4. Rozwój metod przetwarzania obrazów teledetekcyjnych.

1. Problematyka prawna w zakresie dziedzin fotogrametrii oraz skaningu laserowego w Polsce i na świecie

1.1. Status fotogrametrii w ustawie Prawo geodezyjne i kartograficzne i przepisach powiązanych

W ramach badań statutowych realizowanych w Katedrze Geoinformacji, Fotogrametrii i Teledetekcji Środowiska realizowano badania nad problematyką prawną w zakresie fotogrametrii oraz skaningu laserowego.

W ramach wykonanych badań przeanalizowano możliwość zastosowania fotogrametrii do aktualizacji egib. Analiza objęła głównie aspekt prawny oraz, w tle, techniczny [Pyka, Myszka, 2015]. Stwierdzono, że przepisy, pomimo usterek i niepełnej harmonizacji, umożliwiają stosowanie fotogrametrii w pracach geodezyjnych i rysuje się perspektywa nadania fotogrametrii rangi metody operacyjnej, zwłaszcza w dużych projektach modernizacji egib. Podobny wniosek sformułowano do strony technicznej, wskazując warunki konieczne do spełnienia kryteriów dokładnościowych.

1.2. Możliwości wersyfikacji danych przestrzennych nieruchomości przy użyciu archiwalnych danych aerofotogrametrycznych.

W tym samym obszarze badawczym lokuja się prace opisane w publikacji A. Wróbla [Bednarczyk M. and all.]. W ramach niniejszych prac analizowano możliwości wykorzystania archiwalnych zdjęć lotniczych do wykonania opinii dla postępowania sądowego z zakresu prawa cywilnego. Przeanalizowano wiele przypadków dotyczących zarówno oceny sposobu zagospodarowania i wykorzystywania terenu zobrazowanego na zdjęciach lotniczych jak i oceny położenia granic nieruchomości.

Archiwalne zdjęcia lotnicze są obiektywną, umiejscowioną z reguły dokładnie w czasie, informacją o sposobie użytkowania terenu. Możliwe jest odczytanie ze zdjęć, informacji o sposobie zagospodarowania terenu, odnalezienie śladów wielokrotnego przejazdu, wydeptanych ścieżek, odnalezienie i rozpoznanie różnych urządzeń umieszczonych w terenie. Szczegółowość uzyskanej ze zdjęć lotniczych informacji zależy od skali zdjęć (terenowego rozmiaru piksela), ich jakości oraz pory roku w której wykonano zdjęcie. Przebieg granic nieruchomości rozpoznawany jest na zdjęciach poprzez położenie miedz, ogrodzeń, żywopłotów, dróg i budynków. Elementy te mogą pokazywać, jaki był rzeczywisty stan użytkowania terenu w danym momencie.

Na dokładność wyznaczenia przestrzennego położenia mierzonych na zdjęciach punktów oprócz dokładności pomiaru na zdjęciach wpływa również dokładność wpasowania stereogramu zdjęć w przestrzenny układ współrzędnych. Dokładność wpasowania stereogramu zależy zarówno od terenowego rozmiaru piksela jak i od dokładności wyznaczenia przestrzennych współrzędnych fotopunktów użytych do wpasowania. Wykonane doświadczenia wykazały, że pobierając współrzędne fotopunktów z istniejących map wielkoskalowym można uzyskać wystarczającą dokładność wpasowania stereogramu na poziomie terenowego rozmiaru piksela zdjęć, ale tylko wtedy, gdy wykorzystywane mapy nie są obciążone jakimiś systematycznymi błędami. Bezpośredni pomiar fotopunktów w terenie umożliwia wyraźne podniesienie dokładności orientacji bezwzględnej stereogramu zdjęć w autografie cyfrowym. Zatem jeżeli jest to możliwe bezpośredni pomiar fotopunktów jest jak najbardziej wskazany.

1.3. Rola danych geodezyjnych w wybranych procesach gospodarki nieruchomościami.

Badania obejmowały szczególnie aspekt stosowania multitemporalnych zdjęć archiwalnych do celów analizy czasowej użytkowania terenu.

Zasiedzenia w prawodawstwie polskim jest uzależnione jest od dwóch czynników: ciągłości użytkowania oraz okresu użytkowania. Badania miały na celu określenie, w jakim stopniu dane fotogrametryczne mogą stanowić dowód w postępowaniu sądowych. Wyniki badań zostały opublikowane przez dr Wróbla.[Bacior S. and all.]

2. Problematyka dokładności urządzeń pomiarowych w fotogrametrii i skaningu laserowym.

2.1. Kalibracja kamer pomiarowych.

Podstawą dla wykorzystania sensorów wizyjnych w celach metrycznych jest ich kalibracja. W szczególności zachodzi konieczność wyznaczania parametrów opisujących dystorsję obiektywów. Współczesne aparaty cyfrowe posiadają możliwość automatycznej korekcy dystorsji poprzez firmware. Oprogramowanie aparatów korzysta w tym celu z gotowego, zapewnionego przez producenta, modelu dystorsji. Funkcjonalność taka wydaje się być niezwykle atrakcyjna z punktu widzenia fotogrametrów, gdyż teoretycznie pozwala na uniknięcie kłopotliwej procedury kalibracji. Dokładność wykorzystywanego, wewnętrznego modelu dystorsji dla potrzeb jej automatycznej redukcji była szczegółowym przedmiotem badań [Kolecki, Rzonca, 2015]. Badania potwierdziły, że automatyczna redukcja dystorsji daje dobre rezultaty tylko dla jednego z badanych obiektywów. Dla pozostałych obiektywów wyniki były niezadowolające. Należy zatem przyjąć, że najlepszym sposobem uwzględniania dystorsji w opracowaniu fotogrametrycznym jest podejście klasyczne bazujące na klasycznej kalibracji na polu testowym.

2.2. Wykorzystanie kamer immersyjnych w fotogrametrii.

Badania naukowe prowadzone w niniejszym zakresie dotyczą koncepcji modelowania 3D z video immersyjnego. Pierwsza część artykułu [Kwiatek, Tokarczyk, 2015] prezentuje dotychczasowe podejścia do modelowania 3D z panoram, od programów typu „image-based modelling”, przez manualne opracowanie obiektów z panoram, do automatycznego uzyskania chmury punktów z gęstego matchingu panoram. Druga część artykułu omawia video immersyjne, liczne zastosowania tego nowego medium do obrazowania przestrzeni oraz metody i kamery umożliwiające nagrywanie video 360-stopniowego. W pracy podejmuje się problem zasadności

wykorzystania do modelowania dużej ilości immersyjnych obrazów video o stosunkowo niewielkiej rozdzielczości. Jeśli kamera immersyjna będzie się przesuwać według określonej trajektorii, to taka ilość stosunkowo niskorozdzielczych panoram jest podstawą wydajnego sporządzania metrycznych modeli 3D. Do badań na polu testowym wykorzystano kamerę Ladybug®3. Orientację zdjęć oraz model 3D w postaci chmury punktów i teksturowany wykonano w programie Agisoft Photoscan. Zbadano wpływ na modelowanie takich czynników jak sposób łączenia zdjęć składowych w panoramy, dobór promienia sfery, format plików obrazowych i gęstość panoram.

W opracowaniu tym rozwiązania analityczne stosowane w fotogrametrii wykorzystującej panoramy sferyczne zostały przeniesione na immersyjne video. Podstawowe różnice między „klasycznymi” sferycznymi panoramami, z powodzeniem wykorzystywanymi do modelowania a immersyjnym video to przede wszystkim zmniejszona geometria immersyjnych panoram video, stosunkowo mała rozdzielczość i znacznie większa ilość zobrazowań. Do tworzenia modelu przestrzennego wykorzystano oprogramowanie, w którym jest zaimplementowana możliwość automatycznej orientacji i gęstego *matchingu* z obrazów panoramicznych. Wykorzystanie programu zautomatyzowanego jest dla obrazów video koniecznością, ponieważ proces manualny byłby zbyt pracochłonny przy opracowaniu tak dużej ilości klatek filmu.

Przedstawione w opracowaniu badania wykazały, że:

1. Proces składania panoram przyjęty w oprogramowaniu kamery immersyjnej daje geometrycznie bardziej poprawną panoramę niż w oprogramowaniu do tworzenia klasycznych panoram sferycznych.

2. Dobór promienia sfery przy jej tworzeniu jest dla dokładności opracowania bardzo ważny. Należy przyjąć wartość promienia na podstawie *a priori* oszacowanej średniej odległości mierzonych punktów, albo zdać się na opcję doboru dynamicznego w oprogramowaniu kamery.

3. Z badań nie wyniknęło preferowanie formatu HDR plików obrazowych, konieczność ich konwersji niweluje znikome korzyści dokładnościowe.

4. Ilość panoram użytych do modelowania nie wpłynęła znacząco na dokładność wpasowania na fotopunktach. Jednak zwiększenie ilości obrazów ma decydujące znaczenie dla gęstości chmury punktów utworzonego modelu, zatem wpływa na zwiększenie rozdzielczości tworzonego modelu.

Z przeprowadzonych dotychczasowych badań można wywnioskować, że immersyjne kamery video są sensorem obrazującym potencjalnie przydatnym do pomiarów fotogrametrycznych i należy prowadzić dalsze badania, zwłaszcza nad optymalizacją dokładności pomiaru i jego ekonomiki.

3. Wykorzystanie fotogrametrii i skaningu laserowego i nowoczesnych tachimetrów elektronicznych w inwentaryzacji obiektów inżynierskich oraz obiektów architektonicznych

3.1. Lokalizacja krawędzi danych na podstawie danych *full-waveform*

W ramach badań sprawdzono potencjał nowej generacji skanerów full-waveform (FW) na potrzeby lokalizacji krawędzi wiszących [Słota 2015]. Obecnie dane full-waveform znajdują głównie zastosowanie w pomiarach inwentaryzacyjnych lasów oraz klasyfikacji chmury punktów (ze względu na dodatkowe informacje o właściwościach obiektów). Ponieważ jest to technika stosunkowo nowa, jej potencjał nie został w pełni zbadany, zwłaszcza w obszarach zurbanizowanych.

Opracowano algorytm korekcji punktów tworzących krawędź, który pozwala między innymi na dokładną lokalizację tzw krawędzi „wiszących” dachów budynków (czyli takich których nie da się aproksymować z przecięcia płaszczyzn). Algorytm nie wymaga skomplikowanych obliczeń i bazuje na standardowym formacie wymiany danych lidarowych, przez co jest łatwy w implementacji i teoretycznie może stanowić bazę do budowy bardzo wydajnego narzędzia przetwarzania danych. Wyniki badań otwierają drogę do dalszych analiz związanych z weryfikacją działania algorytmu na danych rzeczywistych czy próbą optymalizacji pomiarów przeznaczonych do modelowania budynków pod kątem doboru gęstości skanowania

3.2. Automatyczne określanie trajektorii ruchu na podstawie jednoobrazowych sekwencji zdjęć pozyskanych z roweru

Wykorzystanie kamer dla celu odtwarzania parametrów trajektorii ruchu wydaje się być ciekawą alternatywą względem korzystania z drogich rozwiązań bazujących na systemach inercyjnych czy systemach GNSS [Kolecki 2015]. W ramach badań skonstruowano prostą platformę pomiarową przeznaczoną do montażu na rowerze. Korzystając z niej pozyskano testowe sekwencje zdjęć. Równoległe rozwinięto algorytm wykrywania i dopasowania punktów wiążących. W oparciu o realizowane pomiary automatyczne przeprowadzono sekwencyjną orientację zdjęć. Algorytm orientacji wsparty był procedurą RANSAC, dzięki której możliwa była detekcja błędów grubych. Ostatecznie opracowane rozwiązania przetestowano dla sekwencji 293 zdjęć, uzyskując, jak na ten etap badań, zadowalające wyniki orientacji: błąd położenia rzędu 0.5 metra na przejechane 200 metrów. Warto zaznaczyć, że algorytm posiada jeszcze ogromne pole do rozwoju co skutkować będzie poprawą wyników. Opracowane

rozwiązania może znaleźć zastosowanie w mobilnej akwizycji danych o środowisku naturalnym.

3.3. Dokładność skanerów laserowych przy pomiarach powierzchni syntetycznych

Tematem badań jest ocena dokładności skanerów laserowych w aspekcie pomiarów powierzchni syntetycznych. W opracowaniu przeanalizowano szereg czynników mających wpływ na dokładność. [Lenda *et al.*, 2015] Najważniejszym z nich jest przenikalność optyczna, która indukuje powstanie pozostałych zjawisk, zachodzących wewnątrz struktury materiału. Niektóre z nich mogą mieć istotny wpływ na otrzymane wyniki (stopień przenikalności, rodzaj materiału, kolor, grubość). Wpływ innych wydaje się być mniejszy, jednak zauważalny i systematyczny (odległość, temperatura materiału). Istotny jest również kąt padania wiązki. W pewnych sytuacjach, błąd pomiarowy syntetyku może mieć wpływ na dokładność całego skanowanego obiektu. Czynniki zaburzającymi wyniki badań testowych mogą być np. dodatkowe oświetlenie, odbijanie wiązki od pobliskich elementów otoczenia, rodzaj tła materiału syntetycznego i sposób jego przylegania do próbki. Znaczne wartości mogą osiągać błędy wynikające z całkowitego prześwietlenia syntetyku i odbicia wiązki od tła znajdującego się w pewnej odległości od materiału. Podsumowując, wobec znacznej liczby czynników wpływających na błąd pomiaru i ich wzajemnych konfiguracji, trudno o stabilizowanie dokładności pomiarowych dla konkretnych materiałów syntetycznych. Niniejsze opracowanie zwraca uwagę na problem, pozwalając na oszacowanie skali występujących zależności.

4. Rozwój metod przetwarzania obrazów teledetekcyjnych

4.1. Określenie liniowych struktur geologicznych w Beskidzie Niskim – ocen przydatności obrazów satelity Landsat 8.

W ramach prac badawczych związanych z rozwojem metod przetwarzania obrazów teledetekcyjnych podjęto próbę wykorzystania danych z nowej misji Landsat 8, do wielowariantowego, fotointerpretacyjnego wyznaczania liniowych struktur geologicznych, tzw. lineamentów, na obszarze Beskidu Niskiego.

Metody wyznaczania lineamentów na obrazach satelitarnych wymagają ponownej oceny ich przydatności, z uwagi na rozwój systemów obrazowania Ziemi oraz większy wachlarz technicznych możliwości wzmocnienia treści zobrazowań. Oba te czynniki mogą potencjalnie wpłynąć na polepszenie możliwości interpretacji wizualnej danych. W niniejszej publikacji podjęto taką próbę, aby ocenić czy, a jeśli tak, które z wybranych technik wzmocnienia

obrazowania pozwalają zwiększyć ilość wydzielen lineamentów, precyzyjniej wykryć ich przebieg, a ich wiarygodność potwierdzić na istniejących najnowszych opracowaniach geologicznych.

We wprowadzeniu wyjaśniono problematykę lineamentów i kontrowersje z nimi związane. W skrócie przedstawiono fotointerpretację geologiczną w aspekcie litologii i tektoniki oraz opisano obszar badań pod kątem fotomorficznym i geologicznym.

W części badawczej przygotowano zestawy zobrazowań służących do fotointerpretacji geologicznej. Wykonano takie operacje na danych Landsat jak: progowanie, kwantyzację, filtrację, selekcję kompozycji barwnych (wybrano KB 123, KB 234, KB 247 - numeracja wg kanałów systemów Landsat 5 i 7), oraz wagowanie międzykanałowe. Wyznaczono przebieg lineamentów niezależnie na każdym z zestawów danych. Przeprowadzono weryfikację wyznaczonych liniowych cech powierzchni terenu, w oparciu o aktualną wiedzę geologiczną zawartą w szczegółowych opracowaniach. Bazując na uzyskanych wynikach opracowano autorską metodę oceny wiążącą uzyskane parametry ilościowe i jakościowe wydzielen oraz łatwość pracy interpretatora. W ten sposób uzyskano ranking metod wzmacniania treści obrazów pod kątem ich przydatności w interpretacji geologicznej.

Dokonane cząstkowe oceny i porównania pozwoliły na uszeregowanie poszczególnych metod, pod kątem ich przydatności. Za najlepszą z metod przygotowania materiałów do interpretacji geologicznej uznano generowanie kompozycji barwnej bazującej na wagowaniu międzykanałowym, odpowiednio dla B: 2/4, G: 2/5, R: 3/5. Uzyskana w ten sposób zdecydowana największa ilość wydzielen została potwierdzona ich bardzo wysoką wiarygodnością na mapach geologicznych. Z dokonanych analiz szczegółowych wynika również, iż praktycznie każda z metod wnosi do całościowych wyników interpretacji nowe wydzielenia. Aby wyznaczyć możliwie najwięcej lineamentów, konieczne jest zatem komplementarne wykorzystanie różnych materiałów. Analizując uzyskane wyniki – zarówno w przekroju ilościowym, jak i jakościowym, oraz wzajemne powielanie się wyników z różnych metod - rekomenduje się zastosowanie do interpretacji geologicznej wagowania międzykanałowego, a jako uzupełnienia KB 247 oraz wynik kwantyzacji obrazu bliskiej podczerwieni. Pierwsze dwie z rekomendowanych metod pozwalają skutecznie wykryć nawet niewielkie lineamenty będące odzwierciedleniem drobnych form i struktur geologicznych. Kwantyzacja daje w wyniku uzupełnienie o liniowe cechy o dużej długości, obrazujące wyraźne granice stref geologicznych i duże uskoki. Pozwala też powiązać w niektórych przypadkach, wyznaczone innymi metodami, krótkie lineamenty i wykreślić zamiast nich jeden większy.

Prezentowaną pracę należy traktować jako pierwszy etap badań. W kolejnych planuje się: wykorzystać nowe możliwości, jakie dają obrazy Landsat 8 (większa rozdzielczość radiometryczna danych, dodatkowe pasma obrazowania w stosunku do misji wcześniejszych, możliwość integracji obrazu panchromatycznego z kanałami spektralnymi), zbadać inne możliwości przetwarzania obrazowego (transformacja PCA, wzmocnienie dekorelacyjne

kompozycji barwnych) oraz dokonać analizy skuteczności działania automatycznych algorytmów do wyznaczania lineamentów, porównując je z wynikami dotychczas wykonanych analiz fotointerpretacyjnych oraz z dostępną wiedzą geologiczną.

Dynamika rozwoju metod teledetekcyjnych oraz sposobów komputerowego przetwarzania obrazów pozwala przypuszczać, iż znaczenie analiz fotointerpretacyjnych będzie wzrastać, uzupełniając w coraz większym stopniu konwencjonalne metody geologiczne. W tym kontekście odpowiedź o wybór najlepszych i komplementarnych ścieżek przetwarzania danych obrazowych wydają się kluczowe dla osiągnięcia optymalnego wyniku.

Sprawozdanie z zadania badawczego nr 2

Innowacyjne metody monitoringu biologicznego in situ oraz bioremediacji wybranych zanieczyszczeń środowiska przyrodniczego.

Ocena stanu środowiska

Badania obejmowały miasto Kraków i jego okolice. Analizowano poszczególne elementy środowiska. Nawiązano do badań z lat ubiegłych, polegających na spisywaniu roślinności z okolic zbiorników wodnych w Krakowie i okolicy. Tym razem zwrócono uwagę na udział gatunków obcych – w tym gatunków inwazyjnych. Analizowano następujące zbiorniki wodne:

1. Zalew Bagry
2. Staw Płaszowski
3. Staw Dąbski
4. Zakrzówek
5. Teren koło osadników w rejonie Kujawy (Nowa Huta)
6. Przylasek Rusiecki
7. Wola Batorska
8. Zabierzów
9. Starorzecze w Ulesiu
10. Zakrzowiec
11. 3 stawy w mieście Niepołomice – ulice: Zamkowa, Mokra i Akacyjowa
12. Stawy na granicy miejscowości: Niepołomice, Podłęże i Staniątki
13. Zalew na Piaskach

Obce gatunki znaleziono we wszystkich tych miejscach. Łącznie stanowiły 20.9% wszystkich gatunków, co stanowi nieco mniej niż przeciętna dla Polski (27.4%). 30 gatunków stanowiły tzw. kenofity (gatunki, które pojawiły się na danym terenie po roku 1500), a 18 gatunków to archeofity (znajdują się na danym terenie od czasów prehistorycznych lub wczesnohistorycznych). Status 4 gatunków był niepewny. Gatunkiem spotykanym w największej liczbie lokacji (9) był uczepek amerykański (*Bidens frondosa*). Jest to gatunek inwazyjny, zdolny do przemiany charakteru roślinności na danym terenie. Większość (16) gatunków kenofitów to gatunki pochodzenia północnoamerykańskiego. Większość gatunków obcych nie pokrywała więcej niż 5% badanych powierzchni. Wyjątek stanowiła chwaścica (*Echinochloa crus-galli*) – archeofit pokrywający ponad 50% wyschniętego stawu w Zakrzowcu oraz tatarak (*Acorus calamus*) pokrywający ponad 25% terenu wokół starorzecza w Ulesiu. Z badań wynika, że proces inwazji obcych gatunków nie przybiera alarmującego charakteru w okolicach Krakowa, niemniej jednak stały monitoring jest konieczny.

Badania w Krakowie i okolicy dotyczyły też terenów zieleni miejskiej i jej oceny, zarówno pod kątem walorów przyrodniczych, jak i walorów rekreacyjnych. Przeprowadzono ankiety na temat oceny pomysłu wytyczania tras biegowych lub rowerowych na terenach

poprzemysłowych, preferencji dotyczących wysadzanych drzew oraz prowadzonej rekreacji. Większości respondentom nie podobał się pomysł tworzenia terenów rekreacyjnych na obszarach przemysłowych, chociaż wiele osób nie zdawało sobie sprawy z faktu, że wiele lubianych przez nich terenów rekreacyjnych ma pochodzenie przemysłowe. Spośród 6 miejsc: Bulwary Wiślane, Zakrzówek, Bagry, Staw Płaszowski, Górki Płaszowskie oraz Park Bednarskiego najwyżej oceniono Bulwary Wiślane, najniżej zaś Staw Płaszowski. Respondenci pozytywnie odnoszą się do pomysłu sadzenia drzew na trasach biegowych. Dla większości nie ma istotnego znaczenia czy są to drzewa iglaste czy liściaste.

Podjęto również próbę oceny następujących terenów: Planty Krakowskie, Błonia Krakowskie, Park Lotników oraz Łąki Nowohuckie. Tu również posługiwano się badaniami ankietowymi. Najwyżej oceniono Park Lotników.

Załącznik 1a

Wykaz publikacji opracowanych w ramach zadania 1

1. Lenda G., Marmol U., Mirek G., 2015. :Accuracy of laser scanners for measuring surfaces made of synthetic materials. *Photogrammetrie Fernerkundung Geoinformation* 5, s. 357–372.
2. Kolecki J.: Towards the automatic motion recovery using single-view image sequences acquired from bike. *Proceedings of the Conference on Computer Science and Information Systems 2015*, pages199-207.
3. Kolecki J., Rzonca A., :Accuracy analysis of automatic distortion correction, *Geodesy and Cartography*, Vol. 64, No 1, pages 3-14, 2015
4. Kopciowski K., Pirowski T. : Determination of Geological Linear Structures of Low Beskids- Assessment of Stability of Landsat 8 Satellite Image and Products of the Image Processing. *Geomatics and Environmental Engineering*. No 4, 2015.
5. Kwiatek K., Tokarczyk R.: Immersive photogrammetry in 3D modelling. *Geomatics and Environmental Engineering*. Vol. 9, No.2 2015
6. Pyka K., Myszka P. Status fotogrametrii w ustawie prawo geodezyjne i kartograficzne i przepisach powiazanych. *Archiwum Fotogrametrii, Kartografii i Teledetekcji*. vol. 27, s. 97-107, 2015.
7. Słota M.: Full-waveform data for building roof step edge localization. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*. Vol. 106, pages 129–144, August 2015
8. Bednarczyk M., Biryło M., Dawidowicz K., Hlotov V., Kowalczyk K.,Kwartnik-Pruc A., Pelc-Mieczkowska A., Siejka M., Tomaszewski D., Wróbel A. Modern geodetic techniques in spatial measurement / ed. Agnieszka Dawidowicz ; — Zagreb : Croatian Information Technology Society, GIS Forum, 2015. — 102 s.. — Bibliogr. s. 88–95.
9. Bacior S., Bieda A., Kwartnik-Pruc A., Mika M., Pęska A., Siejka M., Trembecka A., Wóbel A. Rola danych geodezyjnych w wybranych procesach gospodarki nieruchomościami — [The role of survey data in selected real estate management processes] / pod red. Anity Kwartnik-Pruc ; Rzeszów, Wyższa Szkoła Inżynieryjno-Ekonomiczna,134s.. Bibliogr. s.124–129, 2015

Udział w Konferencjach

1. GIS Odyssey 2015, Perugia, Włochy- A. Wróbel
2. Ogólnopolskie Sympozjum Geoinformacyjne nt. "Współczesnych technologii geoinformacyjnych w modelowaniu przestrzennym", Warszawa-Serock 2015 - R. Tokarczyk, K. Pyka, A. Rzonca, S. Mikrut, J.Kolecki
3. VI Międzynarodowa Konferencja Geodezyjna nt. „Innowacyjne technologie geodezyjne- zastosowanie w różnych dziedzinach gospodarki” Rzeszów-Cyziówka 2015- T. Pirowski, S. Mikrut
4. Międzynarodowa konferencja naukowa FedCSIS, Łódź 2015- J. Kolecki

Załącznik 1b

Wykaz publikacji opracowanych w ramach zadania 2

1. Wagner A., Hruševar D.: Contribution to the Knowledge of Plant Diversity in the Malopolska Region. Focus on Invasive Plants in Kraków and Vicinity. *International Journal of Advances in Life Sciences*, vol. 7 (3-4): 158-176, 2015, dok. elektroniczny: http://www.iariajournals.org/life_sciences/lifsci_v7_n34_2015_paged.pdf [25.01.2016]
2. Wagner A., Orlewicz-Musiał M.: Tereny pogórnice jako miejsca rekreacji na wybranych przykładach z Polski południowej i środkowej. W: *Innowacyjne rozwiązania rewitalizacji terenów zdegradowanych* (red. nauk. Jan Skowronek), Katowice: Instytut Ekologii Terenów Uprzemysłowionych; Centrum Badań i Dozoru Górnictwa Podziemnego Sp. z o.o., t. 7: 227–242, 2015.
3. Wagner A., Orlewicz-Musiał M.: The role of urban green areas in the education for sustainable development: focus on Krakow, Poland. *Universal Journal of Educational Research*, vol. 3 no. 8, s. 478–488, 2015, dok. elektroniczny: , dok. elektroniczny: <http://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1074821.pdf> [25.01.2016]
4. Wagner A., Hruševar D.: Plant Diversity in the Area of Water Bodies near Kraków. Focus on Invasive Plants. *IARIA, BIONATURE*, 2015, dok. elektroniczny: <https://www.thinkmind.org/index.php?view=instance&instance=BIONATURE+2015> [25.01.2016]

Prace przyjęte do druku:

1. Orlewicz-Musiał M., Wagner A.: Ecological, cultural and recreational aspects of revitalization, Focus on the right bank of the Vistula River in Cracow – praca przyjęta do druku w Monografii: *Innowacyjne rozwiązania rewitalizacji terenów zdegradowanych*. Praca zbiorowa pod redakcją dr hab. inż. Jana Skowronka (w załączeniu manuskrypt oraz korespondencja mailowa).

Udział w konferencjach:

1. Pathways to the Future. Education for Sustainable Development. Tallin, Estonia, 22-24.04. 2015, organizatorzy: *Republic of Estonia Environmental Board* (Zarząd Środowiska Republiki Estonii) – referat A. Wagner (współautorka: M. Orlewicz-Musiał).

2. *The Sixth International Conference on Bioenvironment, Biodiversity and Renewable Energy* (Szósta Międzynarodowa Konferencja na temat Środowiska Przyrodniczego, Bioróżnorodności oraz Energii Odnawialnej) BIONATURE 2015, Rzym, Włochy, 24 – 29.05. 2015, organizator: IARIA, referat: A. Wagner (współautor: D. Hruševar). Referat został **nagrodzony**, jako najlepszy w sesji (w załączeniu wydruk listy: <http://www.iaria.org/awards.html>), **przewodniczenie 1 sesji** (w załączeniu strona programu <http://www.iaria.org/conferences2015/ProgramDBKDA15.html>).

3. IX Międzynarodowa Konferencja Naukowa: Innowacyjne Rozwiązania Rewitalizacji Terenów Zdegradowanych, 6-8 października 2015, Chorzów, organizatorzy: Centrum Badań i Dozoru Górnictwa Podziemnego Sp. z o.o., Instytut Ekologii Terenów Uprzemysłowionych - referat A. Wagner (współautorka: M. Orlewicz-Musiał).

Załącznik nr 2 a
Publikacje z zadania nr 1

Załącznik nr 2 b
Publikacje z zadania nr 2