

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

## **Sprawozdanie z badań statutowych realizowanych w roku 2012**

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:** dr hab. inż. Krystian Pyka prof. AGH

Kraków, luty 2013

## **Zawartość:**

Zespół wykonawców

Sprawozdanie z zadania 1

Sprawozdanie z zadania 2

Załącznik 1a – wykaz publikacji opracowanych w ramach zadania 1

Załącznik 1b – wykaz publikacji opracowanych w ramach zadania 2

Załącznik 2a – publikacje z zadania 1

Załącznik 2b – publikacje z zadania 2

## **Zespół Wykonawców**

### **Kierownik**

dr hab. inż. Krystian Pyka - prof. n. AGH

## **Zadanie 1**

### **Pracownicy naukowo-dydaktyczni**

dr hab. inż. Krystian Pyka – prof. n. AGH  
dr hab. inż. Regina Tokarczyk – prof. n. AGH  
dr hab. inż. Beata Hejmanowska – prof. n. AGH  
dr inż. Adam Boroń – adiunkt  
dr inż. Andrzej Wróbel – adiunkt  
dr inż. Wojciech Drzewiecki – adiunkt  
dr inż. Sławomir Mikrut – adiunkt  
dr inż. Tomasz Pirowski – adiunkt  
dr inż. Urszula Marmol – adiunkt  
dr inż. Natalia Borowiec  
dr inż. Mariusz Twardowski  
dr inż. Jakub Kolecki  
dr inż. Urszula Cisło

### **Pracownicy techniczni**

mgr inż. Marta Borowiec – st. specj. nauk.-techn.  
inż. Stefan Radziszewski – specjalista

### **Doktoranci**

mgr inż. Łukasz Kulesza  
mgr inż. Martyna Poręba  
mgr inż. Małgorzata Słota  
mgr inż. Elżbieta Pastucha  
mgr inż. Agnieszka Moskał  
mgr inż. Judyta Książek  
mgr inż. Mirosław Marciniak  
mgr inż. Katarzyna Bernat

## **Zadanie 2**

### **Pracownicy naukowo-dydaktyczni**

prof. dr hab. Jan Dobrowolski – profesor  
dr Aleksandra Wagner – adiunkt

### **Pracownicy techniczni**

mgr inż. Barbara Patuła – specj. nauk.-techn.

# Sprawozdanie z zadania badawczego nr 1

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

### Zakres badań i uzyskane wyniki

Zadanie badawcze jest zgodne ze światowymi trendami rozwoju fotogrametrii i teledetekcji, dlatego wyniki badań były przedstawione na XXII Kongresie Międzynarodowego Towarzystwa Fotogrametrii i Teledetekcji (ang. *International Society for Photogrammetry and Remote Sensing – ISPRS*), który odbył się w Melbourne w dniach 25.08-01.09.2012. Kongres przebiegał pod hasłem "Imaging a Sustainable Future". Wśród słów kluczowych referatów wygłoszonych podczas konferencji najpopularniejsze były dwa: LiDAR i fotogrametryczny matching. Na Kongresie pracownicy Katedry przedstawili dwa referaty: „Usage of Stereo Orthoimage in GIS: Old Concept, Modern Solution i „Research on the Prototype of Rail Clearance Measurement System”. Odbiór prezentacji potwierdził, że podejmowana tematyka badawcza dobrze wpisuje się w ogólnoświatowy nurt badań.

Ponadto w roku 2012 Katedra, w zakresie zadania badawczego nr 1, zaprezentowała swoje prace naukowe na Ogólnopolskim Sympozjum Naukowym poświęconym tematowi „Nowe wyzwania dla fotogrametrii, teledetekcji i kartografii w obliczu współczesnych systemów geoinformacji”, które odbyło się w Kazimierzu Dolnym, w dniach 19-21 września 2012 r. Na Sympozjum pracownicy Katedry przedstawili pięć referatów i posterów opracowanych w ramach badań statutowych. Zostały one zakwalifikowane do publikacji w Archiwum Fotogrametrii, Kartografii i Teledetekcji.

Katedra uczestniczyła czynnie w warsztatach European Calibration and Orientation Workshop (EuroCOW) (Castelldefels, Hiszpania). Jest to konferencja cykliczna odbywająca się w każdym parzystym roku w lutym w Castelldefels. Organizatorem jest Kataloński Instytut de Geomatica. Konferencja ma charakter naukowy o tematyce związanej z kalibracją kamer naziemnych, lotniczych, systemów mobilnego kartowania, nowymi rozwiązaniami w zakresie algorytmów orientacji zdjęć, referencją wprost z wykorzystaniem jednostek inercyjnych i GNSS oraz wykorzystaniem platform bezzałogowych do pozyskiwania zobrażeń fotogrametrycznych.

Pracownicy Katedry zaprezentowali również swoje prace badawcze na XXII konferencji Polskiego Towarzystwa Informatyki Przestrzennej z cyklu GEOINFORMACJA W POLSCE, pod tytułem „Geoinformacja dla każdego”, która odbyła się w dniach 24-26 września 2012 r. w Bibliotece Narodowej w Warszawie. Dwa referaty zostały opublikowane w Rocznikach Geomatyki.

Rok 2012 to kontynuacja i rozwinięcie prac związanych z problematyką będącą w obrębie zainteresowań zespołu badawczego Katedry w latach poprzednich, dotyczące skaningu laserowego, radiometrii obrazów, zasilania danymi baz danych GIS (w tym danych 3D) oraz wykorzystania ich na potrzeby zaawansowanych analiz przestrzennych. Znaczące miejsce zajęła kontynuacja tematyki związanej z termografią oraz pomiarami naziemnymi związanymi z infrastrukturą kolejową. Po rocznej przerwie podjęto ponownie temat wykorzystania klasycznej fotogrametrii naziemnej do celów inwentaryzacji obiektów zabytkowych. Kontynuowano również prace badawcze Katedry związane z wykorzystaniem mobilnych systemów pomiarowych.

Łącznie w 2012 r. w ramach raportowanego zadania nr 1 KGFiTS zostało przygotowanych 17 publikacji. Cztery z nich ujęte zostały już w Sprawozdaniu za rok 2011,

choć wydane zostały na początku 2012 roku. W chwili wykonywania sprawozdania za 2011 rok prace te były gotowe do druku, co potwierdziło zaświadczenie redaktora naczelnego wydawnictwa Archiwum Fotogrametrii, Kartografii i GIS. Jednakże opublikowany tom został ostatecznie sygnowany rokiem 2012. Dotyczy to pozycji, które zaprezentowane zostały na VI Ogólnopolskim Sympozjum Geoinformacyjnym poświęconym tematowi „Mapa w geomatyce”, które odbyło się w Polanicy Zdroju, we wrześniu 2011 r. Streszczenia ww. prac ujęto ponownie w aktualnym raporcie.

Szeroką grupę tematów stanowiło wykorzystanie skaningu naziemnego, zarówno stacjonarnego jak i mobilnego do pozyskiwania informacji o obiektach przestrzennych. W publikacji (Hejmanowska i inni, 2012) skupiono się na inwentaryzacji obiektów inżynierskich o złożonej budowie, takich jak dźwigi portowe. Coraz więcej skanerów dostępnych na rynku wyposażonych jest w zintegrowane aparaty fotograficzne, dzięki czemu pozyskiwana jest nie tylko informacja o geometrii i intensywności odbić, lecz również informacja o kolorze rejestrowanej powierzchni. Ten dodatkowy zestaw danych znacznie poprawia możliwości interpretacyjne, zwiększa jakość wizualizacji chmury punktów oraz pozwala na automatyczne teksturowanie wymodelowanych obiektów trójwymiarowych. Nie zawsze jednak jednoczesne modelowanie i teksturowanie na podstawie kolorowej chmury punktów jest możliwe. Tylko nieliczne dostępne na rynku programy do modelowania obiektów posiadają możliwość wczytywania informacji o kolorach punktów i generowania na tej podstawie tekstur. Celem badań było opracowanie metody teksturowania obiektów inżynierskich o złożonej geometrii na podstawie kolorowej chmury punktów pochodzącej z naziemnego skaningu laserowego. Wynikiem pracy jest autorski program do tworzenia tekstur, powstałych bezpośrednio w oparciu o kolory RGB chmury punktów. Danymi wejściowymi do programu są chmury punktów w formacie tekstowym oraz obiekty 3D w formacie VRML. W celu przyspieszenia obliczeń w pierwszym kroku wykonywana jest automatyczna segmentacja chmur punktów. Następnie pozyskiwane są informacje o geometrii płaszczyzn obiektu na podstawie pliku VRML i definiowane są tekstury. W efekcie analiz przestrzennych pomiędzy położeniem pikseli na teksturowanych płaszczyznach i chmurą punktów, pozyskiwane są informacje o kolorze pikseli oraz tworzone są tekstury obiektu.

Tematyka teksturowania pojawiła się także w artykule (Tokarczyk i inni, 2012). W pracy dokonano przeglądu metod teksturowania, omówiono zagadnienia towarzyszące teksturowaniu: analizę widoczności, detekcję przysłonień. Szczególny nacisk położono na analizę metod automatycznych, jako najbardziej ekonomicznych. W procesie tym powszechnie wykorzystuje się równanie kolinearności w celu rzutowania trójkątów z przestrzennego poligonu mesh na zorientowane płaszczyzny zdjęć wykonując analizę widoczności. Właściwa tekstura przypisywana jest na podstawie analizy porównawczej dostępnych tekstur. Możliwe jest teksturowanie fragmentu modelu na podstawie jednego optymalnego zdjęcia lub też na podstawie „uśrednienia” wielu zdjęć. Prace badawcze prowadzono w dwóch aspektach: poszukiwania warunków optymalnego teksturowania oraz testowania programów do manualnego, półautomatycznego i automatycznego teksturowania. Badania prowadzone na polu testowym obejmowały eksperymenty z zastosowaniem dwóch metod teksturowania przy zmienności zarówno wielkości trójkątów teksturowanych jak i orientacji zdjęć wykonanych do pozyskania tekstur. Pozwoliły one na sformułowanie wniosków odnośnie optymalizacji warunków teksturowania. W ramach drugiej części prac badawczych przetestowano różne dostępne programy. Testy przeprowadzono na wyjątkowo trudnych obiektach, bo jako dane posłużyły modele 3D obiektów infrastruktury kolejowej i teren znajdujący się w pobliżu skrajni oraz podtorze, pozyskane z danych laserowego skaningu mobilnego i towarzyszących mu barwnych zdjęć cyfrowych. Eksperymenty dowiodły, że nie ma obecnie oprogramowania pozwalającego na automatyczne generowanie spójnej i poprawnej siatki na podstawie chmury punktów

generowanej przez skaner laserowy a następnie automatyczne nakładanie na tak uzyskaną siatkę obrazów z kamery lub aparatu fotograficznego.

W ramach badań statutowych podjęto także bardzo aktualną obecnie tematykę mobilnych systemów mapowania. Tematem artykułu (Marmol, 2012) jest detekcja obiektów infrastruktury kolejowej na podstawie chmury punktów mobilnego skaningu laserowego. W pierwszej części artykułu zawarto krótką charakterystykę programów pod kątem prostych filtrów geometrycznych, które zarówno usuwają szumy jak i przeprowadzają proste operacje klasyfikacji (na przykład wydzielenie obiektów oddalonych o określoną wartość głębokości). Dopiero po usunięciu szumu jest możliwe rozpoznawanie obiektów. Jest to stosunkowo nowe zagadnienie, otwierające szerokie pole do analiz i badań naukowych. Do tej pory zostało opisanych kilka metod klasyfikacji danych pochodzących z mobilnych systemów laserowych. Część algorytmów opiera się na metodach wywodzących się z teorii przetwarzania obrazów. Rozproszona chmura punktów jest zapisywana w siatce regularnej jako raster, którego wartości pikseli odpowiadają głębokości lub intensywności danych laserowych. Do metod opartych na obrazach możemy zaliczyć: algorytmy wykorzystujące filtry morfologiczne i algorytmy wyszukiwania. Inne metody detekcji obiektów bazują na danych rozproszonych, czyli oryginalnej chmurze punktów. Przykładem może być metoda oparta na algorytmie RANSAC. Przeprowadzona analiza algorytmów filtracji ujawniła, że mobilny skaningu laserowy może stanowić miarodajne źródło do wyodrębniania obiektów.

W podobnej tematyce utrzymany jest drugi artykuł (Kolecki, Kuras, 2012). Zwrócono w nim uwagę, że systemy mobilnego mapowania są wielkogabarytowe, ciężkie i kosztowne głównie z powodu wysokich kosztów czujników inercyjnych. Aby przewyższyć powyższe problemy można zastosować tanie, małe czujniki nawigacyjne jak MEMS IMU w celu zapewnienia georeferencji dla pozyskanych obrazów. Metodologia integracji obserwacji w takich systemach jest nieco odmienna. W przeciwieństwie do systemów komercyjnych, gdzie w czasie rzeczywistym stosowany jest filtr Kalmana i algorytmy wygładzania, w takich systemach mapowania integracja obserwacji jest oparta głównie na wyrównaniu zintegrowanej wiązki. W artykule rozpatrywano zagadnienie niektórych miar jakości sieci w kontekście bezpośredniej georeferencji oraz zbadano niektóre konfiguracje sieci, które mogą być zrealizowane przy użyciu tanich systemów MMS. W pierwszym etapie zostały wprowadzone miary redundancji i niezawodności. Następnie został scharakteryzowany prototyp MMS. W kolejnym etapie opisano strategię badań i pola testowe. Na koniec zostały podane wyniki i wnioski. Wyniki pokazują, że niezawodność pomiarów EO jest lepsza w przypadku nieliniowych konfiguracji sieci. Przy takiej konfiguracji obrazów, błędy kąta, które zazwyczaj są wysokie ze względu na niską dokładność inercyjnych i magnetycznych czujników, nie wpłyną na ostateczne oszacowanie parametrów EO i współrzędnych obiektu. Wyniki pokazują, że odpowiednia konstrukcja sieci fotogrametrycznej, w których obserwacje GPS i fotogrametryczne odgrywają najważniejszą rolę, może zwiększyć niezawodność i dokładność georeferencji obrazu. Uzyskane dokładności są zadowalające dla wszystkich badanych sieci.

Badania statutowe obejmowały także problematykę wykorzystania systemów do pomiaru skrajni kolejowej. Pomiar skrajni budowli linii kolejowej jest zagadnieniem bardzo praktycznym, realizowanym na całym świecie przy pomocy różnych systemów pomiarowych. Pomiar ten ma na celu głównie określenie granic przestrzeni, jakich nie może przekroczyć żaden obiekt (np. budynek), znajdujący się przy torze. Tematyce tej zostały poświęcone trzy artykuły (Mikrut i inni 2012), (Tokarczyk i inni 2012), (Kohut i inni, 2012).

W pierwszym z nich pt.: „Systemy do pomiaru skrajni kolejowej – przegląd i tendencje rozwojowe” (Mikrut i inni, 2012) dokonano przeglądu wybranych, istniejących systemów pomiarowych służących do określenia skrajni budowli. Aktualnie pracujące systemy oparte

są głównie na trzech grupach metod: fotogrametrycznej – wykorzystującej parę zdjęć, metodzie profili świetlnych zadawanych światłem lasera i rejestrowanych przez szybką kamerę cyfrową oraz metodzie bazującej na pomiarze dalmierzem laserowym lub skanerem laserowym. W systemach najbardziej zaawansowanych łączy się powyższe metody pomiarowe. W opracowaniu wykazano wady i zalety poszczególnych systemów oraz dokonano podsumowania technologicznego wykorzystanych urządzeń pomiarowych. Jak wynika z przeprowadzonych badań literaturowych, aktualnie w przypadku systemów dedykowanych diagnostyce skrajni dominują najczęściej rozwiązania oparte na skanerach laserowych, pozyskujących dane w postaci profili rejestrowanych prostopadłe do kierunku jazdy, wsparte ewentualnie systemami wizyjnymi. Natomiast w przypadku uniwersalnych mobilnych systemów widać wyraźną dominację wspólnych konfiguracji skanerów laserowych i kamer cyfrowych wspartych rejestracją INS/GNNS. W tych systemach pomiar obiektów jest odniesiony do globalnego układu współrzędnych, a następnie, po detekcji główek szyn, odbywa się transformacja do układu osi toru. Wstępna analiza prowadzi do wniosku, że dokładność pomiaru skrajni jest wyższa dla systemów specjalistycznych niż dla uniwersalnych.

Druga publikacja poświęcona temu zagadnieniu to „Sensory wizyjne stosowane w systemach pomiaru skrajni kolejowej i analiza metod ich doboru” (Tokarczyk i inni 2012). W artykule tym skupiono się na charakterystyce systemów wizyjnych stosowanych dla potrzeb pomiaru skrajni. Można je podzielić na trzy grupy: opisujące geometrię odwzorowania, radiometrię i specyfikację techniczną kamery. Geometrię odwzorowania wyznacza się w procesie kalibracji kamery, która dostarcza takich parametrów jak położenie środka rzutów w stosunku do układu obrazu oraz współczynniki funkcji aproksymującej błędy obiektywu i nośnika obrazu. Badanie radiometrii zwykle obejmuje wyznaczenie rozdzielczości układu obiektyw – nośnik obrazu, ostrości i kontrastu (funkcja MTF lub SFR, gamma), zakresu tonalnego, szumu, odwzorowania kolorów. Pozyskiwanie obrazów charakteryzują takie czynniki jak częstotliwość akwizycji oraz przepustowość. Porównane zostały różne przewodowe i bezprzewodowe technologie interfejsów współczesnych kamer, m.in.: GiGE, CameraLink, USB, FireWire, (decydujące o przepustowości, topologii, wymaganiach co do długości kabli, obciążeniu procesora, czy dopuszczalnej ilości urządzeń akwizycji, itp.). W ramach prowadzonych badań przetestowano kilka reprezentatywnych dla zagadnienia pomiarowego kamer cyfrowych o różnych technologiach interfejsów i wyposażonych w różne obiektywy. W artykule zaprezentowano wyniki kalibracji i testów radiometrycznych wybranych modeli kamer. Wielowariantowa kalibracja geometryczna pozwoliła na zbadanie postawionych problemów: jaki jest poziom błędów obrazowania przy zastosowaniu różnych obiektywów; czy można w procesie redukcji błędów obiektywu uwzględnić tylko dystorsję radialną i do ilu czynników wielomianu tej dystorsji wystarczy się ograniczyć; jakie są błędy szczałkowe obrazu po usunięciu ich optymalnym wielomianem aproksymującym. Badanie radiometrii zdjęć przeprowadzono z użyciem testu IT8, SFR Plus i oprogramowania firmy Imatest. Skupiono się przede wszystkim na najistotniejszych dla obrazowania na potrzeby skrajni cechach: ostrości i kontraście, zakresie tonalnym i odwzorowaniu barw. W wyniku badań określono zestaw cech istotnych dla optymalnego wyboru systemu wizyjnego.

Celem trzeciego artykułu (Kohut i inni, 2012) było zaprezentowanie wyników prac wykonanych przez zespół naukowo-badawczy AGH w projekcie budowy prototypu platformy do pomiaru skrajni linii kolejowych. W pierwszej części artykułu dokonano przeglądu istniejących systemów. Na podstawie przeglądu literatury wybrano dwa różne systemy pomiarowe. Następnie na wybranym odcinku wykonano pomiary testowe. Finalnym etapem badań było zaproponowanie modelu naziemnej platformy skanerowej wraz z modułem georeferencyjnym i fotogrametrycznym. Założono, że przy wykorzystaniu dostępnych obecnie skanerów i zastosowaniu skanowania prostopadłego wraz z ukośnym, można gwarantować detekcję wszystkich przeszkód w obszarze przytorowym mających jeden

z rozmiarów większy od 5 cm. Niemożliwe jest natomiast pełne zidentyfikowanie, czym jest powierzchnia odbijająca. Zatem po wykryciu tak małych „jedno-punktowych detali”, konieczna jest identyfikacja elementu kolizyjnego i jego pomiar na podstawie zdjęć z kamer. Jak wynika z doświadczeń, przeglądanie zdjęć było najstarszą stroną technologii fotogrametrycznej ze względu na pracochłonność i możliwość pominięcia obiektów wchodzących w obszar skrajni. Również pomiar na modelu 3D uzyskanego za pomocą systemu stereowizyjnego ma charakter manualny z niewielkim zakresem automatyzacji. Wynika to ze specyfiki przestrzeni pasa kolejowego, w której obiekty stanowiące przedmiot pomiaru są stosunkowo małe, często wysmukłe, pomiędzy nimi na zdjęciach rejestrowane jest względnie dalekie tło, co gwałtownie zmienia głębię modelu stereoskopowego. Stąd wspomaganie fotogrametryczne w postaci stosowanej dotychczas powinno być zredukowane do absolutnego minimum. Jednym z wniosków z wykonanych prac jest stwierdzenie, że chmura punktów powinna powstawać z profilowania w różnych kierunkach: prostopadłego i ukośnego do osi toru. Pomiar na chmurze uzyskanej z profilowania prostopadłego daje lepsze dokładności, lecz nie zawsze jest w stanie wykryć istnienie obiektów (zwłaszcza o małym rozmiarze wzdłuż torów, a rozciągniętych w poprzek). Składanie skanowania z profilowania w różnych kierunkach zwiększa gęstość chmury punktów, która to gęstość ma krytyczne znaczenie dla identyfikacji szczegółów. Średnia odległość pomiędzy profilami w testowanych chmurach punktów wahała się od 0.05 m do 0.20 m, przy czym mniejszy interwał osiągany był tylko przy małych prędkościach przejazdu. Zastosowane w testach systemy nie były w stanie zapewnić wystarczającej gęstości danych dla przejazdu z prędkością 80 km/h. Określona wystarczająca gęstość oznacza możliwość wykrycia detali o rozmiarach kilkucentymetrowych. Zatem docelowy system, który ma pracować przy prędkości 100 km/h, musi wykorzystywać zarówno różne kierunki profilowania, jak i skanery o wyższej wydajności.

Badania statutowe to także fotogrametria lotnicza i ściśle z nią związany lotniczy skaning laserowy. W publikacji (Pyka i inni, 2012) poszukiwano odpowiedzi na pytanie, czy fotogrametria i lotniczy skaning laserowy mogą być stosowane do opracowania NMT dla celów projektowania budowlanego. Takim modelom przepisy techniczne stawiają wysokie wymagania dokładnościowe wraz z zasadą reprezentatywnego, ale ograniczonego do niezbędnego minimum, pikietowania terenu. Przeprowadzono badania dla terenu wzdłuż szlaku kolejowego, z typowym przebiegiem torowiska w nasypach lub przekopach, ze skarpami gęsto porośniętymi roślinnością, z otoczeniem rolnym lub zadrzewionym. Zarówno dane fotogrametryczne jak i dane z ALS charakteryzowały się bardzo dobrymi parametrami. Pomiar fotogrametryczny 3D przeprowadzono w sposób automatyczny, następnie wykonano niezbędną korektę i uzupełnienie pikiet na drodze stereoobserwacji. Dane ALS zostały przefiltrowane metodą opartą na algorytmie aktywnego modelu TIN, przez co uzyskano podzbiór chmury punktów reprezentujący powierzchnię topograficzną terenu. Badania potwierdziły wyższą jakość modelu z ALS w stosunku do NMT z pomiaru fotogrametrycznego. Wyższość dotyczy zarówno dokładności jak i możliwości pomiaru w obszarach pokrytych roślinnością. W podsumowaniu badań stwierdzono, że ani fotogrametria ani ALS nie nadają się obecnie do produkcyjnego zastosowania w opracowaniu map do projektowania budowlanego. O ile sam pomiar ALS jest odpowiednio dokładny i wydajny, to brakuje metod automatycznej detekcji linii strukturalnych, potrzebnych do wiernego przedstawienia terenu.

Stosunkowo nowa technologia, jaką jest lotniczy skaning laserowy, generuje zrozumiałe zainteresowanie oraz chęć zbadania możliwości wykorzystania tej informacji do własnych badań. Niestety brak całkowicie otwartego na dowolne modyfikacje projektu służącego wizualizacji i przetwarzaniu danych pochodzących ze skanera laserowego ogranicza częściowo wolność dopasowania oprogramowania do własnych potrzeb. Dlatego w Katedrze Geoinformacji, Fotogrametrii i Teledetekcji Środowiska narodziła się idea



stworzenia własnego narzędzia, które nie będzie obarczone ograniczeniami licencji innej, niż te ogólnie zaliczane do kategorii OpenSource, czyli GPL, LGPL, BSD czy też MIT. Biorąc pod uwagę bardzo ograniczone zasoby, ważne też było wykorzystanie istniejących bibliotek i projektów które nie narzucają restrykcji. Były to główne przesłanki do powstania projektu LIDARView (Twardowski i Marmol 2011). Koncepcja projektu oparta jest na oprogramowaniu OpenSource, co eliminuje ryzyko stagnacji systemu ze względu na czynniki marketingowe, polityczne czy ekonomiczne. Udostępnienie kodu źródłowego obiektów pozwoli na wprowadzanie modyfikacji i udoskonalanie zastosowanych algorytmów. Modułarna budowa systemu umożliwi nieograniczone rozwijanie jego możliwości poprzez aktualizację i dodawanie nowych elementów do systemu.

W 2011 roku obszerne miejsce zajęła tematyka związana z termografią (cztery publikacje). W 2012 roku autorzy (Wróbel Al., Wróbel A.) kontynuują badania w tym zakresie z nowym współautorem (Kędziński M.), publikując dwie pozycje pt. „Termografia w pomiarach inwentaryzacyjnych kominów przemysłowych” - cz. 1 i cz. 2.

Problematyka badań w tym zakresie nabiera aktualności i znaczenia, gdyż kominy, odprowadzające spaliny do atmosfery są w zdecydowanej większości wykonane 25-50 lat temu i nie były projektowane na współczesne parametry spalin. Ich zmiana jest efektem coraz wyższych standardów ochrony środowiska i dążeniem do oszczędności energetycznych. Wprowadza się do układów odprowadzenia spalin wysokosprawne urządzenia odpylające, ekonomizery, instalacje odsiarczania spalin. Paliwa konwencjonalne w postaci węgla kamiennego czy brunatnego zastępuje się lub wzbogaca biopaliwami, zaś kotły energetyczne modernizuje i podnosi wydajność. Wszystkie te zabiegi mają jednak bardzo istotny wpływ na zmianę parametrów odprowadzanych gazów spalinowych: spada znacząco ich temperatura i wzrasta wilgotność. Pomimo ograniczenia emisji szkodliwych związków, środowisko na które narażone są układy odprowadzania spalin coraz częściej staje się bardzo wymagające. Nawet dość małe z punktu widzenia standardów emisyjnych ilości chlorków, siarczków czy fluorków w połączeniu ze wzrostem wilgotności spalin i spadkiem ich temperatury powodują zbliżenie się lub wręcz przekroczenie kwaśnego punktu rosy i wykraplanie się bardzo agresywnych substancji. Dlatego też współczesne kominy wymagają coraz bardziej zaawansowanej i precyzyjnej diagnostyki stanu konstrukcji oraz prognozowania ich trwałości. Ocena ich stanu technicznego wymaga przeprowadzenia: obserwacji wizualnych, badań próbek materiałów konstrukcyjnych oraz zachowania się całej konstrukcji komina. W celu lokalizacji i dokumentacji uszkodzeń wykorzystuje się fotografię, badania fotogrametryczne i termowizyjne. Duże doświadczenie praktyczne autorów pozwala na wskazanie przez nich kluczowych elementów zdanego pomiaru termowizyjnego obiektów kominowych. Temperatura powierzchni obiektu jest wyznaczana w oparciu o pomiarzoną wartość promieniowania i znane wartości: współczynnika emisyjności powierzchni obiektu, temperatury otoczenia, temperatury i wilgotności atmosfery. Jeśli powyższe wielkości nie będą dokładnie znane, wyznaczona temperatura obarczona zostanie systematycznym błędem. Temperatura zewnętrznej powierzchni komina jest chwilowym stanem zależnym od ciepła doprowadzanego i odprowadzanego z niej. Ciepło doprowadzane pochodzi od gorących spalin i przewodzone jest przez ścianę komina do jej powierzchni zewnętrznej. Jeżeli izolacyjność termiczna przegrody będzie zróżnicowana to należy spodziewać się niejednorodnego rozkładu temperatury na jej zewnętrznej powierzchni. W ciągu dnia do zewnętrznej powierzchni komina jest również doprowadzane promieniowanie otoczenia: Słońca, nieboskłonu i obiektów znajdujących się w sąsiedztwie komina. Dlatego autorzy publikacji sugerują, aby pomiary termograficzne kominów mające na celu badanie stanu izolacji cieplnej, przeprowadzać w porze nocnej przy niskim pułapie chmur. Jest to szczególnie ważne w przypadku kominów malowanych w różne kolory. Istotną i wiarygodną informacją uzyskaną z obrazowania termograficznego jest zróżnicowanie temperatury na powierzchni obiektu. Termografia nie rozstrzyga jednak, z jakiej przyczyny wynika to

zróznicowanie temperatury. Dlatego ważna jest wnikliwa interpretacja termogramów, rozumiana jako proces wnioskowania dedukcyjnego, w którym na podstawie cech bezpośrednich widocznych na zobrazowaniu termalnym, informacji z innych zgromadzonych źródeł oraz wiedzy interpretatora dochodzi do zauważenia cech pośrednich obiektu (niewidocznych bezpośrednio na obrazie) a także zachodzących zjawisk. Bardzo jest więc istotne, aby osoby przeprowadzające badania miały świadomość wpływu różnych czynników na pomiar i jego wyniki, zaś eksperci nie podchodzili bezkrytycznie do otrzymanych rezultatów, opierając się jedynie na otrzymanych termogramach - bez prześledzenia warunków, w jakich były wykonywane.

Autorzy konkludują: Współczesne kominy wymagają coraz bardziej zaawansowanej i precyzyjnej diagnostyki stanu konstrukcji oraz prognozowania ich trwałości. Im dobór metody diagnostycznej i wynik przeprowadzonej analizy będzie precyzyjniejszy, tym ocena stanu technicznego będzie wiarygodniejsza i cenniejsza dla użytkownika. Tradycyjne metody badań w postaci odwiertów koronowych i odkrywek wewnętrznych dają tylko punktowe informacje, zbyt skromne dla właściwej oceny aktualnego stanu technicznego. Na obrazie termograficznym kominów wykonanym w odpowiednio dużej skali można zauważyć szczegóły takie jak spękania, nierówności powierzchni, zawilgocenia, pod warunkiem, że szczegółom tym odpowiadać będzie lokalne zróznicowanie temperatury. Autorzy zauważają, że termografia pozwala ocenić, bez kosztownych i inwazyjnych metod, stan i skuteczność izolacji termicznej na znacznych obszarach. Wykonanie punktowych odwiertów w połączeniu z termograficzną oceną stanu izolacji pozwala uogólnić wyniki z lokalnych badań „in situ” na całą powierzchnię. Kolejnym istotnym elementem brany pod uwagę w diagnostyce stanu konstrukcji komina jest kształt i wychylenie od pionu osi trzonu komina. Współczesne metody pomiarowe oraz dostępność bardzo precyzyjnego sprzętu pozwalają na przeprowadzanie pomiarów z bardzo dużą dokładnością. Należy mieć jednak na uwadze, że wyniki omawianych badań są silnie zależne od warunków, w jakich się je wykonuje i są bardzo podatne na oddziaływania otoczenia. Częstokroć wpływ czynników zewnętrznych (insolacja, zachmurzenie, wiatr, promieniowanie cieplne urządzeń przemysłowych itp.) może być wielokrotnie większy niż dokładność przeprowadzanych pomiarów. Jediną możliwą metodą oszacowania stopnia nagrzania powierzchni komina z powodu nasłonecznienia i promieniowania cieplnego urządzeń przemysłowych lub wychłodzenia np. z powodu zimnego wiatru jest wykonanie pomiaru termograficznego. W obu publikacjach autorzy rekomendują branie pod uwagę nie tylko samych wyników pomiarów, ale również warunki pomiarowe. Każdorazowo operat pomiarowy powinien zostać poszerzony o szczegółowy opis warunków pomiaru oraz parametrów otoczenia badanego obiektu. Obszary powierzchni komina, których temperatury mogą zostać zafałszowane wpływem otoczenia muszą zostać wyraźnie oznaczone lub wręcz wyłączone z zakresu opracowania.

Interesujące zagadnienie z zakresu styku Systemów Informacji Geograficznej i Fotogrametrii podjęli Pyka w pracy „Możliwości wykorzystania stereoortofoto w GIS” (2012) oraz Pyka, Słota i Twardowski w pracy „Usage of stereo orthoimage In GIS: old concept, modern solution” (2012). W pracach podjęto próbę znalezienia odpowiedzi na pytanie: czy rosnące zapotrzebowanie na dane 3D jest szansą na wykorzystanie w GIS znanej od dziesięcioleci techniki stereoortofoto? Jest to o tyle aktualne pytanie, gdyż w GIS dzisiaj miejsce materiałów kartograficznych przejęła ortofotomapa. Praktycznie każde narzędzie informatyczne z zakresu GIS ma funkcję do wczytania ortofotomapy. Zadowalająco sprawne jest także udostępnianie ortofotomapy poprzez usługi WMS, dostępne zarówno w przeglądarkach internetowych jak i klasycznych narzędziach GIS. Koncepcję stereoortofoto, czyli stereoskopii uzyskiwanej z obrazów ortofektyfikowanych przedstawił Collins w 1968 roku. Główną przyczyną małego rozpowszechnienia tej techniki, a właściwie jej porzucenia, był stosunkowo skomplikowany system użytkowania stereoortofoto. Zbudowano kilka urządzeń do pomiaru 3D na stereo ortofoto i przebadano ich dokładność

(Real et al 1974, Jachimski 1978, Kraus et al 1979) oraz wskazano na możliwe pola zastosowań (Blachut, 1971, 1976). Jednak po około 10. latach technika przestała się rozwijać, prawdopodobnie z powodu takich wad, jak bardzo duże rozmiary przyrządów do pomiaru na stereo ortofoto oraz słaba jakość fotograficzna materiałów pomiarowych. Te wady zniechęciły potencjalnych użytkowników, którymi mieli być architekci, geolodzy, leśnicy, topografowie, itd. Blisko 20 lat temu w fotogrametrii miał miejsce przełom technologiczny, polegający na wprowadzeniu skanowania zdjęć analogowych i dalszym ich opracowywaniu na cyfrowych stacjach fotogrametrycznych. Drugi krok ku w pełni cyfrowej technologii został zrobiony w ostatniej dekadzie, kiedy to kamery analogowe zostały praktycznie wyparte przez kamery cyfrowe. Te zmiany zdecydowanie poprawiły jakość opracowań fotogrametrycznych a największym beneficjentem skoku jakościowego jest ortofotomapa. Ten fakt zbiegł się z rozwojem technologii GIS, która zwiększyła krąg użytkowników ortofotomapy. Pomimo tych zmian nie nastąpiło odrodzenie techniki stereoortofoto, choć nieco zapomnianą technikę przypomniano już w latach 90. ubiegłego wieku (Sarjakoski, 1990, Baltsavias, 1996, Li et al 1996). W ostatniej dekadzie są widoczne próby powrócenia do stereo ortofoto z większym naciskiem na zastosowania w środowisku GIS (Li et al 2002, 2009, Wang, 2004, Chang et al 2008). Aktualnie cyfrowe stacje fotogrametryczne nie oferują generowania stereokomponentów, wyjątkiem jest oprogramowanie stacji SocetSet.

Zdaniem autorów stereoortofoto w GIS należy postrzegać jako materiał wspomagający ortofotomapę a nie jako jej zamiennik. Ważnym elementem strategii promowania stereoorto jest wykorzystanie popularności otwartego oprogramowania GIS. W ramach tego ruchu powstało kilka wartościowych narzędzi GIS, które mają spore grono użytkowników na całym świecie. W pierwszej kolejności należy wskazać Quantum GIS, które rozwija się imponująco a poza zastosowaniami amatorskimi sprawdziło się w poważnych projektach w kilku branżach. Takie narzędzia łatwo rozbudować o nową funkcjonalność, np. opcję do wyświetlania przygotowanych zestawów stereoorto w technice anagliflu z możliwością pomiarów i wektoryzacji 3D. Jej rozszerzeniem mogłaby być funkcja do generowania stereokomponentów z ortobrazów. Pyka (2012) wyraźnie opowiada się za związaniem strategii popularyzacji stereoortofoto z otwartymi rozwiązaniami informatycznymi, pomimo kuszącej perspektywy skorzystania z narzędzi udostępnianych przez firmy komercyjne. Pyka i in. (2012) wskazują w artykule na możliwości szerszego wykorzystania stereo ortofoto w GIS. Zdaniem autorów warto powrócić do pierwotnej idei Collins-a i Blachuta, polegającej na dedykowaniu stereo ortofoto szerokiemu kręgowi odbiorców, co można osiągnąć poprzez silne zagnieżdżenie techniki w technologii GIS. Niewielkim nakładem pracy można przygotować pary stereoskopowe wykorzystując dane z projektów fotogrametrycznych realizowanych w ostatnich latach w Polsce, zarówno o zasięgu krajowym jak i lokalnym.

Zagadnienie związane z zasilaniem bazy danych GIS danymi prezentują również Pirowski i Drzewiecki (2012). W pracy „Mapa gęstości zaludnienia – propozycja metodyki opracowania oraz przykładowe zastosowania” autorzy przedstawiają autorską metodę opracowania danych na przykładzie miasta Krakowa. Mapy tego typu stanowią istotne źródło danych dla różnorodnych analiz przestrzennych wykonywanych w systemach informacji geograficznej. W klasycznym podejściu, do lat 90-tych, najczęstszą formą ich prezentacji były metoda izolinii, oraz kartogramu właściwy prosty lub mapa kropkowa, na której wielkość i przestrzenne rozmieszczenie ludności przedstawiono za pomocą kropek. Dopiero w ostatniej dekadzie, wraz ze wzrostem dostępności cyfrowych zestawów danych, postępowaniem kartografii i jej coraz ściślejszym związkiem z GIS wzrosło zainteresowanie metodami dazymetrycznymi. Polegają one na rozdzieleniu danych między jednostki powierzchni, w oparciu o dodatkową informację kartograficzną. Różnica pomiędzy kartogramem

właściwym a kartogramem dazymetrycznym polega na innym przyjęciu pól odniesienia – w pierwszym przypadku są to arbitralnie narzucone obszary, np. obwody spisowe, jednostki administracyjne. W drugim przypadku układ pól odniesienia wynika z przestrzennego rozkładu zjawiska. W efekcie reprezentacja rozkładu przestrzennego obrazowanego zjawiska z wykorzystaniem metod dazymetrycznych jest bardziej wiarygodna niż w przypadku kartogramu.

Podstawowymi materiałami wykorzystanymi w procesie opracowania mapy tego typu dla Krakowa były: ortofotomapa ze zdjęć lotniczych oraz ogólnie dostępne dane o liczbie osób uprawnionych do głosowania w poszczególnych obwodach wyborczych na terenie miasta. Lokalizację przestrzenną granic obwodów uzyskano na drodze wektoryzacji ortofotomapy ze zdjęć lotniczych. Fotointerpretacja ortofotomapy pozwoliła na uszczegółowienie i sklasyfikowanie miejsc skupisk ludności (położenie budynków jednorodzinnych, kamienic, klatek schodowych w blokach mieszkalnych). Rozkład przestrzenny rozmieszczenia ludności uzyskano metodą dazymetryczną, przyjmując za punkt wyjścia faktyczną liczbę ludności zameldowanej w poszczególnych obwodach wyborczych i uszczegółowiając jej rozmieszczenie wewnątrz tych obszarów poprzez iteracyjne określenie proporcji pomiędzy poszczególnymi rodzajami skupisk ludności, indywidualnie w każdym z obwodów. Powstała mapa skupisk ludności została przekształcona na mapę rastrową o wielkości komórki 25x25 metrów. Autorzy zwracają uwagę, że zaproponowana metodyka pozwala na uzyskanie produktu końcowego o stosunkowo wysokim stopniu szczegółowości i dokładności. Autorzy zaprezentowali także wybrane możliwości wykorzystania tego typu informacji w analizach przestrzennych z zakresu: zarządzania kryzysowego, geomarketingu, analiz komunikacyjnych i wspierania decyzji administracyjnych. Przytoczone w artykule przykłady nie wyczerpują możliwości jej zastosowań. Ich wielość i różnorodność potwierdza znaczenie tego rodzaju danych jako źródła informacji przydatnej z punktu widzenia różnych branżowych zastosowań GIS. W podsumowaniu autorzy podkreślają, iż dużym walorem przedstawionej przez nich metodyki jest oparcie się o ogólnodostępne informacje.

Drugą z prac w zakresie GIS, pt. „Analizy przestrzenne w GIS jako wsparcie projektowania przebiegu infrastrukturalnych obiektów liniowych”, zrealizowaną w 2012 roku, wykonał zespół Drzewiecki, Orzińska, Pirowski (2012). Jak piszą autorzy wyznaczanie przebiegu inwestycji liniowych – takich jak linie kolejowe – stanowi złożony problem planistyczny, wymagający uwzględnienia różnorodnych uwarunkowań i kryteriów: formalnoprawnych, fizjograficznych (w tym konfliktów środowiskowych), ekonomicznych, technicznych, społecznych, a nawet politycznych. Autorzy na wstępie opisują klasyczne podejście projektowe stosowane przy inwestycjach kolejowych. Opracowanie koncepcji przestrzennej przebiegu trasy ma miejsce na etapie prac przedprojektowych. Koncepcja opracowywana jest zazwyczaj wariantowo. Poszczególne warianty mają postać wyznaczonych korytarzy, których przebieg nanoszony jest na mapy topograficzne. Prace studialne na tym etapie prowadzone są w oparciu o materiały kartograficzne w skalach od 1:100000 do 1:25000. W kolejnym etapie następuje na ogół wielokryterialna analiza poszczególnych korytarzy stanowiąca podstawę wyboru przebiegów trasy rekomendowanych do opracowania na dalszych etapach prac projektowych. Istotnym elementem tej analizy jest wstępna ocena wpływu tras na środowisko. Autorzy publikacji zauważają, że wsparciem dla tego typu działań stać się mogą systemy informacji geograficznej. Pozwalają zgromadzić i zapewnić łatwy dostęp do różnorodnych danych przestrzennych o terenie, opracowanych w formie warstw tematycznych. Umożliwiają ich wykorzystanie w manualnym procesie trasowania, dostarczają narzędzi analitycznych pozwalających na selekcjonowanie terenów optymalnych do prowadzenia tego typu inwestycji.

Aby móc skutecznie wykorzystać narzędzia GIS w procesie projektowania, konieczne jest zgromadzenie odpowiedniego zasobu cyfrowych danych przestrzennych. Autorzy, bazując na wymaganiach prawnych oraz parametrach technicznych stosowanych w tego typu inwestycjach (uwzględniając czynniki środowiskowe, ekonomiczne, społeczne i techniczne), określili zakres informacji niezbędnych dla opracowania koncepcji przestrzennej trasy kolejowej oraz wymagania odnośnie zakresu tematycznego, poziomu dokładności i aktualności danych przestrzennych. Następnie przedstawili możliwości wykorzystania dostępnych w Polsce cyfrowych danych przestrzennych w procesie opracowywania koncepcji przestrzennej trasy inwestycji liniowej poprzez analizy przestrzenne wykonywane w systemach informacji geograficznej z wykorzystaniem zarówno wektorowego jak i rastrowego modelu reprezentacji danych. Dla potrzeb przeprowadzonego eksperymentu badawczego autorzy pozyskali dostępne dla obszaru analiz zbiory danych przestrzennych spełniające przyjęte kryterium dokładnościowe i zawierające informacje potencjalnie przydatne dla potrzeb opracowania koncepcji przestrzennych tras linii kolejowych. Zgromadzone dane zintegrowano w postaci wektorowej, a wybrane warstwy tematyczne przekształcono również do postaci rastrowej. W przeprowadzonej analizie określono 13 kryteriów o charakterze czynników decyzyjnych oraz 5 barier. Na drodze analizy wielokryterialnej (ang. MCE - Multi-Criteria Evaluation) przeprowadzonej metodą ważonej kombinacji liniowej (ang. WLC - Weighted Linear Combination) uzyskano mapy przydatności terenu. Następnie metodami pół-automatycznymi wyznaczono optymalny przebieg tras w dwu wariantach: „proekonomicznym” i „proekologicznym”. Przeprowadzone prace potwierdziły, iż cyfrowe zbiory danych przestrzennych dostępne w Polsce w ramach krajowej infrastruktury danych przestrzennych z powodzeniem mogą zostać wykorzystane do wsparcia procesu trasowania infrastrukturalnych obiektów liniowych. Na podkreślenie zasługuje również fakt, iż w procesie aktualizacji danych bardzo pomocne są teledetekcyjne dane obrazowe, które z natury posiadają zazwyczaj wyższy poziom aktualności. Autorzy konkludują, że możliwe jest również wykorzystanie narzędzi analitycznych dostępnych w oprogramowaniu GIS do częściowej automatyzacji procesu trasowania. Co więcej, narzędzia te umożliwiają również wsparcie procesu decyzyjnego poprzez uwzględnienie różnych wariantów konstrukcji reguły decyzyjnej, w zależności od preferencji różnych zainteresowanych stron. W efekcie ułatwiają komunikację planisty i inwestora ze społeczeństwem oraz partycypację społeczną w procesie planistycznym.

W roku 2012 kontynuowano, po rocznej przerwie, prace naukowe związane z fotogrametrycznym opracowaniem wewnątrz katedry sandomierskiej. W 2010 roku w ramach badań statutowych prezentowano trudności w opracowaniu dokumentacyjnym miejsc trudnodostępnych oraz metodologię rozwiązania tego problem poprzez odpowiednią rejestrację obrazową i rozwinięcia polichromii. W 2012 roku Boroń i Pastucha zaprezentowali metodę fotogrametrycznej inwentaryzacji malowideł ściennych o bardzo wysokiej rozdzielczości przestrzennej (0,25 mm), nazwanej w publikacji „ultrawysokorozdzielczą”.

Jak wskazują autorzy, ortofotografia, nowoczesna technologia fotogrametryczna, wykorzystywana jest głównie do tworzenia ortofotomap cyfrowych ze zdjęć lotniczych. Metodyka fotogrametrycznej inwentaryzacji malowideł ściennych sięga po technologię ortofoto stosunkowo rzadko. Najczęściej, dla wykonania fotoplanów polichromii stosuje się prostsze metody bazujące na przekształceniach rzutowych. Są one stosowane tam, gdzie malowidła występują na powierzchniach płaskich. Ponieważ powierzchnia pokryta malowidłem nigdy nie jest idealną płaszczyzną, dlatego w trakcie mozaikowania przetworzonych rzutowo fotogramów zdarzają się problemy z ich poprawnym montażem. Błędy te są tym większe im większe są niepłaskości powierzchni ścian oraz mniejszy piksel obiektowy fotoplanu. W technologii cyfrowej, gdzie w komputerze istnieje możliwość oglądania fotoplanu w dowolnym powiększeniu, błędy łączenia obrazów, nawet rzędu

pojedynczych pikseli, są wyraźnie zauważalne. Dlatego w przypadku, gdy powierzchnia pokryta malowidłami nie jest wystarczająco płaska (np. nierówne tynki ścian gotyckich, malowidła na murach kamiennych, malowidła naskalne itp.) lub rozdzielczość fotopłanu ma być bardzo wysoka, to jedyną metodą umożliwiającą wykonanie dokumentacji cyfrowej bez widocznych błędów łączenia zdjęć jest metoda „ortofoto”, wykorzystująca Numeryczny Model Powierzchni Ściany. W nowoczesnych fotogrametrycznych stacjach cyfrowych (FSC) wykonanie ortofotomap połączone jest w ciągu technologicznym z aerotriangulacją, pomiarem i obliczeniem Numerycznego Modelu Terenu, generowaniem ortoobrazów oraz ich mozaikowaniem. Najczęściej aerotriangulacja i pomiar do NMT wspomagane są automatycznym pomiarem zdjęć, co znacznie przyspiesza proces powstania ortofotomapy. Dla dokumentacji malowideł ściennych nie spełniających kryteriów dokładnościowych metody przekształcenia rzutowego autorzy podjęli próbę opracowania metody wytwarzania ortofotoplanów malowideł bazującej na wykorzystaniu klasycznej linii technologicznej zaimplementowanej w FSC dla wykonywania ortofotomap ze zdjęć lotniczych. Jednak w stosunku do metody klasycznej autorzy starali się ograniczyć ilość prac terenowych, poprzez zmniejszenie ilości zdjęć i gęstości osnowy fotogrametrycznej oraz dopuścili zdjęcia o przybliżonych elementach orientacji wewnętrznej (EOZ – patrz poniżej artykuł Pastuchy, 012), potwierdza zasadność takiej decyzji. Autorzy założyli, że oba przyjęte warunki, poprawiające z jednej strony ekonomikę pomiaru i opracowania, a z drugiej jakość obrazu, nie wpłyną negatywnie na parametry wynikowej ortofotomapy.

Opisana w artykule metoda zweryfikowana została przy inwentaryzacji malowideł gotyckich z za stali w prezbiterium katedry w Sandomierzu. Fotogrametryczna rejestracja ściany z malowidłami wykonana została w dwóch etapach. W pierwszym wykonano rejestrację dwuobrazową całej ściany z niską rozdzielczością (ok. 1mm) oraz pomierzono minimalną ilość fotopunktów. W drugim etapie, metodą jednoobrazową, wykonane zostały fotogramy pomiarowe malowidła z rozdzielczością docelową ok. 0.25 mm. Zdjęcia z metody dwuobrazowej posłużyły do zagęszczeniu osnowy fotogrametrycznej (aerotriangulacja) oraz pozyskania Numerycznego Modelu Powierzchni Ściany (NMPS). Natomiast zdjęcia jednoobrazowe, po analitycznym dołączeniu ich do bloku zdjęć niskorozdzielczych, posłużyły do wygenerowania wysokorozdzielczych ortofotoplanów polichromii. Autorzy konkludują, że uzyskane przez nich wyniki dowiodły, że przy mniejszym nakładzie prac terenowych i kameralnych w stosunku do postępowania standardowego można uzyskać nie gorsze rezultaty. Dlatego opisana metoda może być z powodzeniem stosowana do wysokorozdzielczej inwentaryzacji polichromii w innych obiektach zabytkowych.

Wspomniana wyżej problematyka dopuszczenia do tworzenia ortofotoplanów zdjęć o przybliżonych EOZ znalazła odzwierciedlenie w badaniach opisanych w publikacji Pastuchy (2012). Autorka przypomina, że zdjęcia fotogrametryczne wykorzystywane do tworzenia ortofotoplanów z założenia powinny posiadać stałe i znane elementy orientacji wewnętrznej (EOW). Dla naziemnych zdjęć pomiarowych, wykonywanych skalibrowanymi aparatami fotograficznymi, stałość EOW zapewniana jest poprzez wyłączenie funkcji autofocus aparatu oraz mechaniczne blokowanie wysuwu obiektywu. Wykonywane takimi aparatami zdjęcia pomiarowe wykorzystywane do inwentaryzacji zabytkowych malowideł ściennych powinny zapewniać jak najlepszą jakość (ostrość) rejestrowanych obrazów, ponieważ to one decydują o ostatecznej jakości wykonanych na ich podstawie ortofotoplanów. Stałość odległości obrazowej obiektywu ( $ck$ ) jako warunek odtworzenia wiązki promieni rzutujących i jej zmienność jako warunek maksymalnej ostrości obrazu są warunkami nawzajem się wykluczającymi. Autorka, w ramach publikacji, podjęła próbę znalezienia odpowiedzi na pytanie, na ile zmienność odległości obrazowej obiektywu związana z ustawieniami najlepszej ostrości zdjęć pomiarowych w aparacie ma wpływ na błędy ortofotoplanów wygenerowanych na ich podstawie. W tym celu autorka wykonała wielowariantową analizę opartą na założeniach adekwatnych do warunków wykonywania takich zdjęć w obiektach zabytkowych (rozważano: obiektywy stałooogniskowe - wąskokątne,

normalnokątny i szerokokątnym, dwa rodzaje ortofotoplanów wynikowych o rozdzielczościach obiektowych: minimalnej 1 mm i maksymalnej 0.3 mm). Konsekwencją wyboru wielkości piksela obiektowego jest odległość z jakiej wykonywane byłyby zdjęcia. Skala sąsiednich obrazów nie powinna się różnić więcej niż 10% oraz błąd położenia punktu na ortofotoplanie spowodowany niestałością odległości obrazowej nie powinien przekraczać 0,25 piksela. Przyjęty do analizy obiekt charakteryzowały błędy niepłaskości na poziomie  $\pm 50$  mm dla kadru z malowidłem ściany płaskiej, i niepłaskości rzędu  $\pm 150$  mm dla kadru z murem kamiennym. We wnioskach autorka stwierdziła znikomy wpływ przybliżonych elementów orientacji wewnętrznej na tworzone ortofotoplany.

## Sprawozdanie z zadania badawczego nr 2

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

#### Zakres badań i uzyskane wyniki

Syntetyczne sprawozdanie z prac w roku 2012 wraz z wykazem udziału w konferencjach naukowych, oraz załączonymi publikacjami

Prof. zw. dr hab. Jan W. Dobrowolski

W 2012 roku rozwijano prace eksperymentalne dotyczące nowych proekologicznych zastosowań biotechnologii laserowej (zainicjowane przez prof. zw. dr hab. Jan W. Dobrowolskiego). W okresie sprawozdawczym przedstawiono wyniki tych innowacyjnych badań m.in. na Europejskiej Konferencji nt. Biodegradacji w najstarszym Uniwersytecie świata w Bolonii, oraz na Światowym Kongresie Biotechnologii Środowiskowej i Zielonej Gospodarki [World Congress of Environmental Biotechnology and Green Economy] w Taiyuan w Chinach. Uczestniczący w nich specjaliści zgodnie stwierdzili, że prace te stanowią polski priorytet w skali światowej i otwierają nowe możliwości w zakresie bioremediacji i biodegradacji zanieczyszczeń środowiska przyrodniczego.

Nowe zastosowania empirycznie dobranych parametrów fotostymulacji światłem spójnym roślin i grzybów wiązano z oceną poprawy stanu zanieczyszczonych uprzednio wód lub gruntów przy zastosowaniu obecnie zalecanych biotestów.

Dr Aleksandra Wagner

Badania skupiały się na trzech zagadnieniach:

- 1) Kontynuacja badań z lat ubiegłych dotyczących oceny stanu zbiorników wodnych położonych w samym Krakowie i okolicy. W lecie 2012 r. przebadano 15 zbiorników lub ich kompleksów w Krakowie oraz gminach Liszki (powiat krakowski) i Niepołomice (powiat wielicki).
- 2) Ocena potencjału turystycznego wybranych terenów (gminy Liszki, rejonu Nowej Huty w Krakowie oraz Błoń Krakowskich i Parku im. dr Henryka Jordana w Krakowie), pod kątem zagospodarowania zgodnego z zasadą zrównoważonego rozwoju.
- 3) Wstępne badania herpetofauny wybranych rejonów gminy Liszki, pod kątem pozyskiwania informacji o stanie środowiska i jego potencjalnych zagrożeniach.

Zagadnienia te częściowo zazębiały się ze sobą. I tak np. opracowując zagadnienia dotyczące potencjału turystycznego obszarów, korzystałam z danych dotyczących zbiorników wodnych. W przypadku zbiorników badano ich parametry fizykochemiczne, które porównano z wynikami wcześniejszych obserwacji. Wyniki zestawiono w tab. 1.

Najwyższe wartości azotu ogólnego badanego metodą Kjeldahla (powyżej 3 mgN/l) stwierdzono w stawach w Woli Zabierzowskiej oraz przy ul. Zamkowej w Niepołomicach (3,360 mgN/l), w stawie koło klasztoru w Staniątkach (3,300 mgN/l) oraz w małym stawie w Ulesiu (2,248 mgN/l). Wszystkie te stawy to małe zbiorniki (poniżej 0,2 ha), płytkie, poddane silnej eutrofizacji. Najniższe wartości azotu metodą Kjeldahla stwierdzono w zbiorniku na Zakrzówku (1,196 mgN/l). Zbiornik ten jest stosunkowo duży (17 ha) i rzadko użytkowany (teren teoretycznie zamknięty). Wartość ta i tak jest stosunkowo duża – wg dawnej skali plasowałaby te wody, jako należące do III klasy czystości.

O stosunkowo znacznej zawartości zanieczyszczeń pośrednio świadczyć może też przewodność, która najwyższa była w zbiorniku Moczydło (1443  $\mu$ S/cm) oraz Zakrzówku



(1016  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ). W pierwszym przypadku może chodzić o zanieczyszczenia w postaci spływów z terenów rolniczych (łąki), w drugim zaś wysoka przewodność może być wynikiem naturalnej zawartości soli mineralnych, gdyż zbiornik wypełnia dawny kamieniołom wapienia. Hipotezy te wymagają jednak dalszej weryfikacji.

Oprócz analiz chemicznych podjęto próby oceny roli zbiorników wodnych, w kontekście potencjału turystycznego. Zrobiono to w kontekście gminy liszki (przedstawiony na Konferencji „Sustainable Development and Eco-innovation” poster: Leniv O., Patuła B., Suzuki K., Wagner A.: *Eco-Tourist Potential of The Community of Liszki, District of Krakow, Poland*. Istotną część badań stanowiły badania wód (tab. 2). Wykazano znaczący, wykorzystany jedynie częściowo potencjał Gminy związany z obszarami cennymi przyrodniczo. Na tej samej konferencji A. Wagner przedstawiła możliwości zagospodarowania części dzielnicy Nowa Huta (Wagner, Polish Journal of Environmental Studies), wraz z propozycją ścieżki dydaktycznej prowadzącej od Dworku Jana Matejki, poprzez zalew przy ul. Bulwarowej do użytku ekologicznego przy ul. Kaczeńcowej. Podjęto też problem utrzymania funkcji rekreacyjnej i przyrodniczej Błoni Krakowskich i Parku Jordana. Wyniki badań na ten temat zagrożeń zaprezentowano na konferencji „Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie” oraz opublikowano (Orlewicz-Musiał, Wagner 2012). Badając Gminę Liszki przyjrano się w sposób szczególny na sytuacji płązów. Stwierdzono, iż większość płązów preferowała małe zbiorniki wodne, które winny być objęte szczególną ochroną, a tymczasem często narażone są na zniszczenie. Wskazano na zagrożenia antropogeniczne herpetofauny w tym rejonie. Wyniki przedstawiono na XI Ogólnopolskiej Konferencji Herpetologicznej w Krakowie i opublikowano (Leniv, Patuła, Suzuki, Wagner A.).

**Tab. 1. Parametry fizykochemiczne wód z Krakowa i okolic**

Lp.	Wartość zalecana*	pH	Przewodność [ $\mu\text{S}/\text{cm}$ ]	Azot Kjeldahla [mg N/l]
		Kl. I i II 6,5-8,5 Kl. III 6,0-9,0 Kl. IV 5,5-9,0	Kl. I <500 Kl. II <1000 Kl. III <1500 Kl. IV <2000	Kl. I <0,5 Kl. II <1 Kl. III <2 Kl. IV <4
1.	Kraków – Zakrzówek	8,1	1016	1,196
2.	Kraków – Księcia Józefa	8,6	432	2,240
3.	Kraków – Bulwarowa	7,9	379	1,680
4.	Kraków – Kaczeńcowa	7,8	354	1,988
5.	Zakrzowiec	8,3	391	2,016
6.	Staniątki – staw koło Klasztoru	8,0	385	3,300
7.	Staniątki – staw przy ul. Wielickiej	7,7	334	2,252
8.	Niepołomice - Zamkowa	8,9	601	3,360
9.	Niepołomice - Moczydło	7,9	1443	2,856
10.	Niepołomice - Suszówka	7,4	556	2,520
11.	Ulesie – staw mały	7,1	344	3,248
	Ulesie – staw duży	7,1	335	2,016

Pomiar wykonany w Laboratorium Katedry Kształtowania i Ochrony Środowiska WGGiŚ AGH, pod kierunkiem p. inż. Marty Nowak-Bator. Analizy wykonała p. Maria Kowalska.

\*Wartości podane zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 11 lutego 2004 r. w sprawie klasyfikacji dla prezentowania stanu wód powierzchniowych i podziemnych, sposobu prowadzenia monitoringu oraz sposobu interpretacji wyników i prezentacji stanu tych wód. Dz. U. 2004 nr 32, poz. 284. Rozporządzenie to straciło moc, w nowych przepisach wartości tych nie ustala się w stosunku do wód, natomiast zasadne jest przedstawienie ww. wartości, jako zalecanych.

**Tab. 2. Analiza wód w wybranych zbiornikach gminy Liszki.**

	pH	Przewodność [μS/cm]	Twardość ogólna [°dH]	Twardość węglanowa [°dH]	O <sub>2</sub> [mg/l]	PO <sub>4</sub> [mg/l]	Fe [mg/l]	N Kj [mg/l]
Wartość zalecana	I i II 6,5-8,5* III 6,0-9,0* IV 5,5-9,0*	Kl. I <500* Kl. II <1000* Kl. III <1500* Kl. IV <2000* 150-800**	5-15**	5-10	4,0-8,0	<1,0	0,5	Kl. I <0,5* Kl. II <1* Kl. III <2* Kl. IV <4*
Kryspinów – część pd. - wsch.	7,5 <sup>##</sup>	393	11	5	8	ppw	> 1	1,68**
Kryspinów – plaża	8,5 <sup>##</sup>	296	10	6	8	0,1	0,1	1,68*
Kryspinów – plaża, głębokość 1,5 m	8,5 <sup>##</sup>	291	10	5	8	0,1	ppw	n.m.
Ściejowice – staw duży	8,6 <sup>##</sup>	411	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	1,196
Ściejowice – staw mały	9,0 <sup>##</sup> 8,6 <sup>#</sup> 7,9 <sup>#</sup>	384	30	4	n.m.	0,1	0,25	2,576
Ściejowice – kałuża okresowa	9,0 <sup>##</sup> 8,2 <sup>#</sup>	n.m.	20	4	n.m.	0,25	1,0	n.m.
Jeziorzany – rów melioracyjny	7,0 <sup>#</sup>	818	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.
Dolina Mnikowska - Potok	9,0 <sup>##</sup> 7,7 <sup>#</sup>	391	15	10	8	ppw	0,1	n.m.

Twardość oraz zawartości tlenu, fosforanów oraz żelaza zamierzono przy użyciu zestawu Sera® aqua-test.

n.m. – nie mierzono

ppw – poniżej poziomu wykrywalności

\*Wartości podane zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 11 lutego 2004 r. w sprawie klasyfikacji dla prezentowania stanu wód powierzchniowych i podziemnych, sposobu prowadzenia monitoringu oraz sposobu interpretacji wyników i prezentacji stanu tych wód. Dz. U. 2004 nr 32, poz. 284. Rozporządzenie to straciło moc, w nowych przepisach wartości tych nie ustala się w stosunku do wód, natomiast zasadne jest przedstawienie ww. wartości, jako zalecanych.

\*\* Wg Sera® aqua-test

<sup>#</sup> Mierzono w 2012 r. przy pomocy pH-metra

<sup>##</sup> Mierzono w 2012 r. przy pomocy zestawu Sera® aqua-test

### **Udział w Konferencjach naukowych związanych z przedstawianiem wyników Badań Statutowych w 2012 roku.**

- 1) Kraków, AGH, 6–8. 09. 2012 14<sup>th</sup> International Conference: Sustainable development and eco-innovation in relation to the United Nations earth summit focus on green economy. Organizatorzy: Uniwersytet Otwarty AGH, Zespół Biotechnologii Środowiskowej i Ekologii, KGFiTŚ, WGGiIŚ AGH, W. Goetel's School of Environmental Protection Engineering, we współpracy z World Academy of Arts and Science (WAAS). Udział:
  - a) **Jan W. DOBROWOLSKI** – **organizator** i Przewodniczący Konferencji, współautor materiałów konferencyjnych, autor i współautor kilku referatów i posterów
  - b) **Aleksandra WAGNER** – **współorganizator** i Sekretarz Konferencji, autorka 1 referatu i współautorka 2 posterów
  - c) **Barbara PATUŁA** - współautorka 1 posteru.
- 2) Kraków, Uniwersytet Pedagogiczny 25–26 września 2012. Ochrona Herpetofauny : XI Ogólnopolska Konferencja Herpetologiczna. Udział: **A. Wagner**, **B. Patuła**, wygłoszony

referat: Wstępne badania herpetofauny wybranych rejonów Gminy Liszki (autorzy: Leniv O., **Patuła B.**, Suzuki K., **Wagner A.**)

- 3) Toruń 11–12 października 2012 - VIII Konferencja Naukowo - Techniczna. Zieleń Miejska. Naturalne bogactwo miasta: zieleń a klimat społeczny miasta; Polskie Zrzeszenie Inżynierów i Techników Sanitarnych. Oddział Toruń, 2012. Udział: **Aleksandra Wagner**, referat: *Rola terenów zieleni w zrównoważonym rozwoju miasta na przykładzie Błoni Krakowskich i Parku im. Dr Henryka Jordana w Krakowie.* – autorzy: Małgorzata Orlewicz-Musiał, **Aleksandra Wagner**

## Załącznik 1a

### Wykaz publikacji opracowanych w ramach zadania 1:

Boroń A., Pastucha E., 2012: *Metoda opracowania ultrawysokorozdzielczych ortofotoplanów zabytkowych polichromii z wykorzystaniem zdjęć o różnej rozdzielczości*. Archiwum Fotogrametrii, Kartografii i Teledetekcji, vol.24, s: 53-62.

Drzewiecki W., Orzińska E., Pirowski T.: *Analizy przestrzenne jako wsparcie projektowania przebiegu infrastrukturalnych obiektów liniowych*. Roczniki Geomatyki, Tom X, Zeszyt 4 (54), 65-76.

Kohut P., Mikrut S., Pyka K., Tokarczyk R., Uhl T.: *Research on the Prototype of Rail Clearance Measurement System*. International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Volume XXXIX-B4, 2012, pp. 385-389.

Kolecki J., Kuras P. 2012. *Reliability of terrestrial image geo-referencing using GPS and MEMS inertial measurement unit*. European Calibration and Orientation Workshop - EuroCOW 2012, Castelldefels, Hiszpania.

Hejmanowska B., Kolecki J., Słota M. 2012. *Teksturowanie modeli obiektów inżynierskich o złożonej geometrii w opracowaniu danych z naziemnego skaningu laserowego*. Archiwum Fotogrametrii, Kartografii i Teledetekcji, vol.24, s: 145-154.

Marmol U. 2012. *Analiza algorytmów detekcji obiektów infrastruktury kolejowej na podstawie chmury punktów mobilnego skaningu laserowego*. Archiwum Fotogrametrii, Kartografii i Teledetekcji, vol.24, s: 193-203.

Mikrut S., Pyka K., Tokarczyk R. 2012. *Systemy do pomiaru skrajni kolejowej – przegląd i tendencje rozwojowe*. Archiwum Fotogrametrii, Kartografii i Teledetekcji, vol.23, s: 291-301 (publikacja ujęta błędnie w raporcie z 2011 roku).

Pastucha E., 2012: *The research on the influence of approximated principal distance on the accuracy of orthophotoplans out of historic polychrome (on flat and quasi-flat surface)*. Geomatics and Environmental Engineering 6/3 (2012), w druku

Pirowski T., Drzewiecki W.: *Mapa gęstości zaludnienia Krakowa - propozycja metodyki opracowania oraz przykładowe zastosowania*. Roczniki Geomatyki, Tom X, Zeszyt 3 (53), 95-106.

Pyka K. 2012. *Możliwości wykorzystania stereo-ortoobrazów w GIS*. Archiwum Fotogrametrii, Kartografii i Teledetekcji, vol.23, s: 347-354. (publikacja ujęta błędnie w raporcie z 2011 roku).

Pyka K., Rzepka A., Słota M., 2012. *Porównanie fotogrametrii i lotniczego skaningu laserowego jako źródeł danych do opracowania NMT dla celów projektowych*. Archiwum Fotogrametrii, Kartografii i Teledetekcji, vol.24, s: 285-295.

Pyka K., Słota M., Twardowski M., 2012. *Usage of stereo orthoimage In GIS: old koncept, modern solution*. Volume XXXIX-B4, pp. 379-383

Tokarczyk R., Kohut P., Kolecki J. 2012. Sensory wizyjne stosowane w systemach do pomiaru skrajni kolejowej i analiza metod ich doboru. *Archiwum Fotogrametrii, Kartografii i Teledetekcji*, vol.23, s: 429-441. (publikacja ujęta błędnie w raporcie z 2011 roku).

Tokarczyk R., Kohut P., Mikrut S., Kolecki J., *Przegląd metod teksturowania modeli 3D obiektów uzyskanych na drodze laserowego skanowania naziemnego i technik fotogrametrycznych*. *Archiwum Fotogrametrii, Kartografii i Teledetekcji*, vol.24, s: 333-347.

Twardowski M., Marmol U. 2012. *Wizualizacja i przetwarzanie chmury punktów lotniczego skaningu laserowego*. *Archiwum Fotogrametrii, Kartografii i Teledetekcji*, vol.23, s: 457-466. (publikacja ujęta błędnie w raporcie z 2011 roku).

Wróbel Al., Wróbel A., Kędziński M., 2012. *Termografia w pomiarach inwentaryzacyjnych kominów przemysłowych*, Cz. 1. *Inżynier Budownictwa: miesięcznik Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa* ; ISSN 1732-3428. — 2012 nr 2 s. 60–64.

Wróbel Al., Wróbel A., Kędziński M., 2012. *Termografia w pomiarach inwentaryzacyjnych kominów przemysłowych*, Cz. 2. *Inżynier Budownictwa: miesięcznik Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa* ; ISSN 1732-3428. — 2012 nr 3 s. 61–63.

## Załącznik 1b

### Wykaz publikacji opracowanych w ramach zadania 2:

1. Jan W. DOBROWOLSKI, Małgorzata ŚLIWKA, Robert Mazur: *Laser biotechnology for more efficient bioremediation, protection of aquatic ecosystems and reclamation of contaminated areas*. Journal of Chemical Technology and Biotechnology (Online) [Dokument elektroniczny]. — Czasopismo elektroniczne; 2012 vol. 87 iss. 9 spec iss.: Bioremediation s. 1354–1359, <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/jctb.3798/pdf> [2012-11-26]  
Publikacja zarejestrowana w bazie Web of Science, punktacja MNiSW (wg wykazu z 2010): 32,0; punktacja MNiSW (wg wykazu z 2012): 30,0; LF
2. Jan W. DOBROWOLSKI, Alicja Budak, Danuta Trojanowska, Monika Rymarczyk, Jan MACUDA: *Laser stimulation of Trichophyton mentagrophytes for the enhancement biodegradation of hydrocarbons*. Environmental Engineering and Management Journal; — 2012 vol. 11 no. 10 s. 1783–1788.  
Punktacja MNiSW (wg wykazu z 2012): 20, LF
3. Aleksandra WAGNER: *Management of the industrial area of Nowa Huta (Kraków, Poland), focus on water bodies*. Polish Journal of Environmental Studies; ISSN 1230-1485. — 2012 vol. 21 no. 5A s. 435–439.  
Punktacja MNiSW, wg wykazu z 2010: 13,0; wg wykazu z 2012: 15,0; LF
4. Małgorzata Orlewicz-Musiał, Aleksandra WAGNER: *Rola terenów zieleni w zrównoważonym rozwoju miasta na przykładzie Błóń Krakowskich i Parku im. Dr Henryka Jordana w Krakowie*. W: *Zieleń a klimat społeczny miasta / red. nauk. Marek Kosmala*. — Toruń : Polskie Zrzeszenie Inżynierów i Techników Sanitarnych. Oddział, 2012. — ISBN 978-83-931293-8-6. — Monografia powstała na bazie artykułów nadesłanych na VIII Konferencję Naukowo-Techniczną „Zieleń miejska – naturalne bogactwo miasta: zieleń a klimat społeczny miasta” : Toruń 11–12 października 2012. — S. 147–158.
5. Jan W. DOBROWOLSKI: *Bionanotechnologia, ekotoksykologia i biotechnologia środowiskowa a stabilna gospodarka oparta na ekoinnowacjach*. W: *X seminarium „Ochrona Środowiska” : Nanotechnologie w ochronie środowiska, Innowacyjne technologie polskich naukowców : Kraków, 23 listopada 2012 / Fundacja Swingtherm im. dr nauk technicznych Jerzego Wojciechowskiego*. — S. 55–60.
6. Aleksandra WAGNER, Jan w. DOBROWOLSKI, Małgorzata Śliwka (eds.) *Sustainable development and eco-innovation in relation to the United Nations earth summit focus on green economy: proceedings of 14th international conference : 6–8th September 2012 Kraków, Poland*; AGH-UST Open University, Team of Environmental Biotechnology and Ecology, KGFiTŚ, WGGiIŚ AGH, W. Goetel's School of Environmental Protection Engineering in cooperation with the World Academy of Arts and Science (WAAS). — Kraków, 2012. — 140 s.
7. Jan W. DOBROWOLSKI: *Introduction by the conference chairman*. W: *Sustainable development and eco-innovation in relation to the United Nations earth summit focus on green economy: proceedings of 14th international conference: 6–8th Sept. 2012 Kraków, Poland / eds. Aleksandra Wagner, Jan W. Dobrowolski, Małgorzata Śliwka*; AGH-UST Open University, Team of Environmental Biotechnology and Ecology,

KGFiTŚ, WGGiŚ AGH, W. Goetel's School of Environmental Protection Engineering in cooperation with the World Academy of Arts and Science (WAAS). Kraków 2012. — S. 5–13

8. Krystyna Górecka, Jan W. DOBROWOLSKI: *Modern methods of in vitro culture in vegetable production*. W: Sustainable development and eco-innovation in relation to the United Nations earth summit focus on green economy: proceedings of 14th international conference : 6–8th September 2012 Kraków, Poland / eds. Aleksandra Wagner, Jan W. Dobrowolski, Małgorzata Śliwka ; AGH-UST Open University, Team of Environmental Biotechnology and Ecology, KGFiTŚ, WGGiŚ AGH, W. Goetel's School of Environmental Protection Engineering in cooperation with the World Academy of Arts and Science (WAAS). — Kraków : s.\,n., 2012. — S. 42
9. J.W. DOBROWOLSKI, M. Zabochnicka-Świątek: *The application of laser biostimulation on the growth of Chlorella vulgaris*. W: Sustainable development and eco-innovation in relation to the United Nations earth summit focus on green economy : proceedings of 14th international conference : 6–8th September 2012 Kraków, Poland / eds. Aleksandra Wagner, Jan W. Dobrowolski, Małgorzata Śliwka ; AGH-UST Open University, Team of Environmental Biotechnology and Ecology, KGFiTŚ, WGGiŚ AGH, W. Goetel's School of Environmental Protection Engineering in cooperation with the World Academy of Arts and Science (WAAS). — Kraków, 2012 — S. 114
10. Jan W. DOBROWOLSKI, Aleksandra WAGNER: *Research and didactic activities of the laboratory of laser biostimulation and bioenergy of the independent team of environmental biotechnology and ecology, KGFITS, WGGIIS, AGH*. W: Sustainable development and eco-innovation in relation to the United Nations earth summit focus on green economy: proceedings of 14th international conference: 6–8th September 2012 Kraków, Poland / eds. Aleksandra Wagner, Jan W. Dobrowolski, Małgorzata Śliwka; AGH-UST Open University, Team of Environmental Biotechnology and Ecology, KGFiTŚ, WGGiŚ AGH, W. Goetel's School of Environmental Protection Engineering in cooperation with the World Academy of Arts and Science (WAAS). — Kraków 2012. — S. 121–123
11. Tomaszewski Ryszard, Jan W. DOBROWOLSKI: *Good experiences and perspectives of eco-friendly and pro-health applications of the modern beekeeping system Apipol for sustainable development in Poland and in the world*. W: Sustainable development and eco-innovation in relation to the United Nations earth summit focus on green economy: proceedings of 14th international conference : 6–8th September 2012 Kraków, Poland / eds. Aleksandra Wagner, Jan W. Dobrowolski, Małgorzata Śliwka; AGH-UST Open University, Team of Environmental Biotechnology and Ecology, KGFiTŚ, WGGiŚ AGH, W. Goetel's School of Environmental Protection Engineering in cooperation with the World Academy of Arts and Science (WAAS). Kraków: 2012. S. 107–108
12. Aleksandra WAGNER: *The management of the industrial area of Nowa Huta (Kraków, Poland), focus on water bodies*. W: Sustainable development and eco-innovation in relation to the United Nations earth summit focus on green economy : proceedings of 14th international conference : 6–8th September 2012 Kraków, Poland / eds. Aleksandra Wagner, Jan W. Dobrowolski, Małgorzata Śliwka; AGH-UST Open University, Team of Environmental Biotechnology and Ecology, KGFiTŚ, WGGiŚ AGH, W. Goetel's School of Environmental Protection Engineering in

cooperation with the World Academy of Arts and Science (WAAS). — Kraków, 2012 — S. 110

13. Leniv O., PATUŁA B., Suzuki K., WAGNER A.: *Eco-Tourist Potential of the Community of Liszki, District of Krakow, Poland*. W: Sustainable development and eco-innovation in relation to the United Nations earth summit focus on green economy : proceedings of 14th international conference : 6–8th September 2012 Kraków, Poland / eds. Aleksandra Wagner, Jan W. Dobrowolski, Małgorzata Śliwka; AGH-UST Open University, Team of Environmental Biotechnology and Ecology, KGFiTŚ, WGGiŚ AGH, W. Goetel's School of Environmental Protection Engineering in cooperation with the World Academy of Arts and Science (WAAS). — Kraków, 2012 — S. 60-61.
14. Leniv O., PATUŁA B., Suzuki K., WAGNER A. *Wstępne badania herpetofauny wybranych rejonów gminy Liszki — Preliminary studies on herpetofauna of the selected regions in the Community of Liszki*. W: Biologia płazów i gadów – ochrona herpetofauny : XI Ogólnopolska konferencja herpetologiczna : Kraków 25–26 września 2012, red. Władysław Zamachowski ; Uniwersytet Pedagogiczny im. Komisji Edukacji Narodowej w Krakowie. Instytut Biologii. Zakład Zoologii Kręgowców i Biologii Człowieka. Kraków: Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Pedagogicznego, 2012 - S. 61–64.



## **Załącznik 2a – publikacje z zadania 1**

## **Załącznik 2b – publikacje z zadania 2**