

MAGAZYN GEOINFORMACYJNY

GEODETA

WRZESIEŃ 2022

NR 9 (328) ISSN 1234-5202 NR INDEKSU 339059
CENA 42,14 Zł (w tym 8% VAT)



LECIMY Z FOTOGRAMETRIĄ I TELEDETEKCJĄ

Symposium PTFiT wraca do Krakowa po 11 latach

- ▶ Debata o wyzwaniach stojących przed krajową geoinformacją s. 12
- ▶ Testujemy mobilny skaner laserowy Zeb Horizon marki GeoSLAM s. 35
- ▶ Z lądu i morza: geodezyjna obsługa przekopu Mierzei Wiślanej s. 40

Nudno na pewno nie będzie

Dr hab. inż. Sławomir Mikrut, prof. AGH, z Wydziału Geodezji Górniczej i Inżynierii Środowiska zaprasza na XXII Sympozjum PTFiT w Krakowie

GEODETA: AGH po dłuższej przerwie znów współorganizuje sympozjum fotogrametryczne. Jak do tego doszło?

SŁAWOMIR MIKRUT: Postanowiliśmy połączyć dwie imprezy, tj. cykliczne sympozjum Polskiego Towarzystwa Fotogrametrii i Teledetekcji oraz jubileusz 70-lecia Katedry Fotogrametrii, Teledetekcji Środowiska i Inżynierii Przestrzennej WGGiŚ AGH. Dzięki uprzejmości PTFiT pod przewodnictwem profesor Aleksandry Bujakiewicz oraz Stowarzyszenia Geodetów Polskich, a także kolegów z Olsztyna, którzy pierwotnie mieli organizować to spotkanie, udało nam się porozumieć i zaplanować wspólne wydarzenie. Chcieliśmy w ten sposób podkreślić wkład naszej Katedry w rozwój fotogrametrii i teledetekcji w Polsce, zwłaszcza że w ostatnim czasie w AGH mocno stawiamy na te dziedziny nauki (rozwijamy m.in. drony, budujemy własnego mikrosatelitę czy uruchamiamy nowe startupy).

Jak to chcecie zorganizować?

Zdajemy sobie sprawę, że nie wszyscy muszą być zainteresowani naszym jubileuszem, więc te uroczystości planujemy do południa pierwszego dnia, tj. w poniedziałek 26 września. Będzie trochę wspomnień, wystąpienia naszych absolwentów czy bliskich współpracowników. W programie mamy również odsłonięcie pamiątkowej tablicy poświęconej naszemu niedawno zmarłemu profesorowi Zbigniewowi Sitkowi.

Właściwe sympozjum rozpoczniemy po południu tradycyjnie prezentacjami znakomitych gości zagranicznych. Pokażemy również plany rozwoju teledetekcji w AGH. Dyrektor nowo powstałego Centrum Technologii Kosmicznych prof. Tadeusz Uhl przedstawi koncepcję budowy AGH-owskiego satelity.

Oba wydarzenia zepnie wieczorna uroczysta kolacja wspólna dla uczestników jubileuszu i sympozjum. Mamy nadzieję, że będzie to dobry czas zarówno na wspomnienia, jak i budowanie nowych relacji, które będą owocować nowymi pomysłami

mi na wspólne publikacje czy projekty badawcze. Bo przecież sympozja to nie tylko podsumowania i prezentacje wyników badań. Poprzednie sympozjum fotogrametryczne odbyło się w 2018 roku w Koszalinie. Pandemia, niestety, wymusiła długą przerwę i jesteśmy spragnieni wymiany poglądów naukowych „na żywo”. Chyba wszyscy mamy już dość teamsów.

Jak wyglądają sympozja PTFiT?

Przed wszystkim to lata tradycji. Można powiedzieć, że przypominają największe tego typu imprezy na świecie, jak Kongres ISPRS, FIG czy Photogrammetric Week w Stuttgarcie, ale oczywiście w znacznie skromniejszym krajowym wydaniu. Dbamy również o to, aby zawsze były akcenty międzynarodowe, dlatego zapraszani są również goście zagraniczni z tzw. referatami zamawianymi. Nie inaczej jest w tym roku – mamy trójkę znakomitych profesorów z Niemiec i Włoch. Kraków był już współorganizatorem takich imprez. Jednak ostatnio miało to miejsce w czerwcu 2011 r. w ramach

Jak edukować skutecznie?



Fot. Happy & Reach

Prof. Beata Hejmanowska, kierownik Katedry Fotogrametrii, Teledetekcji Środowiska i Inżynierii Przestrzennej AGH, mówi o przełomie w teledetekcji

GEODETA: Jak rozpoczęła się pani przygoda z teledetekcją?

BEATA HEJMANOWSKA: Mój dziadek Piotr Konik był mierniczym przysięgłym jeszcze przed II wojną światową. Początek jego przygody z geodezją ma ślad w postaci certyfikatu Państwowej Szkoły Mierniczej we Lwowie z roku 1927. Właściwie więc już jako małe dziecko miałam do czynienia z deską kreślarską, arytmetrem oraz ogromną liczbą cyferek, które mnie przerażały. Powiem szczerze, że nie bardzo widziałam siebie i te rzędy cyferek. Ale mimo to, kiedy doszło do wyboru kierunku studiów, zdecydowałam się na geodezję. Niewątpliwie czynnikiem

zachęcającym była perspektywa wypraw BARI, które w tamtym czasie niosły powiew wolności. Ostatecznie nigdy na żadną nie pojechałam, może z powodu społecznej postawy i braku chęci do pracy grupowej. Przygoda się jednak zaczęła, wprawdzie nie z geodezją, jaką uprawiał mój dziadek, ale jednak z geodezją.

A ściślej mówiąc z teledetekcją, która ostatnio kwitnie.

Przez wiele lat teledetekcja była traktowana po macoszemu nawet przez fotogrametrów, chociaż właściwie i teledetekcja, i fotogrametria „jechały na tym samym wózku”. Wynikało to z trudności w pozyskiwaniu zdjęć, ale także z ogra-

„7th Symposium on Mobile Mapping Technology” [GEODETA 7/2011 – red.].

Sympozja PTFIT to od pewnego czasu wydarzenia cykliczne – spotykaliśmy się co dwa lata. Cieszymy się, że spotkania te są okazją do wymiany doświadczeń i poznawania nowych technologii nie tylko z zakresu fotogrametrii i teledetekcji, ale też geoinformacji. Właśnie wprowadzenie geoinformacji do naszych sympozjów spowodowało, że spotkania początkowo tylko fotogrametrów z roku na rok powiększają się o coraz liczniejsze grono uczestników. Dlatego mamy nadzieję, że obecne sympozjum będzie największe z dotychczasowych. Jeśli uda nam się z frekwencją, jest szansa na powrót do dobrych tradycji i zapomnianych „Jesiennych spotkań z GIS”. Rozmawiałem już z kilkoma firmami, m.in. z synem organizatora tamtych wydarzeń Adamem Wiśniewskim z AI Clearing i mamy chęć przywrócenia tych spotkań.

Uważamy, że brakuje nam interdyscyplinarnych konferencji. Geodezja musi wyjść z „geodezji”, tak jak np. ma to miejsce w BIM-ie.

Co szczególnie powinno zachęcić do udziału w sympozjum?

O referatach z podanych wcześniej zakresów nie muszę chyba wspominać, bo skład Komitetu Naukowego gwarantuje dobór prelegentów na najwyższym poziomie. Staramy się też zapewnić publikację wygłoszonych referatów w dobrych

czasopismach. Oprócz tradycyjnych krajowych, jak „Archiwum Fotogrametrii, Kartografii i Teledetekcji”, będzie można publikować w AGH-owskim czasopiśmie „Geomatics and Environmental Engineering”. Udało nam się również zorganizować możliwość publikacji w najpopularniejszym ostatnio wydawnictwie MDPI [wydawca czasopism naukowych o otwartym dostępie, obecnie publikuje ponad 200 czasopism o szerokim zasięgu – red.] ze zniżką 30%. Przy wykonaniu kilku recenzji pozwala to praktycznie na publikowanie w czasopiśmie typu *open access* bezkosztowo.

Tym, co wyróżnia nasze sympozjum jest to, że chcemy więcej wspólnie rozmawiać i wymieniać poglądy, głównie poprzez organizację paneli dyskusyjnych, ciekawych warsztatów i zostawić trochę swobody na rozmowy przy stoiskach naszych wystawców. Tradycyjnie w Krakowie zadbamy też o stronę kulturalną i umożliwimy zwiedzanie Wawelu (w tym Skarbcza Królewskiego w nowej odsłonie) czy Kopalni Soli w Wieliczce. Ale chyba największą niespodzianką będzie możliwość lotu nad Krakowem samolotem fotogrametrycznym! Wśród uczestników sympozjum zorganizujemy losowanie i szczęściarze polecą nad miastem na pokładzie maszyny z floty naszego głównego sponsora MGGP Aero. W planie mamy również kolację na barcach na Wiśle zakończoną tradycyjnym



Fot. Hoppy & Beach

piwem na Rynku Głównym. Gwarantujemy, że uczestnicy naszego Sympozjum nie będą się nudzić ani pod względem naukowym, ani kulturalnym. A dlaczego warto być na sympozjach fotogrametrycznych, wyjaśniłem w sierpniowym GEODECIE. Zachęcam do uczestnictwa i zapraszam serdecznie!

Szczegóły dotyczące Sympozjum: <http://sympozjum.fotogrametria.agh.edu.pl>

niczonoj dostępności urządzeń do przetwarzania. W związku z tym fotogrametria była elitarna, a teledetekcja niszowa, o ile w ogóle była. W teledetekcji zawsze występował problem z rejestracją obrazów, szczególnie w naszym klimacie, oraz z ich słabą rozdzielczością przestrzenną. Sytuacja zmieniła się diametralnie w 2014 r., kiedy na orbicie został umieszczony satelita Sentinel-1, rozpoczynając szerszy program ESA Copernicus, w którym obrazy oraz oprogramowanie do ich przetwarzania stały się darmowe i znacząco wzrosła częstotliwość rejestracji. Uruchomiło to lawinę działań zmierzających do wykorzystania kolejno pojawiających się obrazów teledetekcyjnych rejestrowanych różnymi technikami i w różnych zakresach spektralnych. Trudno nawet wymienić dziedziny, w których wykorzystuje się teledetekcję bazującą na obrazach satelitarnych. Równolegle rozwijane są technologie z niższych pułapów, lotnicze i dronowe, więc coraz łatwiej dostępne są dane teledetekcyjne: pasywne (z zakresów optycznych, mikrofalowych, termalnych) czy aktywne (radarowe, lidarowe).

A wisienką na torcie są obrazy hiperspektralne.

Mogą one obejmować bardzo szeroki zakres promieniowania optycznego VNIR (światło widzialne i bliska podczerwień), SWIR (podczerwień krótkofalowa), a także termalnego czy mikrofalowego. Ogromna liczba kanałów jest dla mnie trochę przerażająca (jak wspomniana liczba cyferek). Powoduje ona, że obrazy są bardzo „ciężkie” i trudne do przetwarzania, wymagają wyjątkowo wysokich mocy obliczeniowych. A popularne, ogólnodostępne rozwiązania chmurowe nie dość, że są drogie, to w większości przypadków niewystarczające. Ze względu na wysoką częstotliwość próbkowania spektrum fal elektromagnetycznych metodyka przetwarzania obrazów hiperspektralnych znajduje się na pograniczu podejścia wykorzystywanego tradycyjnie w spektrometrii chemicznej. Trudność przetwarzania danych hiperspektralnych nie powinna być jednak przeszkodą w ich stosowaniu, ponieważ niosą one olbrzymią ilość informacji (w tym tak pożądaną ilościową). Należy zachęcać do badań w tym zakresie, szczególnie że istnieje wiele obszarów,

w których obrazy hiperspektralne mogą być wykorzystywane, nawet jeśli są one jeszcze dla nas nieznanne.

Podsumowując, obecnie nie możemy narzekać na brak danych teledetekcyjnych. Identyfikujemy jednak dwa problemy: niewystarczającą powszechną świadomość możliwości, jakie daje teledetekcja, i zbyt małą liczbę specjalistów umiających przetwarzać tego rodzaju dane.

Jak temu zaradzić?

Oczywiście nie można powiedzieć, że w tej dziedzinie nic się nie dzieje. Przeciwnie, prowadzone są różnorodne działania, choćby opisane w dostępnym na stronie POLSA podręczniku „Dane satelitarne dla administracji publicznej” opracowanym pod moją redakcją naukową. Brak natomiast działań umożliwiających indywidualny rozwój. A jest to sprawa, która leży mi na sercu, bo, jak wiadomo, jestem aspołeczna itd. Ale mówiąc poważnie, podjęliśmy próbę przygotowania krótkich kursów w zakresie teledetekcji w ramach „Akademii fotogrametrii, teledetekcji i geoinformacji” (https://home.agh.edu.pl/~galia/short_courses.html).

Wyjątkowa jest sama idea krótkich kursów. Nie są to studia podyplomowe, ale mamy plan, żeby można było z nich złożyć studia podyplomowe, a może nawet studia magisterskie. Ponadto są one tak pomyślane, żeby uzupełniały wiedzę na uprawnienia geodezyjne z zakresu 7 (fotogrametria i teledetekcja). Główną zaletą tych kursów (5 spotkań) jest krótki czas, który trzeba poświęcić każdemu z nich, oraz ich modułowość. Można wybrać tylko jeden kurs i na nim poprzestać lub w przyszłości zdecydować się na następny i ewentualnie kolejny, a ostatecznie zebrać je w całość jako studia podyplomowe czy magisterskie.

Wydaje się, że obecnie ludzie nie mają na studiowanie tyle czasu co dawniej i chcą szybko zdobyć jakąś wiedzę, najlepiej również praktyczną, a dopiero później zdecydować, co dalej. W związku z tym chcieliśmy z naszą inicjatywą wyjść naprzeciw temu zapotrzebowaniu.

A inne wasze działania?

Idea krótkich kursów wpisuje się w pomysł utworzenia centrum doskonałości Przetwarzania Danych Geoprzestrzennych (PDG). W ramach projektu AGH IDUB (Integracja danych teledetekcyjnych na potrzeby kontroli w systemie dopłat bezpośrednich do rolnictwa IACS) prowadzimy prace w kierunku stworzenia takiego centrum. Na razie, ze względów organizacyjnych, powstało Wydziałowe Laboratorium Danych Teledetekcyjnych (<https://home.agh.edu.pl/~galia/WLDT.html>).

Nie chcemy iść „szerokim frontem”, ale małymi kroczkami, czyli zamierzamy udostępnić platformę do prac związanych z badaniami w zakresie przetwarzania obrazów teledetekcyjnych, chcemy udostępniać dane, kody programów, prowadzić dyskusje, badania naukowe, organizować hackathony itp. Naszym marzeniem jest utworzenie nowego kierunku kształcenia w języku angielskim o roboczej nazwie *Remote sensing and creative technology*, który odzwierciedlałby trendy kształcenia w zakresie teledetekcji w takich jednostkach, jak University of Twente czy Wageningen University.

Staraliśmy się ponadto, by na naszym wrześniowym sympozjum PTFiT oprócz możliwości wysłuchania ciekawych referatów krajowych i zagranicznych zapewnić uczestnikom udział w darmowych warsztatach, które będą zwiastunem tych krótkich kursów.

Na zakończenie chcę podkreślić, że nasze obecne przedsięwzięcia są naturalną kontynuacją działalności w zakresie teledetekcji, jaką zapoczątkował prof. Zbigniew Sitek, który niestety odszedł w tym roku. ■

Wykorzystanie technologii teledetekcyjnych na obszarach kopalni

Wyrafinowane

Obróbka danych hiperspektralnych jest skomplikowana i wymaga specjalnych maszyn i programów. Ale to, co przy użyciu metod uczenia maszynowego można uzyskać z takich analiz, jeszcze nie raz nas zaskoczy.

Sławomir Mikrut,
Ewa Głowienka,
Michał Szadziul

Łubelski Węgiel „BOGDANKA” jest jedną z najlepiej zarządzanych kopalni w Polsce. Może więc sobie pozwolić na stosowanie najnowszych osiągnięć technologicznych do rozwiązywania problemów dotyczących swojej działalności. Kopalnia jako przedsiębiorca odpowiada za ujawniające się skutki eksploatacji górniczej i przeciwdziała im, stosując działania naprawcze lub wykonując monitoring danego zjawiska. Jednym z takich problemów jest monitorowanie składu skały płonnej. Do tej pory obserwacje były wykonywane punktowo, co może w pewien sposób zaburzyć obraz zjawiska. Znakiem sposobem, aby podnieść wiarygodność oraz spojrzeć na monitoring całościowo, jest wykorzystanie metod teledetekcyjnych.

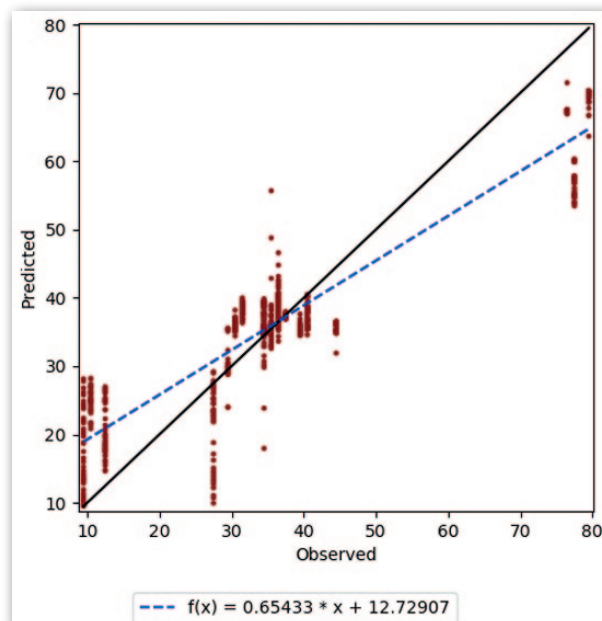
Długoletnia współpraca LW „BOGDANKA” z Akademią Górniczo-Hutniczą w Krakowie oraz firmą GlobalTechHab zaowocowała pomysłem na realizację kolejnego wspólnego projektu bazującego na najnowszych osiągnię-

ciach w teledetekcji, tj. wykorzystaniu sensorów hiperspektralnych. W ramach prac sprawdzono możliwości zastosowania danych hiperspektralnych do analizy przestrzennego zróżnicowania zawartości minerałów w skale płonnej.

• Dane wielospektralne a hiperspektralne

W dotychczasowych opracowaniach teledetekcyjnych dominowały sensory wielospektralne. Pozwalały one na pozyskiwanie danych w zakresie od 4 do 20 kanałów spektralnych. Od kilku lat technologia pozwala na rejestrację dużo większej liczby kanałów (100–500).

Między technologią multispektralną a hiperspektralną jest olbrzymia różnica



Ryc. 1. Poziom dopasowania wartości predykcji $R^2 = 0,817$ do wartości obserwowanych dla zawartości kwarcu [%]

Lubelski Węgiel „BOGDANKA”

analizy z powietrza

ca jakościowa i ilościowa na korzyść tej drugiej. W określonych przypadkach analiza hiperspektralna z powodzeniem może stanowić uzupełnienie wcześniej przeprowadzonych analiz multispektralnych. Hiperspektralna technologia obrazowania zawiera ogromny ładunek informacji w sensie spektralnym i przestrzennym, oferując nietypową zdolność wykrywania, identyfikacji i przetwarzania obrazu dla różnego typu obiektów.

• Zbieranie i przetwarzanie danych

W ramach realizowanego projektu pozyskano obrazy hiperspektralne oraz opracowano dane dla wybranych obiektów. Dokonano również pomiarów referencyjnych, aby pozyskać dane do kalibracji a także do celów kontrolnych.

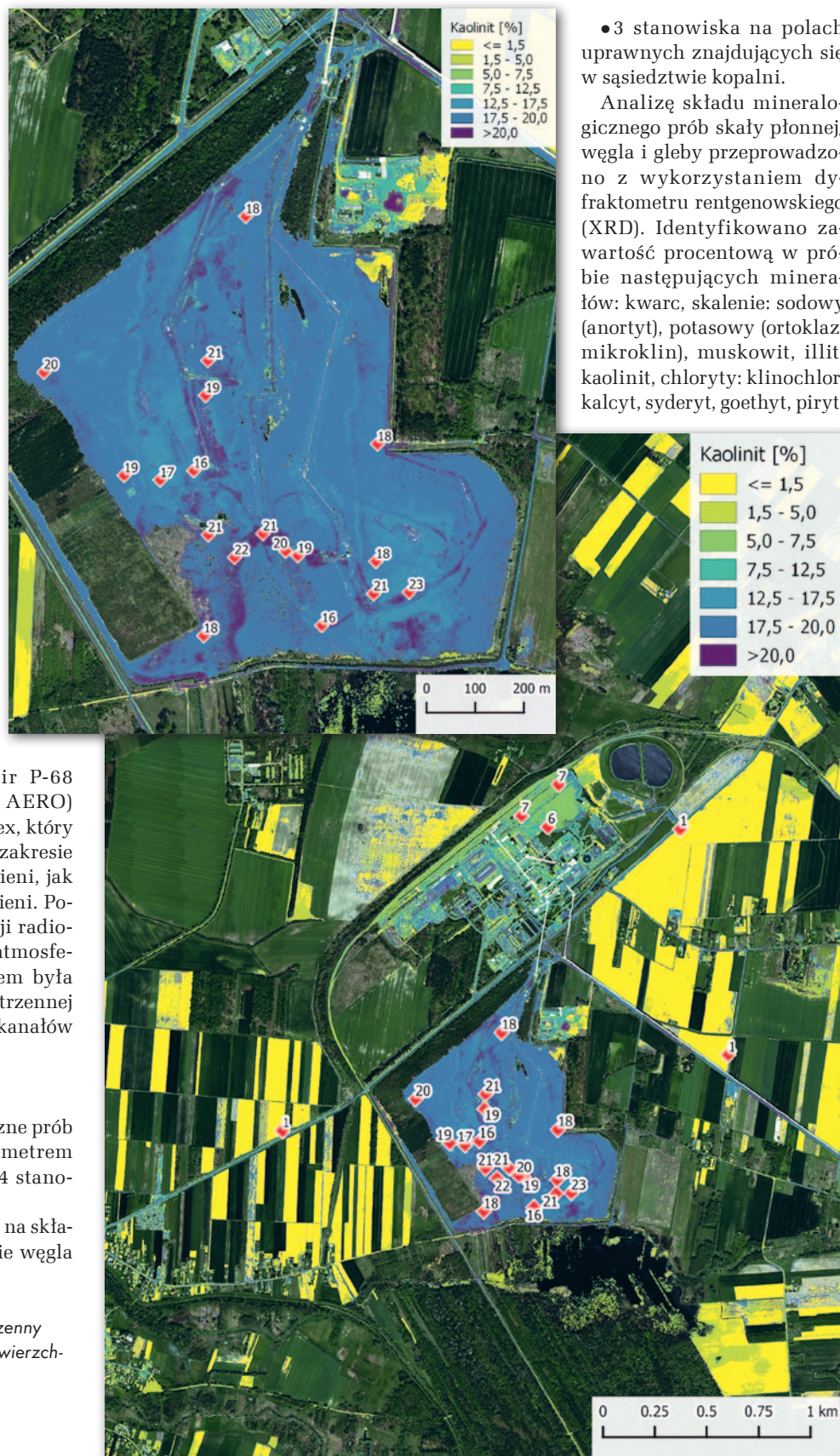
Naloty wykonano na wysokości 810–830 m n.p.m. z samolotu Vulcanair P-68 Observer 2 (firmy MGGP AERO) z zastosowaniem sensora HySpex, który zarejestrował dane zarówno w zakresie widzialnym, bliskiej podczerwieni, jak i w zakresie średniej podczerwieni. Pozyskane dane poddano korekcji radiometrycznej, geometrycznej i atmosferycznej, a finalnym produktem była mozaika o rozdzielczości przestrzennej 0,5 m, która składała się z 430 kanałów spektralnych.

• Pomiary referencyjne

Pomiary spektrometryczne próbki gleby wykonano spektrometrem ASD FieldSpec 4 łącznie na 24 stanowiskach:

- 21 stanowisk znajdowało się na składowisku skały płonnej i hałdzie węgla na terenie kopalni,

Ryc. 2. Mapa prezentująca przestrzenny rozkład kaolinitu występującego w wierzchniej warstwie gleby



- 3 stanowiska na polach uprawnych znajdujących się w sąsiedztwie kopalni.

Analizę składu mineralogicznego prób skały płonnej/węgla i gleby przeprowadzono z wykorzystaniem dyfraktometru rentgenowskiego (XRD). Identyfikowano zawartość procentową w próbie następujących minerałów: kwarc, skalenie: sodowy (anortyt), potasowy (ortoklaz, mikroklin), muskowit, illit, kaolinit, chloryty: klinochlor, kalcyt, syderyt, goethyt, piryty,

LECIMY Z FOTOGRAMETRIA I TELEDETEKCJA NA XXII SYMPOZJUM PTFIT W KRAKOWIE

jarosyt, struktury mieszanopakietowe, illit-smektyt, substancja amorficzna.

● Opracowanie wyników analiz

Do przeprowadzenia analiz, których celem było opracowanie map pokazujących ekstrapolowaną wartość zmierzonych punktowo parametrów wybrano metodę regresji. Należało zamodelować związek pomiędzy wartościami pomierzonych w terenie parametrów oraz wartościami występującymi w tych lokalizacjach na danych lotniczych. Wynikiem analiz były mapy opracowane dla 5 parametrów pomiarowych. Mapy utworzono z modeli, których dokładność zmierzona metodą 10-krotnej krosvalidacji wyniosła $R^2 > 0,6$. Każdy model został podany ocenie metodą 10-krotnej krosvalidacji. Na rys. 1 przedstawiono wykres dla kwarcu.

Przykładowe mapy prezentujące rozkład przestrzenny wybranych badanych pierwiastków/minerałów przedstawiono na rys. 2 i 3.

● Wnioski z badań

Lotnicze dane hiperspektralne oraz metody uczenia maszynowego pozwalają analizować zawartość minerałów w skale płonnej. Szczegółowość, zakres oraz dokładność analizy zależna jest od takich czynników, jak:

- **rodzaj zastosowanego sensora** (zakres spektralny, rozdzielczość spektralna) – istotny jest zakres SWIR, który zwiększa możliwości identyfikacji minerałów względem zakresu VNIR;

- **pomiary referencyjne** (odpowiednia liczba oraz rozmieszczenie pomiarów referencyjnych) – wykonane w ramach opisywanych prac pomiary w liczbie 24 na hałdzie są wystarczające do przeprowadzenia analiz, jednak zwiększenie tej liczby, a w szczególności zapewnienie większego zróżnicowania badanych parametrów w próbce, może pozwolić osiągnąć dokładniejsze modele, a także bardziej wiarygodną ocenę dokładności;

- **metody przygotowania danych teledektacyjnych do analizy** – redukcja wymiarowości oraz ekstrakcja cech;

Ryc. 3. Mapa prezentująca przestrzenny rozkład kwarcu występującego w wierzchniej warstwie gleby

● **metody analizy** – poza zastosowaną metodą regresji rekomenduje się wypróbowanie również metod z zakresu *spectral unmixing* wykorzystywanych nau-

kowo w teledektacji hiperspektralnej w geologii.

Podsumowując, w badaniu sprawdzono i potwierdzono możliwość zastosowania danych hiperspektralnych do analizy przestrzennego zróżnicowania zawartości minerałów w skale płonnej. Uzyskiwane dokładności analiz pozwalają na praktyczne wykorzystanie wyników w monitoringu hałdy.

dr hab. Sławomir Mikrut, prof AGH
dr Ewa Głowienka
obydwie z Wydziału Geodezji
Górnictwej i Inżynierii Środowiska
Akademii Górniczo-Hutniczej
Michał Szadziul
Lubelski Węgiel „BOGDANKA”

W badaniach wziął udział zespół Działu B+R firmy MGGP Aero z Tarnowa, który realizował prace pod kierunkiem dr. hab. Dominika Kopcia

