

II KONGRES GEOINFORMACYJNY

KSIĘGA STRESZCZEŃ REFERATÓW

Zielona Góra, 23-34 październik 2025 r.

Czwartek 23 października 2025

SESJA OTWIERAJĄCA

1. Polska kartografia w Internecie w perspektywie 25 lat Stowarzyszenia Kartografów Polskich - **Paweł Kowalski (Politechnika Warszawska), Joanna Bac-Bronowicz (Politechnika Wrocławska)**
2. 95-lecie Polskiego Towarzystwa Fotogrametrii i Teledetekcji - **Krzysztof Bakuła (Politechnika Warszawska)**

10:15 – 11:45 SESJA REFERATOWA I – SALA A

Temat: Opracowanie danych fotogrametrycznych – aspekty metodyczne. Kalibracja systemów obrazowania.

Prowadzący sesję: Zdzisław Kurczyński

1. Koncepcja metrologicznej walidacji aktywnych sensorów pomiarowych - **Jakub Markiewicz, Sławomir Łapiński, Michał Kowalczyk, Mariusz Wiśniewski (Politechnika Warszawska)**
2. Wykorzystanie pomiaru położenia kamery technologią GNSS RTK w fotogrametrii bliskiego zasięgu - **Wojciech Ostrowski, Przemysław Banat, Adam Kostrzewa (Politechnika Warszawska)**
3. Wykorzystanie informacji o intensywności odbicia skanera laserowego na BSP w procesie kalibracji radiometrycznej obrazów wielospektralnych - **Przemysław Banat, Krzysztof Bakuła (Politechnika Warszawska)**
4. Analiza możliwości pomiarowych lotniczych danych hybrydowych pozyskanych sensorem Leica CityMapper2 - **Anna Michałek (Politechnika Świętokrzyska)**

5. Przegląd metod cyfrowego maskowania obiektów w celu poprawy dokładności ekstrakcji dróg na obrazach z niskiego pułapu - **Aleksandra Sekrecka, Kinga Karwowska (Wojskowa Akademia Techniczna im. Jarosława Dąbrowskiego w Warszawie)**

10:15 – 11:45 SESJA REFERATOWA I – **SALA B**

Temat: **Dynamika zmian środowiska**

Prowadzący sesję: **Jacek Łubczonek**

1. Gminne standardy dostępności infrastruktury społecznej określone w ustawie o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym, a stan istniejący w wybranych gminach - **Elżbieta Lewandowicz (Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie)**
2. Wykrywanie zanieczyszczeń antropogenicznych w obszarach płytkowodnych za pomocą YOLO i syntetycznych danych obrazowych - **Daniel Klukowski, Jacek Łubczonek (Politechnika Morska w Szczecinie)**
3. Szacowanie potencjału siedliskowego hałdy pogórnicej Sośnica z wykorzystaniem danych optycznych i LiDAR - **Natalia Jasiak, Jakub Ceglarek, Jan Piekarczyk (Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu), Gabriela Woźniak (Uniwersytet Śląski w Katowicach)**
4. Czasoprzestrzenne zmiany w koncentracji terenów zurbanizowanych – studium przypadku dla wybranych miejskich obszarów funkcjonalnych - **Barbara Wiatkowska, Joanna Bac-Bronowicz (Politechnika Wrocławska)**
5. Detekcja mokrego śniegu przy użyciu satelitarnych zobrazowań SAR na obszarze Arktyki - **Joanna Pluto-Kossakowska (Politechnika Warszawska), Eirik Malnes (NORCE)**

10:15 – 11:45 SESJA REFERATOWA I – **SALA C**

Temat: **Geoinformacja w rozwiązywaniu problemów miast**

Prowadzący sesję: **Joanna Bac-Bronowicz**

1. Analiza dynamiki miejskiej poprzez integrację informacji kontekstowej i geoprzestrzennej - **Iwona Kaczmarek (Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu)**
2. Ochrona lokalnej przestrzeni geograficznej przed przestępstwami drogowymi i aktami terroryzmu z wykorzystaniem pojazdów - **Anna Barańska (Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie), Konrad Eckes (Państwowa Akademia Nauk Stosowanych w Jarosławiu)**
3. Zmiany zagospodarowania przestrzeni miast Polski w oparciu o analizę danych EGIB - **Agnieszka Gajda (Instytut Rozwoju Miast i Regionów)**
4. Serie czasowe 2006 - 2023 chmur punktów ALS LiDAR w monitoringu jakości życia mieszkańców Krakowa - **Piotr Wężyk, Wojciech Krawczyk (Uniwersytet Rolniczy im. Hugona Kołłątaja w Krakowie)**
5. Niskobudżetowy mobilny system skanowania laserowego DATCAP MLS – wyniki testów systemu - **Bartosz Mitka, Przemysław Kłapa, Michał Pełka (DATCAP Sp. z o.o.)**

12:00 – 13:30 SESJA REFERATOWA II – **SALA A**

Temat: **Zdalne badania ekosystemowe**

Prowadzący sesję: **Agnieszka Zwirowicz-Rutkowska**

1. Zintegrowane wieloźródłowe dane przestrzenne na potrzeby monitorowania łagodzenia efektu miejskiej wyspy ciepła na przykładzie funkcjonalnych obszarów miejskich województwa lubuskiego - **Anna Markowska, Katarzyna Dąbrowska-Zielińska (Instytut Geodezji i Kartografii)**

2. Fotogrametryczny Poznań – wykorzystanie fotogrametrii i teledetekcji na potrzeby miasta Poznania - **Artur Radziemski (Zarząd Geodezji i Katastru Miejskiego GEOPOZ w Poznaniu)**
3. W kierunku opracowania krajowego Modelu Koron Drzew opartego na integracji danych satelitarnych - wyniki z południowej Polski - **Wojciech Krawczyk, Piotr Wężyk (Uniwersytet Rolniczy im. Hugona Kołłątaja w Krakowie)**
4. Wykorzystanie technologii geoinformacyjnych w ocenie zniekształceń pokroju drzew w sąsiedztwie linii kolejowych - **Łukasz Kwaśny, Karol Bronisz, Michał Orzechowski, Grzegorz Zajączkowski, Szymon Bijak (Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie)**

12:00 – 13:30 SESJA REFERATOWA II – **SALA B**

Temat: Sztuczna Inteligencja w analizach przestrzennych. GIS vs AI

Prowadzący sesję: Adam Iwaniak

1. Interdyscyplinarność we współczesnej kartografii: Rola sztucznej inteligencji i badań z użytkownikami w opracowaniu map - **Izabela Karsznia, Izabela Gołębiowska (Uniwersytet Warszawski)**
2. Wykrywanie małych obiektów na obrazach SAR z zastosowaniem modeli z rodziny YOLO - **Kinga Karwowska, Jakub Ślesiński, Damian Wierzbicki (Wojskowa Akademia Techniczna im. Jarosława Dąbrowskiego w Warszawie)**
3. Analiza wydajności detekcji obiektów geoprzestrzennych w systemach wbudowanych wykorzystujących sieci neuronowe typu YOLO - **Paweł Adamski (Politechnika Morska w Szczecinie)**
4. Teledetekcyjne wykrywanie uszkodzeń na panelach słonecznych na danych UAV metodami sztucznej inteligencji - **Jakub Łukaszewicz, Michał Mazur, Adam Wiśniewski (AI Clearing), Sławomir Mikrut (Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie)**

12:00 – 13:30 SESJA REFERATOWA II – SALA C

Temat: **Budowa modeli cyfrowych**

Prowadzący sesję: **Janusza Walo**

1. Pozyskiwanie danych fotogrametrycznych w Polsce w kontekście sytuacji geopolitycznej – **Renata Brzozowska (Główny Urząd Geodezji i Kartografii)**
2. Od ogółu do szczegółu – rozwój cyfrowych modeli wysokościowych i ich wykorzystanie w badaniach geomorfologicznych - **Leszek Gawrysiak (Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie)**
3. Automatyzacja przetwarzania i archiwizacja bloków zdjęć z bezzałogowych statków powietrznych dla potrzeb tworzenia cyfrowych bliźniaków - **Magdalena Pilarska-Mazurek, Maciej Mirowski, Filip Szafran, Przemysław Banat, Wojciech Ostrowski, Łukasz Wilk, Paulina Zachar, Krzysztof Bakuła (Politechnika Warszawska)**
4. Zastosowanie metod fotogrametrycznych w geologii i geomorfologii – badania pilotażowe ostańcowych form skałkowych (Pogórze Wiśnickie, Karpaty zewnętrzne) - **Zbigniew Jan Ziarek, Karolina Kucharz, Laura Jurgała, Piotr Strzeboński, Sławomir Mikrut (Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie)**
5. Analiza metod filtracji fotogrametrycznej chmury punktów w celu budowy numerycznego modelu dna - **Małgorzata Łacka, Jacek Łubczonek (Politechnika Morska w Szczecinie)**

Piątek 24 października 2025

9:00 – 10:30 SESJA REFERATOWA III – SALA A

Temat: Zdjęcia archiwalne

Prowadzący sesję: Izabela Bodus-Olkowska

1. Wykorzystanie archiwalnych i aktualnych danych z PZGiK w urbanistyce - **Bartosz Mitka (Uniwersytet Rolniczy im. Hugona Kołłątaja w Krakowie), Anna Bazan-Krzywoszańska (Uniwersytet Zielonogórski)**
2. Ocena algorytmów Hand-Crafted i Learned-Based w orientacji archiwalnych zdjęć lotniczych - **Artur Karol Karwel, Jakub Markiewicz, Zdzisław Kurczyński (Politechnika Warszawska)**
3. Wieloklasowa segmentacja semantyczna historycznych zdjęć lotniczych na potrzeby map pokrycia terenu z wykorzystaniem konwolucyjnych sieci neuronowych i uczenia transferowego - **Adam Kostrzewa, Krzysztof Bakula (Politechnika Warszawska)**
4. Opracowanie fotogrametryczne archiwalnych obrazów wideo z powodzi w 1997 r. z wykorzystaniem oprogramowania SfM - **Maurycy Hechmann, Grzegorz Józków (Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu)**

9:00 – 10:30 SESJA REFERATOWA III – SALA B

Temat: Dziedzictwo kulturowe

Prowadzący sesję: Elżbieta Lewandowicz

1. Analiza algorytmów generowania gęstych chmur punktów obiektów dziedzictwa kulturowego - **Jakub Markiewicz (Politechnika Warszawska), Anna Michałek (Politechnika Świętokrzyska), Michał Kowalczyk (Politechnika Warszawska), Justyna Wójcik-Leń (Politechnika Świętokrzyska), Adam Kostrzewa, Sławomir Łapiński (Politechnika Warszawska)**

2. Synergia danych geometrycznych i niegeometrycznych w procesie rekonstrukcji obiektów zabytkowych z wykorzystaniem technologii HBIM - **Przemysław Kłapa (Uniwersytet Rolniczy im. Hugona Kołłątaja w Krakowie)**
3. Automatyzacja detekcji i klasyfikacji podziemnych obiektów antropogenicznych - **Klaudia Pasternak, Anna Fryśkowska-Skibniewska (Wojskowa Akademia Techniczna im. Jarosława Dąbrowskiego w Warszawie)**
4. Wykorzystanie wieloźródłowych danych pomiarowych do inwentaryzacji i monitoringu zieleni zabytkowej na przykładzie Zamku Królewskiego w Warszawie - **Anna Płatek-Żak (Politechnika Warszawska), Agnieszka Żukowska (Zamek Królewski w Warszawie), Adam Kostrzewa, Michał Kowalczyk, Jakub Markiewicz (Politechnika Warszawska), Agnieszka Bocheńska (Zamek Królewski w Warszawie), Dorota Zawieska (Politechnika Warszawska)**

9:00 – 10:30 SESJA REFERATOWA III – SALA C – SESJA SAMORZĄDOWA

Prowadzący sesję: **Kazimierz Bujakowski**

1. Kierunki wdrażania AI w polskiej administracji: rekomendacje Polskiego Towarzystwa Informacji Przestrzennej - **Marek Baranowski, Adam Iwaniak, Agnieszka Zwirowicz-Rutkowska, Kazimierz Bujakowski, Beata Całka, Barbara Wiatkowska (Polskie Towarzystwo Informacji Przestrzennej)**
2. Ćwierćwiecze Bazy Danych Obiektów Topograficznych: bilans dokonań i wyzwania na przyszłość - **Piotr Pachół (WODGiK w Katowicach)**
3. Od danych do decyzji – rola atrakcyjnej statystyki z wykorzystaniem narzędzi GIS w zarządzaniu regionem - **Anna Osowska (WODGiK we Wrocławiu)**
4. Geoinformacja w służbie ochrony przyrody i historii - **Hanna Mierzwiak (Geodeta Województwa Wielkopolskiego), Dorota Zubik (Kierownik Oddziału SIP UMWW)**

11:00 – 12:30 SESJA REFERATOWA IV – **SALA A**

Temat: Infrastruktura Informacji Przestrzennej. BDOT10k

Prowadzący sesję: Marek Bittner

1. Nowe algorytmy, stare problemy ? Kolejny rozdział w badaniach nad automatyzacją procesu generalizacji i wizualizacji danych BDOT10k i BDOO - **Iwona Nakonieczna, Katarzyna Kulisiewicz (Wydział Geodezji i Kartografii UMWD), Joanna Bac-Bronowicz (Politechnika Wrocławska)**
2. Wyzwania w automatycznej detekcji obiektów topograficznych z wykorzystaniem technik AI i zasobów GUGiK: Doświadczenia z projektu INFOSTRATEG V - **Karol Kabała, Arkadiusz Tomczak, Tomasz Kogut, Grzegorz Stępień (Politechnika Morska w Szczecinie), Andrzej Łysko, Witold Maćków, Paweł Forczmański, Marta Sieczkiewicz (GISPRO Technologies Sp. z o.o.)**
3. 3D w mieście, od rzeźby plenerowej do przestrzennych modeli osiedli mieszkaniowych w Krakowie - **Paweł Struś, Kuba Pabich, Mateusz Podgórni (Uniwersytet Komisji Edukacji Narodowej w Krakowie)**
4. Efektywność wojskowych infrastruktur geoinformacyjnych na przykładzie systemu Geoserwer 2 - **Tobiasz Wieczorek, Agnieszka Zwirowicz-Rutkowska (Wojskowa Akademia Techniczna im. Jarosława Dąbrowskiego w Warszawie)**

11:00 – 12:30 SESJA REFERATOWA IV – **SALA B**

Temat: **Sztuczna Inteligencja w geoinformacji**

Prowadzący sesję: **Konrad Eckes**

1. Vibe GIS-ing: nowy paradygmat budowy systemów GIS w erze AI - **Adam Iwaniak (WIZIPISI)**
2. HOPE - High-resolution Operational Population Estimation with GNN - **Adam Nadolny, Adam Iwaniak (WIZIPISI)**
3. Inteligentne przetwarzanie danych hydrograficznych - wnioski z projektu SONARMUS - **Witold Kazimierski, Natalia Wawrzyniak, Marta Włodarczyk-Sielicka, Izabela Bodus-Olkowska, Grzegorz Zaniewicz, Małgorzata Łącka, Ilona Garczyńska-Cyprysiak, Patryk Biernacki (Politechnika Morska w Szczecinie)**
4. Wykorzystanie sztucznej inteligencji w automatycznej detekcji obrażeń ciała na zdjęciach post-mortem - **Dorota Zawieska, Kamila Barbara Kalinowska (Politechnika Warszawska)**

11:00 – 12:30 SESJA REFERATOWA IV – **SALA C**

Temat: **GIS 3D, BIM**

Prowadzący sesję: **Grzegorz Józków**

1. Z BIM do GIS oraz z GIS do BIM – wyzwania mapowania modeli danych i jego implementacja - **Paweł Soczewski (GISPartner)**
2. Transformacja danych BIM, GIS na przykładzie tworzenia bliźniaków cyfrowych infrastruktury - **Stanisław Biernat, Piotr Janas (infoSolutions)**
3. W drodze do cyfrowego bliźniaka: ograniczenia i wyzwania w zakresie modelowania informacji o obiekcie budowlanym (BIM) - **Andrzej Borkowski (Politechnika Warszawska)**

4. Automatyczna rekonstrukcja modeli 3D miast na podstawie chmur punktów – ocena dokładności i skalowalności algorytmów - **Małgorzata Jarząbek-Rychard (Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu)**

13:30-15:00 SESJA REFERATOWA V – **SALA A – SESJA GIG**

Temat: **Czy samorząd zawodowy jest przyszłością geodezji i kartografii?**

Prowadzący sesję: **Sławomir Mikrut**

1. Rola i znaczenie samorządów zawodów zaufania publicznego na podstawie przepisów prawa. Dotychczasowe formy zrzeszania się geodetów - **Dariusz Tomaszewski (Firma Geodezyjna GEOPRZEM)**
2. Potrzeba powołania samorządu zawodowego geodetów uprawnionych – argumentacja - **Rafał Kraska (GEORES Sp. z o.o.)**
3. Proponowane rozwiązania w zakresie dążenia do utworzenia samorządu zawodowego geodetów - **Sławomir Zajęc (Przedsiębiorstwo Geodezyjne GEOPROF)**
4. PANEL DYSKUSYJNY w tej tematyce z udziałem zaproszonych gości

13:30-15:00 SESJA REFERATOWA V – **SALA B**

Temat: **Geoinformacja w leśnictwie i rolnictwie**

Prowadzący sesję: **Izabela Karsznia**

1. Estymacja wybranych cech drzewostanów na podstawie wysokościowego modelu koron drzew - **Paweł Hawryło, Jarosław Socha, Piotr Janiec, Michał Woda (Uniwersytet Rolniczy im. Hugona Kołłątaja w Krakowie)**

2. Detekcja stojących martwych drzew na ortofotomapach lotniczych z wykorzystaniem metod głębokiego uczenia maszynowego - **Igor Pawelec, Natalia Rębisz, Paweł Hawryło (Uniwersytet Rolniczy im. Hugona Kołłątaja w Krakowie)**
3. Wpływ jemioły (*Viscum album* ssp. *austriacum*) i gospodarki leśnej na stan sanitarny drzewostanów w kontekście zachodzących zmian klimatycznych – analiza w oparciu o wysokorozdzielcze dane satelitarne - **Jakub Miszczyszyn, Luiza Tymińska-Czabańska, Jarosław Socha (Uniwersytet Rolniczy im. Hugona Kołłątaja w Krakowie)**
4. Satelitarne obserwacje Ziemi a zrównoważony rozwój: ślad środowiskowy przechowywania i przetwarzania danych w chmurze - **Magdalena Mleczko (Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie), Markus Mueller, Robert J. W. Brewin, Kevin J. Gaston, Jamie D. Shutler, Xiaoyu Yan (University of Exeter, Wielka Brytania), Marek Mróz (Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie), Karen Anderson (University of Exeter, Wielka Brytania)**
5. Konstrukcja algorytmów przeznaczonych do detekcji i typowania grodzisk wczesnośredniowiecznych na przykładzie studium badawczego Karpat Polskich - **Cyryl Konstantinowski Puntos (Uniwersytet Jagielloński w Krakowie), Sławomir Mikrut, (Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie)**

WYKAZ POSTERÓW

- P.1. Ocena potencjału nieużytkowanych gruntów rolnych w kontekście pozyskania biomasy
- **Małgorzata Kozak, Magdalena Borzęcka (Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa)**
- P.2. Gród jako centralne miejsce w funkcjonowaniu wczesnej państwowości polskiej – analiza z zastosowaniem GIS - **Cyryl Konstantinovski Puntos (Uniwersytet Jagielloński w Krakowie), Sławomir Mikrut (Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie)**
- P.3. Rozmieszczenie przestrzenne i szacowanie zasobów słomy z upraw rolniczych w Polsce
- **Krystian Mocny, Magdalena Borzęcka (Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa)**
- P.4. Miasto dla pieszych? Wpływ danych źródłowych na wyniki oceny dostępności - **Oskar Graszka, Anna Fijałkowska (Politechnika Warszawska)**
- P.5. Gleby, mchy (Pleurozium schreberi) i liście drzew jako bioindykatory w monitorowaniu zanieczyszczenia metalami ciężkimi parków miejskich - **Marek Pająk, Michał Gąsiorek, Marta Szostak (Uniwersytet Rolniczy im. Hugona Kołłątaja w Krakowie), Wiktor Halecki (Instytut Technologiczno-Przyrodniczy - Państwowy Instytut Badawczy)**
- P.6. Geowizualizacja wybranych zabytków w Gorzowie Wielkopolskim w wirtualnej rzeczywistości z elementami gamingu - **Natalia Wicińska (Instytut Geodezji i Kartografii)**
- P.7. Fast FoolMapmaking - **Robert Olszewski, Bartłomiej Bielawski (Politechnika Warszawska)**
- P.8. Proces badawczy i przygotowanie publikacji naukowych w dobie sztucznej inteligencji: od kwerendy po „research gap” - **Barbara Kępowicz (Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie)**
- P.9. Porównanie efektywności modelowania dna morskiego w systemach Sonar MUS i 4DShoreMap - **Marta Włodarczyk-Sielicka (Politechnika Morska w Szczecinie)**

P.10 Machine Learning–Based Calibration Optimization of Satellite Thermal Data Considering Land Cover Variability - **Marcin Kucza, Ewa Głowienka (Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie)**

P.11. Geoinformacja na rynku zamówień publicznych w kontekście nowelizacji ustawy o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym - **Piotr A. Werner (Uniwersytet Warszawski)**

P.12. Zastosowanie analiz przestrzennych i metod uczenia maszynowego do określenia cech środowiskowych charakteryzujących pierwotne ogniska gradacyjne barczatki sosnowki - **Lida Sukovata (Instytut Badawczy Leśnictwa), Wiktor Tracz (Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie), Mariusz Ciesielski (Instytut Badawczy Leśnictwa), Jean-Noel Candau (Great Lakes Forestry Centre, Canadian Forest Service)**

P.13. Automatyczna detekcja i wymiarowanie obiektów na obrazach sonarowych z obszarów płytkowodnych - **Natalia Wawrzyniak, Ilona Garczyńska-Cypriak (Politechnika Morska w Szczecinie)**

P.14. Kompleksowe zarządzanie zielenią miasta z wykorzystaniem partycypacyjnych systemów informacji geograficznej - **Patrycja Przewoźna (Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu)**

P.15. Praktyczne aspekty przechowywania danych LiDAR - **Artur Warchoń, Karolina Pęziół (Politechnika Świętokrzyska), Marek Baścik (3Deling Sp. z o.o.)**

P.16. Funkcjonalność SMART w systemie SonarMUS: analiza danych hydrograficznych z wykorzystaniem algorytmów AI - **Izabela Bodus-Olkowska, Patryk Biernacik (Politechnika Morska w Szczecinie)**

P.17. Metodyka zwiększenia powierzchni zieleni miejskiej w Warszawie w świetle koncepcji 3-30-300 - **Katarzyna Siok, Bartłomiej Wyrzykowski (Wojskowa Akademia Techniczna im. Jarosława Dąbrowskiego w Warszawie)**

P.18. GIS jako narzędzie wspomagające zarządzanie przestrzenią w gminach strefy podmiejskiej miasta Białystok - **Joanna Budnicka-Kosior, Jakub Gąsior, Emilia Janeczko, Łukasz Kwaśny (Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie)**

P.19. Cyfrowa dokumentacja zabytków w nowym ujęciu - na przykładzie Pałacu Potockich w Krzeszowicach – **Katarzyna Majerska, Sławomir Mikrut (Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie)**

P.20. Porównanie warstw wody i lasów BDOT10k z danymi Sentinel 2, analiza modeli wysokościowych i danych termalnych dla województwa małopolskiego - **Edyta Sobiech (Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie)**

P.21. Mixed-Effects Modeling of Landsat NDVI and NDMI for Urban Surface Temperature Analysis - **Ewa Głowienka (Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie)**

P.22. Remote Sensing and Community Perspectives on Blue–Green Infrastructure for Urban Cooling - **Ewa Głowienka, Tymoteusz Maj (Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie)**

P.23. Modele geocentryczne bonitacji jako narzędzie wsparcia zarządzania lasami - **Piotr Janiec, Paweł Hawryło (Uniwersytet Rolniczy im. Hugona Kołłątaja w Krakowie)**

P.24. Wdrażanie nowych programów nauczania geoinformatyki na Uniwersytetach w Etiopii – Li4LaM Erasmus+ - **Piotr Wężyk, Wojciech Krawczyk, Marta Szostak, Paweł Hawryło (Uniwersytet Rolniczy im. Hugona Kołłątaja w Krakowie), Karolina Zięba-Kulawik (Luxembourg Institute of Socio-Economic Research)**

P.25. Możliwości klasyfikacji gatunkowej drzew na podstawie wielospektralnego obrazowania UAV o ultrawysokiej rozdzielczości – **Larissa Ane De Sousa Lima, Krzysztof Bakula (Politechnika Warszawska)**

P.26. WebPano - narzędzie 3D do integracji danych przestrzennych i dokumentacji technicznej w zakładach przemysłowych - **Baścik Marek (3Deling Sp. z o.o.), Warchoń Artur (Politechnika Świętokrzyska)**

P.27. Zastosowanie metody fotogrametrycznej w pomiarach aliniometrycznych - **Piotr Gołuch, Kazimierz Ćmielewski (Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu)**

P.28. Porównanie współczesnych teledetekcyjnych metod wykrywania i monitorowania wybranych gazów - od pułapu satelitarnego po naziemny – **Anna Wiśniewska (Capital Con), Sławomir Mikrut (Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie)**

P.29. Hierarchizacja potrzeb wykonywania prac scalenia i wymiany gruntów – **Żanna Gliwka (Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, Urząd Marszałkowski Województwa Lubelskiego w Lublinie)**

P.30. Metodyka określania potencjału rozwojowego miasta - studium przypadku Nowy Targ - **Monika Mika, Monika Siejka (Uniwersytet Rolniczy im. Hugona Kołłątaja w Krakowie)**

P.31. Wykorzystanie danych kartograficznych w zarządzaniu kryzysowym - **Monika Siejka, Monika Mika (Uniwersytet Rolniczy im. Hugona Kołłątaja w Krakowie)**

P.32 GeoTwin – Cyfrowy Bliźniak Bieszczad – metody geoinformacyjne w geologii i geoedukacji jako narzędzia turystyki zrównoważonej - **Karolina Kucharz, Laura Jurgała, Kamil Burza, Jakub Andrzejak, Zbigniew Jan Ziarek (Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie)**

SESJA OTWIERAJĄCA

Polska kartografia w Internecie w perspektywie 25 lat Stowarzyszenia Kartografów Polskich

Paweł Kowalski¹, Joanna Bac-Bronowicz²

pawel.kowalski@pw.edu.pl, joanna.bac-bronowicz@pwr.edu.pl

¹Politechnika Warszawska, ²Politechnika Wrocławska

Wnikliwe spojrzenie w przeszłość dyscypliny pozwala zrozumieć i ocenić jej stan obecny. W zakresie kartografii można dostrzec kilka trendów, które ukształtowały teraźniejszość. Najbardziej oczywisty wynika z rozwoju technologii: w ostatniej dekadzie XX wieku szybki rozwój systemów cyfrowych spowodował przejście od kartografii analogowej (drukowanej) do cyfrowej. Drugi, trwający jeszcze krócej, był wyjściem z zamkniętych nośników (publikacje na nośnikach typu dyskietki czy płyty) w przestrzeń globalnej sieci komputerowej. Kamieniami milowymi rozwoju kartografii w Internecie był pierwszy uruchomiony serwis informacji geograficznej Xerox PARC Map Viewer z roku 1993 oraz najpopularniejszy: Google Maps, uruchomiony w 2005 roku. Na przemiany technologiczne nałożyła się opisywana w wielu publikacjach naukowych zmiana paradygmatu użytkowego kartografii: odejście od paradygmatu graficznego ku funkcjonalizacji. Wreszcie kolejny aspekt zmian w kartografii, związany z upowszechnieniem danych geograficznych i narzędzi GIS, to zmierzch kartografii i elitarnej, specjalistycznej w świetle kartografii społecznościowej – neokartografii.

Przedstawione w referacie przykłady opracowań kartograficznych, obejmujące dokonania polskich twórców i wydawców, obrazują powyższe globalne trendy w lokalnych uwarunkowaniach polskiego rynku kartograficznego – publikacji popularnych i naukowych. Ewolucję treści i jakości kartograficznej można zaobserwować zarówno na przykładach polskich urzędowych serwisów infrastrukturalnych, jak Geoportal.gov.pl, czy Wrota Mazowsza, ale też autorskich, indywidualnych opracowań, które od 2011 roku zgłaszane są do organizowanego cyklicznie przez Stowarzyszenie Kartografów Polskich konkursu „Internetowa Mapa Roku im. Krzysztofa Buczkowskiego”.

Słowa kluczowe: kartografia polska, rozwój kartografii, GIS, neokartografia, ewolucja jakości kartografii.

95-lecie Polskiego Towarzystwa Fotogrametrii i Teledetekcji

Krzysztof Bakula

krzysztof.bakula@pw.edu.pl

Politechnika Warszawska, Wydział Geodezji i Kartografii, Polska

Polskie Towarzystwo Fotogrametrii i Teledetekcji to grupa kilkudziesięciu pasjonatów fotogrametrii i teledetekcji zawodowo lub prywatnie zajmujących się tymi technikami. Towarzystwo jest oficjalną reprezentacją Międzynarodowego Towarzystwa Fotogrametrii i Teledetekcji (ISPRS) w Polsce. W swojej działalności integruje środowisko naukowców, przedsiębiorców i przedstawicieli administracji, organizuje konferencje, warsztaty i szkolenia, opiniuje zmieniane akty prawne, promuje dobre praktyki pozyskiwania i przetwarzania danych geoprzestrzennych z pułapu naziemnego, lotniczego i satelitarnego. Celem referatu jest przedstawienie Polskiego Towarzystwa Fotogrametrii i Teledetekcji, które w 2025 r. obchodzi 95-lecie swojego istnienia. 13 lutego 1930 r. w Politechnice Warszawskiej odbyło się zebranie założycielskie Polskiego Towarzystwa Fotogrametrycznego, które po II wojnie światowej stało się w 1957 r. sekcją naukowo-techniczną Stowarzyszenia Geodetów Polskich, która to z kolei w roku 1984 r. zmieniła nazwę na Polskie Towarzystwo Fotogrametrii i Teledetekcji. O historii PTFiT przy okazji jubileuszów powstania Towarzystwa wygłoszono wiele referatów. Podczas tego okolicznościowego wystąpienia, zostaną one krótko wzmiankowane wraz z przekrojową historią PTFiT. Głównym jednak tematem będzie międzynarodowa aktywność PTFiT. Członkowie PTFiT wielokrotnie stawali na czele komisji i grup roboczych ISPRS, organizowali konferencje naukowe dla międzynarodowej społeczności fotogrametrów i specjalistów teledetekcji. W referacie wspomniane zostaną postaci polskich naukowców, którzy pełnili funkcje w społeczności ISPRS, a także przedstawione zostaną działania PTFiT realizowane obecnie we współpracy międzynarodowej z pokazaniem planów Towarzystwa na przyszłość.

Słowa kluczowe: towarzystwo naukowe, fotogrametria, teledetekcja, jubileusz

SESJA REFERATOWA I

TEMAT SESJI I-A:

OPRACOWANIE DANYCH FOTOGRAMOMETRYCZNYCH - ASPEKTY METODYCZNE. KALIBRACJE SYSTEMÓW OBRAZOWANIA

I-A. 1. Koncepcja metrologicznej walidacji aktywnych sensorów pomiarowych

Jakub Markiewicz¹, Sławomir Łapiński¹, Michał Kowalczyk¹, Mariusz Wiśniewski²

¹Politechnika Warszawska, Wydział Geodezji i Kartografii, Polska, (jakub.markiewicz, ,
slawomir.lapinski ,michal.kowalczyk)@pw.edu.pl

²Główny Urząd Miar, Laboratorium Precyzyjnych Pomiarów Geometrycznych, Polska,
mariusz.wisniewski@gum.gov.pl

Niemiecka organizacja PTB (Physikalisch-Technische Bundesanstalt) opracowała wytyczne VDI/VDE 2634, które służą do kalibracji, weryfikacji i testowania optycznych systemów pomiarowych. Wymagania dotyczące standardów akceptacyjnych są precyzyjnie określone i zależne od zakresu pomiarowego danego systemu. Standardy te powinny być skalowane odpowiednio do ich rozmiaru i kształtu. Kluczowe znaczenie ma weryfikacja kalibracji systemów optycznych w określonych warunkach eksploatacyjnych (np. temperatura, drgania mechaniczne, warunki oświetleniowe) oraz trybach pracy (np. typ i intensywność oświetlenia, przestrzeń pomiarowa). W ramach normy analizowane są następujące błędy: (1) błąd sondowania, odnoszący się do głowicy optycznej; (2) błąd odległości między kulami, związany z wyznaczaniem długości; oraz (3) błąd pomiaru płaskości.

Pola kalibracyjne zgodne z normą VDI/VDE są zazwyczaj projektowane dla niewielkich zakresów pomiarowych, często wykorzystywanych w pomiarach światłem strukturalnym. W Centrum Analiz Geoprzestrzennych i Satelitarnych Wydziału Geodezji i Kartografii Politechniki Warszawskiej opracowano standard kalibracyjny do oceny dużych obszarów pomiarowych (1,5 m × 1,5 m × 2,0 m), dedykowany aktywnym systemom laserowym opartym na naziemnych skanerach laserowych. Artykuł przedstawia procedurę testowania skanerów laserowych statycznych i mobilnych na polu testowym VDI/VDE-CENAGIS. Testy objęły dwa naziemne skanery laserowe (Z+F5006h i Leica RTC360), ręczny skaner laserowy MANDEYE z głowicą Livox Mid-360 (testowany w trybie statycznym i mobilnym).

Określono niepewności pomiarowe, odchylenia standardowe oraz przypisano urządzenia do odpowiednich klas dokładności.

Planowane jest wykorzystanie pola kalibracyjnego w ramach projektu 24DIT04 ScanCloudT, który otrzymał dofinansowanie w ramach Europejskiego Partnerstwa ds. Metrologii, (Program Ramowy Unii Europejskiej Horyzont Europa), do opracowywania parametryzacji nowych cyfrowych metrologicznych bliźniaków dla naziemnych skanerów laserowych.

Słowa kluczowe: aktywne systemy pomiarowe; standard VDI/VDE; lidar, CENAGIS

I-A.2. Wykorzystanie pomiaru położenia kamery technologią GNSS RTK w fotogrametrii bliskiego zasięgu

Wojciech Ostrowski^{1,2}, Przemysław Banat¹, Adam Kostrzewa¹
wojciech.ostrowski@pw.edu.pl, przemyslaw.banat.dokt@pw.edu.pl,
adam.kostrzewa.dokt@pw.edu.pl

¹Wydział Geodezji i Kartografii, Politechnika Warszawska, Warszawa

²Instytut Archeologii, Uniwersytet Jagielloński, Kraków

W ostatnich latach powszechne stało się wykorzystanie technologii pomiaru położenia kamery w czasie wykonania zdjęcia z wykorzystaniem precyzyjnych odbiorników GNSS klasy RTK, trend ten szczególnie widoczny jest w fotogrametrii niskopułapowej realizowanej z wykorzystaniem bezzałogowych statków powietrznych (BSP). Jednakże pojawiają się również przykłady tego typu zastosowań w kontekście fotogrametrii bliskiego zasięgu i wykonywania zdjęć naziemnych. Z perspektyw fotogrametrii bliskiego zasięgu precyzyjne określenie pozycji kamery w momencie wykonania zdjęcia pozwala na znaczące ograniczenie liczby niezbędnych do wykonania pomiarów (punktów kontrolnych) a w przypadku dużych bloków może także prowadzić do przyspieszania obliczeń. Widoczny w ostatnich latach rozwój tanich odbiorników GNSS dwu- i wieloczęstotliwościowych o niewielkich powoduje, że możliwe staje się ich proste integrowanie z aparatami fotograficznymi.

Celem referatu jest przedstawianie wyniki badań nad możliwością zastosowaniem odbiornika GNSS GEOSTIX firmy Geobsys do precyzyjnego określania położenia aparatu fotograficznego w momencie wykonania zdjęcia w fotogrametrii bliskiego zasięgu, w szczególności w kontekście wymagań dokładnościowych obowiązujących w przypadku

pomiarów sytuacyjnych (np. w ewidencji gruntów i budynków – EGiB). Eksperyment terenowy, przeprowadzono wykorzystując aparat fotograficzny SONY a7R III w zestawie z odbiornikiem GEOSTIX w wersji X5 (RTK). Pozycja aparatu była rejestrowana w czasie rzeczywistym podczas wykonywania zdjęcia obiektu testowego (wolnostojący budynek Obserwatorium Astronomiczno-Geodezyjnego w Józefosławiu). Jako dane referencyjne zastosowano pomiary tachimetryczne, które posłużyły do weryfikacji dokładności pomiarów wykonanych na podstawie zdjęć z wykorzystaniem oprogramowania fotogrametrycznego (Pix4D, AgisoftMetashape). Porównanie wyników pozwoliło na ocenę zgodności pomiarów z wymaganiami określonymi w rozporządzeniu w sprawie standardów technicznych wykonywania geodezyjnych pomiarów sytuacyjnych i wysokościowych oraz opracowywania i przekazywania wyników tych pomiarów do państwowego zasobu geodezyjnego i kartograficznego.

Słowa kluczowe: georeferencja, dokładność pomiarów, fotogrametria bliskiego zasięgu, RTK

I-A.3. Wykorzystanie informacji o intensywności odbicia skanera laserowego na BSP w procesie kalibracji radiometrycznej obrazów wielospektralnych

Przemysław Banat, Krzysztof Bakula
przemyslaw.banat.dokt@pw.edu.pl, krzysztof.bakula@pw.edu.pl
Politechnika Warszawska, Warszawa, Polska

Fuzja lidarowych chmur punktów (ULS) i zdjęć pozyskanych Bezzałogowymi Statkami Powietrznymi (BSP) z kamerą wielospektralną (MSI) pozwala na wspólne użycie obu technik, łącząc korzyści płynące z odmiennej charakterystyki danych pozyskiwanych sensorami aktywnymi i pasywnymi. W synergicznych zastosowaniach tych danych, ULS spełnia najczęściej rolę źródła informacji o geometrii, pozostawiając niejednokrotnie informację o intensywności odbicia jako niewykorzystaną. Celem referatu jest określenie potencjału wykorzystania informacji o intensywności odbicia w procesie kalibracji i korekcji radiometrycznej obrazów wielospektralnych. Procedura kalibracji i korekcji radiometrycznej zdjęć z BSP jest obciążona problemem zmiennych warunków oświetleniowych. Zakładając niezależność wartości intensywności odbicia od oświetlenia i synchroniczne pozyskanie obu typów danych (MSI i ULS), intensywność odbicia może posłużyć jako referencja w procesie modelowania czasowych zmian oświetlenia w trakcie

nalotu jako rozwiązanie alternatywne do obserwacji pozyskiwanych czujnikiem irradancji umieszczonym na BSP. Referat obejmuje wstępne badania dotyczące możliwości, wyzwań i ograniczeń w wykorzystaniu informacji o intensywności odbicia jako wiarygodnej referencyjnej wartości reflektancji. Intensywność sama w sobie nie jest równoznaczna z reflektancją, w związku z czym podjęto próbę wyznaczenia zależności pomiędzy tymi dwoma wartościami. Jako że problem korekcji zmienności oświetlenia podjęty w badaniach ma charakter czasowo-przestrzenny, rozważono metody modelowania tego zjawiska uwzględniające specyfikę tego problemu. Jednocześnie rozważaniom poddano też możliwości wyznaczenia absolutnych wartości reflektancji w oparciu o obserwacje intensywności odbicia. Planowana analiza dotyczy zatem nie tylko korekcji, ale i kalibracji MSI zmierzających do uzyskania wartości absolutnych pomiaru. Proponowana metoda oparta jest na wykorzystaniu obszarów wielokrotnego pokrycia obrazami wielospektralnymi i utworzeniu siatki regularnych pól testowych zawierających wartości radiometryczne ortozdjęć oraz wartości intensywności ULS w celu wyznaczenia zmian radiometrii zdjęć w czasie w odniesieniu do intensywności ULS przyjętej jako referencja. Wysoka korelacja pomiędzy wartościami w kanale NIR a intensywnością ULS wskazuje na potencjał synergicznego wykorzystania tych dwóch źródeł informacji uzasadniając dalsze eksperymenty oraz rozwój metodyki w ramach doktoratu autora referatu.

Słowa kluczowe: obrazy wielospektralne, kalibracja radiometryczna, skanowanie laserowe, intensywność odbicia, bezzałogowe statki powietrzne

I-A.4. Analiza możliwości pomiarowych lotniczych danych pozyskanych sensorem Leica CityMapper-2

Paulina Zachar, Przemysław Banat, Wojciech Ostrowski
paulina.zachar@pw.edu.pl, przemyslaw.banat.dokt@pw.edu.pl, wojciech.ostrowski@pw.edu.pl
Wydział Geodezji i Kartografii, Politechnika Warszawska, Warszawa, Polska

Dynamiczny rozwój technologii obrazowania lotniczego w ostatnich latach znacząco wpłynął na możliwości pomiarowe i wykorzystanie danych fotogrametrycznych. Coraz większą popularnością, w szczególności w obszarach miejskich cieszą się lotnicze zdjęcia ukośne, które umożliwiają intuicyjną interpretację obiektów oraz wspierają tworzenie modeli miast. Równocześnie na znaczeniu zyskują sensory hybrydowe, łączące zalety różnych technik pozyskiwania danych, co przekłada się na zwiększenie zakresu zastosowań. W odniesieniu do możliwości pomiarowych zdjęć lotniczych, niezwykle istotny

jest wzrost rozdzielczości przestrzennej. Obecnie wartości GSD rzędu 2-3 cm umożliwiają pozyskiwanie np. informacji geometrycznych o budynkach z dokładnością pomiaru geodezyjnego, a dotychczasowy trend rozwoju rynku fotolotniczego, w tym wykorzystywanych sensorów, pozwala domniemywać, że w niedalekiej przyszłości pozyskiwanie zdjęć o takiej rozdzielczości prawdopodobnie będzie znacznie powszechniejsze niż ma to jeszcze miejsce dzisiaj.

Celem przeprowadzonych badań była ocena dokładności i możliwości pomiarowych lotniczych danych obrazowych pozyskanych sensorem Leica CityMapper-2 o GSD = 2,5 cm, ze szczególnym uwzględnieniem pomiarów na zdjęciach ukośnych jak i utworzonych ze zdjęć chmur punktów. Zakres badań obejmował obszar Gdańska, gdzie wykonano pomiary 100 narożników budynków, a ich współrzędne określono dwiema metodami: (1) na podstawie chmury punktów uzyskanej w procesie gęstego dopasowania obrazów (DIM) oraz (2) poprzez wielokrotne wcięcie w przód z wielu zdjęć.

Dane referencyjne pozyskano tachimetrycznie (pomiar bezlusterkowy), pomiary wykonano z dwunastu stanowisk – nawiązanych poprzez wcięcie wstecz do punktów wyznaczonych metodą RTK (pomiarach z wykorzystaniem sieci ASG-EUPOS). Wyniki analiz wykazały, że RMSE_{xy} wyniósł 0,068 m z pomiaru na chmurze punktów DIM oraz 0,049 m dla wcięcia na wielu zdjęciach. W przypadku pomiaru na zdjęciach, 92 narożniki mieściły się w przedziale błędów Δp (0,00–0,10 m), a 6 kolejnych miało błąd poniżej 0,15 m. Dla metody DIM 88 narożników mieściło się w przedziale (0,00–0,10 m), a 10 miało błąd poniżej 0,17 m. Dla dwóch narożników nie wykonano pomiaru ze względu na przesłanianie przez drzewa. Uzyskane wyniki potwierdzają, że wysokorozdzielcze zdjęcia lotnicze umożliwiają osiągnięcie dokładności na poziomie kilku centymetrów, co jest porównywalne z dokładnością geodezyjną.

Słowa kluczowe: zdjęcia ukośne, fotogrametria lotnicza, dokładność pomiarów, chmury punktów

I-A.5. Przegląd metod cyfrowego maskowania obiektów w celu poprawy dokładności ekstrakcji dróg na obrazach z niskiego pułapu

Aleksandra Sekrecka, Kinga Karwowska
aleksandra.sekrecka@wat.edu.pl; kinga.karwowska@wat.edu.pl
Katedra Rozpoznania Obrazowego, Wydział Inżynierii Lądowej i Geodezji
Wojskowa Akademia Techniczna im. Jarosława Dąbrowskiego, Warszawa

Pojazdy znajdujące się na drodze na obrazach z niskiego pułapu mają wymiary od kilkudziesięciu do kilkuset pikseli. To utrudnia automatyczną ekstrakcję drogi, ponieważ po klasyfikacji wynikowy obiekt drogi jest niespójny, poprzerywany obiektami innych klas (które w rzeczywistości są pojazdami będącymi na drodze). Problem ten jest szczególnie istotny dla rejonów o wysokim natężeniu ruchu drogowego. Maskowanie cyfrowe umożliwia usunięcie pojazdów z drogi, jednak w zależności od metody, z różną skutecznością. Często w miejscu usunięcia pojazdu pozostaje widoczna krawędź lub rozmycie. W efekcie podczas klasyfikacji nadal mogą pozostawać szumy i drobne fragmenty niebędące drogą.

Celem referatu jest sprawdzenie czy maskowanie cyfrowe umożliwia usunięcie pojazdów na obrazach pozyskanych z pokładu bezzałogowych statków powietrznych (BSP) tak, aby podczas późniejszej klasyfikacji klasa drogi była pozbawiona błędów wynikających z ich obecności. Wykonany został przegląd popularnych metod cyfrowego maskowania obiektów, w którym uwzględniono techniki uczenia maszynowego bazujące na sieciach generatywnych GAN oraz klasyczne metody maskowania. W pierwszej kolejności zbadano stopień rozmycia maskowanego fragmentu obrazu. Następnie wybrano grupę metod, dla których zbadano wpływ maskowania aut na dokładność ekstrakcji dróg. W badaniach użyto dane z bazy COWC (CarsOverhead With Context) oraz obrazy pozyskane z BSP z rozdzielczością przestrzenną 3cm. Loty wykonano nad obszarami o wysokim natężeniu ruchu drogowego: droga ekspresowa S12 (Radom) i ogródki działkowe (Bemowo, Warszawa).

Analiza wyników wykazała, że klasyczna metoda Criminisi osiąga najwyższą skuteczność (SSIM=0.99). Metody Navier-Stokes i Telea prezentują porównywalną skuteczność (SSIM=0.91), przy czym ich wyniki są wyraźnie niższe od metody Criminisi). Metody oparte na sieciach generatywnych dały SSIM od 0.84 do 0.92. Wyniki maskowania przetestowano dla klasyfikacji obrazów z BSP sześcioma metodami. Wyniki pokazały, że jakość klasyfikacji może się poprawić od kilku do kilkunastu procent w zależności od metryki, obrazu oraz metody klasyfikacji. Metryki F1-score oraz Cohen Kappa pokazały poprawę jakości klasyfikacji nawet do 13% w stosunku do klasyfikacji obrazu oryginalnego. Niemniej

jednak każda z badanych klasycznych metod maskowania cyfrowego poprawiła jakości klasyfikacji dróg. Powyższe wyniki pokazały, że klasyczne metody maskowania (zwłaszcza Criminisi) mogą być bardziej skuteczne w usuwaniu pojazdów z obrazów niż techniki bazujące na GAN.

Słowa kluczowe: maskowanie cyfrowe, klasyfikacja, BSP, sieci generatywne

TEMAT SESJI I-B:

DYNAMIKA ZMIAN ŚRODOWISKA

I-B.1. Gminne standardy dostępności infrastruktury społecznej określone w ustawie o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym, a stan istniejący w wybranych gminach

Elżbieta Lewandowicz ¹, Agnieszka Lemańska ¹, Karol Maleszewski ¹
elzbieta.lewandowicz@uwm.edu.pl

¹ Wydział Geoinżynierii, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

Istotne zmiany wprowadzone w Ustawie z dnia 27 marca 2003 r. o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym w latach 2024–2025 oraz w aktach wykonawczych (rozporządzeniach) w znacznym stopniu porządkują zasady mające na celu poprawę gospodarki przestrzennej. Ustawa definiuje standardy dostępności infrastruktury społecznej, w tym dostępności do szkół podstawowych. Dostępność ta liczona jest jako długość drogi dojścia ogólnodostępną trasą dla pieszych od granicy działki ewidencyjnej do budynku szkoły podstawowej. Zgodnie z przepisami, maksymalna odległość ta nie może przekraczać 1500 m w miastach oraz 3000 m poza obszarami miejskimi. Celem badań było określenie aktualnego stanu dostępności szkół na terenie gminy Zbójna w powiecie łomżyńskim, w województwie podlaskim. Autorzy, jako geoinformatycy, napotkali istotny problem metodologiczny. W dostępnych zasobach danych przestrzennych (Geoportalach) brakuje danych odpowiadających pojęciu „ogólnodostępna trasa dla pieszych od granicy działki”. Powstało pytanie, czy pobocze drogi asfaltowej można uznać za dopuszczalną trasę dojścia uczniów z terenów pozamiejskich.

Rozwiązanie okazało się możliwe dopiero po wyznaczeniu obszaru dostępności do szkoły na podstawie sieci drogowej. Szczegółowe wyniki analiz w wybranej gminie wykazały, że jedynie 50,6% budynków mieszkalnych spełnia wymagane odległości. Utrudnienia w dostępie do szkół gmina rozwiązuje poprzez organizację transportu gminnego – autobusów szkolnych. Jest to utrwalona praktyka w gminach, jednak nie została uwzględniona w przepisach wykonawczych ustawy. Warto podkreślić, że zapisy ustawowe w tym zakresie nie mają charakteru obligatoryjnego – gmina może ustalać własne zasady i wykorzystywać je w kształtowaniu lokalnej polityki przestrzennej. Nasuwa się zatem wniosek, że konieczne jest dalsze obserwowanie i analizowanie wdrażania tych regulacji w praktyce samorządowej. W kolejnych badaniach, przeprowadzonych na terenie gminy miejskiej Białystok, dokonano analizy ilościowej powierzchni biologicznie czynnej w poszczególnych strefach planistycznych. Wyniki zestawiono z wartościami wymaganymi w nowych planach zagospodarowania przestrzennego, określonymi w rozporządzeniu z 2023 roku. Uzyskane rezultaty wskazują, że miasto Białystok można uznać za „zielone miasto” – większość stref planistycznych spełnia lub nawet przekracza wymagania określone w rozporządzeniu. Zaskakujący jest natomiast wynik dotyczący strefy cmentarzy, gdzie udział powierzchni biologicznie czynnej wynosi jedynie 11%, przy wymaganym poziomie 30%. Zastanawia to, ponieważ zgodnie z rozporządzeniem z 2008 roku, cmentarze powinny być projektowane i utrzymywane jako tereny o charakterze parkowym. Wnioski z badań wskazują na potrzebę ponownej analizy sposobu zagospodarowania tych terenów.

Słowa kluczowe: gospodarka przestrzenna, dostępność do szkół, tereny zielone, powierzchnia biologicznie czynna, cmentarze.

I-B.2. Wykrywanie zanieczyszczeń antropogenicznych w obszarach płytkowodnych za pomocą YOLO i syntetycznych danych obrazowych

Daniel Klukowski, Jacek Łubczonek
d.klukowski@pm.szczecin.pl, j.lubczonek@pm.szczecin.pl
Politechnika Morska w Szczecinie, Szczecin, Polska

Głównym celem referatu jest przedstawienie możliwości modelu detekcyjnego w monitorowania środowiska obszarów płytkich wód z zastosowaniem obrazów teledetekcyjnych pozyskiwanych w platformy bezzałogowej. Badania prowadzone były z zastosowaniem konwolucyjnej sieci neuronowej YOLO, służącej do detekcji i klasyfikacji obiektów pochodzenia antropogenicznego stanowiących zanieczyszczenia stałe. W pracy zastosowane zostały metody generowania syntetycznych obiektów stosowanych do trenowania modeli, co stanowi również rozwiązanie problemu dostarczenia dużej ilości danych potrzebnych w tym procesie. Celem głównym pracy było uzyskanie skutecznego modelu do wykrywania obiektów pochodzenia antropologicznego w obszarach płytkowodnych. Zakres badań ogranicza możliwość odfotografowania obiektów znajdujących się pod powierzchnią wody, na co wpływ mają warunki fizykochemiczne zbiornika wodnego, jak również czynniki atmosferyczne podczas pozyskiwania obrazów. Środowisko wodne charakteryzuje duża dynamika zmian oraz zdarzeń mogących utrudnić wykrycie zanieczyszczeń. W związku z tym w celach częściowych pracy jest ustalenie do jakiej głębokości oraz rozmiaru obiektu możliwa jest jego identyfikacja. Badania potwierdzają możliwość stosowania danych syntetycznych do wykrywania obiektów rzeczywistych w obszarach płytkowodnych. Proces przygotowywania takich danych wymaga uwzględnienia zmiany wyglądu obiektów wynikających z warstwy wody oraz zastosowania szeregu modyfikacji mających na celu zwiększeniu różnorodności danych treningowych.

Słowa kluczowe: konwolucyjne sieci neuronowe, wykrywanie obiektów, obszary płytkowodne, monitorowanie środowiska, bezzałogowe systemy latające

I-B. 3. Szacowanie potencjału siedliskowego hałdy pogórnictwa Sośnica z wykorzystaniem danych optycznych i LiDAR

Natalia Jasiak¹, Jakub Ceglarek¹, Jan Piekarczyk¹, Gabriela Woźniak²
natjas11@st.amu.edu.pl, jakub.ceglarek@amu.edu.pl, jan.piekarczyk@amu.edu.pl,
gabriela.wozniak@us.edu.pl

¹Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu

²Uniwersytet Śląski w Katowicach

Hałdy pogórnictwa często postrzegane jako zdegradowane i pozbawione wartości przyrodniczej formy terenu mogą stanowić istotny element krajobrazu przyrodniczego jeśli ich potencjał siedliskowy zostanie właściwie rozpoznany. Celem badań było opracowanie zintegrowanej metody predykcji właściwości fizykochemicznych podłoża hałdy Sośnica oraz identyfikacji klas siedliskowych przy użyciu danych teledetekcyjnych. Zastosowano fuzję danych WorldView-3 (8 pasm multispektralnych w zakresie VNIR) i produktów LiDAR (DTM/DSM, nCHM, klasy pokrycia) z pomiarami in situ. Przygotowano cechy spektralne i topograficzne (m.in. wskaźnik wegetacyjny NDVI, nachylenie, ekspozycję), a następnie zastosowano regresję algorytmem Random Forest do predykcji parametrów glebowych oraz analizę skupień do wyznaczenia klas siedliskowych hałdy. Walidację przeprowadzono na 200 punktach referencyjnych. Najwyższą dokładność predykcji uzyskano dla zawartości magnezu przyswajalnego w sierpniu ($R^2 = 0,84$) oraz odczynu pH H_2O w maju ($R^2 = 0,77$), natomiast niższe wartości odnotowano dla przewodnictwa elektrycznego EC w czerwcu ($R^2 = 0,58$). Analiza skupień wyodrębniła cztery klasy o odmiennych charakterystykach fizykochemicznych i roślinnych użyteczne do priorytetyzacji rekultywacji i monitoringu. Uzyskane wyniki potwierdzają przydatność danych zdalnych w ocenie środowiskowej hałd oraz wspierają planowanie działań rekultywacyjnych i ochrony przyrody. Zaproponowane metody są skalowalne i możliwe do adaptacji w innych obszarach pogórnictwa dla których dostępne są dane o porównywalnej rozdzielczości spektralnej i przestrzennej.

Słowa kluczowe: hałdy pogórnictwa, potencjał siedliskowy, WorldView-3, LiDAR, Random Forest

I-B. 4. Czasoprzestrzenne zmiany w koncentracji terenów zurbanizowanych – studium przypadku dla wybranych miejskich obszarów funkcjonalnych

Barbara Wiatkowska, Joanna Bac-Bronowicz
barbara.wiatkowska@pwr.edu.pl, joanna.bac-bronowicz@pwr.edu.pl
Katedra Geodezji i Geoinformatyki, Politechnika Wrocławska, Wrocław

Miejskie obszary funkcjonalne otaczające duże aglomeracje miejskie to obszary gdzie często obserwowana jest suburbanizacja zachodząca na szeroką skalę, głównie w wyniku wyludnianiem się dużych miast. Procesy te, szczególnie jeżeli przebiegają w sposób niekontrolowany, powodują niekorzystne zmiany w pokryciu i użytkowaniu gruntów. Znaczenie efektywności zużycia gruntów zostało podkreślone w Agendzie 2030, a jednym z mierników tej efektywności jest wskaźnik zużycia gruntów, który stanowi zbiór atrybutów zawierających informacje o udziale zajmowanego terenu przez przestrzenie zurbanizowane w relacji do zmian demograficznych.

Istotne jest więc monitorowanie rozwoju obszarów miejskich i ich koncentracji z wykorzystaniem źródeł, które dostarczają wiarygodnej informacji na wysokim poziomie przestrzennej szczegółowości dla dowolnych przekrojów czasowych. Odpowiedzią na te oczekiwania są obecnie badania naukowe związane z wykorzystaniem zbiorów danych teledetekcyjnych.

Głównym celem badań była analiza czasoprzestrzennych zmian w koncentracji terenów zurbanizowanych, jakie nastąpiły na przestrzeni ostatnich kilkunastu lat, na terenie gmin zlokalizowanych w miejskich obszarów funkcjonalnych, m.in. Wrocławia, Opola i Katowic. W tym celu wykorzystano zobrażenia satelitarnych Landsat, Sentinel i RapidEye, na podstawie których wykonano klasyfikację spektralną form pokrycia i użytkowania gruntów. Wykorzystano również zbiory Global Human Settlement Layers (GHSL), które dostarczyły m.in. danych o obszarach zabudowanych i rozmieszczeniu ludności, dzięki połączonej analizie danych z obserwacji Ziemi i spisów ludności. Ze szczególnym uwzględnieniem przeanalizowano zmiany w rozwoju i koncentracji terenów zurbanizowanych z zastosowaniem m.in. metod autokorelacji przestrzennej.

Z przeprowadzonych badań wynika, że wzrost obszarów zurbanizowanych następował głównie kosztem terenów rolniczych. Analiza zmian przestrzennej autokorelacji ekspansji miejskiej umożliwiła zidentyfikowanie statystycznie istotnych klastrow zarówno wysokich i niskich koncentracji terenów zurbanizowanych na analizowanym obszarze. Nowe tereny

zurbanizowane powstawały w strefach podmiejskich, często w sposób rozproszony, w znacznych odległościach od centrów, a także nieproporcjonalnie w stosunku do wzrostu liczby ludności. Analiza porównawcza kierunków i wzorców przestrzennych rozwoju terenów zurbanizowanych pozwala wnioskować o postępującej suburbanizacji na terenach miejskich obszarów funkcjonalnych.

Wyniki badań mogą być wykorzystane jako informacje bazowe do prowadzenia zrównoważonej polityki przestrzennej na terenach miejskich obszarów funkcjonalnych, w aspekcie ekspansji urbanistycznej.

Słowa kluczowe: wielospektralne zobrazowania satelitarne, GHSL, GIS, miejskie obszary funkcjonalne, tereny zurbanizowane, suburbanizacja

I-B. 5. Detekcja mokrego śniegu przy użyciu satelitarnych zobowiązań SAR na obszarze Arktyki

Joanna Pluto-Kossakowska¹, Eirik Malnes²

¹ Politechnika Warszawska, Polska, joanna.kossakowska@pw.edu.pl

² NORCE - Norwegian Research Centre, Norwegia, eima@norceresearch.no

Motywacją do detekcji mokrego śniegu w Arktyce wynika z dynamicznych zmian klimatycznych w tym regionie. Mokry śnieg, mający niższe albedo niż suchy, intensywniej pochłania promieniowanie słoneczne, wzmacniając sprzężenie zwrotne i przyspieszając topnienie (Tsai et al., 2019). Celem badań było przetestowanie metody identyfikacji mokrego śniegu w Arktyce z wykorzystaniem satelitarnych zobowiązań SAR (SyntheticAperture Radar). Metoda opiera się na różnicach w sygnale odbicia między mokrym

a suchym śniegiem (Nagler et al., 2016), analizie czasowej odbicia wstecznego w paśmie C oraz klasyfikacji opartej na progach empirycznych.

W pierwszym etapie przetworzono zobrazowania Sentinel-1 dla regionu Hornsund (południowy Spitsbergen). Dane w trybie IW poddano korekcji terenowej, obliczeniu współczynnika wstecznego rozproszenia (σ_0), filtracji redukującej plamkowanie oraz maskowaniu. Następnie, na podstawie globalnej średniej σ_0 , wyznaczono wskaźnik mokrego śniegu (Wet Snow Index) dla trzech okresów sezonu topnienia 2022: początek (01–03.04), środek (31.05–02.06), koniec (23–25.08). Wykorzystano zobrazowania z dwóch orbit: zstępującej (polaryzacje VV, VH) i wstępującej (HH, HV), analizując wpływ

polaryzacji i kierunku orbity. Skuteczność metody oceniono przez porównanie z klasyfikacją nadzorowaną na obrazowaniach PlanetScope z tych samych dat. Analiza czasowa wykazała brak mokrego śniegu w kwietniu, jego maksimum w maju i sporadyczne występowanie w sierpniu – głównie na lodowcach i w wąwozach, co zostało potwierdzone danymi meteo. Zgodność detekcji śniegu na podstawie danych PlanetScope i Sentinel-1 była wysoka: F1-score 0,86 w czerwcu i 0,73 w sierpniu. Wyniki z obu orbit były zbliżone i komplementarne – co ma znaczenie w terenach górzystych, gdzie występuje efekt nakładania (layover). Wykazano także, że okres obliczania średniej rocznej nie wpływa na skuteczność detekcji.

Zastosowanie danych SAR pozwala na niezależne od pogody śledzenie zmian sezonowych, wspierając długoterminowe obserwacje i zarządzanie środowiskiem arktycznym, co potwierdzają inne badania (Vickers, Malnesat al., 2022). Integracja danych wielosensorowych może zwiększyć dokładność detekcji i sprzyjać operacyjnemu wykorzystaniu tej technologii w badaniach klimatycznych i hydrologicznych.

Słowa kluczowe: obrazowania mikrofalowe, Sentinel-1, topnienie śniegu

TEMAT SESJI I-C:

GEOINFORMACJA W ROZWIĄZYWANIU PROBLEMÓW MIAST

I-C. 1. Analiza dynamiki miejskiej poprzez integrację informacji kontekstowej i geoprzestrzennej

Iwona Kaczmarek

iwona.kaczmarek@upwr.edu.pl

Katedra Badań Systemowych, Uniwersytet Przyrodniczy w Wrocławiu, Polska

Współczesne miasta stanowią złożone, dynamiczne systemy, zasilane przez interakcję licznych procesów urbanizacyjnych. W erze GeoAI i Urban Data Science, możemy wykorzystywać coraz bogatsze zbiory danych, aby zrozumieć nie tylko *jak* ale *dla czego* miasta ewoluują. Pełne zrozumienie dynamiki miejskiej wymaga bowiem przejścia od rejestrowania statycznych, obserwowalnych zjawisk przestrzennych do dekodowania ukrytych za nimi informacji o charakterze, celach i specyfice podejmowanych działań.

Celem referatu jest przedstawienie teoretycznych i metodologicznych podstaw integrowania analizy geoprzestrzennej z zaawansowaną analizą semantyczną, skupiając się na przykładzie pozwoleń na budowę, jako nośnika informacji o intencjach i procesach kształtujących tkankę miejską. W badaniach wykorzystywane są techniki teorii grafów do budowania sieci powiązań między poszczególnymi inwestycjami oraz algorytmy klasteryzacji do identyfikacji grupowych charakterystyk procesów inwestycyjnych w przestrzeni miejskiej.

Analiza ilościowa procesów inwestycyjnych, obejmująca ich wymiary przestrzenne, czasowe, sekwencyjne i typologiczne, pozwala na wyłonienie podstawowych wzorców rozwojowych (np. procesy suburbanizacji, intensywne osiedla wielorodzinne). Kluczowym elementem jest jednak konfrontacja tych wyników z analizą semantyczną, realizowaną przy użyciu zaawansowanych technik przetwarzania języka naturalnego (NLP) i modeli językowych. Pozwala ona na wyjście poza ramy formalnych klasyfikacji tj. PKOB (Polska Klasyfikacja Obiektów Budowlanych) i umożliwia identyfikację konkretnych typów, skali i celów podejmowanych działań w mieście. Pozwala to na uchwycenie informacji kontekstowej, czyli intencji i szczegółów charakterystycznych dla danego działania, co jest często pomijane w tradycyjnych podejściach.

Prezentowane badania wskazują potencjał synergii między metodami geoprzestrzennymi a analizą semantyczną w uchwytowaniu złożonych dynamik miejskich. Podkreślają znaczenie urban data science jako narzędzia umożliwiającego głębsze zrozumienie procesów i przemian zachodzących w miastach. Ma to bezpośrednie implikacje dla tworzenia responsywnych i zorientowanych na potrzeby mieszkańców strategii rozwoju miast oraz przewidywania trajektorii ich rozwoju.

Słowa kluczowe: dynamika miejska, GeoAI, Urban Data Science, analiza semantyczna, przetwarzanie języka naturalnego (NLP), dane przestrzenne, pozwolenia na budowę.

I-C.2. Ochrona lokalnej przestrzeni geograficznej przed przestępstwami drogowymi i aktami terroryzmu z wykorzystaniem pojazdów

Anna Barańska¹, Konrad Eckes²

¹abaran@agh.edu.pl; ²keckes@agh.edu.pl

¹Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie,

²Państwowa Akademia Nauk Stosowanych w Jarosławiu

We współczesnej cywilizacji powszechnie egzystują w bezpośrednim sąsiedztwie skupiska ludzkie, stacjonarne lub mobilne oraz ruch kołowy. Ta koegzystencja sprawia, że skupiska ludzkie są wystawione na działalność przestępczą w ruchu drogowym, a w powtarzających się przypadkach także – na działalność terrorystyczną. Działania przestępcze w ruchu drogowym przeciwko pieszym są niestety zjawiskiem powszechnym. Natomiast w ostatnich czasach obserwujemy w kilku krajach ponowny wzrost działalności terrorystycznej polegającej na taranowaniu skupisk ludzkich pojazdami mechanicznymi. Natomiast, działalność przestępcza w ruchu drogowym, na skutek której giną ludzie, ma miejsce stale. Niestety przy tak bliskim styku ruchu pieszego i kołowego, przy takiej geometrii sąsiedztwa – zdarzenia te są trudne do wyeliminowania.

Analizy przeciwdziałania przestępczości drogowej oraz działalności terrorystycznej, przedstawiane w literaturze, skupiają się na środkach technicznych ochrony skupisk ludzkich. W niniejszej pracy został podjęty problem od innej strony – od strony geometrii skupisk ludzkich i konstrukcji geometrycznych środków zabezpieczających. Rozpatrzono różne formy geometrii skupisk ludzkich z uwzględnieniem czynnika czasu. Pod względem stabilności i dynamiki tłumu rozpatrzono cechy tłumu stacjonarnego, tłumu mobilnego oraz tłumu stacjonarno-mobilnego.

W dalszej części referatu podano szereg propozycji zabezpieczeń terenowych. Zostały rozpatrzone blokady prostoliniowe, prostopadłe do osi tras komunikacyjnych, blokady ciągłe, równoległe do osi trasy i blokady wielorzędowe. Następnie rozpatrzono blokady o dowolnym kształcie chroniące skupiska ludzi. Dla analizy form blokad sformułowano wskaźniki służące do liczbowej oceny mocy blokady lub nadmiaru tej mocy. Szczególną rolę przypisano ochronie skupisk ludzi na terenach otwartych. Zostały ocenione regularne i nieregularne siatki ochronne, utworzone z blokad punktowych oraz zostało przedstawione lepsze rozwiązanie w postaci enklaw, co jednocześnie chroni ludzi i umożliwia niezbędny dostęp dla służb ratowniczych.

Niemal codzienne ofiary przestępstw drogowych, a zwłaszcza ataki terrorystyczne w ostatnich miesiącach, przypomniały cywilizowanym społeczeństwom, że poruszający się

pojazd mechaniczny może być narzędziem przestępstw drogowych i groźną bronią w rękach terrorystów. Tym bardziej groźną, że powszechnie obecną w codziennym życiu społeczeństwa. Dlatego tak ważne są wszechstronne badania nad tym problemem, również z punktu widzenia relacji przestrzennych pomiędzy ruchem pieszym i kołowym, z analizą geometrii skupisk ludzkich i konstrukcji zabezpieczających.

Słowa kluczowe: działalność przestępcza w ruchu drogowym, terroryzm, ochrona skupisk ludzkich, parametry tłumu, geometria zabezpieczeń

I-C.3. Zmiany zagospodarowania przestrzeni miast Polski w oparciu o analizę danych EGIB

Agnieszka Gajda
agajda@irmir.pl

Instytut Rozwoju Miast i Regionów, Polska

Od wielu lat w debacie publicznej w Polsce podkreśla się problematykę rozlewania się zabudowy oraz chaosu przestrzennego. Pomimo istnienia różnych zestawów danych monitorujących, wciąż brakuje ogólnokrajowych, wysokorozdzielczych statystyk przestrzennych, które mogłyby wspierać szczegółowe analizy struktury miejskiej. Choć niektóre źródła, takie jak oficjalne statystyki, dostarczają bardzo szczegółowych informacji, to często brakuje im odniesienia przestrzennego lub są zbyt zagregowane, by mogły być użyteczne w analizach przestrzennych. Z kolei powszechnie dostępne źródła, takie jak Corine Land Cover, oferują ciągłość przestrzenną, lecz są zbyt ogólne, by odzwierciedlać drobnoskalowe zróżnicowanie funkcjonalne terenów miejskich. Podobnie, Baza Danych Obiektów Topograficznych (BDOT10k), mimo wysokiej dokładności przestrzennej, jest aktualizowana rzadko i nie zawiera wystarczającej szczegółowości tematycznej do oceny użytkowania terenu pod względem funkcjonalnym. Dostępne dane o użytkowaniu terenu często nie oddają w wystarczającym stopniu aspektów funkcjonalnych obszarów miejskich.

Celem niniejszego badania jest identyfikacja i analiza struktury funkcjonalnego użytkowania terenu w polskich miastach z zastosowaniem spójnej metodologii opartej na oficjalnych danych przestrzennych, a także zbadanie zmian, które zaszły w latach 2017–2024. Metoda badawcza opiera się na koncepcji transektu miejskiego. Transekt miejski, zaproponowany przez tzw. Nowych Urbanistów, porządkuje przestrzeń miejską w formie gradientu stref – od wiejskich po zurbanizowane. Stanowi on uporządkowane ramy

do analizy wzorców przestrzennych, umożliwiając klasyfikację obszarów na podstawie ich cech morfologicznych i funkcjonalnych.

Analiza funkcjonalnego użytkowania terenu została przeprowadzona na podstawie danych z Ewidencji Gruntów i Budynków (EGiB), przy czym podstawową jednostką analizy były heksagony o powierzchni 1 ha. Na podstawie struktury użytkowania terenu heksagony zostały sklasyfikowane zgodnie z określoną typologią funkcjonalną. Aby lepiej oddać specyfikę polskich miast, wprowadzono dwie dodatkowe kategorie: zabudowa mieszkaniowa na gruntach rolnych oraz obszary wielorodzinnej zabudowy o wysokiej intensywności.

Przeprowadzone analizy pozwoliły na identyfikację struktury funkcjonalno-przestrzennej miast, umożliwiając obiektywną charakterystykę użytkowania terenu miejskiego oraz ocenę jego zmian w czasie. Na podstawie wyników możliwe jest szerokie wskazanie rezerw przestrzennych w miastach pod kątem przyszłej zabudowy oraz określenie prawdopodobnych kierunków ekspansji miejskiej. Wyniki ukazały również skalę i intensywność niekontrolowanych oraz chaotycznych procesów suburbanizacji.

Słowa kluczowe: EGiB, struktura użytkowania, LU/LC

I-C.4. Serie czasowe 2006-2023 chmur punktów ALS LiDAR w monitoringu jakości życia mieszkańców Krakowa

Piotr Wężyk¹, Wojciech Krawczyk²

¹piotr.wezyk@urk.edu.pl; ²wojciech.krawczyk@student.urk.edu.pl

^{1 2} Katedra Zarządzania Zasobami Leśnymi, Wydział Leśny,
Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, Polska
Polskie Towarzystwo Geograficzne – Oddział Teledetekcji

Rozmieszczenie terenów zielonych w miastach ma kluczowe znaczenie dla zrównoważonego świadczenia usług ekosystemowych w sposób zapewniający mieszkańcom miast równy i sprawiedliwy dostęp do nich. W celu oszacowania zasobów miejskiej zielonej infrastruktury najczęściej stosowano inwentaryzację terenową, ortofotomapy lotnicze lub satelitarne. Zazwyczaj dostarczały one jedynie informacji 2D, która nie oddaje w pełni struktury przestrzennej roślinności wysokiej. Badania fotogrametryczne miejskiej roślinności wysokiej na stereogramach zdjęć lotniczych zostały obecnie zastąpione analizami 3D chmur punktów z lotniczego skanowania laserowego

(ALS LiDAR). Po normalizacji chmur ALS możliwe jest uzyskanie cech biometrycznych poszczególnych drzew lub biogrup roślinności wysokiej. Na podstawie analiz chmur punktów lub Modeli Koron Drzew (MKD) można uzyskać informacje na temat: liczby drzew (segmentacja koron), wysokości (np. analizy percentyli), zwarcia poziomego koron, współczynnika penetracji, powierzchni korony 2D lub 3D, długości korony itp. Celem przedstawionego badania było określenie zmian 4D, które zaszły w roślinności wysokiej Krakowa. W pracy analizowano zmiany w przestrzeni poziomej (2D) oraz pionowej (3D) klasy roślinności wysokiej na podstawie chmur punktów ALS LiDAR dla obszaru 326 km². Seria czasowa obejmowała dane pozyskane w 2006 r. (18 pkt/m²), 2012 r. (12 pkt/m²), 2017 r. (12 pkt/m²), 2021 r. (30 pkt/m²) oraz 2023 r. (46 pkt/m²). Uzyskane wyniki wskazują na stały wzrost powierzchni 2D roślinności wysokiej (>2.0 m AGL) z 5.569,69 ha (17,04% powierzchni Krakowa) w 2006 r. do 9.399,29 ha (28,83%) w 2023 r. Średni roczny przyrost powierzchni 2D koron drzew wyniósł 225,27 ha w ciągu 17 lat. W tym samym okresie powierzchnia 3D koron drzew (MKD) wzrosła aż o 48% z 10.178,51 ha (2006 rok) do 15.148,19 ha (2023 rok). Średni roczny przyrost MKD (3D) wyniósł 292,33 ha. Liczba drzew wzrosła z 1.216.655 w 2006 r. do 1.556.868 w roku 2023 (różnica +340.213), przy czym w tym okresie usunięto 211.883 szt., a dorosło ich 788.692 szt. Drzewa, które nie zostały usunięte, wykazały przyrost na powierzchni 8.579,23 ha, tj. średnio o 6,68 m, co przekłada się na 0,39 m/rok. Na obszarze około 2.096,43 ha odnotowano spadek wysokości drzew (średnio -7,0 m), co w większości przypadków mogło oznaczać ich usunięcie, złamanie korony lub obumarcie starszych drzew. Największy spadek wysokości drzew (na obszarze 2.984,54 ha) odnotowano w okresie 2012-2017, czyli prawdopodobnie w konsekwencji zawirowań legislacyjnych dotyczących ubiegania się o pozwolenia na usuwanie drzew na terenach prywatnych (tzw. „Szyszko-Lex”).

Słowa kluczowe: ALS LiDAR, zieleń miejska, liczba drzew, Model Koron Drzew

I-C.5. Niskobudżetowy mobilny system skanowania laserowego DATCAP MLS – wyniki testów systemu

Bartosz Mitka, Przemysław Kłapa, Michał Pełka
bmitka@datcap.eu; pklapa@datcap.eu; mpelka@datcap.eu
DATCAP sp. z o.o.

Technologia mobilnego skanowania laserowego wykorzystywana jest głównie jako geodezyjne narzędzie pomiarowe oraz jako system mapowania przestrzennego, przeznaczony na potrzeby m.in. tworzenia aplikacji mapowych nawigacji samochodowych. W obu tych przypadkach, a w szczególności w geodezyjnych systemach pomiarowych, spotykamy się z: wysokimi kosztami urządzeń i oprogramowania do przetwarzania danych, dużymi rozmiarami plików pomiarowych, wysokim stopniem skomplikowania systemu oraz wymaganą wiedzą niezbędną do pozyskiwania, przetwarzania i analizy pozyskanych danych.

Celem referatu jest przedstawienie wyników testów terenowych niskobudżetowego mobilnego systemu skanowania laserowego DATCAP MLS. Scenariusze testowe zakładały zróżnicowanie warunków pozyskiwania danych zarówno pod względem lokalizacji jak i średniej prędkości przejazdów pomiarowych. Obejmowały one zarówno mocno zurbanizowane centra dużych ośrodków miejskich, ośrodki miejskie średniej wielkości i tereny podmiejskie, jak również pozyskanie danych poza obszarami zabudowanymi na drogach jedno i wielojezdniowych. Scenariusze te wprost definiowały zarówno średnią prędkość przejazdów jak również wielkość szumu komunikacyjnego rejestrowanego w trakcie pomiaru. Na pozyskanych danych zweryfikowano również wartości parametrów algorytmu wyrównania przejazdów i generowania wynikowej chmury punktów, określając optymalne wartości parametrów zarówno pod względem jakości i dokładności uzyskanej informacji geometrycznej, jak również pod względem wydajności algorytmu.

Zaproponowane rozwiązanie charakteryzuje się dokładnością oraz jakością pozyskiwanych danych, które umożliwiają identyfikację i mapowanie większości elementów otaczającej nas przestrzeni, przy jednoczesnej minimalizacji kosztów zakupu i użytkowania systemu. Produkty z zaprezentowanego rozwiązania mogą zostać wykorzystane do inwentaryzacji infrastruktury drogowej, identyfikacji reklam w przestrzeni miejskiej, rejestracji roślinności, tworzenia modeli miast 3D, technologii BIM oraz do pomiaru i rejestracji elementów przestrzeni miejskiej, a w szczególności wielkości prześwitów pod mostami, wiaduktami czy też w tunelach.

Słowa kluczowe: skanowanie laserowe, SLAM, chmura punktów, rozwiązania niskobudżetowe.

SESJA REFERATOWA II

TEMAT SESJI II A:

ZDALNE BADANIA EKOSYSTEMOWE

II-A.1. Zintegrowane wieloźródłowe dane przestrzenne na potrzeby monitorowania łagodzenia efektu miejskiej wyspy ciepła na przykładzie funkcjonalnych obszarów miejskich województwa lubuskiego

Anna Markowska, Katarzyna Dąbrowska-Zielińska
anna.markowska@igik.edu.pl; katarzyna.dabrowska-zielinska@igik.edu.pl
Instytut Geodezji i Kartografii, Warszawa, Polska

Istotnym problemem współczesnych miast jest zjawisko miejskiej wyspy ciepła (*Urban Heat Island* – UHI), polegające na lokalnym wzroście temperatury w obszarach zurbanizowanych

w porównaniu z terenami otaczającymi. W tym kontekście znaczenia nabiera modelowanie i monitorowanie chłodzenia miejskiego (*urbancooling*), czyli procesów i działań obniżających temperaturę w przestrzeni zurbanizowanej.

W ramach prezentacji omówione zostaną założenia modelu chłodzenia miejskiego, przykłady wskaźników wspierających ocenę UHI, a także studium przypadku obejmujące Miejskie Obszary Funkcjonalne (MOF) województwa lubuskiego. Analiza skupia się na możliwościach zastosowania zintegrowanych danych w procesach monitorowania, planowania przestrzennego i wdrażania działań adaptacyjnych.

W ramach modelu chłodzenia miejskiego (*Urban Cooling Model*, UCM),uwzględniając następujące komponenty:

- zacienienie – ograniczenie bezpośredniego nasłonecznienia dzięki obecności drzew i obiektów architektonicznych,
- ewapotranspiracja – proces parowania i transpiracji roślin,
- albedo – zdolność powierzchni do odbijania promieniowania słonecznego,
- odległość od wysp chłodu – terenów zieleni, parków i zbiorników wodnych, pełniących funkcję naturalnych regulatorów temperatury.

Źródła danych satelitarnych zastosowanych do analiz w omawianym przypadku obejmują m.in.: Sentinel-2, Sentinel-3 oraz Landsat 8/9. Uzupełnieniem są dane wektorowe (m.in. BDOT10k, EGiB, BDL).

Do najważniejszych wskaźników zastosowanych w analizach należą:

- powierzchnie i kondycja zieleni w sąsiedztwie infrastruktury komunikacyjnej,
- przestrzenne rozkłady temperatury powierzchni gruntu (LST),
- wskaźniki pokrycia terenu i uszczelnienia powierzchni.

W ramach prezentacji przedstawione zostaną wstępne wyniki analiz dla województwa lubuskiego w formie statystycznej oraz map, opracowywanych w ramach projektu dla Europejskiej Agencji Kosmicznej p.t. *Enhanced Multi-Source Information for Natural Capital Assessment and Monitoring (EO-BALP-CCN1)*.

Słowa kluczowe: miejska wyspa ciepła, urbancooling, funkcjonalne obszary miejskie, zintegrowane dane przestrzenne

II-A.2. Fotogrametryczny Poznań – wykorzystanie fotogrametrii i teledetekcji na potrzeby miasta Poznania

Artur Radziemski

artur.radziemski@geopoz.poznan.pl

Zarząd Geodezji i Katastru Miejskiego GEOPOZ w Poznaniu, Polska

Celem referatu jest przedstawienie możliwości wykorzystania danych fotogrametrycznych na potrzeby funkcjonowania dużego miasta, jakim jest Poznań. Do analiz wykorzystano

dane, które pozyskiwane są w cyklach 2-letnich w ramach prac zleconych przez Główny Urząd Geodezji i Kartografii, a także dane pozyskane w ramach nalotów fotogrametrycznych wykonywanych na zlecenie Zarządu Geodezji i Katastru Miejskiego GEOPOZ (ZGiKM GEOPOZ) w Poznaniu. Bardzo ważnym aspektem jest koordynacja tych dwóch działań, aby zapewnić jak najbardziej aktualne materiały, jednocześnie wykluczając powielanie się wykonywanych prac fotogrametrycznych.

Przedstawiona zostanie również działalność Działu Fotogrametrii w ZGiKM GEOPOZ, odnośnie obsługi Urzędu Miasta Poznania oraz jednostek miejskich, w zakresie wykorzystania danych fotogrametrycznych. Opracowania są wykonywane na podstawie historycznych zdjęć lotniczych, z których najstarsze pochodzą z 1989 roku i są wykorzystywane jako materiał pomocniczy w sprawach odnośnie zasiedzeń nieruchomości, wykrywania samowoli budowlanych oraz posadowienia nielegalnych nośników reklamowych.

W drugiej części zaprezentowane zostaną opracowania z wykorzystaniem nowoczesnych technik fotogrametrycznych i teledetekcyjnych, takie jak analiza występowania miejskich wysp ciepła i chłodu, na podstawie danych z satelitów LandSat, wraz z określeniem liczby mieszkańców narażonych na ich oddziaływanie. Przedstawiona zostanie analiza wykonana na potrzeby Wydziału Gospodarki Nieruchomościami, w zakresie bezumownego wykorzystywania nieruchomości będących własnością miasta, wykorzystująca LIDAR, obserwacje zdjęć lotniczych metodą stereodigitalizacji oraz dane z Systemu Informacji Przestrzennej Poznania. Kolejne opracowanie wykorzystujące wyżej wymienione zbiory danych, wykonano dla Wydziału Podatków i Opłat, odnośnie możliwości opodatkowania nieruchomości z uwzględnieniem prowadzonej działalności gospodarczej.

Zaprezentowana tematyka powinna być interesująca dla przedstawicieli administracji na szczeblu samorządowym i może stanowić podstawę do dyskusji na temat możliwości wykorzystania fotogrametrii i teledetekcji na potrzeby funkcjonowania dużych aglomeracji miejskich.

Słowa kluczowe: Poznań, system informacji przestrzennej, fotogrametria, teledetekcja, LIDAR.

II-A.3. W kierunku opracowania krajowego Modelu Koron Drzew opartego na integracji danych satelitarnych - wyniki z południowej Polski

Wojciech Krawczyk, Piotr Wężyk

wojciech.krawczyk@student.urk.edu.pl; piotr.wezyk@urk.edu.pl

Katedra Zarządzania Zasobami Leśnymi, Wydział Leśny, Uniwersytet Rolniczy im. H. Kołłątaja w Krakowie; Polskie Towarzystwo Geograficzne, Oddział Teledetekcji

Wysokość drzewostanu jest jedną z jego kluczowych cech, wykorzystywaną do określania wielkości takich jak zasobność, biomasa, czy zdolność sekwestracji węgla przez drzewostan. W wyniku zmian klimatu lasy są poddawane presji wielu czynników, skutkujących zmianami i zaburzeniami drzewostanów. Stwarza to konieczność ich monitoringu, w tym monitoringu zmian struktury wysokościowej lasów. Rozwiązania oparte na satelitarnych technologiach teledetekcyjnych, w tym satelitarne skanowanie laserowe (misja GEDI; NASA), otwierają nowe możliwości wielkoskalowego monitoringu lasów.

Celem badań było opracowanie serii czasowej (2019-2022) Modelu Koron Drzew (MKD) drzewostanów południowej Polski. Jakość stworzonego MKD oceniono na podstawie referencyjnych danych ALS, ponadto oceniono również jego możliwości detekcji zmian zachodzących w drzewostanach. Do opracowania MKD wykorzystano pomiary wysokości drzewostanu wykonane przez misję GEDI, które zostały zintegrowane z obrazowaniami satelitarnymi Sentinel-2, Sentinel-1 (ESA), ALOS PALSAR-2 (JAXA) oraz danymi WorldClim i numerycznym modelem terenu NASADEM. W procesie nauki modelu przetestowano wybrane algorytmy uczenia maszynowego (randomforest, xgboost oraz SVM) i kombinacje danych satelitarnych, aby odnaleźć zestawienie umożliwiające uzyskanie najlepszej dokładności modelu. Mapy pokrycia terenu opracowane przez CBK PAN zostały wykorzystane do ograniczenia zasięgu MKD do obszarów pokrytych roślinnością.

Opracowany MKD charakteryzujący się najlepszą dokładnością był oparty o algorytm randomforest oraz integrację pomiarów misji GEDI i obrazowań Sentinel-1, Sentinel-2, danych klimatycznych oraz NMT ($R^2=0.72$, $RMSE=5.18$ m i $MAE=4.09$ m). Model zaniżał wysokość drzewostanów o wysokości większej niż 25 m oraz przeszacowywał wysokość drzewostanów niższych niż 10 m. Analiza zmian wysokości drzewostanów na podstawie serii czasowej MKD wykazała, że detekcja zrębów zupełnych jest możliwa z dokładnością 64%, jednak rośnie ona wraz ze wzrostem powierzchni zrębu. Wskazuje to na przydatność opracowanego MKD do wykrywania zmian powstałych w wyniku wielkopowierzchniowych kataklizmów. Dokładność uzyskanych MKD nie jest jednak wystarczająca do obserwacji

rocznego przyrostu wysokości drzewostanów, zmian w strukturze drzewostanów wynikających z zabiegów gospodarczych (trzebieże) oraz zaburzeń o niewielkiej powierzchni.

Słowa kluczowe: teledetekcja, integracja danych przestrzennych, GEDI, Model Koron Drzew, detekcja zmian

II-A.4. Wykorzystanie technologii geoinformacyjnych w ocenie zniekształceń pokroju drzew w sąsiedztwie linii kolejowych

Łukasz Kwaśny¹, Karol Bronisz², Michał Orzechowski², Grzegorz Zająchkowski³, Szymon Bijak²
lukasz_kwasny@sggw.edu.pl

¹Samodzielny Zakład Geomatyki i Gospodarki Przestrzennej, Instytut Nauk Leśnych, Wydział Leśny, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

²Katedra Urządzania Lasu, Dendrometrii i Ekonomiki Leśnictwa, Instytut Nauk Leśnych, Wydział Leśny, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

³Zakład Zarządzania Zasobami Leśnymi, Instytut Badawczy Leśnictwa

Celem badań było wykorzystanie wybranych technologii geoinformacyjnych do oceny zniekształceń pokroju drzew rosnących w sąsiedztwie linii kolejowych. Analizy prowadzono na wybranych odcinkach, gdzie przeprowadzono szczegółową inwentaryzację terenową obejmującą określenie gatunku, wysokości, pierśnicy oraz stanu zdrowotnego drzew. Uzupełnieniem pomiarów tradycyjnych były dane pochodzące z ortofotomap lotniczych oraz pomiary wykonane naziemnym skanerem laserowym. Zastosowanie technik geoinformacyjnych umożliwiło ocenę pokroju, rozmieszczenia przestrzennego oraz wewnętrznej struktury drzewostanu w otoczeniu infrastruktury kolejowej. Uzyskane wyniki wskazują, że integracja metod terenowych z teledetekcją i skanowaniem laserowym stanowi efektywne narzędzie w analizie wpływu czynników antropogenicznych na kształtowanie się drzewostanów wzdłuż linii transportowych. Podejście to pozwala nie tylko na dokładniejszą diagnozę stanu zdrowotnego drzew, ale także na identyfikację potencjalnych zagrożeń dla bezpieczeństwa infrastruktury kolejowej.

Słowa kluczowe: pomiary drzew, deformacje, LiDAR, ortofotomapa, fotogrametria i teledetekcja.

TEMAT SESJI II-B:

SZTUCZNA INTELIGENCJA W ANALIZACH GEOPRZESTRZENNYCH. GIS vs AI

II-B.1. Interdyscyplinarność we współczesnej kartografii: Rola sztucznej inteligencji i badań z użytkownikami w opracowaniu map

Izabela Karsznia¹, Izabela Gołębiowska²

¹i.karsznia@uw.edu.pl; ²i.golebiowska@uw.edu.pl

^{1 2} Zakład Kartografii, Katedra Geoinformatyki, Kartografii i Teledetekcji, Wydział Geografii i Studiów Regionalnych, Uniwersytet Warszawski, Polska

Współczesna kartografia jako dziedzina interdyscyplinarna łącząca naukę, sztukę oraz technologię opracowania map, czerpie obecnie z rozwiązań opartych na sztucznej inteligencji, jak i wiedzy z zakresu psychologii oraz badań z użytkownikami (nawiązujących do perspektywy doświadczenia użytkownika, ang. user experience, UX). Powiązania te dają kartografom szersze możliwości w zakresie projektowania map.

Opracowywane dziś mapy to nie tylko statyczne graficzne reprezentacje przestrzeni, ale złożone systemy i modele informacji geograficznej, które powinny być dostosowane do możliwości, ograniczeń oraz potrzeb i wymagań użytkownika. Automatyzacja, personalizacja treści oraz interaktywność map stają się standardem, a użytkownik – jego percepcja, potrzeby i doświadczenie – zajmują centralne miejsce w procesie redakcyjnym.

W referacie o charakterze przekrojowego podsumowania zostaną przedstawione dwa obszary współpracy kartografii z innymi dyscyplinami: ze sztuczną inteligencją oraz psychologią. Omówione zostaną badania i prace prowadzone w kartografii dotyczące wykorzystania AI do klasyfikacji obiektów, generalizacji danych i automatycznego generowania map, które pozwalają na optymalizację, przyspieszają i usprawniają proces ich redakcji. Ponadto zaprezentowane zostaną przykłady i sposoby zastosowanie perspektywy UX w badaniach użyteczności różnego typu opracowań kartograficznych.

W dobie szybkiego rozwoju technologii, skuteczne łączenie różnych rozwiązań metodycznych, jak i technologicznych na potrzeby rozwiązywania problemów na gruncie kartografii, pozwala na wzbogacenie perspektyw, a w konsekwencji sposobu pracy kartografów. Podobnie jak w przeszłości, także dziś kartografia korzysta z dorobku innych dyscyplin, jednocześnie wzbogacając je o własne metody i rozwiązania.

Badania zostały częściowo sfinansowane przez Narodowe Centrum Nauki, w ramach projektów numer UMO2020/37/B/HS4/02605 ("Optymalizacja redakcji osadnictwa oraz sieci dróg w skalach przeglądowych z wykorzystaniem sztucznej inteligencji oraz teorii grafów") oraz UMO-2018/31/D/HS6/02770 ("Optymalizacja redakcji legendy mapy jako elementu narzędzi geowizualizacji w kontekście efektywności i strategii pozyskiwania informacji").

Słowa kluczowe: geoAI, UX, interdyscyplinarność, redakcja map, kartografia

II-B.2. Wykrywanie małych obiektów na obrazach SAR z zastosowaniem modeli z rodziny YOLO

Kinga Karwowska¹, Jakub Ślesieński², Damian Wierzbicki³

¹kinga.karwowska@wat.edu.pl, ²jakub.slesinski@wat.edu.pl, ³damian.wierzbicki@wat.edu.pl

^{1 2 3} Wojskowa Akademia Techniczna, Polska

Detekcja małych obiektów na satelitarnych zobrazeniach radarowych stanowi istotne i aktualne wyzwanie badawcze w dziedzinie teledetekcji. Obrazy SAR charakteryzują się m.in. obecnością szumu plamkowego (ang. *speckle*), geometrycznymi zniekształceniami obiektów oraz ograniczoną rozdzielczością przestrzenną. Czynniki te znacząco utrudniają zarówno skuteczną detekcję, jak i precyzyjną identyfikację obiektów, zwłaszcza tych o niewielkich rozmiarach.

W ramach badań wykonaliśmy rozszerzoną analizę porównawczą trzech architektur z rodziny YOLO (v7, v8 oraz v12) w zadaniu detekcji małych pojazdów na radarowych zobrazeniach satelitarnych. Analiza obejmowała również ocenę wpływu filtracji danych wejściowych na skuteczność detekcji. Eksperymenty dostarczyły nowej wiedzy dotyczącej doboru hiperparametrów treningu do specyfiki obrazów SAR oraz wyzwań związanych z detekcją małych obiektów w warunkach obecności szumu plamkowego. Do badań wykorzystano zbiór danych SIVED (dane lotnicze o wysokiej rozdzielczości) oraz autorską bazę obejmującą 23 644 ręcznie oznakowane pojazdy na zobrazeniach pozyskanych z konstelacji satelitów Capella i ICEYE. Skuteczność modeli oceniano w różnych wariantach konfiguracyjnych, z zastosowaniem filtrów Lee, Frost i GammaMAP, a także przeprowadzono szczegółową analizę stabilności detektorów względem zmian hiperparametrów.

Uzyskane wyniki wskazują na wyraźne różnice w skuteczności poszczególnych modeli. YOLOv8 osiągnął najwyższe rezultaty na zbiorze SIVED w wariancie bez filtracji, uzyskując F1-score = 0,958 oraz $mAP@[.5:.95] = 0,838$, przy jednoczesnej wysokiej stabilności względem zmian hiperparametrów. Z kolei YOLOv12 wykazał najlepsze wyniki po zastosowaniu filtracji Lee (F1-score = 0,951, $mAP@[.5:.95] = 0,774$), co potwierdza większą wrażliwość tej architektury na jakość danych wejściowych. Architektura YOLOv7 okazała się natomiast podatna na zmiany hiperparametrów, wymagając precyzyjnego dostrajania parametrów w procesie trenowania.

Przeprowadzone badania dowodzą, że YOLOv8 jest najbardziej skuteczną architekturą w kontekście detekcji małych pojazdów na radarowych obrazowaniach satelitarnych. Co istotne, model ten osiąga wysoką skuteczność mimo braku zaawansowanych mechanizmów samouwagi, wykazując jednocześnie większą odporność na szum plamkowy i brak konieczności wstępnej filtracji danych.

Słowa kluczowe: obrazowania radarowe, detekcja obiektów, sieci neuronowe, głębokie uczenie, YOLO.

II-B.3. Analiza wydajności detekcji obiektów geoprzestrzennych w systemach wbudowanych wykorzystujących sieci neuronowe typu YOLO

Paweł Adamski
p.adamski@pm.szczecin.pl
Politechnika Morska w Szczecinie, Szczecin, Polska

Celem referatu jest ocena możliwości oraz ograniczeń zastosowania konwolucyjnych sieci neuronowych typu YOLO do detekcji obiektów geoprzestrzennych w systemach wbudowanych. W badaniach wykorzystano platformę NvidiaJetsonOrin, na której przeprowadzono eksperymenty mające na celu określenie szybkości przetwarzania oraz efektywności energetycznej wybranych modeli sieci YOLO. Sieci te zostały wytrenowane na zbiorze obrazów przedstawiających śródlądowe oznakowanie toru wodnego. Uzyskane wyniki porównano z alternatywnymi środowiskami inferencji, obejmującymi konsumenckie jednostki obliczeniowe: kartę graficzną Nvidia RTX 4090, RTX 5060Ti, laptop z układem RTX 3050 oraz laptop z układem RTX 5060. Analiza porównawcza umożliwiła identyfikację różnic w wydajności obliczeniowej i zużyciu energii pomiędzy systemami wbudowanymi a

jednostkami stacjonarnymi. Wnioski wskazują, że rozwiązania oparte na platformach wbudowanych, takich jak JetsonOrin, mogą zapewniać wystarczającą równowagę pomiędzy szybkością działania a niskim zapotrzebowaniem energetycznym, co czyni je szczególnie przydatnymi w przy budowie systemów wizyjnych. Jednocześnie ograniczona moc obliczeniowa wymaga starannego doboru architektury sieci oraz parametrów treningowych. Wyniki badań mogą stanowić podstawę do dalszych prac nad optymalizacją systemów wizyjnych stosowanych w geoinformacji i nawigacji śródlądowej.

Słowa kluczowe: sieci neuronowe, YOLO, systemy wbudowane, detekcja obiektów, NvidiaJetson.

II-B.4. Teledetekcyjne wykrywanie uszkodzeń na panelach słonecznych na danych UAV metodami sztucznej inteligencji

Jakub Łukaszewski¹, Michał Mazur², Adam Wiśniewski³, Sławomir Mikrut⁴

¹ jl@aiclearing.com, ² m@aiclearing.com; ³ a@aiclearing.com,

⁴ smikrut@agh.edu.pl

^{1, 2, 3} AI Clearing Sp. z o.o.

⁴ Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie

Celem referatu jest prezentacja aktualnego stanu zaawansowania badań w projekcie realizowanym w ramach dofinansowania (PARP) wraz z opisem metodyki i wyników analiz. Badania dotyczą opracowania technologii automatycznego wykrywania uszkodzeń paneli słonecznych oraz generowania dokumentacji powykonawczej dla farm fotowoltaicznych. Jest to jedno z zadań realizowanych przez firmę AI Clearing Sp. z o.o. we współpracy z Akademią Górniczo-Hutniczą w Krakowie.

Głównym celem badań było opracowanie metodyki opracowania algorytmów oraz wykorzystania modeli głębokiego uczenia maszynowego pozwalających na automatyczne wykrywanie anomalii w panelach słonecznych na podstawie danych fotogrametrycznych z bezałogowych statków powietrznych (zdjęcia w zakresie RGB i termalnym).

Założeniem projektu było opracowanie takiej metodyki bazującej na sztucznej inteligencji, aby wyniki analiz automatycznych były równie wysokiej jakości jak wykonywane do tej pory opracowania manualne, ponieważ projekt ma bardzo duże znaczenie praktyczne. Zapobiega potencjalnym awariom oraz dzięki procedurom wczesnego wykrycia (np. przy poszczególnych etapach prac) ma umożliwiać wdrożenie działań naprawczych, których

wykonanie na późniejszych etapach procesu budowlanego byłoby trudniejsze i bardziej kosztowne.

W ramach prac badawczych pozyskano dane obrazowe w zakresie RGB jak i termalnym i podzielono na zbiory: treningowy i testowy. Dane pozyskane zostały z farm fotowoltaicznych zlokalizowanych na całym świecie przez różnych klientów firmy. W kolejnym etapie badań dane zostały zanotowane przez użytkowników dzięki czemu wszystkie anomalie i uszkodzenia paneli zostały wykryte. Po analizie danych zdefiniowano modele uszkodzeń. W kolejnym kroku przebadano wybrane modele i algorytmy głębokiego uczenia maszynowego o odpowiednio przygotowanej architekturze w oparciu o najnowsze rozwiązania naukowe (korzystano m.in. z technologii Ultralytics YOLO). Skuteczność działania algorytmów wyszła na poziomie powyżej 90 % w ramach testowych zbiorów danych co spełniło założenia projektu. Wyniki prac zostały oprogramowane i są częścią rozwiązania komercyjnego gotowego do wdrożenia co było celem projektu.

Słowa kluczowe: teledetekcja, farmy fotowoltaiczne, fotogrametria niskopułapowa, UAV, modele głębokiego uczenia maszynowego, AI

Temat sesji II-C:

Budowa modeli cyfrowych

II-C.1. Pozyskiwanie danych fotogrametrycznych w Polsce w kontekście sytuacji geopolitycznej

Renata Brzozowska
renata.brzozowska@gugik.gov.pl
Główny Urząd Geodezji i Kartografii

Dane przestrzenne są obecne w wielu dziedzinach gospodarki, a ich znaczenie bardzo szybko wzrasta ze względu na łatwość ich pozyskiwania i szybkość przetwarzania. Szacuje się, że ok. 80% najważniejszych decyzji politycznych, społecznych czy ekonomicznych podejmuje się w oparciu o dane przestrzenne (źródło: The Economist, The world's most valuable resources are no longer oil, but data, 2017).

Dane fotogrametryczne stanowią znaczącą część danych przestrzennych przyjmowanych do państwowego zasobu geodezyjnego i kartograficznego. Obecnie prowadzony przez

Główny Urząd Geodezji i Kartografii harmonogram opracowania danych fotogrametrycznych zakłada 2-letni cykl pozyskania wysokorozdzielczych danych fotogrametrycznych dla obszarów miast oraz 5-letni cykl pozyskania danych standardowych dla obszarów pozamiejskich. Ustanowienie i realizacja prac w obszarze aktualizacji danych fotogrametrycznych tj. baz danych zobrazowań lotniczych i satelitarnych oraz ortofotomapy i numerycznego modelu terenu wynika z konieczności zapewnienia instytucjom publicznym odpowiedzialnym, w szczególności, za bezpieczeństwo narodowe, zarządzanie kryzysowe, gospodarkę przestrzenną, środowisko, a także ośrodkom edukacyjnym i naukowym, przedsiębiorcom oraz obywatelom zestandaryzowanych, aktualnych, kompletnych i wysokiej jakości danych fotogrametrycznych. Należy podkreślić, że dane fotogrametryczne są danymi referencyjnymi dla innych rejestrów publicznych, stąd ich olbrzymie znaczenie w gospodarce państwa, obronności czy procesach inwestycyjnych i gospodarczych.

Niestety z roku na rok zauważa się coraz większe ograniczenia w pozyskaniu danych fotogrametrycznych. Dotychczas jednym z głównych problemów utrudniających ich pozyskanie były niesprzyjające warunki pogodowe czy zakazy lub ograniczenia lotów w określonych strefach. Przy obecnej sytuacji geopolitycznej identyfikujemy kolejną przeszkodę w pozyskaniu danych, a mianowicie zakłócenia sygnału GPS/GNSS. Mając na uwadze wypełnienie obowiązku ustawowego w zakresie tworzenia, prowadzenia i udostępniania przedmiotowych danych i tym samym konieczność zapewnienia aktualnych, wiarygodnych i kompletnych danych podejmowane są działania mające na celu minimalizowanie powyższego ryzyka.

Słowa kluczowe: zdjęcia lotnicze, ortofotomapa, lidar, GPS/GNSS

II-C.2. Od ogółu do szczegółu – rozwój cyfrowych modeli wysokościowych i ich wykorzystanie w badaniach geomorfologicznych

Leszek Gawrysiak
leszek.gawrysiak@mail.umcs.pl
Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie

Cyfrowe Modele Wysokościowe (DEM) to zbiory danych przestrzennych reprezentujące wysokość powierzchni. Wśród nich wyróżnia się Modele Powierzchni (DSM) zawierające wysokość powierzchni Ziemi wraz ze statycznymi obiektami na niej się znajdującymi oraz modele terenu (DTM) reprezentujące wysokość „nagiej” powierzchni terenu (Inspire Data

Specification on Elevation, 2012). Do cyfrowego zapisu modeli wysokościowych najczęściej wykorzystuje się rastrowy (gridowy) model danych, rzadziej, model triangulacyjny (TIN). Koncepcja cyfrowego zapisu powierzchni terenu (DTM) została zaproponowana przez Millera i Laflamme'a (1958) i definiowała ją jako zbiór regularnie rozmieszczonych punktów z atrybutami X, Y i Z.

Pierwszym, ogólnodostępnym zbiorem danych wysokościowych był model wysokościowy GTOPO (~900m), obejmujący całą kulę ziemską, opracowany przez USGS na podstawie danych topograficznych i udostępniony w 1996 roku. Do tworzenia kolejnych modeli wykorzystywano różne technologie: interferometrię radarową (SRTM, WorldDEM), fotogrametrię (m.in. AW3D30, GLO-30, AsterGDEM), ale także interpolację (DTED). Obecnie bardzo popularne, i dające najlepszą dokładność, jest skanowanie LiDARem z różnych pułapów (np. produkty ISOK).

Cyfrowe Modele Wysokościowe okazały się niezwykle użyteczne w badaniach geomorfologicznych. Poczynając od prostych analiz wysokości bezwzględnych i względnych, krzywizny, generowanie profili topograficznych po wizualizację ukształtowania terenu za pomocą cieniowania. Bardziej zaawansowane analizy rzeźby i ukształtowania terenu obejmują różnorodne pochodne DTM, które pozwalają m.in. na śledzenie parametrów hydrologicznych powierzchni, warunkujących funkcjonowanie współczesnych procesów geomorfologicznych. Osobną subdyscypliną geomorfologii jest geomorfometria, której przedmiotem badań są ilościowe analizy powierzchni terenu.

II-C.3. Automatyzacja przetwarzania i archiwizacja bloków zdjęć z bezzałogowych statków powietrznych dla potrzeb tworzenia cyfrowych bliźniaków

Magdalena Pilarska-Mazurek, Maciej Mirowski, Filip Szafran, Przemysław Banat, Wojciech Ostrowski, Łukasz Wilk, Paulina Zachar, Krzysztof Bakula
(magdalena.pilarska, maciej.mirowski.stud, filip.szafran.stud, przemyslaw.banat.dokt, wojciech.ostrowski, lukasz.wilk, paulina.zachar, krzysztof.bakula)@pw.edu.pl
Politechnika Warszawska, Warszawa, Polska

Dane z bezzałogowych statków powietrznych (BSP) są często wykorzystywane do monitoringu obiektów ulegającym szybkim zmianom, np. place budowy, a także mających krytyczne znaczenie dla infrastruktury, np. masztów telekomunikacyjnych. W tego rodzaju zastosowaniach dane, w szczególności zdjęcia z BSP, pozyskiwane są

systematycznie na potrzeby monitoringu zachodzących zmian czy też oceny stanu konstrukcji. W przypadku cyklicznego zbierania danych znacznym ułatwieniem procesu inwentaryzacji jest automatyzacja procesów przetwarzania danych oraz archiwizacji pozyskanych zdjęć i produktów.

Celem prezentowanego referatu jest przedstawienie możliwości związanych z automatyzacją przetwarzania i archiwizacją zdjęć pozyskanych z BSP. W tym celu stworzony został portal umożliwiający wgrywanie danych oraz nadzorowanie procesu automatyzacji ich przetwarzania. W przedstawianym podejściu, zdjęcia opracowywane są z wykorzystaniem API języka Python udostępnianego w ramach oprogramowania Agisoft Metashape Professional. W referacie przedstawione zostaną kolejne etapy procesu automatyzacji przetwarzania danych, która rozpoczyna się od wgrania zdjęć. Następnie w sposób automatyczny zakładany jest projekt z uwzględnieniem ustawień początkowych wskazanych przez użytkownika (np. układ współrzędnych, plik osnowy) oraz wykonywane jest wstępne wyrównanie zdjęć. W kolejnym kroku użytkownik może wykonać pomiar punktów osnowy na zdjęciach, przeprowadzić wyrównanie bloku i przejść do wygenerowania produktów. Dostęp do portalu możliwy jest przez przeglądarkę internetową, w której istnieje możliwość weryfikacji statusu przetwarzania danych, co niweluje potrzebę jego weryfikacji bezpośrednio w programie. Takie podejście ułatwia pracę w przypadku wykonywania obliczeń na wielu komputerach równocześnie.

Poza automatyzacją przetwarzania istotnym aspektem w przypadku systematycznie pozyskiwanych danych z BSP jest ich archiwizacja. Przez przeglądarkę internetową użytkownik posiada dostęp do pozyskanych danych i realizowanych projektów, co znacząco usprawnia pracę w zespole i ułatwia zarządzanie danymi. Z perspektywy potencjalnego użytkownika posiada on podgląd na dane i produkty, które zostały wygenerowane dla danego obiektu.

Prezentowane podejście pokazuje nowe możliwości, które znacząco ułatwiają pracę w przypadku częstego i cyklicznego pozyskiwania danych. Automatyzacja przetwarzania oraz archiwizacja danych ułatwiają ich masowe przetwarzanie, sprawne wyszukiwanie archiwalnych projektów oraz eliminują wykonywanie powtarzalnych czynności.

Słowa kluczowe: bezzałogowe statki powietrzne, cyfrowy bliźniak, automatyzacja, modelowanie 3D

II-C.4. Zastosowanie metod fotogrametrycznych w geologii i geomorfologii – badania pilotażowe ostańcowych form skałkowych (Pogórze Wiśnickie, Karpaty zewnętrzne)

Zbigniew Jan Ziarek¹, Karolina Kucharz², Laura Jurgala³,
Piotr Strzeboński⁴, Sławomir Mikrut⁵

¹zbysiuziarek@student.agh.edu.pl,

²kakucharz@student.agh.edu.pl; ³ljurgala@student.agh.edu.pl,

⁴strzebo@agh.edu.pl; ⁵smikrut@agh.edu.pl

¹⁻⁵Akademia Górniczo-Hutnicza, al. A. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków, Polska

Ostańcowe formy skałkowe rozwinięte w piaskowcowo-zlepieńcowych utworach Karpat fliszowych odznaczają się nie tylko wysokimi walorami krajoznawczymi, ale także znaczącą wartością naukową. Nowoczesnymi technikami obrazowymi (fotogrametria) oraz pomiarowymi (skaniny laserowe) objęto reprezentatywne geostanowiska skałkowe zlokalizowane na Pogórzu Wiśnickim w gminie Lipnica Murowana: pomnik przyrody nieożywionej „Kamienie Brodzińskiego” oraz rezerwat przyrody nieożywionej „Kamień Grzyb”. Utwory fliszowe budujące wzmiankowane zgrupowania ostańców skałkowych reprezentują wydzielenie litostratygraficzne jednostki śląskiej wieku późnokredowego do wczesnopaleogeńskiego zwane warstwami istebniańskimi (formacja istebniańska).

Integracja dwóch rodzajów metod: aktywnej, w postaci naziemnego skaningu laserowego (ang. *terrestrial laser scanning* – TLS) oraz pasywnej, w formie nalotu bezzałogowym statkiem powietrznym (ang. *Unmanned Aerial Vehicle* – UAV) umożliwiła innowacyjne przeprowadzenie pilotażowych badań geologicznych i geomorfologicznych oraz porównanie skuteczności obrazowania i interpretowania obiektów skalnych z użyciem powyższych metod. Zebrane za pośrednictwem TLS i UAV nowe dane posłużyły do wygenerowania wysokorozdzielczych siatkowych modeli trójwymiarowych (ang. *3D mesh*).

Modele typu *mesh* poddano analizie geomorfologicznej, tektonicznej i sedymentologicznej. Wysokorozdzielcze modele 3D wykorzystane zostały nowatorsko do obrazowania: postaci geometrycznej form ostańcowych, powierzchniowych struktur epigenetycznych i wykształcenia litologiczno-sedymentologicznego tworzących je skały. Integracja danych oraz geowizualizacja pozwoliły zatem na: zwymiarowanie form skałkowych i określenie ich orientacji przestrzennej, ustalenie przebiegu wewnętrznych spękań ciosowych oraz ciosu zewnętrznego określającego powierzchnie ścian ostańców jak również interpretację cech teksturalno-strukturalnych w tym struktur kierunkowych paleotransportu sedymentacyjnego.

Porównanie danych wynikowych z zastosowania metod fotogrametrycznych i laserowych wykazało różnice w ich dokładności. Metoda TLS charakteryzuje się większą dokładnością uzyskanego modelu oraz możliwością operowania w miejscach niedostępnych dla drona, niemniej jest ograniczona poprzez pozycję stanowiska pomiarowego i jego dostępność. Natomiast metoda UAS (ang. *Unmanned Aerial System*), pomimo mniejszej dokładności, umożliwia pełniejsze odwzorowanie obiektów trudniej dostępnych, których pomiarów można dokonać pod różnym kątem i w bliższej odległości.

Słowa kluczowe: fotogrametria (UAS), skaniny laserowe (TLS), modele trójwymiarowe (3D mesh), geologia, geomorfologia, karpackie formy skałkowe

II-C.5. Analiza metod filtracji fotogrametrycznej chmury punktów w celu budowy numerycznego modelu dna

Małgorzata Łacka, Jacek Łubczonek
m.lacka@pm.szczecin.pl; j.lubczonek@pm.szczecin.pl
Politechnika Morska w Szczecinie, Polska

Celem badań jest analiza możliwości zastosowania istniejących algorytmów wykorzystywanych do filtracji chmury punktów w procesie tworzenia numerycznego modelu batymetrycznego na podstawie fotogrametrycznej chmury punktów. Wejściowy zestaw danych do filtracji stanowi fotogrametryczna gęsta chmura punktów fragmentu dna jeziora na akwenie płytkowodnym uzyskana na podstawie zdjęć pozyskanych za pomocą bezzałogowego statku powietrznego podczas nalotu na niskim pułapie.

Przebadano wybrane metody filtracyjne chmur punktów oraz zbadano wpływ ich parametryzacji na uzyskiwane wyniki. Analiza ilościowa wykonana na punktach kontrolnych pozwoliła wybrać optymalne parametry filtracyjne dla wejściowego zestawu danych. Uzyskano najlepsze wyniki dla metody opartej na analizie nachylenia, w której wielkość błędu RMS wynosiła 0.35 m. Analizie poddano także wpływ metod wstępnej filtracji punktów odstających na wyniki klasyfikacji punktów reprezentujących dno akwenu.

W pracy zaproponowano także metodę filtracji opartą na iteracyjnym odwracaniu chmury punktów, co w efekcie pozwala uzyskać lepsze odfiltrowanie punktów odstających, a w rezultacie pozwala na dokładniejsze generowanie numerycznego modelu dna akwenu jeziora. Wykorzystanie tej metody pozwoliło na zmniejszenie błędu RMS do 0.05m. Uzyskane wyniki wskazują na skuteczność proponowanej metody

z wykorzystaniem algorytmu iteracyjnego odwracania chmury punktów z doborem właściwego algorytmu filtrującego oraz jego parametryzacją.

Słowa kluczowe: numeryczny model batymetryczny, chmura punktów, bezzałogowe statki powietrzne, algorytmy klasyfikacji, batymetria

SESJA REFERATOWA III

TEMAT SESJI III-A:

ZDJĘCIA ARCHIWALNE

III-A.1. Wykorzystanie archiwalnych i aktualnych danych z PZGiK w urbanistyce i planowaniu przestrzennym

Bartosz Mitka¹, Anna Bazan-Krzywoszańska²
¹bartosz.mitka@urk.edu; ²a.bazan@aiu.uz.zgora.pl

¹ Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, Polska

² Uniwersytet Zielonogórski, Polska

Celem referatu jest przedstawienie możliwości wykorzystania archiwalnych oraz aktualnych danych Państwowego Zasobu Geodezyjnego i Kartograficznego (PZGiK) w procesach planowania przestrzennego. W opracowaniu przeprowadzono systematyczny przegląd materiałów PZGiK obejmujących aktualne i archiwalne zdjęcia lotnicze i ortofotomapy, numeryczne modele terenu, numeryczne modele pokrycia terenu (NMT, NMPT), dane LiDAR, modele 3D budynków, a także bazy referencyjne (EGiB, BDOT10k/BDOT500, PRG).

Zidentyfikowano możliwości praktycznego zastosowania ww. danych w sporządzaniu i aktualizacji dokumentów planistycznych, takich jak plan ogólny gminy (POG) oraz miejscowe plany zagospodarowania przestrzennego (MPZP). Wskazano także ich rolę w opracowaniach ekofizjograficznych i prognozach środowiskowych oraz w monitoringu zmian urbanistycznych na podstawie porównań archiwalnych i aktualnych zdjęć lotniczych, ortofotomap, czy też danych LiDAR.

Wyniki przeprowadzonej kwerendy potwierdzają, że integracja danych PZGiK z lokalnymi systemami informacji przestrzennej umożliwia prowadzenie wielowymiarowych analiz urbanistycznych, wspiera proces konsultacji społecznych i zwiększa transparentność

planowania przestrzennego. Na przykładzie miasta Zielona Góra wykazano znaczenie połączenia usług centralnych (Geoportal) z serwisami lokalnymi (Portal Mapowy, SIP), co pozwala na bieżące wykorzystanie danych w procesach decyzyjnych na rzecz polityki przestrzennej.

W podsumowaniu podkreślono, że kompleksowe wykorzystanie danych archiwalnych i aktualnych PZGiK sprzyja zrównoważonemu zarządzaniu przestrzenią i stanowi istotny element nowoczesnego systemu zarządzania przestrzenią i realizacji polityki planowania przestrzennego w miastach średniej wielkości.

Słowa kluczowe: PZGiK, urbanistyka, planowanie przestrzenne, ortofotomapy, MPZP, Zielona Góra

III-A.2. Ocena algorytmów Hand-Crafted i Learned-Based w orientacji archiwalnych zdjęć lotniczych

Artur Karol Karwel, Jakub Markiewicz, Zdzisław Kurczyński
artur.karwel@pw.edu.pl; jakum.markiewicz@pw.edu.pl; zdzislaw.kurczynski@pw.edu.pl
Politechnika Warszawska, Warszawa, Polska

Archiwalne zdjęcia lotnicze znajdują szerokie zastosowanie, m.in. w badaniach historycznych i archeologicznych, planowaniu przestrzennym i urbanistyce, a także w prawie i administracji. Kluczowym etapem ich opracowania jest proces orientacji, którego celem jest nadanie obrazom georeferencji. Współczesne oprogramowanie oraz biblioteki obliczeniowe wykorzystują w tym zakresie algorytmy łączące klasyczne metody fotogrametryczne z technikami widzenia komputerowego (*Computer Vision*, CV). W niniejszych badaniach zastosowano metodę *Structure-from-Motion* (SfM), umożliwiającą rekonstrukcję trójwymiarowej struktury sceny na podstawie analizy zdjęć lotniczych. Metoda SfM obejmuje dwie zasadnicze fazy: detekcję i dopasowanie punktów wiążących oraz iteracyjną rekonstrukcję przestrzenną. Dzięki temu możliwe jest wyznaczenie elementów orientacji zdjęć lotniczych, co stanowi podstawę dalszych analiz i rekonstrukcji przestrzennych.

Artykuł przedstawia analizę procesu orientacji wzajemnej archiwalnych zdjęć lotniczych w bloku fotogrametrycznym (lokalny układ odniesienia) z wykorzystaniem podejścia *Structure-from-Motion* (SfM). W podejściu – *Detect-then-Describe* – użyto detektorów BRISK, FAST, SIFT, CenSurEi SURF (*hand-crafted*) oraz deskryptorów SIFT (*hand-*

crafted), HardNet, MKD Descriptori TFeat (*learned-based*). W podejściu – *Detect-and-Describe* – wykorzystano algorytm SuperGlue (*learned-based*) z detektorem SuperPoint (*learned-based*). W podejściu – *Describe-then-Detect* – zastosowano algorytm LoFTR (*learned-based*), który łączy opis i detekcję punktów w jednym modelu.

Analizie poddano liczbę punktów wiążących, ich przestrzenny rozkład oraz dokładność orientacji wzajemnej zdjęć w bloku fotogrametrycznym. Materiał badawczy obejmował archiwalne zdjęcia lotnicze z lat 1976, 1986, 1994, 2014 i 2022. Analiza błędów orientacji zdjęć w utworzonych blokach pozwoliła sformułować następujące wnioski. W przypadku algorytmów *hand-crafted* największą liczbę punktów wiążących uzyskano dla detektora FAST, natomiast w przypadku algorytmów *learned-based* – dla detektora LoFTR. Rozkład punktów w trzech grupach podejść był równomierny w wszystkich analizowanych blokach. Wartości błędów reprojektacji dla algorytmów *hand-crafted* (BRISK, FAST, SIFT, CenSurE, SURF) mieściły się w przedziale 0,2–0,5 piksela, a dla algorytmów *learned-based* (SuperGlue, LoFTR, HardNet, MKDDescriptor, TFeat) w zakresie 0,2–0,4 piksela. We wszystkich podejściach uzyskano wyniki o porównywalnej dokładności. Z uwagi na zbliżony poziom błędów orientacji możliwe jest stosowanie zarówno algorytmów *hand-crafted*, jak i *learned-based*. Ze względu na prostotę implementacji oraz krótszy czas obliczeń, algorytmy *hand-crafted* są korzystniejsze w zastosowaniach wymagających szybkiego przetwarzania.

Słowa kluczowe: archiwalne zdjęcia lotnicze, SfM, detektory *hand-crafted* i *learned-based*, analiza dokładności

III-A.3. Wieloklasowa segmentacja semantyczna historycznych zdjęć lotniczych na potrzeby map pokrycia terenu z wykorzystaniem konwolucyjnych sieci neuronowych i uczenia transferowego

Adam Kostrzewa, Krzysztof Bakula
adam.kostrzewa.dokt@pw.edu.pl, krzysztof.bakula@pw.edu.pl
Politechnika Warszawska, Warszawa, Polska

Mapy historyczne przedstawiające dawne formy użytkowania gruntów i pokrycia terenu stanowią cenne źródło informacji dla wielu dziedzin nauki, w tym geografii, ekologii czy planowania przestrzennego. Umożliwiają one analizę długoterminowych zmian przestrzennych i czasowych w krajobrazie, wspierając badania nad procesami środowiskowymi i społecznymi. Tradycyjnie takie opracowania były wykonywane ręcznie,

zazwyczaj dla stosunkowo niewielkich obszarów, co czyniło je niezwykle czasochłonnymi i ograniczało ich skalę.

W ostatnich latach coraz większą rolę w analizie danych przestrzennych odgrywają algorytmy sztucznej inteligencji, w szczególności modele uczenia głębokiego stosowane do zadań klasyfikacji i segmentacji semantycznej obrazów. Skuteczne trenowanie takich modeli wymaga jednak dostępu do dużych, odpowiednio oznaczonych zbiorów danych, które najczęściej przygotowuje się ręcznie. Proces ten jest pracochłonny i kosztowny, co znacząco ogranicza możliwości automatyzacji.

W niniejszym referacie przedstawiono metodę, która pozwala wyeliminować etap ręcznego etykietowania danych poprzez wykorzystanie istniejących baz danych topograficznych. Dane te posłużyły do automatycznej ekstrakcji złożonych, wieloklasowych map pokrycia i użytkowania terenu, które następnie posłużyły jako zbiór treningowy dla modeli uczenia maszynowego. Metoda opiera się na uczeniu transferowym, w którym wstępnie wytrenowane sieci neuronowe na danych z 2014 i 2020 roku zostały dostosowane do rekonstrukcji typów pokrycia terenu na podstawie archiwalnych zdjęć lotniczych z 2006 roku.

Eksperyment przeprowadzono dla obszaru o powierzchni 488 km², obejmującego siedem klas pokrycia terenu. Przetestowano różne architektury konwolucyjnych sieci neuronowych (U-Net, PSPNet i LinkNet) w połączeniu z różnymi szkieletami (ResNeXt+SE, EfficientNet i Inception). Najlepsze wyniki uzyskano dla modelu PSPNet z osiągniętą wysoką dokładność szkieletowym modelem EfficientNet-b7, który przewidział klasy pokrycia terenu na podstawie archiwalnych zdjęć lotniczych z 2006 roku z dokładnością OA (Overall Accuracy) na poziomie 90%.

Słowa kluczowe: historyczne zdjęcia lotnicze, segmentacja semantyczna, konwolucyjne sieci neuronowe, pokrycie terenu, uczenie transferowe

III-A.4. Opracowanie fotogrametryczne archiwalnych obrazów wideo z powodzi w 1997 r. z wykorzystaniem oprogramowania SfM

Maurycy Hechmann, Grzegorz Józków
120770@student.upwr.edu.pl, grzegorz.jozkow@upwr.edu.pl
Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, Instytut Geodezji i Geoinformatyki, Polska

Algorytmy zaimplementowane w oprogramowaniu Structure from Motion (SfM) potwierdziły wielokrotnie swoją przydatność w opracowaniach fotogrametrycznych, zarówno dla

współczesnych cyfrowych filmów wideo jak i niemetrycznych analogowych zdjęć archiwalnych. W tej pracy podjęto temat oceny przydatności algorytmów SfM zaimplementowanych w oprogramowaniu AgisoftMetashape do opracowania fotogrametrycznego obrazów wideo wykonanych z poziomu helikoptera w trakcie powodzi w 1997 r. na odcinku rzeki Odry za Wrocławiem. Dane wykorzystane w pracy pozyskane zostały w trakcie 3 inspekcyjnych lotów z dwiema kamerami, z których jedna pozyskiwała obrazy RGB, a druga w bliskiej podczerwieni. Dane testowe pochodzą z 3 lotów wykonanych na różnych wysokościach skutkujących średnią wielkością piksela w terenie wynoszącą od około 0.8 m do około 3.5 m w zależności od lotu i kamery. Z filmów nagranych na kasetach VHS wyodrębniono co 3 s pojedyncze klatki, z których następnie utworzono 6 bloków zdjęć (osobno dla każdej kamery i każdego lotu). Oprócz filmów dostępne były dane nawigacyjne GPS jednak bez ich synchronizacji czasowej z filmami. Dodatkowo wykorzystano archiwalną ortofotomapę i NMT w celu odnalezienia szczegółów terenowych pozwalających na wyinterpolowanie przybliżonej pozycji zdjęć z danych nawigacyjnych oraz utworzenie fotopunktów i punktów kontrolnych. Mimo niskiej dokładności wyznaczonych w ten sposób współrzędnych rozwiązanie to pozwoliło na wyrównanie bloku zdjęć w układzie geodezyjnym i oszacowanie potencjalnej dokładności takiego opracowania. W kolejnym etapie przetwarzania utworzone zostały gęste chmury punktów, których średnia odległość pomiędzy punktami była w przybliżeniu równa rozdzielczości terenowej obrazów. Chmury te posłużyły do utworzenia modeli pokrycia terenu, które wykorzystano w procesie tworzenia ortomozaik. Mimo dosyć niskiej dokładności bezwzględnej wyrównania bloku zdjęć (w poziomie 6-21 m w zależności od bloku), całość przetwarzania należy ocenić pozytywnie mając na uwadze niskiej jakości materiał wideo, sposób pozyskania danych, obszar (obrazy przedstawiały w dużej części tereny zalane wodą) i warunki pozyskania. Algorytmy zaimplementowane w wykorzystanym oprogramowaniu pozwoliły zarówno na automatyczne odnalezienie punktów wiążących i wyrównanie bloku zdjęć jak i na utworzenie dalszych produktów, w szczególności ortomozaik, które stanowią obiektywny materiał pozwalający na odtworzenie zasięgu powodzi sprzed niemal 3 dekad.

Słowa kluczowe: archiwalne obrazy wideo, aerotriangulacja, Structure from Motion, powódź, ortomozaika

TEMAT SESJI III-B:

DZIEDZICTWO KULTUROWE

III-B.1. Analiza algorytmów generowania gęstych chmur punktów obiektów dziedzictwa kulturowego

Jakub Markiewicz¹, Anna Michalek², Michał Kowalczyk¹, Justyna Wójcik-Leń², Adam Kostrzewa¹, Sławomir Łapiński¹

¹Politechnika Warszawska, Wydział Geodezji i Kartografii, (jakub.markiewicz, michal.kowalczyk, adam.kostrzewa.dokt, slawomir.lapinski)@pw.edu.pl

²Politechnika Świętokrzyska w Kielcach, Wydział Inżynierii Środowiska, Geodezji i Energetyki Odnawialnej (jwojciklen, amichalek)@tu.kielce.pl

Metody stosowane w fotogrametrii bliskiego zasięgu są powszechnie stosowane w inwentaryzacji i generowaniu dokumentacji architektonicznej obiektów dziedzictwa kulturowego. W ostatnich latach zauważalny jest rozwój algorytmów przetwarzania obrazów, a w szczególności szybki rozwój metod opartych na głębokich sieciach neuronowych i na podejściu NeuralRadiance Fields (NeRF).

Celem referatu jest przedstawienie analizy zastosowania klasycznych i opartych na głębokich sieciach neuronowych metod generowania gęstych chmur punktów obiektów zabytkowych. W tym celu przeanalizowano (1) klasyczne podejście bazujące na algorytmach Multi-View Stereo zaimplementowane w komercyjnym oprogramowaniu AgisoftMetashape, Pix4D i RealityCapture, oraz w darmowej bibliotece OpenMVS, (2) podejściu *learned-based* zaimplementowanym w bibliotece VIS-MVSNet, (3) NeRF i (4) GaussianSplatting zaimplementowanych w bibliotece Nerfstudio. Jako dane do analizy wykorzystano zdjęcia zabytkowych budynków Muzeum Wsi Kieleckiej pozyskane przy wykorzystaniu aparatu Canon 5D Mark IV oraz z DJI mini 2. Dane referencyjne to chmury punktów ze skanera Stonex, Leica BLK. Do oceny zdecydowano się na wybór obiektów o różnej geometrii, wielkości i strukturze: (1) ceglano-drewniany spichlerz, (2) drewniany dom oraz (3) drewniany kościół z wysmukłymi wieżami.

W celu przeprowadzenia kompleksowej oceny przydatności poszczególnych rozwiązań generowania gęstych chmur punktów, przeanalizowano: (1) kompletność wynikowej chmury punktów, (2) gęstość chmur punktów, (3) poprawność odwzorowania kształtu (m.in. płaszczyznowość, szorstkość) oraz (4) dokładność odwzorowania kształtu w oparciu o dane referencyjne.

Podsumowując uzyskane wyniki prac można stwierdzić, że wykorzystanie oprogramowania AgisoftMetashape umożliwiło poprawne odwzorowanie kształtu dla wszystkich pól testowych. Jednak ze względu na jego komercyjny charakter, tj. brak dostępu do kodów źródłowych, nie była możliwa analiza wewnętrznego działania tego oprogramowania. Mimo tego, można zauważyć, że wyniki uzyskane przy jego zastosowaniu są zbliżone jak dla metody Open/MVS-PM. Z tego powodu można stwierdzić, że wyniki uzyskane z rozwiązania Open-source bazującego na algorytmie OpenMVS-PM są porównywalne z wynikami dla Agiosft przez co mogą być dla niego konkurencyjne. Reasumując dla rozwiązań open-source najlepsze wyniki uzyskano dla metody OpenMVS-PM, a dalsze badania należy kontynuować nad NeRF i Vis-MVSNet w celu poprawy jakości odwzorowania kształtu 3D.

Słowa kluczowe: dziedzictwo kulturowe, hand-crafted, learned-based MVS, gęste chmury punktów.

III-B.2. Synergia danych geometrycznych i niegeometrycznych w procesie rekonstrukcji obiektów zabytkowych z wykorzystaniem technologii HBIM

Przemysław Kłapa
przemyslaw.klapa@urk.edu.pl
Katedra Geodezji, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, Kraków, Polska

W pracy zaprezentowano zintegrowaną metodologię cyfrowej rekonstrukcji obiektów zabytkowych, opartą na fuzji danych wieloźródłowych w środowisku HBIM, ze szczególnym naciskiem na analizę zmian geometrycznych na przestrzeni dekad. Celem pracy jest opracowanie i przetestowanie podejścia, które pozwala zintegrować aktualne danez inwentaryzacji z materiałami archiwalnymi oraz odtworzyć poszczególne formy i fazy przekształceń obiektu. W ujęciu niniejszej pracy, dane geometryczne stanowią przede wszystkim chmurę punktów z naziemnego skanowania laserowego (TLS) oraz dokumentację techniczną (rzuty, przekroje, rysunki elewacji); uzupełniając wykorzystano materiały fotogrametryczne. Dane niegeometryczne obejmują dokumentację archiwalną (fotografie, opisy konserwatorskie, materiały i doniesienia historyczne). Zakres badań obejmuje studium przypadku drewnianej cerkwi w Żmijowiskach (Polska, woj. podkarpackie), dla której przeanalizowano zbiory danych z lat 90. i 30. XX w. oraz z przełomu XIX i XX w., które uzupełniono materiałami pośrednimi i opisami technicznymi.

Metodyka wykorzystuje podejście odwróconej chronologii oraz integrację informacji w metrycznym modelu 3D, co umożliwia śledzenie zmian formy obiektu na przestrzeni 150 lat oraz weryfikację rozbieżności między zapisami źródłowymi a stanem rzeczywistym. Uzyskane wyniki potwierdzają, że fuzja wieloźródłowa w HBIM pozwala wiarygodnie identyfikować fazy przekształceń i wizualizować zmiany przestrzenne. W analizowanym przypadku wykazano m.in. wpływ zasadniczej przebudowy z 1881 r. (dodanie przedsionka i ganku) oraz restauracji z 1930 r. na bryłę i strukturę budynku. Model HBIM łączy precyzyjną geometrię z warstwą semantyczną (materiały, zakres transformacji, stan obiektu), wspierając planowanie konserwatorskie, analizy porównawcze i upowszechnianie wiedzy poprzez wirtualne rekonstrukcje budynku. Wnioski podkreślają skuteczność podejścia przy jednoczesnym wskazaniu ograniczeń wynikających z niekompletności archiwaliów, złożoności form i nieregularności, co miejscami wymusza pewne przybliżenia geometrii obiektu. Metodyka ma charakter uniwersalny, jednak każdy obiekt wymaga indywidualnego podejścia, uzależnionego od jakości i dostępności danych źródłowych.

Słowa kluczowe: rekonstrukcja obiektów zabytkowych, HBIM, dane wieloźródłowe, analiza zmian geometrycznych, TLS (naziemny skanিং laserowy).

III-B.3. Automatyzacja detekcji i klasyfikacji podziemnych obiektów antropogenicznych

Klaudia Pasternak, Anna Fryškowska-Skibniewska
klaudia.pasternak@wat.edu.pl, anna.fryskowska@wat.edu.pl
Wojkowska Akademia Techniczna, Polska

Bezinwazyjna detekcja obiektów podziemnych pochodzenia antropogenicznego jest kluczowym zagadnieniem w kontekście postępującej urbanizacji i związanym z nią zarządzaniem przestrzenią miejską. Szczególnie istotne jest to na terenach już zabudowanych, gdzie planowana jest modernizacja lub poszerzenie infrastruktury technicznej i społecznej. Dlatego, równie istotnym aspektem jest określenie rodzaju istniejącego obiektu podziemnego. Te dwie informacje (lokalizacja i typ obiektu) stanowią podstawę podczas prowadzonych prac budowlanych czy modernizacyjnych.

W ramach badań zaproponowano sposób automatyzacji procesu detekcji i klasyfikacji obiektów podziemnych na danych teledetekcyjnych (obrazowych i wysokościowych). Proponowane podejście zostało przedstawione na przykładzie podziemnych sieci

uzbrojenia terenu i historycznych grodzisk podpowierzchniowych. Dla tych obiektów pozyskano odpowiednio echogramy georadarowe i chmury punktów LiDAR. Do badań wykorzystano dane pozyskane na obszarach zurbanizowanych i pokrytych gęstą roślinnością. Zagadnienie automatycznego wykrywania i klasyfikacji obiektów podziemnych (zarówno sieci uzbrojenia terenu jak i grodzisk) sprowadza się do zdefiniowania, wyboru i ekstrakcji ich charakterystycznych cech geometrycznych oraz radiometrycznych dla wybranego rodzaju danych. W procesie detekcji sieci podziemnych uwzględniono inny zestaw cech niż w przypadku identyfikacji grodzisk, co wynika z różnej specyfiki wykrywanych struktur, różnic w ich charakterystykach, a także z odmiennej specyfikacji i budowy danych źródłowych.

Zaproponowane podejście pozwala na klasyfikację typów podziemnych sieci uzbrojenia terenu (elektroenergetyczne, telekomunikacyjne, wodociągowe, kanalizacyjne, ciepłe i gazowe) oraz podpowierzchniowych grodzisk pochodzenia antropogenicznego (jednoczłonowe, dwuczłonowe). Wyniki wykazały, że średnia skuteczność klasyfikacji typów sieci podziemnych wyniosła od 42% do 70% w zależności od rodzaju infrastruktury. W pracy zaproponowano również ocenę jakości i skuteczności klasyfikacji typów sieci uwzględniając przypadki wyników różnych rodzajów sieci. Z kolei w przypadku zagadnienia detekcji i klasyfikacji grodzisk podpowierzchniowych istnienie tych obiektów stwierdzono na podstawie uzyskanych wartości współczynnika kształtu oraz cech geomorfometrycznych wykrytych obiektów niezależnie od stopnia pokrycia obszaru roślinnością. Jako dodatkowe kryterium weryfikacji istnienia grodziska zaproponowano identyfikację jego wałów na podstawie analizy lokalnych maksimów oraz interpretacji wygenerowanych profili terenowych. Wyniki porównano z istniejącymi danymi referencyjnymi.

Słowa kluczowe: infrastruktura podziemna, grodziska, echogramy georadarowe, LiDAR, detekcja obiektów

III-B.4. Wykorzystanie wieloźródłowych danych pomiarowych do inwentaryzacji i monitoringu zieleni zabytkowej na przykładzie Zamku Królewskiego w Warszawie

Anna Płatek-Żak¹, Agnieszka Żukowska², Adam Kostrzewa¹, Michał Kowalczyk¹, Jakub Markiewicz¹, Agnieszka Bocheńska², Dorota Zawieska¹
anna.platek@pw.edu.pl; azukowska@zamek-krolewski.pl; adam.kostrzewa.dokt@pw.edu.pl;
michal.kowalczyk@pw.edu.pl; jakub.markiewicz@pw.edu.pl; abochenska@zamek-krolewski.pl;
dorota.zawieska@pw.edu.pl

¹Wydział Geodezji i Kartografii, Politechnika Warszawska, Warszawa, Polska
²Zamek Królewski w Warszawie-Muzeum, Rezydencja Królów i Rzeczypospolitej, Warszawa, Polska

W artykule przedstawiono podejście do integracji danych pochodzących z różnych systemów pomiarowych – naziemnego skanowania laserowego wykonanego sensorem Leica RTC360, mobilnego systemu SLAM MandEye oraz wieloczasowych zdjęć lotniczych pionowych – w celu wykonania szczegółowej inwentaryzacji zieleni oraz monitoringu procesu odbudowy boskietów w Ogrodach Dolnych Zamku Królewskiego w Warszawie.

Obszar badań stanowią historyczne ogrody rezydencjonalne, które posiadają wyjątkową wartość zarówno przyrodniczą, jak i kulturową. Początki Ogródów sięgają XV wieku. W kolejnych stuleciach ogród zmieniał się – zgodnie z duchem czasów i upodobani panujących – od form renesansowych, poprzez barokowe, klasycystyczne czy modernistyczne z okresu międzywojennego, z którego pochodzą zachowane grabowe boskiety (1937 r.).

Wyjątkowe położenie ogrodu - na, wiślanej skarpie, nad wielką rzeką i w otoczeniu siedziby władcy dawało mu siłę, znaczenie i ducha -także w próbach okiełznania rzeki. Po latach niebytu i zaniedbania odrodził się z mocą i siłą wyjątkowości. Ogród Górny został oddany do użytkowania w 2015 roku, a Dolny w 2019 r. Obie części tworzą spójną kompozycyjnie całość stanowiąc znakomitą oprawę dla Zamku. Szczególne znaczenie mają zachowane częściowo boskiety (wysokie formowane żywopłoty), w których 62 sztuki drzew grabowych przetrwało zniszczenia Śródmieścia Warszawy w czasie II wojny światowej. Drzewa te stanowią dziś żywe świadectwo ciągłości dziedzictwa kulturowego

i krajobrazowego, co czyni je istotnym obiektem badań i ochrony. Zastosowanie różnorodnych technik pomiarowych pozwala na stworzenie szczegółowego modelu

trójwymiarowego badanego obszaru, umożliwiając analizę zmian zachodzących w czasie oraz ocenę skuteczności prowadzonych działań rewaloryzacyjnych. Integracja wielu systemów pomiarowych ukazuje również potencjał nowoczesnych narzędzi geoinformatycznych w zakresie zarządzania przestrzenią zieloną, a także w tworzeniu cyfrowej dokumentacji dziedzictwa kulturowego. Szczególną rolę odgrywa tu geowizualizacja 3D w środowisku GIS, która umożliwia zarówno analizę naukową, jak i komunikację wyników badań w sposób dostępny dla szerokiego grona odbiorców, w tym decydentów i konserwatorów zabytków. Proponowane podejście ukazuje potencjał i punkt wyjścia dla dalszych badań nad wykorzystaniem danych wieloźródłowych w dokumentowaniu i interpretowaniu zmian krajobrazów historycznych oraz wspieraniu ich ochrony i rewitalizacji.

Słowa kluczowe: Inwentaryzacja i monitoring zieleni zabytkowej, dane wieloźródłowe, ogrody zabytkowe, integracja danych, dane wieloczasowe

SESJA III-C:

SESJA SAMORZĄDOWA

III-C.1. Kierunki wdrażania AI w polskiej administracji: rekomendacje Polskiego Towarzystwa Informacji Przestrzennej

Marek Baranowski, Adam Iwaniak, Agnieszka Zwirowicz-Rutkowska, Kazimierz Bujakowski, Beata
Całka, Barbara Wiatkowska
ptip@ptip.home.pl
Polskie Towarzystwo Informacji Przestrzennej

Dynamiczny rozwój algorytmów i aplikacji sztucznej inteligencji (AI) obserwowany w różnych dyscyplinach naukowych, obszarach tematycznych i sektorach gospodarki kształtuje oblicze nowoczesnego państwa. Jednym z kluczowych interesariuszy zastosowań AI jest administracja publiczna. Rozwiązania bazujące na sztucznej inteligencji mogą usprawnić działania administracji rządowej i samorządowej w wielu wymiarach. Polskie Towarzystwo Informacji Przestrzennej monitoruje i wspomaga te przemiany koncentrując się szczególnie na zagadnieniach związanych z wykorzystaniem danych przestrzennych (GeoAI). W 2024 roku PTIP zorganizowało XXXII Konferencję nt. „Geoinformacja w czasach sztucznej inteligencji” pod patronatem Ministra Rozwoju i Technologii oraz Głównego Geodety Kraju. Podczas konferencji jednostki samorządu

terytorialnego (JST) oraz przedstawiciele służby geodezyjnej i kartograficznej, a także przedstawiciele branży geoinformatycznej mieli okazję wymienić się doświadczeniami i dobrymi praktykami w zakresie wdrażania rozwiązań bazujących na AI. Wychodząc naprzeciw potrzebom administracji publicznej, PTIP w 2025 roku powołało specjalną Grupę Roboczą ds. Sztucznej Inteligencji w Administracji Publicznej. Jednym z pierwszych działań podjętych przez Grupę było przeprowadzenie ogólnopolskiego badania, którego celem było określenie stanu wdrażania sztucznej inteligencji w JST. W referacie przedstawiono wyniki ankiety skierowanej do ponad 2800 JST. Ponadto przeanalizowano bariery w zakresie wdrożeń AI oraz potrzeby administracji w zakresie wsparcia w realizacji projektów związanych z nowymi technologiami. W wystąpieniu zostaną także omówione rekomendacje odpowiednich rozwiązań, dedykowanych zarówno JST, jak i administracji rządowej oraz instytucjom wsparcia. Zaprezentowane wyniki badań rozszerzają stan wiedzy na temat zastosowań sztucznej inteligencji przez JST w automatyzacji procedur, rozwoju e-usług oraz wsparciu w podejmowaniu decyzji. Prace zainicjowane w 2025 roku będą rozwijane w kolejnych miesiącach przez PTIP.

Słowa kluczowe: sztuczna inteligencja, GeoAI, nowe technologie, jednostka samorządu terytorialnego.

III-C.2. Ćwierćwiecze Bazy Danych Obiektów Topograficznych: bilans dokonań i wyzwania na przyszłość

Piotr Pachół

ppa@wodgik.katowice.pl

Wojewódzki Ośrodek Dokumentacji Geodezyjnej i Kartograficznej w Katowicach

Artykuł stanowi podsumowanie ponad 25-letniej historii Bazy Danych Obiektów Topograficznych (BDOT10k) w Polsce, analizując jej rozwój oraz przedstawiając wyzwania na przyszłość. Celem publikacji jest ocena ewolucji standardów technicznych i prawnych, a także sformułowanie rekomendacji dotyczących dalszych prac.

Autor, stosując metodę analizy historycznej i porównawczej, prześledził kluczowe dokumenty, w tym wytyczne techniczne oraz rozporządzenia, które kształtowały bazę od jej początków w 1998 roku. Analiza wykazała, że standardy BDOT10k zmieniały się dynamicznie, średnio co sześć lat. Zmiany te dotyczyły liczby klas obiektów, ich atrybutów oraz ogólnej koncepcji bazy.

Wśród głównych wyników analizy wykazano brak osiągnięcia docelowej stabilności standardu. Istotnym problemem jest również niedostateczna harmonizacja BDOT10k z innymi państwowymi rejestrami referencyjnymi, co powoduje niespójności danych.

Wnioski płynące z artykułu wskazują na konieczność przeprowadzenia szerokiej debaty z udziałem środowiska naukowego, wykonawców i administracji publicznej w celu opracowania nowego, dojrzałego standardu. Autor postuluje między innymi potrzebę ponownego zdefiniowania zakresu tematycznego bazy, ustalenie zasięgu zbioru danych, poprawę integracji z innymi rejestrami, a także wprowadzenie kompletnych i jednoznacznych zasad tworzenia i aktualizacji danych (w tym jej częstotliwości), tak aby zapewnić spójność i wysoką jakość danych.

Słowa kluczowe: baza danych obiektów topograficznych, BDOT10k, TBD, standard, wytyczne TBD, rozporządzenie BDOT10k.

III-C.3. Od danych do decyzji – rola atrakcyjnej statystyki z wykorzystaniem narzędzi GIS w zarządzaniu regionem

Anna Osowska

anna.osowska@dolnyslask.pl

Urząd Marszałkowski Województwa Dolnośląskiego, Wydział Geodezji i Kartografii, Polska

Celem wystąpienia jest ukazanie roli nowoczesnych form wizualizacji danych w administracji publicznej w procesie podejmowania decyzji, ze szczególnym uwzględnieniem możliwości oferowanych przez interaktywne panele analityczne GIS (dashboardsy).

Omówione zostaną opracowane przez specjalistów z Działu ds. Dolnośląskiej Infrastruktury Informacji Przestrzennej Wydziału Geodezji i Kartografii Urzędu Marszałkowskiego Województwa Dolnośląskiego interaktywne panele dotyczące: dotacji na ochronę gruntów rolnych w latach 2011–2023, zmian przeznaczenia gruntów rolnych na cele nierolnicze w latach 2015–2023, sprawozdań RRW-11 za lata 2013–2024 oraz analizy danych zabranych podczas powodzi na Dolnym Śląsku z września 2024 roku. Na tych przykładach zostaną przedstawione sposoby przekształcania danych liczbowych z tradycyjnych tabel w dynamiczne, wizualnie atrakcyjne formy graficzne, z uwzględnieniem podejścia klasyfikacyjnego oraz podziałów terytorialnych.

W podsumowaniu zostanie zwrócona uwaga na fakt, że umiejętne przedstawienie danych statystycznych staje się równie istotne jak sama ich analiza. Nowoczesne formy prezentacji mogą znacząco podnieść jakość pracy administracji publicznej, ponieważ umożliwiają: lepsze zrozumienie złożonych danych liczbowych, szybkie porównania między jednostkami terytorialnymi i kategoriami danych, zwiększenie czytelności informacji dla użytkowników spoza środowiska analitycznego oraz usprawnić proces analizy i podejmowania decyzji opartych na danych przestrzennych i statystycznych.

Słowa kluczowe: wizualizacja danych statystycznych, geoinformacja, zarządzanie regionalne, dane przestrzenne, Dolnośląska Infrastruktura Informacji Przestrzennej

III-C.4. Geoinformacja w służbie ochrony przyrody i historii

Hanna Mierzwia¹, Dorota Zubik²

¹ hanna.mierzwia@umww.pl, ² dorota.zubik@umww.pl

^{1 2} Urząd Marszałkowski Województwa Wielkopolskiego w Poznaniu, Biuro Geodety Województwa, Polska

System Informacji Przestrzennej Województwa Wielkopolskiego (SIPWW) stanowi zaawansowaną platformę geoinformatyczną, ukierunkowaną na integrację, wizualizację i analizę zbiorów danych przestrzennych. Portal ten, gromadząc szczegółowe informacje topograficzne, przyrodnicze, historyczne, ekonomiczne oraz społeczne, jest istotnym wsparciem dla procesów decyzyjnych na poziomie administracyjnym, biznesowym i dla społeczności lokalnych. Niniejszy referat koncentruje się na szczegółowym omówieniu funkcjonalności SIPWW w kontekście zarządzania i udostępniania ważnych zasobów tematycznych skupionych wokół ochrony przyrody i dziedzictwa historycznego.

SIPWW gromadzi i udostępnia szczegółowe dane przyrodnicze, które stanowią niezbędną bazę informacyjną dla planowania i implementacji działań na rzecz ochrony przyrody oraz dokonywania analiz i podejmowania decyzji związanych z lokalizacją inwestycji. Prezentacja przedstawia efekty współpracy, której celem jest integracja danych AMUNATCOLL IT z SIPWW.

SIPWW przyczynia się do rozwoju świadomości historycznej użytkowników. Kluczowym elementem jest subportal „Śladami dziejów Wielkopolski”, który lokalizuje przestrzenie informacje związane z historią regionalną, w szczególności z Powstaniem Wielkopolskim. Koncepcja dalszego rozwoju zakłada przestrzenne opracowanie i wizualizację historycznej granicy Polski po Traktacie Wersalskim na terenie województwa. W tym celu planowane

jest wykorzystanie archiwalnej dokumentacji geodezyjno-kartograficznej zawierającej m.in. mapy katastralne i szkice pomiarowe z lat 1920–1924.

SIPWW, poprzez integrację i udostępnianie unikalnych danych przyrodniczych i historycznych, realizuje zasadę otwartego dostępu do informacji publicznej, dostarcza interaktywną i analityczną platformę dla administracji, inwestorów oraz społeczności lokalnych. Efektywna analiza danych przestrzennych zawartych w SIPWW umacnia rolę geoinformacji jako niezbędnego komponentu nowoczesnego zarządzania terytorialnego oraz podnosi wartość edukacyjną i badawczą w aspekcie ochrony przyrody i historii regionu.

Słowa kluczowe: dane historyczne, integracja danych, ochrona przyrody, portal mapowy, system informacji przestrzennej.

SESJA REFERATOWA IV

TEMAT SESJI IV-A:

INFRASTRUKTURA INFORMACJI PRZESTRZENNEJ. BDOT10K

IV-A.1. Nowe algorytmy, stare problemy? Kolejny rozdział w badaniach nad automatyzacją procesu generalizacji i wizualizacji danych BDOT10k

Joanna Bac-Bronowicz¹, Iwona Nakonieczna², Katarzyna Kulisiewicz²
joanna.bac-bronowicz@pwr.edu.pl, iwona.nakonieczna@dolnyslask.pl,
katarzyna.kulisiewicz@dolnyslask.pl

¹Politechnika Wrocławska, Katedra Geodezji i Geoinformatyki

²Urząd Marszałkowski Województwa Dolnośląskiego, Wydział Geodezji i Kartografii

Referat stanowi kontynuację badań nad jakością automatycznej wizualizacji danych przestrzennych pochodzących z Bazy Danych Obiektów Topograficznych (BDOT10k), udostępnianych w serwisie geoportal.gov.pl. W związku z wdrożeniem nowych wersji algorytmów generalizacji przeprowadzono analizę porównawczą, której celem była ocena zmian w zakresie występowania błędów, sklasyfikowanych według następujących kategorii: problemy wynikające z procesu generalizacji, braki obiektów wynikające z generalizacji treści - odpowiednie do danej skali, błędy redakcyjne w zakresie symboli

i znaków graficznych, problemy z etykietowaniem obiektów i rozmieszczeniem etykiet, nieprawidłowości dotyczące ramki mapy i treści pozaramkowej oraz błędy semantyczne.

Badania koncentrują się na identyfikacji problemów, które nadal występują mimo wprowadzenia poprawek w procesie automatyzacji. Szczególną uwagę poświęcono ocenie wpływu zmian na czytelność i poprawność treści map w różnych skalach (1:10 000, 1:25 000, 1:50 000 i 1:100 000) oraz pełności ich treści, ponieważ jednym z głównych zastrzeżeń wobec wcześniejszych wersji wizualizacji był brak odpowiedniej generalizacji przy przejściu do mniejszych skal.

Wyniki analiz wskazują, że wiele błędów wciąż narusza podstawowe zasady kartografii oraz obowiązujące normy dotyczące opracowań topograficznych – w szczególności zasady prawdziwości treści, czytelności, hierarchizacji informacji oraz unikania konfliktów wizualnych między symbolami. Uzyskane rezultaty podkreślają znaczenie iteracyjnego doskonalenia narzędzi wizualizacji kartograficznej oraz potrzebę dalszego łączenia procesów automatyzacji z kontrolą ekspercką, aby utrzymać zaufanie publiczne do produktów urzędowych. Pod rozważę należałoby również pilnie wziąć problem metodologii generalizacji przy wizualizacji BDOT10k w różnych skalach.

Słowa kluczowe: BDOT10k, wizualizacja kartograficzna, automatyczna generalizacja.

IV-A.2. Wyzwania w automatycznej detekcji obiektów topograficznych z wykorzystaniem technik AI i zasobów GUGiK: Doświadczenia z projektu INFOSTRATEG V

Karol Kabala¹, Arkadiusz Tomczak¹, Tomasz Kogut¹, Grzegorz Stępień¹, Andrzej Łysko², Witold Maćków², Paweł Forczmański², Marta Sieczkiewicz²
{k.kabala; a.tomczak; t.kogut; g.stepien}@pm.szczecin.pl
{andrzej.lysko; witold.mackow; pawel.forczmanski}@zut.edu.pl,
marta.sieczkiewicz@gispro.pl

¹Katedra Geodezji i Pomiarów Offshore, Politechnika Morska w Szczecinie

²GISPRO Technologies Sp. z o.o.

Konkurs Infostrateg V, organizowany przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju oraz Główny Urząd Geodezji i Kartografii jest pierwszym w Polsce tak szerokim projektem teledetekcyjnym. Ma na celu opracowanie narzędzi pozwalających z dużą skutecznością, na podstawie otwartych zasobów GUGiK, w sposób automatyczny, przy wykorzystaniu

technik uczenia maszynowego, wykrywanie nowych, usuniętych i zmienionych obiektów z wybranych kategorii BDOT10k. Projekt jest odpowiedzią na coroczny problem aktualizacji bazy, która stanowi podstawę do licznych działań sektora publicznego, jak i prywatnego.

W tym momencie aktualizacja wymaga znacznego nakładu manualnej pracy, a tym samym środków finansowych i ma wpływ na czas realizacji zadania. Poza wymiarem aplikacyjnym, projekt stanowi aktualne badawczo wyzwanie naukowe. W skład bazy BDOT10k wchodzi różnorodne klasy, czego przykładem są: napowietrzne linie energetyczne, brody i przeprawy promowe czy obrotnice kolejowe. Analiz wymagają również typowe elementy krajobrazu takie jak koryta rzek. Osobnym wyzwaniem jest zapewnienie inżynierskiej doskonałości w domenie zarządzania dużym wolumenem danych, obsługą informatyczną i naukowym raportowaniem wyników przeprowadzanych eksperymentów.

W referacie przedstawione zostaną zidentyfikowane problemy badawcze, przyjęta metodyka ich rozwiązania oraz rezultaty prac w ramach pierwszego etapu projektu, obejmującego obiekty zaliczane do kategorii „sieć komunikacyjna” oraz „budynki, budowle i urządzenia”. Na podstawie uzyskanej wiedzy podjęto próbę odpowiedzi na pytania badawcze i aplikacyjne:

- W jaki sposób przygotować zbiór treningowy i testowy?
- Jakich narzędzi programistycznych i architektury sieci neuronowych użyć?
- Według jakich kryteriów oceniać skuteczność algorytmu z punktu widzenia odbiorcy końcowego?
- Jak zautomatyzować wyszukiwanie optymalnych modeli?
- Jakie nieoczekiwane obserwacje pojawiły się w toku badań?

Zaproponowane podejście umożliwiło uzyskanie wyników, które w ramach procedury konkursowej zapewniły kwalifikację projektu do II etapu realizacji.

Słowa kluczowe: Infostrateg V, sieci neuronowe, BDOT10k, sztuczna inteligencja.

IV-A.4. Efektywność wojskowych infrastruktur geoinformacyjnych na przykładzie systemu Geoserwer 2

Tobiasz Wieczorek, Agnieszka Zwirowicz-Rutkowska
tobiasz.wieczorek@wat.edu.pl, agnieszka.zwirowicz@wat.edu.pl
Wydział Inżynierii Lądowej i Geodezji, Wojskowa Akademia Techniczna

Podstawowym miejscem dostępu do danych geoprzestrzennych dla Sił Zbrojnych RP jest Portal Geoinformacyjny Sił Zbrojnych RP i powiązany z nim Serwer Informacji i Usług Geograficznych – Geoserwer 2.0. Rozwiązania te udostępniają zasoby Agencji Rozpoznania Geoprzestrzennego i Usług Satelitarnych (ARGUS). Celem funkcjonowania całości systemu jest utrzymywanie nowoczesnego repozytorium cyfrowej informacji geoprzestrzennej o charakterze portalowym. System zabezpiecza w cyfrowe opracowania i informacje geoprzestrzenne wszystkich uprawnionych użytkowników wykorzystujących dane geoprzestrzenne w zakresie planowania, prowadzenia i koordynacji operacji wojskowych. Referat przedstawia wyniki oceny infrastruktury systemu z perspektywy użytkowników, w następujących wymiarach: 1) użytkowanie zasobów infrastruktury, 2) wpływ aplikacji na wykonywane przez użytkowników zadania, 3) cele i działalność jednostek organizacyjnych wykorzystujących zasoby infrastruktury, 4) zbiory i usługi danych przestrzennych oraz wsparcie techniczne udostępniane w geoportalu. Do oceny wykorzystano wielokryterialną metodę oceny efektywności infrastruktury informacji przestrzennej, bazującej na przedsięwzięciu informatycznym, która wpisuje się w metodykę wielowymiarowej oceny infrastruktury danych przestrzennych (ang. SDI Multi-View Assessment Framework). Badaniami ankietowymi objęto ponad 80 przedstawicieli jednostek organizacyjnych podległych Ministrowi Obrony Narodowej lub przez niego nadzorowanych. Wyniki przeprowadzonych badań mogą przyczynić się do dalszego rozwoju systemu jako narzędzia wspierającego wojskową infrastrukturę geoinformacyjną. Zebrane informacje pozwalają na dostosowanie układu funkcjonalnego do potrzeb bieżących oraz poprawę ergonomii pracy. Uwagi wskazujące na konkretne braki w zakresie funkcjonalności oraz dostępności danych pozwolą na ich uzupełnienie i poszerzenie zakresu dostępnych modułów analitycznych w przyszłości. Wyniki badań wpisują się także w szerszy kontekst budowania zdolności operacyjnych Sił Zbrojnych RP.

Słowa kluczowe: geoportal, bezpieczeństwo i obronność, użyteczność, wielokryterialna metoda oceny efektywności

TEMAT SESJI IV-B:

SZTUCZNA INTELIGENCJA W GEOINFORMACJI

IV-B.1. Vibe GIS-ing: nowy paradygmat budowy systemów GIS w erze AI

Adam Iwaniak

adam.iwaniak@wizipisi.ai

Wrocławski Instytut Zastosowań Informacji Przestrzennej i Sztucznej Inteligencji
Instytut Geodezji i Geoinformatyki, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu

Celem referatu jest przedstawienie innowacyjnego podejścia, które przenosi punkt ciężkości z manualnej obsługi narzędzi GIS na merytoryczne rozwiązywanie problemów poprzez konwersację z asystentem AI. Zamiast samodzielnie wykonywać skomplikowane operacje w klasycznym oprogramowaniu GIS, użytkownik opisuje swoje cele w języku naturalnym. Kluczowy jest tu „vibe” — *luźna, konwersacyjna interakcja*, w której system odczytuje intencje z potocznych sformułowań, bez konieczności stosowania sztywnej składni poleceń.

Zakres zastosowania obejmuje cały cykl pracy z danymi: od ich wczytywania i wizualizacji, poprzez stylizację, aż po realizację złożonych, wieloetapowych analiz przestrzennych.

Fundamentem koncepcji „VibeGIS-ing” są autonomiczni geoagenci AI, którzy interpretują polecenia, planują i wykonują zadania. Architektura systemu wieloagentowego obejmuje wyspecjalizowane jednostki (np. analityk, koder, weryfikator), które współpracują w celu efektywnego wykonania zadania, m.in. poprzez generowanie kodu Python i automatyzację procesów.

W pracy przedstawiono zdolność systemu do płynnego przekładania poleceń w języku naturalnym na konkretne produkty kartograficzne i analityczne. Na podstawie tekstowego, nieustrukturyzowanego opisu danych możliwe jest generowanie map oraz zarządzanie ich wizualizacją poprzez iteracyjne komendy dotyczące kolorystyki, przezroczystości czy sposobu prezentacji w legendzie. Kluczowym wynikiem jest zdolność do wykonywania zarówno prostych, jak i bardzo złożonych analiz GIS. System potrafi zrealizować wieloetapowe łańcuchy analityczne na podstawie jednego, złożonego polecenia.

W trakcie prac nad budową systemu porównano trzy klasy podejść implementacyjnych: klasyczne sieci neuronowe (NN), duże modele językowe (LLM) oraz systemy agentowe.

Systemy oparte na agentach AI okazały się najbardziej obiecującym rozwiązaniem, oferującym najwyższą elastyczność i skalowalność. Co kluczowe, takie podejście pozwala na ograniczenie ryzyka błędów i halucynacji, typowych dla surowych modeli LLM. Wyniki badań wskazują, że „Vibe GIS-ing” ma potencjał, by istotnie przeobrazić geoinformatykę. W niedalekiej przyszłości praca z GIS może odejść od tradycyjnych interfejsów na rzecz dialogu z agentami AI. Takie podejście nie tylko przyspiesza i obniża koszty analiz, lecz także zwiększa dostępność technologii GIS.

Badania finansowane w ramach projektu: Program: Program Operacyjny Inteligentny Rozwój 2014-2020. Działanie: 1.1 Projekty B+R przedsiębiorstw, Narodowe Centrum Badań i Rozwoju, Nr Umowy: POIR.01.01.01-00-0359/20-00.

Słowa kluczowe: Vibe GIS-ing, GeoAI, autonomiczni geoagenci AI, LLM, GIS

IV-B.2. HOPE - High-resolution Operational Population Estimation with GNN

Adam Nadolny, Adam Iwaniak

adam.nadolny@wizipisi.ai; adam.iwaniak@wizipisi.ai

Wrocławski Instytut Zastosowań Informatyki Przestrzennej i Sztucznej Inteligencji

Celem projektu HOPE, realizowanego we współpracy z Europejską Agencją Kosmiczną, jest opracowanie wysokorozdzielczej (25x25 m) warstwy gęstości zaludnienia. Ma to na celu zwiększenie precyzji ocen ryzyka (zgodnie z metodologią SORA) dla operacji bezzałogowych statków powietrznych w gęsto zaludnionych środowiskach miejskich. Badania koncentrują się na poprawie dokładności planowania misji dronów, które obecnie opierają się na danych o niższej rozdzielczości, takich jak Global Human Settlement Layer (GHSL), co prowadzi do nadmiernie zachowawczych planów lotu. Obszarem testowym dla opracowywanej metody jest miasto Wrocław, którego zróżnicowana struktura stanowi solidne środowisko do oceny modelu. Metodologia HOPE integruje zróżnicowane otwarte źródła danych, w tym dane topograficzne BDOT10k oraz ortofotomapy. Do modelowania złożonych relacji przestrzennych wykorzystano zaawansowane techniki uczenia maszynowego, w szczególności Grafowe Sieci Neuronowe (GNN). Sieci te pozwalają efektywnie uchwycić interakcje między heterogenicznymi obiektami, co jest kluczowe dla odwzorowania wzorców obecności człowieka. Opracowana metoda pozwala na generowanie map gęstości zaludnienia o znacznie wyższej szczegółowości niż dotychczasowe standardy. Wstępne wyniki pokazują, że zwiększona rozdzielczość danych umożliwia bardziej precyzyjną ocenę potencjalnych szkód i optymalizację tras przelotu

dronów, eliminując niepotrzebne ograniczenia wynikające z danych o niskiej rozdzielczości. Zastosowanie wysokorozdzielczych danych w połączeniu z zaawansowanymi modelami GNN wspiera minimalizację ryzyka, eliminację błędów grubych oraz elastyczność operacyjną, zwiększając efektywność i bezpieczeństwo misji bezzałogowych.

Słowa kluczowe: populacja, GNN, dron, Sentinel, SORA.

IV-B. 3. Automatyczna detekcja i wymiarowanie obiektów na obrazach sonarowych z obszarów płytkowodnych

Ilona Garczyńska-Cypriasiak, Natalia Wawrzyniak
i.garczynska@pm.szczecin.pl, n.wawrzyniak@pm.szczecin.pl
Politechnika Morska w Szczecinie

Bezpieczna żegluga oraz prowadzenie prac hydrotechnicznych w strefach przybrzeżnych wymagają wiarygodnych informacji o obiektach zalegających na dnie. Współcześnie algorytmy sztucznej inteligencji, a w szczególności metody głębokiego uczenia, są powszechnie wykorzystywane do automatycznego rozpoznawania obrazów w wielu dziedzinach. Ich zastosowanie pozwala znacząco przyspieszyć procesy analityczne, zredukować obciążenie pracą manualną i zwiększyć powtarzalność wyników. Analogiczne podejście może być skutecznie wykorzystane w analizie danych hydroakustycznych, gdzie automatyzacja procesu detekcji obiektów stanowi istotne wsparcie w pracy hydrografa.

W ramach projektu FENG.02.07-IP.05-0489/23 pt. „Technologia inteligentnego przetwarzania danych hydrograficznych pozyskanych za pomocą małych bezzałogowych pojazdów pływających (ASV) z sonaru i echosondy jednowiązkowej” badano podejście do automatycznej detekcji oraz wymiarowania obiektów na obrazach sonarowych, mające na celu ograniczenie czasochłonności tradycyjnych analiz i zmniejszenie obciążenia pracy hydrografa przy zachowaniu jednoczesnej poprawności procesu detekcji i klasyfikacji obiektów.

Do automatycznej detekcji zastosowano algorytmy uczenia głębokiego i architekturę YOLOv8, umożliwiającą pracę w trybie jednorazowym (single-stagedetection). Modele uczono na zbiorze danych z obszarów portowych i rzecznych, obejmującym zróżnicowane obiekty antropogeniczne i naturalne. Dane eksperymentalne pozyskano sonarem bocznym podczas pomiarów w obszarze Szczecińskiego Węzła Wodnego

i systemu RIS Dolnej Odry na przestrzeni kilku ostatnich lat. Sonogramy rejestrowano w trybie waterfall, co umożliwiało wstępną analizę obrazów i ich weryfikację. Następnie, w procesie georeferencji, przeliczano współrzędne do układu odniesienia, co pozwalało na określenie pozycji obiektów. W trakcie analizy wykorzystano informacje o sylwetce i cieniu akustycznym obiektów, co umożliwiło szacowanie ich długości, szerokości oraz wysokości.

Opracowane procedury detekcji i wymiarowania zaimplementowano w środowisku aplikacyjnym SONARMUS. Testy z użyciem rzeczywistych danych wykazały, że zastosowane podejście pozwala na spójną klasyfikację oraz automatyczne określanie parametrów geometrycznych obiektów. Uzyskane wyniki wskazują na możliwość integracji tego typu algorytmów w procesach przetwarzania danych hydrograficznych.

IV-B.4. Wykorzystanie wieloźródłowych danych pomiarowych do inwentaryzacji i monitoringu zieleni zabytkowej na przykładzie Zamku Królewskiego w Warszawie

Anna Płatek-Żak¹, Agnieszka Żukowska², Adam Kostrzewa¹, Michał Kowalczyk¹, Jakub Markiewicz¹, Agnieszka Bocheńska², Dorota Zawieska¹
anna.platek@pw.edu.pl; azukowska@zamek-krolewski.pl; adam.kostrzewa.dokt@pw.edu.pl;
michal.kowalczyk@pw.edu.pl; jakub.markiewicz@pw.edu.pl; abochenska@zamek-krolewski.pl;
dorota.zawieska@pw.edu.pl

¹Wydział Geodezji i Kartografii, Politechnika Warszawska,
Plac Politechniki 1, 00-661 Warszawa, Polska

²Zamek Królewski w Warszawie-Muzeum, Rezydencja Królów i Rzeczypospolitej, Warszawa,
Polska

W artykule przedstawiono podejście do integracji danych pochodzących z różnych systemów pomiarowych – naziemnego skanowania laserowego wykonanego sensorem Leica RTC360, mobilnego systemu SLAM MandEye oraz wieloczasowych zdjęć lotniczych pionowych – w celu wykonania szczegółowej inwentaryzacji zieleni oraz monitoringu procesu odbudowy boskietów w Ogrodach Dolnych Zamku Królewskiego w Warszawie.

Obszar badań stanowią historyczne ogrody rezydencjonalne, które posiadają wyjątkową wartość zarówno przyrodniczą, jak i kulturową. Początki Ogródów sięgają XV wieku. W kolejnych stuleciach ogród zmieniał się – zgodnie z duchem czasów i upodobani

panujących – od form renesansowych, poprzez barokowe, klasycystyczne czy modernistyczne z okresu międzywojennego, z którego pochodzą zachowane grabowe boskiety (1937 r.).

Wyjątkowe położenie ogrodu - na, wiślanej skarpie, nad wielką rzeką i w otoczeniu siedziby władcy dawało mu siłę, znaczenie i ducha -także w próbach okiełznania rzeki. Po latach niebytu i zaniedbania odrodził się z mocą i siłą wyjątkowości. Ogród Górny został oddany do użytkowania w 2015 roku, a Dolny w 2019 r. Obie części tworzą spójną kompozycyjnie całość stanowiąc znakomitą oprawę dla Zamku. Szczególne znaczenie mają zachowane częściowo boskiety (wysokie formowane żywopłoty), w których 62 sztuki drzew grabowych przetrwało zniszczenia Śródmieścia Warszawy w czasie II wojny światowej. Drzewa te stanowią dziś żywe świadectwo ciągłości dziedzictwa kulturowego i krajobrazowego, co czyni je istotnym obiektem badań i ochrony. Zastosowanie różnorodnych technik pomiarowych pozwala na stworzenie szczegółowego modelu trójwymiarowego badanego obszaru, umożliwiając analizę zmian zachodzących w czasie oraz ocenę skuteczności prowadzonych działań rewaloryzacyjnych. Integracja wielu systemów pomiarowych ukazuje również potencjał nowoczesnych narzędzi geoinformatycznych w zakresie zarządzania przestrzenią zieloną, a także w tworzeniu cyfrowej dokumentacji dziedzictwa kulturowego. Szczególną rolę odgrywa tu geowizualizacja 3D w środowisku GIS, która umożliwia zarówno analizę naukową, jak i komunikację wyników badań w sposób dostępny dla szerokiego grona odbiorców, w tym decydentów i konserwatorów zabytków. Proponowane podejście ukazuje potencjał i punkt wyjścia dla dalszych badań nad wykorzystaniem danych wieloźródłowych w dokumentowaniu i interpretowaniu zmian krajobrazów historycznych oraz wspieraniu ich ochrony i rewitalizacji.

Słowa kluczowe: Inwentaryzacja i monitoring zieleni zabytkowej, dane wieloźródłowe, ogrody zabytkowe, integracja danych, dane wieloczasowe

TEMAT SESJI IV-C:

GIS 3D, BIM

IV-C.1. Z BIM do GIS oraz z GIS do BIM – wyzwania mapowania modeli danych i jego implementacja

Paweł Soczewski
info@gispartner.pl
GIS Partner Sp. z o.o.

Referat koncentruje się na problematyce mapowania semantycznego pomiędzy modelem danych BIM (w formacie IFC) a modelem GIS stosowanym w przedsiębiorstwie infrastruktury przemysłowej, ze szczególnym uwzględnieniem wyzwań związanych z mapowaniem modeli danych. Główna trudność wynika z rozbieżności semantycznych modelu IFC (wg ISO 16739) oraz jego elastyczność, co prowadzi do dużej dowolności w definiowaniu typów obiektów, ich właściwości oraz relacji. W praktyce projektowej prowadzi to do znacznego zróżnicowania danych BIM, co utrudnia ich jednoznaczne odwzorowanie na model GIS oparty na standardach ISO 191xx i OGC.

Referat omawia przyjętą metodykę mapowania oraz implementację procesu integracji z wykorzystaniem platformy FME, wspierającej dwukierunkową wymianę danych pomiędzy środowiskiem projektowym BIM a systemem informacji przestrzennej przedsiębiorstwa.

IV-C.2. Transformacja danych BIM, GIS na przykładzie tworzenia bliźniaków cyfrowych infrastruktury

Stanisław Biernat ¹, Piotr Janas ²
¹stanislaw.biernat@info-solutions.pl; ²piotr.janas@info-solutions.pl
infoSolutions, Polska

Autorzy omawiają integrację technologii GIS (Geographic Information Systems) i BIM (Building Information Modeling) jako kluczowy element transformacji cyfrowej w planowaniu przestrzennym i zarządzaniu infrastrukturą. Połączenie danych przestrzennych 2D/3D z precyzyjnymi modelami infrastruktury oraz budynków umożliwia

tworzenie cyfrowych bliźniaków – wirtualnych reprezentacji rzeczywistych obiektów, które wspierają analizę, planowanie i zarządzanie infrastrukturą.

Cyfrowe bliźniaki, jako dynamiczne modele łączące dane geometryczne, semantyczne i przestrzenne, umożliwiają kompleksową analizę stanu technicznego obiektów, ich otoczenia oraz przewidywanie zachowań w czasie rzeczywistym. Zaprezentowane zostaną publikacje w przykładowych aplikacjach geoportalowych 3D.

Słowa kluczowe: BIM, GIS, cyfrowy bliźniak, integracja, ciityGML, IFC, transformacja cyfrowa, model eksploatacyjny.

IV-C.3. W drodze do cyfrowego bliźniaka: ograniczenia i wyzwania w zakresie modelowania informacji o obiekcie budowlanym (BIM)

Andrzej Szymon Borkowski
andrzej.borkowski@pw.edu.pl
Politechnika Warszawska, Wydział Geodezji i Kartografii

Referat omawia wyzwania i ograniczenia na drodze od BIM (modelowania informacji o obiekcie budowlanym) do dojrzałego cyfrowego bliźniaka obiektu, rozumianego jako stale aktualizowany model łączący geometrię, semantykę i dane eksploatacyjne w całym cyklu życia budynku lub infrastruktury. BIM jest fundamentem DT (Digital Twin), ale sam w sobie nie wystarczy: konieczna jest płynna i ciągła interoperacyjność, dopływ danych czasu rzeczywistego (z czujników Internetu Rzeczy), dojrzałe zarządzanie informacją (z wykorzystaniem wspólnego środowiska danych) oraz zmiana procesów i ról w całym łańcuchu dostaw i wdrożenie BIM po stronie właściciela obiektu. Kluczowe bariery to fragmentacja narzędzi i standardów, problemy z jakością i kompletnością informacji (np. niespójne LOD/LOI), trudność utrzymania aktualności modelu po odbiorze, ograniczona integracja z systemami IoT/BMS, ryzyka cyberbezpieczeństwa oraz koszty i deficyt kompetencji po stronie zasobów ludzkich. W odpowiedzi na te problemy referat wskazuje potrzebę wdrożenia dojrzałego CDE i ładu informacyjnego, ujednolicenia wymagań (EIR/AIR, LOIN, słowniki klas), budowy integracji API z BMS/IoT, stosowania cyfrowych paszportów elementów i identyfikatorów, definiowania procesów aktualizacji, wzmocnienia bezpieczeństwa w modelu oraz mierzenia zwrotu z poniesionych inwestycji.

Słowa kluczowe: BIM, modelowanie informacji o obiekcie budowlanym, wyzwania, ograniczenia, cyfrowy bliźniak.

IV-C.4. Automatyczna rekonstrukcja modeli 3D miast na podstawie chmur punktów – ocena dokładności i skalowalności algorytmów

Małgorzata Jarzābek-Rychard¹, Simone Rigon², Paweł Bogusławski¹, Fabio Remondino²

¹ Instytut Geodezji i Geoinformatyki, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu

malgorzata.jarzabek-rychard@upwr.edu.pl;

pawel.boguslawski@upwr.edu.pl; <srigon,remondino>@fbk.eu

² 3D Optical Metrology (3DOM) Unit, Bruno Kessler Foundation (FBK), Trento, Italy

Modele 3D miast odgrywają ważną rolę w wielu dziedzinach, takich jak planowanie urbanistyczne, symulacje środowiskowe, zarządzanie infrastrukturą oraz rozwój cyfrowych bliźniaków. Ich tworzenie w sposób manualny jest procesem czasochłonnym i kosztownym, a tym samym nieprzystającym do potrzeb obejmujących całe miasta czy aglomeracje. Dlatego kluczowym kierunkiem badań w tym zakresie jest automatyzacja rekonstrukcji budynków 3D na podstawie danych pozyskiwanych na dużych obszarach za pomocą lotniczego skaningu laserowego.

Celem pracy było zbadanie potencjału automatycznego modelowania modeli miast na podstawie lotniczych chmur punktów 3D, ze szczególnym uwzględnieniem możliwości generalizacji i skalowalności metod w zróżnicowanych warunkach miejskich. Analizowano zarówno podejście *model-driven*, wykorzystujące biblioteki kształtów parametrycznych, jak i *data-driven*, oparte na analizie geometrycznej chmur punktów. W ramach badań opracowano dwie nowe metody: Roof Generator, bazującą na bibliotece typów dachów, oraz Augmented KSR, wykorzystującą do rekonstrukcji modelu kinetyczną metodę podziału przestrzeni. Rezultaty obydwu algorytmów zostały porównane z dwiema powszechnie używanymi metodami referencyjnymi: BREC (reprezentującą podejście parametryczne), oraz City3D (należącą do metod rekonstrukcji opartych na danych).

Eksperymenty przeprowadzono na czterech obszarach testowych w Szwajcarii i w Niemczech, przedstawiających zróżnicowane typy zabudowy: przedmieścia, centra miast, oraz tereny przemysłowe. Do ewaluacji, obejmującej zarówno ocenę dokładności rezultatów jak i samego przebiegu procesu rekonstrukcji, wykorzystano wysokiej jakości modele referencyjne wykonane manualnie. Uzyskane wyniki pokazują, że metody *data-driven* najlepiej odtwarzają złożone geometrie dachów i detale architektoniczne, lecz

jednocześnie są podatne na jakość poprzedzającej je segmentacji danych na płaszczyzny, wrażliwe na dobór odpowiednich wartości parametrów, a także często generują modele sztucznie podzielone na dużą liczbę płaszczyzn. Metody *model-driven* zapewniają prostsze, czystsze topologicznie i bardziej powtarzalne modele budynków, lecz jednocześnie z powodu limitu kształtów zdefiniowanych w bibliotece typów, mają tendencję do generowania artefaktów. Przedstawione szczegółowe analizy wykazują zależności pomiędzy stopniem odwzorowania detali i kompleksowością siatek modeli, a skalowalnością i wydajnością obliczeniową algorytmów. W pracy zestawiono również kluczowe kryteria wydajności, które mogą stanowić praktyczne wskazówki przy wyborze optymalnej metody rekonstrukcji w zależności od celu modelowania, charakterystyki danych wejściowych, oraz warunków urbanistycznych modelowanego obszaru.

Słowa kluczowe: modele miast, chmura punktów, skaniny laserowe, rekonstrukcja 3D, dokładność

SESJA REFERATOWA V

TEMAT SESJI V-B:

GEOINFORMACJA W LEŚNICTWIE I ROLNICTWIE

V-B.1. Estymacja wybranych cech drzewostanów na podstawie wysokościowego modelu koron drzew

Paweł Hawryło¹, Jarosław Socha², Piotr Janiec³, Michał Woda⁴
¹pawel.hawrylo@urk.edu.pl; ²jaroslaw.socha@urk.edu.pl; ³piotr.janiec@urk.edu.pl;

⁴Michal.Woda@krakow.buligl.pl

^{1 2 3} Uniwersytet Rolniczy im. Hugona Kołłątaja w Krakowie, Polska

⁴ Biuro Urządzania Lasu i Geodezji Leśnej - Oddział w Krakowie, Polska

Celem referatu jest przedstawienie zaproponowanego przez autorów podejścia do estymacji wybranych cech drzewostanów na podstawie danych lotniczego skanowania laserowego (ALS, ang. airborne laser scanning). Analizowane cechy drzewostanu obejmują: zasobność, wysokość, średnią pierśnicę oraz zagęszczenie. Dokładna

znajomość cech drzewostanu stanowi warunek prowadzenia zrównoważonej gospodarki leśnej.

W badaniach wykorzystano obszerną bazę danych Wielkoobszarowej Inwentaryzacji Stanu Lasów Polski (WISL), zawierającą informacje o cechach drzewostanów z ponad 20 tys. powierzchni kołowych. Dla każdej powierzchni obliczono trzy grupy metryk, stanowiących potencjalne zmienne niezależne w modelach regresyjnych: a) 87 zmiennych z trójwymiarowej chmury punktów ALS, b) 18 zmiennych z modelu wysokości koron (CHM, ang. CanopyHeight Model) oraz c) 3 zmienne oparte na liczbie wierzchołków drzew wykrytych automatycznie z CHM. Dane zostały podzielone na zbiory treningowy i testowy w proporcji 80/20.

Do budowy modeli zastosowano dwa podejścia: (1) model parametryczny oparty na niewielkiej liczbie zmiennych obliczanych z CHM oraz (2) model nieparametryczny wykorzystujący wszystkie dostępne zmienne, opracowany metodą lasów losowych (ang. randomforest). Przeanalizowano, czy opracowanie modeli specyficznych dla gatunków drzew pozwala zwiększyć dokładność estymacji cech drzewostanu. Dodatkowo przeanalizowano jak zmienia się dokładność modeli w zależności od typu budowy pionowej drzewostanu.

Wyniki walidacji na zbiorze testowym wykazały, że w przypadku niektórych cech drzewostanu modele parametryczne pozwalają uzyskać dokładność porównywalną, a niekiedy wyższą, niż modele nieparametryczne, wykorzystujące algorytmy uczenia maszynowego. Dla niektórych gatunków lepsze rezultaty uzyskiwano przy zastosowaniu modeli specyficznych dla danego gatunku. Proste modele parametryczne wykazały lepszą lub zbliżoną dokładność szacowania zasobności drzewostanu nie tylko w drzewostanach o prostej budowie pionowej.

Opracowane modele parametryczne, zapisane w postaci prostych równań nieliniowych, umożliwiają łatwe określanie podstawowych cech drzewostanów wyłącznie na podstawie CHM. Ich istotną zaletą jest także możliwość prostej kalibracji dla innych gatunków lub obszarów, bez konieczności korzystania z bazy danych treningowych użytej w niniejszych badaniach.

Słowa kluczowe: lasy losowe, lotnicze skanowanie laserowe, modele parametryczne, wysokościowy model koron drzew.

V-B.2. Detekcja stojących martwych drzew na ortofotomapach lotniczych z wykorzystaniem metod głębokiego uczenia maszynowego

Igor Pawelec^{1,2}, Natalia Rębisz¹, Paweł Hawryło^{1,2}

igor.pawelec@student.urk.edu.pl; natalia.rebisz@student.urk.edu.pl

¹Uniwersytet Rolniczy im. Hugona Kołłątaja w Krakowie, Wydział Leśny

²Polskie Towarzystwo Geograficzne – Oddział Teledetekcji

Dynamiczny rozwój metod głębokiego uczenia maszynowego w analizach danych przestrzennych stwarza nowe możliwości w automatycznym wykrywaniu stojących martwych drzew (SDTs), które dotychczas wymagały kosztownych i czasochłonnych inwentaryzacji terenowych. Jest to obecnie istotny problem w zarządzaniu lasami i monitoringu ekosystemów leśnych, ponieważ liczba martwych drzew systematycznie rośnie w związku ze zmianami warunków siedliskowych oraz nasileniem czynników biotycznych, co zwiększa podatność drzew na stres i przyspieszone zamieranie. Unikającą zaletą tego podejścia jest możliwość wykrywania martwych drzew nawet w obszarach bez wcześniejszych inwentaryzacji terenowych, przy jednoczesnym ograniczeniu nakładu pracy związanego z fotointerpretacją zdjęć lotniczych. Dzięki temu możliwa jest szybka identyfikacja nowych ognisk zamierania już na etapie pozyskania danych rastrowych. Celem pracy była ocena skuteczności algorytmu Mask R-CNN w wykrywaniu martwych drzew na podstawie ortofotomap CIR.

Badania przeprowadzono na dziewięciu powierzchniach badawczych w północnej Polsce, wybranych na podstawie terenowych zgłoszeń wystąpień zamierania drzew. Dominującymi gatunkami były sosna zwyczajna (*Pinus sylvestris* L.) i świerk pospolity (*Picea abies* L.). Utworzono zbiór referencyjny obejmujący około 9000 manualnie zweryfikowanych segmentów koron SDT, który posłużył do uczenia i walidacji modeli. W pierwszym etapie wygenerowano zestawy wycinków obrazowych z różnymi wariantami danych wejściowych, a następnie przeprowadzono proces trenowania Mask R-CNN z wykorzystaniem transfer learningu na architekturze ResNet-152.

Uzyskane wyniki wskazują, że metody głębokiego uczenia oparte wyłącznie na ogólnodostępnych ortofotomapach mogą stanowić skuteczną alternatywę dla tradycyjnych badań terenowych, a także otwierają perspektywę wdrażania skalowalnych systemów monitorowania zdrowotności drzewostanów na poziomie pojedynczych drzew.

Słowa kluczowe: teledetekcja, głębokie uczenie maszynowe, stojące martwe drzewa (SDTs), ortofotomapy lotnicze, Mask R-CNN

V-B.3. Wpływ jemioli (*Viscum album ssp. austriacum*) i gospodarki leśnej na stan sanitarny drzewostanów w kontekście zachodzących zmian klimatycznych – analiza w oparciu o wysokorozdzielcze dane satelitarne

Jakub Miszczyszyn¹, Luiza Tymińska-Czabańska¹, Jarosław Socha
Jakub.miszczyszyn@urk.edu.pl

¹ Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, Wydział Leśny Katedra Zarządzania Zasobami Leśnymi, Polska

Jemiola pospolita (*Viscum album ssp. austriacum*) jako pasożyt powoduje zaburzenia w gospodarowaniu wodą i związkami mineralnymi przez drzewo-żywiciela. Występowanie jemioli w drzewostanach prowadzi do zwiększonej podatności drzew na czynniki stresowe i wzrostu ryzyka ich zamierania. Zwalczanie jemioli wymaga czasochłonnej i trudnej inwentaryzacji infekcji drzew w lasach oraz monitorowania stanu sanitarnego lasu.

Rozwój teledetekcji i bezzałogowych statków powietrznych (BSP) umożliwił detekcję jemioli, jednak metody te wymagają kosztownych kampanii fotogrametrycznych i zaawansowanego przetwarzania danych, co ogranicza je do skali lokalnej. Równoległe postępy w zakresie wysokorozdzielczych obrazowań satelitarnych otwierają nowe możliwości monitoringu w skali regionalnej i krajowej. Opracowanie metod opartych na tych danych stanowi wyzwanie, ale może znacząco usprawnić zwalczanie jemioli i profilaktykę w praktyce leśnej.

Celem przeprowadzonych analiz była weryfikacja hipotez badawczych zakładających, że: a) drzewostany zainfekowane jemiolą różnią się odpowiedzią spektralną od drzewostanów zdrowych, b) prowadzenie gospodarki leśnej wpływa na odporność drzewostanu na czynniki stresowe, c) zainfekowane drzewostany wykazują silniejszy spadek kondycji i gorszą zdolność do regeneracji w następstwie nasilonych czynników stresogennych.

Na obszarze Nadleśnictwa Cisowa i rezerwatu Narol przeanalizowano serię wysokorozdzielczych obrazowań PLANET (5m/px, 2005-2023) i miesięczny klimatyczny bilans wodny (CWB) oraz dane z Systemu Informatycznego Lasów Państwowych (SILP). Obliczono średnie miesięczne wartości wskaźników spektralnych i zestawiono z CWB.

Analizy wskazują na ujemną reakcję GDVI i TGI na niski CWB w roku bieżącym oraz słaby, opóźniony (~24 mies.) dodatni sygnał w części indeksów. Połączenie wskaźników satelitarnych z CWB może wspierać wczesne wykrywanie stresu i ocenę regeneracji drzewostanów z jemiolą na skalowalnym poziomie, wyniki wymagają walidacji oraz rozdzielenia wpływu zabiegów gospodarczych.

V-B.4. Satelitarne obserwacje Ziemi a zrównoważony rozwój: ślad środowiskowy przechowywania i przetwarzania danych w chmurze

Magdalena Mleczko¹, Markus Mueller², Robert J.W.Brewin³, Kevin J. Gaston², Jamie D. Shutler³,
Xiaoyu Yan², Marek Mróz¹, Karen Anderson²
magdalena.mleczko@uwm.edu.pl

¹ Katedra Geodezji, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie, Polska

² Environment and Sustainability Institute, University of Exeter, Wielka Brytania

³ Department of Earth and Environmental Science, University of Exeter, Wielka Brytania

Liczba satelitów obserwacji Ziemi (EO) wzrosła wykładniczo w ciągu ostatniej dekady. W konsekwencji, objętość danych EO gwałtownie wzrosła, a ich przetwarzanie przeniosło się do chmury. Choć wiele uwagi poświęcono wpływowi środowiskowemu związanym z wyrzucaniem satelitów i ich obecnością na orbicie, ślad środowiskowy danych EO został pominięty. Kwestie te wymagają pilnej uwagi, biorąc pod uwagę zużycie wody i energii przez centra danych, wysoką emisję dwutlenku węgla związaną z produkcją komponentów komputerowych oraz trudności w ich recyklingu. Zająć się tymi problemami jest kluczowe, jeśli korzyści środowiskowe płynące z EO mają przetrwać krytyczną ocenę. W referacie przedstawiamy ocenę cyklu życia danych EO oraz szacujemy rozmiar globalnego zbioru tych danych oraz związane z ich przechowywaniem emisje CO₂. Analizujemy scenariusze kosztów środowiskowych wykonywania przetworzeń danych EO w chmurze w porównaniu do komputerów stacjonarnych. Emisje związane z obliczeniami w chmurze szybko rosną przy bardziej intensywnych procesach oraz podczas testowania kodu. Korzystając z usług chmurowych, użytkownicy nie mają wpływu na wybór centrum danych, dlatego niezbędna jest większa przejrzystość w kwestii lokalnych skutków środowiskowych pracy EO oraz narzędzia do pomiaru kosztów środowiskowych obliczeń w chmurze. Cała społeczność EO musi krytycznie rozważyć szeroki zakres wpływu cyklu życia danych EO na środowisko.

Słowa kluczowe: dane EO, ślad węglowy, wpływ na środowisko, centra danych, obliczenia w chmurze.

V-B.5. Konstrukcja algorytmów przeznaczonych do detekcji i typowania grodzisk wczesnośredniowiecznych na przykładzie studium badawczego Karpat Polskich

Cyryl Konstantinovski Puntos¹, Sławomir Mikrut²

¹cyryl.konstantinovski.puntos@doctoral.uj.edu.pl,

²smikrut@agh.edu.pl

¹Szkoła Doktorska Nauk Społecznych, Uniwersytet Jagielloński w Krakowie
Instytut Geografii i Gospodarki Przestrzennej, Uniwersytet Jagielloński w Krakowie

²Katedra Fotogrametrii, Teledetekcji Środowiska i Inżynierii Przestrzennej
Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie

Badanie wykrywania i typowania obiektów geoarcheologicznych w Polsce stanowi istotną lukę badawczą. Zaawansowane analizy geoinformatyczne, w tym wykorzystanie algorytmów, wspierają proces półautomatycznego lokalizowania potencjalnych grodzisk. Głównym celem pracy jest opracowanie schematów umożliwiających generowanie odpowiednich punktów na mapie, wskazujących możliwe lokalizacje tych obiektów.

Uzupełnieniem wyników badań jest identyfikacja obszarów o korzystnych warunkach dla lokalizacji osad otwartych. Podstawą analiz są dane pochodzące z Numerycznego Modelu Terenu, m.in. EU-DEM, oraz inne źródła geoinformacyjne. W badaniach wykorzystano oprogramowanie QGIS i ArcGIS Pro, a główne operacje geomatyczne obejmowały tworzenie barwnych wizualizacji z zastosowaniem przekształceń geostatystycznych.

Zastosowano kilka algorytmów: pierwszy oparty na analizie topografii terenu, drugi wykorzystujący przekształcenia NMT (w szczególności analizę mapy nachyleń), a trzeci skupiający się na analizach środowiskowych. Ich zadaniem jest wskazanie potencjalnych lokalizacji grodzisk wczesnośredniowiecznych w południowo wschodniej Polsce oraz uzupełnienie dotychczasowej wiedzy i bazy danych dotyczącej tych obiektów archeologicznych.

Słowa kluczowe: GIS, geoarcheologia, algorytm, typowanie, Karpaty

SESJA POSTEROWA

P.1. Ocena potencjału nieużytkowanych gruntów rolnych w kontekście pozyskania biomasy

Małgorzata Kozak, Magdalena Borzęcka

mkozak@iung.pulawy.pl; mborzecka@iung.pulawy.pl

Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy, Zakład Geomatyki,
Polska

Prezentowany poster dotyczy problematyki nieużytkowanych gruntów rolnych, które w ostatnich latach postrzegane są przez pryzmat zarówno badań przyrodniczych, odnoszących się do aspektów ekologicznych jak bioróżnorodność, czy możliwości sekwestracji węgla, ale również jako przestrzeń potrzebna do rozwoju biogospodarki, której rozwój i pozyskiwanie biomasy mogłoby funkcjonować bez ryzyka konkurencji z produkcją zdrowej żywności. Wciąż aktualnym i powracającym tematem jest również problem zagospodarowania tych obszarów. Jednak aby skutecznie zarządzać terenami opuszczonymi kluczowe znaczenie, może mieć ich przestrzenna identyfikacja i ocena stanu zaawansowania sukcesji naturalnej, która może warunkować kierunki zagospodarowania tych gruntów.

Przeprowadzone badania z wykorzystaniem szeregu danych przestrzennych oraz z zastosowaniem metod teledetekcji, wykonano w skali gminy, pozwoliły one na identyfikację nieużytkowanych gruntów rolnych, aktualnej skali tego zjawiska oraz ocenę stopnia zaawansowania sukcesji naturalnej na tych obszarach.

Na podstawie uzyskanych wyników oraz włączenia informacji o jakości gleb, zaproponowano cztery kierunki zagospodarowania tych obszarów: powrotu do produkcji rolniczej, możliwości uprawy Wieloletnich Roślin Przemysłowych w celu pozyskania biomasy, pełnienia funkcji proekologicznych oraz innych nierolniczych i nieleśnych funkcji. Uzyskane wyniki wykazały również rozproszony charakter oraz duże rozdrobnienie tych gruntów, co może stanowić istotną barierę w efektywnym zagospodarowaniu tych terenów. Przedstawiony problem badano w skali gminy jednak ma on dużo szerszy zasięg, dotycząc zwłaszcza południowo-wschodniej części Polski.

Słowa kluczowe: nieużytkowane grunty rolne, biomasa, biogospodarka, sukcesja naturalna

P.2. Gród jako centralne miejsce w funkcjonowaniu wczesnej państwowości polskiej – analiza z zastosowaniem GIS

Cyryl Konstantinowski Puntos¹, Sławomir Mikrut²

¹cyryl.konstantinowski.puntos@doctoral.uj.edu.pl;

²smikrut@agh.edu.pl

¹Szkoła Doktorska Nauk Społecznych, Uniwersytet Jagielloński w Krakowie
Instytut Geografii i Gospodarki Przestrzennej, Uniwersytet Jagielloński w Krakowie

²Katedra Fotogrametrii, Teledetekcji Środowiska i Inżynierii Przestrzennej
Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie

Wczesnośredniowieczne grodziska stanowią obiekty jednocześnie tajemnicze i konkretne – zarówno w kontekście ich fizycznej obecności w krajobrazie, jak i znaczenia kulturowego. W badaniach geoinformatycznych są one traktowane jako punkty na mapie, ale również jako złożone struktury o funkcjach mieszkalnych, obronnych i refugialnych.

Zakres przestrzenny analiz obejmuje obszar od Cieszyna po Przemyśl, a czasowy – wczesne średniowiecze na terenie polskich Karpat. Celem badań jest określenie funkcji grodów w analizowanej przestrzeni oraz zbadanie relacji przestrzennych pomiędzy nimi.

Uzupełnieniem analiz będzie charakterystyka grodzisk pod względem społeczno-ekonomicznym, ze szczególnym uwzględnieniem ich roli w rozwoju turystyki, kształtowaniu się wczesnej państwowości polskiej oraz religii przedchrześcijańskiej.

Badania zostaną przeprowadzone z wykorzystaniem najnowszego oprogramowania GIS, które umożliwi odtworzenie zapomnianych aspektów przeszłości – tych, o których nie mówią ani źródła pisane, ani artefakty archeologiczne.

Słowa kluczowe: GIS, geoarcheologia, państwowość, funkcjonowanie grodów.

P.3. Rozmieszczenie przestrzenne i szacowanie zasobów słomy z upraw rolniczych w Polsce

Krystian Mocny, Magdalena Borzęcka
kmcorny@iung.pulawy.pl, mborzecka@iung.pulawy.pl
Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy

Celem pracy było oszacowanie potencjału ilościowego słomy oraz jej rozmieszczenia przestrzennego na obszarze Polski. Wiedza dotycząca zarówno ilości, jak i lokalizacji tego surowca ma kluczowe znaczenie dla jego właściwego zagospodarowania. Słoma, będąca najpowszechniej dostępnym źródłem biomasy pochodzenia rolniczego, stanowi cenny materiał możliwy do wykorzystania w celach energetycznych. Tradycyjnie wykorzystywana jest jako ściółka, pasza lub nawóz organiczny, jednak w gospodarstwach bezinwentarzowych, a także w sytuacjach, gdy jej ilość przewyższa lokalne potrzeby, może być przeznaczana na sprzedaż bądź wykorzystanie energetyczne.

W niniejszej pracy słoma została oszacowana dla każdej gminy w Polsce. W tym celu opracowano skrypt w języku Python, stanowiący zautomatyzowaną implementację wzoru służącego do szacowania potencjału produkcji zbóż. Skrypt integruje analizy statystyczne prowadzone na danych rastrowych i wektorowych, uwzględniając m.in. rodzaj upraw, powierzchnię gruntów ornych, kategorię glebową oraz procent powierzchni dotkniętej suszą. Algorytmy obliczające potencjalne straty suszowe zostały zaimplementowane w sposób umożliwiający indywidualne dopasowanie każdego wzoru do określonego rodzaju uprawy i właściwości gleb występujących na danym obszarze.

Wynikiem przeprowadzonych badań było oszacowanie potencjału ilościowego słomy w Polsce, obejmujące lata 2021, 2022 i 2023. Wyniki te, zagregowane i przedstawione w podziale na gminy, zostały udostępnione na:

geoportalu <https://platforma.biogospodarka.iung.pl/>, gdzie – oprócz danych dotyczących biomasy roślinnej pochodzenia rolniczego – dostępne są również informacje o biomasie zwierzęcej oraz bioodpadach. Ponadto oszacowano potencjał energetyczny słomy, który wykazał istotne zróżnicowanie regionalne, zależne od rodzaju upraw i poziomu ich plonowania. Tak szczegółowe dane dotyczące zbiorów umożliwiają nie tylko ocenę potencjału energetycznego regionów, ale również prognozowanie opłacalności ekonomicznej wykorzystania biomasy oraz jej wpływu na środowisko, co ma kluczowe znaczenie dla planowania zrównoważonego rozwoju energetyki odnawialnej w Polsce.

Słowa kluczowe: słoma, biomasa, potencjał energetyczny, analiza przestrzenna, Python

P.4. Miasto dla pieszych? Wpływ danych źródłowych na wyniki oceny dostępności

Oskar Graszka¹, Anna Fijałkowska²

¹Oskar.Graszka@pw.edu.pl; ²Anna.Fijałkowska@pw.edu.pl
Politechnika Warszawska, Wydział Geodezji i Kartografii, Polska

Planowanie i przekształcanie przestrzeni miast coraz częściej jest wspomagane analizami przestrzennymi. Także Ustawa o planowaniu i gospodarowaniu przestrzenią, obowiązująca od stycznia 2026r. przewiduje możliwość ustalenia przez gminę w planie ogólnym nowych standardów dostępności infrastruktury społecznej. Nowością zapisu jest możliwość lokalizacji zabudowy mieszkaniowej na działce ewidencyjnej, dla której zapewniony jest dostęp do tych terenów, obliczany jako droga dojścia ogólnodostępną trasą dla pieszych. Założenie takie, choć zdecydowanie słuszne, niesie za sobą wyzwania dotyczące korzystania z odpowiednich źródeł danych oraz algorytmów sieciowych analiz przestrzennych. Wydaje się, że obecnie większym wyzwaniem są dane, które odpowiednio obrazują rzeczywiste poruszanie się pieszych. Dotyczy to zarówno geometrii danych (właściwie oddany przebieg odcinków infrastruktury pieszej), jak i ich atrybutów. W krajowej IIP nie dysponujemy zbiorami danych, które mogą posłużyć do takich analiz – w BDOT10k dane są fragmentaryczne. Podobnie jest w innych krajach. Dlatego najczęściej do analiz sieciowych wykorzystuje się uproszczone dane – najczęściej wykorzystując sieć drogową (lub generuje się sieć pieszą na jej podstawie zakładając, że po obu stronach dróg są chodniki, a pieszy może swobodnie przejść przez jednię na każdym skrzyżowaniu) albo korzysta z danych Open Street Map.

Celem prezentowanych analiz było przeprowadzenie porównawczych analiz dostępności dla obszarów całych miast z wykorzystaniem dwóch źródeł danych: sieci drogowej oraz sieci pieszej. Odcinki sieci pozyskano poprzez odpowiednie selekcje odcinków OSM (klucz: highway). Dane poddano minimalnym przetworzeniom topologicznym dla zapewnienia poprawności przeprowadzanych analiz (punkt węzłowy na każdym skrzyżowaniu). Do oceny dostępności wykorzystano lokalizacje przystanków autobusowych, tworząc mapy dostępności o rozdzielczości przestrzennej 10m x 10m z wykorzystaniem algorytmu Iso-Area as Interpolation (wtyczka QNEAT3 w oprogramowaniu QGIS). Dzięki zastosowaniu tego narzędzia, uzyskano ciągłe mapy dostępności dla całego obszaru opracowania. Testy wykonano dla 2 miast: Zielonej Góry i Warszawy.

Wyniki dla 2 rodzajów sieci porównano pomiędzy sobą (uzyskując lokalnie różnice w dostępności przekraczające nawet +/- 3km) i zestawiono również w regularnych siatkach (kwadratowe i heksagonalne pola podstawowe) o różnych oczkach oraz obliczono statystyki dla tych obszarów. Wskazano obszary o największych rozbieżnościach, które także porównano z wartościami wskaźników zagęszczenia sieci drogowej i pieszej, wskazując jak istotne znaczenie ma wykorzystanie odpowiednich źródeł danych do tego rodzaju analiz.

Słowa kluczowe: analizy dostępności, Open Street Map, analizy przestrzenne, dostępność piesza.

P.5. Gleby, mchy (*Pleurozium schreberi*) i liście drzew jako bioindykatory w monitorowaniu zanieczyszczenia metalami ciężkimi parków miejskich

Marek Pająk¹, Michał Gąsiorek², Marta Szostak³, Wiktor Halecki⁴

¹marek.pajak@urk.edu.pl; ²michal.gasiorek@urk.edu.pl, ³marta.szostak@urk.edu.pl,

⁴w.halecki@itp.edu.pl

¹ Katedra Inżynierii Ekologicznej i Hydrologii Leśnej, Wydział Leśny, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, Polska

² Katedra Gleboznawstwa i Agrofizyki, Wydział Rolniczo-Ekonomiczny, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, Polska

³ Katedra Zarządzania Zasobami Leśnymi, Wydział Leśny, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, Polska

⁴ Instytut Technologiczno-Przyrodniczy, Państwowy Instytut Badawczy, Polska

Parki miejskie są podatne na zanieczyszczenia ze źródeł antropogenicznych. W badaniach testowano mchy *Pleurozium schreberi* i liście drzew jako bioindykatory do monitorowania zanieczyszczenia metalami ciężkimi parków miejskich. Określono stężenia metali ciężkich w *P.schreberi*, tkankach liści wybranych gatunków drzew i próbkach gleby pobranych z różnych lokalizacji w wybranych parkach miejskich Krakowa. Wykonano opracowanie geostatystyczne zawartości metali ciężkich w glebach i roślinach. Wskazano, iż kolejność akumulacji metali ciężkich była następująca: Zn > Pb > Cr > Cu > Ni > Cd > Hg w glebie oraz Zn > Cu > Pb > Cr > Ni > Cd > Hg w *P.schreberi*. W liściach lipy i jaworu: Zn > Cu > Cr > Ni > Pb > Cd > Hg, podczas gdy liście brzozy wykazywały podobną kolejność, ale z nieco większą zawartością Ni niż Cr. Stężenie metali ciężkich w badanych glebach korelowało dodatnio z drobniejszymi teksturami (gliną i mułem) i ujemnie z piaskiem. Najwyższy wskaźnik akumulacji metali odnotowano w

brzozie i w *P.schreberi*, co odpowiada najwyższej całkowitej akumulacji metali ciężkich. Współczynnik biokoncentracji był również wyższy dla *P.schreberi*, wskazując na większą zdolność do akumulacji metali ciężkich niż liście drzew. Brzoza brodawkowata wykazywała najwyższą zdolność do fitoremediacji spośród analizowanych gatunków drzew, co wskazuje na możliwość jej wykorzystania w fitoekstrakcji gleb zanieczyszczonych metalami ciężkimi. Badania wskazały znaczne różnice w akumulacji metali ciężkich, podkreślając potencjał *P. schreberi* i liści brzozy brodawkowatej w biomonitoringu zanieczyszczenia parków miejskich.

Słowa kluczowe: lasy miejskie, biomonitoring, wskaźnik zanieczyszczenia

P.6. Geowizualizacja wybranych zabytków w Gorzowie Wielkopolskim wirtualnej rzeczywistości z elementami gamingu

Natalia Wicińska
natalia.wicinska@igik.edu.pl
Instytut Geodezji i Kartografii, Warszawa, Polska

Geowizualizacja w wirtualnej rzeczywistości wykazuje ogromny potencjał w wiernym odtworzeniu świata rzeczywistego, a zapotrzebowanie na immersyjne modele 3D miast oraz budynków wzrasta. Prezentowane badania skupiają się na procesie kreowania geowizualizacji wybranych zabytków w Gorzowie Wielkopolskim w systemie wirtualnej rzeczywistości zawierającej elementygamingu w formie aplikacji na gogle VR z serii Oculus Quest.

W ramach prac wybrano kilka najważniejszych zabytków Gorzowa Wielkopolskiego, które wpisano do Rejestru Zabytków lub Gminnej Ewidencji Zabytków: Katedra pw. Wniebowzięcia NMP, dawny Dom Sierot, dawny ratusz, Urząd Miasta, budynek Gospodarczego Banku Spółdzielczego oraz Łaźnia Miejska.

Część praktyczna skupiała się na procesie geomatycznym, który składał się z czterech etapów:

- etap koncepcyjny – zdefiniowanie założeń aplikacji,
- etap przygotowawczy – pozyskanie potrzebnych danych,
- etap wykonawczy – praca w wybranych workspace'ach: selekcja danych w oprogramowaniu GIS, tworzenie modeli 3D zabytków oraz ich tekstuowanie

wraz z modyfikacją koloru niektórych teksturw programie do modelowania 3D, projektowanie interfejsu użytkownika w programie graficznym, tworzenie aplikacji w silniku gier (m.in.: implementacja elementów interaktywnych, ustawienia oświetlenia sceny, tworzenie skryptów programistycznych oraz kompilacja projektu),

- etap publikacji i oceny – zaprezentowanie finalnego wyglądu aplikacji, a także filmu na YouTube przedstawiającego proces jej powstawania oraz działanie (https://www.youtube.com/watch?v=1iB_f4wwY9c). Funkcjonalność oceniono przez porównanie do innych metod prezentacji zabytków w Gorzowie Wielkopolskim.

Podsumowując, geowizualizacja wirtualnej rzeczywistości z elementami gamingu jest bardzo ciekawym sposobem prezentacji informacji o zabytkach architektonicznych. Opracowując aplikację zauważono jednak pewne ograniczenia, m.in.:

- trudność w wykonaniu fotografii zabytków pod odpowiednim kątem,
- czasochłonne wykonanie niektórych modeli 3D.

Poster stworzono na podstawie pracy magisterskiej, napisanej na Wydziale Nauk Geograficznych i Geologicznych UAM w Poznaniu pod kierunkiem prof. dr hab. Beaty Medyńskiej-Gulij.

Słowa kluczowe: geowizualizacja, zabytki, Gorzów Wielkopolski, wirtualna rzeczywistość, gaming

P.7. Fast FoolMapmaking

Robert Olszewski ¹, Bartłomiej Bielawski ²

¹ robert.olszewski@pw.edu.pl, ² bartlomiej.bielawski@pw.edu.pl
Politechnika Warszawska, Polska

Współcześnie celem modelowania kartograficznego jest nie tylko tworzenie bazy danych przestrzennych odzwierciedlającej rzeczywistość, ale także wizualizacja zgromadzonej geoinformacji w postaci map. O ile powszechnie akceptowalna jest czaso- i kosztochłonność procesu gromadzenia i aktualizacji cyfrowych danych topograficznych, o tyle błędnie przyjmuje się, że automatyzacja procesu tworzenia map zapewnia wysoką jakość wizualizacji kartograficznych w czasie zbliżonym do przysłowiowego „kliknięcia myszką”.

Poprawna kartograficznie (i zgodna z dobrze ugruntowaną tradycją) wizualizacja danych przestrzennych i redakcja map topograficznych bądź tematycznych jest jednak zagadnieniem nietrywialnym. Proces ten może być w wysokim stopniu zautomatyzowany, jednak wymaga to nie tylko doboru odpowiednich narzędzi, ale przede wszystkim określenia funkcji celu.

To właśnie przez pryzmat celu wizualizacji możliwe jest zidentyfikowanie odbiorcy oraz zasad wizualizacji danych przestrzennych – w tym dobór metod prezentacji kartograficznej czy skali.

Niezwykle istotne jest, aby prezentacja kartograficzna była dostosowana do możliwości percepcyjnych odbiorcy, kontekstu wizualizacji a także medium, za pomocą którego prezentowana jest mapa. Zdaniem autorów, bardzo istotne jest, aby stosować odpowiednie metody prezentacji kartograficznej do konkretnego celu i odbiorcy. Zbyt powierzchowna analiza potrzeb, zbyt szybki dobór metod i zbyt proste reguły wizualizacji, a także nadmierny pośpiech i „cięcie kosztów” prowadzą we współczesnej kartografii do efektu Fast Fool Mapmaking – analogicznego do zadowalania się w żywieniu produktami fast food. Zaspokajanie potrzeb poznawczych – próba zrozumienia świata za pośrednictwem jego modelu jakim jest mapa, jest jednak równie istotne jak zaspokajanie potrzeb fizycznych.

Poster prezentuje przykłady wizualizacji kartograficznej danych topograficznych dla konkretnych potrzeb z uwzględnieniem odbiorcy mapy.

P.8. Proces badawczy i przygotowanie publikacji naukowych w dobie sztucznej inteligencji: od kwerendy po „research gap”

Barbara Kępowicz
barbara.kepowicz@up.lublin.pl
Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, Polska

Przygotowanie publikacji naukowej (artykułu lub postera) polega na stworzeniu logicznie uporządkowanego tekstu, który zawiera wszystkie niezbędne elementy do obiektywnego, precyzyjnego przekazania celu, zakresu badań, metod, danych, głównych wyników i wniosków wynikających z przeprowadzonych badań. W ostatnich latach pojawiło się wiele publikacji dotyczących rewolucyjnego wykorzystania sztucznej inteligencji (AI) w procesie przygotowywania artykułów naukowych, prezentacji i posterów. AI znacząco usprawnia procesy projektowania, podsumowywania treści oraz automatyzacji układu graficznego, jednak pełna automatyzacja nadal wymaga nadzoru człowieka.

Celem pracy było pewne usystematyzowanie wiedzy na temat dostępnych narzędzi sztucznej inteligencji oraz zakresu ich wykorzystania w działalności naukowej. Przeprowadzono przegląd narzędzi możliwych do zastosowania na różnych etapach pracy naukowej: od zidentyfikowania luki badawczej (research gap) i sformułowania problemu badawczego, kwerend i analiz bibliograficznych, identyfikacji głównych nurtów badawczych, poprzez opis metod i danych, aż po prezentację wyników.

Wykorzystanie AI może przyjmować różne formy: od bezpośredniego generowania treści, po wsparcie procesów badawczych, np. przyspieszenie analizy czy redakcji tekstu.

Rozpowszechnienie się sztucznej inteligencji w badaniach naukowych jest nieuniknione, jednak technologię tę należy stosować z zachowaniem etyki, poszanowaniem własności intelektualnej oraz ochrony danych osobowych, jednocześnie wskazując jasno zakres zastosowanych narzędzi.

W obliczu rosnących możliwości obliczeniowych, szczególnie cenna pozostaje ludzka zdolność do krytycznej analizy oraz wyboru kierunków istotnych badań. AI powinno pełnić funkcję asystenta, wspomagając proces twórczy, lecz nie zastępując ludzkiej kreatywności. Umiejętne wykorzystanie sztucznej inteligencji może wnieść nieoceniony wkład w działalność naukową.

Słowa kluczowe: proces badawczy, narzędzia sztucznej inteligencji, kwerendy, luki badawcze

P.9. Porównanie efektywności modelowania dna morskiego w systemach SonarMUS i 4DshoreMap

Marta Włodarczyk-Sielicka
m.wlodarczyk@pm.szczecin.pl
Politechnika Morska w Szczecinie, Polska

Artykuł zestawia dwa komplementarne podejścia do modelowania dna morskiego: lekki, jednosensorowy system SonarMUS oraz zintegrowany, wielosensorowy system 4DShoreMap. SonarMUS przetwarza dane z echosondy SBES, automatycznie redukuje punkty pomiarowe i interpoluje powierzchnię dna z użyciem algorytmów AI, osiągając bardzo wysoką dokładność (np. XGBoost: MAE $\approx$ 0,016 m, RMSE $\approx$ 0,035 m, $R^2 \approx$ 0,9996) przy niewielkich wymaganiach sprzętowych. 4DShoreMap integruje dane z czterech sensorów (MBES, sonar, LiDAR, kamera), oferuje klasyczne metody interpolacji oraz heurystyczne uzupełnianie braków (Red Fox Optimization), a także rozbudowaną wizualizację i eksport do formatów 3D/GIS. Wdrożenia na obszarach portowych potwierdziły elastyczność konfiguracji i szerokie możliwości prezentacji wyników. Wnioski wskazują, że SonarMUS wygrywa szybkością i dokładnością przy minimalnych wymaganiach infrastrukturalnych, natomiast 4DShoreMap wyróżnia się zakresem integracji, analizą wieloczasową (4D) i zaawansowaną wizualizacją; oba systemy pozostają względem siebie komplementarne.

Słowa kluczowe: hydrografia; modelowanie dna morskiego; SBES; MBES; fuzja danych; interpolacja; uczenie maszynowe.

P.10. Optymalizacja kalibracji satelitarnych danych termalnych z wykorzystaniem uczenia maszynowego przy uwzględnieniu zmienności pokrycia terenu

Marcin Kucza ¹, Ewa Głowienka ²

¹ mkucza@agh.edu.pl; ² eglo@agh.edu.pl

^{1 2} Wydział Geoinformatyki, Geodezji i Inżynierii Środowiska
Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie

Projekt stanowi kontynuację badań nad zagadnieniami związanymi z wykorzystaniem technik teledetekcyjnych do monitorowania zmian klimatu, które są jednym z najważniejszych wyzwań stojących przed współczesnym światem. Zmiany te, mające poważne konsekwencje dla środowiska, społeczeństwa i gospodarki, są monitorowane między innymi za pomocą danych termalnych zarejestrowanych przez czujnik TIRS na satelicie Landsat oraz czujnik PHyTIR w ramach misji ECOSTRESS. Źródła literaturowe [1, 2] wskazują na brak dostępności pomiarów temperatury powierzchni in situ, które mogłyby zostać wykorzystane do kalibracji danych satelitarnych. Kalibracja danych termicznych jest niezbędnym etapem w procesie monitorowania zmian klimatu oraz oceny regionalnych i globalnych zjawisk środowiskowych.

Głównym celem badania jest opracowanie i optymalizacja metod kalibracji danych termicznych z satelitów, z uwzględnieniem zróżnicowanego pokrycia terenu i przy użyciu zaawansowanych metod uczenia maszynowego. Projekt uwzględnia różnorodność typów pokrycia terenu, takich jak tereny zielone, tereny zabudowane, zbiorniki wodne i tereny przemysłowe, które mają znaczący wpływ na właściwości termiczne powierzchni Ziemi i dokładność uzyskanych danych satelitarnych. Wyniki badań nie tylko zapewnią dokładniejsze dane dotyczące temperatury powierzchni Ziemi, ale również przyczynią się do rozwoju narzędzi wspierających zarządzanie środowiskiem w skali lokalnej i globalnej oraz do adaptacji miast do zmian klimatu. Wzbogacą one również istniejącą bazę danych o nowe, skalibrowane informacje, które będą miały bezpośrednie zastosowanie w analizie zmian klimatu.

Słowa kluczowe: Uczenie maszynowe, temperatura powierzchni gruntu, miejskie wyspy ciepła, zmiany klimatu, pokrycie terenu.

P.12. Zastosowanie analiz przestrzennych i metod uczenia maszynowego do określenia cech środowiskowych charakteryzujących pierwotne ogniska gradacyjne barczatki sosnówki

Lidia Sukovata¹, Wiktor Tracz^{2*}, Mariusz Ciesielski³, Jean-Noël Candau⁴

¹ IBL, Zakład Ochrony Lasu, ul. Braci Leśnej 3, Sękocin Stary, 05-090 Raszyn

² SGGW, Zakład Geomatyki i Gospodarki Przestrzennej, ul. Nowoursynowska 159, 02-776 Warszawa

³ IBL, Zakład Geomatyki, ul. Braci Leśnej 3, Sękocin Stary, 05-090 Raszyn

⁴ Great Lakes Forestry Centre, Canadian Forest Service, Natural Resources Canada, 1219 Queen Street East, Sault Ste. Marie, ON P6A 2E5, Canada

* autor do korespondencji, wiktor_tracz@sggw.edu.pl

Barczatka sosnówka *Dendrolimus pini* (L.) (Lepidoptera: Lasiocampidae) jest jednym z groźniejszych szkodników lasów sosnowych w wielu krajach europejskich. Obszar i częstotliwość jej gradacji (zjawisko masowego rozmnażania się i zwiększenia liczebności, które prowadzi do znaczących szkód w lasach) w Polsce wzrosły od lat 90. XX wieku. Przewiduje się, że zmiany klimatu przyczynią się do zwiększenia prawdopodobieństwa gradacji w częściach Europy, w których jeszcze nie wystąpiły. W badaniach najczęściej analizowano wpływ czynników meteorologicznych, jednak cechy drzewostanu, gleby, siedliska oraz rzeźby terenu były rzadko brane pod uwagę, zwłaszcza w skali lokalnej (jeden lub kilka drzewostanów).

Badania własne przeprowadzone w latach 2018-2019 miało na celu określenie głównych cech charakteryzujących pierwotne ogniska gradacyjne (POG) *D. pini*. Do analizy wybrano 11 zmiennych niezależnych opisujących drzewostan, glebę i siedlisko oraz 4 zmienne opisujące topografię terenu. Zmienne topograficzne obliczono na podstawie NMT (dane LiDAR i SRTM). Wszystkie pozostałe dane pochodziły z operatów urządzenia lasu (dane z zasobów Biura Urządzania Lasu i Geodezji Leśnej). Dane o zagęszczeniu *D. pini* udostępniły właściwe terytorialnie zespoły ochrony lasu. Analizom poddano dane z 20 nadleśnictw, a podstawową jednostką przestrzenną, dla której zgromadzono wszystkie dane, było wydzielenie (pojedynczy drzewostan).

Utworzono dwa zestawy danych (ze zmiennymi topograficznymi i bez nich) i analizowano je przy pomocy metody lasu losowego (ang. RandomForest – RF). Analiza wykazała, że najważniejszymi zmiennymi wspólnymi dla obu zestawów były typ/podtyp gleby (ubogie gleby bielicowe i brunatne) i stosunek średnicy drzewostanu do jego wieku (0,27-0,38). W modelu RF ze wszystkimi zmiennymi innymi najważniejszymi czynnikami były trzy

zmienne topograficzne, wskazujące, że płaskie i pagórkowate tereny są typowe dla POG. W modelu RF bez zmiennych topograficznych, dodatkowymi ważnymi zmiennymi były wilgotność siedliska (suche i świeże) oraz bonitacja drzewostanu (I-V). Spośród innych zmiennych, wiek drzewostanu i zagęszczenie drzew również zasługują na uwagę, przy czym gradacjom *D. pini* sprzyjają starsze (ponad 60 lat) i gęstsze (powyżej 0,8) drzewostany. Stosunkowo wysoka ogólna dokładność modeli RF z i bez zmiennych topograficznych (odpowiednio 0,75 i 0,68) oraz ich wysoka czułość (0,94 dla obu modeli) sprawiają, że są one użytecznym narzędziem do wykrywania i mapowania ognisk *D. pini*, a następnie planowania rozmieszczenia powierzchni monitoringowych.

W celu oceny kompozycji przestrzennej POG wykonano analizę sąsiedztwa. Na podstawie określonych we wcześniejszym etapie analizy 5 najistotniejszych cech charakteryzujących POG, wszystkim drzewostanom przyporządkowano odpowiednią klasę (od 0 do 5, gdzie 5 oznacza, że wszystkie 5 cech charakteryzuje drzewostan). Następnie szukano obszarów, gdzie w bezpośrednim sąsiedztwie występowały drzewostany z klasą 4 i 5 (wskazują na potencjalne POG) oraz obliczono powierzchnię tych obszarów i ich udział procentowy w ogólnej powierzchni drzewostanów na całym terenie analizowanych nadleśnictw. Uzyskane wyniki wskazują, że zdecydowana większość pierwotnych ognisk gradacyjnych *D. pini* powstaje na obszarach, gdzie drzewostany o cechach spełniających kryteria POG tworzą skupiska o powierzchni ponad 210 ha.

Słowa kluczowe: szkodliwe owady leśne, ogniska gradacyjne, cechy środowiskowe, topografia, analizy przestrzenne, las losowy.

P.13. Automatyczna detekcja i wymiarowanie obiektów na obrazach sonarowych z obszarów płytkowodnych

Ilona Garczyńska-Cypriasiak, Natalia Wawrzyniak,
i.garczynska@pm.szczecin.pl, n.wawrzyniak@pm.szczecin.pl
Politechnika Morska w Szczecinie

Bezpieczna żegluga oraz prowadzenie prac hydrotechnicznych w strefach przybrzeżnych wymagają wiarygodnych informacji o obiektach zalegających na dnie. Współcześnie algorytmy sztucznej inteligencji, a w szczególności metody głębokiego uczenia, są powszechnie wykorzystywane do automatycznego rozpoznawania obrazów w wielu dziedzinach. Ich zastosowanie pozwala znacząco przyspieszyć procesy analityczne, zredukować obciążenie pracą manualną i zwiększyć powtarzalność wyników. Analogiczne

podejście może być skutecznie wykorzystane w analizie danych hydroakustycznych, gdzie automatyzacja procesu detekcji obiektów stanowi istotne wsparcie w pracy hydrograфа.

W ramach projektu FENG.02.07-IP.05-0489/23 pt. „Technologia inteligentnego przetwarzania danych hydrograficznych pozyskanych za pomocą małych bezzałogowych pojazdów pływających (ASV) z sonaru i echosondy jednowiązkowej” badano podejście do automatycznej detekcji oraz wymiarowania obiektów na obrazach sonarowych, mające na celu ograniczenie czasochłonności tradycyjnych analiz i zmniejszenie obciążenia pracy hydrograфа przy zachowaniu jednoczesnej poprawności procesu detekcji i klasyfikacji obiektów.

Do automatycznej detekcji zastosowano algorytmy uczenia głębokiego i architekturę YOLOv8, umożliwiającą pracę w trybie jednorzbiegowym (single-stage detection). Modele uczono na zbiorze danych z obszarów portowych i rzecznych, obejmującym zróżnicowane obiekty antropogeniczne i naturalne. Dane eksperymentalne pozyskano sonarem bocznym podczas pomiarów w obszarze Szczecińskiego Węzła Wodnego i systemu RIS Dolnej Odry na przestrzeni kilku ostatnich lat. Sonogramy rejestrowano w trybie waterfall, co umożliwiało wstępną analizę obrazów i ich weryfikację. Następnie, w procesie georeferencji, przeliczano współrzędne do układu odniesienia, co pozwalało na określenie pozycji obiektów. W trakcie analizy wykorzystano informacje o sylwetce i cieniu akustycznym obiektów, co umożliwiło szacowanie ich długości, szerokości oraz wysokości.

Opracowane procedury detekcji i wymiarowania zaimplementowano w środowisku aplikacyjnym SONARMUS. Testy z użyciem rzeczywistych danych wykazały, że zastosowane podejście pozwala na spójną klasyfikację oraz automatyczne określanie parametrów geometrycznych obiektów. Uzyskane wyniki wskazują na możliwość integracji tego typu algorytmów w procesach przetwarzania danych hydrograficznych.

Słowa kluczowe: obrazy sonarowe, detekcja i klasyfikacja obiektów, uczenie głębokie, sonar boczny, obszary płytkowodne

P.14. Kompleksowe zarządzanie zielenią miasta z wykorzystaniem partycypacyjnych systemów informacji geograficznej

Patrycja Przewoźna

pwysocka@amu.edu.pl

Uniwersytet im. Adama Mickiewicza, Wydział Nauk Geograficznych i Geologicznych, Zakład
Geoinformacji,

Jednym z wyzwań, jakie stoją przed administracją publiczną jest wdrażanie strategii planistycznych, które zapewnią powszechny dostęp do zieleni miejskiej, zgodnie z jednym z 17 celów zrównoważonego rozwoju przyjętych przez państwa członkowskie ONZ w roku 2015. Jest to niewątpliwie ważne zagadnienie, ale jednocześnie trudne w realizacji, gdyż wymaga wprowadzenia szeregu definicji i wskazań, umożliwiających przeprowadzenie porównywalnych analiz zarówno stanu wyjściowego, jak i zmiany, którą udało się osiągnąć w czasie przewidzianym przez rezolucję ONZ, czyli do roku 2030.

Tymczasem próżno szukać jednolitych standardów w tym zakresie. Punktem odniesienia dla wielu miast Europejskich, jest raport WHO z roku 2016, w którym sporządzono rekomendacje odnośnie analiz przestrzennych i identyfikatorów, które mogą pomóc określić dostępność do zieleni miejskiej. Niemniej, nie mają one charakteru obligatoryjnego. Ponadto, jak wynika z badań przeprowadzonych w ostatnich latach na Uniwersytecie im. Adam Mickiewicza, mogą budzić one również wiele, ponieważ nie uwzględniają w wystarczającym stopniu perspektywy mieszkańców. Badania te zostały przeprowadzone w Raciborzu (średnim mieście znajdującym się w województwie śląskim) w ramach projektu interdyscyplinarnego Itre-es. Jego celem było wskazanie rzeczywistej wartości terenów porośniętych przez drzewa, uwzględniając ich dostępności z perspektywy mieszkańców. Dokonano tego przez zestawienie ze sobą obiektywnych informacji o korzyściach związanych z ich obecnością – zarówno tych, które można analizować z pomocą metod obliczeniowych wykorzystujących teledetekcję, jak i szacowanych dzięki zaangażowaniu ekspertów – z opinią mieszkańców odnośnie lokalizacji korzyści kluczowych z ich perspektywy. Wykorzystano do tego zadania partycypacyjne systemy informacji geograficznej (ang. public participation geographic information system - PPGIS)

Omówione zostaną najważniejsze wnioski płynące z powyższych badań. Wyniki te wskazują, jak istotne jest uwzględnienie perspektywy lokalnych społeczności w standardach dot. realizacji celów zrównoważonego rozwoju w działaniach planistycznych. Przedstawione wyniki wskazują, że zarządzający zielenią powinni dążyć

do lepszego zrozumienia perspektywy mieszkańców i uwzględnienia jej w swojej pracy, PPGIS może stanowić istotne wsparcie w tym zakresie.

Słowa kluczowe: miejskie obszary zielone, dostępność zieleni, PPGIS, geoinformacja w planowaniu przestrzennym, rekomendacje WHO

P.15. Praktyczne aspekty przechowywania danych LiDAR

Artur Warchoł, Karolina Pęziół¹, Marek Baścik²

¹ awarchol@tu.kielce.pl, karolapeziol@gmail.com; ² marek.bascik@3deling.com

¹ Politechnika Świętokrzyska, Polska, ² 3Deling Sp. z o.o., Kraków, Polska

Dynamiczny rozwój technologii pomiarowych i wzrost potencjału informacyjnego danych geoprzestrzennych powodują gwałtowny przyrost ich objętości, co dotyczy również chmur punktów LiDAR. Powoduje to z kolei znaczne koszty energetyczne ich przechowywania i przetwarzania. W odpowiedzi na ten problem autorzy opracowali i przetestowali nowy format plików – 3DL, zaprojektowany specjalnie do bezstratnej kompresji danych LiDAR. Jego skuteczność została porównana z 21 innymi popularnymi formatami stosowanymi w geoinformatyce.

Badania porównawcze objęły formaty plików (m.in. LAS, LAZ, E57, ZIP, 7z, RAR, BIN, PCD, PTS) w 8 różnych programach, co dało łącznie 404 procesy konwersji. Dane testowe obejmowały cztery chmury punktów w formacie LAS: dwie z lotniczego skanowania laserowego (ALS) oraz dwie z naziemnego (TLS), zapisane zarówno w lokalnym układzie współrzędnych, jak i w państwowym PL-2000.

Badania przeprowadzono na różnych konfiguracjach sprzętowych, a efektywność każdej konwersji oceniono na podstawie dwóch wskaźników: CR (Compression Rate) – współczynnika kompresji, oraz CT (Compression Time) – czasu kompresji.

Wyniki pokazały duże zróżnicowanie skuteczności między formatami. Najlepsze rezultaty uzyskano dla LAZ (CR $\approx$ 15% dla ALS i 37–47% dla TLS), co oznacza siedmiokrotne zmniejszenie objętości danych w porównaniu z plikiem wyjściowym. Nowy format 3DL osiągnął CR na poziomie około 32% (ALS) i 42% (TLS), co czyni go jednym z najbardziej efektywnych i jednocześnie stabilnych rozwiązań. Dla porównania, najgorsze formaty (np. tekstowe .TXT lub .ASC) powodowały nawet czterokrotne zwiększenie rozmiaru pliku (CR ponad 400%).

Pod względem czasu kompresji (CT) najkrótszy czas wynosił około 1 sekundy, natomiast najdłuższy przekraczał 2500 sekund (ponad 40 minut), w zależności od użytego algorytmu

i oprogramowania. Format 3DL charakteryzował się korzystnym balansem między skutecznością a czasem przetwarzania, a dzięki strukturze danych opartej na drzewie oktałnym (octree) umożliwia także szybki dostęp do fragmentów chmury punktów. Zastosowanie formatu 3DL pozwala na znaczną redukcję rozmiaru plików LiDAR bez utraty informacji, co przekłada się na mniejsze zapotrzebowanie na energię elektryczną oraz obniżenie śladu węglowego związanego z przechowywaniem i przesyłaniem danych. Wiedza o możliwościach kompresji danych geoprzestrzennych stanowi istotny element działań na rzecz zrównoważonej cyfryzacji i efektywnego zarządzania zasobami informacyjnymi.

Słowa kluczowe: chmura punktów, LiDAR, kompresja, przechowywanie danych, oszczędność energii.

P.16. Funkcjonalność SMART w systemie SonarMUS: analiza danych hydrograficznych z wykorzystaniem algorytmów AI

Izabela Bodus-Olkowska¹, Patryk Biernacik²
¹i.olkowska@pm.szczecin.pl; ²p.biernacik@pm.szczecin.pl
^{1 2} Politechnika Morska w Szczecinie

Proces pozyskiwania i przetwarzania danych hydrograficznych jest złożony, czasochłonny oraz w znacznym stopniu uzależniony od wiedzy, umiejętności i doświadczenia personelu – hydrografów. W ostatnich latach obserwuje się dynamiczny rozwój metod rozszerzających funkcjonalności systemów i oprogramowań o zastosowanie technologii sztucznej inteligencji (SI) oraz pojazdów autonomicznych. Rozwiązania te stają się istotną alternatywą dla tradycyjnych metod, umożliwiając zwiększenie efektywności, skrócenie czasu realizacji pomiarów i przetwarzania danych.

Istotą projektu, w ramach którego powstało oprogramowanie SonarMUS, jest weryfikacja możliwości zastosowania SI, a zwłaszcza tzw. uczenia głębokiego do przetwarzania danych hydrograficznych pozyskanych za pomocą bezzałogowej jednostki pływającej (ASV – Autonomous Surface Vehicle).

Oprogramowanie SonarMUS integruje funkcjonalności przetwarzania danych sonarowych oraz jednowiązkowych danych batymetrycznych. W ramach modułu Sonar SMART zaimplementowano algorytmy sztucznej inteligencji, które wspierają proces doboru parametrów graficznych obrazów sonarowych, w tym wzmocnienia sygnału oraz korekcji

geometrycznej. Moduł ten umożliwia ponadto automatyczną detekcję, wymiarowanie oraz klasyfikację obiektów dennych, a także generowanie raportów. Dodatkowo oferuje funkcjonalność mozaikowania obrazów sonarowych w różnych rozdzielczościach. Z kolei moduł SMART przeznaczony do przetwarzania jednowiązkowych danych batymetrycznych zapewnia możliwość ich redukcji oraz opracowania numerycznego modelu dna (NMD), wraz z eksportem końcowych produktów hydrograficznych, w tym m.in. planu izobat.

Do realizacji projektu powołano interdyscyplinarny zespół badawczy, którego trzon tworzą autorzy technologii bazowej, wspierani przez specjalistów z zakresu hydrografii, geoinformatyki, informatyki, teledetekcji oraz sztucznej inteligencji. Walidacja funkcjonalności modułów SMART została przeprowadzona z udziałem zewnętrznych ekspertów posiadających stosowne uprawnienia oraz wieloletnie doświadczenie w zakresie hydrografii. W dalszej perspektywie system może zostać rozwinięty o obsługę danych wielowiązkowych i zaawansowane algorytmy głębokiego uczenia, co umożliwi jego szersze wykorzystanie.

Słowa kluczowe: hydrografia, sztuczna inteligencja, automatyczna detekcja obiektów dennych, obrazy sonarowe.

P.17. Metodyka zwiększenia powierzchni zieleni miejskiej w Warszawie w świetle koncepcji 3-30-300

Katarzyna Siok¹, Bartłomiej Wyrzykowski²

¹katarzyna.siok@wat.edu.pl; ²bartlomiej.wyrzykowski@student.wat.edu.pl

^{1 2} Wojskowa Akademia Techniczna, Polska

Artykuł przedstawia wyniki badań nad wyznaczeniem nowych lokalizacji parków w mieście Warszawa, a także wpływ wyznaczonych terenów na status zazielenienia miasta w myśl koncepcji zielonego miasta 3-30-300. Wskutek analizy terenu badań, dostępnych prac naukowych, opinii reprezentatywnej grupy osób, a także założeń przyjętej koncepcji zielonego miasta, stwierdzono, że należy wziąć pod uwagę pięć czynników mających największy wpływ na wyznaczenie położenia nowych parków miejskich. Uwzględniono czynnik niezbędny dla koncepcji 3-30-300 – odległość od terenów zaludnionych, fizyczne możliwości tworzenia zieleni miejskiej – pokrycie/użytkowanie terenu, temperaturę powierzchniową oraz wartość NDVI (ang. Normalized Difference Vegetation Index), a także wpływ obiektów uciążliwych. Wskutek analizy wyników ankiety dotyczącej określenia ważności wybranych czynników a także zastosowania metody oceny wielokryterialnej

bazującej na logice rozmytej F-AHP (ang. Fuzzy Analytic Hierarchy Process) obliczono następujące wagi: 0.46 dla odległości od miejsc zaludnionych, 0.34 dla pokrycia/użytkowania terenu, 0.10 dla temperatury powierzchniowej, 0.06 dla odległości od obiektów uciążliwych oraz 0.04 dla wartości NDVI. Z wykorzystaniem metody ważonej kombinacji liniowej WLC (ang. Weighted Linear Combination) wyznaczono na mapie Warszawy obszary o największej przydatności pod kątem posadowienia nowej zieleni miejskiej, których powierzchnia nie była mniejsza niż 1ha. Nowe tereny zielone głównie zlokalizowane są w południowej i północnej części miasta a także w pobliżu rzeki Wisła. Połączenie tych terenów z istniejącymi parkami i lasami o powierzchni min. 1ha spowodowało wzrost stopnia zazielenienia miasta w odniesieniu do dwóch założeń koncepcji 3-30-300: położenia budynków mieszkalnych nie dalej niż 300 m od parków/lasów oraz 30-procentowego pokrycia zielenią każdej dzielnicy miasta. Nastąpił wzrost liczby budynków spełniających warunek 300 m dla każdej dzielnicy, przy czym największy dla dzielnicy Wilanów 32%, a najmniejszy dla Rembertowa 2%. Dzięki wyznaczonym terenom pod nowe parki, dwie dzielnice Ursynów i Wilanów przekroczyły próg 30-procentowego pokrycia parkami/lasami, a trzecia dzielnica Białołęka (29%) jest bliska osiągnięcia tego progu. Pomimo to, w wielu dzielnicach brakuje fizycznych możliwości utworzenia nowych parków o pow. min 1ha ze względu na gęstą zabudowę. Rozwiązaniem tego problemu może być tworzenie terenów zieleni miejskiej o mniejszej powierzchni w postaci np. skwerów, co wymaga przeprowadzenia kolejnych badań. Ze względu na bezcenny, prozdrowotny wpływ terenów zielonych na zdrowie mieszkańców, zaleca się większą dbałość o planowanie tego typu terenów na obszarach przyszłej zabudowy.

Słowa kluczowe: koncepcja 3-30-300, analiza wielokryterialna, logika rozmyta, zrównoważony rozwój miasta, zielone miasto Warszawa

P.19. Cyfrowa dokumentacja zabytków w nowym ujęciu - na przykładzie Pałacu Potockich w Krzeszowicach

Katarzyna Majerska, Sławomir Mikrut
ksmoter@agh.edu.pl, smikrut@agh.edu.pl
Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie

Cyfrowa dokumentacja obiektów zabytkowych umożliwia precyzyjne odwzorowanie stanu architektury oraz jej otoczenia, wspierając szczegółową analizę deformacji, ubytków i relacji przestrzennych. W niniejszym opracowaniu przedstawiono kompleksową inwentaryzację Pałacu Potockich w Krzeszowicach oraz fragmentu przypałacowego parku w stylu angielskim, wykonaną z zastosowaniem zróżnicowanych technologii pomiarowych.

Pierwszym etapem prac było pozyskanie danych przy pomocy najnowszych rozwiązań pomiarowych takich jak: skanowanie laserowe z użyciem urządzeń typu Z+F i Faro, następnie skanowanie ręczne przy użyciu Faro Orbis, skanowanie mobilne plecakowe NavVis VLX 2. A pracach wykorzystano również metody fotogrametryczne w oparciu o nalot BSP w celu opracowania modelu 3D i ortofotomapy wysokiej rozdzielczości. Chmury punktów zostały zarejestrowane, zintegrowane w układzie państwowym i wykorzystane do opracowania modelu 3D obiektu oraz wektoryzacji elementów architektonicznych, w tym drobnych detali o ograniczonych rozmiarach. Całość prac kończy się dzisiaj zaawansowaną wizualizacją 3D z elementami rozszerzonej rzeczywistości.

W ramach prac wykonano przykładowe analizy. Obejmowały one ilościową ocenę ubytków, przesunięć i deformacji elementów budynku, jak również odwzorowanie relacji przestrzennych w obrębie parku przypałacowego. Zintegrowane dane umożliwiły precyzyjne odwzorowanie bryły budynku, geometrii elewacji oraz elementów architektonicznych o niewielkich wymiarach. Uzyskana dokumentacja dostarcza szczegółowych informacji niezbędnych do monitoringu stanu technicznego, planowania prac konserwatorskich oraz tworzenia cyfrowych baz danych (w tym BIM). Ponadto podejście obejmujące różnorodne technologie pomiarowe pozwala na ocenę komplementarności metod i wskazuje na potencjał ich zintegrowanego zastosowania w kompleksowej dokumentacji obiektów zabytkowych, wizualizację 3D.

Słowa kluczowe: fotogrametria, skaniny laserowe, inwentaryzacja zabytków, rozszerzona rzeczywistość, BIM.

P.20. Porównanie warstw wody i lasów BDOT10k z danymi satelitarnymi Sentinel-2, analiza modeli wysokościowych i danych termalnych dla województwa małopolskiego

Edyta Sobiech
esobiech@agh.edu.pl

Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie

Celem referatu jest ocena możliwości wykorzystania danych satelitarnych do automatycznego wykrywania zmian środowiskowych w województwie małopolskim, w szczególności w zakresie powierzchni wód, powierzchni lasów, zmian temperatur oraz deformacji. Zakres analizy obejmuje porównanie danych BDOT10k z danymi Sentinel-2 (NDVI, NDWI), danych Dynamic World oraz danych termalnych Landsat, a także modeli wysokościowych USGS/SRTMGL1_003 i COPERNICUS/DEM/GLO30.

W procesie automatycznej wektoryzacji powierzchni wód zastosowano wskaźnik NDWI, który pozwolił na skuteczne poligonizowanie warstwy rzek i zbiorników wodnych, wykazując istotne różnice w przebiegu linii brzegowych względem danych BDOT10k. Analiza powierzchni lasów z danych Dynamic World ujawniła znaczne rozbieżności w stosunku do danych BDOT10k, wskazując na potrzebę uwzględniania źródeł satelitarnych w monitoringu zmian pokrycia terenu.

Analiza danych termalnych Landsat wykazała wzrost temperatur w lasach, szczególnie widoczny w okresach wiosennych i jesiennych, co przekłada się na wydłużenie okresu wegetacyjnego roślin i drzew, przy czym obszary z większym zalesieniem charakteryzują się mniejszym wzrostem temperatur. Porównanie modeli wysokościowych USGS/SRTMGL1_003 oraz COPERNICUS/DEM/GLO30 wykazało różnice w dokładności pionowej, szczególnie w terenach górzystych, jednak deformacje wykazane w analizie mogą wskazywać na lokalne przyrosty drzewostanu, które warto dodatkowo weryfikować za pomocą danych NDVI.

Wyniki wskazują, że integracja danych satelitarnych z zasobami krajowych baz danych przestrzennych umożliwia efektywne monitorowanie zmian środowiskowych oraz wspomaga proces podejmowania decyzji w zakresie zarządzania przestrzenią i ochrony środowiska.

Słowa kluczowe: dane satelitarne, NDWI, BDOT10k, deformacja, temperatura lasów.

P.21. Analiza miejskiej temperatury powierzchni (LST) z użyciem modeli efektów mieszanych dla wskaźników NDVI i NDMI z obrazów Landsat

Ewa Głowienka
eglo@agh.edu.pl;
Wydział Geoinformatyki, Geodezji i Inżynierii Środowiska
Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie

W europejskich miastach nasila się ekspozycja na upały, co zwiększa potrzebę określenia, które cechy parków najskuteczniej obniżają temperaturę powierzchni ziemi (land surface temperature - LST) w ciągu dnia. Chociaż zazwyczaj za główny czynnik chłodzący uznaje się zieleń (Normalized Difference Vegetation Index - NDVI), to stan nawodnienia korony drzew (Normalized Difference Moisture Index - NDMI) bardziej bezpośrednio odzwierciedla strumienie ciepła utajonego, które rozpraszają ciepło (poprzez ewapotranspirację). W artykule oceniono trwałość efektu chłodzącej wyspy parkowej (Park Cool Island - PCI) w Krakowie (1990–2018) i porównano wpływ intensywności biomasy (NDVI) z wilgotnością korony drzew (NDMI) w odniesieniu do temperatury powierzchni ziemi (LST). Przeanalizowano produkty USGS Landsat Collection 2 Level 2 dotyczące odbicia powierzchniowego i termicznego dla czterech głównych terenów zielonych (Las Wolski, Las Łęgowski, Las Zabierzowski, Park Planty) przy użyciu stałych buforów wokół nich o promieniu: 0 m, 150 m, 300 m. Model liniowy z efektami mieszanymi został dopasowany do ~136 tys. próbek punktowych z losowymi punktami przecięcia dla obszaru i identyfikatora punktu oraz efektami stałymi NDVI_z, NDMI_z, strefa, rok i strefa×rok. Uzyskano wysokie dopasowanie modelu (marginalne $R^2 = 0,526$; warunkowe $R^2 = 0,905$). NDMI okazał się dominującym czynnikiem prognostycznym chłodniejszych powierzchni (β

= $-5,55^{\circ}\text{C}$ na 1 SD, $p < 0,001$), znacznie przewyższając NDVI ($\beta = -0,335^{\circ}\text{C}$ na 1 SD, $p < 0,001$), co podkreśla nadrzędną rolę stanu nawodnienia roślinności w chłodzeniu ciepłem utajonym. Ponadto zaobserwowano silny gradient PCI: w stosunku do rdzenia (0 m) strefy 150 m i 300 m były cieplejsze o $+1,335^{\circ}\text{C}$ i $+1,700^{\circ}\text{C}$ ($p < 0,001$), a interakcje wskazywały na największy kontrast między rdzeniem a krawędzią około roku 2000. Wszystkie strefy uległy ociepleniu w miarę upływu czasu ($+3,70^{\circ}\text{C}$ w 2000 r., $+3,89^{\circ}\text{C}$ w 2013 r., $+5,08^{\circ}\text{C}$ w 2018 r. w porównaniu z 1990 r.). Wyniki badań podkreślają, że bogate w wilgoć korony drzew i zielone bufory utrzymują znaczące ochłodzenie w ciągu dnia pomimo regionalnego ocieplenia, zapewniając praktyczne wskazówki dotyczące adaptacji do upałów w miastach (np. zarządzanie parkami wrażliwymi na wodę i projektowanie buforów).

Słowa kluczowe: temperatura powierzchni ziemi (LST); parkowa wyspa chłodu (PCI); NDMI; Landsat; model efektów mieszanych.

P.21. Mixed-Effects Modeling of Landsat NDVI and NDMI for Urban Surface Temperature Analysis

Ewa Głowienka
eglo@interia.pl

Faculty of Geo-Data Science, Geodesy, and Environmental Engineering
AGH University of Krakow

Heat exposure is intensifying across European cities, sharpening the need to identify which park attributes most effectively cool daytime land surface temperature (LST). Although greenness (NDVI) is commonly treated as the primary proxy for cooling, canopy water status (NDMI) more directly reflects latent heat fluxes that dissipate heat (via evapotranspiration). The article assess the persistence of the park cool-island (PCI) in Kraków (1990–2018) and compares the explanatory power of vegetation greenness versus canopy moisture for land surface temperature (LST). USGS Landsat Collection-2 Level-2 surface reflectance and thermal products were analyzed for four major green spaces (Wolski, Łęgowski, Zabierzowski, Planty) using fixed buffers at 0, 150, and 300 m. A linear mixed-effects model was fitted to ~136k point samples with random intercepts for *Area* and *PointID* and fixed effects NDVI_z, NDMI_z, *Zone*, *Year*, and *Zone*×*Year*. Model fit was high (marginal $R^2 = 0.526$; conditional $R^2 = 0.905$). NDMI emerged as the dominant predictor of

cooler surfaces ($\beta = -5.55$ °C per 1 SD, $p < 0.001$), far exceeding NDVI ($\beta = -0.335$ °C per 1 SD, $p < 0.001$), underscoring the primacy of vegetation water status in latent-heat cooling. A robust PCI gradient persisted: relative to the core (0 m), the 150 m and 300 m zones were warmer by $+1.335$ °C and $+1.700$ °C ($p < 0.001$), with interactions indicating the largest core and the edge contrast around the year 2000. All zones warmed over time ($+3.70$ °C in 2000, $+3.89$ °C in 2013, $+5.08$ °C in 2018 vs. 1990). Findings highlight that moisture-rich canopies and green buffers maintain meaningful daytime cooling despite regional warming, providing actionable guidance for urban heat adaptation (e.g., water-sensitive park management and buffer design).

Key words: land surface temperature; urban heat island; park cool island; NDMI; Landsat; mixed-effects model.

P.22. Teledetekcja i perspektywy społeczności lokalnych wobec niebiesko-zielonej infrastruktury dla chłodzenia miast

Ewa Głowienka¹, Tymoteusz Maj²

¹ eglo@agh.edu.pl; ² tmaj@agh.edu.pl;

^{1,2} Wydział Geoinformatyki, Geodezji i Inżynierii Środowiska
Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie

Obszary miejskie doświadczają kumulacji ocieplenia związanego ze zmianami klimatu i efektem miejskiej wyspy ciepła (UHI). Oceniliśmy, w jakim stopniu niebiesko-zielona infrastruktura (BGI) łagodzi lokalne temperatury w Górnośląsko-Zagłębiowskiej Metropolii (GZM), łącząc wieloletnie obserwacje satelitarne (Landsat 5/8/9, ECOSTRESS, Sentinel-2), pomiary temperatury powietrza i powierzchni in situ oraz badanie społeczne. Stwierdziliśmy istotny trend wzrostowy miejskiej temperatury powierzchni (LST) rzędu 0,15 °C/rok w latach 1985–2024. Ocieplenie to było częściowo kompensowane przez BGI: obszary o wyższych wartościach NDVI i NDWI charakteryzowały się niższą LST. W latach 2020–2022 średnia dzienna LST wynosiła 30–34 °C w centrach miejskich wobec 26–28 °C w parkach i nad zbiornikami (~5 °C różnicy). Kampania terenowa 28–29 sierpnia 2024 r. w warunkach ekstremalnych upałów potwierdziła, że teren leśny był o ~8,7 °C chłodniejszy od sąsiedniej zabudowy mieszkaniowej, a park nad jeziorem o ~10,3 °C chłodniejszy od strefy przemysłowej; w lokalizacjach miejskich odnotowano 93–

97 godzin powyżej 35 °C, podczas gdy w punktach BGI nie wystąpiła ani jedna. LST z danych satelitarnych silnie korelowała z czujnikami naziemnymi, co potwierdza poprawność podejścia teledetekcyjnego. Ankieta wykazała wysokie poparcie społeczne dla BGI (mediana 5/5 na obszarach wiejskich; 4/5 w miastach). Łącznie wyniki wskazują, że BGI mierzalnie obniża temperatury miejskie o ~3–10 °C (w zależności od skali) i przy strategicznym rozszerzaniu może stanowić praktyczne, oparte na danych narzędzie redukcji ekspozycji na upał i wzmacniania odporności miast.

Słowa kluczowe: temperatura powierzchni Ziemi (LST); niebiesko-zielona infrastruktura (BGI); wskaźniki spektralne (NDVI, NDWI); adaptacja klimatyczna miast; Górnośląsko-Zagłębiowska Metropolia (GZM).

P.22. Remote Sensing and Community Perspectives on Blue–Green Infrastructure for Urban Cooling

Ewa Głowienka¹, Tymoteusz Maj²

¹eglo@agh.edu.pl; ²tmaj@agh.edu.pl;

^{1 2} Faculty of Geo-Data Science, Geodesy, and Environmental Engineering
AGH University of Krakow

Urban areas face compounded warming from global climate change and the urban heat island (UHI) effect. This study evaluates the effectiveness of blue–green infrastructure (BGI) in moderating local temperature in the Górnośląsko-Zagłębiowska Metropolis (GZM), Poland. We integrate multi-decadal satellite observations (Landsat 5/8/9, ECOSTRESS, Sentinel-2), in situ air/surface temperature measurements, and a social survey. We find a significant upward trend in urban land surface temperature (LST) of 0.15 °C per year over 1985–2024. This warming is partly offset by BGI: areas with higher Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) and Water Index (NDWI) exhibit cooler LST. During recent summers (2020–2022), average daytime LST in GZM's urban cores reached 30–34 °C, versus 26–28 °C in parks and lakes, a ~5 °C cooling effect. Field campaigns on 28–29 August 2024 under extreme heat confirmed that a forested site was ~8.7 °C cooler than a residential area nearby, while a lakeside park was ~10.3 °C cooler than an industrial

zone. Moreover during the campaign, the urban sites accumulated 93–97 hours above 35 °C, compared to none at the BGI sites. Satellite-derived LST correlated strongly with ground sensor data, validating the remote sensing approach. A survey indicated high public support for BGI (median rating 5/5 in rural areas vs 4/5 in cities) but only intuitive understanding of its cooling benefits. This work demonstrates that BGI measurably reduces urban temperatures by up to ~3–10 °C depending on scale, and can significantly mitigate intensifying urban heat risks. We discuss implications for urban climate adaptation, emphasizing that strategic expansion of vegetated and water features can curb rising thermal exposure in cities.

Key words: land surface temperature; blue–green infrastructure; remote sensing; vegetation indices (NDVI, NDWI); urban climate adaptation; Górnośląsko-Zagłębiowska Metropolis.

P.23. Modele geocentryczne bonitacji jako narzędzie wsparcia zarządzania lasami

Piotr Janiec, Paweł Hawryło
piotr.janiec@urk.edu.pl, pawel.hawrylo@urk.edu.pl
Uniwersytet Rolniczy im. Hugona Kołłątaja w Krakowie

Zmiany klimatyczne w istotny sposób wpływają na funkcjonowanie ekosystemów leśnych, zmieniając warunki wzrostu gatunków drzewiastych i podważając tradycyjny paradygmat stałości siedliskowych warunków produkcyjnych. W odpowiedzi na te wyzwania rozwijane są modele geocentryczne wskaźnika bonitacyjnego (SI), które integrują dane klimatyczne, glebowe i topograficzne, umożliwiając bardziej realistyczną ocenę produktywności lasów. W niniejszej pracy opracowano model geocentryczny SI dla obszaru całej Polski w siatce 50×50 m dla dęba. Produkcyjność obliczono, wykorzystując dane LiDAR (wysokość maksymalna drzewostanów), informacje o wieku drzewostanów z Banku Danych o Lasach oraz klasyfikację gatunkową z obrazów Sentinel-2. Do modelowania zastosowano uogólnione modele addytywne (GAM), Random Forests oraz procedurę selekcji zmiennych Boruta. W analizach uwzględniono szeroki zakres czynników środowiskowych: wskaźniki klimatyczne (m.in. CWB, SCWB, sumy opadów, średnie temperatury), parametry glebowe (m.in. skład granulometryczny, zawartość C, N, P, pH, pojemność wodna) oraz zmienne topograficzne (m.in. wysokość, nachylenie, ekspozycja, TWI). Wyniki potwierdzają

przydatność podejścia geocentrycznego do modelowania bonitacji w warunkach zmieniającego się klimatu, wskazując jednocześnie na przestrzenną zmienność znaczenia poszczególnych czynników. Opracowany model stanowi narzędzie wspierające zarządzanie lasami w skali krajowej oraz umożliwia lepsze uwzględnienie procesów ekologicznych w planowaniu gospodarki leśnej.

Słowa kluczowe: bonitacja drzewostanów, modele geocentryczne, GAM, Random Forests, Boruta.

P.24. Wdrażanie nowych programów nauczania geoinformatyki na Uniwersytetach w Etiopii – Li4LaM Erasmus+

Piotr Wężyk¹, Wojciech Krawczyk², Marta Szostak³, Paweł Hawryło⁴,
Karolina Zięba-Kulawik⁵

¹piotr.wezyk@urk.edu.pl; ²wojciech.krawczyk@student.urk.edu.pl,
³marta.szostak@urk.edu.pl, ⁴pawel.hawrylo@urk.edu.pl, ⁵karolina.zieba.kulawik@liser.lu

^{1 2 3 4} Katedra Zarządzania Zasobami Leśnymi, Wydział Leśny,
Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, Polska

^{1 2 3 4 5} Polskie Towarzystwo Geograficzne – Oddział Teledetekcji
⁵ Luxembourg Institute of Socio-Economic Research

Zrównoważone zarządzanie zasobami Ziemi wymaga posiadania przez decydentów dostępu do aktualnych i referencyjnych zbiorów geodanych. Dobrze wykształceni specjaliści z zakresu administrowania zasobami naturalnymi, w tym użytkowaniu gruntów, mogą być wspierani wysokorozdzielczych zobrazowań satelitarnych, produktami fotogrametrii cyfrowej (w tym z niskiego pułapu BSP) i analizami przestrzennymi z wykorzystaniem Systemów Informacji Geograficznej (GIS) w procesie podejmowania decyzji związanych z zarządzaniem przestrzenią. Partnerami projektu „Land Information for Land Management” - Li4LaMrealizowanego w ramach ERASMUS+ (ERASMUS-EDU-2022-CBHE-Project: 101083003) są: Technische Universität Wien (TUW, Koordynator); University of Natural Resources and Life Sciences, Vienna (BOKU); University of Agriculture Krakow (URK) oraz University Lubljana (UL). Projekt skierowany jest do czterech uniwersytetów w Etiopii, tj.: Debre Markos University (DMU), Bahir Dar University (BDU), Woldia University (WU) oraz do Addis Ababa University (AAU).

Zadaniem projektu Li4LaM jest opracowanie i dostarczenie aktualnych i innowacyjnych materiałów dydaktycznych dla 12 istniejących modułów programów studiów związanych

z zarządzaniem gruntami w Etiopii. Dla każdego z partnerskich etiopskich uniwersytetów opracowany zostanie również jeden nowy moduł (5 ECTS) dostosowany do specyficznych potrzeb zarządzania gruntami w ich regionie, a także jeden moduł (10 ECTS) opracowany dla kursów typu LifeLong-Learning (LLL) mających na celu podniesienie kwalifikacji lokalnych ekspertów w tej dziedzinie. Dla wszystkich modułów przygotowane zostaną materiały dydaktyczne, które będą mogły być realizowane w formie kursów internetowych (online) jak również kursów stacjonarnych. Opracowana zostanie też strategia LLL oraz podręcznik procesów zapewniania jakości i akredytacji LLL. Projekt Li4LaM zapewni materiały dydaktyczne w formacie elektronicznym, umożliwiając szerszy dostęp etiopskim studentom. Filmy dydaktyczne, animacje, nagrane wykłady, podręczniki w formacie PDF, itp. będzie można pobierać z systemów zarządzania nauczaniem (Moodle), które będą wdrażane u wszystkich etiopskich partnerów projektu. Projekt Li4LaM zwiększy umiejętności pedagogiczne i dydaktyczne, jak również kompetencje w zakresie opracowywania najnowocześniejszych materiałów. W ramach projektu dostarczone już 4 BSP DJI Mavic 3E wraz ze stacjami D-RTK2 oraz jedną stacją bazową. Przeprowadzono już pierwsze treningi z zakresu fotogrametrii BSP, GIS czy teledetekcji a w październiku 2025 odbędzie się szkolenie pilotów BSP obejmujące projektowanie misji, generowanie prawdziwej ortofotomapy i produktów pochodnych (chmury punktów, modele wysokościowe).

Słowa kluczowe: Li4LaM, Erasmus+, geoinformatyka.

P.25. Możliwości klasyfikacji gatunkowej drzew na podstawie wielospektralnego obrazowania UAV o ultrawysokiej rozdzielczości

LarissaAne De Sousa Lima, Krzysztof Bakula
larissa.ane.sl@gmail.com, krzysztof.bakula@pw.edu.pl
Politechnika Warszawska, Wydział Geodezji i Kartografii, Polska

Niniejszy referat ma na celu ocenę wydajności klasyfikacji gatunków drzew metodą ISODATA z użyciem danych wielospektralnych o ultrawysokiej rozdzielczości zebranych za pomocą bezzałogowego statku powietrznego (BSP). Przeprowadzone badania koncentrują się na dwóch obszarach badawczych w nadleśnictwie Żednia koło Białegostoku w północno-wschodniej Polsce. Dane wejściowe składają się z 10-kanalowych wielospektralnych ortomozaik o rozdzielczości przestrzennej 10 cm, pozyskanych z platformy BSP wyposażonej w kamerę MicaSense RedEdge-MX Dual

Camera i wygenerowanego z obrazów numerycznego modelu koron drzew. Metodyka obejmowała kilka etapów: najpierw wyznaczono korony drzew za pomocą analizy modelu wysokości koron drzew, a uzyskane poligony wykorzystano do maskowania ortomozajki, aby skupić się tylko na pikselach koron drzew. Metoda ISODATA została następnie zastosowana do identyfikacji podobnych grup spektralnych. Terenowe dane referencyjne i wyniki interpretacji posłużyły z kolei do oznaczenia klastrow w klasach gatunków drzew. Współczynniki dokładności zostały obliczone na podstawie zestawu danych walidacyjnych. Klasyfikacje przeprowadzono na dwóch poziomach szczegółowości lasu: typów lasów, w tym dwóch klas (liściaste i iglaste) oraz gatunków drzew, obejmujących cztery klasy na pierwszym obszarze badawczym i dziesięć gatunków na drugim obszarze badawczym. W badaniach wygenerowano wiele klasyfikacji, testując różne parametry wejściowe, takie jak liczba klastrow i różne kombinacje danych wejściowych. Dla pierwszego poziomu klasyfikacji (typ lasu) ogólna dokładność wahała się od 84,09% do 97,57% w obszarze badawczym 1 i od 82,31% do 92,74% w obszarze badawczym 2. Na drugim poziomie klasyfikacji (gatunki drzew) ogólna dokładność wahała się od 70,73% do 91,77% w obszarze badawczym 1 i od 36,51% do 72,33% w obszarze badawczym 2. Podsumowując, metoda ISODATA wykazuje dobre wyniki w klasyfikowaniu typów lasów na obu badanych obszarach. Wyniki w klasyfikacji gatunków drzew różnią się jednak w zależności od klasy, przy czym stosunkowo wysoką dokładność zaobserwowano w przypadku niektórych gatunków, takich jak świerk, sosna, dąb, modrzew i brzoza. Wyniki podkreślają potencjał wielospektralnych danych BSP i metod nienadzorowanych w dokładnej klasyfikacji gatunków drzew.

Słowa kluczowe: BSP, dane wielospektralne, ISODATA, gatunki drzew leśnych, klasyfikacja obrazów.

P.26. WebPano – platforma 3D do integracji danych przestrzennych i dokumentacji technicznej zakładu przemysłowego

Marek Baścik¹, Artur Warchol²

¹ marek.bascik@3deling.com; ² awarchol@tu.kielce.pl

¹ 3Deling Sp. z o.o., Kraków, Polska, ² Politechnika Świętokrzyska, Polska

Celem niniejszego referatu jest zaprezentowanie możliwości oraz funkcjonalności zawartych w rozwiązaniu WebPano. Stanowi ono przeglądarkową platformę umożliwiającą analizę i wizualizację danych przestrzennych w formie obrazów panoramicznych 360°, chmur punktów oraz modeli 3D. System ten został zaprojektowany w celu integracji różnorodnych źródeł informacji inżynierskich i udostępnienia ich w środowisku niewymagającym instalacji lokalnej. Funkcjonalność obejmuje wykonywanie pomiarów, lokalizowanie obiektów, a także dodawanie adnotacji i powiązanych dokumentów, co wspiera wielowarstwową analizę obiektów technicznych.

Architektura WebPano oferuje trzy podstawowe tryby wizualizacji: panoramiczny (360°), orbitalny (obrot modelu 3D) oraz „spacer” (nawigacja wewnątrz odwzorowanego środowiska). Istotną cechą platformy jest obsługa formatów inżynierskich takich jak DXF, PDMS i IFC, co zwiększa interoperacyjność z narzędziami CAD/BIM. Ponadto integracja schematów P&ID (Piping and Instrumentation Diagrams) z chmurami punktów i modelem 3D umożliwia powiązanie wizualizacji przestrzennych z „płaską” dokumentacją procesową, co pozwala analizować układy technologiczne zarówno w aspekcie geometrycznym, jak i procesowym.

Zastosowania WebPano obejmują dokumentację stanu technicznego instalacji przemysłowych, wsparcie procesów modernizacyjnych, inwentaryzację zasobów, analizy ryzyka oraz audyty. W środowisku edukacyjnym i szkoleniowym platforma umożliwia wirtualny dostęp do obiektów bez potrzeby fizycznej obecności. Korzyści wynikające ze stosowania obejmują redukcję kosztów inspekcji terenowych i utrzymania modelu w aktualności oraz centralizację dokumentacji. Integracja z P&ID umożliwia dodatkową interpretację relacji między strukturą fizyczną obiektu, a schematami procesowymi.

Jako rozwiązanie działające w przeglądarce nie wymaga instalacji lokalnej, ale jego wydajność zależy od jakości infrastruktury sieciowej i mocy obliczeniowej urządzeń użytkowników. Ważnym aspektem są aspekty bezpieczeństwa danych oraz zarządzanie uprawnieniami dostępu, zwłaszcza w kontekście instalacji krytycznych. WebPano stanowi obiecujący przykład narzędzia integrującego dane przestrzenne, procesowe

i wizualizacyjne w środowiskach inżynierskich, a także jest idealną bazą do tworzenia cyfrowego bliźniaka (digitaltwin) obiektu przemysłowego.

Słowa kluczowe: chmura punktów, modelowanie 3D, integracja danych, Piping and Instrumentation Diagrams, cyfrowy bliźniak.

P.27. Zastosowanie metody fotogrametrycznej w pomiarach aliniometrycznych

Piotr Gołuch¹, Kazimierz Ćmielewski²

¹piotr.goluch@upwr.edu.pl ;²kazimierz.cmielewski@upwr.edu.pl

Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, Instytut Geodezji i Geoinformatyki, Polska

W pomiarach obiektów inżynierskich często istnieje konieczność uzyskania wysokich dokładności obserwacji. Jedną z podstawowych metod pomiarów prostoliniowości obiektów wydłużonych jest metoda prostej odniesienia. Powszechnie stosowane oprzyrządowanie geodezyjne nie zawsze jest w stanie sprostać postawionym wymaganiom dokładnościowym opisanych w metryce mierzonego obiektu, gdyż podczas prowadzonych obserwacji może występować szereg błędów, które wpływają na końcowy rezultat pomiarów. Podstawowym błędem pomiarowym występującym w metodzie prostej odniesienia jest błąd nieprostokątności osi łąty do płaszczyzny kolimacyjnej realizowanej instrumentem geodezyjnym, np. tachimetrem, teodolitem lub instrumentem laserowym. Autorzy w pracy proponują nowatorskie rozwiązanie pomiarowe bazujące na przestrzennej specjalistycznej łącie z wykorzystaniem metody fotogrametrycznej.

Prace testowe wykonane zostały w Laboratorium Geodezyjnym Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu. W badaniach do rejestracji obrazów zastosowano precyzyjny wideotachimetr Leica Nova MS50, prototypową łątę przestrzenną i precyzyjny tachimetr Lecia TC1800, jako symulator kątowych odchyłeń wspomnianej łąty. Pomiary fotogrametryczne przeprowadzone zostały w programie MicroStation, a obliczenia z wykorzystaniem procedur przestrzennych przekształceń rzutowych w autorskim programie napisanym w środowisku Python. Prace testowe pozwoliły określić przydatność opracowanego prototypu łąty i zastosowanej metody. Zaproponowana technologia może być z powodzeniem stosowana na obiektach inżynierskich na różnych etapach pomiarów, m.in.: realizacyjnym, inwentaryzacyjnym, czy kontrolnym, dla wykrycia zachodzących przemieszczeń. Wyznaczony na podstawie wielokrotnych pomiarów średni błąd określenia pionowych i poziomych odchyłeń kątowych łąty kształtował się na poziomie $\pm 7^{\circ}$.

Słowa kluczowe: pomiary inżynierskie, metoda prostej odniesienia, geodezyjna łąta specjalistyczna, fotogrametria jednoobrazowa, przekształcenia rzutowe, DLT

P.28. Porównanie współczesnych teledetekcyjnych metod wykrywania i monitorowania wybranych gazów - od pułapu satelitarnego po naziemny

Anna Wiśniewska¹, Sławomir Mikrut²
anna@wisniewscy.org.pl, smikrut@agh.edu.pl

¹Capital Con, ²Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie,

W ostatnich latach zaobserwowano intensywny rozwój metod teledetekcyjnych w zakresie wykrywania i monitorowania emisji gazów z różnych pułapów tj. platform satelitarnych, lotniczych (w tym niskopułapowych bezzałogowych statków powietrznych) jak i z urządzeń naziemnych. Choć niektóre z nich są już wdrażane operacyjnie, ich przydatność – zwłaszcza w kontekście wykrywania niskich emisji – pozostaje przedmiotem badań i porównań.

Szczególne miejsce poświęcono metanowi (CH₄), który jako gaz cieplarniany o potencjale ocieplenia 84 razy większym niż CO₂ w perspektywie 20 lat, stanowi jedno z kluczowych wyzwań współczesnej polityki klimatycznej. Nawet relatywnie niewielkie, trudne do uchwycenia emisje - pochodzące z różnych sektorów przemysłowych - mogą znacząco wpływać na lokalny i globalny bilans klimatyczny. Rosnące wymagania regulacyjne oraz presja społeczna i ekonomiczna związana z dekarbonizacją gospodarki przyspieszają rozwój technologii umożliwiających szybką, dokładną i ilościową detekcję emisji metanu.

Celem prowadzonych badań jest analiza i porównanie wybranych współczesnych metod teledetekcyjnych wykrywania gazów (w tym metanu), ze szczególnym uwzględnieniem ich skuteczności, zasięgu, mobilności oraz potencjału wdrożeniowego. Przedstawione wyniki opierają się na aktualnych publikacjach naukowych z ostatnich lat i stanowi próbę usystematyzowania dostępnych rozwiązań pod kątem ich zastosowania w praktyce.

Obecnie dostępne metody teledetekcji emisji metanu tworzą komplementarny system, w którym satelity zapewniają globalny kontekst i wykrywanie superemiterów, systemy lotnicze umożliwiają szybkie i precyzyjne pomiary ilościowe na dużych obszarach, a drony i urządzenia naziemne (m.in. ręczne) pozwalają na detekcję i weryfikację emisji

lokalnych – w tym drobnych wycieków z infrastruktury gazowniczej. Kluczowym wyzwaniem pozostaje skuteczne monitorowanie emisji rozproszonych, czyli tzw. sub-emiterów, dla których najbardziej obiecujące są metody oparte na mobilnych czujnikach i kamerach OGI. W tym kontekście szczególnie perspektywiczne wydaje się opracowanie zintegrowanego, autonomicznego systemu dronowego ze sztuczną inteligencją, który umożliwiłby szybkie, precyzyjne i regularne wykrywanie drobnych wycieków metanu z infrastruktury technologicznej. Rozwój hybrydowych, zintegrowanych systemów wspieranych przez algorytmy sztucznej inteligencji stanowi kierunek dalszych badań, otwierający drogę do bardziej efektywnego, operacyjnego nadzoru nad emisjami metanu w wymiarze przestrzennym i czasowym.

Słowa kluczowe: teledetekcja gazów, wykrywanie i monitorowanie gazów, metan

P.29. Hierarchizacja potrzeb wykonywania prac scalenia i wymiany gruntów

Żanna Gliwka

Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, Katedra Geodezji i Informacji Przestrzennej
Urząd Marszałkowski Województwa Lubelskiego w Lublinie, Departament Geodezji i Kartografii
zanna.gliwka@lubelskie.pl

Rozdrobnienie gruntów oraz rozproszenie działek na obszarach wiejskich negatywnie wpływają na rentowność i efektywność produkcji rolnej. Scalanie i wymiana gruntów stanowią proces, który umożliwia poprawę struktury przestrzennej oraz przyczynia się do zrównoważonego rozwoju obszarów wiejskich. Ze względu na dużą liczbę terenów problemowych, nie jest możliwe jednoczesne przeprowadzenie prac scaleniowych i wymiennych na wszystkich obszarach — głównie z powodów finansowych i kadrowych. Dlatego zaproponowano grupowanie gruntów przeznaczonych do scalenia w większe jednostki typologiczne. Identyfikacja obszarów o zbliżonych cechach przestrzennych ułatwia analizę oraz pozwala uchwycić różnicowanie przestrzenne gruntów.

Proponowaną metodę zastosowano w 116 wsiach powiatu łączyńskiego, położonego w województwie lubelskim, we wschodniej Polsce. Celem badań było opracowanie koncepcji grupowania wsi w większe jednostki typologiczne. Uzyskane wyniki pozwoliły na

opracowanie metodologii grupowania opartej na wybranych zmiennych diagnostycznych, możliwej do wykorzystania również w innych obszarach badawczych.

Analiza różnic między zidentyfikowanymi grupami wsi umożliwia określenie hierarchii pilności prac scaleniowych i wymiany gruntów. Choć sama delimitacja nie przesądza o kolejności realizacji tych działań, pozwala na wskazanie obszarów podobnych, na których prace konsolidacyjne mogą być prowadzone równocześnie. Na podstawie odpowiednio dobranych kryteriów możliwe jest także opracowanie hierarchii działań w tym zakresie.

Ponadto identyfikacja i konsolidacja obszarów o zbliżonych cechach przestrzennych pozytywnie wpływają na zachowanie dziedzictwa kulturowego, gdyż wybrane zmienne odzwierciedlają zarówno ilościowe, jak i jakościowe aspekty rozwoju człowieka w zakresie użytkowania gruntów i środowiska zabudowanego.

Słowa kluczowe: scalenie i wymiana gruntów, grupowanie wsi, delimitacja, rozwój obszarów wiejskich

P.30. Metodyka określenia potencjału rozwojowego miasta – studium przypadku Nowy Targ

Monika Mika¹, Monika Siejka²
Uniwersytet Rolniczy w Krakowie

¹monika.mika@urk.edu.pl, ²monika.siejka@urk.edu.pl

Potencjał rozwojowy miasta, jest rozumiany przez autorów jako zespół czynników przyczyniających się do jego rozwoju społecznego, gospodarczego oraz środowiskowego. Ponadto, potencjał rozumiany jest jako pozytywna przemiana. Właściwie zbadany daje szansę na zachowanie dobrych praktyk np. ochronę miejsc cennych przyrodniczo czy podtrzymania tradycji wywodzących się bezpośrednio z cech regionu. Zastosowana w tej pracy metodyka z wykorzystaniem metody bonitacji punktowej, we wcześniejszych badaniach stosowana była w kontekście oceny ekologicznej i przyrodniczej wybranych jednostek terytorialnych. Niniejsze badanie pokazuje wykorzystanie tej metody w kontekście doboru zmiennych, w celu określenia potencjału rozwojowego miasta.

Autorzy umieszczają w trzech sektorach badawczych szereg wskaźników z zakresu gospodarki, środowiska przyrodniczego oraz rozwoju społecznego. Na potrzeby niniejszego badania podzielono obszar miasta na 245 kwadratów (PPO) o boku 500m x 500m. Doboru wielkości PPO dokonano z uwzględnieniem celu opracowania, w dostosowaniu do powierzchni miasta. W badaniu potencjału rozwojowego miasta Nowy Targ przyjęto 15 zmiennych diagnostycznych. Efektem przeprowadzonych badań była wizualizacja kartograficzna danych z wykorzystaniem narzędzi GIS. Badania te dają szansę na pogłębienie analiz nad odpowiednim doбором kierunków rozwoju, podczas prac nad gminnymi dokumentami rozwojowymi. Uzyskane wyniki dają możliwość szybkiej oceny obszarów wpływających na rozwój miasta bądź jego degradację.

Słowa kluczowe: metoda bonitacji punktowej, dokumenty planistyczne, rozwój miasta, czynniki społeczne, gospodarcze, środowiskowe

P.31. Wykorzystanie danych kartograficznych w zarządzaniu kryzysowym

Monika Siejka¹, Monika Mika², Paweł Kotlarz³

¹monika.siejka@urk.edu.pl; ²monika.mika@urk.edu.pl, ³pawel.kotlarz@urk.edu.pl

Uniwersytet Rolniczy w Krakowie

Przedmiotem badań jest przegląd oraz identyfikacja rodzajów dokumentacji kartograficznej, wykorzystywanej w Polsce, w zarządzaniu kryzysowym. Analiza dotyczyła w głównej mierze oceny przydatności opracowań kartograficznych, służących zobrazowaniu zasięgu zjawisk naturalnych, takich jak powódzie. Najistotniejszą mapą, stanowiącą bazę referencyjną dla wielu rodzajów opracowań branżowych, w tym w szczególności pochodnych opracowań geodezyjnych, jest mapa katastralna, gromadzona w zasobach EGiB. W tym opracowaniu autorzy skupiają się na możliwościach wykorzystania danych kartograficznych, ze szczególnym wyróżnieniem map katastralnych, dla potrzeb zarządzania kryzysowego. Celem niniejszej pracy jest przegląd oraz ekspercka ocena przydatności danych kartograficznych w zarządzaniu sytuacją kryzysową. Jak wykazały przeprowadzone badania ankietowe, istotne są opracowania kartograficzne, umożliwiające wizualizację zasięgu przestrzennego oraz czasowego niniejszych zagrożeń.

Sukces podjętego przedsięwzięcia związanego z redukcją skutków wystąpienia m.in. powodzi uzależniony jest przede wszystkim od szybkiego i bezproblemowego dostępu do wiarygodnych i aktualnych danych o terenie. Kataster jest jednym z powszechnie dostępnych rejestrów dostarczających tych danych, bez których działania w zarządzaniu kryzysowym nie byłyby w pełni skuteczne. Badanie przeprowadzono za pośrednictwem ankiety online z użyciem interaktywnego arkusza, skierowanej do ekspertów (służb zajmujących się szeroko pojętym zagrożeniem).

Słowa kluczowe: powódź, mapa zagrożeń, kataster, zarządzanie kryzysowe

P.32. GeoTwin – Cyfrowy Bliźniak Bieszczad – metody geoinformacyjne w geologii i geoedukacji jako narzędzia turystyki zrównoważonej

Karolina Kucharz¹, Laura Jurgała², Kamil Burza³, Jakub Andrzejak⁴, Zbigniew Jan Ziarek⁵
Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie
(AGH University of Krakow)

¹kakucharz@student.agh.edu.pl; ²ljurgala@student.agh.edu.pl; ³kburza@student.agh.edu.pl;

⁴jandrzejak@student.agh.edu.pl; ⁵zbysiuziarek@student.agh.edu.pl

Bieszczady, położone w obrębie Karpat zewnętrznych (tzw. Karpat fliszowych), charakteryzują się bogactwem form geologicznych i geomorfologicznych. Dotychczasowy stan wiedzy na temat złożonych systemów uskoku i innych struktur tektonicznych, zaznaczających się w ukształtowaniu powierzchni terenu, pozostaje niewystarczający. Jego poszerzenie jest możliwe dzięki zastosowaniu nowoczesnych metod geoinformacyjnych, obejmujących zarówno teledetekcję (LiDAR) i fotogrametrię (BSP). Ważną rolę odgrywają także narzędzia GIS do analizy przestrzennej, modelowania numerycznego i wizualizacji 3D. Dzięki nim możliwe jest szczegółowe kartowanie oraz integracja z innymi danymi geologicznymi. Projekt zakłada opracowanie cyfrowego bliźniaka Bieszczad poprzez integrację wysokorozdzielczych danych teledetekcyjnych i pomiarów fotogrametrycznych, wzbogaconych o terenową analizę struktur geologicznych. Zostanie on udostępniony jako otwarta platforma cyfrowa wspierająca geoedukację

i promocję geoturystyki. Umożliwi zdalną eksplorację struktur geologicznych w obrębie odsłoneń oraz zdobycie i usystematyzowanie wiedzy przez użytkownika dzięki zamieszczonym opisom ich genezy. „GeoTwin” będzie również stanowić innowacyjne narzędzie dla badań naukowych, umożliwiając przeprowadzanie precyzyjnych interpretacji geologicznych i upowszechnienie wiedzy o dziedzictwie geologicznym regionu. Projekt przyczyni się do podniesienia precyzji kartowania geologicznego oraz wesprze rozwój geoturystyki zgodnie z koncepcją turystyki zrównoważonej.

W pierwszym etapie projektu wykorzystano dane ALS do opracowania numerycznych modeli terenu (NMT). Ich dalsza analiza w środowisku GIS, z zastosowaniem metod wizualizacji i modelowania morfometrycznego, stworzyła warunki do rozpoznania głównych struktur tektonicznych oraz wskazania obszarów o największym potencjale badawczym, pokrywających się z przebiegiem szlaków turystycznych. Badania terenowe pozwoliły na zebranie informacji na temat struktur tektonicznych i sedymentacyjnych oraz przeprowadzenie pomiarów fotogrametrycznych z wykorzystaniem BSP. Na podstawie zebranych danych opracowano modele trójwymiarowe badanych odsłoneń. Zostały one opatrzone adekwatnymi opisami geologicznymi – tj. geointerpretacją. Kolejnym etapem będzie implementacja modeli 3D w postaci platformy cyfrowej oraz ich integracja z danymi geoturystycznymi oraz aktualnymi informacjami meteorologicznymi dla obszaru badawczego.

Projekt finansowany przez AGH w Krakowie, Grant IDUB nr 12670.

Słowa kluczowe: Cyfrowy Bliźniak, Bieszczady, geologia, geomorfologia, BSP, ALS