

# BIULETYN

STOWARZYSZENIA KARTOGRAFÓW  
POLSKICH



V AKADEMIA KARTOGRAFII I GEOINFORMATYKI

WYDANIE OKOLICZNOŚCIOWE

NR 33

MAJ 2026

WROCLAW

**Biuletyn Stowarzyszenia Kartografów Polskich, ISSN 1509-8001**

Wydawca: Stowarzyszenie Kartografów Polskich

al. Kochanowskiego 36, 51-601 Wrocław

tel. (71) 372-85-15, fax. (71) 345-91-05

e-mail: [kartografia@pwr.edu.pl](mailto:kartografia@pwr.edu.pl)

[www.polishcartography.pl](http://www.polishcartography.pl)

Redaktor: Joanna Bac-Bronowicz

Redaktor zeszytu: Aleksandra Ogłaza-Walkowicz

Projekt emblematu SKP: Stanisław Rogowski

© Copyright by Stowarzyszenie Kartografów Polskich, Wrocław 2026

## Wstęp

Zamieszczone w niniejszym zeszycie streszczenia są zbiorem tekstów nadesłanych na V Akademię Kartografii i Geoinformatyki.

Akademia jest poświęcona szeroko rozumianemu tematowi prezentowania polskiej kartografii, geoinformatyki, fotogrametrii i geodezji na świecie. Polscy naukowcy i praktycy są bardzo aktywni na arenie międzynarodowej. Jednak ich dokonania często nie są widoczne w kraju.

Zaprosiliśmy uczestników do przedstawienia zarówno referatów już wygłoszonych na międzynarodowych forach lub syntezy prezentowanych obszarów badawczych, jaki i zagadnień dopiero planowanych do przedstawienia. Chętnie widzimy także wspomnienia z konferencji.

Przeгляд prezentowanych badań i aktywności jest, w naszym zamyśle, doskonałą okazją do szerokiej dyskusji, przedstawienia nowych pomysłów i technologii oraz wymiany poglądów na temat widoczności polskiej nauki na świecie. Tematyka dotyczy głównie metod wykorzystania nowoczesnych technologii geoinformacyjnych w przetwarzaniu i analizach danych czasoprzestrzennych, rozwoju infrastruktury informacji geoprzestrzennej, geowizualizacji zjawisk, obiektów i procesów na poziomie światowym, ogólnokrajowym i regionalnym, zarówno do celów projektowych, statystycznych, studialnych i innych. Dyskutować będziemy nad nowymi wyzwaniami stawianymi twórcom systemów i aplikacji geoinformacyjnych w świetle dynamicznego rozwoju AI, technologii gier, technologii wirtualnej i rozszerzonej rzeczywistości oraz tzw. cyfrowych bliźniaków, które są i będą opracowywane przy jednoczesnym zachowaniu wiarygodność uzyskiwanych z nich informacji.

Tegoroczna Akademia wpisuje się w przygotowania do niezwykle ważnego wydarzenia jakie odbędzie się w Polsce 2027 roku tj. Międzynarodowej Konferencji Kartograficznej (ICC2027) organizowanej pod egidą ICA (International Cartographic Association). Celem V AKiG jest w tym kontekście zarówno szeroka mobilizacja naszego środowiska do prezentacji najnowszych wyników badań w czasie ICC27, jak i zachęcenie firm oraz instytucji do wsparcia tego największego od kilkadziesiątu lat wydarzenia związanego z kartografią i geoinformatyką w Polsce.

# V Akademia Kartografii i Geoinformatyki

21– 22 maja 2026 r.,  
Hotel im. Jana Pawła II,  
ul. Św. Idziego 2, Wrocław

## Program konferencji

CZWARTEK, 21 maja 2026 r.

**8:00 – 11:00 Rejestracja uczestników**

**9:00 – 11:30 Uroczyste otwarcie Akademii**

*Radosław Zimroz* - Dziekan Wydziału Geoinżynierii, Górnictwa i Geologii Politechniki Wrocławskiej

### Wystąpienia zaproszonych gości:

*Andrzej Żylis* - Główny Geodeta Kraju

*Marek Bittner* - Geodeta Województwa Dolnośląskiego

*Bożena Tabisz* - Prezes Stowarzyszenia Geodetów Polskich Oddział we Wrocławiu

*Siwek J., Panecki T. (UW)* Udział Polski w wystawach Międzynarodowej Asocjacji Kartograficznej

*Kuźmiuk E. (TOPKART Warszawa)* 40 lat promocji polskiej kartografii za granicą

### Wręczenie medali im. prof. Andrzeja Makowskiego za istotny wkład w rozwój kartografii

*Krupski J.1982* Międzynarodowa Konferencja Kartograficzna w Warszawie

*Gołębiowska I., Gotlib D. 2027* Międzynarodowa Konferencja Kartograficzna w Warszawie

*Zych M. (GUS)* Polska współpraca na forum międzynarodowym w zakresie standaryzacji nazw geograficznych

### 11:45– 13:30 Sesja referatowa I

*Gołębiowska I. (UW)* Mapy i geowizualizacje w oczach użytkowników: badania empiryczne jako wgląd w możliwości poznawcze i preferencje użytkowników opracowań kartograficznych

*Karsznia I., Adolf A., Ajdacka I. (UW)* Możliwości i ograniczenia zastosowania elementów sztucznej inteligencji w automatyzacji generalizacji głównych elementów treści map małoskalowych

*Iwaniak A. (WIZIPISI, UPWR)* Vibe GIS-ing – konwersacyjny GIS

*Wieczorek M. (UWR), Wojciech Przybył (WITI)* Wieloatrybutowa klasyfikacja rzeźby terenu z wykorzystaniem danych rastrowych i sieci neuronowych

**Gotlib D. (PW), Gartner G. (VUT), Miksa K. (Stellantis)** Mapy dla pojazdów autonomicznych – implikacje dla teorii i praktyki kartograficznej

**Inglot A., Kustra W., Jeliński Ł., Pitula D. (PG)** Integracja metod sztucznej inteligencji i geoinformatyki w projekcie AIOR-SIDE

**Wielgocka N. (UPWR), Biernat S. (infoSolutions), Teodorczyk D., Trojanowicz M. (UPWR)** Monitoring deformacji terenu z wykorzystaniem InSAR i GIS 3D

### **13:30– 14:30 Sesja referatowa II**

**Jóźwik K., Stepień U., Słodkowski M. (PIG-PIB)** Międzynarodowa działalność Państwowego Instytutu Geologicznego – PIB jako siła napędowa współczesnej kartografii geologicznej

**Olszewski R., Gnat M., Goluch M. (PW)** Immersyjna wizualizacja 3D Marsa w silniku gier Unreal

**Sośnica S., Zajdel R., Bury G., Kur T. (UPWR/G OCA/SU)** Kartografia Księżyca i jej znaczenie w eksploracji kosmosu

**Szczepkowski M. (Huncwot) Blue Corridors:** od danych do wizualizacji migracji wielorybów

**14:30 - 15:30 obiad**

### **15:30– 16:45 Sesja referatowa III**

**Bielawski B. (GUGiK)** - Smart Geoportal

**Pokonieczny K. (WAT)** Mapa jako przestrzenny bliźniak cyfrowy dla zarządzania kryzysowego i zastosowań militarnych

**Bogusławski P., Bury G., Smolak K., Wielgocka N. (UPWR), Biernat S. (infoSolutions)** Cyfrowe bliźniaki miast – interoperacyjne i skalowalne rozwiązania dla miast europejskich

**Bazan-Krzywoszańska A. (UZ), Grzelak B. (UM ZG)** Duże zbiory danych przestrzennych pozyskiwane, przetwarzane i analizowane na potrzeby rozbudowy SIP miasta Zielona Góra

**Kaczmarek I. (UPWR)** Czy GeoAI wystarczy? Od wykrywania wzorców do rozumienia miast

### **17:00 – 17:45 Spotkanie z Autorami posterów**

**17:00 – 18:15** Posiedzenie Lokalnego Komitetu Organizacyjnego Międzynarodowej Konferencji Kartograficznej w Warszawie w 2027 r. (LOC ICC2027)

**17:15 – 18:00** Spacer po Ostrowie Tumskim

**18:15 – 20:00** IX zebranie sprawozdawczo-wyborcze Stowarzyszenia Kartografów Polskich

**20:00** Uroczysta kolacja (Hotel im. Jana Pawła II) ze wspomnieniami uczestników o udziale w konferencjach międzynarodowych

## **PIĄTEK, 22 maja 2026 r.**

### **9:30 – 11:30 Sesja referatowa IV**

**Szrek D., Małolepszy Z. (PIG-PIB)** Kartografia geologiczna 3D – rozwój internetowych metod wizualizacji

**Kowalski A., Kozdrój W., Wyrwalska U. (PIG-PIB OD)** Zadania kartografii geologicznej realizowane przez państwową służbę geologiczną na obszarze Dolnego Śląska – współpraca międzynarodowa i udostępnianie danych

**Ludwiniak M., Kozłowska-Roman A. (PIG-PIB), Tomczak M. (PIG-PIB OP)** Badania dna oceanu: analiza morfotektoniczna obszaru poszukiwawczego siarczków masywnych w strefie Grzbietu Śródatlantyckiego w oparciu o wysokorozdzielcze dane sonarowe

**Konopska B., Kuna J., Cebrykow P., Zawadzki M. (UMCS)** Przesunięcie paradygmatu w metodyce opracowania europejskiego projektu ICHT: Historic Towns Atlas

**Szombara S. (AGH)** Kartograficzne i geoinformatyczne sposoby prezentacji przestrzeni Holokaustu

**Głazewski A., Pędzich P. (PW), Holubinka Y., Yurkiv M. (PLUN)** Propozycja odwzorowania dla Ukrainy ze stałą skalą na granicy państwa

**Bielawski B. (PW)** Implementacja elementów wielorozdzielczej bazy danych na potrzeby usług przeglądania

### **12:00– 13:30 Sesja referatowa V**

**Szczepanik H., Paziewski J., Sieradzki R. (UWM)** Ocena jakości danych GNSS z odbiorników nieprofesjonalnych w kontekście monitorowania stanu jonosfery

**Trojanowicz M., Strugarek S., Mikoś M., Galdyn F., Nowak A., Kur T., Smolak K., Sońnica K., Pospíšil I. (UPWR)** Wyznaczenie wysokości wybranych szczytów i przełęczy górskich w Tatrach Wysokich na podstawie pomiarów GNSS - wpływ techniki pomiarowej oraz modeli quasi-geoidy i geoidy

**Karsznia K., Dymowska A., Książek K., Kablak N. (PW)** Od chmury punktów do analizy zniszczeń: integracja mobilnego skanowania laserowego SLAM i technologii HBIM w diagnostyce strukturalnej obiektów zabytkowych

**Hadaś E. (UPWR), Estornell J. (UP Val.)** Teledetekcja sadów

**Krasnodębska K., Śleszyński P., Affek A. N. (IGiPZ PAN)** cJaccard, cPrecision, cRecall and cF-score: Miary zgodności opracowane na potrzeby oceny dokładności danych Global Human Settlement Layer (GHSL)

### **13:30 – 14:15 Podsumowanie Akademii**

**14:15 – obiad**

## **POSTERY**

**Bidzińska P., Górecki A. (PWR)** Identyfikacja złożeń rud miedzi w Systemach Informacji Geograficznej

**Chmielewski J., Zimroz R., Szrek J. (PWR)** Poprawa pokrycia batymetrycznego z wykorzystaniem aktywnie orientowanego sonaru jednowiązkowego

**Dąbek P., Wodecki J. (PWR)** Metodologia automatycznej segmentacji i poprawiania jakości powierzchni chmur punktów podziemnych wyrobisk górniczych

**Dąbrowska J., Oglaza-Walkowicz A., Kawalko K. (PWR), Tasan M. (UPWR)** Analiza intensywności powierzchniowej miejskiej wyspy ciepła we Wrocławiu w latach 2000–2024 na podstawie danych z misji Landsat

**Dudek M., Jernaś A., Zimmermann, M., Burczak Z., Colavincenzo K., Michalak N. (PWR)** Analiza stóp zwrotu z inwestycji w najem lokali mieszkalnych z uwzględnieniem rynkowych stawek czynszu najmu we Wrocławiu z wykorzystaniem środowiska ArcGIS

**Gradka R. (PWR), Piech I. (URK)** Modernizacja EGIB z zastosowaniem zdjęć UAV i uczenia maszynowego: podejście hybrydowe do klasyfikacji funkcjonalnej

**Latarski A., Golba R. (UMK)** Analiza zmian zabudowy miasta Kwidzyna na podstawie dawnych map katastralnych i współczesnych danych ewidencyjnych

**Kwinta A., Malec A. (URK), Koczwarą P. (KS Wieliczka)** Opis geometrii komór eksploatacyjnych na potrzeby tworzenia modelu 3D kopalni soli

**Mika M., Siejka M. (URK)** Nowe wyzwania kartografii – mapowanie w pojazdach mobilnych

**Siejka M., Mika M. (URK)** Wykorzystanie BDOT w estymacji ryzyka powodziowego dla terenów zurbanizowanych

**Szombara S. (AGH)** Czy kropka ma znaczenie? Badania preferencji użytkowników map kropkowych – studium zaprezentowane na ICA Spring Olomouc 2023

## **PICO-PREZENTACJE**

**Bac-Bronowicz J. (SKP)** Medal im. prof. Andrzeja Makowskiego Stowarzyszenia Kartografów Polskich

**Bac-Bronowicz J. Wojciechowska G. (PWR), Piech I. (URK)** HBIM kościoła w Sobolowie

**Krzywicka-Blum E., Bac-Bronowicz J., Żyszkowska W. (SKP)** ATLAS DEMOGRAFICZNY „POLSKA” opracowany w ramach programu Komisji „Gender and Cartography” Międzynarodowej Asocjacji Kartograficznej (ICA)

**Szombara S. (AGH)** ICA Spring Olomouc 2023 – referaty autorów afiliowanych w polskich uczelniach

**Zgórski K. (AGH)** Potencjał informacyjny dokumentacji katastru austriackiego w badaniach genealogicznych

# SPIS TREŚCI

<i>Wstęp</i> .....	3
<i>Program konferencji</i> .....	4
<i>Streszczenia referatów i posterów</i> .....	11
<i>HBIM kościoła w Sobolowie</i> .....	11
Joanna Bac-Bronowicz, Izabela Piech, Gabriela Wojciechowska	
<i>Duże zbiory danych przestrzennych w rozwoju miejskich systemów informacji przestrzennej na przykładzie Zielonej Góry</i> .....	12
Anna Bazan-Krzywoszańska, Bartłomiej Grzelak	
<i>Krytyczna analiza implementacji geocentrycznego układu odniesienia w Brunei Darussalam (GDBD2009)</i> .....	13
Kazimierz Bęcek, Adam Łyszkowicz	
<i>Identyfikacja złoża rud miedzi w Systemach Informacji Geograficznej</i> .....	14
Paulina Bidzińska, Adam Górecki	
<i>Implementacja elementów wielorozdzielczej bazy danych na potrzeby usług przeglądania</i> .....	15
Bartłomiej Bielawski	
<i>Projekt Smart Geoportal</i> .....	16
Bartłomiej Bielawski, Kacper Szynclarewicz, Patryk Kowalewski	
<i>Cyfrowe bliźniaki miast – interoperacyjne i skalowalne rozwiązania dla miast europejskich</i> .....	17
Paweł Bogusławski, Grzegorz Bury, Kamil Smolak, Dominik Teodorczyk, Natalia Wielgocka, Stanisław Biernat	
<i>Poprawa pokrycia batymetrycznego z wykorzystaniem aktywnie orientowanego sonaru jednowiązkowego</i> .....	18
Jakub Chmielewski, Radosław Zimroz, Jarosław Szrek	
<i>Metodologia automatycznej segmentacji i poprawiania jakości powierzchni chmur punktów podziemnych wyrobisk górniczych</i> .....	19
Przemysław Dąbek, Jacek Wodecki	
<i>Analiza intensywności powierzchniowej miejskiej wyspy ciepła we Wrocławiu w latach 2000–2024 na podstawie danych z misji Landsat</i> .....	20
Jolanta Dąbrowska, Melika Tasan, Karolina Kawałko, Aleksandra Ogłaza-Walkowicz	
<i>Analiza stóp zwrotu z inwestycji w najem lokali mieszkalnych we Wrocławiu z wykorzystaniem przestrzennych badań ankietowych</i> .....	21
Michał Dudek, Agata Jernaś, Matylda Zimmermann, Konrad Colavincenzo, Natalia Michalak	
<i>Propozycja odwzorowania dla Ukrainy ze stałą skalą na granicy państwa</i> .....	22
Andrzej Głazewski, Yuliia Holubinka, Paweł Pędzich, Mariana Yurkiv	
<i>Mapy i geowizualizacje w oczach użytkowników: badania empiryczne jako wgląd w możliwości poznawcze i preferencje użytkowników opracowań kartograficznych</i> .....	23
Izabela Gołębiowska	
<i>Mapy dla pojazdów autonomicznych – implikacje dla teorii i praktyki kartograficznej</i> .....	24
Gotlib Dariusz, Georg Gartner, Krzysztof Miksa	
<i>Modernizacja EGiB z zastosowaniem zdjęć UAV i uczenia maszynowego: podejście hybrydowe do klasyfikacji funkcjonalnej</i> .....	25
Robert Gradka, Izabela Piech	
<i>Teledetekcja sadów</i> .....	26
Edyta Hadaś, Javier Estornell	

<b><i>Integracja metod sztucznej inteligencji i geoinformatyki w analizie infrastruktury drogowej – projekt AIOR-SIDE</i></b> .....	27
Adam Ingot, Wojciech Kustra, Łukasz Jeliński, Dominik Pitula	
<b><i>Vibe GIS-ing – konwersacyjny GIS</i></b> .....	29
Adam Iwaniak	
<b><i>Międzynarodowa działalność Państwowego Instytutu Geologicznego – PIB jako siła napędowa współczesnej kartografii geologicznej</i></b> .....	31
Katarzyna Jóźwik, Urszula Stępień, Marcin Słodkowski	
<b><i>Czy GeoAI wystarczy? Od wykrywania wzorców do rozumienia miast</i></b> .....	32
Iwona Kaczmarek	
<b><i>Możliwości i ograniczenia zastosowania elementów sztucznej inteligencji w automatyzacji generalizacji głównych elementów treści map małoskalowych</i></b> .....	33
Izabela Karsznia, Albert Adolf, Iga Ajdacka	
<b><i>Od chmury punktów do analizy zniszczeń: integracja mobilnego skanowania laserowego SLAM i technologii HBIM w diagnostyce strukturalnej obiektów zabytkowych</i></b> .....	34
Krzysztof Karsznia, Alicja Dymowska, Krzysztof Książek, Nataliya Kablak	
<b><i>Zadania kartografii geologicznej realizowane przez państwową służbę geologiczną na obszarze Dolnego Śląska – współpraca międzynarodowa i udostępnianie danych</i></b> .....	35
Aleksander Kowalski, Wiesław Kozdrój, Urszula Wyrwalska	
<b><i>cJaccard, cPrecision, cRecall and cF-score: Miary zgodności opracowane na potrzeby oceny dokładności danych Global Human Settlement Layer (GHSL)</i></b> .....	36
Katarzyna Krasnodębska, Przemysław Śleszyński, Andrzej N. Affek	
<b><i>ATLAS DEMOGRAFICZNY „POLSKA” opracowany w ramach programu Komisji „Gender and Cartography” Międzynarodowej Asocjacji Kartograficznej</i></b> .....	37
Ewa Krzywicka-Blum, Joanna Bac-Bronowicz, Wiesława Żyszkowska	
<b><i>Przesunięcie paradygmatu w metodyce opracowania europejskiego projektu ICHT: Historic Towns Atlas</i></b> .....	38
Beata Konopska, Jakub Kuna, Paweł Cebrykow, Mateusz Zawadzki	
<b><i>40 lat promocji polskiej kartografii za granicą</i></b> .....	40
Elżbieta Kuźmiuk	
<b><i>Opis geometrii komór eksploatacyjnych na potrzeby tworzenia modelu 3D kopalni soli</i></b> .....	41
Andrzej Kwinta, Agnieszka Malec, Piotr Koczwarą	
<b><i>Analiza zmian zabudowy miasta Kwidzyna na podstawie dawnych map katastralnych i współczesnych danych ewidencyjnych</i></b> .....	42
Adrian Latarski, Radosław Golba	
<b><i>Badania dna oceanu: analiza morfotektoniczna obszaru poszukiwawczego siarczków masywnych w strefie Grzbietu Śródatlantyckiego w oparciu o wysokorozdzielcze dane sonarowe</i></b> .....	43
Mirosław Ludwiniak, Agata Kozłowska-Roman, Michał Tomczak	
<b><i>Nowe wyzwania kartografii – mapowanie w pojazdach mobilnych</i></b> .....	45
Monika Mika, Monika Siejka	
<b><i>Immersyjna wizualizacja 3D Marsa w silniku gier Unreal</i></b> .....	46
Robert Olszewski, Miłosz Gnat, Marta Goluch	
<b><i>Mapa jako przestrzenny bliźniak cyfrowy dla zarządzania kryzysowego i zastosowań militarnych</i></b> .....	47
Krzysztof Pokonieczny	

<b><i>Wykorzystanie materiałów kartograficznych w estymacji ryzyka powodziowego dla terenów zurbanizowanych</i></b> .....	<b>48</b>
Monika Siejka, Monika Mika	
<b><i>Udział Polski w wystawach Międzynarodowej Asocjacji Kartograficznej</i></b> .....	<b>49</b>
Jerzy Siwek, Tomasz Panecki	
<b><i>Kartografia Księżyca i jej znaczenie w eksploracji kosmosu</i></b> .....	<b>50</b>
Krzysztof Sośnica, Radosław Zajdel, Grzegorz Bury, Tomasz Kur, Agnes Fienga, Nicolas Rambaux	
<b><i>Ocena jakości danych GNSS z odbiorników nieprofesjonalnych w kontekście monitorowania stanu jonosfery</i></b> .....	<b>51</b>
Hubert Szczepanik, Jacek Paziewski, Rafał Sieradzki	
<b><i>Blue Corridors: od danych do wizualizacji migracji wielorybów</i></b> .....	<b>52</b>
Mikołaj Szczepkowski	
<b><i>Kartograficzne i geoinformatyczne sposoby prezentacji przestrzeni związanych z Holokaustem</i></b> ....	<b>53</b>
Stanisław Szombara, Alicja Jarkowska, Martyna Grądzka-Rejak	
<b><i>ICA Spring Olomouc 2003 – referaty autorów afiliowanych w polskich uczelniach</i></b> .....	<b>54</b>
Stanisław Szombara	
<b><i>Czy kropka ma znaczenie? Badania preferencji użytkowników map kropkowych</i></b> .....	<b>55</b>
Stanisław Szombara	
<b><i>Kartografia geologiczna 3D – rozwój internetowych metod wizualizacji</i></b> .....	<b>56</b>
Dominik Szrek, Zbigniew Małolepszy	
<b><i>Wyznaczenie wysokości wybranych szczytów i przełęczy górskich w Tatrach Wysokich na podstawie pomiarów GNSS - wpływ techniki pomiarowej oraz modeli quasi-geoidy i geoidy</i></b> .....	<b>57</b>
Marek Trojanowicz, Dariusz Strugarek, Marcin Mikoś, Filip Gałdyn, Adrian Nowak, Tomasz Kur, Kamil Smolak, Krzysztof Sośnica, Lubomil Pospíšil	
<b><i>Wieloatrybutowa klasyfikacja rzeźby terenu z wykorzystaniem danych rastrowych i sieci neuronowych</i></b> .....	<b>58</b>
Małgorzata Wieczorek, Wojciech Przybył	
<b><i>Monitoring deformacji terenu z wykorzystaniem InSAR i GIS 3D</i></b> .....	<b>59</b>
Natalia Wielgocka, Stanisław Biernat, Dominik Teodorczyk, Marek Trojanowicz	
<b><i>Potencjał informacyjny dokumentacji katastru austriackiego w badaniach genealogicznych</i></b> .....	<b>60</b>
Kacper Zgórski	
<b><i>Polska współpraca na forum międzynarodowym w zakresie standaryzacji nazw geograficznych</i></b> ..	<b>61</b>
Maciej Zych	

## Streszczenia referatów i posterów

### **HBIM kościoła w Sobolowie** ***HBIM of the Sobolów Church***

Joanna Bac-Bronowicz <sup>1</sup>, Izabela Piech <sup>2</sup>, Gabriela Wojciechowska <sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> Wydział Geoinżynierii, Górnictwa i Geologii, Politechnika Wroclawska, Wybrzeże Stanisława Wyspiańskiego 27, 50-370 Wrocław, Polska

<sup>2</sup> Uniwersytet Rolniczy im. Hugona Kollątaja w Krakowie, Katedra Geodezji Rolnej, Katastru i Fotogrametrii, al. Mickiewicza 21, 31-120 Kraków, Polska

\* autor do korespondencji: gabriela.wojciechowska@pwr.edu.pl

**Słowa kluczowe:** HBIM, TLS, fotogrametria UAV, dokumentacja zabytków, fazy rozbudowy, dziedzictwo kulturowe

Heritage Building Information Modeling (HBIM) jest coraz częściej stosowane jako narzędzie cyfrowej dokumentacji obiektów zabytkowych, łączące geometrię, semantykę oraz metadane opisujące pochodzenie i jakość danych. Celem niniejszego opracowania jest przedstawienie schematu postępowania dla modelu HBIM drewnianego kościoła w Sobolowie z wykorzystaniem integracji naziemnego skaningu laserowego (TLS) i fotogrametrii UAV oraz pokazanie, w jaki sposób model HBIM może wspierać interpretację kolejnych faz rozbudowy obiektu w ujęciu diachronicznym.

Pomiary terenowe wykonano w siedmiu stanowiskach TLS rozmieszczonych wokół obiektu z wykorzystaniem sfer referencyjnych do rejestracji. Równolegle pozyskano zestaw zdjęć UAV obejmujący ujęcia nadir i ukośne, zapewniające pokrycie niezbędne do rekonstrukcji elementów trudno dostępnych (dach, sygnaturka, strefy zacienione). Dane przetworzono w środowisku narzędzi specjalistycznych: chmura TLS została zarejestrowana, skonsolidowana i oczyszczona, chmura fotogrametryczna została zorientowana i przeskalowana na podstawie odległości wyznaczonych w odniesieniu do TLS, a następnie oba zbiory zintegrowano w jednym układzie lokalnym.

Ocena zgodności geometrycznej opierała się na analizie Cloud-to-Cloud (C2C) i mapie odchyień, co pozwoliło zidentyfikować strefy o podwyższonych różnicach (m.in. elementy o złożonej geometrii i obszary o niepełnym pokryciu zdjęciowym). Uzyskane rozbieżności interpretowano jako spójność względną pomiędzy rekonstrukcjami (internal consistency), a nie jako dokładność absolutną, ponieważ w kampanii pomiarowej nie pozyskano niezależnych punktów kontrolnych (CP) do walidacji geodezyjnej. Analiza różnic umożliwiła jednocześnie wskazanie obszarów wymagających zwiększonej kontroli przy modelowaniu (np. detale na styku ściana–grunt lub na sygnaturce dachu).

Zintegrowana chmura punktów stanowiła referencję do modelowania parametrycznego w HBIM, prowadzonego na kilku poziomach szczegółowości. Wariant LOD100 odwzorowuje bryłę i podstawowy układ dachu jako model koncepcyjny, LOD200 wprowadza uproszczone elementy oparte na danych pomiarowych (ściany i dach jako bryły) przy tolerancji modelowania rzędu  $\pm 10$  cm, natomiast LOD300 uwzględni otwory, dobudówki oraz elementy drugorzędne przy tolerancji modelowania rzędu  $\pm 5$  cm. Takie stopniowanie pozwala dopasować zakres modelu do potrzeb dokumentacyjnych, porównawczych oraz do dalszego wzbogacania semantycznego, a jednocześnie ogranicza nakład pracy przy zachowaniu czytelności i spójności struktury obiektu.

Ważnym uzupełnieniem schematu postępowania (workflow) jest warstwa interpretacyjna dotycząca rozwoju obiektu w czasie. Na podstawie obserwacji geometrycznych (relacje pomiędzy bryłami, połączenia konstrukcyjne, zmiany w geometrii dachu i przybudówek) oraz informacji historycznych możliwe jest przypisanie wybranych elementów modelu do etapów rozwoju obiektu (fazy rozbudowy). Ujęcie to pozwala zapisać wiedzę o ewolucji kościoła w ramach jednego modelu HBIM, w postaci atrybutów, wariantów i filtrów czasowych.

Przedstawione podejście wskazuje, że integracja TLS i UAV poprawia kompletność geometrii w porównaniu do rekonstrukcji opartej na pojedynczej metodzie pomiarowej oraz ułatwia konsekwentne modelowanie HBIM dla obiektów o złożonej geometrii i ograniczonej dostępności pomiarowej. Workflow jest powtarzalny i może być adaptowany do innych obiektów dziedzictwa kulturowego, wspierając przygotowanie spójnej bazy geometryczno-semantycznej do prac konserwatorskich, inwentaryzacyjnych oraz analiz porównawczych w kolejnych kampaniach pomiarowych.

# **Duże zbiory danych przestrzennych w rozwoju miejskich systemów informacji przestrzennej na przykładzie Zielonej Góry**

## ***Large-scale spatial data in the development of urban spatial information systems: the case of Zielona Góra***

Anna Bazan-Krzywoszańska <sup>1\*</sup>, Bartłomiej Grzelak <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Uniwersytet Zielonogórski, Instytut Architektury i Urbanistyki, ul. Prof. Z. Szafrana 1, 65-516 Zielona Góra, Budynek A-

<sup>2</sup> Urząd Miasta Zielona Góra, Biuro Geodezji i Katastru, ul. Podgórna 22, 65-424 Zielona Góra

\* autor do korespondencji: [a.bazan@aiu.uz.zgora.pl](mailto:a.bazan@aiu.uz.zgora.pl)

**Słowa kluczowe:** GIS, SIP, integracja danych, infrastruktura informacji przestrzennej, analizy czasoprzestrzenne

Dynamiczny rozwój miast oraz rosnąca złożoność procesów urbanistycznych powodują wzrost znaczenia dużych zbiorów danych przestrzennych jako podstawy nowoczesnego zarządzania przestrzenią miejską. Celem pracy jest identyfikacja ograniczeń oraz potencjału wykorzystania rozproszonych zasobów danych przestrzennych w kontekście budowy zintegrowanego Systemu Informacji Przestrzennej (SIP) miasta Zielona Góra, ze szczególnym uwzględnieniem aspektów interoperacyjności, skalowalności oraz możliwości analitycznych.

W badaniach zastosowano podejście systemowe, obejmujące analizę struktur danych, architektury systemów informatycznych oraz procesów ich przetwarzania. Uwzględniono kluczowe zbiory danych, takie jak EGiB, dane środowiskowe i infrastrukturalne, oraz narzędzia wykorzystywane w administracji publicznej, w tym systemy GIS, geoportal oraz system EZD. Przeprowadzono ocenę ich zgodności ze standardami interoperacyjności oraz możliwości integracji w ramach jednolitej infrastruktury informacji przestrzennej.

Uzyskane wyniki wskazują, że głównym ograniczeniem efektywnego wykorzystania danych przestrzennych jest ich rozproszenie oraz brak spójnego modelu zarządzania danymi. Niewystarczająca standaryzacja oraz ograniczona integracja systemów prowadzą do redundancji danych i utrudniają realizację analiz wielokryterialnych. Szczególnie istotnym problemem jest brak powiązania danych przestrzennych z procesami administracyjnymi realizowanymi w systemach obiegu dokumentów, co ogranicza możliwości automatyzacji decyzji przestrzennych.

W pracy wykazano, że implementacja zintegrowanego SIP, opartego na centralnej bazie danych oraz usługach sieciowych, umożliwi rozwój zaawansowanych analiz geoprzestrzennych, w tym analiz dostępności, modelowania środowiskowego oraz symulacji procesów miejskich. Wskazano również potencjał wykorzystania technologii Big Data oraz metod sztucznej inteligencji w analizie danych czasoprzestrzennych, a także możliwości implementacji koncepcji cyfrowych bliźniaków (Digital Twins) dla wsparcia zarządzania miastem.

Wnioski podkreślają korzyści wynikające z wdrożenia jednolitej architektury danych przestrzennych, opartej na standardach interoperacyjności oraz możliwości rozwoju kompetencji analitycznych w administracji publicznej. Integracja danych i systemów stanowi kluczowy element budowy inteligentnych miast, umożliwiając bardziej efektywne planowanie przestrzenne, zarządzanie środowiskiem oraz zwiększenie partycypacji społecznej poprzez rozwój usług geoprzestrzennych.

# Krytyczna analiza implementacji geocentrycznego układu odniesienia w Brunei Darussalam (GDBD2009)

## *Critical Analysis of the Implementation of the Geocentric Reference System in Brunei Darussalam (GDBD2009)*

Kazimierz Bęcek<sup>1\*</sup>, Adam Łyszkowicz<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Politechnika Wroclawska, Wydział Geoinżynierii, Górnictwa i Geologii, ul. Stanisława Wyspiańskiego 27, 50-370 Wrocław

<sup>2</sup> Emeryt

\* Kazimierz Bęcek, [kazimierz.becek@pwr.edu.pl](mailto:kazimierz.becek@pwr.edu.pl)

**Słowa kluczowe:** Układ współrzędnych płaskich, odwzorowanie kartograficzne, GDBD2009, Timbalai 1948, geocentryczny układ odniesienia

Wystąpienie dotyczy problematyki implementacji geocentrycznych układów odniesienia na poziomie krajowym, na przykładzie wdrożenia Geocentric Datum of Brunei Darussalam 2009 (GDBD2009). Punktem wyjścia jest krytyczna analiza artykułu opublikowanego w *Coordinates*, w którym przedstawiono proces zastąpienia lokalnego układu Timbalai 1948 nowoczesnym układem geocentrycznym.

Zmiana układu odniesienia stanowi jeden z kluczowych elementów modernizacji infrastruktury danych przestrzennych i jest ściśle związana z dynamicznym rozwojem technologii GNSS. W ostatnich dekadach obserwuje się globalny trend przechodzenia z lokalnych układów odniesienia na układy geocentryczne, wspierany przez organizacje międzynarodowe, takie jak FIG, IHO czy ICAO. Jak wskazano w analizowanym artykule, do 2011 roku ponad 80 państw przyjęło tego typu rozwiązania. W tym kontekście decyzja Brunei o wdrożeniu GDBD2009 jest w pełni uzasadniona i wpisuje się w proces globalnej integracji danych geoprzestrzennych.

Jednocześnie implementacja ta ujawnia szereg problemów natury kartograficznej i metodologicznej. Kluczowym zagadnieniem jest wybór odwzorowania kartograficznego. Pomimo zmiany układu odniesienia, w Brunei zachowano odwzorowanie Rectified Skew Orthomorphic (RSO), zaprojektowane historycznie dla większego i wydłużonego obszaru północnego Borneo. Analiza przedstawiona w artykule, poparta materiałem ilustracyjnym (rys. 1–2 w [1]), wskazuje, że obecne terytorium Brunei ma kształt zbliżony do koła, a centralna linia odwzorowania RSO nie przebiega przez jego obszar. W efekcie prowadzi to do nieoptymalnego rozkładu zniekształceń, ponieważ skala odwzorowania jest najworniejsza wzdłuż tej linii.

W pracy podkreślono, że bardziej adekwatnym rozwiązaniem byłoby zastosowanie odwzorowań typu poprzecznego Mercatora, w szczególności systemu UTM, który jest zgodny z praktyką GNSS i szeroko stosowany w nowoczesnych systemach geoinformacyjnych. Problem ten ilustruje szersze zagadnienie niedostosowania elementów systemu odniesienia przestrzennego do rzeczywistej geometrii i potrzeb użytkowników.

Kolejnym istotnym aspektem jest niespójność terminologiczna dotycząca nazwy historycznego układu odniesienia. Autorzy zwracają uwagę, że stosowanie alternatywnej nazwy „Borneo Triangulation 1948” zamiast utrwalonej „Timbalai 1948” może prowadzić do nieporozumień w środowisku geodezyjnym oraz w systemach informatycznych, gdzie nazewnictwo odgrywa kluczową rolę w interoperacyjności danych.

Wnioski płynące z analizy mają charakter ogólny i wykraczają poza omawiany przypadek. Transformacja do układów geocentrycznych, choć konieczna, nie powinna być ograniczona do zmiany samego układu odniesienia, lecz powinna obejmować spójny dobór wszystkich elementów systemu odniesienia, w tym odwzorowań kartograficznych i standardów terminologicznych. Przypadek Brunei pokazuje, że brak takiej spójności może prowadzić do ograniczenia potencjalnych korzyści wynikających z wdrożenia nowoczesnych technologii geoprzestrzennych.

Prezentowane wystąpienie wpisuje się w tematykę Akademii Kartografii i Geoinformatyki, odnosząc się do wyzwań związanych z implementacją globalnych standardów, integracją danych przestrzennych oraz rolą kartografii w zapewnieniu jakości i wiarygodności informacji geoprzestrzennej w dobie dynamicznego rozwoju technologii.

[1] Bęcek K., Łyszkowicz A., 2012. *The realization of [the] geocentric datum for Brunei Darussalam 2009*”, *Coordinates*, Mar. 2012, <https://mycoordinates.org/the-realization-of-the-geocentric-datum-for-brunei-darussalam-2009/>.

# Identyfikacja złożeń rud miedzi w Systemach Informacji Geograficznej

## *Identification of copper ore deposits in Geographic Information Systems*

Paulina Bidzińska<sup>1\*</sup>, Adam Górecki<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Katedra Geodezji i Geoinformatyki, Wydział Geoinżynierii, Górnicztwa i Geologii, Politechnika Wroclawska, Wybrzeże Wyspiańskiego 27, 50-370 Wrocław

\* autor do korespondencji: e-mail: [paulina.bidzinska@pwr.edu.pl](mailto:paulina.bidzinska@pwr.edu.pl)

**Słowa kluczowe:** rudy miedzi, geologia poszukiwawcza, GIS, geomorfologia, model złożeń

Współczesna geologia poszukiwawcza coraz częściej wykorzystuje zaawansowane narzędzia analizy danych przestrzennych, umożliwiające integrację informacji pochodzących z wielu źródeł oraz wspomagające proces identyfikacji potencjalnych obszarów występowania surowców mineralnych. Szczególne znaczenie w tym zakresie odgrywają Systemy Informacji Geograficznej (GIS), pozwalające na analizę, wizualizację i interpretację danych geologicznych oraz środowiskowych w ujęciu przestrzennym. Praca przedstawia metodologię badań poświęconych wykorzystaniu narzędzi GIS w identyfikacji potencjalnych stref występowania rud miedzi.

Celem pracy jest opracowanie kompleksowej metodologii umożliwiającej integrację różnorodnych danych geologicznych i środowiskowych oraz ocenę potencjału mineralizacyjnego wybranych obszarów badawczych. Praca zakłada wykorzystanie danych kartograficznych, modeli wysokościowego terenu, informacji litologicznych i tektonicznych dostępnych w zasobach przedsiębiorstwa wydobywczego oraz w krajowych bazach danych. Szczególną uwagę poświęcono możliwościom wykorzystania GIS do określenia zależności pomiędzy występowaniem mineralizacji miedziowej a cechami środowiska geologicznego i geomorfologicznego.

Metodologia badań obejmuje kilka etapów. Pierwszy etap dotyczy pozyskania, standaryzacji i przygotowania danych przestrzennych do analiz w środowisku GIS. Następnie utworzenie bazy danych przestrzennych integrującej informacje geologiczne i geomorfologiczne. Kolejnym etapem będzie przeprowadzenie analizy relacji między warstwami informacyjnymi i klasyfikacja obszarów o najwyższym prawdopodobieństwie występowania rud miedzi.

Istotnym elementem planowanych badań będzie analiza zależności pomiędzy występowaniem złóż a wybranymi strukturami tektonicznymi, typami litologicznymi oraz geomorfologią terenu. Zakłada się, że integracja danych pochodzących z różnych źródeł pozwoli na stworzenie modelu wspomagającego identyfikację obszarów perspektywicznych oraz ograniczenie niepewności związanej z interpretacją danych geologicznych.

Prezentowana praca ma charakter metodologiczny i stanowi etap przygotowawczy do dalszych analiz badawczych. Zakłada się, że zastosowanie systemów GIS może znacząco zwiększyć efektywność procesów poszukiwawczych poprzez ograniczenie kosztów badań terenowych, usprawnienie interpretacji danych oraz lepsze wskazanie obszarów o podwyższonym potencjale mineralizacyjnym. Wyniki planowanych badań mogą znaleźć zastosowanie zarówno w geologii poszukiwawczej, jak i w szeroko rozumianym zarządzaniu zasobami surowców mineralnych.

[1] Carranza, E.J.M., 2009, *Geochemical anomaly and mineral prospectivity mapping in GIS. Handbook of Exploration and Environmental Geochemistry*, t. 11. Elsevier, s. 351

[2] Piestrzyński A., Gądek A. 2015. *O potrzebie geologicznego modelowania złóż. Szkoła Eksploatacji Podziemnej 2015, Kraków, Materiały konferencyjne*

[3] Sosnowski P., Kuchenbecker-Gacka J., Galica D. 2020. *Atuty wdrożenia cyfrowego modelu złożeń w aspekcie rozpoznania budowy geologicznej i harmonogramowania produkcji na przykładzie złoża Knurów. Szkoła Eksploatacji Podziemnej 2020, Kraków, Materiały konferencyjne*

[4] Wang Z. i in. 2016. Wang, Z., Qu, H., Wu, Z., Yang, H., & Du, Q. 2016. *Formal representation of 3D structural geological models, Computers & Geosciences* 90, s. 10–23

[5] Wasilewska-Błaszczak M., Twardowski M., Mucha J., Kaczmarek W. 2017. *Model litologiczny 3D przy zastosowaniu technik interpolacyjnych i symulacji geostatystycznej na przykładzie złoża Cu-Ag LGOM, Biuletyn Państwowego Instytutu Geologicznego*, 468, s. 237–246

# Implementacja elementów wielorozdzielczej bazy danych na potrzeby usług przeglądania

## *Implementation of multi-resolution database concepts for web map viewing services*

Bartłomiej Bielawski<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Politechnika Warszawska, Plac Politechniki 1, 00-661 Warszawa

\* autor do korespondencji: [bartlomiej.bielawski@pw.edu.pl](mailto:bartlomiej.bielawski@pw.edu.pl)

**Słowa kluczowe:** BRDB, Geoportal, PZGiK, KIIP, WMS, WMTS

Koncepcja wielorozdzielczej/wielorozdzielczej bazy danych obecna jest w literaturze co najmniej od połowy lat 80-tych XX wieku [1]. W Polsce, relatywnie dużym zainteresowaniem temat cieszył się u schyłku pierwszej dekady XXI wieku [2], [3],[4], [5]. Pełna koncepcja MRDB nie została wdrożona w specyfikacjach danych KIIP, ale w obrębie aktualnych modeli można zidentyfikować elementy MRDB w specyfikacji BDOT10K w postaci budynków i zabudowy oraz jezdnii i dróg. Wydaje się, że koncepcja MRDB jest już na tyle dojrzała, aby można ją było w pełni zaimplementować do krajowych specyfikacji danych KIIP. Zrealizowany przez autora projekt wykorzystuje elementy MRDB i może stanowić inspirację do dalszych prac koncepcyjnych.

Elementy MRDB zaimplementowano w mechanizmie publikacji danych WMS/WMTS dla serwisu Geoportal.gov.pl. Zastosowana koncepcja zakłada istnienie w tych samych tabelach (widokach zmaterializowanych) obiektów przestrzennych o różnych rozdzielczościach geometrii wykorzystywanych dla różnych skal wyświetlania. Wybór obiektów określonej rozdzielczości do wyświetlania w danej skali realizowany jest na etapie wizualizacji danych w oprogramowaniu GIS.

Ważnym elementem projektu jest propozycja uniwersalnego wskaźnika wspierającego proces generalizacji danych przestrzennych na potrzeby usług przeglądania. Zakłada on dostosowanie poziomu szczegółowości geometrii do możliwości percepcyjnych wynikających z rozdzielczości ekranu, tak aby ilość prezentowanych informacji była adekwatna do skali wizualizacji.

Referat będzie prezentował najważniejsze elementy koncepcji oraz przykłady praktycznej implementacji koncepcji MRDB do celu przygotowania wizualizacji kartograficznej danych BDOT10k i BDOO.

[1] Jones, C.B., Abraham, I.M. (1986). *Design Considerations for a Scale-Independent Cartographic Database*. In: *Proceedings of the 2nd International Symposium on Spatial Data Handling, Seattle*, pp. 384–398.

[2] Bac-Bronowicz J., Głażewski A., Kowalski P. 2008 *Wybrane problemy wizualizacji w skali 1:50 000 treści Wielorozdzielczej Bazy Danych Topograficznych*, ROCZNIKI GEOMATYKI tom VI, Zeszyt 5

[2] Gotlib D., 2005 *Bazy referencyjne danych przestrzennych w Polsce jako bazy wieloskalowe - cele, możliwości, technologie* ROCZNIKI GEOMATYKI tom III, Zeszyt 2

[4] Gotlib D. 2009 *Wybrane aspekty modelowania wielorozdzielczych i wieloreprezentacyjnych baz danych topograficznych*, GEOMATICS AND ENVIRONMENTAL ENGINEERING Volume 3 • Number 1/1

[5] Gotlib D., Olszewski R.: 2005 *Procesy generalizacji w ramach systemu informacji topograficznej – zarys koncepcji*. [w:] Makowski A. (red.), *System informacji topograficznej kraju – teoretyczne i metodyczne opracowanie koncepcyjne*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa.

# Projekt Smart Geoportal

## Smart Geoportal Project

Bartłomiej Bielawski<sup>1</sup>\*, Kacper Szyndlarewicz<sup>1</sup>, Patryk Kowalewski<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Główny Urząd Geodezji i Kartografii

\* autor do korespondencji: [bartlomiej.bielawski@gugik.gov.pl](mailto:bartlomiej.bielawski@gugik.gov.pl)

**Słowa kluczowe:** geoportal, CAPAP, UMM, PZGiK, AI, e-usługi, PZGiK

Projekt Smart Geoportal ma na celu zapewnienie nowoczesnych narzędzi do prezentacji, analizy, przetwarzania i udostępniania dwu- i trójwymiarowych danych przestrzennych poprzez rozwój zaawansowanych e-usług, w tym usług wykorzystujących sztuczną inteligencję. W ramach projektu przewidziano również pozyskanie archiwalnych danych fotogrametrycznych Polski, takich jak zdjęcia lotnicze i ortofotomapy spoza Centralnego Zasobu Geodezyjnego i Kartograficznego, co umożliwi dalszą cyfryzację kluczowych rejestrów publicznych z wykorzystaniem SI. Istotnym elementem przedsięwzięcia będzie także podnoszenie świadomości i kompetencji użytkowników, wspierające efektywne korzystanie z nowoczesnych usług przez administrację publiczną, przedsiębiorców i obywateli.

Realizowany projekt zakłada rozwój zaawansowanych e-usług publicznych o 4 poziomie dojrzałości oraz wdrożenie modułów analitycznych wykorzystujących sztuczną inteligencję. W ramach przedsięwzięcia nastąpi również konsolidacja technologiczna systemów Geoportal, CAPAP, UMM oraz Portalu PZGiK, a także rozbudowa infrastruktury serwerowej.

Projekt będzie realizowany w sposób innowacyjny, z wykorzystaniem nowoczesnych technologii, rozwiązań opartych na sztucznej inteligencji, co pozwoli na maksymalne wykorzystanie potencjału dostępnych środków finansowych i technologicznych. Wykorzystane zostanie również dotychczasowe doświadczenie GUGiK w realizacji projektów informatycznych. Przyjęte podejście umożliwi stworzenie spójnego, wydajnego i nowoczesnego środowiska usług geoprzestrzennych, zwiększając efektywność działania administracji publicznej oraz jakość i dostępność usług dla administracji, obywateli i przedsiębiorców.

# Cyfrowe bliźniaki miast – interoperacyjne i skalowalne rozwiązania dla miast europejskich

## *Urban Digital Twins – interoperable and scalable solutions for European cities*

Paweł Bogusławski<sup>1\*</sup>, Grzegorz Bury<sup>1</sup>, Kamil Smolak<sup>1</sup>, Dominik Teodorczyk<sup>1</sup>, Natalia Wielgocka<sup>1</sup>, Stanisław Biernat<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, Instytut Geodezji i Geoinformatyki, ul. Grunwaldzka 53, 50-357 Wrocław

<sup>2</sup> infoSolutions Sp. z o.o., pl. Strzelecki 20, 50-224 Wrocław

\* autor do korespondencji: [pawel.boguslawski@upwr.edu.pl](mailto:pawel.boguslawski@upwr.edu.pl)

**Słowa kluczowe:** cyfrowe bliźniaki, modele 3D, modele miast, AI

W dobie rosnącej urbanizacji, która stawia wyzwania w procesie zarządzania miejskiego, cyfrowe bliźniaki miejskie (ang. urban digital twins) stają się kluczowym elementem strategii rozwoju inteligentnych miast. Są one sercem zintegrowanych platform, które replikują rzeczywiste obiekty miejskie w wirtualnej przestrzeni, umożliwiając zaawansowane symulacje i wsparcie w podejmowaniu decyzji, co przekłada się na optymalizację procesów miejskich i poprawę jakości życia mieszkańców. Z technicznego punktu widzenia są one zaawansowanymi modelami cyfrowymi integrującymi dane przestrzenne pochodzące z wielu niezależnych źródeł. W przeciwieństwie do statycznych modeli 3D cyfrowe bliźniaki miejskie są dynamicznymi systemami analityczno-symulacyjnymi, które dwukierunkowo mapują relacje między przestrzenią fizyczną a wirtualną. W kontekście europejskim ich rozwój wpisuje się w szerszą transformację cyfrową miast, której celem jest poprawa efektywności zarządzania oraz zrównoważonego rozwoju.

Przykładami takich innowacji są platformy łączące dane urbanistyczne, środowiskowe i społeczne, które umożliwiają symulacje scenariuszy rozwoju miejskiego, od planowania przestrzennego po zarządzanie kryzysowe. Najważniejszym wyzwaniem staje się opracowanie narzędzi operujących na otwartych standardach i protokołach, co umożliwi bezproblemową wymianę danych, integrację systemów oraz replikację rozwiązań w różnych miastach europejskich. W projekcie DigiTwins4PEDs<sup>1</sup> cyfrowe bliźniaki miejskie są wykorzystywane do ustanowienia dzielnic o dodatnim bilansie energetycznym oraz partycypacji społecznej, gdzie mieszkańcy, jednostki samorządu i inni kluczowi interesariusze mają możliwość współtworzenia i testowania wirtualnych środowisk symulacyjnych odwzorowujących funkcjonowanie dzielnic miejskich. FlexPED<sup>2</sup> natomiast skupia się na ulepszaniu energetycznym i zarządzaniu danymi z wykorzystaniem symulacji agentowych opartych na metodach sztucznej inteligencji. Odmiennie zagadnienia są poruszane w projekcie Twin-Waters<sup>3</sup>, który koncentruje się na cyfrowych bliźniakach jako narzędziach do zrównoważonego zarządzania zasobami wodnymi w kontekście zmian klimatycznych i warunków środowiskowych. Przykłady te pokazują różnorodność zastosowań cyfrowych bliźniaków miejskich w dziedzinach takich jak transformacja energetyczna dzielnic poprzez tzw. Living Labs, czyli miejskie żywe laboratoria angażujące mieszkańców i interesariuszy, symulacje agentowe oparte na sztucznej inteligencji lub zrównoważone zarządzanie wodami w warunkach zmian klimatycznych. Jednocześnie należy pamiętać, że różne zastosowania wymagają odmiennego podejścia do modelowania danych oraz zastosowania narzędzi analitycznych, które nie zawsze są kompatybilne. Kluczowe dla ich efektywnego wdrażania jest opracowanie ram interoperacyjności, które umożliwią ponowne wykorzystanie cyfrowego bliźniaka w różnych aplikacjach oraz standaryzację metod wymiany danych pomiędzy różnymi platformami, a także pomiędzy poszczególnymi elementami składowymi samego bliźniaka.

Pomimo obiecujących rezultatów projektów pilotażowych, integracja cyfrowych bliźniaków miejskich wymaga kompleksowego uwzględnienia aspektów technicznych (np. interoperacyjności heterogenicznych źródeł danych), prawnych (związanych z ochroną prywatności i zgodnością regulacyjną w różnych krajach), środowiskowych, społecznych (dotyczących akceptacji obywatelskiej) oraz ekonomicznych (obejmujących koszty wdrożenia i długoterminowe utrzymanie). Uwzględnienie tych czynników stanowi warunek konieczny dla skalowalności i szerokiego wdrożenia cyfrowych bliźniaków w europejskich miastach. Skalowalność odnosi się zarówno do możliwości rozbudowy systemu o nowe funkcjonalności dostosowane do specyficznych potrzeb miast, jak i do jego adaptacji do różnych uwarunkowań prawnych i administracyjnych.

---

<sup>1</sup> [digitwins4peds.eu](http://digitwins4peds.eu)

<sup>2</sup> [flexped.eu](http://flexped.eu)

<sup>3</sup> [twinwaters.se](http://twinwaters.se)

# Poprawa pokrycia batymetrycznego z wykorzystaniem aktywnie orientowanego sonaru jednowiązkowego

## *Improving Bathymetric Coverage through Active Orientation of a Single-Beam Sonar*

Jakub Chmielewski<sup>1\*</sup>, Radosław Zimroz<sup>1</sup>, Jarosław Szrek<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Wydział Geoinżynierii, Górnictwa i Geologii, Politechnika Wroclawska, Na Grobli 15, 50-421 Wrocław

<sup>2</sup> Wydział Mechaniczny, Politechnika Wroclawska, Łukasiewicza 5/7, 50-370 Wrocław

\* autor do korespondencji, jakub.chmielewski@pwr.edu.pl

**Słowa kluczowe:** batymetria, sonar, symulacja, bezzałogowa jednostka pływająca, akwizycja danych przestrzennych

Wiele zbiorników wodnych, w szczególności zalane wyrobiska poeksploatacyjne, wymaga okresowych inspekcji batymetrycznych realizowanych najczęściej z wykorzystaniem bezzałogowych jednostek pływających wyposażonych w sonary. W klasycznym podejściu wykorzystywany jest jednowiązkowy sonar skierowany pionowo w dół. Taka konfiguracja układu sensorycznego wymaga wielokrotnego pokrywania akwenu trajektoriami równoległymi, co przy ograniczonej prędkości jednostki prowadzi do nierównomiernego pokrycia dna oraz pozostawiania rozległych obszarów nieobjętych pomiarem. Dodatkowym ograniczeniem jest utrudniony pomiar stromych skarp przybrzeżnych, których geometria pozostaje słabo obserwowalna dla pionowo zorientowanej wiązki akustycznej.

W pracy przedstawiono metodologię poprawy pokrycia batymetrycznego opartą na aktywnej orientacji sonaru jednowiązkowego z wykorzystaniem głowicy o dwóch stopniach swobody. Zaproponowane podejście umożliwia realizację programowanego skanowania przestrzeni bez konieczności przemieszczania jednostki pływającej, dzięki czemu pojedyncza pozycja USV (Unmanned Surface Vehicle - bezzałogowa jednostka pływająca) pozwala na akwizycję pomiarów w szerokim zakresie kątowym. Deterministyczny ruch głowicy zapewnia równomierne i powtarzalne pokrycie dna, natomiast możliwość zmiany kąta pochylenia sonaru umożliwia pomiar skarp w kierunku zbliżonym do normalnego względem ich powierzchni, zwiększając kompletność danych batymetrycznych.

Proponowaną metodę zweryfikowano w środowisku symulacyjnym poprzez porównanie z klasyczną strategią pomiarową przy identycznym budżecie czasowym. Uzyskane wyniki wskazują na znaczącą poprawę pokrycia batymetrycznego, szczególnie dla rozległych zbiorników po eksploatacji odkrywkowej lub spod lustra wody i ograniczonego czasu akwizycji danych, osiągającą w analizowanych przypadkach wzrost nawet z 24% do 92%. Otrzymane rezultaty sugerują, że aktywnie orientowany sonar jednowiązkowy może stanowić efektywne rozwiązanie wspomagające batymetryczne pomiary zbiorników wodnych realizowane z wykorzystaniem małych jednostek autonomicznych.

# Metodologia automatycznej segmentacji i poprawiania jakości powierzchni chmur punktów podziemnych wyrobisk górniczych

## *Methodology for automatic segmentation and quality improvement of point clouds in underground mine excavations*

Przemysław Dąbek<sup>1\*</sup>, Jacek Wodecki<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Wydział Geoinżynierii, Górnictwa i Geologii, Politechnika Wroclawska, ul. Na Grobli 15, Wrocław, 50-421, Dolnośląskie, Polska

\* autor do korespondencji, [przemyslaw.dabek@pwr.edu.pl](mailto:przemyslaw.dabek@pwr.edu.pl)

**Słowa kluczowe:** skanowanie laserowe, przetwarzanie chmur punktów, regularyzacja chmur punktów, modelowanie danych geometrycznych

Technologie skanowania laserowego, w tym naziemne skanowanie laserowe (TLS) i mobilne systemy mapowania (MMS), stały się niezbędne do uchwycenia złożonej geometrii podziemnych wyrobisk górniczych. Powstałe z ich wykorzystaniem surowe chmury punktów często charakteryzują się szumem pomiarowym, nierównomierną gęstością próbkowania oraz znacznymi nieciągłościami spowodowanymi okluzją i przeszkodami środowiskowymi. Co więcej, te zbiory danych często zawierają nieistotne obiekty wewnętrzne, takie jak kable energetyczne, rury, maszyny i personel, które przesłaniają rzeczywistą morfologię ścian tunelu, bądź wprowadzają niepotrzebną złożoność obliczeniową w docelowych zastosowaniach. Rozwiązanie równie złożonego problemu wymaga wieloetapowego przetwarzania, a popularne rozwiązania nieciągłości danych w modelach geometrycznych nie sprawdzają się w przypadku skomplikowanych, nieregularnych kształtów.

Autorzy proponują zautomatyzowaną metodologię regularyzacji i poprawy jakości wielkoskalowych chmur punktów górniczych. Proces pracy rozpoczyna się od szkieletyzacji i ekstrakcji trajektorii, wykorzystującego generowanie kształtu alfa do zdefiniowania objętości granicznej, a następnie transformację osi środkowej opartą na wokselach w celu wyodrębnienia precyzyjnej trajektorii 3D. Trajektorii ta stanowi podstawę opartej na topologii automatycznej segmentacji, opartej o analizę sąsiadujących wokseli, umożliwiając podział złożonej sieci na łatwiejsze w przetwarzaniu odcinki proste i skrzyżowania [1]. Każdy segment przechodzi wieloetapową procedurę, w ramach której konstruowane i udoskonalane są przekroje ortogonalne względem trajektorii. Na potrzeby uproszczenia analizy, okoliczne punkty są rzutowane na otrzymaną płaszczyznę celem uzyskania reprezentacji 2D. Kluczowe etapy przetwarzania obejmują automatyczne obliczanie granic w celu usunięcia artefaktów wewnętrznych, łatanie dziur za pomocą zmodyfikowanej interpolacji Akima Cubic Hermite w układzie współrzędnych biegunowych oraz iteracyjne próbkowanie podłużne i obwodowe w celu zapewnienia możliwie równomiernego rozkładu punktów [2].

Metodologię zweryfikowano na podstawie rzeczywistych danych z głębokich podziemnych kopalni miedzi oraz złożonych syntetycznych zestawów danych. Wyniki wskazują, że algorytm skutecznie generuje szczelne, modele o równomiernej gęstości punktów i wysokiej dokładności geometrycznej, utrzymując medianę odchylenia od powierzchni pierwotnych mniejszą niż 5 cm przy siatkach o generowanych na podstawie rzadkiej chmury punktów (typowo uzyskiwanej z mobilnych skanów) oraz poniżej 1 cm dla surowej chmury o gęstszym, wstępnym rozkładzie punktów (uzyskiwanych przy skanowaniu stacjonarnym). Co więcej, proces ten znacząco poprawia jakość uzyskanych siatek powierzchni, zmniejszając średnią skośność z poziomu nieużytkowego (0,98) do standardów wysokiej jakości (poniżej 0,5). Jedno z możliwych zastosowań, dla których istotne są wysokiej jakości siatki typu mesh, stanowią symulacje przepływu powietrza. Popularnie stosowane w tym przypadku uproszczone modele skupiają się na generalnym kształcie oraz trajektorii, zupełnie pomijając często znaczny wpływ lokalnej geometrii. Prezentowana metodologia przetwarzania stanowi istotny skok wydajnościowy, umożliwiając automatyczną transformację surowych danych w wysokiej jakości modele geometryczne, odpowiednie do tego typu zaawansowanej analizy przestrzennej.

[1] Dąbek, P., Wodecki, J., Wróblewski, A., & Gola, S. (2025). Processing of Large Underground Excavation System—Skeleton Based Section Segmentation for Point Cloud Regularization. *Applied Sciences*, 16(1), 313, <https://doi.org/10.3390/app16010313>

[2] Dąbek, P., Wodecki, J., Kujawa, P., Wróblewski, A., Macek, A., & Zimroz, R. (2024). 3D point cloud regularization method for uniform mesh generation of mining excavations. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 218, 324-343, <https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2024.10.024>

# **Analiza intensywności powierzchniowej miejskiej wyspy ciepła we Wrocławiu w latach 2000–2024 na podstawie danych z misji Landsat**

## ***Assessing Changes in Urban Hotspot Patterns in Wrocław Using Landsat Derived Data, LULC Analysis, and Long-Term Air Temperature Records***

Jolanta Dąbrowska<sup>1</sup>, Melika Tasan<sup>2</sup>, Karolina Kawałko<sup>1</sup>, Aleksandra Ogłaza-Walkowicz<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> Politechnika Wroclawska, Katedra Geodezji i Geoinformatyki, Wydział Geoinżynierii, Górnictwa i Geologii, Na Grobli 15, 50-421 Wrocław

<sup>2</sup> Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, Katedra Budownictwa, Wydział Inżynierii Kształtowania Środowiska i Geodezji, Pl. Grunwaldzki 24, 50-363 Wrocław

\* autor do korespondencji: [aleksandra.oglaza-walkowicz@pwr.edu.pl](mailto:aleksandra.oglaza-walkowicz@pwr.edu.pl)

**Słowa kluczowe:** miejska wyspa ciepła, teledetekcja, zielono-niebieska infrastruktura, analiza zmian pokrycia terenu

Zjawisko miejskiej wyspy ciepła stanowi jedno z kluczowych wyzwań współczesnych miast w kontekście postępującej zmiany klimatu i nasilającej się urbanizacji. Wzrost częstotliwości i intensywności fal upałów, dokumentowany zarówno w skali globalnej, jak i w Polsce, sprawia, że identyfikacja obszarów najbardziej narażonych na przegrzanie powierzchni staje się istotnym elementem zarządzania przestrzenią miejską i planowania działań adaptacyjnych. Wrocław, intensywnie rozwijające się duże miasto nizinne położone w południowo-zachodniej Polsce nad rzeką Odrą, na terenie Równiny Wrocławskiej, łączy w sobie dynamiczną ekspansję urbanistyczną i narastające wyzwania klimatyczne z rozbudowaną siecią hydrograficzną, zróżnicowanymi formami zieleni miejskiej oraz szeregiem innowacyjnych działań związanych z adaptacją miasta do zmiany klimatu, co czyni je reprezentatywnym przykładem ośrodka narażonego na zjawisko przegrzania powierzchni terenu, a zarazem dysponującego znaczącym potencjałem w zakresie jego łagodzenia.

Celem niniejszej pracy jest ocena intensywności powierzchniowej miejskiej wyspy ciepła (SUHI) we Wrocławiu z wykorzystaniem danych teledetekcyjnych pozyskanych z misji Landsat z okresu 25 lat. Analizę przeprowadzono na podstawie 59 zobrażeń satelitarnych pozyskanych w miesiącach maj–wrzesień w latach 2000–2024, co pozwoliło na uzyskanie reprezentatywnej i sezonowo spójnej charakterystyki termicznej miasta. Intensywność SUHI scharakteryzowano z zastosowaniem zestawu wskaźników opartych na różnych kryteriach analitycznych, umożliwiających wieloaspektową ocenę przestrzennego zróżnicowania termicznego miasta. Uzyskane wyniki odniesiono do przestrzennego rozmieszczenia infrastruktury niebieskiej, szarej i zielonej w obrębie miasta. Zastosowanie zróżnicowanych podejść metodycznych pozwoliło na uchwycenie zarówno bezwzględnych wartości temperatury powierzchni terenu (LST), jak i jej względnych anomalii w stosunku do tła termicznego miasta.

W badaniach wykazano istotny efekt chłodzący lasów miejskich, rzek oraz zielonych terenów nadrzecznych (Odry, Widawy, Bystrzyca), które tworzą wyraźne obszary obniżonej temperatury powierzchni na tle silnie zurbanizowanego otoczenia. Gęsta sieć rzeczna miasta oraz kompleksy leśne okazały się kluczowymi elementami błękitnej i zielonej infrastruktury łagodzącej skutki urbanizacji i zmiany klimatu. Najbardziej niekorzystne wartości analizowanych wskaźników intensywności SUHI stwierdzono dla terenów z dużym udziałem płaskich dachów lub parkingów, w tym głównie obszarów przemysłowych, centrów logistycznych i handlowych oraz zabudowy mieszkaniowej.

Wyniki wskazują, że charakter pokrycia terenu i właściwości fizyczne powierzchni, takie jak albedo, zdolność do pochłaniania ciepła oraz stopień uszczelnienia, są kluczowymi czynnikami kształtującymi przestrzenne wzorce termiczne w mieście. Korzystniejsze wartości wskaźników termicznych odnotowano także dla obszarów zwartej zabudowy historycznej, w których mozaika ulic, placów, budynków o zróżnicowanej skali i wysokości oraz tradycyjnych materiałów budowlanych tworzy złożoną strukturę przestrzenną sprzyjającą powstawaniu korytarzy powietrznych i stref zacienienia. Zaobserwowano przy tym wyraźną asymetrię anomalii termicznych, polegającą na znacznie większym natężeniu odchyleń po stronie obszarów przegrzanych niż chłodnych, co wskazuje na silniejsze i bardziej skoncentrowane oddziaływanie czynników urbanistycznych na podwyższenie temperatury powierzchni niż na jej obniżenie. Uzyskane wyniki mogą stanowić podstawę dla planowania przestrzennego i działań adaptacyjnych ukierunkowanych na ograniczenie efektu miejskiej wyspy ciepła we Wrocławiu, w szczególności poprzez ochronę i rozbudowę niebiesko-zielonej infrastruktury oraz modyfikację właściwości termicznych szarej infrastruktury miejskiej, w tym stosowanie materiałów o podwyższonym albedo i zazielenianie dachów.

# **Analiza stóp zwrotu z inwestycji w najem lokali mieszkalnych we Wrocławiu z wykorzystaniem przestrzennych badań ankietowych**

## ***Analysis of Rates of Return on Investment in Residential Rental Properties in Wrocław Using Spatial Survey Research***

Michał Dudek<sup>1\*</sup>, Agata Jernaś<sup>2</sup>, Matylda Zimmermann<sup>2</sup>, Konrad Colavincenzo<sup>2</sup>, Natalia Michalak<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Politechnika Wroclawska, Katedra Geodezji i Geoinformatyki, Na Grobli 15 L-1/377, 50-421 Wrocław

<sup>2</sup> Politechnika Wroclawska, Wydział Geoinżynierii, Górnictwa i Geologii, Studenckie Koło Naukowe Nieruchomości

\* autor do korespondencji: [michal.dudek@pwr.edu.pl](mailto:michal.dudek@pwr.edu.pl)

**Słowa kluczowe:** czynsz rynkowy, rynek najmu lokali mieszkalnych, opłacalność inwestycji, badania ankietowe

Celem pracy była analiza opłacalności inwestycji w najem lokali mieszkalnych we Wrocławiu z uwzględnieniem rzeczywistych stawek czynszu ponoszonych przez studentów oraz porównaniem ich z poziomem stawek ofertowych. Badanie oparto na autorskiej ankiecie przygotowanej w ArcGIS Survey123, skierowanej do studentów wrocławskich uczelni, głównie Politechniki Wrocławskiej. Kwestionariusz obejmował 21 pytań podzielonych na trzy zasadnicze bloki. Pierwszy dotyczył danych podstawowych respondentów, takich jak tryb i stopień studiów oraz aktualna sytuacja mieszkaniowa. Drugi koncentrował się na charakterystyce najmowanego lokalu: przybliżonej lokalizacji wskazywanej na mapie, typie nieruchomości, standardzie, strukturze lokalu, formie najmu oraz wysokości miesięcznego czynszu z opłatami dodatkowymi i bez nich. Trzeci blok obejmował kwestie umowne, w tym rodzaj i okres obowiązywania umowy, możliwość renegotjacji ceny, wzrost opłat, rodzaj ogrzewania oraz dostępne i brakujące udogodnienia. Taki zakres pytań pozwolił uchwycić zarówno ekonomiczne, jak i użytkowe uwarunkowania najmu, który w literaturze określany jest jednocześnie jako sposób zaspokajania potrzeb mieszkaniowych najemcy i źródło dochodu właściciela [1].

Z 266 odpowiedzi wyodrębniono 189 lokali najmowanych przez studentów, z czego 67 dotyczyło najmu całej nieruchomości, a 122 najmu pokoju lub części mieszkania. Do pogłębionej analizy czynszów wykorzystano 80 lokali po usunięciu danych odstających. Wyniki wskazały dominację mieszkań w blokach oraz największy popyt na lokale położone w rejonach dobrze skomunikowanych z uczelniami, zwłaszcza na Placu Grunwaldzkim, Ołbinie, Przedmieściu Oławskim i Szczepinie. Średni standard mieszkań oceniono jako dobry, na poziomie 4,14 w sześciostopniowej skali. Średni miesięczny czynsz bez opłat dodatkowych wyniósł 2918,80 zł, przy zbliżonych wartościach dla bloków i kamienic. Największym zainteresowaniem cieszyły się mieszkania trzypokojowe wynajmowane na pokoje, co wskazuje na znaczenie dzielenia kosztów przez studentów. Opłaty dodatkowe wynosiły średnio 822,44 zł i rosły wraz z liczbą pokoi, szczególnie w większych lokalach. Są one o ponad 100 zł wyższe w kamienicach (904,55 zł) niż w blokach (791,29 zł), co wynika prawdopodobnie z wyższych kosztów ogrzewania w starym budownictwie.

Analiza wykazała także rozbieżność między stawkami ofertowymi a faktycznie płaconymi czynszami, co potwierdza znaczenie ostrożnego korzystania z danych z portali ogłoszeniowych [2].

W pracy dokonano analizy stóp zwrotu z inwestycji w najem lokali mieszkalnych na terenie miasta Wrocław. Głównym zamierzeniem pracy było nie tylko oszacowanie opłacalności tego rodzaju inwestycji, ale również charakterystyka lokalnego rynku najmu, ze szczególnym uwzględnieniem segmentu studenckiego i sytuacji mieszkaniowej studentów. Kluczowym etapem pracy była wycena nieruchomości w podejściu porównawczym, metodą porównywania parami, co posłużyło do precyzyjnego oszacowania stóp zwrotu.

W ujęciu uśrednionym wyznaczone stopy zwrotu wyniosły: 3,86% dla mieszkań jednopokojowych, 3,56% dla dwupokojowych i 3,20% dla trzypokojowych. Otrzymane wyniki wskazują, że mimo wysokiego popytu inwestycje w najem mieszkań we Wrocławiu charakteryzują się umiarkowaną rentownością, zależną od ceny zakupu, struktury lokalu, kosztów utrzymania oraz realnego poziomu czynszu [3].

[1] Górska, A., Mazurczak, A. i Strączkowski, Ł. (2021). Lokalny rynek najmu mieszkań. Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego w Poznaniu, <https://doi.org/10.18559/978-83-8211-101-9>

[2] Stachowiak A., 2025. Raport z rynku najmu Listopad 2025.

[3] Chodyna S., Cabaj K., Buczak Ł. Encyklopedia Zarządzania – [https://mfiles.pl/pl/index.php/Stopa\\_zwrotu](https://mfiles.pl/pl/index.php/Stopa_zwrotu)

# **Propozycja odwzorowania dla Ukrainy ze stałą skalą na granicy państwa** ***Map projection proposal for Ukraine with constant scale at the state border***

Andrzej Głazewski<sup>1</sup>, Yuliia Holubinka<sup>2</sup>, Paweł Pędzich<sup>3</sup>, Mariana Yurkiv<sup>4</sup>

*1,3 Zakład Kartografii, Wydział Geodezji i Kartografii, Politechnika Warszawska*

*2,4 Wydział Kartografii i Modelowania Geoprzestrzennego, Politechnika Lwowska Uniwersytet Narodowy*

*ORCID: <sup>1</sup> 0000-0003-1884-3682, <sup>2</sup> 0000-0002-7640-4648, <sup>3</sup> 0000-0001-5292-4887, <sup>4</sup> 0000-0002-2180-5583*

*autor do korespondencji: <sup>1</sup> [andrzej.glazewski@pw.edu.pl](mailto:andrzej.glazewski@pw.edu.pl), <sup>2</sup> [yuliia.i.holubinka@lpnu.ua](mailto:yuliia.i.holubinka@lpnu.ua), <sup>3</sup> [pawel.pedzich@pw.edu.pl](mailto:pawel.pedzich@pw.edu.pl),*

*<sup>4</sup> [mariana.i.yurkiv@lpnu.ua](mailto:mariana.i.yurkiv@lpnu.ua)*

W referacie zaproponowano odwzorowanie konforemne o niewielkich zniekształceniach, według teorii Czebyszewa i zbadano jego własności w odniesieniu do obszaru Ukrainy. Kryterium to (ściśle związane z jego twierdzeniem o odwzorowaniach konforemnych) przyjmuje, że najlepsze odwzorowanie obszaru jest wtedy, gdy logarytm skali zniekształceń długości posiada najmniejszą oscylację oraz logarytm skali maksymalnej i logarytm skali minimalnej różnią się jak najmniej od logarytmu skali głównej mapy. Do wyznaczenia skali zniekształceń długości oraz funkcji odwzorowawczych zastosowano metody aproksymacyjne. Stosując metodę najmniejszych kwadratów wyznaczono współczynniki liczbowe wielomianów harmonicznych. Przygotowano także wizualizacje rozkładu zniekształceń liniowych przy aproksymacji funkcji odwzorowawczych wielomianami różnego stopnia.

Dokonano przeglądu badań, m.in. Wykorzystując prace (Balcerzak, Pędzich 1999) oraz (Pędzich 1999), w których opisano podobne rozwiązanie, polegające na aproksymacji szeregami potęgowymi funkcji zmiennej zespolonej odwzorowania spełniającego kryterium Czebyszewa. Przeanalizowano tam różne wersje tego odwzorowania, m.in. odwzorowanie symetryczne i niesymetryczne względem południka osiowego oraz odwzorowania, w których brzeg obszaru Polski przedstawiono w postaci koła geodezyjnego oraz linii łamanej.

Istotnym etapem opracowanej metody jest pozyskanie współrzędnych brzegowych obszaru, dla którego opracowuje się odwzorowanie oraz uproszczenie konturu. W tym przypadku są to punkty leżące na granicy państwowej Ukrainy, gdzie skala ma mieć wartość stałą. Nowatorstwo pracy polega nie tylko na zastosowaniu tego kryterium w odwzorowaniu obszaru Ukrainy, ale też na zastosowaniu daleko posuniętej automatyzacji w obliczeniach i wizualizacji wyników.

# Mapy i geowizualizacje w oczach użytkowników: badania empiryczne jako wgląd w możliwości poznawcze i preferencje użytkowników opracowań kartograficznych

## *Maps and geovisualizations in the eyes of users: empirical studies as insight into the cognitive capabilities and preferences of users*

Izabela Gołębiowska\*

Zakład Kartografii, Katedra Geoinformatyki, Kartografii i Teledetekcji, Wydział Geografii i Studiów Regionalnych, Uniwersytet Warszawski, ul. Krakowskie Przedmieście 30, 00-927 Warszawa

\* autor do korespondencji [i.golebiowska@uw.edu.pl](mailto:i.golebiowska@uw.edu.pl)

**Słowa kluczowe:** użytkownik mapy, badania empiryczne, eye tracking, mapy tematyczne, geowizualizacja

W referacie przedstawione zostanie wyniki serii badań empirycznych z udziałem użytkowników map i geowizualizacji kartograficznych realizowanych w Zakładzie Kartografii Uniwersytetu Warszawskiego. Badania prowadzone były w ramach różnych projektów naukowych, miały jednak zbieżne cele: ocena użyteczności rozwiązań redakcyjnych map i geowizualizacji. Badania obejmowały szeroki zakres rodzajów map: od statycznych map tematycznych (kartogramy [1], kartodiagramy [2], izolinie, mapy cieplne – heatmap [3]) po interaktywne narzędzia wieloelementowe (ang. *geodashboards*) [4]. Badane problemy redakcyjne dotyczyły różnych etapów opracowania map: porównania różnych metod prezentacji kartograficznej, ocenę wybranej – mniej ugruntowanej w teorii kartograficznej [5, 6] – metody czy dobór graficznych środków wyrazu [7].

Pomimo zróżnicowanej grupy badawczej w kolejnych projektach: od uczniów szkół średnich przez doświadczonych geografów i kartografów po historyków, możliwe było wskazanie ogólnych wniosków dotyczących przydatności wykorzystania obiektywnych i subiektywnych wskaźników użyteczności, łączenia ich z metodą okulografii (*eye tracking*) w badaniach kartograficznych i formułowaniu zaleceń dla redaktorów map i geowizualizacji. W każdym badaniu także pokazane zostały zalety łączenia różnych metod zbierania danych empirycznych dla uzyskania odpowiedzi na podstawione pytania badawcze. Każda metoda bowiem, czy to wskaźniki użyteczności obiektywne (poprawność, czas odpowiedzi) lub subiektywne (preferencje, ocena użytkownika), czy metoda okulografii, dostarczają innej perspektywy na badane problemy.

Praca finansowana ze środków Narodowego Centrum Nauki w ramach projektów „Ewaluacja metod prezentacji kartograficznej w kontekście percepcji mapy i efektywności przekazu informacji”, numer projektu UMO-2016/23/B/HS6/03846; „Optymalizacja redakcji legendy mapy jako elementu narzędzi geowizualizacji w kontekście efektywności i strategii pozyskiwania informacji” numer projektu UMO-2018/31/D/HS6/02770, a także ze środków Norwegian Science Council, Role w ramach projektu „Usability evaluation of a tool for visualizing vulnerability to natural disasters in Norway”.

[1] Karsznia I., Gołębiowska I.M., Korycka-Skorupa J., Nowacki T. 2021. Searching for an Optimal Hexagonal Shaped Enumeration Unit Size for Effective Spatial Pattern Recognition in Choropleth Maps. *ISPRS International Journal of Geo-Information* 10(9), 576; DOI: 10.3390/ijgi10090576

[2] Słomska-Przech K., Gołębiowska I., 2021. Do Different Map Types Support Map Reading Equally? Comparing Choropleth, Graduated Symbols, and Isoline Maps for Map Use Tasks, *ISPRS International Journal of Geo-Information* 10(2), 69; DOI: 10.3390/ijgi10020069

[3] Słomska-Przech K., Panecki T., Pokojski W., T., 2021, Heat Maps: Perfect Maps for Quick Reading? Comparing Usability of Heat Maps with Different Levels of Generalization. *SPRS Int. J. Geo-Inf.* 2021, 10(8), 562; <https://doi.org/10.3390/ijgi10080562>

[4] Gołębiowska I., Opach T., Çöltekin A., Korycka-Skorupa J. Rød J.K., 2023. Legends of the dashboard: an empirical evaluation of split and joint layout designs for geovisual analytics interfaces, *International Journal of Digital Earth*, 16(1), 1395-1417, <https://doi.org/10.1080/17538947.2023.2197262>

[5] Pokojski W., Panecki T., Słomska-Przech K., 2021, Cartographic visualization of density: exploring the opportunities and constraints of Heat Maps. *Polish Cartographical Review*, 53(1), DOI: 10.2478/pcr-2021-0003

[6] Korycka-Skorupa J., Gołębiowska I., 2020. Numbers on Thematic Maps: Helpful Simplicity or Too Raw to Be Useful for Map Reading? *ISPRS International Journal of Geo-Information* 9(7), 415; DOI: 10.3390/ijgi9040230

[7] Golebiowska, I., Coltekin, A., 2022. Rainbow Dash: Intuitiveness, interpretability and memorability of the rainbow color scheme in visualization. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 28(7), DOI: 10.1109/TVCG.2020.3035823

# Mapy dla pojazdów autonomicznych – implikacje dla teorii i praktyki kartograficznej

## *Maps for Autonomous Vehicles – Implications for Cartographic Theory and Practice*

Gotlib Dariusz<sup>1\*</sup>, Georg Gartner<sup>2</sup>, Krzysztof Miksa<sup>3</sup>

<sup>1</sup> *Warsaw University of Technology, Faculty of Geodesy and Cartography, [dariusz.gotlib@pw.edu.pl](mailto:dariusz.gotlib@pw.edu.pl)*

<sup>2</sup> *Vienna University of Technology, Department of Geodesy and Geoinformation, [georg.gartner@tuwien.ac.at](mailto:georg.gartner@tuwien.ac.at)*

<sup>3</sup> *Stellantis, Mapping & (Geo)Localisation Department, [krzys.miksa@gmail.com](mailto:krzys.miksa@gmail.com)*

\* autor do korespondencji: [dariusz.gotlib@pw.edu.pl](mailto:dariusz.gotlib@pw.edu.pl)

**Słowa kluczowe:** HD Maps, high definition map, autonomous driving, cartography development, cartographic theory, map definition

Mapy wysokiej rozdzielczości (HD - High Definition Maps) stały się fundamentem technologii pojazdów autonomicznych (AV), umożliwiając precyzyjną lokalizację, postrzeganie otoczenia i podejmowanie decyzji przez oprogramowanie sterujące samochodem. Pomimo ich rosnącego znaczenia w branży motoryzacyjnej i geoprzestrzennej, mapy HD pozostają niedostatecznie zbadane w dziedzinie kartografii. Istnieje wiele badań i publikacji dotyczących map HD, ale tylko nieliczne z nich bezpośrednio poruszają kwestię ich powiązań z kartografią. Niniejszy referat analizuje pochodzenie, cechy techniczne i ramy koncepcyjne map HD, opierając się zarówno na ugruntowanej literaturze, jak i własnych refleksjach koncepcyjnych autorów. Wyniki przedstawionych wskazują, że należy rozważyć rozszerzenie tradycyjnych definicji kartograficznych, aby objąć traktować mapy HD jako dynamiczne, zorientowane na maszyny infrastruktury. Traktując mapy HD jako ważny element rozwoju kartografii, autorzy zwracają uwagę zarówno na potrzebę szerszego zastosowania w ich tworzeniu teorii kartograficznej, jak i potencjalny wkład kartografów w dalszy rozwój map HD.

Zdaniem autorów przyszłość kartografii będzie zależała nie tylko od estetyki projektowania graficznego oraz badań nad ludzkim postrzeganiem map, ale także od zrozumienia tego, w jaki sposób maszyny interpretują i reagują na kartograficzne reprezentacje przestrzenne. Mapa staje się interfejsem między systemami poznawczymi – ludzkimi i sztucznymi – i dzięki temu zachowuje swoją kluczową rolę jako uniwersalne medium służące zrozumieniu przestrzeni w XXI wieku.

Referat bazuje na wystąpieniu w czasie Międzynarodowej Konferencji Kartograficznej w Vancouver [1] oraz opublikowanym w ślad za tym w 2026 roku artykule naukowym tego samego zespołu autorów [2].

[1] Gotlib D., Gartner G., Miksa K. 2025. *The Impact of HD Maps for Autonomous Vehicles on the Evolution of Cartography, Abstracts of the International Cartographic Association 10: 1–2.*, <https://doi.org/10.5194/ica-abs-10-93-2025>.

[2] Gotlib D., Gartner G., Miksa K. 2026. *HD Maps for Autonomous Vehicles: Implications for Cartographic Theory and Practice, ISPRS International Journal of Geo-Information, 15:2.*, <https://doi.org/10.3390/ijgi15020068>

**Modernizacja EGiB z zastosowaniem zdjęć UAV i uczenia maszynowego:  
podejście hybrydowe do klasyfikacji funkcjonalnej**  
*Modernization of the Land and Building Register using UAV imagery and machine  
learning: a hybrid approach to functional classification*

Robert Gradka <sup>1</sup>, Izabela Piech <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Wydział Geoinżynierii, Górnictwa i Geologii, Politechnika Wroclawska, Wybrzeże Stanisława Wyspiańskiego 27, 50-370 Wrocław, Polska

<sup>2</sup> Uniwersytet Rolniczy im. Hugona Kollątaja w Krakowie, Katedra Geodezji Rolnej, Katastru i Fotogrametrii, al. Mickiewicza 21, 31-120 Kraków, Polska

Modernizacja Ewidencji Gruntów i Budynków (EGiB) wymaga efektywnych metod pozyskiwania i aktualizacji danych przestrzennych, szczególnie w obszarach o zróżnicowanej strukturze użytkowania terenu. W pracy przedstawiono podejście hybrydowe do klasyfikacji funkcjonalnej obiektów, integrujące dane z bezałogowych statków powietrznych (UAV) z algorytmami uczenia maszynowego oraz weryfikacją ekspercką. Celem badań było porównanie skuteczności trzech podejść: interpretacji manualnej, automatycznej detekcji opartej na modelu AI oraz rozwiązania hybrydowego. Analizy przeprowadzono dla obszaru o powierzchni 1,12 km<sup>2</sup> w gminie Szkie 30 (woj. świętokrzyskie), obejmującego zabudowę rozproszoną, tereny rolne oraz infrastrukturę komunikacyjną. Wykorzystano wysokorozdzielcze ortofotomapy UAV (GSD 3,1 cm) oraz model detekcji obiektów YOLOv8 do automatycznej ekstrakcji obrysów budynków. Następnie przeprowadzono klasyfikację funkcjonalną oraz walidację wyników przez eksperta. Uzyskane rezultaty wskazują, że podejście hybrydowe osiąga najwyższą dokładność klasyfikacji funkcjonalnej (0,89) przy jednoczesnym zachowaniu wysokiej skuteczności detekcji obiektów (F1 = 0,92). W porównaniu z metodą manualną pozwala ono na znaczną redukcję czasu opracowania (o około 65%), przy zachowaniu porównywalnej jakości danych. Metoda oparta wyłącznie na uczeniu maszynowym, mimo wysokiej skuteczności lokalizacji obiektów, wykazuje ograniczenia w zakresie poprawnej klasyfikacji funkcji. Przedstawione podejście hybrydowe stanowi efektywne rozwiązanie wspierające proces modernizacji EGiB, umożliwiając integrację szybkości przetwarzania danych z dokładnością oceny eksperckiej. Wyniki potwierdzają jego potencjał w aktualizacji baz katastralnych oraz poprawie jakości danych przestrzennych.

# Teledetekcja sadów

## Remote sensing of orchards

Edyta Hadaś<sup>1\*</sup>, Javier Estornell<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, ul. C.K. Norwida 25, 50-375 Wrocław

<sup>2</sup> Universitat Politècnica de València, Camino de Vera s/n, 46022, Valencia, España

\* autor do korespondencji: [edyta.hadas@upwr.edu.pl](mailto:edyta.hadas@upwr.edu.pl)

**Słowa kluczowe:** orchard, LiDAR, tree, point cloud

Rozwój technologii teledetekcyjnych oraz geoinformatycznych stwarza nowe możliwości automatyzacji procesów inwentaryzacji upraw sadowniczych. Wykorzystanie danych skanowania laserowego pozwala na precyzyjne i dokładne zobrazowanie geometrii drzewa w postaci trójwymiarowego zbioru punktów, na podstawie którego można dokonać wieloaspektowej i wielkoobszarowej inwentaryzacji sadu wykorzystując odpowiednie algorytmy przetwarzania. W szczególności możliwa jest identyfikacja i zliczanie poszczególnych drzew w sadzie, monitorowanie ich parametrów geometrycznych, identyfikacja gatunku drzewa, szacowanie biomasy. Wiarygodna inwentaryzacja sadów jest niezbędna do monitorowania zdrowia upraw, ustalania odpowiednich dawek nawożenia i nawadniania, planowania zabiegów agrotechnicznych, szacowania zbiorów czy zastosowania automatycznych systemów w sadach takich jak autonomiczne ciągniki, roboty do zbierania owoców czy inteligentne opryskiwacze. Inwentaryzacja manualna sadów jest niezwykle czasochłonna, zachodzi więc potrzeba automatyzacji tego procesu. Intensywny rozwój sadownictwa precyzyjnego od lat obserwowany jest w Holandii, Niemczech Włoszech czy Hiszpanii, gdzie uprawy sadownicze stanowią znaczącą część rolnictwa. Polska też zaczyna dynamicznie rozwijać ten obszar. W 2025 roku produkcja owoców w Polsce zwiększyła się o 13,5% względem roku poprzedniego.

Głównym celem prowadzonych przez nas badań jest opracowanie automatycznych metod identyfikacji drzew sadowniczych oraz określania ich parametrów geometrycznych na podstawie danych skaningu laserowego pozyskiwanych z różnych platform pomiarowych, w tym z lotniczego skaningu laserowego, z bezzałogowych statków latających, z naziemnego skaningu laserowego, a także na podstawie danych fotogrametrycznych. Zaproponowaliśmy autorskie metody w pełni automatycznej ekstrakcji koron drzew uprawnych z chmur punktów o różnych gęstościach bazujące na unikalnej kombinacji algorytmów alpha-shape, k-means, analizie głównych składowych, DBSACN czy wyszukiwaniu lokalnych minimów. Kluczową zaletą proponowanych rozwiązań jest ich wysoka interpretowalność. Każdy algorytm spełnia jasno zdefiniowaną rolę w procesie przetwarzania, przez co cały proces charakteryzuje się wysoką przejrzystością metodologiczną. Wpływ poszczególnych parametrów sterujących (k, alfa, epsilon) można jednoznacznie analizować i systematycznie, automatycznie optymalizować, co stanowi znaczący postęp w stosunku do algorytmów opisanych w literaturze, których parametry często dobierane są metodą prób i błędów.

Zaproponowane algorytmy zostały opracowane dla różnych gatunków drzew uprawnych rosnących w Polsce i Hiszpanii. Są to m.in. drzewa oliwne [1], pomarańczowe [2], orzechy włoskie [3], jabłonie [4], wiśnie, brzoskwinie, czereśnie. Wszystkie uzyskane wyniki ekstrakcji koron oraz wyznaczenia parametrów geometrycznych pojedynczych drzew zostały zweryfikowane w oparciu o dane referencyjne pozyskane klasycznymi metodami. Poprawnie zidentyfikowano ponad 98% koron jabłoni, brzoskwiń i wiśni, ponad 92% drzew orzecha włoskiego, ponad 83% koron drzew pomarańczowych. Błąd średniokwadratowy określenia wysokości drzewa wahał się w granicach 0,08 do 0,26 m w zależności od gatunku drzew i rodzaju wykorzystanych danych.

[1] Hadaś E., Borkowski A., Estornell J., Tymków P., *Automatic estimation of olive tree dendrometric parameters based on airborne laser scanning data using alpha-shape and principal component analysis*, *GIScience & Remote Sensing*, Vol. 54 No. 6, United Kingdom 2017, 898-917, DOI: 10.1080/15481603.2017.1351148

[2] Estornell J., Martí J., Hadaś E., López-Cortés I., Velázquez-Martí B., Fernández-Sarría A. *Biomass estimation of abandoned orange trees using UAV-SFM 3D point*, *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, Vol. 130 No. 103931, Amsterdam, the Netherlands 2024, 1-10, DOI: 10.1016/j.jag.2024.103931

[3] Estornell J., Hadaś E., Martí J., López-Cortés I., *Tree extraction and estimation of walnut structure parameters using airborne LiDAR data*, *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, Vol. 96 No. 102273, Amsterdam, the Netherlands 2021, 1-9, DOI: 10.1016/j.jag.2020.102273

[4] Hadaś E., Józkw G., Walicka A., Borkowski A., *Apple orchard inventory with a LiDAR equipped unmanned aerial system*, *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, Vol. 82 No. 101911, Amsterdam, the Netherlands 2019, 1-20, DOI: 10.1016/j.jag.2019.101911

# Integracja metod sztucznej inteligencji i geoinformatyki w analizie infrastruktury drogowej – projekt AIOR-SIDE

## *Integration of Artificial Intelligence and Geoinformatics Methods in Road Infrastructure Analysis – The AIOR-SIDE Project*

Adam Ingot<sup>1\*</sup>, Wojciech Kustra<sup>1</sup>, Łukasz Jeliński<sup>1</sup>, Dominik Piłula<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Wydział Inżynierii Lądowej i Środowiska, Politechnika Gdańska, ul. Gabriela Narutowicza 11/12, 80-233 Gdańsk, Polska

\* autor do korespondencji: [adam.inglot@pg.edu.pl](mailto:adam.inglot@pg.edu.pl)

**Słowa kluczowe:** GIS, bezpieczeństwo ruchu drogowego, sztuczna inteligencja, computer vision, EuroRAP

Zapewnienie bezpieczeństwa ruchu drogowego stanowi jedno z kluczowych wyzwań współczesnego transportu oraz planowania infrastruktury drogowej. Szczególnie istotnym zagadnieniem pozostaje identyfikacja oraz analiza obiektów znajdujących się w bezpośrednim otoczeniu drogi, takich jak drzewa, bariery ochronne, słupy oświetleniowe czy elementy infrastruktury technicznej. Obiekty te mają istotny wpływ na poziom ryzyka oraz skutki zdarzeń drogowych, co zostało podkreślone między innymi w Dyrektywie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2019/1936 [1] dotyczącej zarządzania bezpieczeństwem infrastruktury drogowej. Jednocześnie tradycyjne metody inwentaryzacji poboczy dróg są czasochłonne, kosztowne oraz trudne do realizacji na dużą skalę przestrzenną.

Celem projektu AIOR-SIDE jest opracowanie metody automatycznej detekcji oraz lokalizacji obiektów przydrożnych z wykorzystaniem metod sztucznej inteligencji, computer vision oraz systemów informacji geograficznej (GIS). Głównym założeniem badań jest sprawdzenie możliwości zastosowania niskokosztowego systemu mobilnego, składającego się z kamery wideo oraz odbiornika GPS, do automatycznego rozpoznawania elementów infrastruktury wpływających na bezpieczeństwo ruchu drogowego [2]. Badania koncentrują się między innymi na wykrywaniu krawędzi jezdni, barier energochłonnych, drzew oraz słupów oświetleniowych zlokalizowanych w otoczeniu drogi.

Aktualny etap prac obejmuje szeroki przegląd literatury dotyczącej bezpieczeństwa ruchu drogowego, metod GIS, uczenia maszynowego oraz technik wizji komputerowej (ang. „computer vision”) wykorzystywanych w analizie infrastruktury transportowej. Na podstawie przeprowadzonych analiz opracowywany jest autorski algorytm detekcji obiektów przydrożnych. Projekt zakłada wykorzystanie zarówno danych pozyskiwanych z niskobudżetowego zestawu pomiarowego, jak również danych referencyjnych pochodzących z profesjonalnych odbiorników GNSS, wykorzystywanych do kalibracji oraz oceny dokładności przestrzennej opracowywanej metody.

Metodyka badań obejmuje kilka etapów. W pierwszym etapie realizowany jest mobilny pomiar terenowy z wykorzystaniem kamery oraz odbiornika GPS. Następnie pozyskane obrazy poddawane są analizie z użyciem metod uczenia maszynowego i computer vision w celu automatycznej detekcji wybranych obiektów przydrożnych. Kolejnym etapem jest georeferencja wykrytych obiektów oraz ich integracja w środowisku GIS. Istotnym elementem badań jest również analiza możliwości rozszerzenia metodologii EuroRAP [3] poprzez automatyzację procesu identyfikacji infrastruktury drogowej i obiektów wpływających na poziom ryzyka drogowego. W dalszych etapach projektu planowana jest kalibracja wyników z wykorzystaniem istniejących danych przestrzennych oraz baz GIS.

Wstępne wyniki badań wskazują na duży potencjał integracji metod sztucznej inteligencji, geoinformacji oraz niskokosztowych systemów mobilnych w procesie monitorowania bezpieczeństwa infrastruktury drogowej. Opracowywana metoda może umożliwić częściową automatyzację procesu inwentaryzacji poboczy dróg oraz znacząco ograniczyć koszty pozyskiwania danych terenowych w porównaniu z klasycznymi metodami pomiarowymi. Integracja algorytmów AI z analizą przestrzenną GIS stwarza również możliwość budowy aktualizowanych dynamicznie baz danych infrastruktury drogowej wspierających proces zarządzania bezpieczeństwem ruchu drogowego [4, 5].

Przedstawione badania mają charakter interdyscyplinarny i łączą zagadnienia geoinformatyki, transportu, analizy przestrzennej oraz sztucznej inteligencji. W kolejnych etapach planowana jest dalsza optymalizacja algorytmów detekcji, rozszerzenie zbiorów treningowych oraz weryfikacja skuteczności opracowanej metody w różnych warunkach terenowych i drogowych.

[1] Parlament Europejski i Rada Unii Europejskiej. 2019. Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2019/1936 z dnia 23 października 2019 r. zmieniająca dyrektywę 2008/96/WE w sprawie zarządzania bezpieczeństwem infrastruktury drogowej. Dziennik Urzędowy Unii Europejskiej, L 305, s. 1–16. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/?uri=CELEX:32019L1936>

[2] Budzyński A., Jamroz K., Kustra W., Ingot A. et al. 2019. Automated Parameter Determination for Horizontal Curves for the Purposes of Road Safety Models with the Use of the Global Positioning System. *Geosciences*, 9(9), 397. <https://doi.org/10.3390/geosciences9090397>

[3] EuroRAP. 2002. Road Protection Score (RPS) Method and Pilot Results. European Road Assessment Programme. Available at: <https://www.eurorap.org>

[4] Silva P.B., Andrade M., Ferreira S. 2020. *Machine learning applied to road safety modeling: a systematic literature review*. *Journal of Traffic and Transportation Engineering*, 7(6), 775–790. <https://doi.org/10.1016/j.jtte.2020.07.004>

[5] Borucka A., Sobczuk S. 2025. *The Use of Machine Learning Methods in Road Safety Research in Poland*. *Applied Sciences*, 15(2), 861. <https://doi.org/10.3390/app1502086>

# Vibe GIS-ing – konwersacyjny GIS

## *Vibe GIS-ing - Conversational GIS*

Adam Iwaniak<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Wrocławski Instytut Zastosowań Informatyki Przemysłowej i Sztucznej Inteligencji

<sup>2</sup>Instytut Geodezji i Geoinformatyki, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu

**Słowa kluczowe:** konwersacyjny GIS, GeoAI, analizy przestrzenne, systemy wieloagentowe, demokratyzacja danych przestrzennych, geospacial QA

W pracy przedstawiono w pełni działający prototyp systemu implementujący paradygmat Vibe GIS-ing oparty na generatywnej sztucznej inteligencji. Głównym celem systemu jest wykorzystanie komunikacji w języku naturalnym do realizacji prostych i złożonych zadań GIS bez konieczności manualnej interakcji użytkownika. W systemie połączono warstwę interakcji konwersacyjnej i zarządzania narzędziami systemu OpenClaw z agentowym systemem OSKAR-WIZIPISI. OpenClaw obsługuje zarządzanie projektami, dane wektorowe i rastrowe, eksport raportów oraz integrację z usługami sieciowymi. Istotnym elementem jest wyszukiwanie i weryfikacja usług WMS oraz WMTS, obejmujące analizę metadanych GetCapabilities, kontrolę zgodności macierzy kafli, filtrowanie niepożądanych warstw tła oraz zabezpieczenia przed nieuprawnionym pochodzeniem żądań. W systemie OSKAR-WIZIPISI Agent Planner interpretuje zadanie użytkownika i buduje plan analizy, Agent Coder generuje wykonywalny kod Python, a agent Verifier pełni rolę bramki jakości. Geospacial QA obejmuje kontrolę układów współrzędnych, poprawności topologicznej, zgodności schematów danych i spójności wyników. Ze względów bezpieczeństwa, każda operacja wymaga akceptacji użytkownika, a przebieg sesji jest utrwalany w postaci planu, kodu, logów i raportów końcowych.

W warstwie aplikacyjnej system umożliwia wykonywanie prostych zapytań atrybutowych i przestrzennych, jak również zaawansowanych funkcji analiz geoprzestrzennych wymagających wykonania wieloetapowego przepływu pracy. Możliwe jest również generowanie raportów Markdown, CSV i PDF oraz zarządzanie wizualizacją danych na mapie.

Konwersacja w języku naturalnym, w wyniku której wykonywane są wyspecyfikowane przez użytkownika analizy i raporty, realizowana jest z wykorzystaniem modeli językowych (LLMs). System pozwala na integrację istniejących projektów QGIS, plików GeoPackage i shp oraz usług WMS/WMTS. Mechanizmem ograniczającym halucynacje modeli LLMs jest deterministyczne wzbogacanie kontekstu. Model otrzymuje rzeczywiste nazwy kolumn, typy danych i przykładowe wartości odczytane bezpośrednio z danych źródłowych.

Ewaluacja rozwiązania opiera się na ocenie miar tj. liczba iteracji naprawczych, odtwarzalność wyniku oraz analiza klas błędów, takich jak brakujące pola, niezgodności w układach współrzędnych czy błędy topologiczne. Testy systemu potwierdziły, że rozdzielenie ról planowania, implementacji i walidacji ogranicza typowe błędy modeli językowych i poprawia stabilność wieloetapowych sesji analitycznych.

Podsumowując, Vibe GIS-ing stanowi kontrolowany model pracy, w którym komunikacja w języku naturalnym uruchamia sprawdzalne, odtwarzalne i testowalne procesy przetwarzania i analizy danych geoprzestrzennych. Dzięki temu proponowane rozwiązanie ma potencjał zwiększenia dostępności do map cyfrowych i analiz przestrzennych, przyspieszenia pracy ekspertów i wsparcia demokratyzacji danych geoprzestrzennych.

*Badania finansowane w ramach projektu „e-usługi + AI: Wykorzystanie komunikacji w języku naturalnym do podniesienia jakości i dostępności e-usług i danych przestrzennych”, NR FENG.01.01-IP.02-1220/23.*

### Literatura:

- [1] Li Z., Ning H. 2023. Autonomous GIS: the next-generation AI-powered GIS. *International Journal of Digital Earth*, 16(2), 4668-4686. <https://doi.org/10.1080/17538947.2023.2278895>
- [2] Mai G., Huang W., Sun J. i in. 2024. On the Opportunities and Challenges of Foundation Models for GeoAI (Vision Paper). *ACM Transactions on Spatial Algorithms and Systems*, 10(2), 1-46. <https://doi.org/10.1145/3653070>
- [3] OpenClaw, 2026. *OpenClaw — Personal AI Assistant [README]*. GitHub repository.
- [4] Mansourian A., Oucheikh R. 2024. ChatGeoAI: Enabling Geospatial Analysis for Public through Natural Language, with Large Language Models. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 13(10), 348. <https://doi.org/10.3390/ijgi13100348>
- [5] Feng Y., Zhang P., Xiao G., Ding L., Meng L. 2025. Towards a barrier-free GeoQA portal: Natural language interaction with geospatial data using multi-agent LLMs and semantic search. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 144, 104825. <https://doi.org/10.1016/j.jag.2025.104825>
- [6] Wang H., Guo L., Liang Y., Liu L., Huang J. 2025. GPT-Based Text-to-SQL for Spatial Databases. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 14(8), 288. <https://doi.org/10.3390/ijgi14080288>
- [7] GeoAI and AI Agent-Based Strategies for Smart Cities AN Adam Iwaniak, Marek Maziarz, Iwona Kaczmarek, Damian Szafert 7th ICGDA, Paris, France, 19-21 April 2024

- [8] Innovative application of secure AI in geospatial data analysis using natural language, A. Iwaniak I. Kaczmarek , 8th International Conference on Geoinformatics and Data Analysis, Nice 2025.
- [9] Vibe GIS-ing Development of AI geo-agents for retrieval, analysis and visualization of spatial data, A. Iwaniak, I. Kaczmarek, 32nd International Cartographic Conference, Vancouver, Canada, 18–22 August 2025
- [10] Vibe GIS-ing: an Intent-Driven Conversational GIS Paradigm for Public Sector Decision Support, A. Iwaniak, Geospatial World Forum, Amsterdam, 2026

# Międzynarodowa działalność Państwowego Instytutu Geologicznego – PIB jako siła napędowa współczesnej kartografii geologicznej *International activity of the Polish Geological Institute – NRI as a driving force of contemporary geological cartography*

Katarzyna Józwick<sup>1\*</sup>, Urszula Stępień<sup>1</sup>, Marcin Słodkowski<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, Zakład Kartografii Geologicznej

\* autor do korespondencji: [katarzyna.jozwick@pgi.gov.pl](mailto:katarzyna.jozwick@pgi.gov.pl)

**Słowa kluczowe:** kartografia geologiczna, współpraca międzynarodowa, interoperacyjność danych, sztuczna inteligencja

Aktywność międzynarodowa przedstawicieli Zakładu Kartografii Geologicznej Państwowego Instytutu Geologicznego – Państwowego Instytutu Badawczego (PIG-PIB) od niemal dwóch dekad stanowi jeden z kluczowych filarów rozwoju kompetencji Instytutu w obszarze kartografii geologicznej oraz nowoczesnego zarządzania danymi [1]. W realiach gwałtownych przemian technologicznych, obejmujących cyfryzację, harmonizację danych, rozwój standardów interoperacyjności i zaufanych repozytoriów danych badawczych oraz wdrażanie narzędzi sztucznej inteligencji, uczestnictwo w międzynarodowych strukturach eksperckich, projektowych i standaryzacyjnych nie ma charakteru uzupełniającego, lecz staje się warunkiem koniecznym dla utrzymania zdolności Instytutu do realizacji jego zadań na poziomie odpowiadającym współczesnym wymaganiom nauki, administracji i służby publicznej.

Działalność ta koncentruje się w kilku zasadniczych obszarach: w projektach i grupach eksperckich wynikających z członkostwa PIG-PIB w zrzeszeniu europejskich służb geologicznych EuroGeoSurveys (EGS); w inicjatywach i konsorcjach służb geologicznych o szerszym, światowym zasięgu, takich jak Geoscience Information Consortium (GIC) i jego regionalny odłam, których celem jest wymiana doświadczeń oraz rozwój systemów informacji geologicznej; w organizacjach i inicjatywach opracowujących i wdrażających międzynarodowe standardy wymiany danych geologicznych oraz słowniki geologiczne, w tym Open Geospatial Consortium (OGC), Commission for the Management and Application of Geoscience Information of the International Union of Geological Sciences (IUGS-CGI), OneGeology, OneGeology-Europe czy INSPIRE [2, 3]; a także w międzynarodowych stowarzyszeniach kartograficznych, takich jak International Cartographic Association (ICA) czy Bulgarian Cartographic Association. Dzięki temu Instytut uzyskuje bezpośredni dostęp do najnowszych rozwiązań technologicznych, dobrych praktyk oraz kierunków rozwoju geologicznej infrastruktury informacyjnej. Pozwala to nie tylko reagować na zachodzące zmiany, lecz także świadomie przygotowywać własne zasoby, procedury i narzędzia do wymogów współczesnej geologii cyfrowej.

Międzynarodowa aktywność zespołu PIG-PIB we wskazanych strukturach zaowocowała szeregiem produktów opracowanych w ramach zadań państwowej służby geologicznej, wśród których należy wymienić przeglądowe mapy geologiczne zharmonizowane zgodnie z wymaganiami dyrektywy INSPIRE oraz cyfrowe repozytorium Wspólnej Platformy Kartografii Geologicznej, umożliwiające publiczny dostęp do obszernych zasobów kartografii geologicznej i jednocześnie posiadające znaczący potencjał do wykorzystania przez narzędzia oparte na uczeniu maszynowym i sztucznej inteligencji. Obecnie trwają również prace nad semantycznym słownikiem terminów litologicznych (GeoTezaurus), który będzie pierwszym w PIG-PIB wdrożeniem grafowej bazy danych oraz ontologii SKOS i będzie odwoływał się również do słowników zewnętrznych, stając się częścią sieci otwartych danych połączonych (ang. Open Linked Data). Ponadto, dzięki działaniom w ramach budowy i rozwoju europejskiej infrastruktury danych geologicznych EuroGeoSurveys (European Geological Data Infrastructure – EGDI) wszystkie metadane zbiorów danych i usług PIG-PIB zostały przygotowane w sposób w pełni zgodny z wytycznymi INSPIRE i są dostępne na europejskim portalu danych otwartych [data.europa.eu](http://data.europa.eu).

Wymienione produkty stanowią fundament, dzięki któremu możliwe będzie wdrożenie zasad FAIR w PIG-PIB oraz przygotowanie danych do wykorzystania w narzędziach uczenia maszynowego i sztucznej inteligencji (AI-ready data). Współpraca zagraniczna przekłada się zatem bezpośrednio na rozwój interoperacyjności, dostępności i ponownego wykorzystania danych przestrzennych, podnoszenie jakości rozwiązań wdrażanych w Instytucie oraz budowanie kompetencji niezbędnych do funkcjonowania w erze danych cyfrowych i sztucznej inteligencji. W tym sensie obecność PIG-PIB na arenie międzynarodowej nie jest jedynie elementem prestiżu, lecz strategicznym warunkiem jego dalszego rozwoju i skutecznego wykonywania misji państwowej służby geologicznej.

[1] Józwick K., Stępień U., Słodkowski M. 2024. OneGeology's impact: shaping the development of digital cartography in the Polish Geological Survey. The 37<sup>th</sup> International Geological Congress, Busan, Korea, 25-31 August (poster)

[2] Józwick K., Stępień U., Słodkowski M. 2019. Geologia w gąszczu geostandardów: Państwowy Instytut Geologiczny – PIB a Open Geospatial Consortium (OGC). XXIX Konferencja Polskiego Towarzystwa Informatyki Przestrzennej, Warszawa, 6-7 listopada

[3] Józwick K., Słodkowski M., Stępień U. 2019. Selected cartographic products of the Polish Geological Survey in light of the international data standards and OneGeology experience. Abstracts of the International Cartographic Association, 1, 153, <https://doi.org/10.5194/ica-abs-1-153-2019>, 2019

# *Czy GeoAI wystarczy? Od wykrywania wzorców do rozumienia miast* *Is GeoAI enough? From pattern detection to understanding cities*

Iwona Kaczmarek <sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> Katedra Badań Systemowych, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, ul. Grunwaldzka 55, 50-357 Wrocław

\* autor do korespondencji: [iwona.kaczmarek@upwr.edu.pl](mailto:iwona.kaczmarek@upwr.edu.pl)

**Słowa kluczowe:** GeoAI, wiedza symboliczna, modele hybrydowe, wyjaśnialna sztuczna inteligencja, wspomaganie decyzji

Szybki rozwój GeoAI, w szczególności uczenia głębokiego znacząco poszerzył możliwości analiz miejskich. Modele oparte na sieciach neuronowych osiągają wysoką dokładność predykcyjną w zadaniach takich jak klasyfikacja użytkowania terenu, segmentacja obrazów satelitarnych czy prognozowanie rozwoju urbanistycznego [1], [2], [4]. Sama skuteczność predykcyjna nie oznacza jednak, że taki model może automatycznie wspierać decyzje planistyczne. Planowanie przestrzenne wymaga nie tylko rozpoznania wzorca, ale także jego interpretacji w odniesieniu do dokumentów, reguł, relacji funkcjonalnych i ograniczeń instytucjonalnych. Skuteczne wsparcie decyzyjne wymaga nie tylko wskazania najbardziej prawdopodobnego wyniku, lecz także jego interpretowalnego i weryfikowalnego uzasadnienia.

Dlatego coraz większe znaczenie zyskują podejścia łączące dane, reprezentacje semantyczne i wiedzę formalną. Narzędzia wyjaśnialnej sztucznej inteligencji (ang.XAI), takie jak SHAP czy LIME, pomagają wyjaśnić, które cechy wpłynęły na wynik modelu, ale nie zastępują rozumowania o zgodności z regułami planistycznymi [4]. z kolei ontologie, grafy wiedzy i systemy regułowe pozwalają jawnie reprezentować pojęcia, relacje i ograniczenia ważne dla decyzji miejskich [5],[6]. Najnowsze prace wskazują na możliwość łączenia komponentów neuronowych z warstwą symboliczną, np. W systemach opartych na grafach dziedzinowych, modelach multimodalnych lub wnioskowaniu neuro-symbolicznym.

W proponowanym podejściu przyjęto tezę, że dalszy rozwój AI w analizie miejskiej wymaga podejść hybrydowych, łączących komponent neuronalny z wiedzą symboliczną oraz rozumowaniem opartym na regułach [7]. Tego rodzaju architektury umożliwiają połączenie predykcyjnej skuteczności modeli sztucznej inteligencji z formalną reprezentacją norm planistycznych [3], [8].

Proponowane ujęcie prowadzi do zmiany perspektywy badawczej z koncentracji na dokładność predykcyjną modelu ku analizie użyteczności decyzyjnej modeli [8]. Dopiero w takim ujęciu AI może stać się rzeczywistym narzędziem wspierającym urbanistów, a nie jedynie zaawansowanym mechanizmem wykrywania statystycznych regularności. Podejście to wpisuje się tym samym w debatę nad przejściem od predykcyjnych „czarnych skrzynek” do odpowiedzialnych, semantycznie ugruntowanych systemów wspomaganie decyzji przestrzennych opartych na AI.

[1] Y. Chen, P. Zhao, Y. Lin, Y. Sun, R. Chen, „Semantic-Enhanced Graph Convolutional Neural Networks for Multi-Scale Urban Functional-Feature Identification Based on Human Mobility,” *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 2024. DOI: 10.3390/ijgi13010027

[2] X. Zhai, J. Jiang, A. Dejl, A. Rago, F. Guo, „Heterogeneous Graph Neural Networks with Post-hoc Explanations for Multi-modal and Explainable Land Use Inference,” *arXiv*, 2024. DOI: 10.48550/arxiv.2406.13724

[3] S. Liu, L. Liu, „Neural-symbolic integrated framework for dynamic environments: advanced semantic understanding of remote sensing data in sustainable urban planning,” *Discover Applied Sciences*, 2026. DOI: 10.1007/s42452-026-08351-4

[4] C. Yang, X. Guan, Q. Xu, W. Xing, X. Chen, „How can SHAP (SHapley Additive exPlanations) interpretations improve deep learning based urban cellular automata model?” *Computers, Environment and Urban Systems*, 2024. DOI: 10.1016/j.compenurbsys.2024.102133

[5] J. L. Hernández Merchán, J. F. De Paz, G. Pascual González, A. M. Navarro Torres, „Automatic generation of urban compatibility reports using ontology: the case of Algodre (Zamora),” *Dyna*, 2025. DOI: 10.52152/d11419

[6] E. Parisi, C. Bratsas, „From Data to Decision: a Semantic and Network-Centric Approach to Urban Green Space Planning,” *Information*, 2025. DOI: 10.3390/info16080695

[7] C. Wang, Y. Wang, W. Zhao, „Domain-graph enhanced multi-task multimodal large models for urban planning,” *Indoor and Built Environment*, 2025. DOI: 10.1177/1420326x251368756

[8] S. Z. Phua, M. Hofmeister, Y.-K. Tsai, O. Peppard, K. F. Lee, „Fostering urban resilience and accessibility in cities: a dynamic knowledge graph approach,” *SSRN*, 2024. DOI: 10.2139/ssrn.4773881

# Możliwości i ograniczenia zastosowania elementów sztucznej inteligencji w automatyzacji generalizacji głównych elementów treści map małoskalowych

## *Possibilities and limitations of using artificial intelligence elements in the automation of generalization of main content elements on small-scale maps*

Izabela Karsznia <sup>1\*</sup>, Albert Adolf <sup>1</sup>, Iga Ajdacka <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Uniwersytet Warszawski, Wydział Geografii i Studiów Regionalnych, Krakowskie Przedmieście 30, 00-927 Warszawa

\* autor do korespondencji: [i.karsznia@uw.edu.pl](mailto:i.karsznia@uw.edu.pl)

**Słowa kluczowe:** generalizacja kartograficzna, sztuczna inteligencja, mapy małoskalowe, automatyzacja, uczenie maszynowe

Postępujący rozwój metod sztucznej inteligencji otwiera nowe możliwości automatyzacji procesów kartograficznych, w tym generalizacji treści map małoskalowych [1], [2], [7]. Generalizacja kartograficzna, polegająca na selekcji, uproszczeniu i uogólnianiu elementów przestrzennych w celu dostosowania ich do mniejszej skali mapy, jest procesem złożonym i często wymagającym eksperckiej wiedzy kartografa. W ostatnich latach coraz większe zainteresowanie budzi wykorzystanie elementów sztucznej inteligencji, takich jak uczenie maszynowe oraz głębokie sieci neuronowe, w automatyzacji tego procesu.

Celem referatu jest przedstawienie możliwości oraz ograniczeń zastosowania wybranych metod sztucznej inteligencji w generalizacji głównych elementów treści map małoskalowych, takich jak sieć osadnicza, sieć drogowa oraz rzeczna [2], [3], [4], [5]. W referacie omówiony zostanie potencjał algorytmów SI w zakresie automatycznej i kontekstowej selekcji obiektów przy założeniu wykrywania relacji przestrzennych między elementami mapy. Autorzy referatu skoncentrują się również na wyzwaniach związanych z dostępnością odpowiednich danych treningowych, zachowaniem zasad poprawności kartograficznej oraz interpretacją wyników generowanych przez modele SI oraz uczenia maszynowego UM [6].

Prowadzone badania pozwalają stwierdzić, że SI może istotnie wspierać proces generalizacji kartograficznej, szczególnie w zakresie automatycznego przetwarzania dużych zbiorów danych przestrzennych. Jednocześnie obecne rozwiązania nie eliminują w pełni potrzeby kontroli eksperckiej, a skuteczność modeli w dużym stopniu zależy od jakości danych wejściowych oraz odpowiedniej implementacji procesu uczenia. W rezultacie elementy SI i modele UM należy postrzegać jako narzędzie wspomagające pracę kartografa, a nie całkowicie zastępujące tradycyjne metody opracowania map.

Badania zostały sfinansowane przez Narodowe Centrum Nauki, w ramach projektu nr UMO2020/37/B/HS4/02605, "Optymalizacja redakcji osadnictwa oraz sieci dróg w skalach przeglądowych z wykorzystaniem sztucznej inteligencji oraz teorii grafów".

[1] Harrie, L., Touya, G., Oucheikh, R., Ai, T., Courtial, A., Richter, K. F. 2024. *Machine learning in cartography. Cartography and Geographic Information Science*, 51(1), 1–19.

[2] Kang, Y., Gao, S., Roth, R. E. 2024. *Artificial intelligence studies in cartography: a review and synthesis of methods, applications, and ethics. Cartography and Geographic Information Science*, 51(1), 1–32.

[3] Karsznia, I., Weibel, R. 2018. *Improving settlement selection for small-scale maps using data enrichment and machine learning. Cartography and Geographic Information Science*, 45(2), 111–127. <https://doi.org/10.1080/15230406.2016.1274237>.

[4] Karsznia, I., Wereszczyńska, K., Weibel, R. 2022. *Make It Simple: Effective Road Selection for Small-Scale Map Design Using Decision-Tree-Based Models. ISPRS International Journal of Geo-Information*, 11(8), 457. <https://doi.org/10.3390/ijgi11080457>.

[5] Karsznia, I., Adolf, A., Leyk, S., & Weibel, R. 2024. *Using machine learning and data enrichment in the selection of roads for small-scale maps. Cartography and Geographic Information Science*, 51(1), 60–78.

[6] Karsznia I., 2025. *Optymalizacja redakcji map przeglądowych z wykorzystaniem sztucznej inteligencji. Warszawa: Wydawnictwa Uniwersytetu Warszawskiego, ISBN: 978-83-235-7037-0. (84 strony). DOI: <https://doi.org/10.31338/uw.9788323570394>.*

[7] Zhou, Z., Fu, C., Feng, Y., Touya, G., Sester, M., & Weibel, R. 2026. *GeoAI for map generalization in multi-scale cartography: foundations, a research agenda, and interdisciplinary perspectives. International Journal of Geographical Information Science*, 1–29. <https://doi.org/10.1080/13658816.2026.262693.5>

# Od chmury punktów do analizy zniszczeń: integracja mobilnego skanowania laserowego SLAM i technologii HBIM w diagnostyce strukturalnej obiektów zabytkowych

## *From a point cloud to damage analyses: integrating mobile laser scanning SLAM with HBIM technology in the structural diagnostics of historical objects*

Krzysztof Karsznia <sup>1\*</sup>, Alicja Dymowska <sup>1</sup>, Krzysztof Książek <sup>1</sup>, Nataliya Kablak <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Politechnika Warszawska, Wydział Geodezji i Kartografii, Plac Politechniki 1, 00-661 Warszawa

\* autor do korespondencji: [krzysztof.karsznia@pw.edu.pl](mailto:krzysztof.karsznia@pw.edu.pl)

**Słowa kluczowe:** historical object, structural monitoring, Historical BIM, mobile laser scanning, point cloud processing

Współczesna ochrona zabytków oraz archiwistyka wymagają precyzyjnych, szybkich oraz bezinwazyjnych metod dokumentacji, które pozwalają na wiarygodną diagnostykę obiektów oraz budowę zintegrowanego systemu zarządczego. Niniejszy referat przedstawia autorską metodykę oceny stanu technicznego obiektu zabytkowego – pobenedyktyńskiego opactwa w Sieciechowie z wykorzystaniem mobilnego skanera laserowego Faro Orbis, nalotów fotogrametrycznych UAV oraz systemu wykorzystującego uczenie maszynowe do diagnostyki zniszczeń elementów zabytkowych. Dzięki zastosowaniu technologii SLAM, proces pozyskiwania danych przestrzennych został zoptymalizowany pod kątem trudno dostępnych wnętrz historycznych, generując gęste chmury punktów o wysokiej dokładności.

Kluczowym elementem badań była integracja pozyskanych danych z platformą BIM (Heritage BIM). Proces ten pozwolił na precyzyjne mapowanie zniszczeń warstw malarskich (polichromii) oraz analizę geometryczną spękań konstrukcyjnych w środowisku 3D. W pracy wykazano, że automatyzacja przetwarzania chmur punktów oraz zaawansowane techniki wizualizacji komputerowej umożliwiają nie tylko archiwizację cyfrową, ale przede wszystkim precyzyjne monitorowanie degradacji materiałowej i strukturalnej. Wyniki badań potwierdzają, że synergia skanowania mobilnego i HBIM stanowi przełom w efektywności prac konserwatorskich, skracając czas inwentaryzacji przy jednoczesnym podniesieniu jakości analiz eksperckich.

[2] Sępień R., Majcher K. (ed.), 2023. *Opactwo Benedyktynów w Sieciechowie - Kasata klasztoru i dziedzictwo kulturowe, Stowarzyszenie Sieciech*, ISBN 978-83-967 301-0-7, pp. 9-48

[2] Fernandes Dionizio, R., Dezen-Kempter, E. 2025. *From Data and Metadata to HBIM-GIS Integration. International Journal of Architectural Heritage*, 19(10), 2443–2456. <https://doi.org/10.1080/15583058.2024.2439916>

[3] Bruno, N., Rechichi, F., Achille, C., Zerbi, A., Roncella, R., Fassi, F., 2020. *Integration of historical GIS data in a HBIM system, Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci., XLIII-B4-2020*, pp. 427–434, <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLIII-B4-2020-427-2020>

[4] Escudero, P.A., Lopez Gonzales, M.C., Valdecabres, J.L.G., 2024. *Methodology for Data Integration in 3D-HBIM Digital Models. Case Study: the Holy Chalice Chapel of Valencia Cathedral, DISEGNARECON*, vol.17, n. 32. *3D Digital Models, Accessibility and Inclusive Fruition*, pp. 11.0-11.9, <https://doi.org/10.20365/disegnarecon.32.2024.11>

[5] Karsznia K., Książek K., 2025. *Integrated diagnostics of a Heritage Palace: a multi-modal sensor fusion approach with machine learning for structural assessment, Proceedings of the 18th conference on mine surveying and protection of mining areas, Ustroń, Poland, October 22nd–24th, 2025, CRC Press, Taylor & Francis Group, ISBN: 978-1-003-65555-8 (ebk), pp. 89-100*

# Zadania kartografii geologicznej realizowane przez państwową służbę geologiczną na obszarze Dolnego Śląska – współpraca międzynarodowa i udostępnianie danych

## *Geological Mapping Activities of the Polish Geological Survey in Lower Silesia: International Cooperation and Data Dissemination*

Aleksander Kowalski<sup>1\*</sup>, Wiesław Kozdrój<sup>1</sup>, Urszula Wyrwalska<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Państwowy Instytut Geologiczny - Państwowy Instytut Badawczy, Oddział Dolnośląski, al. Jaworowa 19, 50-122 Wrocław

\* autor do korespondencji: [aleksander.kowalski@pgi.gov.pl](mailto:aleksander.kowalski@pgi.gov.pl)

**Słowa kluczowe:** kartografia geologiczna, mapy transgraniczne, mapy geologiczne, mapy przeglądowe

Zgodnie z ustawą *Prawo geologiczne i górnicze* (Rozdział 3, art. 162 ust. 1 pkt 7), państwowa służba geologiczna koordynuje i wykonuje prace z zakresu kartografii geologicznej oraz prowadzi działania pilotażowe. Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy (PIG-PIB) pełni funkcję koordynatora i głównego wykonawcy cyfrowych, podstawowych, seryjnych map geologicznych Polski w skali 1:50 000, w tym m.in.: Szczegółowej Mapy Geologicznej, Mapy Litogenetycznej, Mapy Geośrodowiskowej oraz Mapy Hydrogeologicznej. W skali regionalnej realizowane są również opracowania w skali 1:25 000: Szczegółowa Mapa Geologiczna Sudetów oraz Szczegółowa Mapa Geologiczna Regionu Świętokrzyskiego, a w skali przeglądowej 1:200 000 trwają zaawansowane prace nad reambulacją Mapy Geologicznej Polski. Instytut opracowuje ponadto mapy tematyczne, w tym Mapę osuwisk i terenów zagrożonych ruchami masowymi, Mapę Glacitektoniczną Polski (1:1 000 000), mapy transgraniczne oraz mapy geologiczno-turystyczne parków narodowych i krajobrazowych w różnych skalach. Równolegle rozwijane są bazy danych przestrzennych obejmujące m.in. dane pochodzące z inwestycji infrastrukturalnych oraz bazy punktów dokumentacyjnych. Wymienione wyżej mapy są udostępniane za pomocą serwisów internetowych PIG-PIB (m. in. <https://geolog.pgi.gov.pl/> oraz <https://geologia.pgi.gov.pl/mapy/>).

W wystąpieniu przedstawione zostaną zadania kartografii geologicznej realizowane na obszarze Dolnego Śląska, ze szczególnym uwzględnieniem współpracy międzynarodowej oraz udostępniania danych. Od początku swojej działalności Oddział Dolnośląski PIG-PIB aktywnie uczestniczy w projektach o charakterze transgranicznym, realizowanych we współpracy z partnerami z Czech i Niemiec. Efektem tych działań są opracowania kartograficzne obejmujące obszary przygraniczne, publikowane również w wersjach anglojęzycznych, co znacząco zwiększa ich dostępność i użyteczność w międzynarodowym obiegu naukowym. Do najważniejszych przykładów transgranicznych, przeglądowych map geologicznych opracowanych przez Pracowników Oddziału Dolnośląskiego PIG-PIB należą: *Geological Map of Lower Silesia with Adjacent Czech and German Territories (without Quaternary deposits)* [1], *Geological Map Lausitz–Jizera–Karkonosze (without Cenozoic sediments)* [2, 3], oraz dwa wydania *Tectonic Map of the Sudetes and Fore-Sudetic Block* [4].

Ponadto, w celu zwiększenia praktycznego wykorzystania odnawialnych źródeł energii i płytkiej geotermii, PIG-PIB opracował szereg map potencjału geotermicznego dla kilku obszarów transgranicznych. W ramach projektu UE TransGeoTherm (2012–2014) – dla pogranicza polsko-saksońskiego (Zgorzelec–Görlitz); projektu UE Geoplasma-CE (2015–2019, <https://portal.geoplasma-ce.eu/>, [5]) – dla regionu Wałbrzyska; oraz w ramach zadań państwowej służby geologicznej (2017–2026) – dla miasta Wrocławia oraz obszaru pomiędzy Bolesławcem i Jelenią Górą. Mapy przedstawiają warunki termiczne podłoża skalnego (maks. do 130 m p.p.t.), oraz ograniczenia (ryzyka) geośrodowiskowe, dzięki czemu umożliwiają lepsze planowanie lokalizacji oraz optymalizację wydajności geotermalnych / gruntowych pomp ciepła (GPC) w obiegu zamkniętym. Wszystkie ww. mapy obszaru Dolnego Śląska są dostępne w wersji on-line na portalu internetowym PIG-PIB, w zakładce „Geotermia” (<https://geologia.pgi.gov.pl/mapy/?page=Geotermia>).

[1] Sawicki L. 1995. *Geological Map of Lower Silesia with Adjacent Czech and German Territories (without Quaternary deposits)*, 1:100 000. Polish Geological Institute, Warszawa.

[2] Krentz O., Walter H., Brause H., Hoth K., Kozdrój W., Cymerman Z., Opletal M., Mrázová Š. 2000. *Geological Map Lausitz–Jizera–Karkonosze 1:100,000 (without Cenozoic sediments)*. Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie, Państwowy Instytut Geologiczny, Český geologický ústav.

[3] Kozdrój W., Krentz O., Opletal M., 2001. *Comments on the Geological Map Lausitz–Jizera–Karkonosze (without Cenozoic sediments) 1:100 000 (red. W. Kozdrój)*. Państw. Inst. Geol., Warszawa: ss. 40.

[4] Cymerman Z. 2004, 2010. *Tectonic Map of the Sudetes and Fore-Sudetic Block, 1:200 000*. Polish Geological Institute, Warszawa.

[5] Goetzl G., Dilger G., Grimm R., Hofmann K., Holecek J., Cernak R., Janza M., Kozdrój W., Klonowski M., Hajto M., Gabriel P., Gregorin S. 2020. *Strategies for Fostering the Use of Shallow Geothermal Energy for Heating and Cooling in Central Europe - Results from the Interreg Central Europe Project GeoPLASMA-CE. Proceedings World Geothermal Congress 2020 Reykjavik, Iceland, April 26 – May 2, 2020*.

# **cJaccard, cPrecision, cRecall and cF-score: Miary zgodności opracowane na potrzeby oceny dokładności danych Global Human Settlement Layer (GHSL)**

## ***cJaccard, cPrecision, cRecall and cF-score: Agreement measures developed to estimate the accuracy of the Global Human Settlement Layer (GHSL) data***

Katarzyna Krasnodębska <sup>1\*</sup>, Przemysław Śleszyński <sup>1</sup>, Andrzej N. Affek <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania Polskiej Akademii Nauk, Twarda 51/55, 00-818 Warszawa

\* autor do korespondencji: [katarzyna.krasnodebska@igipz.pan.pl](mailto:katarzyna.krasnodebska@igipz.pan.pl)

**Słowa kluczowe:** Miary zgodności, Jaccard Index, Global Human Settlement Layer, Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania PAN, Zielona Księga Krajobrazów Polski.

Global Human Settlement Layer (GHSL) to inicjatywa Wspólnego Centrum Badawczego Komisji Europejskiej (*Joint Research Centre, JRC*), której celem jest tworzenie i udostępnianie otwartych danych przestrzennych o globalnym zasięgu, obrazujących obecność człowieka oraz rozwój struktur osadniczych w czasie. Projekt GHSL jest realizowany przez JRC jako część Copernicus Emergency Management Service (CEMS).

Pakiet wieloczasowych danych rastrowych GHSL R2023A zawiera ilościowe szacunki dotyczące powierzchni obszarów zabudowanych, wysokości i kubatury budynków oraz liczby i rozmieszczenia ludności dla lat 1975–2030. Dla roku 2018 dostępne są także dane w wysokiej rozdzielczości (10 m), opisujące udziały powierzchni zabudowanej, lądu i wody [1]. Te ilościowe szacunki GHSL są przedstawione w skali ilorazowej, czyli reprezentują miary wielkości w wartościach ciągłych, w równych jednostkach, gdzie wartość zerowa oznacza brak badanego zjawiska [2]. z tego względu ocena dokładności danych GHSL wymagała opracowania nowych miar zgodności, odpowiednich dla danych przestrzennych reprezentujących zmienne środowiskowe w skali ilorazowej.

We współpracy pomiędzy JRC, Instytutem Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania Polskiej Akademii Nauk, Uniwersytetem w Utrechcie oraz Wojskową Akademią Techniczną opracowano rozszerzenie powszechnie stosowanych miar zgodności pochodzących z macierzy pomyłek: wskaźnika Jaccarda (ang. *Jaccard Index*), Precyzji (ang. *Precision*), Czułości (ang. *Recall*), oraz ich kompozytu, *F-score*, dla szacunków wyrażonych w nieujemnej, ciągłej skali ilorazowej: *cJaccard, cPrecision, cRecall i cF-score* [3]. Wskaźnik *cJaccard* został wykorzystany do optymalizacji modelu szacowania zmiany powierzchni terenów zabudowanych w czasie [4] oraz do oceny danych GHSL R2023A i innych otwartych zestawów danych o zasięgu globalnym [5].

Celem wystąpienia jest przedstawienie opracowanych miar zgodności, jak również zakresu danych GHSL oraz ich zastosowania w raporcie o zmianach krajobrazu w Polsce w perspektywie 1950-2050+ przygotowywanym w ramach Komitetu Nauk Geograficznych PAN (tzw. Zielona Księga Krajobrazów Polski).

[1] European Commission. Joint Research Centre., 2023. *GHSL data package 2023*. Luxembourg: Publications Office of the European Union, JRC133256, <https://dx.doi.org/10.2760/098587>

[2] Stevens S. S., 1946, *On the Theory of Scales of Measurement*, *Science*, 103(2684), 677–80, <https://doi.org/10.1126/science.103.2684.677>

[3] Krasnodębska K., Goch W., Uhl J. H., Versteegen J. A., Pesaresi M., 2025, *Advancing Precision, Recall, F-score, and Jaccard index: An approach for continuous, ratio-scale measurements*, *Environmental Modelling & Software*, 193, 106614, <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2025.106614>

[4] Pesaresi M., Politis P., Goch K., Kemper T., 2024, *Operational procedure for multi-temporal assessment of built-up surfaces and volumes in the Global Human Settlement Layer R2023A*, Luxembourg: Publications Office of the European Union, JRC135315, <https://dx.doi.org/10.2760/664949>

[5] Pesaresi M., Schiavina M., Politis P., Freire S., Krasnodębska K., Uhl J. H., et al.. 2024, *Advances on the Global Human Settlement layer by joint assessment of earth observation and population survey data*, *International Journal of Digital Earth*, 17(1), 2390454, <https://doi.org/10.1080/17538947.2024.2390454>

# **ATLAS DEMOGRAFICZNY „POLSKA” opracowany w ramach programu Komisji „Gender and Cartography” Międzynarodowej Asocjacji Kartograficznej** **DEMOGRAPHIC ATLAS "POLAND" developed as part of the "Gender and Cartography" Commission program of the International Cartographic Association**

Ewa Krzywicka-Blum<sup>1</sup>, Joanna Bac-Bronowicz<sup>1\*</sup>, Wiesława Żyszkowska<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Stowarzyszenie Kartografów Polskich, Wrocław, Al. J. Kochanowskiego 36

\* autor do korespondencji: [kartografia@pwr.edu.pl](mailto:kartografia@pwr.edu.pl)

**Słowa kluczowe:** Atlas demograficzny, Gender and Cartography, ICA, GUGiK

W Ottawie w ramach Międzynarodowej Konferencji Kartograficznej (1999) odbyły się sesje tematyczne poświęcone kobietom w kartografii, a w roku 1998, we Wrocławiu, zorganizowane zostało Seminarium „Mapy dla specjalnych użytkowników”, w którym oprócz sesji poświęconych: „Kartografii dla dzieci” i „Mapom dla niewidomych”, wyodrębniono sesję kobiecą. Seminarium stało się ważną platformą, otwierającą nowe, zasygnalizowane już wcześniej w Sztokholmie (1997), możliwości współpracy odpowiednich komisji MAK i wyraźnie dostrzeżona została potrzeba rozszerzenia, w wielu aspektach, pojęcia „gender”, zarówno na „under-represented” jak i „with special needs”. Znalazło to swój wyraz w propozycji przekazania przewodnictwa komisji „Gender and Cartography” Polsce. Na posiedzeniu Zgromadzenia Ogólnego MAK w Ottawie wniosek strony polskiej (z gwarancją współfinansowania prac komisji przez Główny Urząd Geodezji i Kartografii i zgłoszeniu przez Komitet Narodowy MAK kandydatury prof. Ewy Krzywickiej-Blum na przewodniczącą komisji) został zaakceptowany. Prof. Kirsy Artimo została delegatem, odpowiedzialnym za pracę komisji, z ramienia Komitetu Wykonawczego MAK, Zatwierdzony przez KO MAK zakres prac, oprócz kontynuacji dotychczasowych zadań, obejmował także opracowanie specjalnego atlasu tematycznego. Należało w opracowaniu podkreślić znaczenie atlasu dla kartografii i polityki społecznej oraz wykazać, że korzystanie z map jest zróżnicowane społecznie i kulturowo, a także wskazać na potrzebę dostosowania rynku wydawniczego do odbiorców z ograniczeniami percepcyjnymi i edukacyjnymi. Prof. Ewa Krzywicka-Blum uzyskała nominację na przewodniczącą komisji w kadencji 1999-2003, przedłużoną na następną kadencję do 2007 r. Przewodniczącą Komisji na następną kadencję została prof. Wiesława Żyszkowska. Pierwszy Atlas został opracowany i wydany w formie tradycyjnej przez Wydawnictwo EKO-GRAF w latach 1998–2003 w ramach programu Komisji „Gender and Cartography” MAK. Projekt, wkładka polska, miał na celu ukazanie złożoności struktury społeczeństwa polskiego u schyłku XX wieku. W atlasie umieszczono 18 tabel map, 19 wykresów, 18 stron komentarza [1].

W okresie 2004-2008 kontynuowano prace nad atlasem, ale już w formie elektronicznej. Było to opracowanie o charakterze specjalnym, tak ze względu na ukierunkowanie tematyczne, jak i – oryginalną formę. Zatytułowano ten projekt System Interaktywnych Map Polski, Europy i Świata. W odróżnieniu od atlasu tradycyjnego, w systemie możliwa była obserwacja odpowiednio wybranych grup map (cykle), a także – wybór rozwiązań graficznych, dostosowanych do potrzeb użytkownika (wersje). Stwarzało to, w niektórych przypadkach, możliwość oceny dotyczącej nie tylko stanów, ale i wielkości, i kierunków zmian, a nawet – ich dynamiki. W stosunku do pierwszego Atlasu Demograficznego w Systemie Interaktywnych Map rozszerzony został zakres terytorialny. Obejmował on, oprócz Polski i Europy, Bliski Wschód, Stany Zjednoczone Ameryki Północnej, Afrykę i Świat. Stworzyło to możliwość konstrukcji systemu jako realizacji oryginalnego metodycznie autorskiego projektu, którego istotą jest układ i forma map tworzących zorientowaną tematycznie kolekcję. A opracowanych w dostosowaniu do właściwej dla celu opracowania – „skali obserwacji zjawisk”. Atlas był otwartym zbiorem map tematycznych, stopniowo aktualizowanym i uzupełnianym o aktualnie ważne mapy. Treść atlasu wypełni istniejącą dotychczas lukę, przedstawiając, w wymiarze globalnym, problematykę dotyczącą niewielu bardzo wąskich grup ludzi, a także – grup zasługujących na uwagę w bardzo specyficznym, zawodowo-edukacyjnym, aspekcie. Grupy bez dostatecznej reprezentacji prezentowane w Atlasie: kobiety, mniejszości wyznaniowe i religijne, grupy dotknięte barierami społecznymi i kulturowymi oraz użytkownicy map specjalnych: uczniowie w trzech etapach rozwoju fizjologicznego, osoby niewidome i niedowidzące, użytkownicy map w ruchu i zmiennych warunkach oświetlenia, osoby z barierami językowymi i edukacyjnymi (imigranci, analfabeci, obcokrajowcy).

Sponsor Atlasu: Główny Geodeta Kraju (umowy GUGiK 1/KO/2003, 47/1-M/2004, 42/1-M/2004, GI-252/73/329/2005, 42/1-M/2005; 2006; 2007, GI-250-1520\_2007, 42/1-M/2008). Kierownik projektu: Ewa Krzywicka-Blum. Wykonawcy: Halina Klimczak, Joanna Bac-Bronowicz, Stanisław Rogowski zatrudnieni w Akademii Rolniczej we Wrocławiu – Katedrze Geodezji i Fotogrametrii (obecnie Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu).

[1] Krzywicka-Blum E., Bac-Bronowicz J., Klimczak H. 2003. Demograficzny Atlas POLSKA. 18 tablic z opisem. Wersja: polska. Wydawnictwo Akademii Rolniczej we Wrocławiu, Wrocław.

# Przesunięcie paradygmatu w metodyce opracowania europejskiego projektu ICHT: Historic Towns Atlas *A Paradigm Shift in the Methodology of the European ICHT Project: Historic Towns Atlas*

Beata Konopska<sup>1\*</sup>, Jakub Kuna<sup>1\*\*</sup>, Paweł Cebrykow<sup>1</sup>, Mateusz Zawadzki<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Katedra Geomatyki i Kartografii, Instytut Geografii Społeczno-Ekonomicznej i Gospodarki Przestrzennej, Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie, Al. Kraśnicka 2D, 20-718 Lublin

\* Beata Konopska, [beata.konopska@umcs.pl](mailto:beata.konopska@umcs.pl), ORCID: 0000-0002-9302-5164

\*\* Jakub Kuna, [jakub.kuna@umcs.pl](mailto:jakub.kuna@umcs.pl), ORCID: 0000-0003-0169-3008

**Słowa kluczowe:** Historic Towns Atlas, Spatial Humanities, Historical GIS, rekonstrukcja kartograficzna, modelowanie nieostrości

Projekt Atlasu Historycznego Miast Europejskich (*European Historic Towns Atlas*, dalej HTA), realizowany po patronatem Międzynarodowej Komisji Historii Miast (*International Commission for the History of Towns*, dalej ICHT) ma już ponad 60-letnią tradycję, angażuje zespoły z 19 krajów i doczekał się ok. 600 wydanych zeszytów, w tym ok. 50 dotyczących miast polskich. Na przestrzeni lat kilkakrotnie zmieniano program edycji serii, dostosowując go m.in. do rozwoju kartografii komputerowej (XX/XXI w.) oraz upowszechnienia się narzędzi GIS w nurcie *Spatial Humanities* (lata 2010–2020) [1–2].

Zespół lubelski, skupiony wokół Katedry Geomatyki i Kartografii UMCS, dołączył do projektu w 2021 r. z propozycją nowej metodyki opracowania miast dotychczas wykluczonych z serii HTA ze względu na brak katastru gruntowego – zwłaszcza z obszaru dawnej Kongresówki. W przekonaniu Zespołu, na podstawie zachowanej dokumentacji kartograficznej i opisowej możliwe jest opracowanie cyfrowej mapy ewidencyjno-gospodarczej, spełniającej funkcję mapy katastralnej i wypełniającej warunek *sine qua non* edycji serii. Zgodnie z podziałem organizacyjnym Lubelszczyzna dołączyła do tomu V Małopolska. W roku 2024 wydano Zamość (red. Z. Noga) – pierwszy zeszyt tej części Polski wspomagany narzędziami Historical GIS. W roku 2023, pod kierunkiem B. Konopskiej, rozpoczęto prace nad zeszytami Kazimierza Dolnego, Puław i Wąwolnicy, które są już w całości opracowywane zgodnie z nurtem *Spatial Humanities* [2–3].

Wprowadzenie nowej, interdyscyplinarnej metodyki opracowania Atlasu wiąże się z koniecznością pokonania takich trudności, jak: rozproszona, niekompletna i niekartometryczna dokumentacja kartograficzna, niepełne i niespójne (językowo i semantycznie) zapisy tabel własnościowych, niezgodności i luki numeracji adresowej, policyjnej, hipotecznej. Prace rozwojowe w zakresie przygotowania i przetwarzania źródeł uwzględniają najnowsze osiągnięcia w zakresie skalania i georeferencji wieloarkuszowych materiałów kartograficznych, wektoryzacji treści map wspomaganą uczeniem maszynowym, klasyfikacji treści archiwalnych zdjęć lotniczych, wykorzystania modeli językowych do tłumaczenia i anotacji rękopiśmiennych źródeł dokumentowo-tekstowych, wykorzystania narzędzi *crowdsourcingu* i technik VGI do konsultacji społecznych, optymalizacji sieciowej dużych danych rastrowych i wektorowych, publikacji źródeł, zbiorów danych i wyników prac w formie dedykowanego repozytorium i portalu tematycznego web-GIS [4–7].

Zaangażowanie interdyscyplinarnego zespołu badaczy, nowoczesnych zbiorów danych przestrzennych i narzędzi cyfrowych umożliwia opracowanie nowych procedur, uwzględniających różnorodne perspektywy badawcze (archeologia, geografia, historia, historia sztuki, ochrona zabytków) oraz problematykę nieostrości modelowania kartograficznego zjawisk przestrzenno-diachronicznych [5–9].

Badania dofinansowane ze środków budżetu państwa w ramach programu realizowanego przez Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego pod nazwą „Narodowy Program Rozwoju Humanistyki”, nr projektu NPRH/DN/SP/508655/2021/11, kwota dofinansowania 925 369,90 zł.

[1] Golba R., Pilarska A., Czaja R., 2023. *The Concept of a Georeferential Spatial Database of Topographic–Historical Objects (GSDoT-HO): a Case Study of the Cadastral Map of Toruń (Poland)*. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 12(2), 26. <https://doi.org/10.3390/ijgi12020026>

[2] Kuna J., Noga Z., Żygawski J., 2024. *Powstanie, rozwój, dekompozycja i renesans Twierdzy Zamość w cyfrowej odsłonie Atlasu historycznego miast polskich*. [w:] B. Konopska, D. Kozłowska, R. Skrycki, 2024. *Fortyfikacje na dawnych mapach. z dziejów kartografii*. T. XXV, s. 129–164. [http://www.maphist.waw.pl/wp-content/uploads/2024/10/ZDK\\_25\\_129-164.pdf](http://www.maphist.waw.pl/wp-content/uploads/2024/10/ZDK_25_129-164.pdf)

[3] Noga Z., Szczygiel R., Żygawski J., Kuna J., Zawadzki M., 2024. *Zamość. Atlas Historyczny Miast Polskich, Tom V Małopolska, Zeszyt 9*. Towarzystwo Naukowe w Toruniu, ISBN 978-83-67689-19-9. <https://atlasmiast.umk.pl/atlas/zamosc/>

[4] Kuna, J., Panecki, T., Zawadzki, M. 2024. *Methodology of Mosaicking and Georeferencing for Multi-Sheet Early Maps with Irregular Cuts Using the Example of the Topographic Chart of the Kingdom of Poland*. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 13(7), 249. <https://doi.org/10.3390/ijgi13070249>

- [5] Kuna, J., Jeremicz, J., Kociuba, D., Niedźwiadek, R., Janus, K., Chachaj, J. 2024. *The challenges of reconstructing the historic urban landscape of Lublin in the Lublin Union period (1569) in an interactive map.* *Studia Geohistorica* (12), 151-198. <https://doi.org/10.12775/sg.2024.08>
- [6] Konopska, B., Barwiński, M., Zawadzki, M., Lupa, M. 2023. *Shaping Poland's borders after the First World War. Methodological problems of creating digital cartographic repositories.* *Polish Historical Association.* ISBN 978-83-67609-34-0
- [7] Zawadzki, M., Stadnicka, M., Lupa, M., Adamek, K. 2023. *The use of web-GIS and crowdsourcing in the acquisition of historical data on the example of Polegli1939 project.* *Polish Cartographical Review*, 55(1), 56-72. <https://doi.org/10.2478/pcr-2023-0006>
- [8] Konopska B., Krukowski M., 2021. *Image data paradox—on the impact of the development of image-based remote sensing on the maps' content in the Eastern Bloc. The case of Poland.* *Polish Cartographical Review*, 50. <https://doi.org/10.2478/pcr-2018-0016>
- [9] Krukowski M., 2021. *Nieostrość w modelowaniu kartograficznym.* *Wydawnictwo Uniwersytetu Marii Curie-Skłodowskiej.* ISBN: 978-83-227-9478-4.

## **40 lat promocji polskiej kartografii za granicą** **40 years of promoting Polish cartography abroad**

Elżbieta Kuźmiuk<sup>1</sup>

<sup>1</sup> TOPKART, Warszawa

\* autor do korespondencji [habarikuzia@gmail.com](mailto:habarikuzia@gmail.com)

Zainteresowanie polskimi publikacjami kartograficznymi jest wprost proporcjonalne do promocji naszego kraju na świecie. Mapy, dzięki swojej wielofunkcyjności, budują zainteresowanie Polską za granicą. Są niezbędne inwestorom gospodarczym, urzędowi, placówkom naukowym, a także turystom odwiedzającym nasz kraj.

Kontakty zagraniczne w latach 70. i 80. XX wieku, z powodów politycznych i ekonomicznych, były w znacznym stopniu ograniczone. Wśród nielicznych firm działających wówczas na rynku wydawniczym największe znaczenie miało PPWK, którego kontakty zagraniczne polegały głównie na prowadzeniu wymiany barterowej map i atlasów z innymi wydawcami. PPWK posiadało praktycznie monopol na produkcję krajową. Monopolistą w zakresie eksportu usług kartograficznych od 1982 roku była natomiast Redakcja Kartograficzna PEGiK GEOKART. Produkcja eksportowa wymagała dostosowania jakości do wysokich standardów klientów. Ograniczenia ekonomiczne były tu znacznie mniejsze, a kontakty zagraniczne – bardziej ożywione.

GEOKART współpracował z wieloma służbami geodezyjno-kartograficznymi i wojskowymi w krajach Bliskiego Wschodu oraz Afryki. Na zlecenie UNDP i rządu afgańskiego opracowano i wydano „Narodowy atlas Afganistanu”. Dużą rolę odegrała również współpraca z belgijską firmą De Rouck, dla której przez wiele lat Redakcja Kartograficzna GEOKART opracowywała plany miast, gmin oraz mapy samochodowe Belgii.

PEGiK GEOKART był także stymulatorem innowacji technologicznych w Polsce. Firma, jako pośrednik w eksporcie, ściśle współpracowała z PPWK, WZKart, PPGK oraz OPGK z całego kraju, promując, a niekiedy nawet narzucając, stosowanie nowoczesnych technologii na szeroką skalę.

Z końcem lat 80. Wraz ze zmianami polityczno-ekonomicznymi radykalnie zmieniło się także zainteresowanie Polską wśród naszych sąsiadów oraz innych krajów Europy i świata. W konsekwencji zmieniła się również rola polskiej kartografii. Wprowadzenie w grudniu 1988 roku ustawy o działalności gospodarczej oraz zniesienie cenzury w kwietniu 1990 roku stały się głównymi czynnikami ożywienia kartograficznego ruchu wydawniczego.

W celu zapewnienia rzetelnej informacji, konsultacji i doradztwa, a przede wszystkim rozpowszechniania, reklamy i promocji polskich wydawnictw kartograficznych za granicą, powołaliśmy (Elżbieta Kuźmiuk i Grzegorz Gregorczyk) w sierpniu 1993 roku firmę TOPKART. Istotnym fundamentem działalności tej firmy były moje osobiste doświadczenia zdobywane – od 1975 roku – podczas licznych podróży i prac kartograficznych za granicą oraz kontaktów ze światowymi instytucjami kartograficznymi. Ich efektem była działalność redakcyjna i handlowa od 1981 roku w Redakcji Kartograficznej PEGiK GEOKART, a później w prywatnej spółce GeoCenter, zajmującej się dystrybucją i promocją polskich map i atlasów za granicą. Jej kontynuacją było zarządzanie polskim oddziałem koncernu Bertelsmanna GeoCenter International.

Od ponad 30 lat TOPKART zajmuje się promocją i sprzedażą polskich publikacji kartograficznych na całym świecie. Współpracujemy z najważniejszymi wydawnictwami kartograficznymi oraz placówkami naukowo-badawczymi. Od 1995 roku jesteśmy również aktywnym członkiem Międzynarodowego Stowarzyszenia Wydawców i Sprzedawców Map (IMTA), co umożliwia nam nawiązywanie kontaktów z profesjonalistami z całego świata. Dzięki temu polskie publikacje trafiają do szerokiego grona odbiorców – w tym zagranicznych inwestorów, służb geodezyjno-kartograficznych, administracji publicznej, instytutów naukowych, hurtowników, bibliotek, księgarń, kolekcjonerów map oraz agencji turystycznych.

Od ponad 30 lat na własnym stoisku prezentujemy dorobek polskiej kartografii na międzynarodowych targach książki, konferencjach kartograficznych, seminariach oraz spotkaniach na różnych kontynentach. Nasza działalność była wielokrotnie doceniana – otrzymaliśmy liczne nagrody krajowe i międzynarodowe.

# Opis geometrii komór eksploatacyjnych na potrzeby tworzenia modelu 3D kopalni soli

## *Geometry description of mining chambers for 3D salt mine modeling*

Andrzej Kwinta <sup>1\*</sup>, Agnieszka Malec <sup>1</sup>, Piotr Koczwarą <sup>2</sup>

<sup>1</sup> *Department of Land Surveying, University of Agriculture in Krakow, 30120 Krakow, Poland*

<sup>2</sup> *Kopalnia Soli "Wieliczka"*

\* autor do korespondencji [andrzej.kwinta@urk.edu.pl](mailto:andrzej.kwinta@urk.edu.pl)

**Słowa kluczowe:** modelowanie 3D, kopalnia soli, komory eksploatacyjne, poziomy szczegółowości

Zagadnienia związane z modelowaniem trójwymiarowym obiektów podziemnych stanowią istotny element współczesnych badań w zakresie geoinformacji, górnictwa oraz wizualizacji danych przestrzennych. Szczególne znaczenie ma w tym kontekście odwzorowanie geometrii wyrobisk eksploatacyjnych, które ze względu na swoją złożoność oraz nieregularność wymagają odpowiednio dobranych metod modelowania. Jednym z podejść umożliwiających uporządkowanie procesu tworzenia modeli 3D w warunkach eksploatacji kopalni soli jest koncepcja poziomów szczegółowości (Level of Detail – LOD), pozwalająca na stopniowe zwiększanie dokładności reprezentacji geometrycznej obiektów w zależności od dostępnych danych oraz planowanego zastosowania modelu.

W pracy zaproponowano trzypięcioletni schemat opisu geometrii komór eksploatacyjnych, który pozwala na przedstawienie procesu budowy modelu 3D w sposób uporządkowany i skalowalny. Pierwszy etap (LOD1) zakłada maksymalne uproszczenie reprezentacji geometrycznej, w którym pojedyncza komora traktowana jest jako punkt w przestrzeni. Punkt ten stanowi podstawowy element modelu, umożliwiający odwzorowanie rozmieszczenia komór w obrębie kopalni oraz prowadzenie analiz przestrzennych na poziomie ogólnym. W ramach tego poziomu możliwe jest również przypisanie do komór eksploatacyjnych atrybutów opisowych, takich jak nazwa komory, jej funkcja czy też istotne dane górnicze i geologiczne. Dodatkowo, w celu lepszej wizualizacji, punktowa reprezentacja może zostać uzupełniona o geometrię (kula), odzwierciedlającą objętość komory eksploatacyjnej bez uwzględnienia jej rzeczywistych szczegółów geometrycznych.

Drugi etap (LOD2) obejmuje bardziej zaawansowany opis geometrii, w którym komora przedstawiana jest jako schematyczna bryła przestrzenna. Model ten tworzony jest na podstawie dostępnych materiałów kartograficznych, dokumentacji archiwalnej oraz charakterystycznych punktów definiujących kształt komory. Uzyskana geometria pozwala na odwzorowanie podstawowych cech geometrycznych obiektu, takich jak jego przybliżone wymiary, orientacja oraz ogólna forma przestrzenna. Mimo że model na tym poziomie nie oddaje wszystkich nieregularności powierzchni, stanowi on istotne rozwinięcie w stosunku do poziomu LOD1. Tego typu model może być wykorzystywany w analizach przestrzennych wymagających większej dokładności (np. Wzajemne oddziaływanie komór), przy jednoczesnym zachowaniu umiarkowanego poziomu złożoności obliczeniowej.

Ostatni proponowany poziom szczegółowości (LOD3) zakłada wykorzystanie danych pomiarowych pochodzących ze skaningu laserowego, w szczególności w postaci chmur punktów. Na tej podstawie możliwe jest utworzenie dokładnego modelu geometrycznego komory, uwzględniającego rzeczywisty kształt jej powierzchni, w tym nieregularności ścian, stropu i spągu. Modele opracowane na tym poziomie cechują się wysoką wiernością odwzorowania i mogą być stosowane w zaawansowanych analizach geomechanicznych i geologicznych. Należy podkreślić, że proponowany LOD3 nie jest poziomem najwyższym (ostatnim), a bardziej zaawansowane poziomy szczegółowości są możliwe do utworzenia (rozszerzone informacje semantyczne i funkcjonalne modeli). Jednocześnie przygotowanie modeli na tym poziomie wymaga odpowiednich narzędzi przetwarzania danych oraz większych zasobów obliczeniowych.

W ramach pracy zaprezentowano przykłady wybranych komór eksploatacyjnych z Kopalni Soli „Wieliczka” odwzorowanych na wszystkich trzech poziomach szczegółowości, co pozwala na bezpośrednie porównanie uzyskanych rezultatów oraz ocenę przydatności poszczególnych podejść w praktyce. Przedstawiona metodyka umożliwia elastyczne podejście do budowy modelu 3D kopalni soli, pozwalając na dostosowanie stopnia szczegółowości do konkretnych potrzeb użytkownika. Stanowi ona podstawę do uporządkowania dokumentacji i badań nad integracją danych przestrzennych oraz rozwojem cyfrowych modeli środowiska podziemnego co może prowadzić do budowy cyfrowego bliźniaka kopalni soli.

# **Analiza zmian zabudowy miasta Kwidzyna na podstawie dawnych map katastralnych i współczesnych danych ewidencyjnych**

## ***Analysis of changes in building structure of Kwidzyn based on old cadastral maps and contemporary registry data***

Adrian Latarski <sup>1</sup>, Radosław Golba <sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> UMK w Toruniu, Wydział Nauk o Ziemi i Gospodarki Przestrzennej, ul. Lwowska 1, 87-100 Toruń

\* autor do korespondencji: [rgolba@umk.pl](mailto:rgolba@umk.pl)

**Słowa kluczowe:** analizy przestrzenne, GIS, zabudowa, kataster, Kwidzyn

Niniejsza praca poświęcona jest analizie porównawczej zabudowy miasta Kwidzyna między początkiem XX w. a stanem aktualnym (2025 r.). Głównym celem badań było zidentyfikowanie zmian w zabudowie z wykorzystaniem map archiwalnych i współczesnych danych przetworzonych w środowisku GIS. Podstawę źródłową pracy stanowiły mapy katastralne miasta Kwidzyna (Marienwerder) z około 1905 roku, uzupełnione planem miasta z 1938 roku oraz aktualne dane z Ewidencji Gruntów i Budynków (EGiB) z 2025 roku.

Obszar badań obejmuje miasto Kwidzyn, położone w południowo-wschodniej części województwa pomorskiego, pełniące funkcję stolicy powiatu kwidzyńskiego. Analizowany fragment terenu wyznaczono na podstawie zasięgu pozyskanych map katastralnych i objął on Stare Miasto jako najstarszą część układu urbanistycznego, okolice ulic Gdańskiej i Łąkowej, dzielnice Zatorze I i II, rejon dworca kolejowego oraz obszar szpitala i dawnych koszar wojskowych.

W ramach prac analitycznych wykonano kalibrację i rektyfikację poszczególnych arkuszy, a następnie zwektoryzowano ich treść, uzupełniając również dane atrybutowe w postaci nazw niemieckich i polskich. W kolejnym etapie przeprowadzono szereg analiz przestrzennych z wykorzystaniem siatki heksagonalnej. Zaproponowano wskaźnik macierzowy, łączący liczbę budynków wraz z procentowym udziałem powierzchni zabudowy, przypadających na heksagon. Ostatecznie z dziewięciu kategorii intensywności utworzono pięć klas, prezentujących przestrzenne zróżnicowanie zabudowy.

Wyniki badań wykazały wyraźną transformację struktury przestrzennej miasta. Na początku XX wieku dominowało zwarte historyczne centrum o wysokiej intensywności zabudowy, otoczone rozległymi terenami rolniczo-leśnymi. Do 2025 roku obraz ten uległ zasadniczej zmianie. Dawny kontrast między gęstym centrum a niezabudowanymi peryferiami ustąpił miejsca bardziej homogenicznemu układowi zabudowy o średnim stopniu intensywności, typowemu dla suburbanizacji i zabudowy jednorodzinnej.

Praca stanowi przykład zastosowania metod geoinformatycznych w badaniach historyczno-urbanistycznych nad przemianami struktury miejskiej, demonstrując potencjał integracji archiwalnych materiałów kartograficznych ze współczesnymi danymi przestrzennymi. Uzyskane wyniki stanowią wartościowy materiał dla planowania przestrzennego i dokumentowania dziedzictwa urbanistycznego Kwidzyna.

# **Badania dna oceanu: analiza morfotektoniczna obszaru poszukiwawczego siarczków masywnych w strefie Grzbietu Śródatlantyckiego w oparciu o wysokorozdzielcze dane sonarowe**

## ***Deep-sea studies: morphotectonic analysis of a prospective massive sulfide exploration area in the Mid-Atlantic Ridge zone based on high-resolution sonar data***

Mirosław Ludwiniak <sup>1\*</sup>, Agata Kozłowska-Roman <sup>1</sup>, Michał Tomczak <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, ul. Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa

<sup>2</sup> Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, Oddział Pomorski, ul. Wieniawskiego 20, 71-130 Szczecin

\* autor do korespondencji: [miroslaw.ludwiniak@pgi.gov.pl](mailto:miroslaw.ludwiniak@pgi.gov.pl)

**Słowa kluczowe:** Grzbiet Śródatlantycki, sonar, analiza morfotektoniczna, morfolineamenty, uskoki

W 2018 roku Polska podpisała z Międzynarodową Organizacją Dna Morskiego (International Seabed Authority; ISA) umowę dotyczącą poszukiwania polimetalicznych siarczków masywnych (SMS) na dnie Atlantyku, co stwarza możliwość wzmocnienia bezpieczeństwa surowcowego kraju. To 15-letnie zobowiązanie umożliwia eksplorację jednych z najmniej poznanych obszarów Ziemi – dna oceanicznego, a zarazem stanowi istotny impuls dla rozwoju polskiej nauki i technologii oraz budowy własnego zaplecza badawczego w tej dziedzinie. Obszar polskiej koncesji zlokalizowany jest w północnej części Atlantyku, na Grzbiecie Śródatlantyckim i obejmuje 100 bloków poszukiwawczych o wymiarach 10 x10 km, tworzących pięć odrębnych klastrów rozmieszczonych wzdłuż strefy ryftowej. Całkowita długość badanego obszaru wynosi 876 km i obejmuje fragmenty dwóch dużych segmentów grzbietu, położonych pomiędzy uskokiemi transformującymi Hayes, Atlantis i Kane.

Badany obszar reprezentuje szczególne środowisko geotektoniczne – strefę ryftu oceanicznego, w której zachodzi proces przyrostu nowej skorupy oceanicznej (*spreading*). W warunkach powolnego tempa *spreadingu* ekstensja dominuje nad akrecją, prowadząc do powstawania głębokich systemów szczelin i uskoków odrywania (*detachment faults*), co sprzyja powstawaniu długotrwałych systemów hydrotermalnych i potencjałowi złożowemu.

Młoda skorupa oceaniczna (jej wiek nie przekracza 5 mln lat – [1]) nie została poddana istotnym czynnikom niszczącym. W efekcie rzeźba powierzchni dna jest bardzo wyrazista, stwarzając dobre warunki dla interpretacji form morfologicznych w kontekście budowy strukturalnej skorupy oceanicznej.

Pierwszy etap badań terenowych obejmował wykonanie modelu terenu w celu uwidocznienia większych struktur morfotektonicznych wskazujących na możliwe występowanie obszarów sprzyjających aktywności hydrotermalnej. Dane batymetryczne pozyskano podczas rejsu badawczego w 2022 roku na statku r/v Ocean Titan przy użyciu echosondy wielowiązkowej Kongsberg EM 124. Głębokość akwenu w badanym obszarze waha się od 800 do 4700 m, przy czym 68% badanego obszaru znajduje się poniżej izobaty 2500 m. Usredniona rozdzielczość modelu na tych głębokościach to 35 - 50 m. Kolejny rejs, przeprowadzony w 2023 roku na statku r/v Argeo Searcher, dotyczył szczegółowego rozpoznania wybranych obszarów perspektywicznych (oceaniczny kompleks rdzeniowy – OCC, osiowy grzbiet wulkaniczny – AVR oraz flankę grzbietu) i pozwolił na pozyskanie ultra-wysokorozdzielczych danych (25 cm – 1 m) przy użyciu autonomicznych pojazdów podwodnych AUV SeaRaptor 6000 firmy Teledyne Gavia.

W oparciu o uzyskane modele batymetryczne wykonano analizę morfotektoniczną badanych fragmentów powierzchni dna. Korzystając z kilku rodzajów modeli powierzchni (wysokościowy, cieniowany, spadku stoków, kierunku spadku stoków) wyznaczono sieć morfolineamentów [2], wyodrębniając w pierwszej kolejności linie głównych grzbietów, obniżen dolinnych i skarp, które mogą być (i często są) odzwierciedleniem struktur tektonicznych.

Zanotowano tu występowanie dominujących ilościowo uskoków normalnych, równoległych, rzadziej lekko skośnych względem kierunku strefy ryftu. Długość tych uskoków jest zróżnicowana i sięga ok. 10 km, zaś w przypadku uskoków segmentowanych nawet 25 km. Wielkość zrzutu (składowa pionowa przemieszczenia uskoku) wyznaczona wzdłuż poprzecznych profili morfologicznych jest zależna od skali uskoku i z reguły mieści się w zakresie od kilkunastu do ok. 100 m. W skrajnych przypadkach może przekraczać 200 m. Kierunek zapadania powierzchni uskoków jest zróżnicowany – część z nich zapada w kierunku osi ryftu, część zaś w kierunku przeciwnym. Analiza geometrii grzbietów w miejscach ich przecięcia z poprzecznymi i skośnymi formami dolinnymi wskazała na występowanie uskoków przesuwowych. Ich długość jest zróżnicowana i sięga 10 km, zaś w przypadku uskoków segmentowanych dochodzi do 20 km. Zwrot przemieszczenia wzdłuż powierzchni tych uskoków określono na podstawie wygięć linii grzbietów będących efektem ciągnięcia przyskokowego (*fault dragging*). Jest on różny, przeważają jednak uskoki prawoprusowe. Wielkość przemieszczeń oszacowana na podstawie rozsunięcia biegowego (*strike separation*) jest zróżnicowana i dochodzi do ok. 5 km, ale potencjalnie może być wyższa. Uskoki przesuwowe pełnią rolę kompensacyjną – ich utworzenie jest efektem nierównego tempa *spreadingu* w poszczególnych segmentach strefy ryftu.

[1] Seton M., Müller R.D., Zahirovic S., Williams S., Wright N.M., Cannon J., Whittaker J.M., Matthews K.J., McGirr R., 2020. A global data set of present-day oceanic crustal age and seafloor spreading parameters. *Geochemistry, Geophysics, Geosystems*, 21, e2020GC009214. <https://doi.org/10.1029/2020GC009214>

[2] O'Leary D.W., Friedman D.J., Pohn H.A., 1976. Lineaments, linear, lineation: some proposed new names and standards. *Geological Society of America Bulletin*, 87, 1463–1469.

Badania zostały sfinansowane w ramach realizacji zadania „Rozpoznanie obszarów perspektywicznych złóż siarczków masywnych w obrębie Grzbietu Śródatlantyckiego” ze środków Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej (Nr umowy: 134/2025/Wn07/FG-SM-DN/D).

# Nowe wyzwania kartografii – mapowanie w pojazdach mobilnych

## New challenges in cartography – mapping in mobile vehicles

Monika Mika<sup>1\*</sup>, Monika Siejka<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Uniwersytet Rolniczy im. H. Kołłątaja w Krakowie, Al. Mickiewicza 21, Kraków

\*autor do korespondencji: [monika.mika@urk.edu.pl](mailto:monika.mika@urk.edu.pl)

**Słowa kluczowe:** kartografia współczesna, zastosowania map, mapowanie w pojazdach mobilnych, automatyzacja transportu

Kartografia, jako nauka i sztuka tworzenia map, od wieków stanowi jedno z kluczowych narzędzi umożliwiających człowiekowi orientację w przestrzeni, a na jej rozwój znacząco wpłynął postęp techniczny. Współcześnie, rola kartografii nabiera nowego wymiaru w kontekście dynamicznie rozwijającej się technologii pojazdów autonomicznych. Mapy, które dostarczają informacji o otaczającym świecie, stały się fundamentem zaawansowanych systemów nawigacyjnych, wspierającymi precyzyjne odwzorowanie infrastruktury drogowej oraz jej otoczenia. Mapy te nie tylko wspierają systemy percepcji otoczenia, ale również stanowią podstawę dla algorytmów decyzyjnych, przyczyniając się do zwiększenia bezpieczeństwa ruchu drogowego. Rozwój kartografii cyfrowej, w tym technologii SLAM (*Simultaneous Localization and Mapping*) oraz koncepcji cyfrowych bliźniaków miast (*Digital Twin Cities*), otwiera nowe perspektywy w projektowaniu inteligentnych systemów transportowych. Technologia ta wspiera nie tylko funkcjonowanie autonomicznych pojazdów, ale także przyczynia się do zrównoważonego rozwoju miast poprzez minimalizowanie emisji spalin, poprawę zarządzania ruchem i zwiększenie efektywności energetycznej. Mapy stają się narzędziem integrującym różnorodne dane przestrzenne i środowiskowe, co pozwala na tworzenie zaawansowanych systemów wspierających inteligentne miasta przyszłości. Proces obsługi samochodu autonomicznego dzielimy na dwie fazy: percepcję i realizację działania. Percepcja obejmuje tworzenie mapy oraz ustalanie pozycji pojazdu, w tym lokalizację i mapowanie. W jej zakres wchodzi również detekcja, klasyfikacja oraz śledzenie obiektów, a także określenie parametrów pojazdu. Faza ta buduje obraz otoczenia oraz określa parametry i pozycję pojazdu. Zapewnia warunki początkowe i graniczne dla dalszego planowania ruchu. Realizacja działań obejmuje planowanie trasy, wybór odpowiedniej ścieżki, podejmowanie decyzji dotyczącej zachowań oraz wytyczanie trajektorii przez kontrolera. Faza ta odpowiada za przeprowadzenie pojazdu do wyznaczonego celu, obejmuje on wytyczanie kluczowych punktów trasy, pomiędzy którymi pojazd się przemieszcza. Planowanie ścieżki skupia się na wyborze optymalnego toru ruchu pomiędzy tymi punktami. z kolei selektor zachowań określa manewry, jakie pojazd ma wykonać. Na podstawie tych informacji kontroler wydaje polecenia dotyczące układów sterujących, takich jak silnik czy hamulce.

Podkreślenie roli kartografii w autonomicznych systemach nawigacyjnych, nie tylko uwypukla znaczenie tej dziedziny w kontekście nowoczesnych technologii, ale także ukazuje jej kluczową rolę w kształtowaniu przyszłości transportu. Badanie tych zagadnień jest niezbędne dla zrozumienia, w jaki sposób mapy i technologie kartograficzne mogą wspierać rozwój autonomicznych pojazdów i inteligentnych miast. Ewolucja kartografii, od prostych szkiców po zaawansowane mapy cyfrowe i modele 3D, pozwala na realizację coraz bardziej złożonych zadań. Przedmiotem niniejszej publikacji są wyniki badań nad określeniem roli kartografii w systemach nawigacyjnych pojazdów autonomicznych. Praca ma charakter analityczno-opisowy. Skupia się na analizie zastosowań map wysokiej rozdzielczości i modeli przestrzennych w kontekście wspierania procesów percepcji, lokalizacji i podejmowania decyzji, związanych z automatyzacją transportu. Zagadnienie opracowano w odniesieniu do zastosowań firmy Blees. W badaniach podjęto wątek znaczenia integracji kartografii z nowoczesnymi sensorami wykorzystywanymi w branży pojazdów mobilnych. Ponadto, zwrócono uwagę na wyzwania związane z utrzymaniem aktualności i dokładności danych przestrzennych.

# Immersyjna wizualizacja 3D Marsa w silniku gier Unreal

## *Immersive 3D Visualization of Mars in Unreal Engine*

Robert Olszewski<sup>1\*</sup>, Miłosz Gnat<sup>1</sup>, Marta Goluch<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Politechnika Warszawska, Wydział Geodezji i Kartografii, Pl. Politechniki 1, 00-661 Warszawa

\* autor do korespondencji: [robert.olszewski@pw.edu.pl](mailto:robert.olszewski@pw.edu.pl)

**Słowa kluczowe:** Mars, kartografia 3D, Unreal Engine, 3D Tiles, Cesium for Unreal, serious game, VR, cyfrowy bliźniak

Artykuł prezentuje koncepcję nowoczesnej kartografii planetarnej opartej na immersyjnej wizualizacji powierzchni Marsa i scenariuszy terraformacji w środowisku silnika gier Unreal Engine. Zamiast statycznych map 2D lub klasycznych scen 3D renderowanych w systemach GIS, proponujemy wykorzystanie architektury game engine jako wydajnej platformy wizualizacji danych wysokościowych o zróżnicowanym poziomie szczegółowości (LoD). To podejście zapewni także wysoki poziom interakcji w trybie wirtualnej rzeczywistości (VR).

Podstawą opracowania jest integracja trzech typów danych wysokościowych dla Marsa: globalnego numerycznego modelu terenu MOLA (ok. 500 m/piksel), regionalnych modeli HiRISE (ok. 0,25–0,5 m/piksel) dla wybranych obszarów (np. krater Jezero) oraz lokalnych modeli subdecymetrowych (~3,5 cm/piksel) pozyskanych na podstawie zdjęć wykonanych przez wirnikowiec Ingenuity. Na podstawie tych danych opracowany został cyfrowy bliźniak rzeźby terenu Marsa o zróżnicowanym poziomie szczegółowości geometrycznej. Wizualizacja tego modelu wymaga zastosowania dedykowanych narzędzi geoinformacyjnych. Tradycyjne pakiety GIS mają ograniczoną wydajność przy renderowaniu w czasie rzeczywistym tak dużych i zróżnicowanych wolumenów danych 3D, szczególnie w trybie VR i przy dynamicznej symbolizacji procesów atmosferycznych na Czerwonej Planecie. Do wizualizacji trójwymiarowej powierzchni Marsa zastosowano silnik gier Unreal rozszerzony o Cesium for Unreal i technologię 3D Tiles. Użyte narzędzia umożliwiają hierarchiczną organizację danych (LoD) oraz strumieniowe wczytywanie tylko tych kafelków, które znajdują się w polu widzenia użytkownika. Rozwiązanie to znacząco redukuje wymagania pamięciowe i pozwala na płynne przemieszczanie się od ujęcia globalnego (MOLA) po szczegółowe widoki mikroform terenowych z Ingenuity przy zachowaniu wysokiej liczby klatek na sekundę.

Wykorzystując wileorozdzielczy cyfrowy model Marsa zbudowano prototyp serious game VR, którego centralnym elementem interfejsu jest „holograficzny projektor” planety. Użytkownik widzi unoszącą się nad wirtualnym pulpitem miniaturę fragmentu Marsa, którą może obracać, skalować i przesunąć za pomocą gestów lub kontrolerów VR. Równolegle może „wejść” w scenę w pełnej skali, poruszając się po powierzchni planety analogicznie jak w klasycznej grze pierwszoosobowej. Panel suwaków pozwala na interaktywną zmianę parametrów scenariusza przyszłej terraformacji Marsa (np. poziom gazów cieplarnianych, długość symulacji), a system cząsteczkowy (Niagara) generuje wolumetryczne mgły i dymy symbolizujące strefy o podwyższonej temperaturze czy zwiększonym ciśnieniu. Tego typu symbolizacja lepiej oddaje charakter procesów atmosferycznych niż tradycyjne mapy zasięgów, a jednocześnie pozostaje czytelna dla użytkownika niebędącego specjalistą.

Przedstawione rozwiązanie pokazuje, że połączenie rzeczywistych danych wysokościowych o różnych poziomach LoD z technologią 3D Tiles i silnikiem gier Unreal tworzy nową jakość w kartografii 3D - umożliwia nie tylko fotorealistyczną, wydajną wizualizację planetarną, ale także budowę immersyjnych interfejsów wspierających analizę, symulację oraz popularyzację złożonych procesów, takich jak potencjalna terraformacja Marsa.

[1] Abt, C. C. (1970). *Serious games*. Viking Press.

[2] Cozzi, P., & Ring, K. (2011). *3D engine design for virtual globes*. CRC Press.

[3] Jerald, J. (2015). *The VR book: Human-centered design for virtual reality*. ACM Books.

[4] Lütjens, M., et al. (2019). *Visualizing planetary data in virtual reality*. *Earth and Space Science*, 6(11), 2261–2273.

[5] Marinova, M. M., McKay, C. P., & Hashimoto, H. (2005). *Radiative-convective model of warming Mars with artificial greenhouse gases*. *Journal of Geophysical Research: Planets*, 110(E3), E03002.

[6] McKay, C. P., Toon, O. B., & Kasting, J. F. (1991). *Making Mars habitable*. *Nature*, 352(6335), 489–496.

[7] Olszewski, R., Palka, P., Wendland, A., Bridger, A. F. C., Kahre, M. A., & McKay, C. P. (2025). *An energy balance climate model for Mars represented by 4002 Goldberg polyhedrals with applications to ground ice re-distribution driven by obliquity cycles*. *Planetary and Space Science*, 259, 1–18.

[8] Zubrin, R. (1996). *The case for Mars: The plan to settle the red planet and why we must*. Free Press.

# Mapa jako przestrzenny bliźniak cyfrowy dla zarządzania kryzysowego i zastosowań militarnych

## *Map as a Spatial Digital Twin for Crisis Management and Military Applications*

Krzysztof Pokonieczny<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> Wojskowa Akademia Techniczna im. Jarosława Dąbrowskiego, ul. Kaliskiego 2, 00-908 Warszawa

\* autor do korespondencji: [krzysztof.pokonieczny@wat.edu.pl](mailto:krzysztof.pokonieczny@wat.edu.pl)

**Słowa kluczowe:** Cyfrowy bliźniak, dane geoprzestrzenne, zarządzanie kryzysowe, zastosowania militarne, GIS, modelowanie wielorozdzielcze

Rosnąca dostępność danych geoprzestrzennych oraz szybki rozwój technologii cyfrowych znacząco zmieniły sposób pozyskiwania, przetwarzania i wykorzystywania informacji przestrzennej w procesach decyzyjnych. Jedną z najbardziej obiecujących koncepcji wynikających z tej transformacji jest cyfrowy bliźniak (Digital Twin, DT), definiowany jako dynamiczna, wirtualna reprezentacja obiektu fizycznego, systemu lub procesu, która jest na bieżąco aktualizowana przy użyciu danych w czasie rzeczywistym lub zbliżonym do rzeczywistego. Choć technologia cyfrowego bliźniaka znalazła szerokie zastosowanie w przemyśle, energetyce oraz rozwiązaniach typu smart city, jej implementacja w kontekście geoprzestrzennym — szczególnie w zarządzaniu kryzysowym i operacjach militarnych — pozostaje stosunkowo słabo rozpoznana i wymaga dalszej konceptualizacji. Geoprzestrzenny cyfrowy bliźniak można scharakteryzować poprzez kilka kluczowych właściwości. Zapewnia on dokładną reprezentację geometryczną w dwóch, trzech, a nawet czterech wymiarach, gwarantując precyzyjne pozycjonowanie obiektów w określonym układzie odniesienia. Integruje heterogeniczne źródła danych, w tym zbiory GIS, modele BIM, chmury punktów LiDAR, dane teledetekcyjne oraz obserwacje sensorowe. Utrzymuje informacje semantyczne i relacje między obiektami, co umożliwia właściwą interpretację struktur i procesów przestrzennych. Ponadto pozwala na aktualizacje w czasie rzeczywistym lub zbliżonym do rzeczywistego, wspiera zaawansowane analizy przestrzenne i symulacje oraz oferuje interaktywną wizualizację dostosowaną do różnych grup użytkowników. Istotne są również skalowalność i reprezentacja wielorozdzielcza, umożliwiające funkcjonowanie systemu na różnych poziomach szczegółowości w zależności od kontekstu zastosowania. Znaczenie takiego systemu jest szczególnie widoczne w obszarze zarządzania kryzysowego, które obejmuje działania związane z zapobieganiem, przygotowaniem, reagowaniem i odbudową. Wszystkie te fazy mają silny komponent przestrzenny, związany z konkretnymi lokalizacjami, elementami infrastruktury oraz przemieszczaniem zasobów. Skuteczne zarządzanie kryzysowe wymaga dostępu do wysokiej jakości danych geoprzestrzennych. Każda rozbieżność między reprezentacją cyfrową a rzeczywistością może prowadzić do błędnych decyzji i poważnych strat. Podobne wymagania dotyczą operacji militarnych, gdzie świadomość sytuacyjna oraz szybki dostęp do wiarygodnych informacji przestrzennych mają kluczowe znaczenie.

Celem niniejszego opracowania jest odpowiedź na pytanie badawcze: jaki zakres informacyjny powinien obejmować geoprzestrzenny cyfrowy bliźniak, aby skutecznie wspierać zarządzanie kryzysowe i operacje militarne? w odpowiedzi zaproponowano ramy koncepcyjne definiujące wymaganą strukturę i zawartość danych takiego systemu. Podejście opiera się na identyfikacji kluczowych kategorii tematycznych opisujących środowisko geoprzestrzenne, takich jak rzeźba terenu, infrastruktura, hydrologia, pokrycie terenu oraz warunki środowiskowe. Szczególną uwagę poświęcono zjawiskom dynamicznym, takim jak warunki pogodowe i zmienność sezonowa, które istotnie wpływają na możliwości operacyjne. Proponowane ramy obejmują również model danych wielorozdzielczych, w którym różne poziomy szczegółowości powiązane są z określonymi skalami przestrzennymi. Obejmują one zakres od bardzo szczegółowych reprezentacji, odpowiednich dla zastosowań inżynierskich i taktycznych, po uogólnione przedstawienia wykorzystywane na poziomie regionalnym lub strategicznym. Dla każdego poziomu wskazano odpowiednie źródła danych, w tym krajowe zasoby geoprzestrzenne, platformy danych otwartych takie jak OpenStreetMap, produkty teledetekcyjne oraz sieci sensorowe. Integracja tych zróżnicowanych źródeł umożliwia stworzenie spójnego i skalowalnego modelu cyfrowego bliźniaka. W celu oceny dostępności i przydatności istniejących danych geoprzestrzennych do budowy takiego systemu przeprowadzono studium przypadku oparte na obszarze Polski. Analiza wykazała, że znaczna część wymaganych danych może być pozyskana z krajowych zasobów geodezyjnych i kartograficznych oraz źródeł otwartych. Jednak niektóre typy danych, zwłaszcza te dotyczące wysokiej rozdzielczości oraz aktualizacji w czasie rzeczywistym, nie są powszechnie dostępne i wymagają dedykowanych procesów pozyskiwania. Wyniki wskazują zarówno potencjał, jak i wyzwania związane z rozwojem geoprzestrzennych cyfrowych bliźniaków. Do kluczowych wyzwań należą integracja heterogenicznych danych w jednolity system, zarządzanie dużymi i stale aktualizowanymi zbiorami danych, odwzorowanie zmian czasowych w geometrii i atrybutach oraz potrzeba interoperacyjności opartej na otwartych standardach. Dodatkowe trudności wynikają z ograniczonej dostępności niektórych danych oraz wysokich kosztów ich pozyskania i utrzymania. Podsumowując, geoprzestrzenny cyfrowy bliźniak stanowi zaawansowaną formę modelowania przestrzennego, integrującą geometrię, semantykę, dynamikę czasową oraz zachowanie systemu w jednym spójnym ujęciu. Taki system ma potencjał znacząco usprawnić procesy decyzyjne w zarządzaniu kryzysowym i operacjach militarnych poprzez dostarczanie dokładnych, aktualnych i bogatych analitycznie reprezentacji rzeczywistości. Jego skuteczne wdrożenie wymaga jednak precyzyjnego określenia zakresu informacji, odpowiednich strategii modelowania danych oraz rozwoju solidnej infrastruktury danych.

# Wykorzystanie materiałów kartograficznych w estymacji ryzyka powodziowego dla terenów zurbanizowanych

## *The use of cartographic data in estimating flood risk for urbanized areas*

Monika Siejka<sup>1\*</sup>, Monika Mika<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Uniwersytet Rolniczy im. H. Kołłątaja w Krakowie, Al. Mickiewicza 21, Kraków

\* autor do korespondencji: [monika.siejka@urk.edu.pl](mailto:monika.siejka@urk.edu.pl)

**Słowa kluczowe:** zarządzanie kryzysowe, opracowania kartograficzne, mapy zagrożeń, mapa katastralna, planowanie przestrzenne

Przedmiotem niniejszego opracowania jest przegląd oraz identyfikacja rodzajów dokumentacji kartograficznej, pod kątem wykorzystania w zarządzaniu kryzysowym w zakresie przeciwdziałania powodzi oraz oceny jej potencjalnych negatywnych skutków dla życia i zdrowia ludzi, środowiska, dziedzictwa kulturowego oraz działalności gospodarczej. W uproszczeniu można przyjąć, że ryzyko powodziowe nie jest samym faktem zalania terenu, lecz wynikiem matematycznego równania:  $Ryzyko = Zagrożenie \times Podatność \times Wartość$

Gdzie: Zagrożenie: prawdopodobieństwo wystąpienia wody o określonej głębokości i prędkości; Podatność: stopień, w jakim dany obiekt (np. dom, fabryka) może ulec zniszczeniu; Wartość: to, co możemy stracić (życie, zdrowie, mienie, zasoby przyrodnicze).

W Polsce i Unii Europejskiej podstawą zarządzania tym procesem są dwa rodzaje map, które są opracowywane w ramach Dyrektywy Powodziowej. Są one dostępne publicznie (np. W serwisie Hydroportal).

### 1. Mapy Zagrożenia Powodziowego (MZP)

Pokazują one obszary, które mogą zostać zalane w konkretnych scenariuszach. Odpowiadają na pytanie: „Gdzie i jak głęboka będzie woda?”.

- Scenariusze: zazwyczaj opracowuje się mapy dla powodzi o prawdopodobieństwie wystąpienia:
  - 0,2% (raz na 500 lat): powódź ekstremalna.
  - 1% (raz na 100 lat): tzw. Woda stuletnia.
  - 10% (raz na 10 lat): powódź częsta.
- Parametry: mapy te zawierają informacje o głębokości wody (przedstawionej za pomocą izobat lub barwnych skal) oraz prędkości przepływu i kierunku ruchu wody.

### 2. Mapy Ryzyka Powodziowego (MRP)

To narzędzia bardziej zaawansowane analitycznie. Nie pokazują tylko zasięgu wody, ale skutki zalania danego terenu. Na MRP nanosi się:

- Wartość strat ekonomicznych: szacowane kwoty strat dla różnych klas użytkowania terenu (mieszkalne, przemysłowe, transportowe).
- Liczbę mieszkańców: określenie liczby osób potencjalnie dotkniętych zalaniem.
- Obiekty wrażliwe: szpitale, szkoły, oczyszczalnie ścieków, ujęcia wody.
- Potencjalne źródła zanieczyszczeń: zakłady chemiczne, składowiska odpadów, które w razie zalania mogą spowodować katastrofę ekologiczną.
- Zabytki: obiekty wpisane do rejestru zabytków znajdujące się w strefie zagrożenia.

Opracowanie tych map nie byłoby możliwe bez zaawansowanych narzędzi cyfrowych:

- GIS: połączenie danych przestrzennych (map) z danymi opisowymi.
- LiDAR i NMT: utworzenie NMT z dokładnością do kilku centymetrów, co jest kluczowe dla symulacji rozlewania się.
- Modelowanie hydrauliczne: oprogramowanie (np. HEC-RAS, MIKE 11), które symuluje ruch wody w korycie rzeki i na terenach zalewowych.
- ISOK: platforma integrująca wszystkie powyższe dane.

Estymacja ryzyka powodziowego jest kluczowa dla planowania przestrzennego, w szczególności na terenach zurbanizowanych. Badania mają charakter ekspercki. Przeprowadzono je za pośrednictwem ankiety (online, z użyciem interaktywnego arkusza), skierowanej do ekspertów (przedstawiciele służb zajmujących się szeroko pojętym zagrożeniem). Analizowane bazy dostarczają wystarczająco dokładnych i kompletnych danych, bez których działania służb w zarządzaniu kryzysowym nie byłyby w pełni skuteczne.

# Udział Polski w wystawach Międzynarodowej Asocjacji Kartograficznej

## *Poland's contribution to the exhibitions of the International Cartographic Association*

Jerzy Siwek<sup>1\*</sup>, Tomasz Panecki<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Oddział Kartograficzny Polskiego Towarzystwa Geograficznego, Krakowskie Przedmieście 30, 00-927 Warszawa

<sup>2</sup> Wydział Geografii i Studiów Regionalnych, Uniwersytet Warszawski, Krakowskie Przedmieście 30, 00-927 Warszawa

\* autor do korespondencji: [jrsiwek@uw.edu.pl](mailto:jrsiwek@uw.edu.pl)

Planowana w 2027 roku w Warszawie XXXIII Międzynarodowa Konferencja Kartograficzna skłania do retrospektywnego spojrzenia na wcześniejsze konferencje, a na potrzeby niniejszego referatu na nieodłączną ich część, jaką są wystawy międzynarodowe i udział w nich naszego kraju.

Historia udziału Polski w wystawach Międzynarodowej Asocjacji Kartograficznej (MAK) zaczyna się w 1966 r. podczas III Międzynarodowej Konferencji Kartograficznej (MKK) w Amsterdamie. Asocjację powołała w 1959 r. W Bernie grupa 13 państw europejskich i Stany Zjednoczone, do której po dwóch latach w Paryżu dołączyło 12 następnych. Polska przystąpiła do Asocjacji w 1964 r. na konferencji w Londynie i Edynburgu.

W 1966 r. W Amsterdamie pokazaliśmy 6 map krajobrazowych kontynentów lub ich części opracowanych przez prof. Franciszka Uhorzaka do 5-tomowej Geografii Powszechnej PWN. Poza rokiem 1968 (przesyłka z mapami zaginęła w drodze do New Delhi) nasze eksponaty były obecne na wszystkich wystawach. Jedenaście razy pokazaliśmy ponad 40 eksponatów, a trzy razy nawet powyżej 50: Budapeszt 1989, Barcelona 1995, Pekin 2001. Pod tym względem najobfitszy był okres 1987–2007, kiedy kilkakrotnie należeliśmy do czołówki wystawców. Wyrazny spadek liczby eksponatów zaczyna się w roku 2009 (Santiago). Organizatorzy określili wtedy limit miejsca, pisząc w instrukcji: *Komitetom Narodowym, które chciałyby wystawić dużą liczbę map, zaleca się wybór jedynie reprezentatywnej próbki lub produktów najwyższej jakości...* Za tym przykładem poszli organizatorzy następnych wystaw.

Na ograniczenie liczby eksponatów zaczął wpływać również postęp technologiczny. Mapy papierowe były wypierane przez produkty cyfrowe, aż w 2023 r. W Kapsztadzie po raz pierwszy większość pozycji wystawowych była dostępna jedynie w wersji elektronicznej na stronie konferencji, jednak po dwóch latach w Vancouver powrócono do pokazywania map i atlasów w postaci papierowej.

Zawartość wystaw pozwala obserwować wkraczanie postępu technologicznego do kartografii. Już w 1970 r. W sprawozdaniu z wystawy na V MKK w Stresie prof. Lech Ratajski pisał, że *Stosunkowo dużo było map numerycznych (komputerowych)*. W 1972 r. W Ottawie Wielka Brytania pokazała eksperymentalny arkusz mapy w skali 1:1250 sporządzony komputerowo na podstawie danych cyfrowych uzyskanych z pomiarów terenowych, a Szwecja mapę topograficzną w skali 1:50 000, wykonaną przez digitalizację rękopisu w skali 1:10 000. W 1991 r. na wystawie w Bournemouth po raz pierwszy znalazły się atlasy elektroniczne do prezentacji na PC. Po czterech latach w Barcelonie przewodniczący MAK F. Taylor ocenił, że referaty i wystawy pokazują ogromny wpływ nowoczesnych technologii na kartografię.

Polska zaznaczyła swoją obecność na międzynarodowych wystawach kartograficznych, zdobywając liczne nagrody w konkursach organizowanych od 1995 r. (XVII MKK w Barcelonie). W 2001 r. W Pekinie. nagrodzono satelitarną mapę obrazową Karkonoszy 1:50 000 opracowaną w Instytucie Geodezji i Kartografii oraz panoramiczny plan Wenecji wydawnictwa Terra Nostra. Nagrody zdobywaliśmy jeszcze na ośmiu wystawach, z dominacją map i atlasów dla niewidomych i niedowidzących (ostatnią w 2025 r. W Vancouver).

W ostatnim czasie zakres tematyczny nagradzanych polskich eksponatów poszerzył się: w 2019 r. (Tokio) był to „Geograficzno-polityczny atlas Polski” i podręcznik „Mapy statystyczne. Opracowanie i prezentacja danych”, a w 2023 r. (Kapsztad) produkt numeryczny „Geostatistics Portal”.

Sześćdziesięcioletnia historia obecności Polski na wystawach Międzynarodowej Asocjacji Kartograficznej to imponujący zapis ewolucji od tradycyjnych map krajobrazowych po zaawansowane technologie cyfrowe i satelitarne. Bogaty dorobek prezentowany od Amsterdamu po Vancouver dowodzi, że polscy kartografowie łączą technologiczną innowacyjność z dbałością o wysoką jakość merytoryczną i wizualną swoich prac.

# Kartografia Księżyca i jej znaczenie w eksploracji kosmosu

## *Lunar Cartography and Its Importance in Space Exploration*

Krzysztof Sośnica<sup>1\*</sup>, Radosław Zajdel<sup>1</sup>, Grzegorz Bury<sup>1</sup>, Tomasz Kur<sup>1</sup>, Agnes Fienga<sup>2</sup>, Nicolas Rambaux<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Instytut Geodezji i Geoinformatyki, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, ul. Grunwaldzka 53, Polska

<sup>2</sup> Geoazur, Observatoire de la Côte d'Azur, 06304 Nice cedex 04, Francja

<sup>3</sup> Sorbonne University / LTE - Observatoire de Paris, avenue de l'Observatoire, 75014 Paris, Francja

\* autor do korespondencji: [krzysztof.sosnica@upwr.edu.pl](mailto:krzysztof.sosnica@upwr.edu.pl)

**Słowa kluczowe:** Księżyc, libracja, orbita księżycowa, Máni, misje satelitarne, nawigacja

Obecnie jesteśmy świadkami renesansu w zakresie załogowej eksploracji i powrotu ludzkości na Księżyc. NASA w porozumieniu z Europejską Agencją Kosmiczną planuje załogowe misje na Księżyc w ciągu najbliższych dwóch lat, m.in. Artemis IV i V. Chiny, Rosja i Indie realizują swoje coraz ambitniejsze plany podboju Srebrnego Globu. Tym samym kartografia księżycowa zyskuje na znaczeniu, gdyż niezwykle istotna jest identyfikacja bezpiecznych miejsc do lądowania, mapowanie minerałów i pierwiastków ziem rzadkich, analiza nasłonecznienia stoków do optymalnej lokalizacji farm solarnych, jak również niewielkich zasobów wodnych znajdujących się na Księżycu, które odgrywać będą kluczową rolę w stałej obecności człowieka na srebrnym globie [1].

W referacie przedstawione zostaną dokonania dotychczasowych misji do mapowania powierzchni Księżyca, takich jak misji LRO, jak również przyszłe misje kartograficzne, w tym duńsko-polska misja Máni. Zostaną zaprezentowane misje do zbadania przebiegu „geoidy” Księżyca, czyli pola grawitacyjnego, które w połączeniu z topografią powierzchni pozwala na analizę gęstości skał i poszukiwanie minerałów. W realizacji misji księżycowych niezwykle istotna jest georeferencja. Zostaną zaprezentowane wyniki realizacji geodezyjnych układów odniesienia dla Księżyca wraz z podaną analizą dokładności. Jest to rozwiązanie powstałe w międzynarodowym zespole kierowanym przez Autora tego referatu jako wspólna inicjatywa Międzynarodowej Unii Astronomicznej oraz Międzynarodowej Asocjacji Geodezji [2]. Układy odniesienia zdefiniowane za pomocą środka masy Księżyca oraz parametry opisujące jego zmienny obrót w czasie (librację [3]) zostały wyznaczone w oparciu o bardzo dokładne laserowe pomiary do retroreflektorów zainstalowanych przez misje Apollo 11, 14 i 15 (od 1969 r.), Luna 17 i 21, a także przez Blue Ghost 1 w 2025 r. [2]

Wrocławscy naukowcy mogą poszczycić się ogromnym wkładem w realizację przyszłych misji księżycowych. Uczestniczyli w projektowaniu misji Moonlight Europejskiej Agencji Kosmicznej, która będzie świadczyć usługi pozycjonowania, nawigacji, telekomunikacji i synchronizacji czasu na Księżycu [4]. W projektowanie systemu Moonlight zaangażowane były wiodące ośrodki badawcze z obszaru inżynierii satelitarnej i kosmicznej oraz europejskie firmy specjalizujące się w budowie satelitów i ich komponentów. We Wrocławiu powstał symulator numeryczny warunków na orbicie okołoksiężycowej, który pozwala oszacować i uwzględnić siły działające na orbity, w tym perturbacje grawitacyjne, niegrawitacyjne oraz efekty wynikające z ogólnej teorii względności [1]. Ponadto zespół naukowców z Wrocławia przygotował koncepcję aktywnego geodezyjnego lądownika NovaMoon [5], którego celem jest m.in. poprawa jakości pozycjonowania, nawigacji i georeferencji na powierzchni Księżyca poprzez wysyłanie poprawek do użytkownika. Misja NovaMoon uzyskała finansowanie w listopadzie 2025 r., a pierwszy z trzech lądowników misji dotknie powierzchni Srebrnego Globu już w 2029 r.

[1] Bury, G., Zajdel, R., & Sośnica, K. (2025). *Design of the broadcast ephemerides for the Lunar Communication and Navigation Services system*. *Progress in Earth and Planetary Science*, 12(1), 20. <https://doi.org/10.1186/s40645-024-00676-1>

[2] Sośnica, K., Fienga, A., Pavlov, D., Rambaux, N., & Zajdel, R. (2026). *Definition and Realization of the International Lunar Reference Frame*. *arXiv e-prints*, arXiv-2510. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2510.15484>

[3] Rambaux, N., Fienga, A., Seyffert, Y., Sośnica, K., ... & Baguet, D. (2026). *Lunar reference systems and their realisations using INPOP ephemerides*. *Astronomy & Astrophysics*, 705, A88. <https://doi.org/10.1051/0004-6361/202555962>

[4] Iess, L., Di Benedetto, M., Boscagli, G., Racioppa, P., Sesta, A., De Marchi, F., ... & Javier, V. T. (2025). *A novel orbit determination and time synchronization architecture for a radio navigation satellite constellation in the cislunar environment*. *NAVIGATION*, 72(3), 1-38. <https://doi.org/10.33012/navi.713>

[5] Molli, S., Fienga, A., Defraigne, P., Sośnica, K., ... & Schoenemann, E. (2026). *NovaMoon: a Strategic Lunar Reference Station for Positioning, Timing, and Largely Enhanced Science in the Earth-Moon System*. *arXiv preprint arXiv:2602.08432*. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2602.08432>

# Ocena jakości danych GNSS z odbiorników nieprofesjonalnych w kontekście monitorowania stanu jonosfery

## *Evaluation of the quality of GNSS data from consumer receivers in the context of ionosphere monitoring*

Hubert Szczepanik <sup>1\*</sup>, Jacek Paziewski <sup>1</sup>, Rafał Sieradzki <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie, Katedra Geodezji, Oczapowskiego 1, 10-719 Olsztyn,

\* autor do korespondencji: [hubert.szczepanik@doktorant.uwm.edu.pl](mailto:hubert.szczepanik@doktorant.uwm.edu.pl)

**Słowa kluczowe:** niskokosztowe odbiorniki GNSS, smartfony, obserwacje GNSS, zaburzenia jonosferyczne, jakość obserwacji

Refrakcja jonosferyczna pozostaje jednym z głównych czynników degradujących dokładność precyzyjnego pozycjonowania GNSS. Dyspersyjność tego ośrodka powoduje opóźnienia fali elektromagnetycznej, charakteryzującego się też dużą dynamiką zmian w czasie i przestrzeni, co wymusza ciągłe ich śledzenie oraz wyznaczanie odpowiednich poprawek do obserwacji GNSS. O ile standardem w estymacji opóźnień jonosferycznych jest wykorzystywanie profesjonalnych odbiorników GNSS oraz jonosond, o tyle coraz częściej dostrzega się użyteczność rozwiązań budżetowych. W literaturze naukowej na przestrzeni ostatnich lat weryfikowano jakość obserwacji rejestrowanych przez tanie moduły GNSS (ang. low-cost) [1-2] oraz smartfony [3]. Celem niniejszych badań była jednak szczegółowa ocena przydatności tego typu urządzeń stricte w kontekście monitorowania jonosfery. Analizie poddano dane pozyskane z wytypowanej grupy odbiorników niskokosztowych oraz smartfonów. Aby zapewnić wiarygodny punkt odniesienia jako stację referencyjną wykorzystano profesjonalny odbiornik geodezyjny Trimble Alloy. Pozwoliło to zweryfikować, czy jakość danych z urządzeń masowego użytku jest wystarczająca do śledzenia zmian wybranych parametrów opisujących stan jonosfery.

Badania oparto na danych zarejestrowanych podczas nieprzerwanej, 8-godzinnej sesji pomiarowej. W eksperymencie wykorzystano 3 odbiorniki niskokosztowe, 4 smartfony oraz odbiornik referencyjny. Okres rejestracji obserwacji pozwolił na zgromadzenie reprezentatywnej próby statystycznej przy zmiennej geometrii czterech konstelacji satelitów (GPS, BDS, Galileo, GLONASS). Zarejestrowane surowe obserwacje poddano następnie wstępnemu opracowaniu (pre-processing). W pierwszej kolejności wszystkie dane przekonwertowano i ujednolicono do formatu RINEX 3.04. Analizę jakościową rozpoczęto od zestawienia częstotliwości i systemów GNSS obsługiwanych przez poszczególne urządzenia oraz porównania średniej liczby śledzonych satelitów. Następnie, w celu oceny jakości odbieranego sygnału, przeanalizowano stosunek mocy fali nośnej do gęstości szumu (C/N<sub>0</sub>). Istotnym etapem z punktu widzenia stabilności pomiarów fazowych było sprawdzenie ciągłości danych. Pliki obserwacyjne zweryfikowano pod kątem występowania przerw w rejestracji (ang. data gaps) oraz utraconych cykli fazy (ang. cycle slips). Na koniec, w celu oceny zaszumienia pomiarów kodowych względem fazowych, obliczono wartości różnicy kodu i fazy nośnej CMC (Code-Minus-Carrier) oraz wyznaczono jej odchylenia standardowe.

Przeprowadzone analizy pozwoliły na ocenę możliwości badanych instrumentów w odniesieniu do referencyjnego odbiornika geodezyjnego Trimble Alloy. Zebrane dane potwierdzają użyteczność budżetowych sensorów w monitorowaniu jonosfery. Wykorzystanie tego typu aparatury jako uzupełnienia tradycyjnych stacji GNSS pozwoliłoby znacząco zagęścić siatkę pomiarową.

[1] R. Sieradzki, J. Paziewski, *Analyzing the stochastic properties of code observation using various low-cost GNSS receivers*, *GPS Solutions* 29 (2025) 168. <https://doi.org/10.1007/s10291-025-01926-5>.

[2] V. Hamza, B. Stopar, O. Sterle, P. Pavlovčič-Prešeren, *Recent advances and applications of low-cost GNSS receivers: a review*, *GPS Solutions* 29 (2025) 56. <https://doi.org/10.1007/s10291-025-01815-x>.

[3] M. Fortunato, M. Ravanelli, A. Mazzoni, *Real-Time Geophysical Applications with Android GNSS Raw Measurements*, *Remote Sensing* 11 (2019) 2113. <https://doi.org/10.3390/rs11182113>.

# Blue Corridors: od danych do wizualizacji migracji wielorybów

## *Blue Corridors: From Data to Visualization of Whale Migration*

Mikołaj Szczepkowski <sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> Firma Huncwot, [huncwot.com](http://huncwot.com)

\* autor do korespondencji: [mikolaj@huncwot.com](mailto:mikolaj@huncwot.com)

**Słowa kluczowe:** dane geoprzestrzenne, wizualizacja danych, migracje zwierząt, infrastruktura danych, interaktywna mapa

„Blue Corridors: od danych do wizualizacji migracji wielorybów” to prezentacja poświęcona projektowaniu i wdrożeniu skalowalnej platformy danych, która przekształca złożone, rozproszone i wieloletnie zbiory informacji naukowych w narzędzie wspierające analizę oraz podejmowanie decyzji w obszarze ochrony środowiska. Punktem wyjścia była potrzeba integracji danych pochodzących z ponad 50 niezależnych ośrodków badawczych, obejmujących 31 lat obserwacji satelitarnych i tysiące śledzonych tras migracyjnych wielorybów. Dane te różniły się strukturą, jakością, częstotliwością próbkowania oraz formatami zapisu, co stanowiło istotne wyzwanie technologiczne.

W ramach projektu przygotowano i wdrożono kompletny proces przetwarzania danych geoprzestrzennych. Obejmuje on pozyskiwanie, oczyszczanie, ujednocianie i łączenie danych, a także ich wzbogacanie o kontekst środowiskowy, taki jak natężenie ruchu statków, obszary połowowe czy poziom hałasu podwodnego. Kluczową rolę odegrały narzędzia oparte na języku Python, które umożliwiły sprawne przetwarzanie dużych zbiorów danych oraz przygotowanie ich do dalszej analizy i prezentacji.

Istotnym elementem rozwiązania jest warstwa usług mapowych, odpowiedzialna za wydajne udostępnianie danych w postaci kafli wektorowych i rastrowych. Takie podejście pozwala na płynne wyświetlanie dużych zbiorów danych w przeglądarce, bez utraty wydajności. Warstwa prezentacji została zbudowana z wykorzystaniem nowoczesnych narzędzi tworzenia aplikacji internetowych oraz bibliotek do wizualizacji danych przestrzennych, które umożliwiają interaktywną eksplorację mapy i animację tras migracyjnych w czasie.

Szczególne uwagę poświęcono opracowaniu animacji migracji w bibliotece Deck.gl, co stanowiło jedno z największych wyzwań projektowych. Wymagało to precyzyjnego odwzorowania ruchu w czasie oraz pracy z dużymi zbiorami danych przestrzennych. Efektem jest płynna i czytelna wizualizacja, która w przystępny sposób oddaje dynamikę rocznych cykli migracyjnych wielorybów.

Prezentacja koncentruje się nie tylko na zastosowanych technologiach, lecz także na decyzjach architektonicznych, które umożliwiły budowę elastycznego i rozwijalnego systemu. Istotnym elementem rozwiązania jest dedykowany system zarządzania treścią (CMS), zaprojektowany specjalnie na potrzeby projektu. Umożliwia on zespołom badawczym oraz redaktorom zarządzanie danymi opisowymi, kontekstowymi i narracyjnymi bez konieczności ingerencji w warstwę techniczną aplikacji. Dzięki temu możliwe jest nie tylko aktualizowanie informacji o gatunkach czy obszarach występowania, ale również rozwijanie sekcji case study, prezentujących konkretne przykłady migracji oraz związanych z nimi zagrożeń.

Zastosowanie CMS-a pozwoliło rozdzielić zarządzanie treścią od logiki przetwarzania danych, co znacząco usprawniło rozwój projektu i umożliwiło równoległą pracę zespołów o różnych kompetencjach. Platforma została zaprojektowana modułowo, co pozwala na łatwe rozszerzanie jej o nowe gatunki, źródła danych oraz dodatkowe warstwy analityczne. Takie podejście zapewnia długoterminową skalowalność i umożliwia dalszy rozwój rozwiązania wraz z pojawianiem się nowych badań oraz rosnącymi potrzebami użytkowników.

Efektem jest narzędzie umożliwiające analizę nakładających się tras migracyjnych wielorybów oraz identyfikację obszarów szczególnie narażonych na wpływ działalności człowieka. Taka forma prezentacji danych ułatwia zrozumienie skali i dynamiki zjawisk, a także wspiera komunikację między środowiskiem naukowym, organizacjami pozarządowymi i decydentami. Projekt Blue Corridors pokazuje, w jaki sposób nowoczesne podejście do pracy z danymi i ich wizualizacji może realnie wspierać działania na rzecz ochrony ekosystemów morskich.

# Kartograficzne i geoinformatyczne sposoby prezentacji przestrzeni związanych z Holocaustem

## *Cartographic and Geoinformatics Approaches to Representing the Spaces of the Holocaust*

Stanisław Szombara <sup>1\*</sup>, Alicja Jarkowska <sup>2</sup>, Martyna Grądzka-Rejak <sup>3</sup>

<sup>1</sup> AGH Akademia Górniczo-Hutnicza, Al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków

<sup>2</sup> Uniwersytet Jagielloński, ul. Gołębia 13, 31-007 Kraków

<sup>3</sup> Instytut Pamięci Narodowej - Komisja Ścigania Zbrodni przeciwko Narodowi Polskiemu, ul. Janusza Kurtyki 1, 02-676 Warszawa

\* autor do korespondencji: szombara@agh.edu.pl

**Słowa kluczowe:** HGIS, geoportale, holokaust, getto krakowskie

W referacie przedstawiono problematykę kartograficznej i geoinformatycznej prezentacji przestrzeni dotyczących Holocaustu. Celem badań jest analiza metod wizualizacji obiektów i zdarzeń związanych z zagładą Żydów, a w szczególności map gett, rozmieszczenia obozów koncentracyjnych i miejsc Zagłady, tras przemieszczania się oraz miejsc ukrywania się ludności żydowskiej. Omówiono również możliwości wykorzystania interaktywnych map i geoportali w dokumentacji i upamiętnianiu tych przestrzeni.

Polska kartografia wnosi istotny wkład w międzynarodową dyskusję na temat geowizualizacji Holocaustu. Kluczowym punktem odniesienia są publikacje z zakresu spatial humanities, a zwłaszcza książka *Geographies of the Holocaust*, która ugruntowała trend zwiększonego wykorzystania metod kartograficznych i geoinformatycznych w tej tematyce [1].

W referacie zaprezentowano wybrane międzynarodowe i krajowe przykłady zastosowania nowoczesnych technologii geoinformatycznych. Wśród nich znajdują się: internetowa baza danych i mapa getta warszawskiego [2], umożliwiająca nakładanie dawnych i historycznych map na współczesne warstwy przestrzenne oraz integrację danych o lokalizacjach, osobach i wydarzeniach; *Atlas Literatury Zagłady* [3] dostępny w kolekcji Nowej Panoramy Literatury Polskiej, stanowiący przykład literacko-kartograficznej syntezy przestrzeni Zagłady; oraz MemoMap Prague [4] mapa interaktywna przedstawiająca losy Żydów praskich, miejsca zakazane, incydenty oraz punkty pamięci w przestrzeni miejskiej.

Szczególny nacisk położono na studium przypadku getta krakowskiego i ludności żydowskiej Krakowa. Autorzy odwołują się do własnej analizy 35 powojennych map i planów krakowskiego getta [5], która wykazała znaczne zróżnicowanie jakości tych materiałów i ich wpływ na rekonstrukcję historycznej przestrzeni getta. W referacie przedstawiono także wstępną fazę rozwoju autorskiego portalu „Mapa żydowskiego Krakowa w ujęciu historyczno-przestrzennym od roku 1939” (shoahkrakow.uj.edu.pl), który ma stanowić kompleksowe narzędzie dla historyków umożliwiające kwerendę w bazie danych na mapach interaktywnych.

Badania wpisują się w szerszy nurt wykorzystywania nowoczesnych technologii geoinformatycznych (HGIS, geoportale, mapy interaktywne) do przetwarzania danych czasoprzestrzennych oraz geowizualizacji zjawisk historycznych na poziomie regionalnym i lokalnym, a także wskazują na wyzwania, przed którymi stają twórcy takich systemów.

[1] Knowles A.K., Cole T., Giordano A. (eds.). 2014. *Geographies of the Holocaust*. Indiana University Press, Bloomington.

[2] Getto.pl. Internetowa baza danych i mapa getta warszawskiego. <https://getto.pl>

[3] Nowa Panorama Literatury Polskiej. *Atlas Literatury Zagłady*. <https://nplp.pl/kolekcja/atlas-zaglady/>

[4] EHRI. MemoMap Prague – historical-geographical information system. <https://ehri.cz/en/services/memomap/prague/>

[5] Szombara S., Jarkowska A. 2024. Powojenne mapy i plany krakowskiego getta. *Studia Żydowskie. Almanach*, 14, 117–150, <https://doi.org/10.56583/sz.2537>

# **ICA Spring Olomouc 2023 – referaty autorów afiliowanych w polskich uczelniach**

## ***ICA Spring Olomouc 2023 – Presentations by Authors Affiliated with Polish Universities***

Stanisław Szombara <sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> AGH Akademia Górniczo-Hutnicza, Al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków

\* autor do korespondencji: szombara@agh.edu.pl

**Słowa kluczowe:** ICA, polska kartografia

W referacie przedstawiono krótkie podsumowanie pięciu referatów wygłoszonych przez autorów afiliowanych w polskich uczelniach podczas sympozjum Międzynarodowej Asocjacji Kartograficznej ICA Spring Olomouc 2023. Sympozjum odbyło się w dniach 3–5 kwietnia 2023 r. W Ołomuńcu i nosiło tytuł „Atlases: their design and use”.

Waldemar Spallek (Uniwersytet Wrocławski) wygłosił referat pt. „From the paper atlas to the geoportal and back again”. Marta Kuźma (Uniwersytet Warszawski) wspólnie z Francisem Harveyem (Leibniz-Institute for Regional Geography, Lipsk) przedstawili referat pt. „Eye-Tracking the Digital Humanist. How do historians use maps?”. Stanisław Szombara (AGH Akademia Górniczo-Hutnicza) zaprezentował referat pt. „Does the dot matter? – a study of dot map users’ preferences for dot size and value”. Beata Medyńska-Gulij (Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu) omówiła temat pt. „Hypsometric images of Europe in school atlases – the final design from the 19th century?”. Karol Kowalczyk (Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie) przedstawił referat pt. „Railway Atlases as the Products of Thematic Cartography: an Attempt at Typology”.

# Czy kropka ma znaczenie? Badania preferencji użytkowników map kropkowych

## *The Impact of Dot Size and Value on User Interpretation of Dot Distribution Maps*

Stanisław Szombara <sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> AGH Akademia Górniczo-Hutnicza, Al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków

\* autor do korespondencji: [szombara@agh.edu.pl](mailto:szombara@agh.edu.pl)

**Słowa kluczowe:** mapy kropkowe, preferencje użytkowników, klastrowanie spektralne

Na posterze przedstawiono wyniki wstępnego badania preferencji użytkowników map kropkowych (dot distribution maps) przeprowadzonego przez autora i zaprezentowanego na sympozjum Międzynarodowej Asocjacji Kartograficznej ICA Spring Olomouc 2023 [1].

Mapa kropkowa należy do najbardziej intuicyjnych metod kartograficznych, jednak współcześnie jest rzadko stosowana ze względu na trudności z automatycznym generowaniem realistycznego (topograficznego) rozmieszczenia kropek w programach GIS. Autor opracował własną metodę automatyzacji tworzenia map kropkowych z wykorzystaniem danych z Bazy Danych Obiektów Topograficznych (BDOT10k), rejestru granic oraz Banku Danych Lokalnych. Metoda umożliwia kontrolowane zmienianie dwóch kluczowych parametrów: wagi kropki oraz jej wielkości.

W badaniu ankietowym wzięło udział 127 studentów geodezji i kartografii (50 po kursie kartografii, 77 przed kursem). Uczestnicy interpretowali serie map średnioskalowych (obszar kilka powiatów Polski) różniących się wielkością i wagą kropki. Pytania dotyczyły liczebności ludności, gęstości zaludnienia, koncentracji i formy osadnictwa oraz porównań między obszarami. Badanie wykazało, że mniejsza waga i wielkość kropki znacząco zmniejsza liczbę błędów w zadaniach ilościowych oraz zwiększa pewność respondentów co do poprawności oceny. W przypadku porównań jakościowych wielkość kropki miała mniejszy wpływ na ostateczny wynik, ale nadal podnosiła poziom pewności wyboru.

Badanie wpisuje się w szerszy nurt międzynarodowej dyskusji nad automatyzacją i użytecznością map kropkowych. Polska kartografia wnosi do tej debaty konkretny wkład. Kontynuacją prac jest publikacja, w której zaproponowano modyfikację algorytmu spektralnego klastrowania (spectral clustering) do automatycznego wspomaganie edycji map kropkowych [2]. Algorytm, zintegrowany z danymi o budynkach mieszkalnych i statystykach ludnościowych, pozwala uzyskać błąd poniżej 5% w skali całego obszaru badawczego (powiat pszczyński), choć w obszarach o dużej gęstości zaludnienia nadal wymagane są ręczne korekty.

Wyniki potwierdzają, że parametry map kropkowych (wielkość i waga kropki) mają wpływ na poprawność i pewność interpretacji, szczególnie w zagadnieniach ilościowych. Przedstawione na posterze prace przyczyniają się do zwiększenia widoczności polskiej nauki na arenie międzynarodowej i stanowią cenne przygotowanie polskiego środowiska kartograficznego do ICC 2027.

[1] Szombara S. 2023. *Does the Dot Matter? a study of dot map users' preferences for dot size and value*. W: *ICA Spring Olomouc 2023 "Atlases: their design and use"*, 3–5 April 2023, Olomouc, Czechia.

[2] Dziuba N., Szombara S. 2025. *Supporting the editing of dot maps using the spectral clustering algorithm*. *Polish Cartographical Review*, 57(1), 58–74, <https://doi.org/10.2478/pcr-2025-0004>

# Kartografia geologiczna 3D – rozwój internetowych metod wizualizacji

## 3D Geological Cartography – Advances in Web-Based Visualization Methods

Dominik Szrek <sup>1\*</sup>, Zbigniew Małolepszy <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy

\* autor do korespondencji: [dominik.szrek@pgi.gov.pl](mailto:dominik.szrek@pgi.gov.pl)

**Słowa kluczowe:** kartografia geologiczna 3D, Geo3D, przestrzenne modele geologiczne, wizualizacja sieciowa, modele wokselowe

Kartografia geologiczna 3D rozwija klasyczne metody kartograficzne w kierunku reprezentacji objętościowej, w której model geologiczny jest jednocześnie nośnikiem informacji i formą jej wizualizacji. W odróżnieniu od map 2D problem nie ogranicza się do generalizacji i symbolizacji, lecz obejmuje eksplorację danych wglębnych w przestrzeni trójwymiarowej, kontrolę percepcji relacji przestrzennych oraz zarządzanie złożonością modelu.

Współczesne modele geologiczne, zwłaszcza wokselowe, cechują się bardzo dużą rozdzielczością i liczbą elementów. Powoduje to istotny konflikt między szczegółowością danych a możliwościami ich efektywnej wizualizacji w przeglądarce, bez użycia specjalistycznego oprogramowania. Wynikające stąd wyzwania mają charakter ściśle kartograficzny i dotyczą doboru metod prezentacji zachowujących informację poznawczo istotną przy jednoczesnym ograniczeniu obciążenia percepcyjnego użytkownika.

Aplikacja internetowa Geo3D [1] (<https://geo3d.pgi.gov.pl/>), rozwijana w Państwowym Instytucie Geologicznym – PIB, stanowi środowisko badawczo-implementacyjne dla internetowej kartografii geologicznej 3D. System opiera się na interaktywnej eksploracji modelu, w której użytkownik samodzielnie definiuje przekrój, zakres obserwacji i poziom szczegółowości danych [2]. Zastosowano w nim m.in. dynamiczną zmianę przewyższenia pionowego, separację warstw (exploding view), generowanie wirtualnych otworów wiertniczych oraz wizualizację parametrów geologicznych za pomocą ciągłych skal barwnych i izolinii. Ważnym elementem jest integracja modeli 3D z referencyjnymi mapami 2D poprzez usługi WMS, co zapewnia zachowanie kontekstu przestrzennego.

Kluczowym wyzwaniem pozostaje opracowanie metod umożliwiających interaktywną pracę z modelami liczącymi setki milionów komórek w środowisku przeglądarkowym. System Geo3D wykorzystuje w tym celu hierarchiczną reprezentację danych oraz strumieniowanie geometrii. Metodyka ta wpisuje się w nurt skalowalnej kartografii 3D i stanowi istotny wkład w rozwój standardów udostępniania danych, znajdujący uznanie w służbach geologicznych wielu krajów.

Przedstawione rozwiązania wskazują, że kartografia geologiczna 3D wymaga redefinicji klasycznych pojęć kartograficznych w kontekście środowisk interaktywnych oraz ścisłej integracji wizualizacji, wydajności obliczeniowej i percepcji użytkownika. Rozwój internetowych metod wizualizacji w ramach systemu Geo3D sprzyja upowszechnianiu nowoczesnej kartografii 3D, stanowiąc zarazem praktyczny przykład obecności polskich osiągnięć w międzynarodowym obiegu informacji naukowej.

[1] Małolepszy Z., Wróbel K., Chybiorz R., Nita J., 2005. System interaktywnej wizualizacji wglębnych danych i struktur geologicznych. Pierwszy Kongres Geologiczny, Kraków.

[2] Małolepszy Z., Pawlos R., Chelmiński J., Nowacki L., Stępień U., Wróbel K., 2020. Geo3D – wersja beta przeglądarki przestrzennych modeli geologicznych na stronie Państwowego Instytutu Geologicznego – Państwowego Instytutu Badawczego. *Przegląd Solny*, 15, 5–13.

# Wyznaczenie wysokości wybranych szczytów i przełęczy górskich w Tatrach Wysokich na podstawie pomiarów GNSS - wpływ techniki pomiarowej oraz modeli quasi-geoidy i geoidy

## *Determination of the elevations of selected mountain peaks and passes in the High Tatras based on GNSS measurements - the influence of measurement technique and quasi-geoid and geoid models*

Marek Trojanowicz<sup>1\*</sup>, Dariusz Strugarek<sup>1</sup>, Marcin Mikoś<sup>1</sup>, Filip Gałdyn<sup>1</sup>, Adrian Nowak<sup>1</sup>, Tomasz Kur<sup>1</sup>, Kamil Smolak<sup>1</sup>, Krzysztof Sośnica<sup>1</sup>, Lubomil Pospíšil<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Institute of Geodesy and Geoinformatics, Wrocław University of Environmental and Life Sciences, C. K. Norwida 25, 50-375 Wrocław, Poland,

<sup>2</sup> Department of Geodesy and Mining Surveying, VŠB—Technical University Ostrava, 17. listopadu 2172/15, 708 00 Ostrava—Poruba, Czech Republic

\* autor do korespondencji: [marek.trojanowicz@upwr.edu.pl](mailto:marek.trojanowicz@upwr.edu.pl)

**Słowa kluczowe:** pomiary GNSS, model geoidy, model quasi-geoidy, grawimetria, niwelacja GNSS, Tatry

W latach 2022 i 2024 grupa studentów i naukowców z Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu przeprowadziła pomiary mające na celu precyzyjne określenie wysokości szczytów i przełęczy najwyższych partii Tatr, położonych w Polsce i na Słowacji. Koncepcja projektu opierała się na precyzyjnych pomiarach GNSS z wykorzystaniem systemu ASG-EUPOS oraz wyznaczeniu wysokości w układzie wysokości normalnych oznaczonym jako PL-EVRF2007-NH. Tradycyjnie wysokości szczytów górskich podaje się nad poziomem morza, który jest utożsamiany z geoidą. Mimo że różnice pomiędzy geoidą i quasi-geoidą na obszarze Tatr są niewielkie, to jednak powinny być uwzględnione przy precyzyjnym określaniu wysokości. Należy podkreślić, że w obu krajach, na terenie których położone są Tatry (Polsce i Słowacji), wykorzystywany jest system wysokości normalnych. W związku z tym do praktycznego wyznaczania wysokości za pomocą techniki GNSS budowane są modele quasi-geoidy i brak jest wysokiej jakości modeli geoidy umożliwiających wyznaczenie wysokości ortometrycznych. Dodatkowo, z uwagi na tzw. efekt brzegowy, można mieć wątpliwości odnośnie jakości istniejących modeli quasi-geoidy w obszarach przygranicznych, a takim obszarem są Tatry. Stąd, w ramach projektu zbudowano lokalny model quasi-geoidy oraz dwa modele geoidy obejmujące tereny przygraniczne pomiędzy Polską i Słowacją. Umożliwiło to wyznaczenie wysokości mierzonych punktów w różnych wariantach - w zależności od wykorzystanego modelu quasi-geoidy oraz geoidy. Ponadto, terenowe pomiary GNSS zostały zrealizowane z wykorzystaniem statycznych pomiarów względnych oraz technikami: kinematyczną w czasie rzeczywistym (RTK), siecią w czasie rzeczywistym (RTN) jak również za pomocą rozwiązania precyzyjnego pozycjonowania punktowego (PPP). Dzięki temu porównano wysokości szczytów i przełęczy pomierzonych z wykorzystaniem wskazanych wyżej technik. Natomiast wysokości normalne i ortometryczne pomierzonych punktów zostały wyznaczone z wykorzystaniem dwóch modeli quasi-geoidy (obowiązującego obecnie w Polsce modelu PL-geoid2021 oraz wspomnianego wyżej, specjalnie opracowanego modelu quasi-geoidy dla Tatr), jak również dwóch modeli geoidy bazujących na różnych modelach gęstości mas topograficznych. W wyniku analiz stwierdzono wysoką zgodność wysokości wyznaczanych różnymi technikami GNSS (odchylenia standardowe różnic uzyskano na poziomie 0,8 cm, przy maksymalnej różnicy wynoszącej 2,4 cm) oraz znaczące różnice wynikające z zastosowania różnych modeli quasi-geoidy i geoidy, sięgające odpowiednio 11,6 i 7,5 cm. Podczas gdy maksymalne różnice pomiędzy wysokością ortometryczną i normalną uzyskano na poziomie 18,8 cm.

Należy dodać, że nowe modele quasi-geoidy i geoidy zostały opracowane w postaci regularnych siatek w dwóch wariantach. Wariant podstawowy został opracowany w rozdzielczości takiej jak model PL-geoid2021 ( $0.01^\circ \times 0.01^\circ$ ) oraz obejmował obszar południowej części Polski i północnej części Słowacji. Dodatkowo, tylko dla obszaru Tatr, opracowano modele o rozdzielczości  $0.001^\circ \times 0.001^\circ$ . Umożliwiło to ocenę dokładności interpolacji zarówno anomalii wysokości oraz wysokości geoidy w obszarze górskim z modeli o rozdzielczości  $0.01^\circ \times 0.01^\circ$ , czyli np. z obowiązującego w Polsce modelu PL-geoid2021.

# Wieloatrybutowa klasyfikacja rzeźby terenu z wykorzystaniem danych rastrowych i sieci neuronowych

## *Multi-Attribute Landform Classification Based on Raster Data and Neural Networks*

Małgorzata Wieczorek<sup>1\*</sup>, Wojciech Przybył<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Zakład Geoinformatyki i Kartografii, Uniwersytet Wrocławski, Wrocław

<sup>2</sup> Wojskowy Instytut Techniki Inżynierskiej, im. Prof. Józefa Kosackiego, Wrocław

\* autor do korespondencji [malgorzata.wieczorek@uwr.edu.pl](mailto:malgorzata.wieczorek@uwr.edu.pl)

**Słowa kluczowe:** rzeźba terenu, sztuczne sieci neuronowe, klasyfikacja form terenu, kartografia analityczna

Złożoność rzeźby terenu pozostaje istotnym wyzwaniem dla kartografii analitycznej i systemów informacji geograficznej, zwłaszcza w kontekście automatyzacji opracowań map form terenu. Punktem wyjścia badań było założenie, że klasyfikacja form terenu oparta wyłącznie na parametrach morfometrycznych pochodnych numerycznego modelu wysokości nie zapewnia wystarczającej zgodności z kartowaniem eksperckim, szczególnie w obszarach o zróżnicowanej budowie geologicznej.

Celem referatu jest przedstawienie koncepcji kartograficznej reprezentacji rzeźby terenu opartej na integracji danych ilościowych i jakościowych w środowisku GIS. Badania przeprowadzono na obszarze Gór Bystrzyckich (Sudety), charakteryzującym się dużym zróżnicowaniem form rzeźby i budowy geologicznej. Wykorzystano dane rastrowe o rozdzielczości 25 m, obejmujące wysokość bezwzględną oraz zestaw pochodnych parametrów morfometrycznych, takich jak wysokość względna, nachylenie, ekspozycja, krzywizna planarna i pionowa. Zmienną uzupełniającą stanowiła informacja litologiczna, wprowadzona jako atrybut jakościowy.

Proces klasyfikacji zrealizowano z zastosowaniem sztucznych sieci neuronowych, trenowanych w sposób nadzorowany na podstawie klas form terenu wyznaczonych wcześniej przez eksperta geomorfologa. W celu zachowania ciągłości i spójności przestrzennej danych zastosowano podejście oparte na sąsiedztwie Moore'a, w którym każda komórka rastrowa była analizowana w kontekście otoczenia. W trakcie obliczeń testowano różne konfiguracje architektury sieci, obejmujące liczbę warstw ukrytych, liczbę neuronów, tempo uczenia oraz liczbę epok, a także różne zestawy zmiennych wejściowych koncentrując się na wpływie doboru zmiennych wejściowych na kartograficzną spójność wyników.

Otrzymane mapy rzeźby terenu porównano z klasyfikacją ekspercką, traktowaną jako odniesienie kartograficzne. Jakość odwzorowania oceniono przy użyciu miar zgodności przestrzennej typowych dla analiz map rastrowych. Wyniki wskazują, że połączenie parametrów morfometrycznych z informacją litologiczną istotnie poprawia rozpoznawalność form terenu oraz zwiększa jednorodność przestrzenną jednostek na mapie.

Zaprezentowane podejście potwierdza potencjał integracji narzędzi w systemach informacji geograficznej i metod uczenia maszynowego w tworzeniu zaawansowanych opracowań kartograficznych rzeźby terenu, przy jednoczesnym zachowaniu czytelności i interpretowalności map tematycznych. Referat wpisuje się w nurt badań nad automatyzacją kartografii geomorfologicznej, podkreślając znaczenie kontekstu przestrzennego i danych jakościowych w procesie generalizacji rastrowej.

# Monitoring deformacji terenu z wykorzystaniem InSAR i GIS 3D

## *Surface deformation monitoring using InSAR and 3D GIS*

Natalia Wielgocka <sup>1\*</sup>, Stanisław Biernat <sup>2</sup>, Dominik Teodorczyk <sup>1</sup>, Marek Trojanowicz <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, Instytut Geodezji i Geoinformatyki, ul. Grunwaldzka 53, 50-357 Wrocław

<sup>2</sup> infoSolutions, pl. Strzelecki 20, 50-224 Wrocław

\* autor do korespondencji: [natalia.wielgocka@upwr.edu.pl](mailto:natalia.wielgocka@upwr.edu.pl)

**Słowa kluczowe:** InSAR, GIS 3D, deformacje powierzchni terenu

Zjawisko deformacji powierzchni terenu bardzo często wiąże się z działalnością człowieka, w szczególności z podziemnym wydobyciem surowców mineralnych. Procesy te prowadzą do zmian w strukturze gruntu, co w konsekwencji może powodować osiadania, zapadliska czy przemieszczenia poziome. Skutki takich deformacji obejmują zarówno środowisko naturalne, jak i infrastrukturę techniczną oraz zabudowę. Uszkodzenia budynków, dróg, linii kolejowych, mostów czy sieci przesyłowych generują znaczne koszty ekonomiczne oraz stanowią zagrożenie dla bezpieczeństwa użytkowników tych obiektów. Kolejnym istotnym aspektem jest wpływ deformacji na osnowę geodezyjną zlokalizowaną na takich obszarach. Punkty geodezyjnej osnowy wysokościowej oraz poziomej, stanowiące podstawę wszelkich pomiarów geodezyjnych, ulegają przemieszczeniom, przez co tracą charakter danych referencyjnych. W efekcie dane geodezyjne szybko się dezaktualizują, co stanowi poważne utrudnienie zarówno dla służb geodezyjnych, jak i wykonawców prac terenowych. Problemem jest również fakt, że częsta aktualizacja osnów w praktyce jest trudna do realizacji, głównie ze względu na ograniczone środki finansowe oraz wysokie koszty pomiarów terenowych. W rezultacie wiele prac jest realizowanych w oparciu o nieaktualne dane.

W odpowiedzi na te wyzwania coraz większe znaczenie zyskują nowoczesne technologie obserwacyjne, w szczególności interferometria radarowa (ang. Interferometric Synthetic Aperture Radar, InSAR) z pułapu satelitarnego. Ich kluczową zaletą jest możliwość prowadzenia obserwacji z wysoką częstotliwością czasową i przestrzenną. Dzięki analizie różnic fazowych sygnału radarowego możliwe jest wykrywanie nawet milimetrowych przemieszczeń terenu, co czyni tę metodę niezwykle skuteczną w monitoringu obszarów zagrożonych deformacjami.

W referacie przedstawiona zostanie koncepcja integracji wyników przetwarzania danych InSAR z trójwymiarową platformą GIS (GIS 3D) na przykładzie danych z powiatu lubińskiego (województwo dolnośląskie). Dla tego obszaru wyznaczono przemieszczenia poziome dla lat 2023 – 2024 z wykorzystaniem danych InSAR. Takie podejście umożliwia kompleksową analizę wpływu deformacji na różne elementy zagospodarowania przestrzennego, w tym budynki, infrastrukturę krytyczną (drogi, linie kolejowe, mosty, wiadukty) oraz osnowę geodezyjną, zarówno wysokościową, jak i poziomą, zlokalizowaną w strefie oddziaływania. Środowisko GIS 3D zapewnia integrację danych interferometrycznych z innymi źródłami informacji przestrzennej, takimi jak numeryczne modele terenu, modele 3D budynków oraz dane ewidencyjne. Umożliwia to prowadzenie zaawansowanych analiz przestrzennych, w tym ocenę wpływu deformacji na poszczególne elementy infrastruktury, identyfikację obszarów szczególnie narażonych na uszkodzenia, a także analizę relacji przestrzennych pomiędzy obserwowanymi przemieszczeniami a istniejącą zabudową i infrastrukturą, również w ujęciu czasowym. Zastosowanie takiego systemu przynosi wymierne korzyści. Przede wszystkim umożliwia szybsze reagowanie na pojawiające się zmiany, co może ograniczyć koszty przyszłych napraw. Dodatkowo pozwala wskazać obszary i dane geodezyjne, które uległy dezaktualizacji, co jest szczególnie istotne dla wykonawców prac geodezyjnych. W przyszłości rozwiązanie to może wspierać proces aktualizacji zasobu geodezyjno-kartograficznego, stanowiąc bardziej efektywną alternatywę dla tradycyjnych pomiarów terenowych.

# Potencjał informacyjny dokumentacji katastru austriackiego w badaniach genealogicznych

## *The Informational Potential of Austrian Cadastre Documentation in Genealogical Research*

Kacper Zgórski<sup>1</sup>

<sup>1</sup> AGH Akademia Górniczo-Hutnicza, Wydział Geodezji Górniczej i Inżynierii Środowiska, Katedra Geodezji Zintegrowanej i Kartografii, al. A. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków

\* autor do korespondencji [zgorski@agh.edu.pl](mailto:zgorski@agh.edu.pl)

**Słowa kluczowe:** kataster austriacki, mapy katastralne, genealogia, własność gruntów, badania genealogiczne

Celem referatu jest ukazanie potencjału informacyjnego dokumentacji katastru austriackiego w badaniach genealogicznych oraz ocena jej przydatności w rekonstrukcji historii rodzin i dawnych stosunków własnościowych. Materiały te, powstałe w XIX wieku w ramach funkcjonowania systemu katastralnego monarchii habsburskiej, zawierają szczegółowe informacje dotyczące właścicieli gruntów, struktury własności oraz lokalizacji parcel i zabudowy [1]. Dokumentacja ta była tworzona przede wszystkim na potrzeby administracyjne i fiskalne państwa, jednak obecnie stanowi cenne źródło historyczne, które może być wykorzystywane również w badaniach nad dziejami lokalnych społeczności oraz genealogią rodzin zamieszkujących dawne tereny zaboru austriackiego. Ze względu na swoją dokładność oraz systematyczność opracowania, materiały katastralne pozwalają na szczegółową analizę przestrzennej organizacji wsi i miast, a także na śledzenie zmian zachodzących w strukturze własności gruntów.

W referacie przeanalizowano wybrane typy dokumentacji katastralnej, takie jak mapy katastralne oraz wykazy właścicieli gruntów. Szczególna uwaga została zwrócona na zakres informacji zawartych w tych materiałach oraz możliwości ich interpretacji w kontekście badań genealogicznych. Dane zawarte w dokumentacji katastralnej mogą bowiem dostarczać informacji nie tylko o właścicielach gruntów, ale również o ich miejscu zamieszkania, strukturze gospodarstwa, wielkości posiadanych parcel oraz zmianach własnościowych zachodzących w czasie [2]. W wielu przypadkach umożliwiają one również identyfikację powiązań rodzinnych między kolejnymi właścicielami nieruchomości, co ma istotne znaczenie dla rekonstrukcji historii poszczególnych rodzin. Zestawienie tych danych z informacjami pochodzącymi z innych źródeł archiwalnych pozwala na znacznie pełniejsze odtworzenie dziejów własności ziemskiej oraz relacji społecznych funkcjonujących w obrębie danej wspólnoty.

Na podstawie praktycznych przykładów pracy z materiałami katastralnymi przedstawione zostaną możliwości ich wykorzystania do śledzenia zmian własnościowych, badania pokrewieństwa kolejnych właścicieli oraz lokalizacji miejsc zamieszkania przodków. Szczególną rolę odgrywa tu analiza map katastralnych w zestawieniu z wykazami właścicieli oraz innymi źródłami archiwalnymi, takimi jak księgi metrykalne, spisy ludności czy dokumentacja hipoteczna. Takie podejście pozwala na powiązanie danych przestrzennych z informacjami genealogicznymi oraz na dokładniejsze odtworzenie historii konkretnych gospodarstw i rodzin zamieszkujących dany obszar. Dzięki temu możliwe staje się nie tylko ustalenie kolejnych właścicieli poszczególnych parcel, ale także identyfikacja procesów dziedziczenia, podziałów majątkowych oraz zmian wynikających z transakcji kupna-sprzedaży.

Analiza wskazuje, że dokumentacja katastru austriackiego stanowi cenne i wciąż niewystarczająco wykorzystywane źródło w badaniach genealogicznych i historycznych [3]. Jej szczegółowość oraz stosunkowo szeroki zakres zachowania w archiwach sprawiają, że może ona stanowić ważne uzupełnienie innych źródeł wykorzystywanych w genealogii. Wnioskiem z przeprowadzonych analiz jest stwierdzenie, że wykorzystanie materiałów katastralnych pozwala nie tylko na uzupełnienie badań genealogicznych, lecz także na odtworzenie przestrzennego kontekstu funkcjonowania rodzin. Pozwala to lepiej zrozumieć relacje między członkami lokalnych społeczności, mechanizmy dziedziczenia majątku oraz przemiany zachodzące w strukturze własności ziemskiej w XIX i na początku XX wieku.

[1] Nowak D. 2026. *Austriackie katastry gruntowe na terenie Galicji. Metryka Józefińska (1785–1789), Metryka Franciszkańska (1819–1820) i Stały Kataster Galicyjski (1844–1854). Studium źródłoznawcze*, Wydawnictwo Ruthenus, Krosno, ISBN 978-83-8395-079-2

[2] Hanus P., Zgórski K., Wieczorkowski K. 2024. *Wykorzystanie materiałów katastru austriackiego do badań genealogicznych*, *Przegląd Geodezyjny*, nr 10, DOI: 10.15199/50.2024.10.2

[3] Nowak D. 2019. *Austriackie katastry gruntowe w zasobach Centralnego Państwowego Archiwum Historycznego Ukrainy we Lwowie*, *Krakowskie Pismo Kresowe*, <https://doi.org/10.12797/KPK.11.2019.11.03>

**Polska współpraca na forum międzynarodowym  
w zakresie standaryzacji nazw geograficznych**  
*Poland's cooperation within the international forum  
regarding standardization of geographical names*

Maciej Zych

*Główny Urząd Statystyczny, Komisja Standaryzacji Nazw Geograficznych poza Granicami Rzeczypospolitej Polskiej  
autor do korespondencji [m.zych@stat.gov.pl](mailto:m.zych@stat.gov.pl)*

**Słowa kluczowe:** nazewnictwo geograficzne, standaryzacja nazw, UNGEGN, Komisja Standaryzacji Nazw Geograficznych poza Granicami Rzeczypospolitej Polskiej

Nazwy geograficzne są istotnym elementem mapy, topograficznych i geograficznych baz danych. Brak ujednoczonych form nazw geograficznych jest problemem, na który zwracała uwagę już u swego zarania Organizacja Narodów Zjednoczonych, zwłaszcza funkcjonująca w jej strukturach Rada Gospodarcza i Społeczna. To z inicjatywy tej Rady problem standaryzacji nazw geograficznych był poruszany już pod koniec lat 40., w latach 50. kwestia ta była omawiana na regionalnych konferencjach ONZ, natomiast w 1967 r. odbyła się Pierwszej Konferencji ONZ w sprawie Standaryzacji Nazw Geograficznych, w wyniku której w 1968 r. powołano grupę ekspertów, która później przyjęła nazwę Grupy Ekspertów Narodów Zjednoczonych ds. Nazw Geograficznych (United Nations Group of Experts on Geographical Names – UNGEGN).

Kwestia standaryzacji nazw geograficznych nie była również obca Polsce. Uregulowania w tym zakresie przyjęte były już w okresie międzywojennym, zaś ogrom prac standaryzacyjnych przyszedł z chwilą ustalania polskiego nazewnictwa dla obszarów przyłączonych do Polski po II wojnie światowej. Działania na forum międzynarodowym były obserwowane w Polsce i podejmowano współpracę w tym zakresie na arenie międzynarodowej. Przedstawiciele Polski uczestniczyli w Pierwszej Konferencji ONZ w sprawie Standaryzacji Nazw Geograficznych i od początku w pracach UNGEGN. Działalność polska na forum międzynarodowym miała odbicie w ustaleniach podejmowanych w kraju (np. powołanie Komisji Standaryzacji Nazw Geograficznych poza Granicami Rzeczypospolitej Polskiej). Współpraca Polski w ramach standaryzacji nazw geograficznych na forum międzynarodowym, zwłaszcza z UNGEGN, trwa do tej pory, a Polska zaliczana jest do jednych z aktywniejszych uczestników tej współpracy.