

Łukasz Quirini-Popławski

<http://orcid.org/0000-0002-3583-4916>

Uniwersytet Pedagogiczny im. KEN w Krakowie

lukasz.quirini-poplawski@up.krakow.pl

Marcin Semczuk

<http://orcid.org/0000-0003-2327-148X>

Uniwersytet Ekonomiczny w Krakowie

semczukm@uek.krakow.pl

DOI: 10.35765/pk.2021.3504.13

Wykorzystanie aplikacji mobilnych GIS w zarządzaniu dziedzictwem kulturowym. Propozycja postępowania badawczego¹

STRESZCZENIE

Cechy takie jak lokalizacja i stan zachowania obiektów dziedzictwa kulturowego stanowią ważny aspekt w zarządzaniu takim zasobem, niezależnie od przyjętej skali przestrzennej. Podczas gdy dotychczasowe narzędzia miały istotne ograniczenia, autorzy niniejszej pracy zaproponowali przykładowe postępowanie badawcze pozwalające na stworzenie bazy danych dla zarządzających obiektami dziedzictwa kulturowego, z wykorzystaniem Geograficznych Systemów Informacyjnych (GIS).

Na potrzeby artykułu opracowano metodykę badania terenowego, które pozwoliło na określenie nie tylko lokalizacji, ale wielu cech obiektów zależnych od preferencji użytkownika. Autorzy wykorzystali komercyjną aplikację mobilną Survey123 for ArcGIS firmy Esri, ale zastosowanie metody nie ogranicza się tylko do tego produktu. Przedstawiono i opisano kolejne fazy realizacji postępowania badawczego od etapu przygotowania materiałów wejściowych do stworzenia końcowej bazy danych.

Ujawnione korzyści przekonują, że aplikacje terenowe mają szerokie zastosowanie w gromadzeniu informacji, a analizy z wykorzystaniem GIS umożliwią decydom bardziej efektywne zarządzanie obiektami dziedzictwa kulturowego. Zidentyfikowano także ograniczenia adaptacji mobilnych aplikacji oraz wskazano potencjalne kierunki przyszłych badań.

SŁOWA KLUCZE: Geograficzne Systemy Informacyjne (GIS), obiekty dziedzictwa kulturowego, zarządzanie, badania terenowe, aplikacje mobilne

1 Badania realizowane w ramach projektu badawczego uczelni nr BN.610-305/PBU/2020 ze środków Uniwersytetu Pedagogicznego w Krakowie oraz subwencji przyznanej Uniwersytetowi Ekonomicznemu w Krakowie w ramach programu Potencjał.

Sugerowane cytowanie: Quirini-Popławski, Ł. i Semczuk, M. (2021). Wykorzystanie aplikacji mobilnych GIS w zarządzaniu dziedzictwem kulturowym. Propozycja postępowania badawczego. © *Perspektywy Kultury*, 4(35), ss. 199–222. DOI: 10.35765/pk.2021.3504.13.

ABSTRACT

Use of GIS Mobile Applications in Cultural Heritage Management. Research Proposal

Location and state of preservation of cultural heritage sites are important aspects in the management of such resources, regardless of the spatial scale adopted. While existing tools had significant limitations, the authors of this paper proposed an exemplary research procedure to create a database for heritage site managers, using Geographic Information Systems.

In this paper, a field survey methodology was developed to identify not only the location, but many features of the sites depending on user preferences. The authors used Esri's commercial mobile application Survey123 for ArcGIS, but the application of the method is not limited to this product. The successive phases of the research procedure from the preparation of the input materials to the creation of the final database are presented and described.

The benefits revealed are convincing that field applications are widely applicable to information gathering, and that analyses using GIS software will enable decision-makers to manage cultural heritage sites more effectively. Limitations of mobile app adaptations are also identified and potential directions for future research are highlighted.

KEYWORDS: Geographical Information Systems (GIS), heritage sites, management, field research, mobile applications

1. Wstęp

Zasadniczą kwestią w badaniach środowiska zurbanizowanego jest odpowiedni dobór metod, pozwalających na efektywne pozyskanie informacji przestrzennej o analizowanym obszarze. Zdaniem Nowaka i in. (2020) niezależnie od okoliczności, takich jak dostępność terenu i obiektów, umiejętności, doświadczenie, kompetencje i rzetelność badacza, o jakości zebranych danych i wartości wyników końcowych decydują metody badań terenowych oraz dostępne dane przestrzenne.

Inwentaryzacja obiektów dziedzictwa kulturowego jest podstawową metodą zbierania informacji o tym zasobie w różnych skalach przestrzennych. Wykorzystywana jest więc zarówno przez naukowców, praktyków, jak i właścicieli takich obiektów. Istotnym mankamentem tradycyjnego podejścia jest jego czasochłonność i możliwość popełnienia błędów m.in. na etapie przetwarzania danych z wersji papierowej do cyfrowej. Współcześnie coraz większym zainteresowaniem cieszy się wykorzystanie metod cyfrowych i nowych technik w tej dziedzinie. Wśród tych narzędzi znajdują się aplikacje terenowe będące elementem Geograficznych

Systemów Informacyjnych (GIS), dostępne również na urządzenia mobilne. Umożliwia to m.in. tworzenie, porządkowanie, przechowywanie zgromadzonych danych, jak również przesyłanie do serwisu lub serwera obsługującego bazę danych (tzw. chmury) (Chyla, 2019; Ostadabbas i in., 2020; Pesaresi, 2017). Dostępność i powszechność urządzeń mobilnych (jak smartfon czy tablet) z odbiornikiem GPS (Global Positioning System) sprawia, że można je wykorzystać podczas mapowania terenowego, i czyni z tych urządzeń niedrogie narzędzie rejestracji położenia badanych obiektów (Schaefer i Woodyer, 2015).

Istotnym ułatwieniem jest dostępność danych przestrzennych charakteryzujących środowisko zurbanizowane (jak Baza Danych Obiektów Topograficznych czy OpenStreetMap), które zawierają informacje o lokalizacji i podstawowym kształcie budynków (Jażdżewska i Urbański, 2013). Unika się w ten sposób konieczności podejmowania szeregu działań przygotowawczych przed przeprowadzeniem właściwego procesu badań terenowych. Taka sytuacja jest właściwa dla rozwiniętych państw europejskich czy Stanów Zjednoczonych, a także Polski. Dodatkowym usprawnieniem są aktualne ortofotomapy z publicznych źródeł oraz zobrazowania satelitarne, cechujące się coraz większą rozdzielczością.

W kolejnej części artykułu dokonano przeglądu literatury, potem omówiono cel i metody, przedstawiono także wyniki, a więc propozycję postępowania badawczego. Następnie dokonano oceny wykorzystania wybranej aplikacji terenowej. Artykuł kończy się implikacjami, wnioskami i propozycjami przyszłych kierunków badań.

2. Przegląd literatury

2.1. Geograficzne Systemy Informacyjne

Systemy Informacji Geograficznej (ang. *Geographic Information System*, GIS) wykorzystywane są do gromadzenia, wyświetlania i analizowania danych przestrzennych, znajdując rozległe zastosowanie w coraz większej liczbie form aktywności na polu gospodarczym czy społecznym (w tym administracji), dając sposobność wieloaspektowego łączenia informacji przestrzennych (Goodchild, 2019; Jażdżewska i Lechowski, 2018). Szerokie możliwości adaptacji GIS wynikają z jego podstawowej cechy, czyli przypisania wielorakich atrybutów do obiektów w przestrzeni geograficznej. Tym samym GIS staje się coraz popularniejszą platformą gromadzenia informacji nie tylko o obiektach fizycznie znajdujących się na danym obszarze, ale też o zjawiskach i procesach, które cechują się zmiennością występowania w przestrzeni i czasie.

Coraz częściej wykorzystanie GIS związane jest z inwentaryzacją obszarów/obiektów, mających istotne znaczenie dla dziedzictwa kulturowego. Dotyczy to zarówno zasobu nieruchomości, jak i ruchomego, dla którego można wyróżnić atrybut przestrzenny. Rozwój technologii cyfrowych (w tym GIS) już od wielu lat daje możliwości usprawnienia procesu zarządzania zasobami dziedzictwa kulturowego, dlatego też podejmowane są próby zaimplementowania coraz to nowszych rozwiązań, mających usprawnić zarządzanie zbiorami danych o obiektach cennych kulturowo, które najczęściej charakteryzują się wieloaspektowym charakterem pozyskiwanych informacji, tworząc rozbudowane bazy danych (Zhou i in., 2012). Rozwiązania typu GIS często wykorzystywane są do lokalizowania stanowisk archeologicznych, bazując na zdjęciach satelitarnych czy lotniczych (często o charakterze multispektralnym) (Adamopoulos i Rinaudo, 2020; Luo i in., 2019; Sarris i in., 2013; Zerbini, 2018). Odpowiednia analiza pozyskanego materiału pozwala na identyfikowanie obiektów znajdujących się pod powierzchnią ziemi (Cerra i in., 2018; Guyot i in., 2019), jak i na dnach mórz i oceanów (Davis i in., 2020; Geraga i in., 2020). Ważną rolę GIS odrywa w zarządzaniu zabytkami w miastach historycznych, gdzie ocena i analiza ryzyka negatywnego oddziaływania środowiska na obiekty dziedzictwa kulturowego ma duże znaczenie w minimalizowaniu tego typu zagrożeń, ułatwiając jednocześnie opracowywanie optymalnych strategii konserwatorskich (Elfadaly i in., 2018; Lefèvre i in., 2016; Ortiz i in., 2014; Ravankhah i in., 2019). Również w tym celu wykorzystywane są zobrazowania satelitarne, które z roku na rok dostępne są w coraz większej rozdzielczości (Agapiou i in., 2015; Banerjee & Srivastava, 2013; Spreafico i in., 2015). Technologie GIS pozwalają ponadto na precyzyjne inwentaryzowanie obiektów objętych ochroną z użyciem m.in. skanowania laserowego, wykorzystując modele trójwymiarowe (Doğan i Yakar, 2018; Lezzerini i in., 2016), tworząc wielkoskalowe bazy danych (Campiani i in., 2019). Z punktu widzenia efektywnego zarządzania dziedzictwem kulturowym niezwykle istotne są te zastosowania GIS, które mają charakter budowania platformy danych, mającej na celu integrowanie różnego rodzaju informacji (w różnych skalach i o różnych cechach) o obiektach historycznie cennych (Adamopoulos i Rinaudo, 2021; Tsilimantou i in., 2020). Tego typu inicjatywy zyskują na popularności w różnych rejonach świata, realizując cel integracji danych na potrzeby dokumentacji i ochrony dziedzictwa kulturowego (Korro Bañuelos i in., 2021; Solla i in., 2020), zwłaszcza w obszarze miast historycznych (Bushmakina i in., 2017; Giannopoulou i in., 2014).

2.2. Terenowe aplikacje mobilne

Dostępnych jest wiele aplikacji dla badań terenowych obsługiwanych dzięki urządzeniom mobilnym typu smartfon czy tablet. Umożliwiają one zbieranie m.in. danych terenowych w czasie rzeczywistym, obsługują formaty typu shapefile czy CSV oraz zapewniają płynną integrację z oprogramowaniem GIS (Fu, 2020; Nowak i in., 2020; Templin, 2016). Wiele z nich udostępnia mapowanie terenowe zarówno w trybie on-line, jak i off-line z możliwością zapisu danych w pamięci urządzeń. Wśród płatnych oprogramowań funkcjonalnością wyróżniają się produkty firmy Esri (Survey123 for ArcGIS i Collector for ArcGIS) i Mapit Spatial, wśród darmowych QField i Locus GIS (tab. 1). Wiele aplikacji, które można uzyskać za darmo, ma ograniczoną funkcjonalność, a użytkownik musi wykupić licencję, aby korzystać z pełnej wersji. Jest to jednak zakup jednokrotny. Oprogramowanie komercyjne wymaga płatnej licencji, która musi być odnawiana w określonym terminie.

Na potrzeby niniejszego opracowania wykorzystano aplikację terenową Survey123 for ArcGIS, która ma zastosowanie dla różnych zagadnień, ale szczególnie korzysta się z niej w badaniach społecznych (Hennig i in., 2020; Jordan i in., 2021). W odniesieniu do dziedzictwa kulturowego Gharib (2020) sięgnął po Survey123 w celu określenia stanu degradacji skał w jordańskim stanowisku Wadi Rum wpisanym na listę światowego dziedzictwa UNESCO, a Chyla (2019) testowała w eksploracji powierzchniowych stanowisk archeologicznych w dolinie Huarney w Peru. Z kolei Benedetto i in. (2018) wykorzystali tę aplikację do opracowania programu ochrony zabytków hrabstwa Cowlitz w stanie Waszyngton (Stany Zjednoczone) i podobnie jak Fortenberry (2020) widzą zastosowanie dla interesariuszy i społeczności, umożliwiając im udział w tworzeniu wiedzy o dziedzictwie. Jednakże wciąż niewiele jest studiów na temat użyteczności oprogramowania Survey123 dla opracowania bazy obiektowej w celu zarządzania dziedzictwem kulturowym.

3. Cel i metody badawcze

W pracy zaprezentowano możliwość wykorzystania Geograficznych Systemów Informacyjnych do zarządzania dziedzictwem kulturowym na przykładzie wybranych narzędzi. Celem artykułu jest opracowanie modelowego postępowania badawczego pozwalającego na stworzenie bazy danych dla zarządzających obiektami dziedzictwa kulturowego, z zastosowaniem GIS. Praca ma na celu wypełnienie luki w badaniach dla zarządzających takim zasobem i ich rozwojem. Nowością jest ujawnienie

Tabela 1. Wybrane aplikacje do kartowania w terenie

Nazwa aplikacji	Przykładowe wykorzystanie	Zasadnicze zalety	Główne ograniczenia	Przykładowa literatura
Collector for ArcGIS	<ul style="list-style-type: none"> - inwentaryzacja urbanistyczna, - edukacja geograficzna, - badania archeologiczne 	<ul style="list-style-type: none"> - synchronizacja on-line, - bardzo szeroki zakres badań, - możliwość pracy na wielu urządzeniach równocześnie, - opcja pracy w trybie off-line i zapis danych w pamięci urządzeniu 	<ul style="list-style-type: none"> - wymaga płatnej licencji Esri, - potrzeba przygotowania podkładu w wersji stacjonarnej ArcMap, - brak możliwości modyfikacji zakresu badania w warunkach terenowych 	<p>Apostolopoulos i in., 2018; Nowak i in., 2020; Pánek i in., 2020; Pánek i Glass, 2018; Quirini-Poplawski i Semczuk, 2021</p>
Survey123 for ArcGIS	<ul style="list-style-type: none"> - badania społeczne, - badania środowiskowe, - ochrona przyrody 	<ul style="list-style-type: none"> - szeroka możliwość kreowania ankiet, - synchronizacja on-line, - możliwość pracy na wielu urządzeniach równocześnie, - możliwość dołączenia fotografii i modyfikacji ankiety w terenie 	<ul style="list-style-type: none"> - wymaga płatnej licencji Esri, - brak możliwości edycji granic, działki i kształtów obiektów 	<p>Crisp i in., 2021; Ikhsan i in., 2020; Kingsbury i in., 2021; Vega i Díaz, 2018</p>
Mapit Spatial	<ul style="list-style-type: none"> - badania środowiskowe, - badania rolnictwa i rodzajów gleb, - geografia zdrowia 	<ul style="list-style-type: none"> - jednoczesna praca na danych wektorowych i rastrowych, - dostępność wielu map bazowych, - opcja pracy w trybie off-line i zapis danych w pamięci urządzenia, - możliwość dołączenia fotografii 	<ul style="list-style-type: none"> - znacznie ograniczona funkcjonalność bezpłatnej wersji 	<p>Aps i in., 2010; Botero-Ramirez i in., 2021; Bulstra i in., 2021</p>

QField	<ul style="list-style-type: none"> – badania archeologiczne i geologiczne, – zarządzanie turystyką, – gospodarka gruntami 	<ul style="list-style-type: none"> – współpraca z darmowym oprogramowaniem QGIS, – opcja pracy w trybie off-line i zapis danych w pamięci urządzenia 	<ul style="list-style-type: none"> – potrzeba przygotowania podkładu w wersji stacjonarnej QGIS 	López Isaza i in., 2021; Montagnetti i Guarino, 2021; Schattschneider i in., 2020
Open Data Kit	<ul style="list-style-type: none"> – badania społeczne, – gospodarka rolna i leśna, – geografia zdrowia 	<ul style="list-style-type: none"> – darmowa aplikacja, – opcja pracy w trybie off-line i zapis danych w pamięci urządzenia 	<ul style="list-style-type: none"> – potrzeba wstępnego przygotowania ankiety w innym środowisku, – ograniczone możliwości zapisu punktów 	Maduka i in., 2017; Ouma i in., 2019; Signore, 2016; Tom-Aba i in., 2015
Locus GIS	<ul style="list-style-type: none"> – ewidencja gruntów, – badania środowiskowe, – gospodarka rolna 	<ul style="list-style-type: none"> – darmowa aplikacja, – możliwość wgrania własnej mapy podkładowej, – wiele sposobów określenia lokalizacji, – możliwość dołączenia fotografii 	<ul style="list-style-type: none"> – część map bazowych jest płatna, – ograniczona do jednego liczbza darmowych projektów 	Arifowbo i in., 2021; Cheruvelil i in., 2021; Lanya i Manalu, 2021

Źródło: opracowanie własne na podstawie Bursfik, 2021; Nowak i in., 2020; Quirini-Popławski i Semczuk, 2021.

korzyści z wykorzystania aplikacji mobilnych GIS w tej dziedzinie. Dodatkowo niniejsza analiza wzmacnia niezbyt liczną bazę metodycznych prac badawczych dedykowanych mapowaniu terenowemu.

Podczas badań skorzystano z komercyjnego oprogramowania firmy Esri, oferującej aplikację mobilną do pracy w terenie o nazwie Survey123 for ArcGIS, która jest dostępna w systemach IOS i Android. Prace kamerálne przeprowadzono w programie ArcMap 10.7 firmy Esri oraz programie QGIS, będącym otwartym oprogramowaniem geoinformacyjnym (korzystano z wtyczek QuickMapServices oraz QuickOSM). W postępowaniu korzystano z podkładów mapowych OpenStreetMap (<https://www.openstreetmap.org>); zdjęć satelitarnych udostępnianych w ramach podkładów World Imagery Map (Esri) oraz udostępnianych przez Główny Urząd Geodezji i Kartografii, danych Bazy Danych Obiektów Topograficznych (BDOT10k).

Prace badawcze przeprowadzono w maju 2021 r. w Krynicy-Zdroju (Małopolska, Polska), miejscowości turystycznej położonej w Karpatach Zachodnich. Analizą objęto wybrane obiekty wpisane do rejestru zabytków nieruchomości województwa małopolskiego, zgodnie z art. 22 Ustawy z dnia 23 lipca 2003 r. o ochronie zabytków i opiece nad zabytkami. Celem postępowania było rozpoznanie obiektów zabytkowych w terenie oraz udokumentowanie stanu ich zachowania.

4. Wyniki – propozycja postępowania badawczego

4.1. Tworzenie formularza badań

Podstawową funkcją aplikacji Survey123 for ArcGIS jest tworzenie ankiet badawczych do użytku w warunkach terenowych. Opracowanie kwestionariusza (pytania, wybór odpowiedzi, wygląd projektu itp.) odbywa się w interfejsie internetowym poprzez wybór (także kilkukrotny) następujących typów pól, m.in.: krótki lub długi tekst, wybór pojedynczy lub wielokrotny, menu rozwijane, ranking cech, określenie zjawiska w skali Likerta do pomiaru nastawienia i przekonania (dwubiegunowa skala interwałowa) oraz zapytanie o lokalizację, datę lub godzinę.

Zestaw atrybutów zawiera również oznaczenie na mapie badanego obiektu, do którego odnoszą się pytania w kwestionariuszu. Oprócz zapytań pojedynczych można wprowadzić reguły wyświetlania pytań uzupełniających. Twórca formularza może oznaczyć ponadto te pola, których wypełnienie jest wymagane, a badanie bez jego uzupełnienia nie zostanie wysłane. Dodatkowym atutem jest sposobność dołączenia do ankiety własnej notatki, podpisów, a ponadto multimediów, takich jak zdjęcia, plik

dźwiękowy czy wideo (ryc. 1). Istnieje też możliwość umieszczenia wskazówki dla badacza, bezpośrednio pod pytaniem. Choć kwestionariusz ma charakter zamknięty, można dodać opcję „inne” i wprowadzić własny opis tekstowy. Z punktu widzenia celu niniejszego badania istotną funkcjonalnością obejmuje zarówno zapis wielu fotografii z kamery (wykonywanych podczas prac terenowych) lub pamięci urządzenia (zdjęcia historyczne, materiały uzupełniające) (Esri, 2021).

Wykorzystując aplikację Survey123 Connect, można użyć arkusza kalkulacyjnego (np. Microsoft Excel) do stworzenia karty badań, co może być przydatne podczas opracowania bardziej złożonych formularzy. Użyteczną opcją jest możliwość podglądu, jak będzie wyglądał formularz w trakcie terenowej edycji danych na wirtualnym urządzeniu mobilnym oraz testowe wypełnienia ankiety (ryc. 2). W interfejsie internetowym wypełnienie formularza przez użytkownika może odbywać się zarówno na stronie internetowej programu, jak i bezpośrednio w samej aplikacji. W tym przypadku kwestionariusz pełni zatem funkcję tabeli atrybutów, którą badacz uzupełnia swoimi odpowiedziami. Ostatnim krokiem przed właściwymi badaniami terenowymi było przetestowanie zarówno prawidłowości działania aplikacji, funkcjonalności atrybutów, jak i synchronizacji danych. Przygotowanie materiałów bazowych zazwyczaj wymaga sporych nakładów pracy (Jazdzewska i Lechowski, 2018), jednakże w przypadku wybranego oprogramowania ten etap nie jest czasochłonny.

4.2. Badania terenowe

Pierwszym etapem badań terenowych było opracowanie techniki postępowania badawczego, które polegało na weryfikacji rzeczywistej liczby, poprawności lokalizacji i obiektów na działce, jak również na określeniu stanu i aktualnej funkcji budynku (głównej i dodatkowej) oraz wskazaniu potrzeb renowacyjnych (ryc. 3). Ze względu na charakter miejscowości szczególną uwagę zwrócono na obiekty w rejonach intensywnej presji inwestycyjnej w zakresie infrastruktury turystycznej i mieszkaniowej.

Badania terenowe była prowadzone z wykorzystaniem aplikacji zainstalowanej wcześniej na przenośnych urządzeniach (tablety oraz smartfony) wyposażonych w odbiorniki GPS. Opracowana ankieta zawierała zdefiniowaną uprzednio liczbę pytań wraz z katalogiem dopuszczalnych odpowiedzi. Zabieg ten ułatwia kartowanie (z czasem badacz zapamiętuje ścieżkę wyboru i wykonywany jest on odruchowo) i co istotne minimalizuje możliwość popełnienia błędu (co w warunkach terenowych jest szczególnie istotne). Z drugiej jednak strony istnieje (niewielkie) ryzyko przypadkowego wybrania opcji, szczególnie na niewielkich urządzeniach,

AccGIS Survey123 • Moje enkety • Instrukcji • Pomoc

Karta ewidencyjna_Kymica 2021

Przegląd Projektuj Współpraca Analizuj Dane Parametry

Dodaj Edytuj Wygląd Opcje

Karta ewidencyjna_Kymica 2021
karta ewidencyjna zabýtku nieruchomego

1 **Nazwa***

2 **Fotografie obiektu***
1 Wybierz plik image (minimalna wymagana liczba plików: 4)

3 **Archiwalna ikonografia obiektu**
Wybierz plik

4 **Czas powstania**

5 **Adres / nr ewidencyjny dziatki***

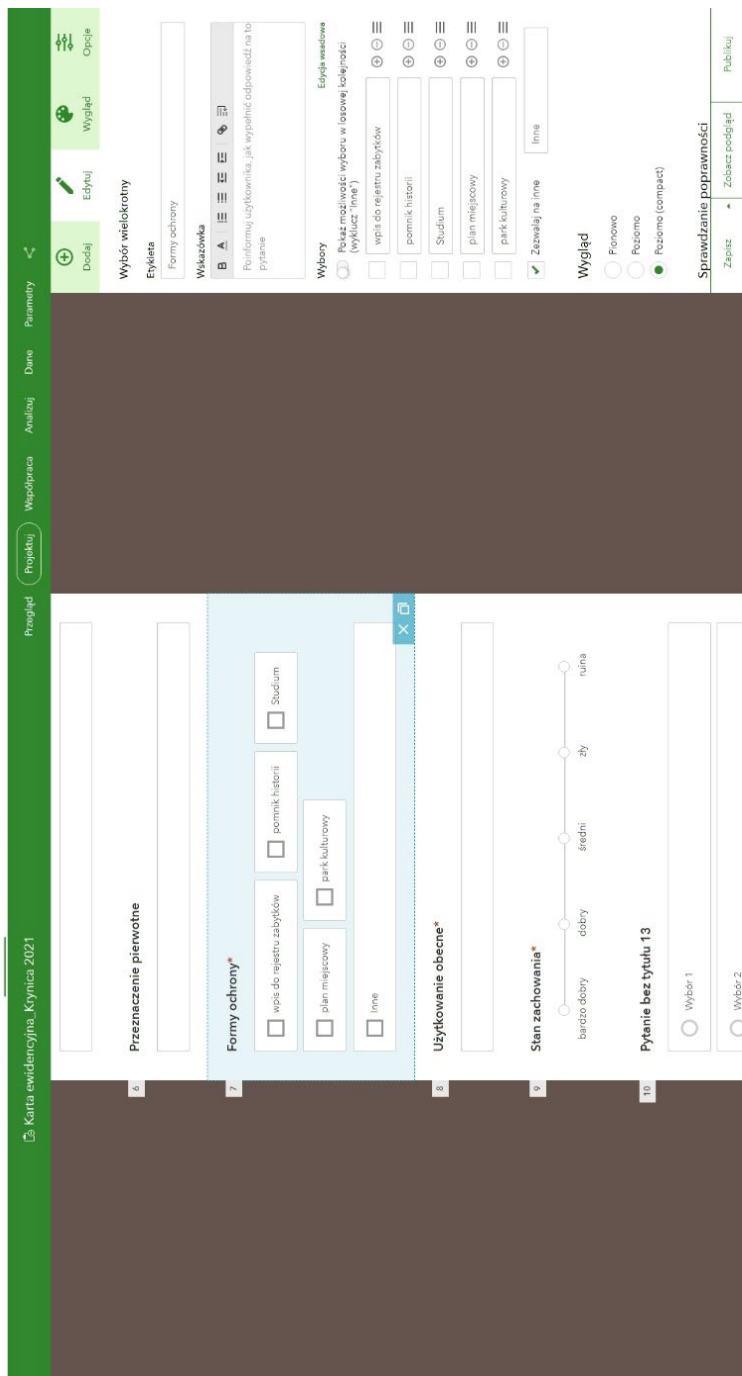
6 **Formy ochrony***

wpis do rejestru zabytków pomnik historii Studium

Jednowierszowe pole tekstowe Wybór pojedynczy Menu rozwijane pozostaje Ocena Ranking Data Data i czas Obrotz rastrowy Adres Adres e-maili Notatka Strona

Wielowierszowe pole tekstowe Siatka typu Wybór pojedynczy Wybór wielokrotny Siatka Likarta Liczba Czas Podpis Przekazanie pliku Mapa Wlityna Grupa

Zapisano • Zobacz podgląd Publikuj



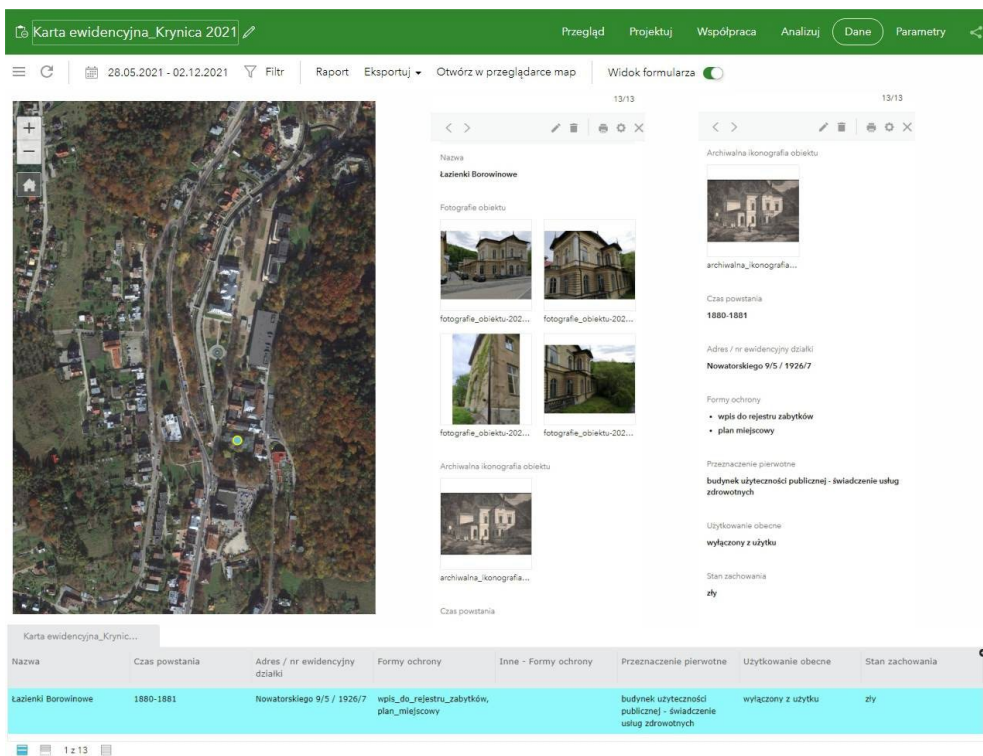
Ryc. 1. Widok aplikacji Survey123 for ArcGIS w trakcie opracowania karty badań

Źródło: opracowanie własne na podstawie Survey123, 2021.



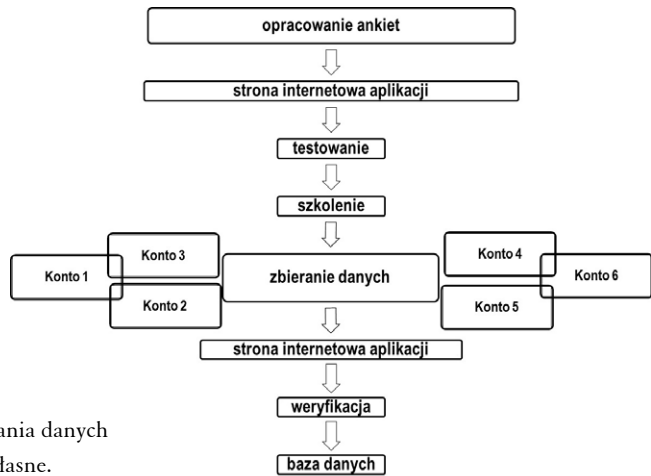
Ryc. 2. Podgląd aplikacji Survey123 for ArcGIS w trakcie terenowej edycji danych na urządzeniu mobilnym (telefon komórkowy, tablet)

Źródło: opracowanie własne na podstawie Survey123, 2021.

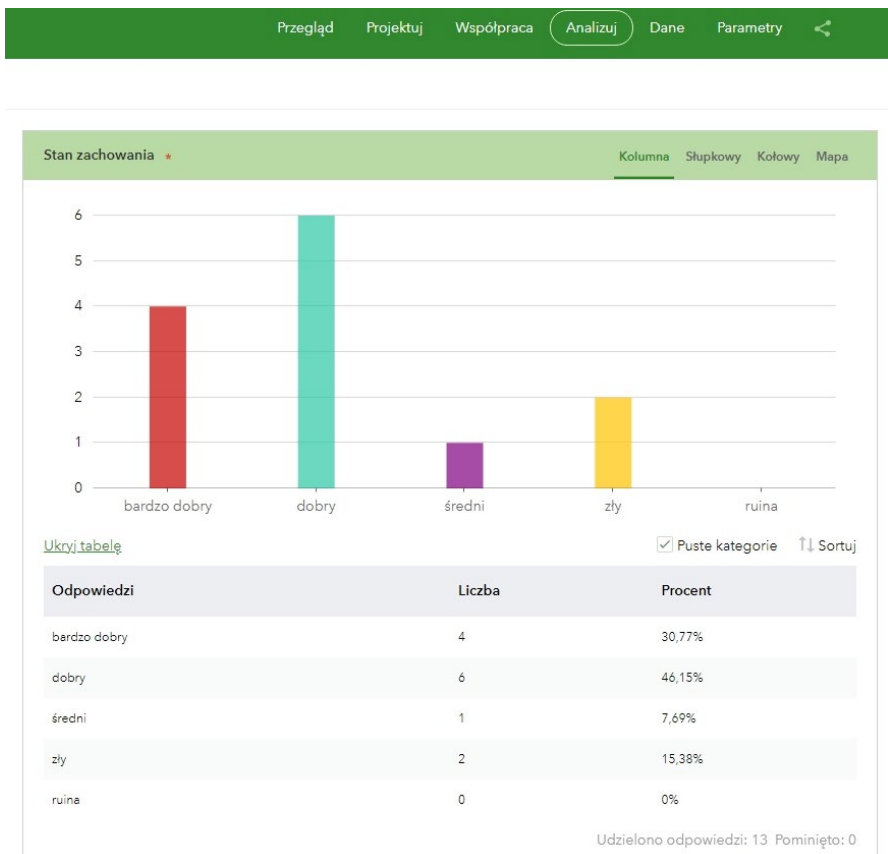


Ryc. 3. Widok aplikacji Survey123 for ArcGIS on-line z uzupełnioną kartą badań

Źródło: opracowanie własne na podstawie Survey123, 2021.



Ryc. 4. Procedura zbierania danych
Źródło: opracowanie własne.



Ryc. 5. Przykładowe wyniki badań w aplikacji Survey123 for ArcGIS on-line
Źródło: opracowanie własne na podstawie Survey123, 2021.

stąd ważna jest kontrola wprowadzonych danych. Badania prowadzono z wykorzystaniem podkładu OpenStreetMap zamiennie z mapami wykonanymi na podstawie zobrazowań satelitarnych, choć ich jakość i aktualność stanowiła niekiedy pewne ograniczenie.

Istotna funkcjonalność aplikacji Survey123 polega na sposobności śledzenia efektów pracy w czasie rzeczywistym, co jest szczególnie pomocne przy zarządzaniu wieloosobowymi zespołami badawczymi operującymi na dużej powierzchni. Daje to szansę na stałą kontrolę postępu prac i kierowanie zespołów badaczy do obszarów wymagających zaangażowania większych zasobów. W czasie rzeczywistym możliwa jest także weryfikacja i dyskusja wyników wpływających na serwer (Mourafetis i in., 2015).

Po wprowadzeniu danych ankieta zostaje zapisana w dedykowanej przestrzeni serwera Esri do właściciela konta (ryc. 4). W przypadku braku możliwości pracy on-line kolejnym etapem była synchronizacja zebranych rekordów, zapisanych wcześniej na urządzeniach, z danymi przechowywanymi na serwerze, w tzw. chmurze. Rozwiązanie to nie wymaga zabezpieczenia dostępu do sieci internet, podczas długotrwałych niejednokrotnie badań, co może się okazać ryzykowne ze względu na prawdopodobieństwo utraty danych przed synchronizacją z serwerem, np. ze względu na uszkodzenie urządzenia czy niezapisanie edytowanych danych przed rozładowaniem baterii. W takich sytuacjach rekomendowanym rozwiązaniem jest łączenie się z siecią internet tylko na potrzeby synchronizacji danych po wypełnieniu kwestionariusza (Quirini-Popławski i Semczuk, 2021).

Podczas właściwych prac w terenie ujawniono szereg obserwacji. Nie zawsze dostateczna jakość sygnału GPS i zasięgu sieci telefonii komórkowej (warunkującej możliwość korzystania z sieci internet) powodowały problemy z lokalizacją badacza na podkładzie. Kilkumetrowe różnice w umiejscowieniu zabudowy (obiektów) w materiałach z OpenStreetMap i zdjęć satelitarnych (m.in. Google) utrudniały szybką identyfikację analizowanego zagospodarowania. Dodatkowo wyzwaniem były trudności z określeniem funkcji (niejednoznaczność) i możliwa niedostępność działek/obiektów. Etap zapisu badania wymaga szczególnej uwagi w przypadku przesyłania ankiet zawierających liczne fotografie o dużej rozdzielczości, choć aplikacja informuje użytkownika o nieprzesłanych rekordach. Na etapie organizacji badań warto zwrócić uwagę na żywotność baterii w wykorzystywanych urządzeniach mobilnych. Podczas pracy w słoneczne dni, przy konieczności operowania z wysoką jasnością ekranu, potrzeba dodatkowego ładowania może stanowić utrudnienie. Ponadto specyfika obszaru badań warunkowała pewne straty czasu wynikające ze stosunkowo dużego rozproszenia zabudowy i trudnej dostępności niektórych obiektów z uwagi na orografię terenu.

4.3. Baza danych

Informacje z mapowania terenowego są wysyłane bezpośrednio do autora ankiety w ArcGIS Online. W wersji przeglądarkowej programu można łatwo analizować uzyskane dane, np. za pomocą tabel, diagramów, wykresów czy wizualizacji na mapie (ryc. 5). Sposób wizualizacji poszczególnych pytań zależy od jego typu. Ważną opcją przy wizualizacji pytań liczbowych na mapie jest możliwość wyboru metody podziału danych na klasy (dostępnych jest pięć metod, w tym tzw. klasy Jenksa, tj. metoda naturalnych przerw). W samej aplikacji, poza wizualizacją zebranych danych poprzez kartogramy i kartodiagramy, można dokonać podstawowych analiz przestrzennych, tj. agregacje punktów, mapy zagęszczenia, wyróżnienie elementów odstających ze zbioru danych, tworzenie klastrów punktów, interpolowanie wartości, tworzenie buforów i inne. Dodatkowo dalsze interpretacje są możliwe w innych środowiskach dzięki eksportowi wyników w rozszerzeniu pliku shape i geobazy plikowej. Dzięki temu zabiegowi otrzymujemy warstwę punktową, gdzie dla każdego punktu przypisane są zebrane dane z ankiety i zbiorczo prezentowane w postaci tabeli atrybutów (gdzie wiersz w tabeli reprezentuje obiekt, a kolumna pytanie). Otwiera to możliwości selekcji obiektów ze względu na relacje atrybutowe (przypisane wartości w tabeli atrybutów) oraz selekcji przestrzennych (relacje obiektów względem siebie oraz innych dodanych obiektów punktowych, liniowych czy poligonowych; w zależności od przyjętych kryteriów zapytania przestrzennego). Następnie jest perspektywa przeprowadzenia bardziej złożonych analiz przestrzennych, uzależnionych od funkcjonalności zastosowanego oprogramowania typu GIS. Zebrane w postaci ankiety wyniki można także pobrać w formatach (np. .xls czy .csv), które obsługują programy statystyczne. Przykładowe oprogramowanie, które może być wykorzystywane do analizy pobranych danych, to: Stata, SPSS, SAS, Tableau czy Microsoft Excel.

5. Wyniki – ocena wykorzystania wybranej aplikacji terenowej

Badanie pozwoliło na zestawienie najważniejszych funkcjonalności, jakie oferuje wybrana aplikacja: 1) podgląd, korekta i usuwanie wprowadzonych danych w warunkach terenowych w czasie rzeczywistym; 2) płynna aktualizacja danych w trybie pracy on-line; 3) przypięcie fotografii do ankiety badanego obiektu z uwzględnieniem ich lokalizacji i daty wykonania; 4) łatwość zarządzania wieloosobowymi zespołami badawczymi

dzięki platformie internetowej ArcGis on-line, bez konieczności wcześniejszego ustalania poligonów badawczych; 5) szybkość pracy dzięki możliwości zdefiniowania wcześniej listy dozwolonych odpowiedzi; 6) szybka prezentacja na mapach i zestawienie danych zbiorczych w aplikacji internetowej. Pewnym wyzwaniem pozostaje dokładność położenia rejestracji danego obiektu, np. w obszarach mocno zurbanizowanych, gdzie sygnał GPS jest zniekształcony. Rezultatem może być kilkumetrowa niedokładność w określeniu pozycji. W takiej sytuacji użytkownik może ręcznie, za pomocą kursora na urządzeniu mobilnym, określić poprawną lokalizację badanego elementu i zatwierdzić ostatecznie ankietę (Buršík, 2021). Wykorzystanie smartfonu czy tabletu umożliwia ponadto wypełnienie karty badań w trudniejszych warunkach pogodowych (lekki deszcz, znaczna wilgotność powietrza) i oświetleniowych (przed wschodem i po zachodzie słońca), co zwiększa użyteczność narzędzi GIS w warunkach terenowych. Niezależnie od tego osoba przeprowadzająca badania winna dysponować formularzem w wersji tradycyjnej (papierowej) dla oznaczenia dodatkowych informacji, jak również na wypadek awarii urządzeń lub rozładowania baterii. Podczas mapowania terenowego ujawniono także szereg ograniczeń aplikacji Survey123 for ArcGIS, jak: 1) możliwość niezamierzonej edycji danych; 2) jakość i aktualność map bazowych; 3) ryzyko nieprzesyłania ankiet zawierających liczne fotografie o dużej rozdzielczości, choć podstawową barierą powszechnego wykorzystania może być konieczność dysponowania płatną licencją.

Konkluzje niniejszego opracowania są zgodne z ustaleniami innych autorów w zakresie korzyści adaptacji aplikacji mobilnych dla mapowania terenowego (Pánek i Burian, 2020; Templin, 2016). Podkreślamy za Apostolopoulos i in. (2018), że udostępnianie danych w czasie rzeczywistym w ArcGIS Online stanowi o dużym atucie tego oprogramowania. Zgadza się z Latosińską i Nalej (2018), że możliwość stałego nadzoru organizatora badań nad postępem prac i poprawnością pozyskanych danych skłania badaczy do starannej i skrupulatnej pracy. Reasumując, nasze ustalenia wzmacniają wcześniejsze opracowania o wykorzystaniu aplikacji mobilnych dla miejsc dziedzictwa kulturowego, zarówno w państwach rozwijających się, jak i rozwiniętych.

6. Implikacje i wnioski

Obszary dziedzictwa kulturowego mają ogromne znaczenie pod względem historycznym, turystycznym czy gospodarczym kraju (Arca i in., 2018; Bedate i in., 2004). Ważne jest nie tylko posiadanie, ochrona i konserwacja dziedzictwa historycznego, ale także monitoring i zarządzanie

tymi miejscami. Systemy Informacji Geograficznej są w stanie zapewnić środowisko integracji różnych danych zarówno dla naukowców, władz różnego szczebla, jak i administratorów zasobów dziedzictwa kulturowego. W artykule opracowano modelowe postępowanie badawcze z zastosowaniem mobilnych aplikacji terenowych GIS. W celu gromadzenia danych i opracowania bazy obejmującej obiekty wpisane do rejestru zabytków nieruchomości województwa małopolskiego, wykorzystano oprogramowanie *Survey123 for ArcGIS*.

Mobilne aplikacje GIS stają się skutecznym narzędziem pozyskiwania danych przestrzennych. Należy się zgodzić z Nowakiem i in. (2020), że dzięki wykorzystaniu smartfonów i tabletów ze zintegrowanym odbiornikiem GPS i kamerą fotograficzną mapowanie w terenie stało się znacznie prostsze i łatwiej dostępne dla szerszego grona odbiorców. Jesteśmy przekonani (za Chyla, 2019), że dalszy rozwój technologii, popularność i miniaturyzacja sprzętu, powszechny dostęp do internetu i zasobów zdjęć satelitarnych wpłynię na upowszechnienie GIS i aplikacji mobilnych w badaniach terenowych obiektów dziedzictwa kulturowego. Trzeba też zaznaczyć, że rozwój prezentowanego oprogramowania, ale też zastosowanie coraz precyzyjniejszych odbiorników GPS w tabletach czy telefonach wskazuje, że funkcjonalność i dokładność omawianego rozwiązania będzie się zwiększać. Jednocześnie wciąż niewiele badań opisuje metodykę badań terenowych, co może wzmacniać stosowanie analogowych metod zbierania danych.

Wyniki pracy z wykorzystaniem aplikacji *Survey123 for ArcGIS* stanowią odpowiednią podstawę do dalszych analiz, także historycznych studiów porównawczych, jak również do wdrożenia monitoringu obiektów dziedzictwa. Zaproponowane w pracy postępowanie ma zastosowanie zarówno w krajach rozwiniętych, jak i rozwijających się, gdyż każdorazowo można je dostosować do lokalnych uwarunkowań i potrzeb użytkownika. Dodatkowo badanie przekonuje, że na tle obecnej pandemii koronawirusa opracowana procedura umożliwi sprawniejsze reagowanie podczas podobnych, nagłych kryzysów w przyszłości. Aby sprostać niespodziewanym wyzwaniom, decydenci mogą wykorzystywać analizy GIS w celu bardziej efektywnego zarządzania zasobami.

Ograniczeniem niniejszego opracowania jest niedoskonałość danych podkładowych oferowanych przez Esri. Aktualnie nie ma możliwości użycia mapy zasadniczej jako podkładu bazowego, co może stanowić utrudnienie na kolejnych etapach postępowania badawczego. Autorzy niniejszego opracowania wyrażają przekonanie, że istnieje potrzeba dalszych prac i studiów komparatystycznych, w dodatku w innych skalach i układach przestrzennych. Przyszły kierunek badań mógłby dotyczyć zastosowania innych aplikacji jak *Drone2Map for ArcGis* lub *QField*. Użyteczne

byłoby poszerzenie istniejących opracowań i porównanie z metodami skanowania laserowego i fotogrametrii cyfrowej w celu opracowania skutecznej techniki dokumentacji dziedzictwa (Tucci i in., 2017).

BIBLIOGRAFIA

- Adamopoulos, E. i Rinaudo, F. (2020). UAS-Based Archaeological Remote Sensing: Review, Meta-Analysis and State-of-the-Art. *Drones*, 4(3), 46. DOI: 10.3390/drones4030046.
- Adamopoulos, E. i Rinaudo, F. (2021). Close-Range Sensing and Data Fusion for Built Heritage Inspection and Monitoring – A Review. *Remote Sensing*, 13(19), 3936. DOI: 10.3390/rs13193936.
- Agapiou, A., Lysandrou, V., Alexakis, D.D., Themistocleous, K., Cuca, B., Argyriou, A., Sarris, A. i Hadjimitsis, D.G. (2015). Cultural heritage management and monitoring using remote sensing data and GIS: The case study of Paphos area, Cyprus. *Computers, Environment and Urban Systems*, 54, 230–239. DOI: 10.1016/j.compenvurbsys.2015.09.003.
- Apostolopoulos, K., Geli, M., Petrelli, P., Potsiou, C. i Ioannidis, C. (2018). A new model for cadastral surveying using crowdsourcing. *Survey Review*, 50(359), 122–133. DOI: 10.1080/00396265.2016.1253522.
- Aps, R., Sawano, N., Hamada, S. i Fetissov, M. (2010). Bayesian inference in oil spill response management. *WIT Transactions on Information and Communication Technology*, 43, 35–46. DOI: 10.2495/RISK100041.
- Arca, D., Seker, D.Z., Alkan, M., Karakis, S., Bayik, C. i Acar, H. (2018). Development of Web-Based GIS for the Cultural Heritage of Safranbolu, Turkey. *International Journal of Environment and Geoinformatics*, 5(3), 368–377. DOI: 10.30897/ijgeo.457184.
- Ariwibowo, M.M., Suharno, S. i Wahyuni, W. (2021). Efektivitas Pemanfaatan Aplikasi LOCUS GIS dan MAPIT GIS Untuk Pengumpulan Data Pendaftaran Tanah. *Tunas Agraria*, 3(1), 116–144. DOI: 10.31292/jta.v3i1.70.
- Banerjee, R. i Srivastava, P.K. (2013). Reconstruction of contested landscape: Detecting land cover transformation hosting cultural heritage sites from Central India using remote sensing. *Land Use Policy*, 34, 193–203. DOI: 10.1016/j.landusepol.2013.03.005.
- Bedate, A., Herrero, L.C. i Sanz, J.Á. (2004). Economic valuation of the cultural heritage: application to four case studies in Spain. *Journal of Cultural Heritage*, 5(1), 101–111. DOI: j.culher.2003.04.002.
- Benedetto, M., Dias, D., Miranda, D., Raimann, M. i Schreiber, T. (2018). *Cowlitz County Heritage Plan: Final Heritage Plan*.
- Botero-Ramirez, A., Hwang, S.-F. i Strelkov, S.E. (2021). Plasmodiophora brassicae Inoculum Density and Spatial Patterns at the Field Level and

- Relation to Soil Characteristics. *Pathogens*, 10(5), 499. DOI: 10.3390/pathogens10050499.
- Bulstra, C.A., Blok, D.J., Alam, K., Butlin, C.R., Roy, J.C., Bowers, B., Nicholls, P., de Vlas, S.J. i Richardus, J.H. (2021). Geospatial epidemiology of leprosy in northwest Bangladesh: a 20-year retrospective observational study. *Infectious Diseases of Poverty*, 10(1), 36. DOI: 10.1186/s40249-021-00817-4.
- Buršík, M. (2021). *Možnosti tematického mobilního mapování GIS pomocí smartphonů pro územně analytické podklady měst*. Masarykova univerzita.
- Bushmakina, Y.V., Balyberdina, P.A., Dmitrieva, M.K. i Gogoleva, M.V. (2017). The use of GIS for studying cultural heritage and historical urban landscape: the case of Perm and Ussuriysk (Russia). *Ge-Conservación*, 11, 264–271.
- Campiani, A., Lingle, A. i Lercari, N. (2019). Spatial analysis and heritage conservation: Leveraging 3-D data and GIS for monitoring earthen architecture. *Journal of Cultural Heritage*, 39, 166–176. DOI: 10.1016/j.culher.2019.02.011.
- Cerra, D., Agapiou, A., Cavalli, R. i Sarris, A. (2018). An Objective Assessment of Hyperspectral Indicators for the Detection of Buried Archaeological Relics. *Remote Sensing*, 10(4), 500. DOI: 10.3390/rs10040500.
- Cheruvilil, K.S., Soranno, P.A., McCullough, I.M., Webster, K.E., Rodriguez, L.K. i Smith, N.J. (2021). <scp>LAGOS US LOCUS</scp> v1.0: Data module of location, identifiers, and physical characteristics of lakes and their watersheds in the conterminous <scp>U.S.</scp>. *Limnology and Oceanography Letters*, 6(5), 270–292. DOI: 10.1002/lol2.10203.
- Chyla, J.M. (2019). Aplikacje GIS na smartfonach w archeologicznych badaniach powierzchniowych. *Materiały Pokonferencyjne z 5. i 6. Forum GIS Na Uniwersytecie Warszawskim*, 19–33.
- Crisp, J., Ellison, J. i Fischer, A. (2021). Digital Coalescence and Consolidated Geoconservation Outcomes: A Case Study Using ArcGIS Mobile Applications at Tasmanian Coastal Geoconservation Sites. *Geoconservation Research*. DOI: 10.30486/gcr.2021.1920096.1079.
- Davis, D.S., Buffa, D.C. i Wroblewski, A.C. (2020). Assessing the Utility of Open-Access Bathymetric Data for Shipwreck Detection in the United States. *Heritage*, 3(2), 364–383. DOI: 10.3390/heritage3020022.
- Doğan, Y. i Yakar, M. (2018). Gis and three-dimensional modeling for cultural heritages. *International Journal of Engineering and Geosciences*, 3(2), 20–55. DOI: 10.26833/ijeg.378257.
- Elfadaly, A., Attia, W. i Lasaponara, R. (2018). Monitoring the Environmental Risks Around Medinet Habu and Ramesseum Temple at West Luxor, Egypt, Using Remote Sensing and GIS Techniques. *Journal of Archaeological Method and Theory*, 25(2), 587–610. DOI: 10.1007/s10816-017-9347-x.

- Esri. (2021). *Get started with ArcGIS Survey123*. Pozyskano z: <https://learn.arcgis.com/en/projects/get-started-with-arcgis-survey123/> (dostęp: 15.11.2021).
- Fortenberry, B.R. (2020). From Data Collection to Praxis: Heritage Conservation Fieldwork in the Twenty-first Century. *Future Anterior: Journal of Historic Preservation, History, Theory, and Criticism*, 17(2), iii–xx. DOI: 10.5749/futuante.17.2.0iii.
- Fu, P. (2020). *Getting to Know Web GIS* (4th editio). Esri press.
- Geraga, M., Christodoulou, D., Eleftherakis, D., Papatheodorou, G., Fakiris, E., Dimas, X., Georgiou, N., Kordella, S., Prevenios, M., Iatrou, M., Zoura, D., Kekebanou, S., Sotiropoulos, M. i Ferentinos, G. (2020). Atlas of Shipwrecks in Inner Ionian Sea (Greece): A Remote Sensing Approach. *Heritage*, 3(4), 1210–1236. DOI: 10.3390/heritage3040067.
- Gharib, Z. (2020, December 31). Using the Rock Art Stability Index to facilitate management of rock art in Wadi Rum, Jordan. *Inquiry@Queen's Undergraduate Research Conference Proceedings*. DOI: 10.24908/iqurcp.14016.
- Giannopoulou, M., Vavatsikos, A.P., Lykostratis, K. i Roukouni, A. (2014). Using GIS to Record and Analyse Historical Urban Areas. *TeMA – Journal of Land Use, Mobility and Environment, (Special Issue, June 2014)*, 487–497.
- Goodchild, M.F. (2019). Geography and geographic information science: An evolving relationship. *Canadian Geographer*, 63(4), 530–539. DOI: 10.1111/cag.12554.
- Guyot, A., Lennon, M., Thomas, N., Gueguen, S., Petit, T., Lorho, T., Cas-sen, S. i Hubert-Moy, L. (2019). Airborne Hyperspectral Imaging for Submerged Archaeological Mapping in Shallow Water Environments. *Remote Sensing*, 11(19), 2237. DOI: 10.3390/rs11192237.
- Hennig, S., Abad, L., Hölbling, D. i Tiede, D. (2020). Implementing Geo Citizen Science Solutions: Experiences from the citizenMorph Project. *GI_Forum*, 1, 3–14. DOI: 10.1553/giscience2020_01_s3.
- Ikhsan, J., Assabiqi, S.M., Harsanto, P. i Nursetiawan. (2020). Evaluation of infrastructures and riparian area toward the potency of debris flow effect in Putih river watershed, Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 426(1), 012009. DOI: 10.1088/1755-1315/426/1/012009.
- Jajdzewska, I. i Lechowski, Ł. (2018). *Wstęp do geoinformacji z ArcGIS*. Łódź: Uniwersytet Łódzki.
- Jajdzewska, I. i Urbański, J. (2013). GIS w nauce. *Acta Universitatis Lodzian-sis. Folia Geographica Socio-Oeconomica*, 14, 5–15.
- Jordan, E.J., Moran, C. i Godwyll, J.M. (2021). Does tourism really cause stress? A natural experiment utilizing ArcGIS Survey123. *Current Issues in Tourism*, 24(1), 1–15. DOI: 10.1080/13683500.2019.1702001.
- Kingsbury, A., Cahyanto, I., Widodo, E., Puspita, N. i Harnadi, A. (2021). Adapting photovoice with ESRI Survey123 for tourism disaster research

- in Banten, Indonesia. *Current Issues in Tourism*, 24(15), 2187–2203. DOI: 10.1080/13683500.2020.1806795.
- Korro Bañuelos, J., Rodríguez Miranda, Á., Valle-Melón, J.M., Zornoza-Indart, A., Castellano-Román, M., Angulo-Fornos, R., Pinto-Puerto, F., Acosta Ibáñez, P. i Ferreira-Lopes, P. (2021). The Role of Information Management for the Sustainable Conservation of Cultural Heritage. *Sustainability*, 13(8), 4325. DOI: 10.3390/su13084325.
- Lanya, I. i Manalu, T.J. (2021). Remote sensing and GIS application for mapping data base of sustainable agriculture land in Denpasar City. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 648(1), 012003. DOI: 10.1088/1755-1315/648/1/012003.
- Latosińska, J. i Nalej, M. (2018). Zastosowanie systemów informacji geograficznej (GIS) w dydaktyce geograficznej przykład ćwiczeń terenowych „Geografia turystyki i hotelarstwa”. *Acta Universitatis Lodziensis. Folia Geographica Socio-Oeconomica*, 34, 77–93. DOI: 10.18778/1508-1117.34.05.
- Lefèvre, R.-A., Ionescu, A., Desplat, J., Kounkou-Arnaud, R., Perrussel, O. i Languille, B. (2016). Quantification and mapping of the impact of the recent air pollution abatement on limestone and window glass in Paris. *Environmental Earth Sciences*, 75(20), 1359. DOI: 10.1007/s12665-016-6167-3.
- Lezzerini, M., Antonelli, F., Columbu, S., Gadducci, R., Marradi, A., Miriello, D., Parodi, L., Secchiari, L. i Lazzeri, A. (2016). Cultural Heritage Documentation and Conservation: Three-Dimensional (3D) Laser Scanning and Geographical Information System (GIS) Techniques for Thematic Mapping of Facade Stonework of St. Nicholas Church (Pisa, Italy). *International Journal of Architectural Heritage*, 10(1), 9–19. DOI: 10.1080/15583058.2014.924605.
- López Isaza, J.A., Cuéllar Cárdenas, M.A., Cetina Tarazona, L.M., Forero Ortega, A.J., Suárez Arias, A.M., Muñoz Rodríguez, O.F., Aguirre Hoyos, L.M. i Gutiérrez López, M.J. (2021). Graphical representation of structural data in the field: A methodological proposal for application in deformed areas. *Boletín Geológico*, 48(1), 123–139. DOI: 10.32685/0120-1425/bol.geol.48.1.2021.504.
- Luo, L., Wang, X., Guo, H., Lasaponara, R., Zong, X., Masini, N., Wang, G., Shi, P., Khatteli, H., Chen, F., Tariq, S., Shao, J., Bachagha, N., Yang, R. i Yao, Y. (2019). Airborne and spaceborne remote sensing for archaeological and cultural heritage applications: A review of the century (1907–2017). *Remote Sensing of Environment*, 232, 111280. DOI: 10.1016/j.rse.2019.111280.
- Maduka, O., Akpan, G. i Maleghemi, S. (2017). Using Android and Open Data Kit Technology in Data Management for Research in Resource-Limited Settings in the Niger Delta Region of Nigeria: Cross-Sectional

- Household Survey. *JMIR MHealth and UHealth*, 5(11), e171. DOI: 10.2196/mhealth.7827.
- Montagnetti, R. i Guarino, G. (2021). From Qgis to Qfield and Vice Versa: How the New Android Application Is Facilitating the Work of the Archaeologist in the Field. *Environmental Sciences Proceedings*, 10(1), 6. DOI: 10.3390/environsciproc2021010006.
- Mourafetis, G., Apostolopoulos, K., Potsiou, C. i Ioannidis, C. (2015). Enhancing cadastral surveys by facilitating the participation of owners. *Survey Review*, 47(344), 316–324. DOI: 10.1179/1752270615Y0000000009.
- Nowak, M.M., Dziób, K., Ludwisiak, Ł. i Chmiel, J. (2020). Mobile GIS applications for environmental field surveys: A state of the art. *Global Ecology and Conservation*, 23, e01089. DOI: 10.1016/j.gecco.2020.e01089.
- Ortiz, P., Antunez, V., Martín, J.M., Ortiz, R., Vázquez, M.A. i Galán, E. (2014). Approach to environmental risk analysis for the main monuments in a historical city. *Journal of Cultural Heritage*, 15(4), 432–440. DOI: 10.1016/j.culher.2013.07.009.
- Ostadabbas, H., Weippert, H. i Behr, F.-J. (2020). Using the Synergy of Qfield for Collecting Data on-Site and Qgis for Interactive Map Creation By Alkis® Data Extraction and Implementation in Postgresql for Urban Planning Processes. *ISPRS – International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, XLIII-B4-2, 679–683. DOI: 10.5194/isprs-archives-xxiii-b4-2020-679-2020.
- Ouma, T., Kavoo, A., Wainaina, C., Ogunya, B., Karanja, M., Kumar, P.L. i Shah, T. (2019). Open data kit (ODK) in crop farming: mobile data collection for seed yam tracking in Ibadan, Nigeria. *Journal of Crop Improvement*, 33(5), 605–619. DOI: 10.1080/15427528.2019.1643812.
- Pánek, J. i Burian, J. (2020). Online Visualisation. In *Spatonomy*. Springer International Publishing, 221–231. DOI: 10.1007/978-3-030-26626-4_10.
- Pánek, J. i Glass, M. (2018). Gaining a mobile sense of place with collector for ArcGIS. *Journal of Geography in Higher Education*, 1–14. DOI: 10.1080/03098265.2018.1515190.
- Pánek, J., Glass, M.R. i Marek, L. (2020). Evaluating a gentrifying neighborhood's changing sense of place using participatory mapping. *Cities*, 102(April), 102723. DOI: 10.1016/j.cities.2020.102723.
- Pesaresi, C. (2017). *Applicazioni gis: principi metodologici e linee di ricerca: esercitazioni ed esemplificazioni guida*. UTET Università.
- Quirini-Popławski, Ł. i Semczuk, M. (2021). Use of Geographic Information Systems in The Cataloguing of Tourist Facilities: The Proposal of a New Research Procedure. *Proceedings of the 37th International Business Information Management Association (IBIMA), 30–31 May 2021, Cordoba, Spain*, 12510–12524.
- Ravankhah, M., de Wit, R., Argyriou, A.V., Chliaoutakis, A., Revez, M.J., Birkmann, J., Žuvela-Aloise, M., Sarris, A., Tzigionaki, A. i Giapitsoglou, K.

- (2019). Integrated Assessment of Natural Hazards, Including Climate Change's Influences, for Cultural Heritage Sites: The Case of the Historic Centre of Rethymno in Greece. *International Journal of Disaster Risk Science*, 10(3), 343–361. DOI: 10.1007/s13753-019-00235-z.
- Sarris, A., Papadopoulos, N., Agapiou, A., Salvi, M.C., Hadjimitsis, D.G., Parkinson, W.A., Yerkes, R.W., Gyucha, A. i Duffy, P.R. (2013). Integration of geophysical surveys, ground hyperspectral measurements, aerial and satellite imagery for archaeological prospection of prehistoric sites: the case study of Vésztő-Mágor Tell, Hungary. *Journal of Archaeological Science*, 40(3), 1454–1470. DOI: 10.1016/j.jas.2012.11.001.
- Schaefer, M. i Woodyer, T. (2015). Assessing absolute and relative accuracy of recreation-grade and mobile phone GNSS devices: a method for informing device choice. *Area*, 47(2), 185–196. DOI: 10.1111/area.12172.
- Schattschneider, J.L., Daudt, N.W., Mattos, M.P.S., Bonetti, J. i Rangel-Buitrago, N. (2020). An open-source geospatial framework for beach litter monitoring. *Environmental Monitoring and Assessment*, 192(10), 648. DOI: 10.1007/s10661-020-08602-w.
- Signore, A. (2016). Mapping and sharing agro-biodiversity using Open Data Kit and Google Fusion Tables. *Computers and Electronics in Agriculture*, 127, 87–91. DOI: 10.1016/j.compag.2016.06.006.
- Solla, M., Gonçalves, L.M.S., Gonçalves, G., Francisco, C., Puente, I., Providência, P., Gaspar, F. i Rodrigues, H. (2020). A Building Information Modeling Approach to Integrate Geomatic Data for the Documentation and Preservation of Cultural Heritage. *Remote Sensing*, 12(24), 4028. DOI: 10.3390/rs12244028.
- Spreafico, M.C., Franci, F., Bitelli, G., Girelli, V.A., Landuzzi, A., Lucente, C.C., Mandanici, E., Tini, M.A. i Borgatti, L. (2015). Remote Sensing Techniques in a Multidisciplinary Approach for the Preservation of Cultural Heritage Sites from Natural Hazard: The Case of Valmarrecchia Rock Slabs (RN, Italy). In *Engineering Geology for Society and Territory – Volume*. Springer International Publishing, 317–321. DOI: 10.1007/978-3-319-09408-3_55.
- Survey123. (2021). *Strona internetowa aplikacji Survey123*. Pozyskano z: <https://survey123.arcgis.com/surveys> (dostęp: 22.11.2021).
- Templin, T. (2016). Mobilny GIS–aktualne trendy, perspektywy rozwoju i wyzwania kształcenia. *Roczniki Geomatyki*, XIV, 2 (72), 221–230.
- Tom-Aba, D., Olaleye, A., Olayinka, A.T., Nguku, P., Waziri, N., Adewuyi, P., Adeoye, O., Oladele, S., Adeseye, A., Oguntimehin, O. i Shuaib, F. (2015). Innovative Technological Approach to Ebola Virus Disease Outbreak Response in Nigeria Using the Open Data Kit and Form Hub Technology. *PLOS ONE*, 10(6), e0131000. DOI: 10.1371/journal.pone.0131000.
- Tsilimantou, E., Delegou, E.T., Nikitakos, I.A., Ioannidis, C. i Moropoulou, A. (2020). GIS and BIM as Integrated Digital Environments for Modeling

- and Monitoring of Historic Buildings. *Applied Sciences*, 10(3), 1078. DOI: 10.3390/app10031078.
- Tucci, G., Bonora, V., Conti, A. i Fiorini, L. (2017). High-quality 3D models and their use in a cultural heritage conservation project. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, XLII-2/W5, 687–693. DOI: 10.5194/isprs-archives-XLII-2-W5-687-2017.
- Vega, J.L. i Díaz, D. (2018). Developing sustainable planning for heritage conservation in the tropics: a GIS-based risk and vulnerability assessment profile for historic archives in Puerto Rico. *WIT Transactions on Ecology and the Environment*, 217, 613–623. DOI: 10.2495/SDP180521.
- Zerbini, A. (2018). Developing a Heritage Database for the Middle East and North Africa. *Journal of Field Archaeology*, 43(sup1), S9–S18. DOI: 10.1080/00934690.2018.1514722.
- Zhou, M., Geng, G. i Wu, Z. (2012). *Digital Preservation Technology for Cultural Heritage*. Springer Berlin Heidelberg. DOI: 10.1007/978-3-642-28099-3.

Łukasz Quirini-Popławski – doktor nauk o Ziemi w zakresie geografii (2011, Uniwersytet Jagielloński), adiunkt w Katedrze Przedsiębiorczości i Gospodarki Przestrzennej Instytutu Geografii Uniwersytetu Pedagogicznego im. KEN w Krakowie. Zainteresowania naukowe: geografia turystyki ze szczególnym uwzględnieniem obszarów górskich, Ukraina, planowanie przestrzenne, współczesne wyzwania transportu miejskiego, architektura uzdrowiskowa i jej przemiany. Stypendysta programu CEEPUS (2011) i FUGA w ramach konkursu Narodowego Centrum Nauki (2016–2019). Członek Polskiego Towarzystwa Geograficznego i Towarzystwa Urbanistów Polskich.

Marcin Semczuk – doktor nauk o Ziemi w zakresie geografii, adiunkt w Katedrze Geografii Społeczno-Ekonomicznej Uniwersytetu Ekonomicznego w Krakowie (Kolegium Gospodarki i Administracji Publicznej). Jego zainteresowania naukowo-badawcze obejmują następujące zagadnienia: różnicowanie rozwoju społeczno-gospodarczego w skali regionalnej i lokalnej, polityka rozwoju regionalnego i lokalnego, zmiany struktury użytkowania ziemi, zmiana dostępności do szkolnictwa podstawowego, rozwój obszarów peryferyjnych, turystyka na obszarach prawnie chronionych. W prowadzonych badaniach wykorzystuje Geograficzne Systemy Informacji (GIS) jako podstawowe narzędzie pracy. Członek Polskiego Towarzystwa Geograficznego i Polskiego Towarzystwa Geopolitycznego.