



## Zastosowanie materiałów kartograficznych i teledetekcyjnych w analizach zmian krajobrazu kulturowego ogrodów Zamku Królewskiego w Warszawie

*Use of cartography and remote sensing in heritage landscape change  
detection on the example of the Royal Castle gardens in Warsaw*

Edyta Paulina BOGUCA

Lehrstuhl für Kartographie  
Technische Universität München

Katarzyna OSIŃSKA-SKOTAK

Zakład Fotogrametrii, Teledetekcji  
i Systemów Informacji Przestrzennej,  
Wydział Geodezji i Kartografii,  
Politechnika Warszawska

### Abstract:

Historical maps, photoplans as well as modern satellite images and ortophotomaps are effective sources of geographical information for heritage landscape research. The presented study aims at characterizing landscape changes and focuses on the example of the Royal Castle gardens in Warsaw, Poland. Fundamental elements of the garden structure were examined from the period between 1700 – 2015 using historical maps, photoplans, and ortophotomaps. The methodology included multitemporal data harmonization, which was performed on the basis of visual interpretation keys for photoplans and cartographic symbols. The datasets were subsequently stored, analyzed and visualized using a historical GIS. A major transformation resulting from the regulation of the Vistula river banks was identified as the creation of the Lower Garden at the end of 18<sup>th</sup> century, which covers three quarters of the total study area in 1829. After World War II, restoration of the garden commenced. The derived geohistorical knowledge can be applied in future landscape planning in order to implement better informed reconstruction strategies.

**Key words:** heritage landscape, historical GIS, hGIS, orthophotomap, gardens, Royal Castle, Warsaw

**Słowa kluczowe:** krajobraz kulturowy, hGIS, ortofotomapa, ogrody, Zamek Królewski, Warszawa

## Wprowadzenie – detekcja zmian krajobrazu kulturowego

Pojęcie krajobrazu kulturowego jako przedmiotu badawczego wywodzi się z nauk geograficznych i sięga przełomu XIX i XX w. Początkowo krajobraz definiowany był wyłącznie w ujęciu materialnym, jako wycinek rzeczywistości zawierający elementy środowiska naturalnego i antropogenicznego (MYGA-PIĄTEK, 2005). Dalszy rozwój badań skutkowało włączeniem do tej definicji aspektów niematerialnych, jak kultura i tradycja, emocje, systemy wartości czy dziedziczenie (KONDRACKI, 1976; ZACHARIASZ, 2012; KUPIDURA, 2013; SALATA, MYGA-PIĄTEK, 2015). Doprowadziło to do wyodrębnienia krajobrazu kulturowego jako jednego z trzech, obok pierwotnego i naturalnego, podstawowych typów krajobrazu (BUCHWALD, ENGELHARD, 1975). Najważniejszym aktem legislacyjnym, dotyczącym ochrony i zarządzania dziedzictwem kulturowym w Polsce jest Ustawa z dnia 23 lipca 2003 r. o ochronie zabytków i opiece nad zabytkami (Dz.U. 2003 nr 162 poz. 1568), w której prawnie zdefiniowano również pojęcie krajobrazu kulturowego. Według zapisów ustawy jest nim „*postrzegana przez ludzi przestrzeń, zawierająca elementy przyrodnicze i wytwory cywilizacji, historycznie ukształtowana w wyniku działania czynników naturalnych i działalności człowieka*”. Założenia ogrodowe i parkowe co do swojej istoty odpowiadają zakresowi znaczeniowemu pojęcia krajobrazu kulturowego (BOGDANOWSKI, 2000). Są to tereny wykreowane wskutek zastanych warunków środowiskowych oraz świadomej działalności człowieka, a ich trwałe istnienie jest od niego uzależnione. Działalność ludzka obejmuje nie tylko proces tworzenia ogrodu jako wymyślanego krajobrazu, ale również nadawania tej przestrzeni głębszego znaczenia, m.in. poprzez symboliczny dobór roślin czy budowli (ZACHARIASZ, 2007).

Jedną z metod badania i opisu krajobrazu kulturowego jest jego rozumienie jako wynikowego użytkowania i pokrycia terenu (NITKIEWICZ-JANKOWSKA, JANKOWSKI, 2010). Stąd też w badaniach jego zmienności powszechnie wykorzystuje się materiały kartograficzne – archiwalne mapy topograficzne, mapy katastralne oraz współczesne opracowania tematyczne (MYGA-PIĄTEK, 2005; ZACHARIASZ, 2012). Zastosowanie mają również materiały teledetekcyjne – zdjęcia lotnicze, fotoplany, ortofotomapy, a potencjalnie także wysokorozdzielcze obrazy satelitarne (OSIŃSKA-SKOTAK, RÓŻYCKI, 2015). Istotną rolę teledetekcji w badaniach środowiska kulturowego podkreśliło również International Society for Photogrammetry and Remote Sensing. W agendzie rozwoju (CHEN I IN., 2016) uznało ono tworzenie aplikacji z zakresu dziedzictwa kulturowego za jedno z głównych wyzwań stojących przed społecznością naukową. Literatura przedmiotu podaje liczne przykłady analiz opartych o materiały kartograficzne i teledetekcyjne, które poddają ocenie zmiany zasobów krajobrazowych w skali regionu (BENDER I IN., 2005; PINDOZII I IN., 2016). Parki, zieleńce czy ogrody towarzyszące budynkom wysokiej

rangi są przykładami przestrzeni kulturowych o znacząco mniejszych wymiarach. Paradoksalnie, na archiwalnych mapach i planach miast niejednokrotnie zostały one odwzorowane w zaskakująco wierny sposób. Możliwe jest rozpoznanie charakterystycznych elementów ich programu jak układy alejowe, grupy drzew czy obiekty wodne. Szczególne znaczenie mają badania Ciolka (1954, 1956) oraz Bogdanowskiego (1995, 2000), przyjmujące archiwalne plany katastralne za podstawowy materiał analiz krajobrazu ogrodów. Rozszerzeniem ich prac są publikacje Zachariasz (2007, 2012). Dokonała ona oceny zasobu map katastru galicyjskiego w analizach lokalizacji i kompozycji założów dworskich i pałacowych Beskidu Niskiego i Pogórza. Odrysy historycznych planów ogrodów zastosowano ponadto do określenia związków miarowych w barokowych kompozycjach ogrodowych z terenu Francji i Polski (WALERZAK I IN., 2015). Wciąż niewykorzystany w tej dziedzinie architektury krajobrazu pozostaje jednak potencjał opracowań teledetekcyjnych. Archiwalne i współczesne obrazy satelitarne umożliwiają szczegółową i bieżącą obserwację zmian zachodzących w przestrzeni. Dla skali urbanistycznej, jaką jest skala miasta bądź jego dzielnicy (KAMIŃSKI, MODRZEWSKI, 2012) historyczne mapy, plany i współczesne ortofotomapy są bowiem podstawowym materiałem służącym odkrywaniu i zrozumieniu etapów przemian fizjonomii krajobrazu.

W detekcji zmian przestrzeni kulturowych szeroko stosowane są systemy informacji przestrzennej, w tym geoinformacji historycznej („historical GIS”, hGIS). W literaturze anglojęzycznej za „historical GIS” przyjęło się uważać taki rodzaj systemu informacji geograficznej, który pozwala na przechowywanie, analizę i wizualizację danych geograficznych, w tym historycznych oraz śledzenie ich zmian w czasie (KNOWLES, 2002). Z dotychczasowych doświadczeń wynika, że praktyczne wykorzystanie systemów hGIS skupia się na wykrywaniu zjawisk i zależności, które istniały w przeszłości, a nie występują w formie niezmienionej w teraźniejszości. Przykładem takich zastosowań jest ustalanie przebiegu granic administracyjnych, lokalizacji miejscowości, skupisk grup etnicznych, czy zasięgu zabudowy (SCHAFFER, LEVIN, 2015). W centrum zainteresowania hGIS pozostają zazwyczaj te okresy, dla których zgromadzono wystarczający materiał kartograficzny lub dla których możliwa jest stosunkowo prosta georeferencja źródeł historycznych. Wykonywana jest ona na podstawie ogólnej informacji o lokalizacji zjawisk, jak m.in. nazwa miejscowości czy regionu. Systemy hGIS są również wykorzystywane jako wirtualne archiwa, w których przechowuje się nowe, cyfrowe zbiory danych stworzone w procesie digitalizacji i georeferencji materiałów historycznych. Jednym z kluczowych zagadnień łączenia różnorodnych źródeł w bazach danych GIS jest harmonizacja danych. Działalność ta obejmuje m.in. tworzenie jednolitych definicji, opracowanie metadanych, modeli danych i schematów aplikacyjnych (GAŹDZICKI, 2002). W analizach sekwencji map historycznych, fotoplanów i współczesnych ortofotomap ma ona na celu m.in. sprawdzenie spójności,

wiarygodności i poprawności przedstawionych na nich informacji. Jednym z etapów harmonizacji jest opracowanie kluczy interpretacji znaków kartograficznych oraz kluczy fotointerpretacyjnych. W przypadku archiwalnych źródeł stanowi to niejednokrotnie prawdziwe wyzwanie. Jak podkreślił Kuna (2015), dla wielu map historycznych niemożliwe jest często samo dotarcie do legendy mapy. Poprawne odczytanie treści kartograficznych wymaga ponadto zrozumienia źródła historycznego jako przedstawionego w sposób umowny uogólnionego i uporządkowanego modelu rzeczywistości. Analiza zdjęć lotniczych i ortofotomap również obciążona jest subiektywizmem interpretatora, w tym stopniem znajomości obszaru i tematyki badań oraz posiadanymi przez niego umiejętnościami fotointerpretacji obiektów.

### Cel i przedmiot badań

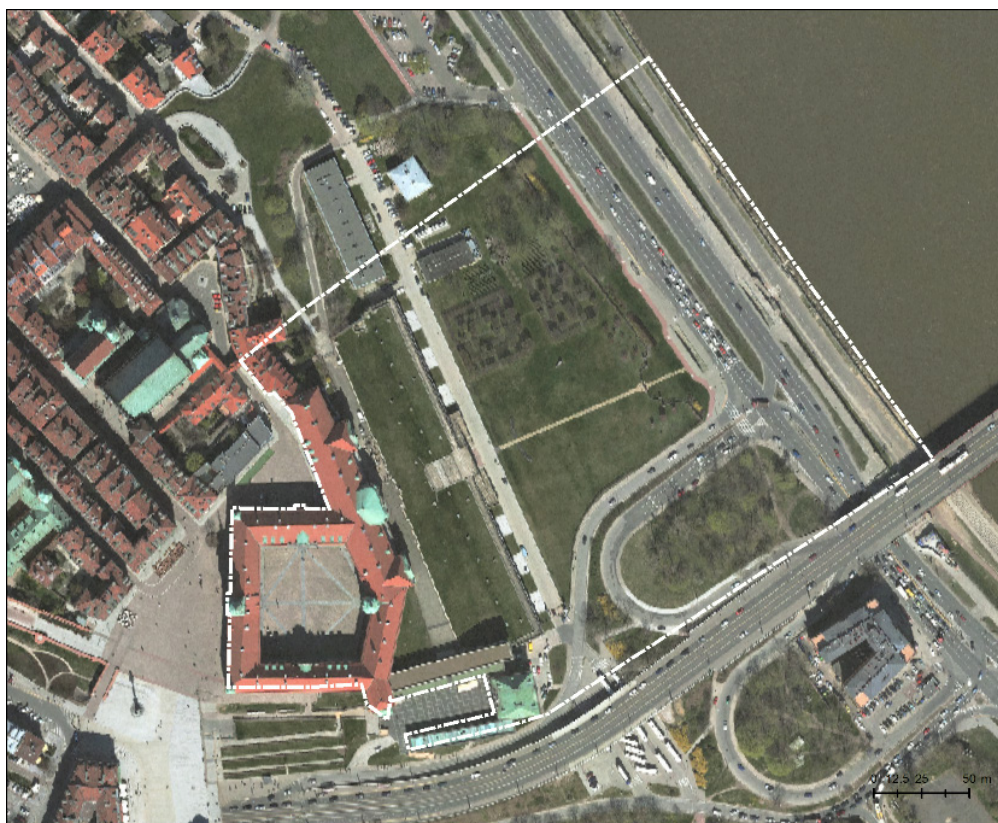
Przedmiotem pracy była analiza zmian krajobrazu kulturowego ogrodów Zamku Królewskiego w Warszawie na przestrzeni od końca XVI do XXI wieku, obejmującej lata 1700-2015. Na podstawie zgromadzonych materiałów podjęto próbę identyfikacji charakterystycznych elementów programu ogrodowego, jak rezydencja, układy alejowe, szpalery drzew oraz obiekty wodne. W tym celu stworzono algorytm wykrycia zmian tych elementów w czasie przy użyciu materiałów kartograficznych i teledetekcyjnych oraz opracowania powstałych danych geohistorycznych w systemie hGIS. Bezpośrednią inspiracją do podjęcia prac stało się uroczyste otwarcie w 2015 r. zrewaloryzowanego Ogrodu Górnego

zamku. Wraz z nim ponownie postawione zostały pytania o przyszły kształt pozostałej, niezagospodarowanej części ogrodów, w tym ewentualne nawiązanie do ich wcześniejszego, historycznego wyglądu.

Obszar niniejszego opracowania, przedstawiony na ryc.1, obejmuje fragment Starego Miasta Warszawy – Zamek Królewski i jego najbliższe otoczenie. Pełny skład zespołu zamkowego tworzy obecnie Zamek Królewski, ogrody na stoku i dolnym tarasie oraz Pałac Pod Blachą. Początek osadnictwa na tym terenie datuje się na przełom XIII i XIV wieku, kiedy na Skarpie Wiślanej został wzniesiony drewniano-ziemny gród (DROZDOWSKI, ZAHORSKI, 1981). Pierwsze wzmianki o istnieniu ogrodów w obrębie rezydencji dworskiej pochodzą z XV w. (SZAFRAŃSKA, 1994).

### Dane źródłowe

W pierwszym etapie prac określono pożądane cechy materiałów do analiz zmienności krajobrazu ogrodów zamkowych. Ze względu na szczegółowość związaną z procesem generalizacji kartograficznej ustalono zakres skalowy poszukiwanych map, fotoplanów i ortofotomap między 1:1 000 a 1:20 000. Następnie zapoznano się z historią kartowania terenu Warszawy oraz stopniem pokrycia archiwalnymi materiałami kartograficznymi (GROMSKI, 1997; BARTOSZEWICZ, 2003; BARTOSZEWICZ, 2008). Dzięki szerokiej dostępności źródeł historycznych w otwartych i powszechnych zasobach, do przeprowadzenia analiz pozyskano 17 planów i map historycznych w postaci rastrowej oraz 7 fotoplanów,



Ryc.1. Lokalizacja obszaru opracowania na podkładzie ortofotomapy z 2011 r. – granice oznaczono białą przerywaną linią.

*Fig.1. Location of the research area with the ortophotomap background acquired in 2011 –boundaries marked with the white dashed line.*



fotozszkiców i ortofotomap lotniczych. Materiały kartograficzne oraz ikonograficzne skatalogowane w domenie publicznej zostały udostępnione poprzez portal Biblioteki Narodowej – Polona. Plan Warszawy z 1829 r. pobrano z zasobów projektu Mapster, których wykorzystanie ograniczone jest do celów niekomercyjnych. Materiały teledetekcyjne uzyskano dzięki usłudze WMS z serwisu Warszawa Historyczna m.st. Warszawy.

Zgromadzone materiały obejmują okres ok. 315 lat, począwszy od 1700 r. aż do czasów współczesnych – 2015 r. Charakteryzują się podobnymi skalami opracowania oraz dość niewielkimi różnicami w czasie ich powstania – największa wynosi ok. 62 lata. Dla okresu

1827-1831 pozyskano dodatkowo 6 map różniących się językiem opracowania, miejscem wydania i sposobami prezentacji kartograficznej. Dało to możliwość weryfikacji poprawności treści i rysunku kartograficznego na tle realiów epoki. Podobną procedurę zastosowano wobec ortofotomap pochodzących z lat 2008-2015, gdzie różnice w porze roku rejestracji obrazu wspomogły proces fotointerpretacji obiektów. Podstawowe cechy wykorzystanych w analizach materiałów kartograficznych i teledetekcyjnych przedstawiono w tabeli 1 i tabeli 2.

W badaniach zdecydowano się na przeanalizowanie znacznej liczby map historycznych, co poskutkowało pojawieniem się następujących zagadnień problemowych:

Tabela 1. Metadane (GAŹDZICKI, 2002) wykorzystanych map historycznych.

Table 1. Metadata (GAŹDZICKI, 2002) of historical maps used in the analysis.

| Data wydania<br><i>Release date</i> | Nazwa mapy<br><i>Map name</i>   | Autor<br><i>Author</i>           | Język urzędowy<br><i>Official language</i> | Skala<br><i>Scale</i>                   |
|-------------------------------------|---|----------------------------------|--|---|
| 1700                                | Varsovie  | N. de Fer                        | francuski<br><i>French</i>                 | ok. 1:5 000<br><i>approx. 1:5 000</i>   |
| 1762                                | Plan de la ville de Varsovie: dedié a S. M. Auguste III Roi de Pologne Elekteuer de Saxe & Levé par ordre S. E. M. le Comte Bieliński Grand Marechal de la Courone  | M. P. R. de Tirregaille          | francuski<br><i>French</i>                 | ok. 1:6 690<br><i>approx. 1:6 690</i>   |
| 1809                                | Plan Miasta Warszawy (Plan von der Stadt Warschau) : odrysowany w Roku 1808   | J. G. Lehmann,<br>J. Bach        | polski<br><i>Polish</i>                    | 1:11 500                                |
| 1827                                | Plan Warszawy   | J. Kolberg,<br>W. Ruchacz        | polski<br><i>Polish</i>                    | ok. 1:16 800<br><i>approx. 1:16 800</i> |
| 1829                                | Plan Miasta Stołecznego Warszawy z Rozkazu Jego Cesarzewiczowskey Mości Wielkiego Xsięcia Konstantego Cesarzewicza Naczelnego Wodza, przez Officerów Korpusu Inżynierów Woysk Król: Pol: uskuteczniony 1829 | J. Koriot                        | rosyjski<br><i>Russian</i>                 | ok. 1:4 200<br><i>approx. 1:4 200</i>   |
| 1831                                | Erstürmung von Warschau am 6.ten und 7.ten September 1831 durch die Russen unter dem Feldmarschall Grafen Paskewitsch Eriwanski   | B. Herder                        | niemiecki<br><i>German</i>                 | ok. 1:24 000<br><i>approx. 1:24 000</i> |
| 1831                                | Situations-Plan von Warschau  | L. Scaupae,<br>W. Steinmetz      | niemiecki<br><i>German</i>                 | 1:13 600                                |
| 1831                                | Warsaw  | W. B. Clarke,<br>T. E. Nicholson | angielski<br><i>English</i>                | ok. 1:17 000<br><i>approx. 1:17 000</i> |
| 1831                                | Pianta di Warsavia  | W. Poloski                       | włoski<br><i>Italian</i>                   | ok. 1:22 000<br><i>approx. 1:22 000</i> |
| 1842                                | Plan” goroda Varšavy  | K. Richter                       | rosyjski<br><i>Russian</i>                 | ok. 1:16 800<br><i>approx. 1:16 800</i> |
| 1850                                | Plan” goroda Varšavy 1850   | S. Oleszczyński                  | rosyjski<br><i>Russian</i>                 | ok. 1:16 800<br><i>approx. 1:16 800</i> |
| 1856                                | Plan” goroda Varšavy i okrestnostej = Plan miasta Warszawy i okolic   | K. Witkowski                     | rosyjski, polski                           | 1:16 800                                |
| 1867                                | Plan” goroda Varšavy i okrestnostej = Plan miasta Warszawy i okolic   | I.A. Âdrov                       | rosyjski, polski<br><i>Russian, Polish</i> | 1:8 400                                 |
| 1875                                | Plan Warszawy   | W. Kolberg                       | polski<br><i>Polish</i>                    | 1:17 200                                |
| 1915                                | Plan der Stadt Warschau = Plan miasta Warszawy  | -                                | niemiecki<br><i>German</i>                 | ok. 1:19 000<br><i>approx. 1:19 000</i> |
| 1938                                | Plan sieci tramwajów i autobusów m. st. Warszawy.   | -                                | polski<br><i>Polish</i>                    | 1:40 000                                |
| 1949                                | Warszawa: mapa miasta w skali 1:20 000 wraz z inwentaryzacją zniszczeń popelnionych przez Niemców w latach 1939-1945  | -                                | polski<br><i>Polish</i>                    | 1:20 000                                |

Tabela 2. Parametry techniczne fotoplanów i ortofotomap.

Table 2. Technical parameters of photoplans and orthophotomaps.

| Data<br>Date  | Nazwa<br>Material name                  | Wielkość<br>piksela<br>obrazu<br>Pixel size of<br>source image | Podstawa opracowania<br>Material basis  | Data pozyska-<br>nia podstawy<br>opracowania<br>Acquisition<br>date | Barwy<br>Colors                                   |
|---------------|---|--|---|---|---|
| 1935          | Fotoplan 1935                           | brak danych<br>no data   | Zdjęcia lotnicze<br>Aerial photos   | brak danych   | Skala szarości<br>Greytones                       |
| 1945          | Ortofotomapa<br>Zniszczonej<br>Warszawy | 0,75 m   | Zdjęcia lotnicze w skali<br>ok. 1:8 000<br>Aerial photos in scale of<br>approx. 1:8 000       | 06/1945   | Skala szarości<br>Greytones                       |
| 1976-<br>1977 | Fotoszkie                               | -  | Zdjęcia lotnicze w skali<br>1:5 000<br>Aerial photos in scale of<br>1:5 000                   | 1976-1997   | Skala szarości<br>Greytones                       |
| 1990-<br>1994 | Fotoszkie                               | -  | Zdjęcia lotnicze<br>Aerial photos   | 1990-1994   | Skala szarości<br>Greytones                       |
| 2008          | Ortofotomapa<br>2008                    | 0,10 m   | Cyfrowe zdjęcia lotnicze<br>w skali 1:20 830<br>Digital aerial photos in<br>scale of 1:20 830 | 4, 6, 7,<br>8/06/2008   | Opracowanie<br>barwne<br>Color orthophoto-<br>map |
| 2014          | Fotoplan 2014                           | 0,10 m   | Cyfrowe zdjęcia lotnicze<br>Digital aerial photos   | 23,24/05/2014   | Opracowanie barwne<br>Color photoplan             |
| 2015          | Fotoplan 2015                           | 0,10 m   | Cyfrowe zdjęcia lotnicze<br>Digital aerial photos   | 4,5/06/2015   | Opracowanie barwne<br>Color photoplan             |

1. Brak legendy bądź innych objaśnień szczegółów terenowych – jedynie 5 arkuszy uwzględniło pełne wyjaśnienia zastosowanych na mapie wypełnień, szrafur, symboli i znaków graficznych. Niemieckojęzyczna mapa z 1831 r. zawierała co prawda legendę, jednak jej treść dotyczyła rozmieszczenia wojsk polskich i rosyjskich w czasie Obrony Warszawy, bez wskazania symbolizacji obiektów topograficznych i szczegółów terenowych. Dziewięć map zawierało tzw. legendę szcztątkową w postaci m.in. spisów najważniejszych budynków i ogrodów publicznych w ówczesnej Warszawie (1809 r.), spisu ulic i domów (1827 r.) czy podstawowych faktów dotyczących położenia miasta (1875 r.). Dzięki takiej formie opisów zidentyfikowano tereny ogrodów i parków publicznych w granicach ówczesnej Warszawy, po czym porównano ich symbolizację z oznaczeniem przyległości Zamku Królewskiego.
  2. Język urzędowy mapy – w przygotowanym zbiorze map odnotowano wykorzystanie aż 6 języków – polskiego, rosyjskiego, niemieckiego, francuskiego, angielskiego i włoskiego oraz łacińskiej numeracji dat rocznych. Dodatkowo pojedyncze mapy miały dwujęzyczną legendę, opis pozaramkowy bądź oznaczenie ulic: polsko-rosyjskie (1856 r.), polsko-niemieckie (1809 r.), polsko-angielskie (1831 r.) czy francusko-niemieckie (1831 r.). Większość wykorzystanych map została opisana w skorowidzach, pracach naukowych o charakterze monograficznym, pozycjach varsawianistycznych lub w metadanych dostępnych na stronach internetowych katalogów zbiorów. Niestety przetłu-
- maczone opisy dotyczyły najczęściej tytułu mapy bądź nazwisk jej twórców. W przypadku legendy rosyjskojęzycznej mapy z 1829 r. konieczne było jej przełożenie na język polski we własnym zakresie. Zawarty w legendzie symbol terenów zielonych, którym oznaczono parki publiczne i ogrody zamkowe, został opisany słowem „Лысь”. Najbliższe mu znaczeniowo słowo to rosyjski „Лес” czyli „las”, a jego zastosowanie w kontekście określenia miejskich terenów zieleni budzi oczywiste wątpliwości.
3. Aktualność danych – dla każdej z analizowanych map pozyskano datę roczną jej wydania. Część z planów zawierała odniesienie czasowe bezpośrednio w tytule mapy lub w jej opisie – dla planu z 1809 r. w tytule podkreślono również datę jego „odrysowania”, czyli faktycznego wykreślenia treści mapy w 1808 r. Wiarygodność oznaczenia aktualności treści musiała być dodatkowo zweryfikowana. Należało ustalić, czy wykorzystane plany nie były bezpośrednimi przedrukami opracowań wcześniejszych, a jeśli tak, to czy były one uzupełnione i uaktualnione o nowe treści. I tak mapa z 1867 r. stanowiła zredukowany i zaktualizowany plan Koriota z 1829 r., a mapa opisana jako pochodząca z 1762 r. okazała się zmniejszoną, XIX-wieczną kopią oryginalnego planu de Tirregaille'a.
  4. Symbolizacja obiektów na mapie – analiza zgromadzonych źródeł wykazała rozbieżności w treściach i sposobie prezentacji danych. Charakter i wygląd ogrodów zamkowych wyznaczono więc dla pojedynczego arkusza mapy na zasadzie analogii do symbolizacji innych obszarów tego typu. Na podstawie

- wiedzy historycznej, opisów obiektów oraz treści legendy wyszukano pozostałe warszawskie parki i założenia ogrodowe, a następnie określono formy ich zagospodarowania uwidocznione na planach, jak ścieżki spacerowe, tereny zadrzewione, fontanny czy powierzchnie trawników. Jednocześnie zwrócono uwagę na specyficzne położenie zamkowych ogrodów na Skarpie Wiślanej i poddano analizie rysunek rzeźby terenu. Na zgromadzonych materiałach podkreślano go najczęściej metodą kreskowania lub rezygnowano z jego prezentacji.
5. Podstawy matematyczne – w analizowanym zbiorze map stwierdzono występowanie zróżnicowanych podstaw matematycznych ich opracowania oraz miar długości. W metadanych każda z map została opisana jako powstała na podstawie pomiarów przeznaczonych m.in. dla Komisji Brukowej czy w ramach pomiarów pruskich. Skale liniowe opracowań wyrażane były w zarówno w metrach, jak i antropometrycznych jednostkach długości – sążniach (rosyjskich, francuskich), łokciach, jardach czy stopach. Posługiwanie się tak wieloma jednostkami jednocześnie było kłopotliwe oraz obciążone ryzykiem błędu przy wielokrotnym przeliczaniu wymiarów obiektów geograficznych. Z tego też względu podjęto próbę ujednoczenia odniesienia przestrzennego map w procesie ich kalibracji.

W przypadku fotoplanów i ortofotomap zagadnienia problemowe dotyczyły jakości opracowań w skali szarości, co przełożyło się na bezpośrednie trudności w interpretacji obiektów. Najstarszy fotoplan z 1935 r. cechował się dobrą jakością, a jedyną niedogodność stanowiła interpretacja obiektów w cieniu rzuconym budynków. Fotoszkie z lat 1976-1977 okazał się pod tym względem najbardziej niekorzystny ze względu na znaczące zaciemnienie i zacinienie obiektów. Całkowicie uniemożliwiły one rozpoznanie wyglądu ogrodu górnego oraz utrudniły interpretację kształtów ogrodu dolnego. Na fotoszkie z lat 1990-1994 odnotowano niedokładne złączenie dwóch zdjęć lotniczych w północnej części ogrodu dolnego. Nie wpłynęło to jednak negatywnie na proces rozpoznania obiektów. Nie stwierdzono problemów fotointerpretacyjnych dla barwnych ortofotomap wykonanych po 2001 r.

## Metodologia

Przeprowadzone badania zmian krajobrazu kulturowego ogrodów Zamku Królewskiego w Warszawie przebiegły według następującego schematu:

1. Zdefiniowanie przedmiotu analizy oraz pozyskanie materiałów kartograficznych i teledetekcyjnych.
2. Wstępna weryfikacja treści i selekcja materiałów wejściowych.
3. Opracowanie klucza interpretacji znaków map historycznych oraz klucza fotointerpretacyjnego.
4. Koncepcja i implementacja systemu hGIS odpowiadającego założeniom analizy.

5. Przetworzenia materiałów źródłowych (preprocessing).
6. Zasilenie bazy danych metodą wektoryzacji obiektów.
7. Analiza danych geohistorycznych i weryfikacja dokładności analiz.
8. Wizualizacja uzyskanych wyników w formie map i schematów oraz dyskusja rezultatów.

Etapy nr 2 i 3 miały największe znaczenie w procesie harmonizacji danych źródłowych. Wyróżniono wówczas wszystkie naturalne i antropogeniczne elementy kompozycji ogrodów. Stworzono również uniwersalną legendę, którą zastosowano dla każdego z badanych materiałów i okresów historycznych. Wyodrębnienie potencjalnych elementów składowych ogrodów przeprowadzono na podstawie dwóch kluczy – interpretacji znaków map historycznych (Tabela 3) oraz klucza fotointerpretacyjnego (Tabela 4). W przypadku źródeł kartograficznych formy zagospodarowania terenu ustalono na podstawie zapisów legendy oraz porównania obrazów map z opisami historycznymi. Rozróżnienia obiektów na fotoplanach i ortofotomapach dokonano na podstawie bezpośrednich i pośrednich cech rozpoznawczych. Pod uwagę wzięto kształt, wielkość, fototon lub barwę obiektu oraz charakterystyczne dla terenów zieleni tekstury i struktury. Wśród cech pośrednich uwzględniono cień własny oraz powiązania przestrzenno-funkcjonalne z innymi elementami terenu.

Weryfikacja źródeł potwierdziła, iż nie wszystkie założone w kluczach interpretacyjnych kategorie użytkowania i pokrycia terenu zostały zaobserwowane na każdym z materiałów. Mapy historyczne lepiej oddawały położenie i charakter skarpy wiślanej. Fotoplany wskazywały na dodatkowe istnienie obiektów małej architektury, jak np. fontanna ogrodowa. Na podstawie zaobserwowanych różnic w treści wyodrębniono finalnie następujące klasy obiektów związane z historycznym i krajobrazowym dziedzictwem kulturowym: granice ogrodu, skarpa, tereny zabudowy, ciek wodny, ciągi uliczne, ścieżki ogrodowe, trawniki, pojedyncze drzewa, grupy drzew. Dla skarpy zamkowej założono brak zmian jej lokalizacji. Wykorzystane do analiz mapy pozyskane zostały w postaci cyfrowej. Ich odwzorowania kartograficzne były jednak nieznanne lub niewystarczająco precyzyjne. Z tego względu zaszła konieczność dopasowania danych w postaci rastrowej do innych, posiadających georeferencję danych przestrzennych, jak ortofotomapa z 2015 r. Po odpowiednim przycięciu map do obszaru analizy dla każdego z rastrów wskazano 12-15 punktów stabilnych oraz zastosowano algorytm transformacji afinicznej. Obrazom nadano jako układ odniesienia Państwowy Układ Współrzędnych Geodezyjnych 1992. Uzyskane w procesie kalibracji wartości błędu RMS dla wybranych arkuszy przedstawiono w tabeli 5. Na podstawie skalibrowanych obrazów wykonano wektoryzację poszczególnych elementów, przypisując obiektom historycznym nie tylko ich geometrię, ale również atrybuty czasowe <TimeStart>, <TimeEnd>, wskazujące na okres ich istnienia.



Tabela 3. Klucz interpretacji znaków map historycznych.

Table 3. Visual interpretation key for cartographic signs on historical maps.



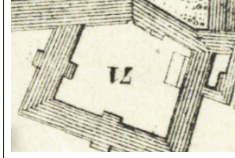
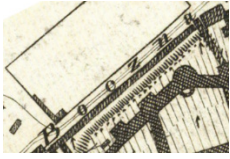



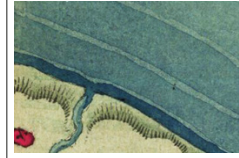
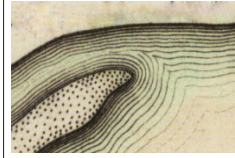





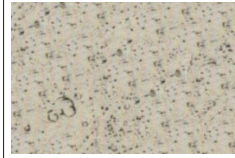
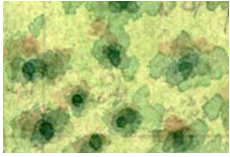
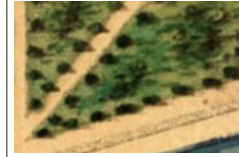

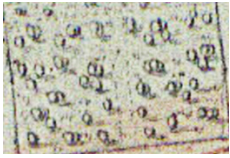



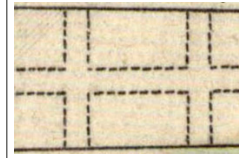

| Nr<br>Nr | Wybrane elementy sytuacyjne<br>i kategorie pokrycia terenu<br><i>Selected topographic objects<br/>and land cover classes</i> | Przykłady reprezentacji kartograficznej<br><i>Examples of cartographic representation</i>   |  |   |
|----------|--|---|--|---|
| 1        | Zabudowa<br><i>Buildings</i>   | <br>1762   | <br>1809   | <br>1867   |
| 2        | Ciągi uliczne<br><i>Streets</i>  | <br>1809   | <br>1856   | <br>1915   |
| 3        | Cieki wodne<br><i>Rivers and streams</i>   | <br>1700   | <br>1762   | <br>1831   |
| 4        | Skarpa<br><i>Escarpment</i>  | <br>1700  | <br>1762  | <br>1850  |
| 5        | Trawniki<br><i>Lawns</i>   | <br>1762 | <br>1831 | <br>1850 |
| 6        | Drzewo<br><i>Tree</i>  | <br>1762 | <br>1829 | <br>1915 |
| 7        | Grupa drzew<br><i>Group of trees</i>   | <br>1827 | <br>1829 | <br>1842 |
| 8        | Ścieżki ogrodowe<br><i>Garden paths</i>  | <br>1762 | <br>1831 | <br>1856 |

Tabela 4. Klucz fotointerpretacyjny obiektów.

Table 4. Visual interpretation key for photoplans.

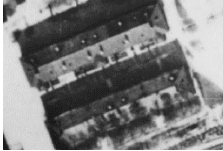


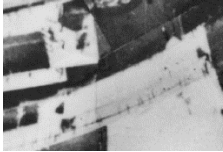



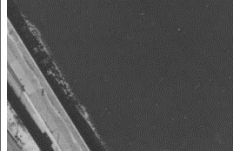







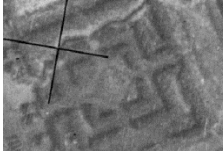
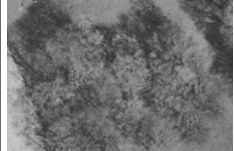


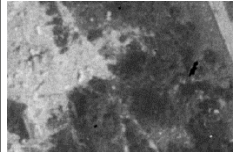




| Nr<br>No | Wybrane elementy sytuacyjne<br>i kategorie pokrycia terenu<br><i>Selected topographic objects and land<br/>cover classes</i> | Przykłady odwzorowania na fotoplanach i ortofotomapach<br><i>Examples of object representation on photoplans and ortophotomaps</i> |   |   |
|----------|--|--|---|---|
| 1        | Zabudowa<br><i>Buildings</i>   | <br>1935  | <br>1976-77   | <br>2008   |
| 2        | Ciagi uliczne<br><i>Streets</i>  | <br>1935  | <br>1945      | <br>2015   |
| 3        | Cieki wodne<br><i>Rivers and streams</i>   | <br>1945  | <br>1990-94   | <br>2015   |
| 4        | Trawniki<br><i>Lawns</i>   | <br>1990-94                                     | <br>2008    | <br>2015 |
| 5        | Drzewo<br><i>Tree</i>  | <br>1935  | <br>1990-94 | <br>2014 |
| 6        | Grupa drzew<br><i>Group of trees</i>   | <br>1945  | <br>1990-94 | <br>2014 |
| 7        | Ścieżki ogrodowe<br><i>Garden paths</i>  | <br>1935  | <br>1945    | <br>2015 |
| 8        | Fontanna<br><i>Fountain</i>  | <br>1935  | <br>1945    | <br>2015 |



Tabela 5. Wartości błędu RMS dla wybranych arkuszy map.

Table 5. RMS Error values for certain historical maps.

| Data mapy<br>Map date | Wartość błędu RMS w metrach<br>w stosunku do ortofotomapy z 2015 r.<br>Total RMS Error in meters |
|-----------------------|--|
| 1829                  | 2,54   |
| 1842.                 | 1,79   |
| 1850                  | 2,79   |
| 1867                  | 2,34   |
| 1915                  | 5,94   |

### Analiza wyników – identyfikacja i charakterystyka zmian w strukturze przestrzennej krajobrazu kulturowego ogrodów Zamku Królewskiego w Warszawie

W wyniku przeprowadzonych prac stworzono bazę danych geohistorycznych, które następnie poddano analizie i wizualizacji. Na rycinie 2 przedstawiono granice ogrodów zamkowych w latach 1700, 1829, 1850, 1867, 1935 oraz 2015. Na podstawie pomiarów określono również przybliżone wartości powierzchni założenia



Ryc.2. Zmiany granic ogrodów na tle przebiegu brzegów Wisły w 1700 r., 1829 r., 1850 r., 1867 r., 1935 r. oraz 2015 r.

Fig.2. Changes of gardens borders in comparison to Vistula banks in 1700, 1829, 1850, 1867, 1935 and 2015.



(Tabela 6). Od 2005 r. areal ogrodów nie ulegał już zmianom ilościowym, lecz zintensyfikowane prace rewitalizacyjne doprowadziły do zmiany układów zieleni wewnątrz stałych granic.

W XVI-XVIII w. Skarpę Warszawską pokrywały ogrody użytkowe i sady należące do mieszczan oraz zabudowania gospodarcze, w tym spichlerze (Ryc.3). Zamkowe ogrody wyróżniały się swą formą na tle ówczesnego krajobrazu. Na ryc. 3 wyraźnie widać podział ogrodów na dwie części: użytkową oraz ozdobną. Blżej zabudowań zamkowych znajdował się mały sad, a poniżej niego regularne rabaty przedzielone schodami prowadzącymi w kierunku Wisły. Na początku XVII w. nastąpiło zakończenie prac nad rozbudową architektoniczną zamku do formy pięciobocznego budynku. Wskutek tych prac ogród został otoczony od strony rzeki murem z bastionami – umocnieniami obronnymi (Ryc.4).

Tabela 6. Powierzchnia ogrodów zamkowych w latach 1700-2005.

Table 6. Area of royal gardens between 1700-2005.

| Nr<br>No | Data<br>Date | Powierzchnia ogrodów w m <sup>2</sup><br>Gardens area in square meters |
|----------|--------------|--|
| 1        | 1700         | 1 400  |
| 2        | 1762         | 8 800  |
| 3        | 1829         | 51 900   |
| 4        | 1850         | 50 600   |
| 5        | 1867         | 23 700   |
| 6        | 1915         | 19 200   |
| 7        | 1935         | 10 300   |
| 8        | 1938         | 33 500   |
| 9        | 1977         | 10 300   |
| 10       | 1990         | 22 100   |
| 11       | 2005         | 23 200   |



Ryc.3. Ogrody zamkowe jako element panoramy Warszawy od strony Pragi – stan ok. 1600 r. (Hogenberg A.: *Varsovia: Miles Polonus Nobiles Poloniae*. Źródło: [www.polona.pl](http://www.polona.pl))

Fig.3. Royal gardens as the element of Warsaw's panorama, approx. 1600. (Hogenberg A.: *Varsovia: Miles Polonus Nobiles Poloniae*. Source: [www.polona.pl](http://www.polona.pl))



Ryc.4. Skarpa Warszawska ok. 1733-1733. Na pierwszym planie ogrody zamkowe otoczone murem obronnym i palami wbitymi w brzeg Wisły. (*La grande et belle ville de Varsovie, en Pologne, capitale de la Mazovie*. Źródło: [www.polona.pl](http://www.polona.pl))

Fig.4. Warsaw Escarpment, approx. 1733-1773. Royal gardens surrounded by defensive walls and poles are visible in the foreground. (*La grande et belle ville de Varsovie, en Pologne, capitale de la Mazovie*. Source: [www.polona.pl](http://www.polona.pl))

Zamek Królewski jeszcze mocniej uwidocznił się w krajobrazie kulturowym ówczesnej Warszawy jako obiekt o charakterze obronno-reprezentacyjnym.

Na rycinie 5 przedstawiono w sposób schematyczny wybrane układy zieleni zamkowej między XVIII a XX w. Jak wskazuje schemat datowany na 1762 r. pierwotnym czynnikiem ograniczającym rozwój przestrzenny ogrodów było położenie koryta Wisły. Niekorzystny przebieg wód okalających zamek pozwalał na jedynie szczątkowe zagospodarowanie terenów przyzamkowych w formie trójkątnego parteru ogrodowego z widocznymi ornamentami (tzw. parter haftowy). Zasięg ówczesnych ogrodów powiększono nieznacznie poprzez postawienie przy skarpie budynku składu towarów i pokrycie jego dachu ziemią i zielenią. Nieopodal składu funkcjonowała

przystań wodna. W budynku przechowywano artykuły splaniane Wisłą na potrzeby rezydencji monarszej, takie jak materiały spożywcze, budowlane i opał.

Kolejne, najbardziej znaczące zwiększenie powierzchni ogrodów było pośrednim wynikiem działalności króla Stanisława Augusta Poniatowskiego. Za jego panowania taras zamkowy pełnił różnorodne funkcje – oprócz części ogrodowej znajdowała się na nim ujeżdżalnia dla koni i pracownia rzeźbiarska. Na zlecenie króla osuszono część koryta Wisły i pozyskano teren pod nowe inwestycje. W ten sposób wydzielone zostały dwie części zamkowych ogrodów – Ogród Górny położony na skarpie oraz Ogród Dolny poniżej skarpy. Oba ogrody rozdzielone zostały ulicą Boczna, która stanowiła ważną oś komunikacji dla nadwiślanych zabudowań. Ciekawym



Ryc.5. Schematy historycznych planów ogrodów w 1762 r., 1829 r., 1842 r. oraz 1915 r.

Fig.5. Schemas of historical gardens plans in 1762, 1829, 1842 and 1915.



zabiegiem, mającym na celu połączenie ogrodów, było wybudowanie w 1821 r. tzw. Arkad Kubickiego. Była to sklepiona budowla przykrywająca niczym tunel ulicę Boczna. Arkady oddzielały ruch uliczny od przestrzeni wypoczynkowej zamku. Na ich stropie zasadzono rośliny i urządzono taras widokowy połączony schodami z terenami pod skarpą.

Schematy z 1829 r. i 1842 r. przedstawiają ówczesny, ale jakże różny charakter terenów przyzamkowych w I poł. XIX w. Ze względu na ograniczoną powierzchnię Ogrodu Górnego jego przekształcenia w tym okresie ograniczyły się do prac porządkowych. Ogród Dolny natomiast znacząco zmienił swój charakter. Od regularnej formy z rozchodzącymi się centralnie ścieżkami nastąpiło przejście ku wciąż osiowej kompozycji, charakteryzującej się większą naturalnością i swobodą w kształtowaniu linii. Samo założenie przetrwało jednak stosunkowo niedługo. W latach 1844-1846 wybudowano wiadukt do projektowanego mostu przez Wisłę, tzw. Nowy Zjazd. Zmniejszył on od południa zasięg ogrodów pod skarpą. Powodem całkowitego zniszczenia założenia w II poł. XIX w. było jego przeznaczenie na cele wojskowe. Kurier Warszawski z 1902 r. tak opisał ten proces: „Do 1856 r. na dolnym tarasie był ogród publiczny [...]. Resztki starodrzewu z niego usunięto w 1898 r. Był to ogród urządony w stylu francuskim, z główną aleją od schodów tarasu górnego do Wisły. Dwa boki ogrodu przecinały na krzyż prosto wytknięte aleje. Dookoła też biegła aleja [...]. W 1859 r. ogród był już zaniedbany, a niedługo potem wystawiono tu koszary dla kozaków oraz w 1871 r. stajnie – obecnie usuwane. Wnętrze ogrodu zmieniono na plac musztry, a drzewa powoli ginęły” (PLESKACZYŃSKA-CHYLŃSKA, 2005). Schemat datowany na 1915 r. wskazuje wyraźnie dewastację dawnego Ogrodu Dolnego. Wszelkie ślady alejek i nasadzeń zostały zatarte, a w południowej części ostało się jedynie kilka pojedynczych drzew. Stan ten ilustruje również archiwalna fotografia wykonana z Mostu Kierbedzia przed 1914 r. (Ryc.6).

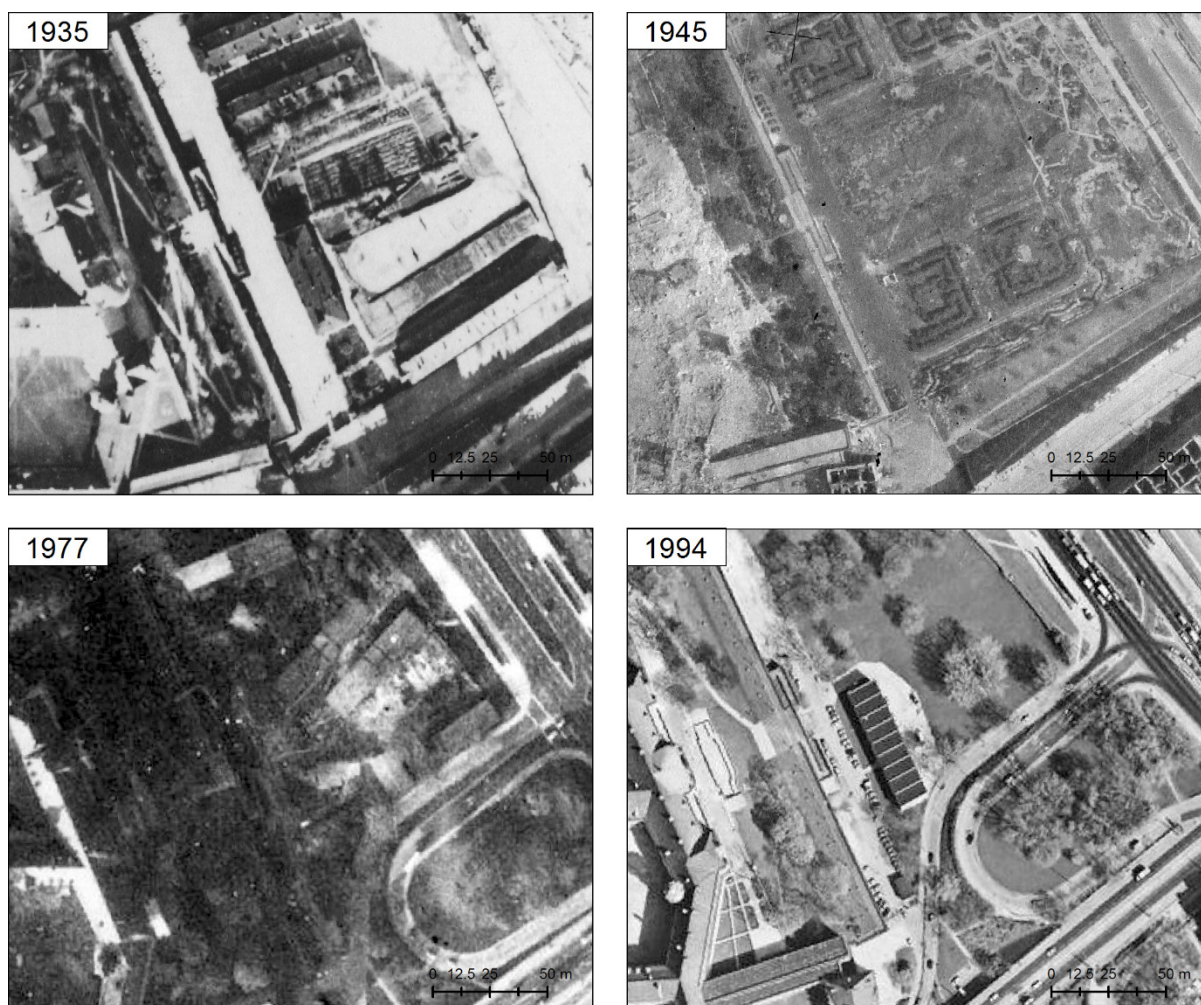
Nowy kształt i należne miejsce na panoramie Warszawy Ogród Dolny odzyskał, na krótko, po 80 latach dewastacji. Fotoplan z 1935 r. wskazuje na istniejące jeszcze w tym miejscu budynki dawnych koszar (Ryc.7). Charakterystyczny, krzyżowy układ alejek Ogrodu Górnego przetrwał w niezmiennym stanie od ponad 100 lat. Do ponownego urządzenia terenów pod skarpą przystąpiono w 1936 r., zakładając regularny, parterowy ogród w stylu francuskim. Tragiczne w skutkach zniszczenia wojenne Starego Miasta w Warszawie paradoksalnie ominęły w dużej części nowozałożoną zielenią zamkową. Ortofotomapa z 1945 r. wyraźnie wskazuje na zachowanie podstawowej formy ogrodów. Małe drzewka w czterech geometrycznych formach to graby posadzone w latach 1937-1938. Późniejsze zmniejszenie powierzchni ogrodów pod skarpą spowodowane było przeprowadzeniem Trasy W-Z oraz lokalizacją tymczasowych budynków służących odbudowie miasta. Ulica, stanowiąca element zjazdu z trasy, odcięła od południa ok. 28% powierzchni przedwojennego założenia Ogrodu Dolnego oraz zaburzyła jego symetrię. Dodatkowo, z powodu braku jednoznacznej decyzji o odbudowie zamku, ogród ten został przekształcony. Zlikwidowano jego ogrodzenie i połączono owy cenny relikwist nieistniejącego zamku z terenami zieleni u stóp Skarpy Warszawskiej (Ryc.8). Fotoplan z 1994 r. wskazuje na podjęte próby odtworzenia klimatu Ogrodu Górnego pozostającego w bezpośrednim sąsiedztwie rezydencji. W jego południowej części – między Pałacem pod Błachą a Zamkiem Królewskim – pojawił się trójkątny parter ogrodowy, przypominający formą układy istniejące w tym miejscu w 1700 r. i 1762 r. Na terenie zadarnionego Ogrodu Dolnego brak jest śladów podobnych działań rewitalizacyjnych.

Zamkowe ogrody stanowią obecnie świadomie planowany element panoramy Skarpy Warszawskiej. Pierwsze wyniki radykalnych zabiegów rewitalizacyjnych pojawiły się dopiero w 2014 r. i 2015 r., kiedy uroczyście oddano do użytkowania odtworzony Ogród Górny. Współczesna zielenią towarzysząca rezydencji królewskiej stanowi



Ryc.6. Widok na Zamek Królewski przed 1914 r. Ogród Górny porośnięty wysokimi drzewami zasłania wschodnią fasadę zamku. W Ogrodzie Dolnym widoczne pojedyncze nasadzenia. (Źródło: [www.polona.pl](http://www.polona.pl))

Fig.6. A view of the Royal Castle before 1914. Tall trees of the upper garden cover the eastern facade of the castle. Single plantings are visible in the lower garden area. (Source: [www.polona.pl](http://www.polona.pl))



Ryc.7. Ogrody zamkowe na fotoplanach z 1935 r., 1945 r., 1977 r., 1994 r.

Fig.7. Royal gardens on photoplans from 1935, 1945, 1977 and 1994.



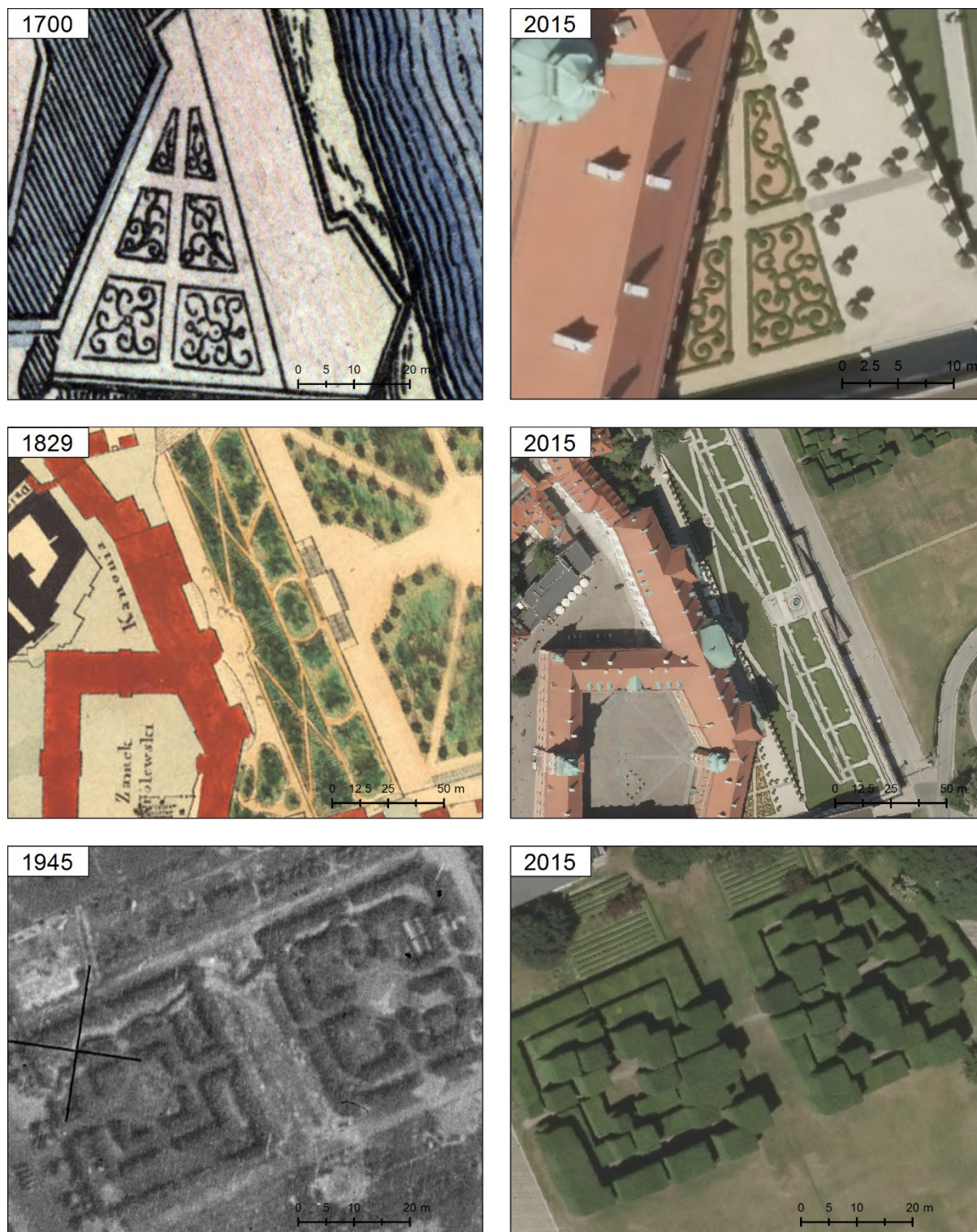
Ryc.8. Fragment Skarpy Warszawskiej ukazujący odbudowane Stare i Nowe Miasto w 1968 r. Po lewej stronie fotografii widać ogrody zamkowe z zachowanym drzewostanem, bez charakterystycznej fasady zamku w tle. Decyzja o odbudowie Zamku Królewskiego została podjęta dopiero w 1971 r. (Hartwig E.: Panorama Warszawy. Źródło: [www.polona.pl](http://www.polona.pl))

Fig.8. Warsaw Escarpment in 1968 with rebuilt Old and New Town. Left side of the photograph presents the royal gardens with old plantings. The characteristic facade of the castle is not visible in the background yet – the decision to rebuild the Royal Castle was taken in 1971. (Hartwig E.: Panorama Warszawy. Source: [www.polona.pl](http://www.polona.pl))

kompilację wcześniejszych form ogrodowych (Ryc.9). Znanie są one z licznych przekazów źródłowych (SRO-CZYŃSKA, JAWORSKA, 1985; SZAFRAŃSKA, 1994). Parter ogrodowy położony w południowej części kompleksu zamkowego w swych kształtach nawiązuje zna-

cząco do ogródka uwidocznionego na planie Warszawy z końca XVII w. i początku XVIII w. Na aktualny kształt Ogrodu Dolnego największy wpływ miała realizacja projektu jego przebudowy w latach międzywojennych. Świadectwem tych założeń są zachowane geometryczne





Ryc.9. Nawiązania do historycznych form zieleni (1700 r., 1829 r., 1938 r.) we współczesnych ogrodach zamkowych (2015 r.).

*Fig.9. References to the historical forms in contemporary Royal Castle gardens (2015).*



układy drzew odpowiadające widokom map i schematów z 1938 r. Nie wliczając okresu 1937-1945 Ogród Dolny pozostaje obecnie bez pełnego zagospodarowania od ok. 150 lat.

Za główne czynniki i wydarzenia kształtujące w toku dziejów krajobraz kulturowy ogrodów zamkowych uznano:

– czynniki naturalne: obecność Skarpy Wiślanej wyodrębniającej Ogród Górny, przebieg koryta Wisły jako naturalnej bariery rozwoju Ogrodu Dolnego, swobodny, w tym niekontrolowany rozrost zieleni, pojawianie się samosiewów i zacieranie pierwotnych kształtów założenia,

– czynniki antropogeniczne: regulacja i osuszanie brzegów Wisły, zakładanie i pielęgnowanie nowych form zieleni ogrodowej (koniec XVII w., 1820 r., 1938 r.), działania wojenne i wojskowe – zniszczenie Ogrodu Dolnego wskutek budowy koszar kozackich (1856 r.), zniszczenia okresu II wojny światowej, przeprowadzanie tras komunikacyjnych (Nowy Zjazd:1844-1846, Trasa W-Z: 1947-1949) oraz podejmowane działania rewitalizacyjne (2013-2016).

Analiza zgromadzonych materiałów wykazała jednoznacznie, iż w porównaniu do dawnego dziedzictwa kulturowego obecna przestrzeń wokół Zamku Królewskiego stanowi element niepełny. W 1984 r. zakończył się proces odbudowy bryły i wnętrza zamkowych, a w powszechnej opinii utożsamia się tę datę z całkowitą rewaloryzacją zespołu zamkowego. Głównym problemem, z jakim przyjdzie zmierzyć się projektantom przyszłego Ogrodu Dolnego będzie niemożność pełnego powrotu do istniejących na tym terenie form historycznych. Wierne przywrócenie przedwojennego kształtu ogrodów wymagałoby bowiem znaczącej przebudowy trasy W-Z oraz Wisłostrady. Nierozwiązana jak dotąd pozostaje również kwestia utrzymania symetrii i osiowości założenia lub wykreowania jej iluzji za pomocą właściwego kształtowania wnętrza ogrodowych. Podejmowane działania rewitalizacyjne mają na celu włączenie zieleni zamkowej w ciąg zieleni reprezentacyjnej Skarpy Warszawskiej, obejmującej m.in. zespół pałacowo-parkowy w Natolinie i kompleks Łazienek Królewskich. Wraz ze zmodernizowanymi bluwarami wiślanymi Zamek Królewski i jego ogrody będą poświadczać bezcenne dziedzictwo kulturowe tej części skarpy.

## Podsumowanie

Zastosowanie archiwalnych źródeł kartograficznych i teledetekcyjnych, jak wynika z przeprowadzonej analizy, daje szerokie możliwości badania przeobrażeń krajobrazu kulturowego. Należy zauważyć, iż jako dane wejściowe w niniejszym opracowaniu wykorzystano wyłącznie materiały udostępnione społeczeństwu w formie otwartych zasobów. Takie podejście wskazuje przede wszystkim na nieograniczone perspektywy związane z pozyskiwaniem i analizowaniem różnorodnej geoinformacji historycznej. W kolejnych etapach badań przeprowadzono proces harmonizacji danych oraz ich

opracowania w systemie geoinformacji historycznej. Zaobserwowane rezultaty wskazują, że zaproponowana w niniejszej pracy metodologia mogłaby być wykorzystywana do dalszych prac nad przemianami innych elementów krajobrazu kulturowego, jak określanie tempa rozwoju zabudowy czy sieci drogowej.

Analiza porównawcza wykazała duży potencjał badawczy materiałów kartograficznych i teledetekcyjnych w identyfikacji elementów kompozycji przestrzennej ogrodów zamkowych. Pomimo iż wykreślenie treści map historycznych trwało niejednokrotnie kilka bądź kilkanaście lat, nie wpłynęło to negatywnie na ich wiarygodność i przydatność do dalszych badań. Jak wskazuje przykład Ogrodu Górnego, tempo przemian historycznego krajobrazu terenów przyzamkowych nie było szybkie, stąd okres względnie poprawnego odzwierciedlenia ich rzeczywistego wyglądu był dłuższy. Archiwalne mapy i ryciny umożliwiły w szczególności wskazanie kontekstu przestrzennego ogrodów w stosunku do przebiegu Skarpy Warszawskiej i zmiennego koryta Wisły. Jednocześnie pozyskane w XX wieku oraz współcześnie materiały teledetekcyjne stanowią ważną dokumentację procesu zniszczenia i odbudowy ogrodów w czasach powojennych oraz świadectwo nieprzerwanych działań na rzecz rekonstrukcji i rewitalizacji tej symbolicznej przestrzeni.

## Podziękowania

Edyta Paulina Bogucka pragnie złożyć podziękowania pracownikom Centrum Informacji o Zamku oraz Działu Archeologii Zamku Królewskiego w Warszawie za możliwość odbycia cennych praktyk wolontaryjnych oraz wszelką pomoc w zakresie konsultacji merytorycznych.

W pracy wykorzystano materiały źródłowe udostępnione w domenie publicznej poprzez portal Biblioteki Narodowej Polona ([www.polona.pl](http://www.polona.pl)), portal projektu Mapster ([igrek.amzp.pl](http://igrek.amzp.pl)) oraz usługę WMS serwisu Warszawa Historyczna m.st. Warszawy. Dalsze przetworzenia materiałów udostępnianych przez m.st. Warszawy spełniają kryteria ponownego wykorzystania zgodnie z ustawą z dnia 6 września 2001 r. o dostępie do informacji publicznej (Dz. U. z 2014 r., poz. 782, z późn. zm.).

## Literatura

- BARTOSZEWICZ H., 2003. *Rozwój przestrzenny Warszawy w latach 1800-1914 w świetle źródeł kartograficznych*. Mazowieckie Studia Humanistyczne, Tom 9, Nr 1-2, s. 165-187.
- BARTOSZEWICZ H., 2008. *Zbiory kartograficzne Archiwum Głównego Akt Dawnych w Warszawie*. Polski Przegląd Kartograficzny, Tom 40, Nr 2, s. 144-157.
- BENDER O., BOEHMER H. J., JENS D., SCHUMACHER K. P., 2005. *Using GIS to analyse long-term cultural landscape change in Southern Germany*. Landscape and Urban Planning, Vol. 70, s. 111-125.
- BOGDANOWSKI J., 1995. *Podkrakowskie założenia dworskie w świetle planów katastralnych (1848)*. Dwór polski w XIX wieku. Zjawisko historyczne i kulturowe, s. 51-71.

- BOGDANOWSKI J., 2000. *Polskie ogrody ozdobne: historia i problemy rewaloryzacji*. Wydawnictwo Arkady, Warszawa.
- BUCHWALD K., ENGELHARD W., 1975. *Kształtowanie krajobrazu a ochrona przyrody*. Państwowe Wydawnictwa Rolnicze i Leśne, Warszawa.
- CHEN J., DOWMAN I., LI S., LI Z., MADDEN M., MILLS J., PAPANODITIS N., ROTTENSTEINER F., SESTER M., TOTH CH., TRINDER J., HEIPKE CH., 2016. *Information from imagery: ISPRS scientific vision and research agenda*. ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, Vol. 115, s. 3-21.
- CIOŁEK G., 1954. *Ogrody polskie*. Wydawnictwo „Arkady”, wydanie drugie, 1978, Warszawa.
- CIOŁEK G., 1965. *Z dziejów kartografii ogrodów*. W: Rejestr ogrodów polskich, Zeszyt 3, 1965, Warszawa.
- DROZDOWSKI M., ZAHORSKI A., 1981. *Historia Warszawy*. Wydawnictwo Jeden Świat, Warszawa.
- GAŹDZICKI J., 2002. *Leksykon geomatyczny – Lexicon of Geomatics*. Polskie Towarzystwo Informacji Przestrzennej.
- GROMSKI J., 1997. *Plany Warszawy i mapy okolic Warszawy w zbiorach Muzeum Historycznego m.st. Warszawy*. Almanach Muzealny, Tom I, s. 263-284.
- KAMIŃSKI Z., MODRZEWSKI B., 2012. *Kształtowanie kompozycji urbanistycznej – przeszłością czy przyszłością rozwoju miast?* Czasopismo Techniczne Zeszyt 1, Architektura Zeszyt 1–A1, Politechnika Krakowska, s. 345-355.
- KNOWLES A.K., 2002. *Past Time, Past Place. GIS for History*. Wydawnictwo ESRI Press.
- KONDRACKI J., 1976. *Podstawy regionalizacji fizycznogeograficznej*. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- KUNA J., 2015. *Metodyczne aspekty analiz przestrzennych GIS wykorzystujących dawne mapy topograficzne*. W: Dawne mapy topograficzne w badaniach geograficzno-historycznych, red. A. Czerny, Wydawnictwo UMCS, Lublin, s. 125-149.
- KUNZ M., 2002. *Standaryzacja danych kartograficznych i teledetekcyjnych do analizy zmian struktury krajobrazu*. Roczniki Geomatyki 2006, Tom IV, Zeszyt 3, s. 119-127.
- KUPIDURA A., 2013. *Dziedzictwo krajobrazowe w gospodarowaniu przestrzenią*. Prace Naukowe Politechniki Warszawskiej. Zeszyt Geodezja, Nr 53.
- MYGA-PIĄTEK U., 2005. *Historia, metody i źródła badań krajobrazu kulturowego*. W: Przemiany środowiska przyrodniczego polski a jego funkcjonowanie. Problemy Ekologii Krajobrazu, red. S. Horska-Schwarz, Vol. 17, s. 71-77.
- NITKIEWICZ-JANKOWSKA A., JANKOWSKI G., 2010. *Krajobraz kulturowy jako walor turystyczny. Krajobraz a turystyka*. Prace Komisji Krajobrazu Kulturowego Nr 14, s. 185-193.
- OSIŃSKA-SKOTAK K., RÓŻYCKI S., 2015. *Potencjał zobrażeń satelitarnych Pléiades pod kątem badania obiektów dziedzictwa kulturowego*. W: Nieinwazyjne rozpoznanie zasobów dziedzictwa archeologicznego: potencjał i możliwości, red. M. Pawleta, R. Zapłata, Wydawca: E–Naukowiec, Fundacja „5Medium”, Lublin, s. 179-205.
- PINDOZZI S., CERVELLI E., CAPOLUPO A., OKELLO C. BOCCIA L., 2016. *Using historical maps to analyze two hundred years of land cover changes: case study of Sorrento peninsula (south Italy)*. Cartography and Geographic Information Science, Vol. 43, s. 250-265.
- PLESKACZYŃSKA-CHYLŃSKA M., 2005. *Zamek Królewski w Warszawie i jego otoczenie w 2. połowie XIX wieku i na początku XX wieku, w świetle archiwalnych źródeł fotograficznych*. Kronika Zamkowa 1-2/49-50, s. 93-151.
- SALATA T., MYGA-PIĄTEK U., 2015. *Krajobraz jako nośnik danych przestrzennych. Próba zastosowania dyrektywy INSPIRE do zapisów polityki krajobrazowej Polski*. Prace Komisji Krajobrazu Kulturowego Nr 30, s. 71-86.
- SCHAFFER G., NOAM LEVIN N., 2015. *Challenges and Possible Approaches for Using GIS as a Tool in Historical Geography Landscape Research: a Meta-analysis Review*. E-Perimtron, Vol. 10, No.3, s. 94-123.
- SROCZYŃSKA K., JAWORSKA J., 1985. *Widoki Zamku Królewskiego w Warszawie. Materiały ikonograficzne w malarstwie, rysunku i grafice (1851-1939)*. Krajowa Agencja Wydawnicza, Warszawa.
- SZAFRAŃSKA M., 1994. *Ogród Zamku Królewskiego w Warszawie*. Arx Regia Ośrodek Wydawniczy Zamku Królewskiego w Warszawie, Warszawa.
- WALERZAK M.T., ŚWIERK D., KRZYŻANIAK M., URBAŃSKI P., 2015. *Analiza związków miarowych w barokowych kompozycjach ogrodowych z terenu Francji (na wybranych przykładach)*. Nauka Przyroda Technologie, Tom 9, Zeszyt 3, s. 1-9.
- ZACHARIASZ A., 2007. *Odczytywanie historii zapisanej w krajobrazie*. Roczniki Geomatyki, Tom V, Zeszyt 8, s. 43-56.
- ZACHARIASZ A., 2012. *Przydatność archiwalnych źródeł kartograficznych dla współczesnych badań krajobrazowych*. Prace Komisji Krajobrazu Kulturowego Nr 16, s. 63-83.
- Ustawa z dnia 23 lipca 2003 r. o ochronie zabytków i opiece nad zabytkami. Dz.U. 2003 nr 162 poz. 1568. <http://isap.sejm.gov.pl/DetailsServlet?id=WDU20031621568>  
Data dostępu – 20.07.2016
- Portal Biblioteki Narodowej – [www.polona.pl](http://www.polona.pl). Data dostępu – 20.07.2016
- Portal Projektu Mapster – [igrek.amzp.pl](http://igrek.amzp.pl).  
Data dostępu – 20.07.2016
- Serwis Warszawa Historyczna m.st. Warszawy – [http://www.mapa.um.warszawa.pl/mapaApp1/mapa?service=mapa\\_historyczna](http://www.mapa.um.warszawa.pl/mapaApp1/mapa?service=mapa_historyczna)  
Data dostępu – 20.07.2016
- Internetowy Leksykon Geomatyczny – [www.ptip.org.pl](http://www.ptip.org.pl)  
Data dostępu – 20.01.2017



**Mgr inż. Edyta Paulina BOGUCKA** jest absolwentką Wydziału Geodezji i Kartografii Politechniki Warszawskiej na kierunku Gospodarka Przestrzenna (spec. środowiskowe uwarunkowania gospodarowania przestrzenią). Laureatka Stypendium Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego za wybitne osiągnięcia (2014r.), przewodnik miejski po Warszawie. Od 2016 r. pracownik naukowy w Zakładzie Kartografii Monachijskiego Uniwersytetu Technicznego. Interesuje się zastosowaniami teledetekcji i GIS w badaniach nad dziedzictwem kulturowym. E-mail: [e.p.bogucka@tum.de](mailto:e.p.bogucka@tum.de)

**MSc. Eng. Edyta Paulina BOGUCKA** is a graduate of the Faculty of Geodesy and Cartography of the Warsaw University of Technology in the field of Spatial Management (environmental conditions for spatial management). Winner of the Scholarship of the Minister of Science and Higher Education for outstanding achievements (2014),

city guide to Warsaw. From 2016, a researcher at the Department of Cartography of the Munich University of Technology. He is interested in the applications of remote sensing and GIS in research on cultural heritage. E-mail: [e.p.bogucka@tum.de](mailto:e.p.bogucka@tum.de)



**Dr hab. inż. Katarzyna OSIŃSKA-SKOTAK** jest absolwentką Wydziału Geodezji i Kartografii (spec. Fotogrametria i Kartografia) oraz Wydziału Inżynierii Środowiska (spec. Ochrona Atmosfery i Meteorologia Techniczna) Politechniki Warszawskiej. W 2001 r. uzyskała z wyróżnieniem stopień doktora, a w roku 2011 stopień doktora habilitowanego nauk technicznych w dyscyplinie naukowej geodezja i kartografia (spec. teledetekcja i fotogrametria). Obecnie jest kierownikiem Zakładu Fotogrametrii, Teledetekcji i SIP na Wydziale Geodezji i Kartografii Politechniki Warszawskiej. Zajmuje się zaawansowanymi technikami teledetekcji i GIS, w szczególności w zakresie ich wykorzystania w badaniach środowiska (m.in. w badaniach jakości wód śródlądowych, w planowaniu przestrzennym, w badaniach zjawiska miejskiej wyspy ciepła). Posiada duże doświadczenie w zakresie przetwarzania obrazów satelitarnych i korekcji atmosferycznej zdjęć satelitarnych, opracowała m.in. metodę korekcji atmosferycznej jednokanałowych zdjęć termalnych, metodę obliczania temperatury powierzchni Ziemi na podstawie jednokanałowych zdjęć termalnych oraz zaproponowała metodykę przetwarzania zdjęć superspektralnych do oceny stanu wód śródlądowych. Odbyla staże naukowe, m.in. w Belgii na Uniwersytecie w Gent (1996), we Francji w GDTA w Toulouse (1997), w Niemczech na Uniwersytecie we Freiburgu (1998-1999, w ramach stypendium Fundacji im. Nowickiego i Fundacji DBU), w Niemieckim Centrum Kosmicznym w Oberpfaffenhofen k. Monachium (1999), w Szwecji na KTH (1999). Współzałożycielka Stowarzyszenia "Środowisko dla Środowiska". Członek Grupy Ekspertów przy Sekcji Teledetekcji Komitetu Badań Kosmicznych i Satelitarnych przy Prezydium PAN, członek Zarządu Oddziału Teledetekcji i Geoinformatyki PTG, członek Komisji Głównej ds. Zawodu i Kształcenia Zawodowego Stowarzyszenia Geodetów Polskich oraz członek Platformy Technik Kosmicznych Politechniki Warszawskiej.

**Dr hab. Eng. Katarzyna OSIŃSKA-SKOTAK** – *specialist in the field of remote sensing, photogrammetry and spatial information systems (GIS), head of the Department of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Systems at the Faculty of Geodesy and Cartography of the Warsaw University of Technology. He is involved in research on advanced techniques of satellite and aerial image processing and their application, in particular in research and protection of the natural environment, its condition and changes (eg in inland water quality, urban heat island research, area), archeology and economy spatial. He has extensive experience in the field of satellite processing of multi-super- and hyperspectral and thermal images. She developed, among others atmospheric correction method and the method of calculating the surface temperature of the Earth based on single-channel satellite images, as well as the method of processing superspectral images to assess the state of inland waters. It carried out 26 scientific-research and research-implementation projects financed from national and European funds. Currently, he manages the implementation of tasks within HabitARS research and implementation projects („Innovative approach supporting monitoring of non-forest natural habitats NATURA 2000, using remote sensing methods”, co-financed by the National Center for Research and Development as part of the BIOSTRATEG II, 2016-2018,) and SAFEDAM ( Advanced technologies supporting flood risk prevention ,, financed by the National Center for Research and Development as part of the Security and Defense Contest, 2015-2018). k.osinska-skotak@gik.pw.edu.pl*