

### **AGNIESZKA WILKANIEC**

Dr inż. arch.

e-mail: agnieszka.wilkaniec@up.poznan.pl

### **ANNA GALECKA-DROZDA**

Dr. inż. arch. kraj.

e-mail: anna.galecka@up.poznan.pl

### **MIŁOSZ WALERZAK**

Dr inż. arch. kraj.

e-mail: miloszwalerzak@op.pl

### **AGNIESZKA ROSADA**

Mgr inż. arch. kraj.

e-mail: agnieszka.rosada@up.poznan.pl

Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, Wydział Ogrodnictwa i Architektury Krajobrazu  
Katedra Terenów Zieleni i Architektury Krajobrazu

# **ZASTOSOWANIE PROGRAMÓW GIS W ANALIZIE HISTORYCZNYCH ZAŁOŻEŃ ZIELENI**

## **USING GIS TO STUDY AND ANALYSE HISTORICAL GREENER**

### **STRESZCZENIE**

Programy GIS służą do gromadzenia i przetwarzania danych geograficznych, jednak są przydatne również w badaniach historycznych założeń zieleni. Ich zastosowanie pozwala pełniej wykorzystywać materiały kartograficzne, gromadzić dane dotyczące poszczególnych obiektów, dokonywać precyzyjnych pomiarów powierzchni, śledzić zmiany w użytkowaniu i pokryciu terenu. Artykuł prezentuje przykłady zastosowania oprogramowania GIS w badaniach związanych z historycznymi założeniami zieleni z terenu Wielkopolski.

**Słowa kluczowe:** parki historyczne, Poznań, układy alejowe, zastosowanie GIS, Wielkopolska,

### **ABSTRACT**

GIS programs are used for the collection and processing of geographic data, however, they are also useful in the study of historical greenery. GIS allows better use of the archival and contemporary cartographic materials, collect data on individual objects, make precise measurements of the areas, track changes in use and land cover. The paper presents examples of the GIS software use, based on research related to the historical greenery in Wielkopolska region.

**Key words:** alleys, historical parks, GIS use, Poznań, Wielkopolska

## **1. WSTĘP**

Nowoczesne narzędzia w postaci specjalistycznego oprogramowania znajdują zastosowanie w wielu dziedzinach, niekoniecznie tych dla których zostały pierwotnie zaprojektowane. Programy ze sro-

dowiska GIS (Geograficzne Systemy Informacyjne) zostały stworzone i służą przede wszystkim do gromadzenia i przetwarzania danych geograficznych, jednak są przydatne również w innych dziedzinach. Możliwości wykorzystania GIS w studiach krajo-  
brazowo-przestrzennych i planowaniu przestrzen-

nym są wskazywane i wykorzystywane przez wielu autorów między innymi<sup>1</sup>. Narzędzia GIS mogą być wykorzystywane do monitoringu stanu dziedzictwa kulturowego lub przewidywania zagrożeń, które potencjalnie mogłyby mieć wpływ na utratę jego zasobów<sup>2</sup>, oraz do typowania terenów wymagających ochrony lub innych form działania zmierzających do zachowania określonych walorów<sup>3</sup>. Podstawową zaletą oprogramowania GIS jest to, że pozwala zbudować w oparciu o materiały historyczne bazy danych, z których każda ma swoje odniesienie do konkretnego punktu w przestrzeni i czasie. Gregory i Healey<sup>4</sup> prezentują szeroki przegląd wykorzystania materiałów historycznych w środowisku GIS (*historical GIS, HGIS*).

Oprogramowanie GIS znajduje również zastosowanie w badaniach historycznych założeniach zieleni, ponieważ ułatwia posługiwanie się archiwalnymi materiałami kartograficznymi, które są jednym z podstawowych źródeł wiedzy na temat tych obiektów<sup>5</sup>. GIS pozwala również gromadzić dane doty-

czące obiektów takich jak historyczne ogrody, parki, założenia rezydencjonalno-folwarczne, związane z nimi układy zieleni (aleje, zadrzewienia), także dokonywać precyzyjnych pomiarów powierzchni badanych obiektów oraz śledzić zmiany w użytkowaniu i pokryciu terenów je otaczających. Umożliwia wykorzystanie metody przekrojów historycznych stosowanej powszechnie w analizach krajobrazu kulturowego, polegającej na określeniu pokrycia i użytkowania terenu w kolejnych latach w oparciu o historyczne materiały kartograficzne<sup>6</sup>. Należy nadmienić, że programy GIS znajdują głównie zastosowanie w badaniach wielkoskalowych historycznych założeniach zieleni, w których dopuszczalny jest pewien margines błędu. Związane jest to z dużą generalizacją historycznych materiałów kartograficznych, różnymi metodami pomiarowymi oraz stosowanymi układami odniesienia. Również porównywanie materiałów o znacząco różnych skalach prowadzi do błędów interpretacyjnych<sup>7</sup>.

## 2. MATERIAŁ I METODY BADAŃ

Celem prezentowanego artykułu było przedstawienie możliwości wykorzystania oprogramowania GIS w architekturze krajobrazu. Praca prezentuje przykłady zastosowania oprogramowania GIS w badaniach związanych z historycznymi założeniami zieleni z terenu Wielkopolski w szczególności okolic Poznania i samego miasta. Analizowano zieleń towarzyszącą układom ruralistycznym – istniejącym, częściowo zniszczonym lub wcielonym do miasta. Zwracano uwagę na parki przy dawnych rezydencjach (zmiany powierzchni, ogólna kompozycja przestrzenna), aleje (zmiany długości), zieleń śródpolną (trwałość i rozmieszczenie). W zależności od rodzaju analizowanego obiektu stosowano odmienne metody kompilacji danych historycznych i współczesnych w oprogramowaniu GIS, co zostało opisane w poszczególnych podrozdziałach. Dokonując analiz posługiwano się programem ArcGIS for Desktop Advanced w wersjach 10.0 i 10.1. Jako materiały wyjściowe i porównawcze wykorzystano przede wszystkim historyczne materiały kartogra-

<sup>1</sup> Brown D.G, Pijanowski B. C., Duh J. D., Modeling the relationships between land use and land cover on private lands in the Upper Midwest, USA, *Journal of Environmental Management* 59, 2000, 247–263; Pijanowski B.C., Brown D.G, Shellito B.A., Manik G.A., Using neural networks and GIS to forecast land use changes: a Land Transformation Model Computers. *Computers, Environment and Urban Systems* Volume 26, Issue 6, 2002, 553–575; Malczewski J., GIS-based land-use suitability analysis: a critical overview, *Progress in Planning* 62, 2004, 3–65; Bender O., Boehmer H.J., Jens D., Schumacher K.P., Using GIS to analyse long-term cultural landscape change in Southern Germany, *Landscape and Urban Planning* 70, 2005, 111–125; Mottet A., Ladet S., Coqué N., Gibon A. Agricultural land-use change and its drivers in mountain landscapes: A case study in the Pyrenees, *Agriculture, Ecosystems & Environment*, Volume 114, Issues 2–4, 2006, 296–310; Koomen E., Dekkers J., van Dijk T., Open-space preservation in the Netherlands, Planning, practice and prospects, *Land Use Policy* 25, 2008, 361–377; Vizzari M. Peri-Urban Transformations in Agricultural Landscapes of Perugia, Italy, *Journal of Geographic Information System* 3, 2011, 145–152; Jażdżewska I., 2012, Zastosowanie Systemów Informacji Geograficznej (GIS) w geografii urbanistycznej, *Geografia urbanistyczna*, Warszawa, Wydawnictwo Naukowe PWN, 2012, 379–390

<sup>2</sup> Agapiou A., Alexakis D.D, Lysandrou V., Sarris A., Cuca B., Themistocleous K., Hadjimitsis D.G., Impact of urban sprawl to cultural heritage monuments: The case study of Paphos area in Cyprus, *Journal of Cultural Heritage* 16, 2015, 671–680

<sup>3</sup> Marignani M., Rocchini D., Torri D., Chiarucci A., Maccherini S., Planning restoration in a cultural landscape in Italy using an object-based approach and historical analysis, *Landscape and Urban Planning* 84, 2008, 28–37

<sup>4</sup> Gregory I.N., Healey R.G., Historical GIS: structuring, mapping and analysing geographies of the past, *Progress in Human Geography* Vol. 31, no. 5, 2007, 638–653

<sup>5</sup> Zachariasz A., Przydatność archiwalnych źródeł kartogra-

ficznych dla współczesnych badań krajobrazowych, *Prace Komisji Krajobrazu Kulturowego*, nr 16 „Źródła kartograficzne w badaniach krajobrazu kulturowego”, 2012, 63–83

<sup>6</sup> Antrop M., Van Eetvelde V., Indicators for assessing changing landscape character of cultural landscapes in Flanders (Belgium), *Land Use Policy* 26, 2009, 901–910

<sup>7</sup> Wolski J. Błędy i niepewność w procesie tworzenia map numerycznych, *Prace Komisji Krajobrazu Kulturowego* nr 16 „Źródła kartograficzne w badaniach krajobrazu kulturowego”, 2012, 15–32

ficzne z dwóch zbiorów, obejmujących niemieckie mapy stolikowe: Messtischblätter<sup>8</sup> oraz Urmesstischblätter<sup>9</sup> zestawione z współczesnymi ortofotomapami i mapami topograficznymi<sup>10</sup>

3. przykłady wykorzystania GIS w badaniach historycznych założeń zieleni na terenie wielkopolski

### 3.1. Badania na terenie poligonu Biedrusko

Od 2011 r. zespół z Katedry Terenów Zieleni i Architektury Krajobrazu Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu prowadził badania na terenie poligonu wojskowego Biedrusko. Celem prowadzonych badań była identyfikacja zachowanych elementów krajobrazu kulturowego, związanych z jego dawniejszym funkcjonowaniem jako krajobrazu rolniczo – osadniczego. Przed utworzeniem poligonu na opisywanym obszarze istniało kilka wsi, osad i majątków: Chojnica, Glinienko, Glinno, Knyszyn, Łagiewniki, Trzuskotowo i Tworkowo, Czerwona Niwa, Janowo, Łysy Młyn i Okolewo. W ramach badań terenowych analizowano między innymi pozostałości założeń zieleni, towarzyszących dawnym jednostkom osadniczym, takie jak: relikty parków i ogrodów przy dworach, aleje drzew wzdłuż dawnych dróg, szpaler, pojedyncze drzewa towarzyszące w przeszłości zabudowie. Odnalezienie w terenie lokalizacji historycznych układów przestrzennych była trudnym zadaniem. Teren poligonu jest obszarem silnie przekształconym w stosunku do pierwotnego stanu z występującymi nielicznymi punktami ułatwiającymi orientację przestrzenną. Zabudowa po powstaniu poligonu została wyburzona<sup>11</sup>, zmienił się przebieg dróg, mniej intensywnie wykorzystywane przez wojsko fragmenty terenu podlegają wtórnej naturalizacji, powiększyła się znacznie powierzchnia lasów<sup>12</sup>. Spowodowało to problemy z identyfikacją

reliktów historycznych obiektów, podlegających inwentaryzacji w terenie. Dzięki wykorzystaniu możliwości kalibracji map i zestawiania historycznych i współczesnych materiałów kartograficznych w środowisku GIS możliwe było odnalezienie w terenie pozostałości historycznych układów przestrzennych. Archiwalne materiały (*Messtischblätter* 1898, 1911, 1944; WIG 1925, 1928) zostały poddane procesowi georeferencji, przez co poszczególne informacje znajdujące się na mapach otrzymały odniesienie przestrzenne. Współrzędne charakterystycznych punktów terenowych zostały zinwentaryzowane również przy pomocy urządzenia GPS. Następnie punkty naniesiono w oprogramowaniu GIS, na uprzednio odniesione przestrzennie warstwy rastrowe map archiwalnych. Pozwoliło to uzyskać jednoznaczność lokalizacji i identyfikacji obiektów. Dla zinwentaryzowania pozostałości obiektów w najbardziej przekształconych częściach poligonu o znikomej ilości punktów orientacyjnych w terenie stosowano odwrotny sposób ich identyfikacji. Na początku zapisano w urządzeniu GSP koordynaty charakterystycznych elementów zieleni odnalezionych na skalibrowanych w aplikacji ArcMap mapach historycznych, po to żeby je potem namierzyć w terenie. Umożliwiło to odszukanie tych obiektów oraz ocenę ich stopnia zachowania (ryc. 1).

Na terenach dawnych wsi poligonu Biedrusko licznie występują pozostałości zadrzewień towarzyszących wyburzonym budynkom. Są to głównie drzewa owocowe, lilaki pospolite oraz lipy, kasztanowce pospolite i robinie białe, występujące jako pojedyncze okazy oraz tworzące układy liniowe w postaci krótkich szpalerów, w niektórych przypadkach wyznaczające obrys linii dawnych podziałów własnościowych. Przetrwwały również czytelne układy zieleni towarzyszącej kościołowi i cmentarzowi w Chojnicy. Okazy pomnikowych rozmiarów drzew (w tym żywotnika i dębów) towarzyszą dawnemu dworowi w Łagiewnikach. W Knyszynie na terenie parku nie zachował się starodrzew, jednak czytelnym elementem dawnego układu parku dworskiego są dwa stawy z wyspą. W wielu przypadkach odczytanie sensu kompozycyjnego istniejących układów zieleni jest trudne z powodu całkowitej destrukcji zabudowy, która stanowiła dla nich

<sup>8</sup> W wydaniach z lat 1898-1944 kopie uzyskane z <http://mapy.amzp.pl/maps.shtml>

<sup>9</sup> Sporządzone w latach 1828-30, kopie ze zbiorów Staatsbibliothek zu Berlin – Preußischer Kulturbesitz

<sup>10</sup> Sporządzone w latach 1828-30, kopie ze zbiorów Staatsbibliothek zu Berlin – Preußischer Kulturbesitz

<sup>11</sup> Knyszyn, Tworkowo i Trzuskotowo, wysiedlono i rozebrano związane z nimi zabudowania po utworzeniu poligonu w latach 1901-1904, kolejne jednostki osiedleńcze Chojnicę, Glinno, Glinienko, Łagiewnik i Okolewo zostały zniszczone po 1947 r. w związku z powiększeniem terenu poligonu (Wilkaniec A., Gałęcka A., de Mezer E., Jeleniewska M., Relicts of agricultural and settlement landscape in the Biedrusko military training ground. *Annals of Warsaw University of Life Sciences – SGGW Horticulture and Landscape Architecture* No 33, 2012, 113–124 za Ingot, Z. *Historia poligonu Biedrusko, w: Fortyfikacje w przestrzeni miasta*, Poznań, Wydawnictwo Akademii Rolniczej im. Augusta Cieszkowskiego w Poznaniu, 2006, 85-94, Chruszczewski R., 2010 *Zarys historii gminy Suchy Las i jej mieszkańców*, Wydawnictwo eMPI2, Poznań

<sup>12</sup> Na podstawie badań terenowych i analiz materiałów kar-

to graficznych, dokonanych dzięki oprogramowaniu GIS stwierdzono, że w roku 1911 system drogowy liczył 277,38km. Zachowało się jedynie 139,10km dróg co stanowi 50,15% historycznego układu. Wzrosła również znacznie lesistość terenu z 20,51% do 45,73 %. Wymienione dane świadczą o poziomie przekształcenia istniejącego krajobrazu (Wilkaniec A., Gałęcka A., de Mezer E., Jeleniewska M., Relicts of agricultural and settlement... *op.cit.*)



Il. 1. Punkty charakterystyczne wsi Trzuskotowo odnalezione w terenie (na czerwono), których współrzędne zapisano z pomocą urządzenia GPS, następnie wprowadzono do oprogramowania GIS. Po lewej identyfikacja punktów według mapy historycznej z 1911 r. (<http://mapy.amzp.pl>), po prawej dla porównania stopnia przekształcenia krajobrazu aktualna ortofotomapa tego terenu (<http://mapy.geoportal.gov.pl>)

Fig. 1. The landmarks in the village of Trzuskotowo found during field investigations (marked in red). Their coordinates were recorded with a GPS device and entered into GIS software. Left: Spots identified on a historical map made in 1911 (<http://mapy.amzp.pl>); Right: A current orthophotomapping of the area (<http://mapy.geoportal.gov.pl>).

kontekst, a możliwość właściwej interpretacji daje analiza materiałów kartograficznych, dzięki wykorzystaniu GIS.

Dzięki oprogramowaniu GIS możliwe było również dokonanie pomiarów powierzchni (łasy) i długości obiektów liniowych (drogi, aleje) na mapach historycznych i współczesnych i uzyskanie danych dotyczących zmian w pokryciu terenu i długości występujących ciągów komunikacyjnych i towarzyszących im alej.<sup>13</sup>

Obecnie autorki opracowania planują ponowne podjęcie badań dotyczących identyfikacji i oceny przekształceń krajobrazu kulturowego poligonu Biedrusko w związku z ułatwionym dostępem do nowych materiałów pozyskiwanych dzięki możliwościom lotniczego skanowania laserowego (LiDAR/ALS). Oprogramowanie GIS jak już powiedziano daje możliwość pozyskiwania danych przestrzennych z różnych źródeł (m. in. ogólnodostępnych baz danych, portali i platform internetowych) i dowolnego zestawiania ich z posiadanymi materiałami kartograficznymi. Między innymi możliwe jest

przeoglądanie warstw z cieniowaną rzeźbą terenu, uzyskaną dzięki skanowaniu laserowemu. Wykorzystanie numerycznego modelu terenu, wykonane techniką LiDAR znajduje obecnie coraz szersze zastosowanie w badaniach historycznych obiektów krajobrazu<sup>14</sup>.

### 3.2. Badania parków historycznych na terenie Wielkopolski

Jedną z podstawowych zalet GIS jest możliwość zestawiania w precyzyjny sposób materiałów kartograficznych, pochodzących z różnych okresów czasu. Cenny materiał porównawczy do badań historycznych parków towarzyszącym rezydencjom z terenu Wielkopolski uzyskano sprowadzając z Staatsbibliothek zu Berlin – Preußischer Kulturbesitz zbiór map z lat 30. XIX w. tzw. Urmestischblätter<sup>15</sup>.

<sup>13</sup> Nasadzenia alejowe przetrwały w niewielu przypadkach. Stopień ich zachowania wynosi 21,72% długości przebiegu w liczbie 14,87km współcześnie, wobec 68,47km w 1911r.

<sup>14</sup> Porównaj: Kwaśniewski A., Dworniczak Ł., Kwerenda oraz interpretacja źródeł historycznych i opracowań nt. założenia pałacowo-parkowego w Żelaźnie (pow. kłodzki). Analiza zasobów kulturowych i kompozycji założenia oraz propozycje działań konserwatorskich, Wrocław 2015, Raport serii SPR nr W1A/2015/S-050

<sup>15</sup> Szczegółowo proces opracowywania map Urmestischblätter omawia Lorek D. 2011, *Potencjał informacyjny map topograficznych Urmestischblätter z lat 1822-33 z terenu*

Problemem w przypadku pracy z tymi materiałami jest ich ograniczona dokładność, wynikająca ze stosowanych w okresie ich powstania metod, technik i narzędzi wykorzystywanych do odwzorowywania terenu, mniej doskonałych niż współczesne.<sup>16</sup> Aby umożliwić ich analizę archiwalne materiały zostały poddane procesowi georeferencji (kalibracji). Wskazywano na mapach kolejne punkty referencyjne (kontrolne), których położenie można było uznać za jednoznaczne, precyzyjnie określone i niezmiennie w analizowanym okresie czasowym, istniejące na mapach historycznych (podlegających kalibracji) oraz odnoszono je do lokalizacji na mapach pochodzących z późniejszego okresu lub współczesnych, osadzonych w określonym układzie odwzorowania.<sup>17</sup> Zwrócono uwagę na możliwie równomierne rozmieszczenie punktów na kalibrowanych materiałach, również wykorzystując obiekty poza analizowanymi założeniami zieleni, które zajmują tylko niewielki wycinek mapy. W zmniejszeniu ryzyka błędów pomiarowych zadbano także o dobranie odpowiedniej ilości punktów kontrolnych. W ten sposób uzyskano informacje na temat rozmieszczenia oraz identyfikacji istotnych elementów przestrzennych badanych założeń i otrzymano materiał do tworzenia kolejnych przekrojów historycznych. Analizowano kilka obiektów, które wcześniej zostały objęte badaniami, między innymi przeprowadzono na ich terenie inwentaryzację dendrologiczną. Wśród badanych założeń, parków towarzyszących rezydencjom z terenu Wielkopolski znalazły się, np.: Konarzewo i Dąbrówka. W przypadku Konarzewa analiza map Urmestischblätter przyniosła niezwykle interesujące wyniki. Wykazano, że regularny układ

istniejący obecnie na terenie parku powstał w XIX w., natomiast wcześniejsza kompozycja, która istniała w tym miejscu miała całkowicie inny kształt niż do tej pory powszechnie przypuszczano<sup>18</sup>. Podobnie w przypadku parku w Dąbrówce, gdzie obecnie istnieje park krajobrazowy, analiza map pruskich wskazuje na istnienie wcześniejszego regularnego układu, powiązanego z usytuowaniem dawnego, wyburzonego kilka lat temu dworu. Nowe uzyskane informacje wymagają przeprowadzenia pogłębionych badań terenowych i ponownej analizy danych uzyskanych z inwentaryzacji dendrologicznej parku.<sup>19</sup> (ryc. 2)

### 3.3. Badania parków dworskich na terenie Poznania

Możliwości związane z użyciem oprogramowania GIS zostały również wykorzystane w badaniach prowadzonych na terenie Poznania w latach 2011–15 dotyczących stanu zachowania dawnych parków dworskich. Wykorzystanie GIS pozwoliło w tym przypadku, podobnie jak w innych opisywanych w niniejszym artykule, poddać szczegółowej analizie historyczne materiały kartograficzne oraz pozyskać potrzebne dane przestrzenne. Dzięki nim dokonano oceny stanu zachowania obiektów, prześledzono zmiany powierzchni jakim uległy parki (w przedziale czasowym: początek XX w. – współczesność)<sup>20</sup>, przeanalizowano różnice w użytkowaniu i zagospodarowaniu terenów w otoczeniu historycznych założeń w celu ustalenia przyczyn zachodzących zmian (Wilkaniec i in.). Wartościowe dane przestrzenne zostały uzyskane między innymi dzięki możliwości pozyskiwania przy pomocy oprogramowania GIS warstw WMS (Web Map Service) i WMTS (Web Map Tile Service)<sup>21</sup> z różnych źródeł (m. in. Geoportalu czy materiałów udostępnianych przez wydawców programu ArcGIS). Wśród wykorzystanych danych znalazły się np. informacje o

*Wielkopolski*. Zakład Graficzny UAM, Poznań, s. 16-18

<sup>16</sup> Więcej na temat metod kalibracji i problemów związanych z posługiwaniem się mapami o ograniczonej dokładności lub materiałami niekartometrycznymi (mapy nie oparte na osnowie geodezyjnej) można znaleźć w publikacjach: Łuczak A., Wykorzystanie narzędzi GIS w ocenie kartometryczności średnioskalowych map topograficznych Śląska z XVIII i XIX wieku, *Śląskie Sprawozdania Archeologiczne*, tom 57, 2015, 271–290; Kuna J., 2015, Metodyczne aspekty analiz przestrzennych GIS wykorzystujących dawne mapy topograficzne, w: *Dawne mapy topograficzne w badaniach geograficzno-historycznych*, Lublin, Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej, 2015, 125-150; Affek A., Kalibracja map historycznych z zastosowaniem GIS, *Prace Komisji Krajobrazu Kulturowego* nr 16, „Źródła kartograficzne w badaniach krajobrazu kulturowego”, 2012, 48-62; Wolski J. Błędy i niepewność w procesie tworzenia map numerycznych, *Prace Komisji Krajobrazu Kulturowego* nr 16 „Źródła kartograficzne w badaniach krajobrazu kulturowego”, 2012, 15-32

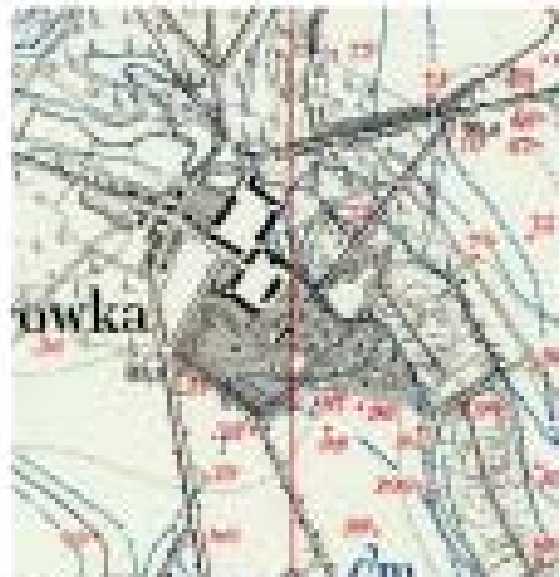
<sup>17</sup> Najczęściej były to charakterystyczne przecięcia dróg, o niezmiennym przebiegu, budynki historyczne (np. sakralne), przeprawy mostowe

<sup>18</sup> Walerzak M., Wilkaniec A., Rosada A., Urbański P. Chronologia przekształceń układu kompozycji założenia ogrodowego w Konarzewie, *Czasopismo Techniczne* 1-A (5), s. 97-110

<sup>19</sup> Wyniki inwentaryzacji parku zaprezentowano w artykule Wilkaniec, A., Walerzak M., Gładczak Z., Kompozycja i układ przestrzenny parku historycznego na tle historii i przekształceń majątku i wsi Dąbrówka w powiecie poznańskim, *Nauka Przyroda Technologia* Vol. 9 Issue 4, Poznań, 2015.

<sup>20</sup> Spośród 33 obiektów, objętych badaniami, obszar 16 uległ zmniejszeniu, 11 zachowało swoją pierwotną powierzchnię, a teren należący do 6 został wtórnie poszerzony (Wilkaniec A., Łukasik B., Szczepańska M, Parki podworskie na terenie Poznania – problemy i potencjał, *Czasopismo Techniczne* 1-A (5) 2016, 35-58

<sup>21</sup> standardy udostępniania map za pośrednictwem Internetu



przebiegu współczesnych podziałów katastralnych i administracyjnych oraz ortofotomapy. Analiza współczesnych podziałów katastralnych pozwoliła ustalić, że część obiektów uległa wtórnym podziałom własnościowym co przyczynia się do degradacji założeń (ryc. 3.).

#### 4. PODSUMOWANIE

Należy podkreślić, że autorzy artykułu przedstawiają możliwości wykorzystania GIS przez osoby reprezentujące inne dziedziny nauki niż geografia, na co dzień posługujące się innymi narzędziami niż GIS. Tego rodzaju odbiorcom GIS daje możliwość pozyskania i porównywania różnych materiałów



Il. 3. Zestawienie mapy historycznej Mestischblatt z 1913 r. (<http://mapy.amzp.pl/maps.shtml>) ze współczesną ortofotomapa, zawierającą informacje o podziałach katastralnych (<http://mapy.geoportal.gov.pl>), przedstawiająca założenie dworsko-folwarczne z ogrodem użytkowym w Szczepankowie, jednym z dawnych majątków na terenie Poznania. Widoczny wtórny podział ogrodu na działki budowane

Fig. 3. A 1913 Messtischblatt (<http://mapy.amzp.pl/maps.shtml>) vs a contemporary orthophotomap (<http://mapy.geoportal.gov.pl>) with cadastral data. The maps show a manor and grange complex with a goods garden in Szczepankowo (a former estate in Poznań) with contemporary cadastral division of the garden into building plots.

kartograficznych, niekoniecznie dostarczając precyzyjnych danych (wobec ograniczonych umiejętności warsztatowych) ale wartościowych przy właściwej interpretacji, znacznie wzbogacających dotychczas stosowane metody analiz. Pożądanym kierunkiem zdaniem autorów jest również włączanie w badania z zakresu architektury krajobrazu z wykorzystaniem oprogramowania GIS również osób reprezentujących inne dziedziny wiedzy (geografów, kartografów, przyrodników), co może znacząco wzbogacić wyniki prowadzonych badań lub wpłynąć pozytywnie na ich dokładność.

W artykule przedstawiono trzy różne podejścia do wykorzystania oprogramowania GIS w analizie historycznych układów zieleni. W przypadku nieistniejących wsi poligonu Biedrusko interpretacja wyników badań terenowych była możliwa dzięki powiązaniu skalibrowanych warstw map archiwalnych z odczytami z urządzenia GPS. Dla parków historycznych z terenu Wielkopolski, przy porównywaniu

materiałów kartograficznych konieczny był dobór odpowiednich punktów kontrolnych oraz właściwa interpretacja obiektów na mapach historycznych sporządzonych różnymi metodami o różnym zakresie generalizacji. Z kolei przy badaniach parków dworskich wcielonych do miasta przydatne było wykorzystanie serwisów mapowych zawierających aktualne informacje geograficzne z zakresu podziałów katastralnych, pokrycia terenu. We wszystkich przypadkach analizy historycznych założeń zieleni były przeprowadzane w dużej skali. Niezwykle istotne jest dostosowanie metod oferowanych przez oprogramowanie GIS do skali i zakresu analizowanych zagadnień. We wszystkich przypadkach kluczowe jest dokonanie właściwego wyboru zbioru wyjściowych danych kartograficznych (historycznych lub współczesnych), które będą poddawane analizom prowadzonym w środowisku GIS.

# USING GIS SOFTWARE FOR ANALYSIS OF HISTORICAL GREEN SPACE COMPLEXES

## 1. INTRODUCTION

Modern tools in the form of specialised software are used in many branches, not only in those for which they were originally designed. Programs from the GIS environment (the Geographic Information System) were invented to collect and process geographic data. However, they are also used for other purposes. Many authors<sup>1</sup> indicate the possibilities to use GIS for space and landscape research as well as spatial planning. GIS tools can be used to monitor the state of cultural heritage, to predict the dangers which might cause the loss of its resources<sup>2</sup>, to indicate areas which require protection or other actions to preserve their specific values<sup>3</sup>. The main advantage of GIS software is the fact that it enables the construction of databases from historical materials, where each database refers to a specific point in

space and time. Gregory & Healey<sup>4</sup> present a wide overview of the use of historical materials in the GIS environment (historical GIS, HGIS).

GIS software is also used in studies of historical green space complexes, because it facilitates the use of archival cartographic materials, which are one of the basic sources of knowledge about these places<sup>5</sup>. It helps to collect data about historical gardens, parks, manor and grange complexes with green space arrangements around them (alleys, trees). It enables precise measurements of the area of complexes under study and helps to monitor changes in the use and cover of their surroundings. Thanks to GIS software it is possible to use the method of historical cross-sections, which is commonly used in analyses of the cultural landscape. It consists in using historical cartographic materials to specify the land use and cover in consecutive years<sup>6</sup>. It is necessary to add that GIS programs are chiefly used in large-scale studies of historical green space complexes, where a certain margin of error is permissible due to considerable generalisation of historical cartographic materials, different measurement methods and frames of reference. The comparison of materials whose scales differ considerably leads to errors of interpretation<sup>7</sup>.

## 2. RESEARCH MATERIAL AND METHODS

The aim of the article was to present how GIS software can be used in landscape architecture. The article gives examples of using GIS software in studies of historical green space complexes in Greater Poland region, especially in the city of Poznań and its surroundings. It analyses green space in rural arrangements which still exist, are partly destroyed or annexed to the city. The authors researched parks

<sup>1</sup> Brown D.G., Pijanowski B. C., Duh J. D., Modelling the relationships between land use and land cover on private lands in the Upper Midwest, USA, *Journal of Environmental Management* 59, 2000, 247–263; Pijanowski B.C., Brown D.G., Shellito B.A., Manik G.A., Using neural networks and GIS to forecast land use changes: a Land Transformation Model Computers. *Computers, Environment and Urban Systems* Volume 26, Issue 6, 2002, 553–575; Malczewski J., GIS-based land-use suitability analysis: a critical overview, *Progress in Planning* 62, 2004, 3–65; Bender O., Boehmer H.J., Jens D., Schumacher K.P., Using GIS to analyse long-term cultural landscape change in Southern Germany, *Landscape and Urban Planning* 70, 2005, 111–125; Mottet A., Ladet S., Coqué N., Gibon A. Agricultural land-use change and its drivers in mountain landscapes: A case study in the Pyrenees, *Agriculture, Ecosystems & Environment*, Volume 114, Issues 2–4, 2006, 296–310; Koomen E., Dekkers J., van Dijk T., Open-space preservation in the Netherlands, *Planning, practice and prospects*, *Land Use Policy* 25, 2008, 361–377; Vizzari M. Peri-Urban Transformations in Agricultural Landscapes of Perugia, Italy, *Journal of Geographic Information System* 3, 2011, 145–152; Jażdżewska I., 2012, *Zastosowanie Systemów Informacji Geograficznej (GIS) w geografii urbanistycznej*, Geografia urbanistyczna, Warsaw, Wydawnictwo Naukowe PWN, 2012, 379–390

<sup>2</sup> Agapiou A., Alexakis D.D., Lysandrou V., Sarris A., Cuca B., Themistocleous K., Hadjimitsis D.G., Impact of urban sprawl to cultural heritage monuments: The case study of Paphos area in Cyprus, *Journal of Cultural Heritage* 16, 2015, 671–680

<sup>3</sup> Marignani M., Rocchini D., Torri D., Chiarucci A., Maccherini S., Planning restoration in a cultural landscape in Italy using an object-based approach and historical analysis, *Landscape and Urban Planning* 84, 2008, 28–37

<sup>4</sup> Gregory I.N., Healey R.G., Historical GIS: structuring, mapping and analysing geographies of the past, *Progress in Human Geography* Vol. 31, No. 5, 2007, 638–653

<sup>5</sup> Zachariasz A., Przydatność archiwalnych źródeł kartograficznych dla współczesnych badań krajobrazowych, *Prace Komisji Krajobrazu Kulturowego*, No. 16 „Źródła kartograficzne w badaniach krajobrazu kulturowego”, 2012, 63–83

<sup>6</sup> Antrop M., Van Eetvelde V., Indicators for assessing changing landscape character of cultural landscapes in Flanders (Belgium), *Land Use Policy* 26, 2009, 901–910

<sup>7</sup> Wolski J. Błędy i niepewność w procesie tworzenia map numerycznych, *Prace Komisji Krajobrazu Kulturowego* No.16 „Źródła kartograficzne w badaniach krajobrazu kulturowego”, 2012, 15–32



surrounding old manors (changes in the area and general spatial composition), alleys, (changes in length) and buffer strips (durability and layout). Different methods of compiling historical and contemporary data with GIS software were used, depending on the type of the item under analysis. The procedure was described in individual subchapters. ArcGIS for Desktop Advanced 10.0 and 10.1 was the software used for analyses. Historical cartographic maps from two collections including German table maps Mess-tischblätter<sup>8</sup> and Urmesstischblätter<sup>9</sup> were used as input materials. They were compared with contemporary orthophotomaps and topographic maps<sup>10</sup>.

### 3. EXAMPLES OF USING GIS SOFTWARE IN STUDIES OF HISTORICAL GREEN SPACE COMPLEXES IN GREATER POLAND REGION

#### 3.1. Biedrusko Military Training Area

In 2011 a team of researchers from the Department of Green Space and Landscape Architecture, Poznań University of Life Sciences conducted investigations in the Biedrusko Military Training Area. The aim of the study was to identify preserved elements of the cultural landscape related with the former agricultural and settlement functions of this area. Before the training area was established, there had been a few villages, settlements and manors there, i.e. Chojnica, Glinienko, Glinno, Knyszyn, Łagiewniki, Trzuskotowo, Tworkowo, Czerwona Niwa, Janowo, Łysy Młyn and Okolewo. Field investigations involved the analysis of remains of green space complexes surrounding former settlements, such as relicts of parks and gardens near manors, lines of trees along old roads, espaliers and individual trees standing near buildings. It was difficult to find the location of historical spatial arrangements. The military training area underwent considerable transformations from its original state. There are very few elements facilitating spatial orientation. When the training area was established, the buildings were pulled down<sup>11</sup> and the course of

roads changed. The parts which were less intensely used by the military underwent secondary naturalisation. The forest area increased considerably<sup>12</sup>. For this reason it was difficult to identify the relicts of historical places, which were subject to inventory. The maps were calibrated and historical and contemporary cartographic materials were compared in the GIS environment. The remains of historical arrangements were found.

The historical materials (Messtischblätte 1898, 1911, 1944; WIG 1925, 1928) were georeferenced. As a result, individual information on the maps received spatial reference. The coordinates of landmarks were also inventoried with a GPS device. Then, the GIS software was used to transfer the spots into raster layers of historical maps. The procedure resulted in precise location and identification of the landmarks. First, the coordinates of characteristic elements of green space which had been found on the historical maps calibrated with the ArcMap application were entered into the GPS device so as to find them in the field and assess their state of preservation (Fig. 1). There are numerous remains of old trees which used to surround former buildings in the villages located in the Biedrusko military training area. These are mainly fruit trees, common lilacs, lime-trees, conker-trees and false acacia-trees. The trees stand individually or in linear arrangements forming short espaliers, sometimes marking the outlines of former property division lines. There are also legible green space arrangements around the church and cemetery in Chojnica. There are monument-size trees, such as arborvitae and oak-trees, around the former manor in Łagiewniki. The old tree stand in the park in Knyszyn has not been preserved.

---

between 1901 and 1904. The villages of Chojnicę, Glinno, Glinienko, Łagiewnik and Okolewo were destroyed after 1947, when the training area was enlarged. (Wilkaniec A., Gałęcka A., de Mezer E., Jeleniewska M., Relicts of agricultural and settlement landscape in the Biedrusko military training ground. *Annals of Warsaw University of Life Sciences – SGGW Horticulture and Landscape Architecture* No 33, 2012, 113–124 after Ingot, Z. Historia poligonu Biedrusko, in: *Fortyfikacje w przestrzeni miasta*, Poznań, Wydawnictwo Akademii Rolniczej im. Augusta Cieszkowskiego w Poznaniu, 2006, 85-94, Chruszczewski R., 2010 *Zarys historii gminy Suchy Las i jej mieszkańców*, Wydawnictwo eMPI2, Poznań

<sup>8</sup> Editions published between 1898 and 1944; copies available at <http://mapy.amzp.pl/maps.shtml>

<sup>9</sup> Made between 1828 and 1830; copies available at Staatsbibliothek zu Berlin – Preußischer Kulturbesitz

<sup>10</sup> Made between 1828 and 1830; copies available at Staatsbibliothek zu Berlin – Preußischer Kulturbesitz

<sup>11</sup> The inhabitants of the villages of Knyszyn, Tworkowo and Trzuskotowo were expelled. The village buildings were pulled down when the military training area was established

<sup>12</sup> The GIS software was used for field investigations and analyses of cartographic materials. They revealed that in 1911 the length of the road system was 277.38 km. Only 139.1 km of roads have been preserved, i.e. 50.15% of the historical system. The forestation rate increased considerably from 20.51% to 45.73%. The data indicate the intensity of landscape transformations (Wilkaniec A., Gałęcka A., de Mezer E., Jeleniewska M., Relicts of agricultural and settlement... *op.cit.*)

However, two ponds with an island are legible elements of the former manor park composition. In many cases it is difficult to identify the compositional structure of the remaining green space arrangements because the buildings which provided context for the greenery were completely destroyed. They can only be correctly interpreted by GIS analysis of cartographic materials.

The GIS software also enabled measurements of the forest area as well as lengths of roads and alleys on historical and contemporary maps. Thus, it provided data about changes in the land cover and the length of traffic routes and accompanying alleys<sup>13</sup>.

In view of the fact that access to new materials is facilitated by aerial laser scanning systems (LiDAR/ALS), the authors of this article are planning to continue research to identify and assess the transformations of the cultural landscape in the Biedrusko military training area. As was mentioned before, GIS software gives a possibility to acquire spatial data from different sources, such as public databases, portals and Internet platforms. The data can be freely compared with cartographic materials. Thanks to laser scanning it is possible to view shaded terrain layers. Numerical terrain models made with the LIDAR technology are increasingly often used in research on historical elements of landscape<sup>14</sup>.

### 3.2. Historical parks in Greater Poland region

One of the main advantages of the GIS is the possibility to make precise comparisons of cartographic materials from different periods of time. A collection of maps made in the 1830s (Urmess-tischblätter<sup>15</sup>), which were obtained from the Staatsbibliothek zu Berlin – Preußischer Kulturbesitz, is a valuable comparative material for the research on historical parks around manors in Greater Poland region. However, the precision of these maps is limited because the techniques and tools which were used for their production were not as advanced as contemporary methods<sup>16</sup>. Historical materials were

georeferenced (calibrated) so as to prepare them for analysis. The points which were unambiguous, precisely identified and which had not changed during the period of time under analysis were indicated as reference (control) points. They were found on the historical maps, which had been calibrated, and they were referred to locations on later maps or modern ones, which were set in a particular frame of reference<sup>17</sup>. The reference points on the calibrated materials were distributed as regularly as possible. Items situated beyond the green space complexes and occupying a small part of the map were also included in the analysis. In order to reduce the risk of measurement errors an adequate number of reference points was selected. The procedure enabled identification of significant spatial elements in the complexes under study and provided information about their distribution. The material could be used for further historical investigations. The analysis included some complexes, which had been researched before, e.g. they had undergone dendrological inventory. For example, the parks surrounding the manors in Konarzewo and Dąbrówka in Greater Poland region were included in the study. As far as Konarzewo is concerned, the analysis of Urmessstischblätter maps revealed particularly interesting results. It proved that the current regular arrangement of the park was formed in the 19th century, whereas the shape of the earlier composition in that place was different than had been commonly expected<sup>18</sup>. Likewise, the analysis of the Prussian maps revealed that at the place of the current scenic park in Dąbrówka there had been a regular composition related with the location of the

---

with maps of limited accuracy and non-cartometric materials (non-geodesic maps) can be found in the following publications: Łuczak A., Wykorzystanie narzędzi GIS w ocenie kartometryczności średnioskalowych map topograficznych Śląska z XVIII i XIX wieku, *Śląskie Sprawozdania Archeologiczne*, vol. 57, 2015, 271–290; Kuna J., 2015, Metodyczne aspekty analiz przestrzennych GIS wykorzystujących dawne mapy topograficzne, in: *Dawne mapy topograficzne w badaniach geograficzno-historycznych*, Lublin, Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej, 2015, 125-150; Affek A., Kalibracja map historycznych z zastosowaniem GIS, *Prace Komisji Krajobrazu Kulturowego* No. 16, „Źródła kartograficzne w badaniach krajobrazu kulturowego”, 2012, 48-62; Wołski J. Błędy i niepewność w procesie tworzenia map numerycznych, *Prace Komisji Krajobrazu Kulturowego* No. 16 „Źródła kartograficzne w badaniach krajobrazu kulturowego”, 2012, 15-32

<sup>13</sup> There are few remains of plants preserved along alleys. The preservation rate is 21.72% – the current length is 14.78 km, as opposed to 68.47 km in 1911.

<sup>14</sup> Cf. Kwaśniewski A., Dworniczak Ł., Kwerenda oraz interpretacja źródeł historycznych i opracowań nt. założenia pałacowo-parkowego w Żelaźnie (pow. kłodzki). Analiza zasobów kulturowych i kompozycji założenia oraz propozycje działań konserwatorskich, Wrocław 2015, Raport serii SPR nr W1A/2015/S-050

<sup>15</sup> Details about the making of Urmessstischblätter maps can be found in Lorek D. 2011, *Potencjał informacyjny map topograficznych Urmestischblätter z lat 1822-33 z terenu Wielkopolski*. Zakład Graficzny UAM, Poznań, pp. 16-18

<sup>16</sup> More information about calibration methods and problems

<sup>17</sup> Usually these were characteristic road intersections, whose routes did not change, historical buildings (e.g. churches), bridges, etc.

<sup>18</sup> Walerzak M., Wilkaniec A., Rosada A., Urbański P. Chronologia przekształceń układu kompozycji założenia ogrodowego w Konarzewie, *Czasopismo Techniczne* 1-A (5), pp. 97-110

old mansion, which was pulled down a few years ago. The new information requires in-depth research and another analysis of the data obtained from the dendrological inventory of the park (Fig. 2)<sup>19</sup>.

### 3.3. Manor parks in Poznań

The GIS software was also used in the research on the state of preservation of old manor parks in Poznań, which was conducted between 2011 and 2015. Thanks to the software it was possible to conduct detailed analysis of historical cartographic materials and acquire necessary spatial data. The state of preservation of the complexes was assessed and changes in the area of the parks were investigated (since the early 20th century)<sup>20</sup>. Differences in the use and development of the areas around historical estates were analysed to identify the causes of changes in them (Wilkaniec et al.). The GIS software provided valuable spatial data in the form of WMS (Web Map Service) and WMTS (Web Map Tile Service) layers<sup>21</sup> from different sources, such as Geoportal and materials shared by the authors of the ArcGIS software. The data included information about the contemporary cadastral and administrative divisions as well as orthophotomaps. The analysis of contemporary cadastral divisions revealed that some estates underwent secondary proprietary divisions, which resulted in their degradation (Fig. 3).

### 4. SUMMARY

The authors of the article show how GIS software can be used by non-geographers, who do not use it in everyday practice. The software enables acquisition and comparison of different cartographic materials. The data may not be precise due to users' limited skills. However, if the information is correctly interpreted, it considerably enriches other methods of analysis. The authors recommend that other scientists (geographers, cartographers, naturalists) should cooperate in research on landscape architecture where GIS software is applied. They might enrich research findings and improve their precision. The article presents three different approaches to the use

of GIS software in the analysis of historical green space compositions. The combination of calibrated layers of historical maps with readouts of a GPS device enabled interpretation of the results of field research conducted in the former villages located in the Biedrusko military training area. When cartographic materials showing historical parks in Greater Poland region were compared, it was necessary to select adequate reference points so as to correctly interpret items on the historical maps, which were made with different methods and had different scales of generalisation. The analysis of manor parks annexed to the city was based on map services with current geographic information concerning cadastral divisions and land cover. In all cases these were large-scale analyses of historical green space complexes. It is particularly important that the methods offered by GIS software should be adjusted to the scale and range of problems under analysis. In all cases it is vital to adequately select the set of cartographic input data (historical or contemporary), which will be analysed in the GIS environment.

### LITERATURA

1. Affek A., Kalibracja map historycznych z zastosowaniem GIS, *Prace Komisji Krajobrazu Kulturowego* nr 16, „Źródła kartograficzne w badaniach krajobrazu kulturowego”, 2012, 48-62
2. Agapiou A., Alexakis D.D., Lysandrou V., Sarris A., Cuca B., Themistocleous K., Hadjimitsis D.G., Impact of urban sprawl to cultural heritage monuments: The case study of Paphos area in Cyprus, *Journal of Cultural Heritage* 16, 2015, 671–680
3. Antrop M., Van Eetvelde V., Indicators for assessing changing landscape character of cultural landscapes in Flanders (Belgium), *Land Use Policy* 26, 2009, 901–910
4. Bender O., Boehmer H.J., Jens D., Schumacher K.P., Using GIS to analyse long-term cultural landscape change in Southern Germany, *Landscape and Urban Planning* 70, 2005, 111–125
5. Brown D.G., Pijanowski B. C., Duh J. D., Modeling the relationships between land use and land cover on private lands in the Upper Midwest, USA, *Journal of Environmental Management* 59, 2000, 247–263
6. Chruszczewski R., 2010 *Zarys historii gminy Suchy Las i jej mieszkańców*, Wydawnictwo eMPI2, Poznań
7. Gregory I.N., Healey R.G., Historical GIS: structuring, mapping and analysing geographies of the past, *Progress in Human Geography* Vol. 31, no. 5, 2007, 638–653
8. Ingot, Z. Historia poligonu Biedrusko, w: *Fortyfikacje w przestrzeni miasta*, Poznań, Wydawnictwo Akademii Rolniczej im. Augusta Cieszkowskiego w Poznaniu, 2006, 85-94
9. Jażdżewska I., 2012, Zastosowanie Systemów Informacji Geograficznej (GIS) w geografii urbanistycznej, *Geografia urbanistyczna*, Warszawa, Wydawnictwo Naukowe PWN, 2012, 379-390

<sup>19</sup> Walerzak M., Wilkaniec A., Rosada A., Urbański P. Chronologia przekształceń układu kompozycji założenia ogrodowego w Konarzewie, *Czasopismo Techniczne* 1-A (5), pp. 97-110

<sup>20</sup> Of 33 complexes under investigation the area of 16 complexes decreased, 11 complexes retained the original area, whereas the area of 6 complexes was enlarged (Wilkaniec A., Łukasik B., Szczepańska M., Parki podworskie na terenie Poznania – problemy i potencjał, *Czasopismo Techniczne* 1-A (5) 2016, 35-58

<sup>21</sup> Standard protocols for serving maps over the Internet

10. Koomen E., Dekkers J., van Dijk T., Open-space preservation in the Netherlands, Planning, practice and prospects, *Land Use Policy* 25, 2008, 361–377
11. Kuna J., 2015, Metodyczne aspekty analiz przestrzennych GIS wykorzystujących dawne mapy topograficzne, w: *Dawne mapy topograficzne w badaniach geograficzno-historycznych*, Lublin, Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej, 2015, 125-150
12. Kwaśniewski A., Dworniczak Ł., Kwerenda oraz interpretacja źródeł historycznych i opracowań nt. założenia pałacowo-parkowego w Żelaźnie (pow. kłodzki). Analiza zasobów kulturowych i kompozycji założenia oraz propozycje działań konserwatorskich, Wrocław 2015, Raport serii SPR nr W1A/2015/S-050
13. Lorek D. 2011, *Potencjał informacyjny map topograficznych Urmestischblätter z lat 1822-33 z terenu Wielkopolski*. Zakład Graficzny UAM, Poznań
14. Łuczak A., Wykorzystanie narzędzi GIS w ocenie kartometryczności średnioskalowych map topograficznych Śląska z XVIII i XIX wieku, *Śląskie Sprawozdania Archeologiczne*, tom 57, 2015, 271–290
15. Malczewski J., GIS-based land-use suitability analysis: a critical overview, *Progress in Planning* 62, 2004, 3–65
16. Marignani M., Rocchini D., Torri D., Chiarucci A., Maccherini S., Planning restoration in a cultural landscape in Italy using an object-based approach and historical analysis, *Landscape and Urban Planning* 84, 2008, 28–37
17. Mottet A., Ladet S., Coqué N., Gibon A. Agricultural land-use change and its drivers in mountain landscapes: A case study in the Pyrenees, *Agriculture, Ecosystems & Environment*, Volume 114, Issues 2–4, 2006, 296–310
18. Pijanowski B.C., Brown D.G, Shellito B.A., Manik G.A., Using neural networks and GIS to forecast land use changes: a Land Transformation Model Computers. *Computers, Environment and Urban Systems* Volume 26, Issue 6, 2002, 553–575
19. Vizzari M. Peri-Urban Transformations in Agricultural Landscapes of Perugia, Italy, *Journal of Geographic Information System* 3, 2011, 145-152
20. Walerzak M., Wilkaniec A., Rosada A., Urbański P. Chronologia przekształceń układu kompozycji założenia ogrodowego w Konarzewie, *Czasopismo Techniczne* 1-A (5), s 97-110
21. Wilkaniec A., Gałęcka A., de Mezer E., Jeleniewska M., Relicts of agricultural and settlement landscape in the Biedrusko military training ground. *Annals of Warsaw University of Life Sciences – SGGW Horticulture and Landscape Architecture* No 33, 2012, 113–124
22. Wilkaniec A., Łukasik B., Szczepańska M, Parki podworskie na terenie Poznania – problemy i potencjał, *Czasopismo Techniczne* 1-A (5) 2016, 35-58
23. Wilkaniec, A., Walerzak M., Gładczak Z., Kompozycja i układ przestrzenny parku historycznego na tle historii i przekształceń majątku i wsi Dąbrówka w powiecie poznańskim, *Nauka Przyroda Technologia* Vol. 9 Issue 4, Poznań, 2015
24. Wolski J. Błędy i niepewność w procesie tworzenia map numerycznych, *Prace Komisji Krajobrazu Kulturowego* nr 16 „Źródła kartograficzne w badaniach krajobrazu kulturowego”, 2012, 15-32
25. Zachariasz A., Przydatność archiwalnych źródeł kartograficznych dla współczesnych badań krajobrazowych, *Prace Komisji Krajobrazu Kulturowego*, nr 16 „Źródła kartograficzne w badaniach krajobrazu kulturowego”, 2012, 63-83