



JERZY POTYRAŁA, IZABELA IWANCEWICZ

Faculty of Environmental Engineering and Geodesy, Wrocław University of Environmental and Life Sciences
Wrocław, Poland

e-mail: jerzy.potyrala@upwr.edu.pl, izabela.iwancewicz@upwr.edu.pl

ZMIANY W FORMACH POKRYCIA TERENU WOKÓŁ WYBRANYCH NOWOŻYTNYCH FORTYFIKACJI ŚLĄSKA W OPARCIU O HISTORYCZNE ORAZ WSPÓŁCZESNE MATERIAŁY KARTOGRAFICZNE

CHANGES IN THE FORM OF LAND COVER AROUND SELECTED MODERN FORTIFICATIONS OF SILESIA BASED ON HISTORICAL AND MODERN CARTOGRAPHIC MATERIALS

Streszczenie

Celem artykułu jest analiz zmian pokrycia terenu wokół wybranych miast pofortecznych Śląska, na podstawie historycznych oraz współczesnych materiałów kartograficznych z użyciem oprogramowania GIS. Obszar badań obejmuje Nysę i Świdnicę, miasta na terenie których znajdują się nowożytne fortyfikacje oraz Oleśnicę, miasto nieposiadające w którym nigdy takich obwarowań nie było. Przeprowadzone badania pozwoliły określić wpływ fortyfikacji nowożytnych na rodzaj pokrycia otaczającego je terenu w okresie ponad 250 lat. Badania wykazały, że największe zmiany w formach pokrycia terenu wokół miasta związane były z likwidacją twierdzy i polegały głównie na wzroście powierzchni zabudowy miejskiej, rozwoju przemysłu i infrastruktury komunikacyjnej. Wyraźnie zmalała wówczas powierzchnia zieleni wysokiej i użytków zielonych. Wokół Oleśnicy nie zaobserwowano gwałtownych zmian w żadnym z badanych przedziałów czasowych, poza znacznym wzrostem powierzchni zabudowy miejskiej w pierwszej połowie XX w. We wszystkich badanych miastach na przełomie XX i XXI w. nastąpił duży wzrost powierzchni zabudowy miejskiej, infrastruktury i przemysłu, głównie kosztem powierzchni zieleni wysokiej oraz użytków zielonych.

Abstract

The aim of this study is the presentation of land cover changes around selected post-fortress cities located in Lower Silesia. The study is based on the historical and contemporary areas with the use of GIS. The area of the study includes the cities of Nysa and Świdnica, which have modern fortifications, and Oleśnica, a city which HAS never had this type of fortification. The study allowed the impact of modern fortifications on the type of land cover of surrounding areas and their changes, during over 250 years, to be determined. The study shows that the biggest changes in land use in all of the cities selected were connected with the liquidation of fortresses, and these were concerned mainly with the increase of urban areas, industrial areas, and transport areas. We can observe a decrease in forestry and grasslands. Around Oleśnica, we did not notice many changes, besides the increase of urban areas in the first half of the twentieth century. All cities at the turn of the 20th and 21st centuries saw a large increase in urban development, infrastructure, and industry, mainly at the expense of forestry and grasslands.

Słowa kluczowe: GIS, fortyfikacje, pokrycie terenu, mapy, krajobraz

Key words: GIS, fortifications, land cover, historical maps, landscape

WPROWADZENIE

Zmiany pokrycia terenu obszarów pofortecznych od kilkunastu lat stają się obiektem zainteresowań badaczy (Engelien, Schøning 1999, Wilkaniec, Urbański 2010, Przegon 2011). Wraz z rozwojem geoinformatyki pojawiły się różne sposoby pozyskiwania oraz przetwarzania danych, które umożliwiają określenie zmian pokrycia terenu w czasie. Dane otrzymuje się w wyniku skanowania map analogowych (między innymi historycznych map wojskowych), a następnie nadania im georeferencji (Skalos, et al. , 2011). Dla obszarów miejskich podobne badania prowadzili m.in. U. Myga-Piątek oraz J. Nita (Myga-Piątek et al., 2003).

W przypadku badań sprzed połowy XX w. wykorzystuje się materiały kartograficzne i narzędzia GIS, natomiast w przypadku badań okresu drugiej połowy XX w. i po drugiej połowie XX w. wykorzystywane są również metody i materiały teledetekcyjne. Stosuje się w nich dane obrazowe, takie jak obrazy satelitarne pochodzące z satelit LANDSAT, ASTER (Meres, 2015), a także TERRA, LANDSAT ETM, czy też bazy danych CORINE Land Cover, założonej przez Europejską Agencję Środowiska (Lewińska, 2009). Problemów nastrocza fakt, iż dane te mają określony czasowy, sięgający wstecz drugiej połowy XX w. oraz rozdzielczość poszczególnych scen satelitarnych, która nie zawsze jest odpowiednia dla szczegółowego rozróżnienia form pokrycia terenu. W publikacjach spotyka się także przykłady metod łączonych, takich jak pozyskanie danych terenowych z pomiarów GPS poprzez wyznaczanie punktów kontrolnych GCP (Ground Control Points) oraz multispektralnych obrazów satelitarnych (Chrysoulakis, et al. 2003).

Historia nowożytnej Europy nacechowana jest nacechowan jest konfliktami wojennymi. Jednym z efektów przestrzennych tych działań (nie licząc zniszczeń) była budowa fortyfikacji. Budowle te swoim ogromem i wielkością zajmowanej powierzchni wpływały mocno na krajobraz miasta, tworząc stając się bardzo ważnym jego materialnym elementem i fizjonomicznym akcentem. Najczęściej rozbudowywano i modernizowano obwarowania średniowiecznego miasta warownego. Rzadziej spotyka się budowę zupełnie nowych umocnień, jak na przykład powstanie w drugiej połowie XVIII w. twierdzy obok Srebrnej Góry (Dolny Śląsk, Polska), twierdzy Josefov w mieście Jaromer (kraj hradecki,

INTRODUCTION

Changes of land cover, from over dozens of years, have been the object of interest of researchers (Engelien, Schøning, 1999; Wilkaniec, Urbański, 2010, Przegon 2011). Together with the developments of geo-informatics, different ways of acquiring and processing data have appeared, which can be applied to an analysis of land cover changes over the years. There are, for example, old military maps, in which the data have been obtained by scanning analogue maps and then by geo-referencing (Skalos, et al. 2011). In the case of urban areas, similar studies have been conducted by U. Myga-Piątek and J. Nita (Myga-Piątek et al., 2003).

In the case of studies earlier than the second half of the 20th century, cartographical materials and GIS tools were used; meanwhile, in the case of second half of the twentieth century and later years, methods based on remote sensing have also been employed. In this context, multi-temporal image data, such as satellite images have been used, for example, from the satellites: LANDSAT ETM, ASTER (Meres, 2015), and also TERRA, LANDSAT ETM, and databases such as CORINE LAND COVER, founded by the EEA – the European Environment Agency (Lewińska, 2009). The most common problem is the fact that these data have a limited time horizon, including its beginning in the second half of the twentieth century. The spatial resolution of satellite imagery does not always allow for the detailed distinction of land cover forms. In some papers, combined methods are described, such as connecting the data acquired from field GPS measurements by setting ground control points (GCP) and multispectral imagery (Chrysoulakis et al., 2003).

The history of modern Europe is rich in different-sized conflicts of war. One of the spatial effects of these actions, not including the damages, was the construction of fortifications. These buildings by their size, and the area covered by them, had a big influence on the landscape, creating in them a distinctive manner. These usually constituted expansions and modernisations of the medieval city fortifications. Less frequently, we meet the construction of completely new fortifications, such as the fortress near Srebrna Góra in the Sudeten mountains (Poland, Lower Silesia), the Josefov fortress in the Czech city of Jaromer (Czechia, Hradec Králové Region), Magdeburg fortress

Czechy), czy też Twierdzy Magdeburg (Saksonia, Niemcy). Taki zespół rozmaitych budowli i urządzeń fortecznych, współdziałający według jednego planu obrony i powiązany komunikacyjnie, mający zaplecze techniczne, gospodarcze i żywnościowe nazywa się twierdzą (Aleksandrowicz, 2010).

Twierdza w XVII w czy XVIII w stanowiła dominantę krajobrazową, górującą nad otaczającym terenem. Jednakże nie był to jedyny wpływ twierdzy na krajobraz. W tym czasie zasięg strzału z armaty, zależny od typu działa, techniki rodzaju strzału wynosił około 1200 m, teoretycznie nawet do około 2500 m (Bochenek, 2003). Oznacza to, że pokrycie i ukształtowanie terenu wokół twierdzy w promieniu około 2000 m nie powinno dawać nieprzyjacielowi naturalnych osłon i ograniczać widoczności obrońcom. Równocześnie miało to utrudnić wrogowi szybkie przemieszczenie się w pobliżu linii obronnych twierdzy. Utrudniało to prace saperów nieprzyjaciela, a także obfitowało w naturalne przeszkody wspierające działania obronne (Aleksandrowicz, 2010).

Badania na temat zmian pokrycia terenu wokół miast-twierdz pojawiają się w literaturze krajowej oraz zagranicznej. Opracowania dla twierdz Zamość (Przegon, 2010) oraz Poznań (Wilkaniec, Urbański, 2010) dotyczą wprawdzie tych zagadnień, ale jednak jest to problematyka związana ze specyfiką dużych ośrodków miejskich. Przykładem z Europy Północnej jest badanie zmian pokrycia terenu wokół twierdzy Frederikstad w południowej Norwegii (Engelien, Schøning, 1999). Autorzy posłużyli się danymi statystycznymi oraz cyfrowymi mapami. Zbadano tam jedynie wąski przedział czasu, przypadający na lata 1994-1998.

CEL BADAŃ

Celem badań jest analiza zmian pokrycia terenu w wybranych miastach pofortecznych na terenie Śląska w ciągu ostatnich 250 lat na podstawie historycznych i współczesnych materiałów kartograficznych, przy użyciu narzędzi GIS. Autorów artykułu zainteresował problem wpływu twierdzy na rodzaj pokrycia otaczającego ją terenu, a w konsekwencji na krajobraz ją otaczający (Chmielewski, et al. 2014). Pokrycie terenu rozumiane jest przez autorów jako element przestrzeni, który jest kartowany i określany od stuleci. Pozwala na określenie struktury krajobrazu, a także na poznanie

(Germany, Saxony), from the second half of the eighteenth century. The fortifications were strongly connected with the city or were an element adjacent to the city. An assembly of different structures and fortress facilities, interacting according to a single defence plan, having technical, communication, and economic facilities, is called a 'fortress' (Aleksandrowicz, 2010).

A fortress in the seventeenth or in eighteenth century was a dominant feature in the landscape, towering above the surrounding terrain. Probably, this was not the only kind of impact fortresses had on the landscape. At that time, an effective shot from cannon, depending on the type of a weapon, technique, and the kind of the shot used, was up to 1,200 m (theoretically even around 3,000 m for cannons, howitzers, and mortars, at a maximum distance of around 2,500 meters (Bochenek, 2003). This meant that the land cover and terrain around the fortress, in a radius of 2,000 meters, needed to be prepared for defensive action. The land cover had to avoid providing any natural cover for the enemy and not limit visibility for defenders. It should prevent the enemy from moving up quickly near the fortress defence line. It also had to hamper the work of the enemy sappers and abound in natural obstacles supporting defence activities (Aleksandrowicz, 2010).

Studies regarding land cover changes around fortified cities are not often mentioned in literature. Case studies of the fortresses of Zamość (Przegon, 2010) and Poznań (Wilkaniec, Urbański 2010) are strongly connected with this subject, but there are large cities with a different background. One such interesting example from northern Europe, is a case study of land cover changes around the fortress in Fredrikstad, a city in southern Norway (Engelien, Schøning, 1999). Its authors used statistical data and digital maps, but the study lasted only four years, from 1994 to 1998.

AIM OF THE STUDY

The aim of this study is an analysis of land cover forms in selected post-military cities during the last 250 years, based on historical and contemporary cartographic materials with the use of GIS tools. The authors of this paper were interested in the problem of the impact of the fortress on the shaping of the landscape around it (Chmielewski et al., 2014). Land cover is understood by the authors as an element

relacji między człowiekiem i środowiskiem (Kunz, 2008). Określenie cech krajobrazu towarzyszącego historycznym fortyfikacjom mogłoby przyczynić się do jego ochrony w dzisiejszym krajobrazie otaczającym dawne miasta–twierdze. Rozszerzyło by to zakres ochrony jaki określa Ustawa z dnia 23 lipca 2003 r. o ochronie zabytków i opiece nad zabytkami (Dz.U. 2003 nr 162 poz. 1568), której art. 6.1. mówi, że ochronie i opiece podlegają, bez względu na stan zachowania, zabytki nieruchomości będące w szczególności dziełami budownictwa obronnego (fortyfikacjami). Natomiast w Ustawie z dnia 16 kwietnia 2004 r. o ochronie przyrody, Dz.U. 2004 nr 92 poz.880, kładzie się nacisk na zieleni towarzyszącą zabytkowym fortyfikacjom, która podlega ochronie na mocy prawa. Do aktów prawnych nawiązuje także zespół pod kierunkiem prof. Z. Myczkowskiego, który dokonując wnikliwej analizy fortyfikacji Twierdzy Kraków oraz propozycji rozszerzenia ochrony fortyfikacji i zieleni fortecznej a aktach prawnych takich jak Europejska Konwencja Krajobrazowa, czy też wprowadzenie stosownych zapisów w Miejscowych Planach Zagospodarowania Przestrzennego (Myczkowski et.al., 2010).

MATERIAŁY, METODY I OBSZAR BADAŃ

Głównym materiałem badawczym były historyczne materiały kartograficzne z XVIII i początków XIX w. oraz mapy topograficzne z XIX i XX w., z oznaczeniami pruskimi, niemieckimi i polskimi (tab. 1).

Do analizy historycznej wykorzystuje się mapy oraz zdjęcia lotnicze. Największą dokładnością cechują się pruskie materiały kartograficzne, natomiast rosyjskie mają najwięcej nieścisłości. Mapy wojskowe WIG z lat 30 XX w. najczęściej są dobrej jakości. Trudności związane są z dostępem do najstarszych opracowań i ze skompletowaniem wszystkich map potrzebnych do badań. Problemów może nastęrczać również fakt, że pojawia się wiele rozbieżności dotyczących legend, instrukcji, skali mapy jak i użycia instrumentów pomiarowych różnej dokładności (Plit, 2012).

Mapy z XVIII w. oraz pierwszej połowy XIX w. były mapami wojskowymi i nie posiadały skali metrycznej. Aby odpowiednio wpasować mapę w układ współrzędnych należało przeliczyć jednostki z ruty reńskiej (*Rhein Ruthe*), odpowiadającej

of space that has been mapped and identified for centuries. This allows the structure of landscape and knowledge of the relationship between people and the environment to be determined (Kunz, 2008).

Determination of landscape objects featuring historical fortifications can enable their protection in the contemporary landscape of city-fortresses. This can extend the field of the rules of protection, described in local heritage legislation, such as 'the Act of July 23, 2003 on the protection of monuments' (Dz.U. 2003 No. 162, item 1568), of which art. 6.1. says that protection and care should be provided, regardless of the state of preservation, to immovable monuments that are, in particular, works of defensive architecture (fortifications). However, the Act of 16 April 2004 on nature conservation, (Dz.U.2004 No. 92, item 880), emphasizes that green spaces accompanying historic fortifications are protected by law. The team also acts under the direction of Prof. Z. Myczkowski, who has made a thorough analysis of the fortifications of the Cracow fortress and proposals to extend the protection of fortifications and fortified green spaces and legal acts such as the European Landscape Convention, and to the introduction of relevant provisions in the local spatial development plans (Myczkowski et.al., 2010).

MATERIALS, METHODS AND AREA OF THE STUDY

The main materials for study were historical cartographic materials from the eighteenth century and the beginning of the nineteenth century and topographical maps from the nineteenth and twentieth centuries, with Prussian, German and Polish descriptions (tab. 1).

Maps and aerial photography have been used for historical analysis. Prussian cartographical materials are the most accurate, whereas Russian materials are the most inaccurate. The WIG military maps from the thirties have been made in high quality. What causes the greatest difficult is access to the oldest materials and the collection of all maps which are necessary to study. Many problems have appeared, connected with the legend, instructions, map scale, and different accuracy of surveying instruments (Plit, 2012).

Tab. 1. Rodzaje map użytych do badań

Tab. 1. Maps used in the study

City	Scale	Map title and sheet number	Year
Świdnica	Rhein Rutes	Plan der Koenigle Preusse Belagerung und Eroberung der Festung Schweidnitz	1762
Świdnica	Rhein Rutes	Plan der Koenigle Preusse Belagerung und Eroberung der Festung Schweidnitz	1802
Świdnica	1:25 000	Schweidnitz Messtichblatt nr 3013	1883
Świdnica	1:25 000	Schweidnitz Messtichblatt nr 5164	1936
Świdnica	1:25 000	Province Świdnica/Wrocławskie voivodeship, topographical map	1965
Świdnica, Nysa, Oleśnica	1:25000	Orthophotomap	2014
Nysa	Rhein Rutes	Tactical map	1780
Nysa	Rhein Rutes	Übersichtsplan der Festung Neisse Und nebst Umgebung	1867
Nysa	1:25 000	Neisse West, Ost Messtischblatt, nr 5569, nr 5570	1938
Nysa	1:25 000	Mapa topograficzna powiatu nyskiego/ Topographical map of Province Nysa	1960
Oleśnica	Rhein Rutes	Oels Urmesstischblatt, nr 2769	1828
Oleśnica	1:100 000	Karte des Deutschen Reises nr 425	1893
Oleśnica	1:25 000	Oels Messtischblatt	1927
Oleśnica	1:25 000	Province Oleśnica/ Wrocławskie voivodeship, topographical map	1970

Źródło: opracowanie własne

Source: own compilation

długości 3,76 m. Było to związane z ówczesnym sprzętem mierniczym, na który składał się łańcuch pomiarowy o długości 5 rut reńskich, stolika pomiarowego na trójnogu z przeziernikiem, busoli oraz tyczek. Miara łańcuchowa miała długość 5 rut reńskich (18,83 m). Ogniwo łańcucha było wykonane z drutu o grubości 1–1,5 linii (3–3,5 mm) (Siedlik, 2010).

Dużą zaletą map jest szczegółowość wykonania, a zwłaszcza wrysowania elementów fortyfikacji. Minusem jest mały zasięg obszarów, obejmujący jedynie twierdzę oraz jej najbliższe otoczenie. Pochodzące z drugiej połowy XIX w. i pierwszej połowy XX w. mapy typu Messtischblatt, to niemieckie mapy topograficzne wykonywane w skali 1:25 000 przez urząd o nazwie *Königlich Preussische Landesaufnahme* (Pruski Królewski Urząd Geodezyjny) (Jankowski, 1961). Za opracowanie map z lat 30-tych XX w. odpowiadał niemiecki urząd geodezyjny *Reichsamt für Landesvermessung* (Jankowski, 1961).

Mapy dostępne są dla wszystkich wybranych miast. Zaletą tych map jest siatka z układem współrzędnych, która pozwala na skalibrowanie rastra

The maps from the eighteenth and first half of the nineteenth centuries were military maps, and these do not use the metric scale. In order to properly fit the map into the coordinate system, a conversion of units from Rute (*Rhein Ruthe*) has been made. One Rute equals the 3.76 meters in length. This was strongly connected with former surveying equipment, consisting of a measuring chain with a length of 5 Rutes, a measuring table on a tripod with sight glasses, compass and poles. The measurement chain had a length of 5 Rutes (18.83 m). A chain link was made of thick wire line 1 – 1.5 (3 – 3.5 mm). The Rute division was marked on the chain by the bigger or squared chain stitch (Siedlik, 2010).

The main advantage of such maps is the highly detailed representation – particularly drawn elements of fortifications. The disadvantages of such materials include the large size of the area, including the fortress and its closest environment (a radius of around one-and-a-half kilometres from the city centre). Dating from the second half of the nineteenth century and first half of the twentieth century, maps – such as the *Messtischblatt* maps – are



Ryc. 1. Przykładowe fragmenty map z XVIII w. – po lewej Nysa, po prawej Świdnica. Źródło: zbiory własne.

Fig. 1. Examples of map fragments from eighteenth century Nysa (first from the left) and Świdnica Source: own collection

mapy za pomocą narzędzia georeferencji w programie GIS. Druga połowa XX w. to przede wszystkim polskie mapy topograficzne wykonane w układzie współrzędnych 1942, zastąpionym w późniejszym okresie przez układ 1965. Dokładność tych map jest porównywalna do niemieckich Messtischblättern (brano tu pod uwagę szczegóły pokrycia terenów, osnowy, warstwic etc.). Ostatnim badanym okresem jest XXI w., gdzie użyto ortofotomapy o rozdzielczości GSD=10cm.

Po kalibracji wszystkich map utworzono warstwy wektorowe dla poszczególnych form użytkowania terenu. Aby obliczyć powierzchnię danego obiektu użyto programu QGIS i funkcji kalkulator pól; z ustawień wybrano kolejno: "Geometria", a następnie "powierzchnia (\$area)". Dla każdego opracowywanego miasta w danym przedziale czasowym została opracowana oprócz mapy tabela atrybutów zawierająca informację o powierzchni. Ta baza danych pozwoliła na zestawienie form pokrycia terenu w poszczególnych latach. Pozwoliło to autorom ocenić zmiany, a dane liczbowe zostały także opracowane w formie diagramów kołowych.

Przeprowadzono analizę obowiązujących przepisów prawnych i definicji naukowych dotyczących pokrycia terenu. prawnych Akty prawne, którymi posłużono się przy opracowaniu

German topographic maps made in 1:25 000 scale by the Royal Prussian Surveyor's Office (*Königlich Preussische Landesaufnahme*) (Jankowski 1961).

The German Surveyors Office-*Reichsamt für Landesvermessung*-was responsible for their development (Jankowski, 1961). These maps are available in all the chosen cities. The main advantage of these maps is a grid with a coordinate system. This allows maps to be calibrated with the use of the GIS tool 'Geo-reference'. Dating from the second half of twentieth century, Polish maps were made in coordinate system 1942, then they were replaced by the coordinate system called System 65. The accuracy of these maps is equal to the German *Messtischblatt* maps, which were used to provide details of coverage areas, rasters, contour lines etc. The last period in this study is the twenty-first century, where an orthophotomap in resolution GSD = 10cm was used.

After the calibration of all maps, vector layers for each form of land cover were created. To calculate area of a selected object, a function in QGIS called field calculator was used. The settings were then selected in the sequence 'geometry' then 'area'. The same operation was repeated in the case of other areas. A table of attributes containing information on the areas and a graphic presentation of results presented for each city in each time period was

definicji to: Ustawa z dnia 16. kwietnia 2004 r. o ochronie przyrody. (Dz.U. 2004 nr 92 poz.880), Rozporządzenie Ministra Administracji i Cyfryzacji z dnia 29. listopada 2013 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie ewidencji gruntów i budynków z dnia 29. marca 2001 r. (Dz.U.Nr 38, poz. 454). Wzięto pod uwagę podział gruntów według Bazy Danych Obiektów Topograficznych, podział zgodny z Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury z 26. sierpnia 2003 r. w sprawie wymaganego zakresu miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego (Dz.U. 2003 nr 164 poz.1587). Bazowano również na naukowych definicjach określających środowisko przyrodnicze (Ptaszycka, 1950; Czarnecki, 1961; Czerwieniec, Lewińska, 1996; Baranowski, Ciołkosz, 1996; Bajkiewicz-Grabowska, Mikulski, 2006; Koreleski, 2009).

Rozpatrując różne definicje pokrycia terenu wybrano następujące formy, grupując je ze sobą w jednym haśle:

- zielen wysoka – lasy, zadrzewienia śródpolne i liniowe, parki, bulwary, ogrody botaniczne, ogrody zoologiczne, cmentarze, zielen miejska towarzysząca komunikacji (łączy je podobna forma, ale nie brano pod uwagę różnic funkcji, oddziaływanie zależy od wielkości zajmowanej powierzchni),
- użytki zielone – grunty orne, czasowe ugory, łąki, pastwiska, sady, szkółki i plantacje drzew i krzewów, ogródki działkowe (są to tereny z różnym udziałem zieleni wysokiej np. na miedzach, rowach, przy drogach, w postaci remiz śródpolnych),
- nieużytki – bagna i moczary, piaski, skały, urwiska, wyrobiska,
- Wody powierzchniowe – rzeki, strumienie, jeziora, stawy,
- zabudowa miejska – budynki mieszkalne i usługowe wraz z przyległym terenem zieleni im przeznaczonym, zabudowa może być luźna bądź zwarta,
- zabudowa wiejska – budynki mieszkalne, gospodarcze i usługowe wraz z przyległym terenem zieleni im przeznaczonym,
- tereny przemysłowe (aktywności gospodarczej) – hale produkcyjne, budynki magazynowo-składowe, wielkopowierzchniowe centra handlowe, przepompownie ścieków, ujęcia wody, bazy transportowe, utwardzone place składowe,

made based on the maps created by the authors. This database allows a juxtaposition of land cover forms in particular years to be created. Thanks to this, we can assess changes in dynamics. The figures have also been developed in the form of pie charts.

An analysis of land cover, according to legal acts applicable in Poland and academic definitions has been made. The authors have referred to the Polish Nature Conservation Act of 16.04.2004 and the Regulation of the Minister of Administration and Digitization of 29.11.2013 (amending the Regulation on Registration of Land and Buildings from 29.03.2001). The division of grounds from the Topographical Objects Database (BDOTk10) and the division from the regulation of the Minister of Infrastructure on the required scope of the local zoning plan of 26.08.2003 have also been taken into consideration. The authors of this study have also based their work on scientific definitions defining the natural environment (Ptaszycka, 1950; Czarnecki, 1961; Czerwieniec, Lewińska, 1996; Baranowski, Ciołkosz, 1996; Bajkiewicz-Grabowska, Mikulski, 2006; Koreleski, 2009).

Considering the different definitions of land cover, the following types of land cover were selected; they have been grouped together, combining several types in headwords with similar meaning. These are:

- areas of tall greenery – forests, woods, buffer and linear strips, parks, boulevards, botanical gardens, zoological gardens, cemeteries, urban greenery accompanying communication (they share a similar form, but the differences in function have not been taken into consideration, their impact depends on the size of the area),
- grassland – arable land, temporary fallow land, meadows, pastures, orchards, nurseries, plantations of trees and shrubs, allotments, areas which include tall greenery (balks, ditches beside roads, in the middle of fields),
- wasteland – marshes and swamps, sand, rocks, cliffs, pits,
- surface water – rivers, streams, lakes, ponds,
- urban areas – residential buildings and service facilities including the adjacent area of greenery, buildings can be high or low density,
- rural areas – residential, economic, and service facilities, together with the adjacent green areas,

- tereny komunikacji – drogi, tereny kolejowe;
- fortyfikacje.

Dla najstarszych map przeliczono skalę z rut reńskich na kilometry, następnie dopasowano je do aktualnego położenia wg. stron świata metodą nakładkową, natomiast w programie QGIS dopasowano ją do ortofotomapy i nadano jej georeferencję. Kolejnym krokiem było wpasowanie rastrów map Messtischblatt w układ współrzędnych, czyli kalibracja map. Za pomocą narzędzia 'Georeferencer' wykorzystując program GIS ustawiono odwzorowanie Gaussa Kruegera i wybrano punkty kontrolne. Analogicznie postępowano w przypadku nowszych map, ustawiając odpowiednie układy współrzędnych.

Podstawowym kryterium wyboru miast do badań było posiadanie przez nie obecnie lub w przeszłości nowożytnych fortyfikacji oraz zestawienie ich z losowo wybranym miastem, które nie posiadało takich umocnień, a jedynie fragmenty średniowiecznych fortyfikacji murowanych. Aby ujednoczyć czynniki oddziałujące zdecydowano się na obszar historycznego Dolnego Śląska. Wykluczono aglomeracje takie jak Wrocław (skala oddziaływania na otoczenie i głównie tereny zabudowane na przedpolu dawnych umocnień).

Do badań wybrano teren wokół trzech miast na terenie Dolnego Śląska, reprezentujących trzy różne typy. Są to Świdnica i Nysa (twierdze modernizowane w XVIII w. – stąd okres ten wybrano jako początek badań) oraz Oleśnica, której rola obronna skończyła się wraz z upływem średniowiecza. Na wybór wpłynęła również podobna powierzchnia miast oraz liczba ludności (tab. 2).

Tab. 2. Dane demograficzno-powierzchniowe wybranych miast

Tab. 2. Demographical and area data of selected cities

Name of city	Number of inhabitants	Area [km ²]
Świdnica	57 959	21,8
Nysa	44 474	27,5
Oleśnica	37 366	21,0

Świdnica i Nysa historycznie podlegały wpływom najpierw austriackiej, potem staropruskiej i pruskiej szkoły fortyfikacyjnej. Znajdują się one

Źródło: opracowanie własne na podstawie www.polskawliczbach.pl, dane z roku 2016

Source: own elaboration based on the website www.polskawliczbach.pl, data from year 2016

- industrial areas (zone of economic activity) – production halls, storage facilities, large malls, pumping stations, water intakes, transport bases, barracks, asphalted storage yards,
- communication areas – roads, railways
- fortifications.

For the oldest maps, the scale was counted from routes to kilometres. Then, they were adjusted to the current position in the world by the overlay method, while in the QGIS program was adapted to the orthophotomap and given a geo-reference. The next step was to fit the Messtischblatt raster maps into the coordinate system, (map calibration). Using the 'Geo-referencer' tool by means of the GIS programme, Gauss Krueger projection was set and control points were selected. The same applies to newer maps by setting appropriate coordinate systems.

The main criterion in the choice of studied cities was whether or not fortifications are/were present and connecting this with a randomly chosen city that did not have such fortifications, but only fragments of medieval brick fortifications. In order to unify the influencing factors, the historic area of Lower Silesia was chosen. Conurbations such as Wrocław were excluded because of the scale of impact on its surroundings and areas built on the foreground of former fortifications.

An area around three different cities of Lower Silesia was chosen to study. The first two were Świdnica and Nysa (their fortresses were modernized in the eighteenth century; therefore, this period was chosen as the beginning of study) and Oleśnica, whose defensive role ended with the end of the Middle Ages. The choice was also determined by a similar population of inhabitants and area (tab. 2).

Tab.2. Demographic and area data of selected cities. The authors' own work, based on the website www.polskawliczbach.pl, data from 2016.

Świdnica and Nysa have historically been influenced first by the Austrian, then old Prussian and Prussian schools of fortification. They are located in the area covered by the 'fortifications of the Sudeten mountains'. They were built to defend the southern borderlands of Prussia, before the expansion of Austrian territory (Małachowicz, 2000). The modernisation and development of these fortifications began in the mid-eighteenth century. The Nysa fortress preserved its status of fortress until beginning of the twentieth century, so it is an example of a first category object. This was the time of the First World War, also known as 'the

leżą na terenie objętym mianem „fortyfikacji pasma Sudetów”. Służyły obronie południowych rubieży Prus przed ekspansją Austrii (Małachowicz. 2000) i od połowy XVIII w. podlegały modernizacji i rozbudowie. Twierdza Nysa zachowała status twierdzy do czasu pierwszej wojny światowej na początku XX w.. (tzw. Wielka Wojna) i stanowi przykład obiektu pierwszej kategorii. Świdnica będąc jedną z najnowocześniejszych twierdz XVIII w., po rozkazie Napoleona uległa likwidacji w pierwszej połowie XIX w.. Jest przykładem obiektu drugiej kategorii. Oleśnicę, nie posiadającą nowożytnych fortyfikacji, zakwalifikowano jako obiekt trzeciej kategorii.

Już w XVIII w. obszar wokół twierdz dzielono na tak zwane rejony forteczne (najczęściej były trzy w formie pierścieni), w których obowiązywały różnego rodzaju ograniczenia związane z budowlami tam lokalizowanymi i formami zagospodarowania terenu. Wydawane przez władze wojskowe rozporządzenia zabraniały właścicielom nieruchomości wprowadzania zmian bez zgody komendantury, a dotyczących wysokości powierzchni terenu, układu rowów, tam i grobli, przebiegu dróg i linii kolejowych, założeń parkowych, szkółek drzew oraz lasów. Niemożliwe były również przebudowy dzwonnicy i wież kościelnych oraz budowa nowych konstrukcji wieżowych. Określając teren badań ustalono, że dla każdego przypadku odpowiadać on będzie w przybliżeniu zewnętrznej granicy trzeciego rejonu fortecznego, czyli odległości 1275 m od linii obronnej obiektów twierdzy, a określone w Najwyższym Rozporządzeniu Gabinetowym z 28.04.1797r. (Weber, 2010). W związku z tym postanowiono objąć badaniami teren w odległości 1500 m od zewnętrznej linii obronnej. Taka odległość pozwoliła prześledzić wybrany teren wokół miasta na mapach we wszystkich badanych przedziałach czasowych.

WYNIKI

Świdnica

Pod koniec XVIII w wokół Świdnicy dominowały użytki zielone, stanowiąc połowę powierzchni, a wraz z nieużytkami 3/4 pokrycia terenu. Pod względem przestrzennym były to tereny otwarte, o dobrej widoczności na znaczną odległość, nie występowały naturalne przesłony dla ewentualnego wroga zbliżającego się do

Great War'. The city called Świdnica became one of the most modern fortresses in the eighteenth century and became known as a fortress of the second category. After a Napoleonic attack, it was destroyed in the first half of the nineteenth century. In comparison with the two former urban fortresses, Świdnica and Nysa, Oleśnica was chosen-a city which had never had modern fortifications-and fell into the third category.

As early as in the 18th century, the area around the fortresses was divided into so-called fortress areas (most often three in the form of rings), in which various restrictions related to the localized buildings and forms of land development were in force. The ordinances issued by the military authorities prohibited property owners from introducing changes without the permission of the headquarters, regarding the height of the land area, the system of ditches, dams and dikes, the course of roads and railway lines, the landscaping of parks, tree nurseries and forests. It was also impossible to reconstruct the bell towers and church towers and construct new tower structures. Determining the research area, it was established that, for each case, it would correspond approximately to the external border of the third fortress area, a distance of 1,275 m from the defensive line of the fortress objects and specified in the Supreme Cabinet Regulation of April 28, 1797. (Weber, 2010). Therefore, it was decided to cover the area at a distance of 1,500 m from the outer defence line. Such a distance allowed us to trace the selected area around the city on maps in all the time intervals studied.

RESULTS

Świdnica

At the end of the 18th century, grassland dominated around Świdnica, constituting half of this area, and, along with wasteland, three quarters of the land cover. In terms of space, these were open areas with good visibility over a considerable distance; there were no natural screens for a possible enemy approaching the fortress. Forests occupied less than a quarter of the land cover. The incidence of industrial areas is recorded. These are not strictly factories or production halls, whose development would take place a hundred years hence, but rather barracks, training squares and military supply warehouses. Communication areas (roads)

twierdzy. Lasy zajmowały mniej niż 1/4 pokrycia terenu. Notuje się występowanie terenów przemysłowych. Nie są to ściśle fabryki czy też hale produkcyjne, których rozwój nastąpi sto lat później, ale zakwalifikowane do tej grupy koszary, place ćwiczebne, czy też magazyny zaopatrzenia wojskowego. Tereny komunikacyjne (drogi) posiadają udział 2,5 % całości badanego obszaru.

Na początku XIX w. zanotowano w Świdnicy wzrost powierzchni użytków zielonych, głównie kosztem powierzchni lasów. Pojawiła się nowa zabudowa miejska i wzrosła powierzchnia zabudowy wiejskiej. Należy pamiętać, że przestają obowiązywać ograniczenia forteczne w obliczu likwidacji twierdzy świdnickiej.

Druga połowa XIX w. dla analizowanego terenu wokół Świdnicy, to wzrost powierzchni przemysłu, zabudowy miejskiej i wiejskiej. Nastąpiło to kosztem zmniejszenia się powierzchni fortyfikacji (likwidacja budowli, wałów, fos) użytków zielonych i nieużytków. Zaobserwowano rozwój powierzchni infrastruktury drogowej do 4%.

W pierwszej połowie XX w. na terenie wokół Świdnicy nastąpił dwukrotny wzrost powierzchni zajmowanej przez przemysł, kosztem powierzchni użytków zielonych. O 1% wzrosła powierzchnia infrastruktury komunikacyjnej – związane to było przede wszystkim z budową linii kolejowych (ryc.2).

Nysa

Pod koniec XVIII w. obszar wokół Nysy nie wiele się różni od otoczenia Świdnicy. Tu użytki zielone wraz z wodami powierzchniowymi stanowią 3/4 pokrycia, tworząc otwartą przestrzeń o dogodnym wglądzie w przedpole twierdzy (nieużytki nie są wyróżnione na mapie). Lasy, podobnie jak w przypadku otoczenia Świdnicy, stanowią mniej niż 1/4 pokrycia terenu. Zapewniało to prawdopodobnie dostęp do budulca w obliczu zbliżającego się oblężenia twierdzy. Tereny komunikacyjne mają podobną wartość 2,5 %. Notuje się większą niż w Świdnicy powierzchnię terenów przemysłowych, ale są to zakwalifikowane do tej grupy koszary, place ćwiczebne, czy też magazyny zaopatrzenia wojskowego.

W pierwszej połowie XIX w. pokrycie terenu wokół Nysy nie zmieniło się. W stosunku do otoczenia Świdnicy więcej było zabudowy wiejskiej, ale tak jest od początku badanych przedziałów czasowych.

W drugiej połowie XIX w. twierdza nyska rozbudowała się. Miała wysoką pozycję wśród kategorii twierdzy, głównie ze względu na warunki

have a share of 2.5% of the total area under study.

At the beginning of the 19th century, an increase in the area of grasslands was recorded in Świdnica, mainly at the expense of forest areas. New urban buildings appeared, and the area of rural buildings increased. It should be remembered that the limits of the fortress ceased to apply in the face of the liquidation of the fortress of Świdnica.

The second half of the 19th century recorded an increase in the area of industry, urban and rural buildings for the analysed area around Świdnica. This occurred at the expense of a reduction in the area of fortifications (liquidation of buildings, embankments, moats) of grassland and wasteland. Observation of the road infrastructure surface indicated a share of up to 4% of the total area under study.

In the first half of the twentieth century, the area around Świdnica had doubled the area occupied by industry, at the expense of grassland. The area of communication infrastructure grew by 1%—this was mainly related to the construction of railway lines (fig. 2).

Nysa

At the end of the 18th century, the area around Nysa was not much different from the surroundings of Świdnica. Here, grassland, along with surface water, constituted three quarters of the cover, creating an open space with a convenient view in the foreground of the fortress (wasteland is not highlighted on the map). Forests, as in the case of the surroundings of Świdnica, constituted less than a quarter of the land cover. This probably gave access to building material in the face of the impending siege of the fortress. Communication areas had a similar value of 2.5%. The area of the industrial areas was larger than in Świdnica, but barracks, training grounds, and warehouses for military supplies were classified in this group.

In the first half of the 19th century, the area around Nysa did not change. In relation to the surroundings of Świdnica, there were more rural buildings, but this is related to how the time periods have been studied.

In the second half of the 19th century, Nysa Fortress expanded. It had a high position among the category of fortresses, mainly due to the technical conditions of the practice fortress for the sapper and fortress corps. The area of fortifications doubled at the expense of the forest area. In the second half of the 19th century, the area of road infrastructure

techniczne twierdzy ćwiczebnej dla korpusów saperskich i fortecznych. Podwoiła się wówczas powierzchnia fortyfikacji kosztem powierzchni lasów. W drugiej połowie XIX w. o 1% wzrosła powierzchnia infrastruktury drogowej.

W pierwszej połowie XX w. związku z likwidacją twierdzy dynamicznie zmieniło się pokrycie terenu. Rozebrano wówczas wiele budowli fortyfikacyjnych (likwidacja obwarowań kleszczowych wokół centrum miasta, zasypianie wodnych fos – to spowodowało zmniejszenie się powierzchni wód powierzchniowych). Nastąpił znaczny wzrost powierzchni zabudowy miejskiej (podobny miał miejsce wokół Świdnicy w drugiej połowie XIX w., również po likwidacji ograniczeń fortecznych związanych z likwidacją twierdzy) (ryc. 3).

Oleśnica

W pierwszej połowie XIX w. wokół Oleśnicy struktura pokrycia terenu była bardzo podobna do Świdnicy i w Nysy. Jedynie powierzchnia zabudowy miejskiej przed murami obronnymi pojawia się tu w sposób naturalny, nie mając od około 200 lat żadnych ograniczeń fortecznych. W drugiej połowie XIX w., w porównaniu z dynamizmem zmian wokół obu miast twierdz nowożytnych, Oleśnica, dawna twierdza średniowieczna trwała nadal w niezmięnionej przestrzeni. Następuje niewielki wzrost powierzchni zabudowy miejskiej i wiejskiej. W Oleśnicy nie zauważa się zmian w wielkości powierzchni infrastruktury drogowej (ryc. 4).

Analizując zmiany pokrycia terenu badanych miast zaobserwowano pewne prawidłowości.

Od początku drugiej połowy XX w. po czasie współczesne wykazano niewielkie zmiany pokrycia terenów wokół badanych miast w stosunku do okresu poprzedniego. Do połowy XX w. na trzech badanych przedpolach miast użytki zielone stanowią ponad połowę powierzchni pokrycia terenu, w granicach 51-60 %.

W drugiej połowie XX w. powierzchnia użytków zielonych zmniejszyła się do około 45%, by współcześnie zmniejszyć się do około 30%. Jest to związane ze zwiększaniem się powierzchni zabudowy miejskiej i dotyczy to terenów wokół wszystkich trzech miast. We wszystkich miastach obserwuje się wzrost terenów zajętych przez powierzchnię infrastruktury komunikacyjnej o ponad połowę wartości osiągniętej w pierwszych dwóch badanych przedziałach czasu.

increased by 1%.

In the first half of the 20th century, the connection with the liquidation of the fortress changed dynamically. At that time, many fortification buildings were demolished (the closure of the pine woods around the city centre and the backfilling of the water moats, resulted in a reduction of the surface water area). There was a significant increase in the urban development area (a similar change place took place around Świdnica in the second half of the nineteenth century, also after the elimination of restrictions related to the liquidation of the fortress) (fig. 3).

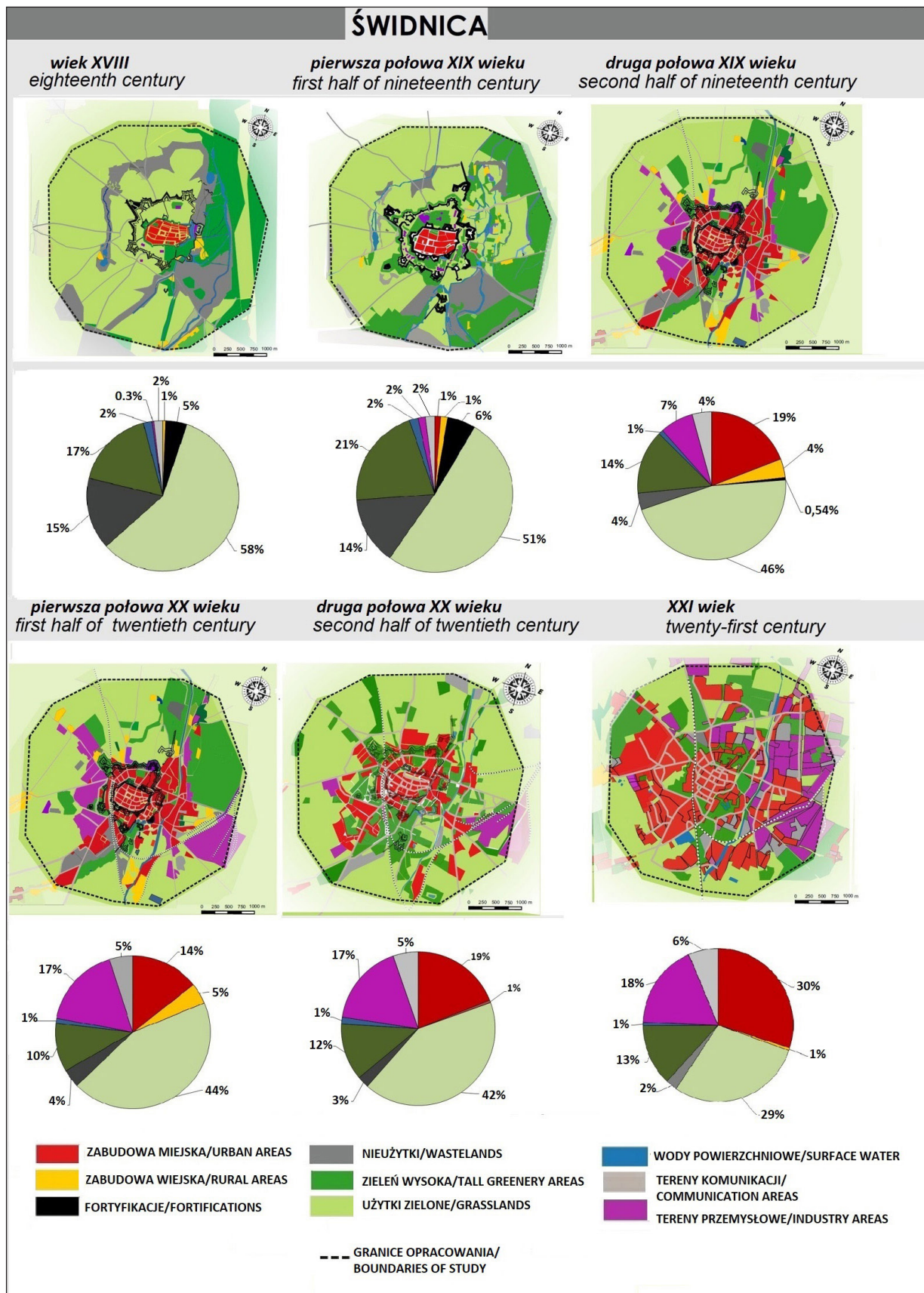
Oleśnica

During the first half of nineteenth century, the structure of land cover was similar to that of Świdnica and Nysa. Changes only appeared within the urban areas in front of the city walls in a natural way, due to the lack of fortress restrictions for about 200 years. During the second half of the 19th century, in comparison with the dynamism of changes around both cities with modern fortresses, Oleśnica-a long-time medieval fortress-remained in an unchanged space. There was a slight increase in urban and rural buildings. There were no changes in Oleśnica in the size of the road infrastructure area (fig. 4).

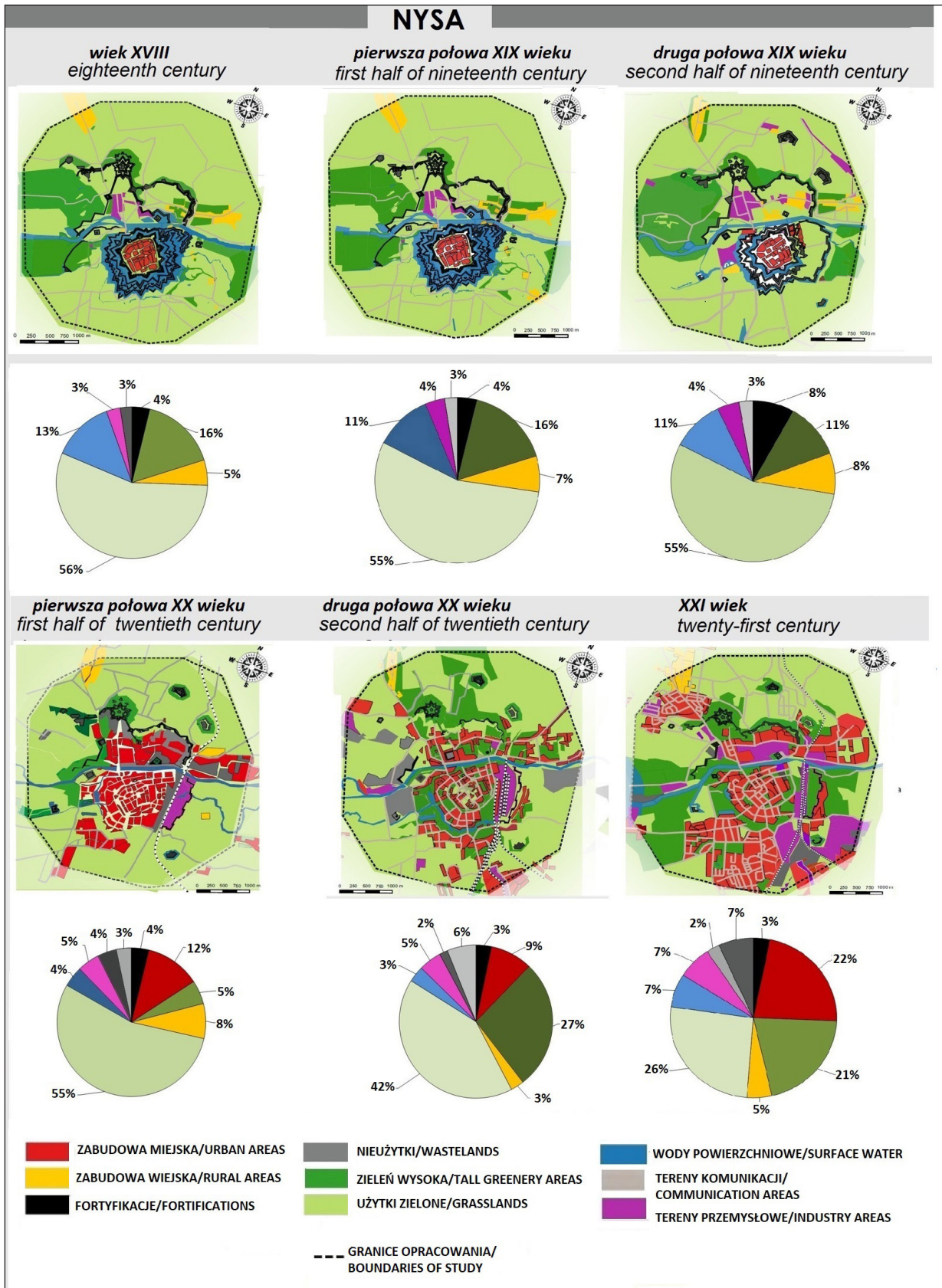
During the analysis of the changes in land cover of the examined cities, some regularities were observed

From the beginning of the second half of the twentieth century to modern times, we can observe that the charts for the cities studied are very similar. This means that the differences of area in all types of land cover are small. During this period, at the three analysed foregrounds in the three cities, grasslands were over 50% of the whole land cover area (between 51% and 60%).

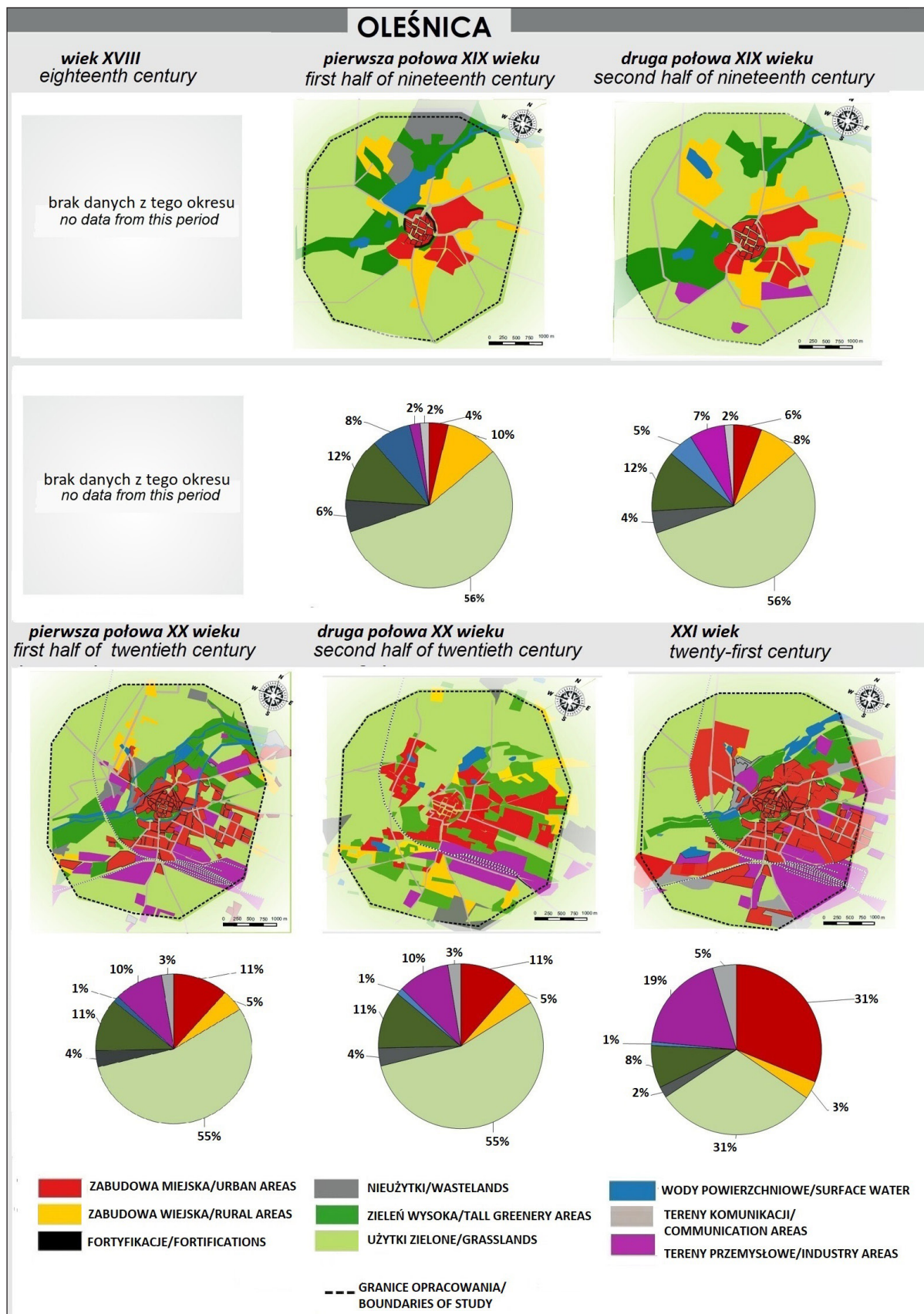
In the second half of twentieth century, the area of grasslands decreased to 45%, then finally it decreased to 30%. This has been caused by the development of urban areas around all three cities. In all cities, we observed the increase of the area covered by transport, from above half of the area during the first two analysed periods. In the case of the surroundings of Oleśnica, the charts show that land forms in the first half of nineteenth century are similar. Modern times brought about the development of the urban and industrial areas.



Ryc. 2. Zmiany form pokrycia terenu wokół Świdnicy. Źródło: opracowanie własne
 Fig. 2. Changes of land cover in Świdnica. Source: own compilation



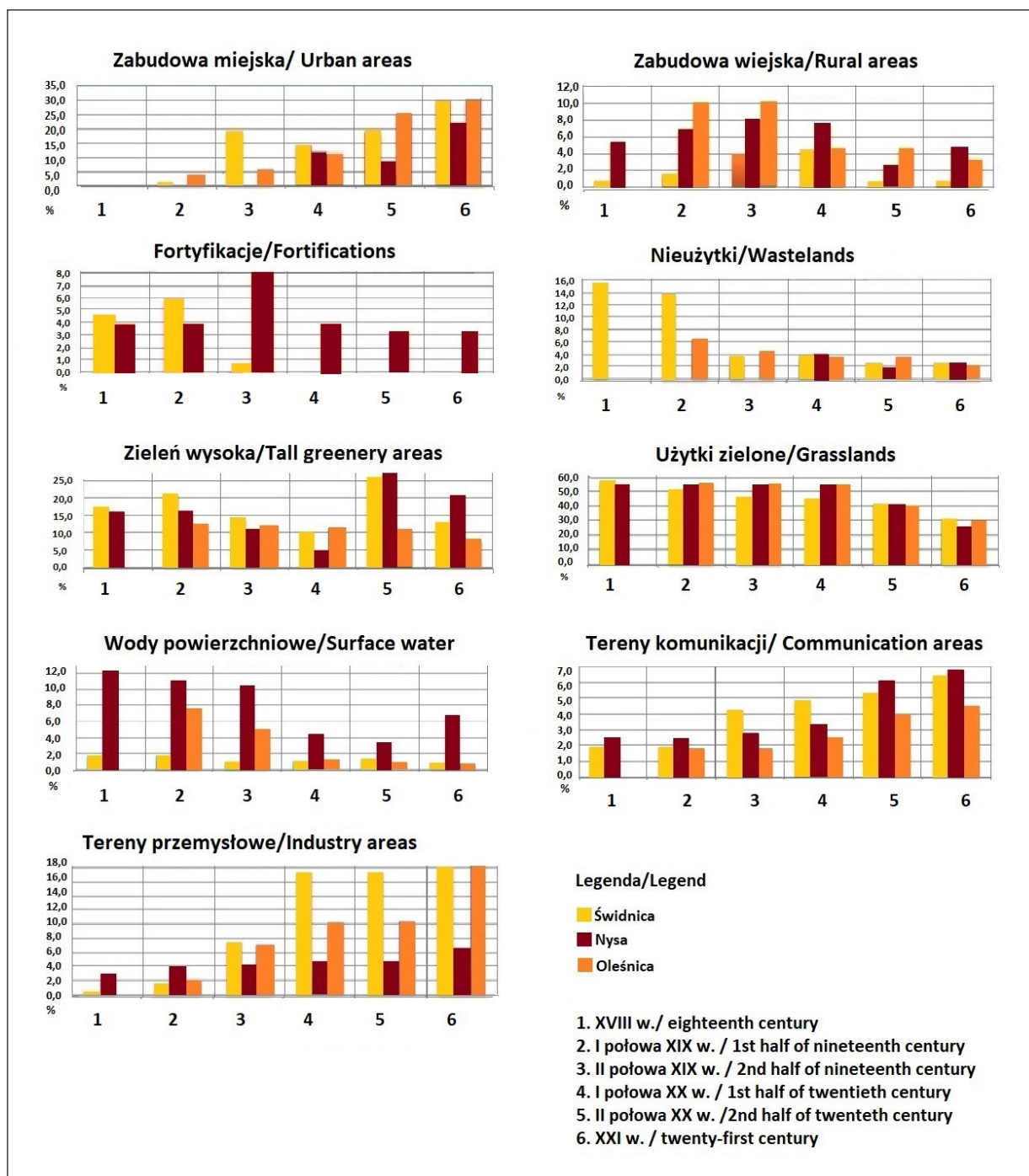
Ryc. 3. Zmiany form pokrycia terenu wokół Nysy. Źródło: opracowanie własne
 Fig. 3. Changes of land cover in Nysa. Source: own compilation



Ryc. 4. Zmiany form pokrycia terenu wokół Oleśnicy. Źródło: opracowanie własne
 Fig. 4. Land cover changes in Oleśnica. Source: own compilation

Dla otoczenia Oleśnicy od pierwszej połowy XIX w. do drugiej połowy XX w. udziały procentowe w poszczególnych formach zagospodarowania terenu były podobne. Dopiero w XXI w. wzrasta udział procentowy powierzchni terenów zajętych przez przemysł i zabudowę miejską, tak też sytuacja przedstawia się w przypadku Świdnicy i Nysy. Większość obszarów zajętych przez różne rodzaje

These two types became the dominating type of land cover. The same situation was found in Świdnica and Nysa. The charts presenting land cover around Świdnica and Nysa look very similar until the liquidation of the fortress restrictions. From this period, this changed: in Świdnica from the second half of the nineteenth century, in Nysa from the first half of the twentieth century. In the case of Oleśnica, if the



Ryc. 5. Porównanie poszczególnych elementów pokrycia terenu dla trzech badanych miast. Źródło: opracowanie własne
 Fig. 5. Comparison of different elements of lands cover for three cities. Own elaboration. Source: own compilation

pokrycia terenu wokół Świdnicy i Nysy do czasu likwidacji ograniczeń fortecznych wygląda bardzo podobnie. Aby momentalnie ulec widocznej zmianie – dla Świdnicy od II połowy XIX w. a dla Nysy od pierwszej połowy XX w., czyli 100 lat później.

Zmiany w formach pokrycia terenu na badanych obszarach w przedziale czasu 250 lat przedstawione zostały w formie graficznej (ryc. 5).

Zmiany w formach pokrycia terenu obejmujące jednocześnie wszystkie trzy miasta można pogrupować następująco (spadek/wzrost)

- **spadek powierzchni:**
 - s1. nieużytków – tendencja spadkowa we wszystkich trzech miastach – pierwsza połowa XIX w. była okresem, kiedy powierzchnia była wokół wszystkich trzech miast na podobnym poziomie. Nieużytki, były jedyną formą pokrycia, która wystąpiła w Nysie dopiero w pierwszej połowie XX w.;
 - s2. wiejskiej zabudowy – do pierwszej połowy XX w. zanotowano wzrost wokół wszystkich miast, a następnie spadać (rozwój miast). W przypadku Świdnicy od drugiej połowy XX w. następuje jej stopniowy zanik;
 - s3. wód powierzchniowych wokół Świdnicy i Oleśnicy. (w Nysie wzrasta ponieważ w XX w. powstaje zbiornik Jezioro Nyskie);
 - s4. użytków zielonych wokół wszystkich miast, niezależnie od statusu miasta-twierdzy;
 - s5. zieleni wysokiej wokół Nysy i Świdnicy od pierwszej połowy XX w.;
- **wzrost powierzchni:**
 - w1. terenów infrastruktury komunikacyjnej, niezależnie od tego czy były one związane z twierdzami nowożytnymi, czy nie – rozwój dróg, pojawienie się linii kolejowych;
 - w2. zajmowana przez przemysł we wszystkich miastach – pojawienie się fabryk, zakładów, rozwój przemysłu niezależnie od rodzaju fortyfikacji; największy skok w drugiej połowie XIX w. i pierwszej połowie XX w.;
 - w3. zabudowy miejskiej Świdnicy w drugiej połowie XIX w (okres po likwidacji twierdzy), w Nysie natomiast w pierwszej połowie XX w. (również okres po likwidacji twierdzy);
 - w4. zieleni wysokiej wokół Nysy i Świdnicy w pierwszej i drugiej połowie XX w.

city had not had urban areas in front of the medieval fortifications, known as the city walls (they have not functioned as such for hundreds of years), in the first part of the nineteenth century, the graph would have shown similar proportions of land coverage as in Świdnica and Nysa.

Changes in particular forms of land cover in the studied area in the period of more than 250 years, have been illustrated in graphic form (fig. 5).

Fig. 5. Comparison of different elements of land cover for three cities. Authors' own work.

Changes in land cover forms in all three cities can be grouped as follows (decrease/increase)

- **decreases of area:**
 - d1. wasteland: a downward trend in all three cities. The first half of the nineteenth century was a period when wastelands were at the same level in all three cities. Wasteland is a form which appeared in Nysa in the first half of the twentieth century;
 - d2. rural areas: until the first half of twentieth century this increased in all cities, then it decreased (urban development). From the second half of twentieth century, these disappeared gradually in Świdnica;
 - d3. the area of surface water in Świdnica and Oleśnica has had a downward trend, while in Nysa it has risen (in the twentieth century, a reservoir called Nyskie Lake was created);
 - d4. regardless of the status of the city-fortresses, the grassland area around all cities decreased;
 - d5. areas of tall greenery areas around Nysa and Świdnica decreased from the first half of twentieth century.
- **increases of areas:**
 - i1. the number of communication areas increased, regardless of whether they were connected with the modern fortress or not. This was caused by the development of roads and the appearance of railways;
 - i2. the increase of industrial areas in all cities, due to the appearance of factories, regardless of fortification type. The biggest increase was between the second half of nineteenth century and the first half of the twentieth century;
 - i3. from the second half of nineteenth century (the period after the liquidation of the fortress) we can observe huge increase of urban areas in Świdnica, while in Nysa,

DYSKUSJA WYNIKÓW

Porównanie uzyskanych wyników z innymi badaniami jest trudne gdyż w literaturze przedmiotu brakuje informacji na temat zmian pokrycia terenu uwzględniających wszystkie badane przez nas formy pokrycia, rodzaj porównywanych fortyfikacji czy miast o porównywalnej wielkości. Dotychczas badania w zakresie zmian dotyczących krajobrazu wokół Twierdzy Poznań w okresie XIX i XX w. prowadzili naukowcy z Poznania (Wilkaniec, Urbański 2010). W swojej pracy zajmowali się oni szczególnie zielenią towarzyszącą obiektom fortyfikacyjnym oraz długością dróg fortecnych, posiadających obsadzenia. Autorzy wysnuli wniosek, że zmiany na obszarze Twierdzy Poznań przez 100 lat prowadziły od form krajobrazu rolniczego do zurbanizowanego.

Badania krakowskie, dotyczące porównania zmian pokrycia terenu twierdzy Zamość oraz przyczółka twierdzy Kraków, dowiodły, że największe zmiany nastąpiły po utracie militarnej funkcji badanych miast (Przegon, 2011). Natomiast szczegółowe zestawienia z wyodrębnieniem kilkunastu form pokrycia terenu opierają się na danych z miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego dla roku 1992 oraz z Ewidencji Gruntów i Budynków dla 2003 r. (Przegon, 2011). Są to jednakże bardzo duże ośrodki miejskie, które nie stanowią punktu odniesienia dla małych miast-twierdz.

W przykładach zagranicznych interesującym dla nas przypadkiem jest badanie zmian pokrycia terenu wokół XVII wiecznego miasta-twierdzy Fredrikstad na południu Norwegii w regionie Østfold. Metodyka pracy polegała na analizie danych statystycznych oraz cyfrowych map satelitarnych (Engelien, Schøning, 1999). Przedział czasowy określony przez autorów (1994-1998) ukazuje jedynie zmiany w krótkim czasie, nie odnosząc się do historii i do analogowej kartografii. Dysponowano kilkunastoma formami pokrycia terenu, począwszy od obszarów zabudowanych po tereny zieleni, wody i na użytkach rolnych kończąc. Źródłem danych były: Centralny Rejestr Ludności, Ewidencja Gruntów i Budynków oraz Centralny Rejestr Nieruchomości, następnie połączono to z danymi pochodzącymi z obrazów satelitarnych. Do wyodrębnienia klas pokrycia terenu wzięto pod uwagę Nordycką klasyfikację pokrycia terenu (tereny sportowe, rolnicze, zabudowę

this happened in the first half of the twentieth century;

– 14. increase of areas of greenery around Nysa and Świdnica in the first and second part of the twentieth century.

DISCUSSION

It is hard to determine or equate the results with other studies, because there is a lack of examples with all land cover forms, type of fortifications, and cities with similar population to cities chosen by us. Until now, studies of land changes around the Poznań fortress, during the turn of the nineteenth and twentieth centuries, have been made by academics from Poznań (Wilkaniec, Urbański 2010). In their study, they analysed green areas accompanying fortresses, fortifications, and the length of fortress roads with their vegetation. They concluded that changes in the Poznań fortress area, over a century, had led to a rural landscape becoming an urban landscape.

Studies by academics from Cracow were concerned with changes of land cover of the Zamość fortress area and the abutment of the Cracow fortress. They concluded that the biggest changes had appeared after the loss of the military function of the cities analysed. On the other hand, there are detailed lists of dozens of types of land cover, based on data from the Land Use Plan and from the Land and Buildings register from 2003 (Przegon, 2011). These are large urban centres, which are not a good reference point for small fortified cities.

One interesting foreign example is the case of a study of Fredrikstad, a fortified city from the seventeenth century. It is located in southern Norway, in the Østfold region. The methodology consisted of an analysis of statistical data and digital satellite maps (Engelien, Schøning, 1999). The time range defined by the author was between 1994 and 1998. This only shows changes over a short period, and it does not refer to historical and analogue cartography. They examined several forms of land cover, beginning from built-up areas, green areas, water, and arable land. The sources of data were: the Central Register of Population, Register of Lands and Buildings, and the Central Real Estate Registry. This was then combined with data from satellite images.

mieszkaniową, usługową, fabryczną). W wyniku przeprowadzonych badań dowiedziono, że na przestrzeni 4 lat wzrosła powierzchnia terenów zajętych przez zabudowę mieszkaniową nisko intensywną, tereny dróg i komunikacji oraz nieznacznie tereny rolne. Nie odnotowano zmian powierzchni wód powierzchniowych, terenów sportowych oraz zabudowy wielorodzinnej. Mimo, że miasto posiada twierdzę bastionową, ten element nie został wyodrębniony w klasyfikacji, więc nie możliwe było prześledzenie jego wpływu na krajobraz. Wiązało się to zapewne z bardzo krótkim przedziałem czasowym badanych lat (Engelien, Schøning, 1999).

Badanie dynamiki zmian form pokrycia terenu na podstawie dawnych materiałów kartograficznych przeprowadzali także J. Skalos et al. (2011). Monitorowali oni zmiany pokrycia terenu z wykorzystaniem metod GIS na obszarach rolniczych, bogatych w zasoby przyrodnicze i kulturowe. Badaniem objęto drugą połowę XVIII w., drugą połowę XIX w. oraz rok 2007. Jednym z problemów była niska dokładność oraz jakość najstarszych map. Badany teren cechował się dużą dynamiką zmian, jakie zaszły przez ponad 250 lat. Zmiany jego pokrycia odpowiadają ogólnej tendencji zmian na terenie całych Czech. Mowa tu o dużym wzroście powierzchni terenów rolniczych z 53% do 67%, przy czym powierzchnia użytków zielonych zmalała o 13%. Natomiast malejący obszar wód powierzchniowych potwierdza ogólną tendencję zmian, jaka miała miejsce pod koniec XVIII w. oraz w pierwszej połowie XIX w. Była ona spowodowana osuszaniem stawów i terenów podmokłych. Zdaniem tych autorów badania pozwalają na zastosowanie wyników w planowaniu krajobrazu i jego odpowiednim zarządzaniu. (Skalos et al., 2011).

WNIOSKI

Wyniki badań autorów potwierdzają, że najczęściej rodzajów pokrycia terenu zmieniło się po likwidacji ograniczeń fortecznych. W przypadku wybranych miast śląskich wzrosła wówczas powierzchnia zabudowy miejskiej, przemysłu i infrastruktury drogowej, natomiast zmalała powierzchnia użytków zielonych i zieleni wysokiej. Zmiany te są podobne mimo różnic lokalizacji (Małopolska i Dolny Śląsk) różnic kulturowych, w tym wpływów różnych szkół fortyfikacyjnych (głównie austriackiej i pruskiej).

To determine the land cover classes, the Nordic Classification of Land Cover (sports, agricultural, housing, services and factories) was used.

As a result of the research, it was proved that, during the four years, low-rise housing, roads, and communication areas had increased, but that agricultural areas had increased slightly. Only areas covered by water, sports, and high intensity buildings hadn't changed. Although the city has a bastion fortress, this element was distinguished in the classification; therefore, it was not possible to examine its impact on the landscape. This was probably connected with the very short time range of the years researched (Engelien, Schøning, 1999).

A study of the dynamics of change in land cover, formed on the basis of historical cartographic materials, was also conducted by scientists from the Czechia universities: Charles University in Prague and the University of Life Sciences in Kostelec nad Černými lesy (Skalos et al., 2011). Their research was related to the monitoring of land cover changes with the use GIS. They monitored changes of land cover using GIS methods in agricultural areas which were rich in natural and cultural resources. The research covered the second half of the eighteenth century, the second half of the 19th century, and the year 2007. One of the problems was the low accuracy and quality of the oldest maps. The area studied was characterized by the high dynamics of changes that have occurred over 250 years. Changes in its coverage corresponded to the general trend of changes throughout the Czech Republic. There was a large increase in the area of agricultural land, from 53% to 67%, while the area of grassland decreased by 13%. However, the decrease in the area of surface water confirmed the general tendency of changes that took place at the end of the 18th century and in the first half of the 19th century. This had been caused by the drying up of the ponds and wetlands. According to these authors, the studies took into account the application of results in landscape planning and its proper management. (Skalos et al., 2011).

CONCLUSIONS

The results of the authors' research confirmed that most types of land cover had changed after the liquidation of the fortress restrictions. In the case of selected Silesian cities, the industry and road infrastructure in urban areas increased, while the area

W Oleśnicy, mieście bez nowożytnych fortyfikacji, w przeciwieństwie do miast-twierdz miał miejsce stały wzrost terenów zabudowy miejskiej, podczas gdy w pozostałych miastach obserwowano się naprzemienne spadki i wzrosty. W Oleśnicy ilość terenów zieleni wysokiej była ogółem najmniejsza ze wszystkich miast, a powodem był prawdopodobnie brak zieleni fortecznej lub pofortecznej.

Podobnie jak w przypadku Zamościa i Krakowa (Przegon, 2011) stwierdzono ograniczenia i trudności w prowadzonych pracach, które wynikały z różnej dostępności materiałów kartograficznych dla poszczególnych miast oraz dużo niższej niż obecnie dokładności pomiarowej przy najstarszych mapach. W przyszłości autorzy planują wykonanie opracowań dla pozostałych miast o rodowodzie fortecznym, a podlegających wpływom pruskiej szkoły fortyfikacyjnej, zlokalizowanych na linii Odry i posiadających podobną wielkość do teraz zbadanych.

of grasslands and tall greenery decreased. These changes are similar, despite differences in location (Małopolska and Lower Silesia) and of cultural differences, including the influence of various fortification schools (mainly Austrian and Prussian). In Oleśnica, a city without modern fortifications, in contrast with the city-fortress, there was a steady increase in urban development areas, while in other cities, there were alternate decreases and increases. In Oleśnica, the number of areas of tall greenery was generally the smallest of all the cities analysed, and the reason for this was probably the lack of fortified or post-fortified green areas.

As in the case of Zamość and Cracow (Przegon, 2011), limitations and difficulties were found in the work carried out, which resulted from the different availability of cartographic materials for particular cities and the measuring accuracy of the oldest maps, which is much lower than at present. In the future, the authors plan to carry out studies for the remaining cities with a fortress pedigree, and subject to the influence of the Prussian school of fortification, located on the Odra line, and having a similar size to those now explored.

REFERENCES

- Aleksandrowicz A., 2010: Rozwój historyczny fortyfikacji w zarysie. Wyd. Napoleon V Oświęcim: 47-59.
- Bajkiewicz-Grabowska E., Mikulski Z., 2006: Hydrologia ogólna. Wyd. PWN Warszawa: 20-30.
- Baranowski M., Ciołkosz A., 1996: Opracowanie bazy danych pokrycia terenu Polski [w:] Prace Instytutu Geodezji i Kartografii t. XLIV: 7-28.
- Bochenek R.H., 2003: Twierdza Modlin, Dom wydawniczy Bellona, Warszawa: 77-90.
- Chmielewski J., Kułak A. Michalik-Śnieżek M., 2014: Method of retrospective evaluation of physiognomic landscape changes and its application in the West Polesie region (CE Poland) [w:] Regional Environmental Change, 14: 1627-1639.
- Chrysoulakis, N., Keramitsoglou, I., Cartalis C., 2003: Hydrologic land cover classification mapping at the local level with the combined use of ASTER multispectral imagery and GPS measurements [w:] Proceedings of 10th SPIE International Symposium on Remote Sensing: Remote Sensing for Environmental Monitoring, GIS Applications, and Geology III: 5239.
- Czarnecki W., 1961: Tereny zielone. Planowanie miast i osiedli, t. 3, Poznań, Państwowe Wydawnictwo Naukowe: 12-24.
- Czerwieniec M., Lewińska J., 1996: Zieleń w mieście, Warszawa, IGPIK. Agencja Wydawnicza: 14-17.
- Engelien E., Schøning P., 1999: Land Use Statistic for Urban Settlements. Methods based on the use of administrative registers and digital maps, Statistics of Norway źródło: https://www.ssb.no/a/histstat/doc/doc_199921.pdf.
- Jankowski W., 1961: Niemiecka mapa w skali 1:25000 na terenach polskich na wschód od Odry i Nysy [w:] Przegląd Geodezyjny: 417-458.
- Koreleski K., 2009: Protection and shaping of agricultural areas within the system of rural landscape creation [w:] Infrastructure and ecology of rural areas 4/2009: 7-9.

- Kunz M., 2008: Pokrycie terenu jako kryterium różnicowania struktury krajobrazu wybranych obszarów chronionych Pomorza [w:] *Archiwum Fotogramterii, Kartografii i Teledetekcji*, Vol.18: 313.
- Małachowicz E., 2000: Nowożytny fortyfikacje Śląska europejskim dziedzictwem kultury [w:] *Fortyfikacja europejskim dziedzictwem kultury Tom XII Nowożytny fortyfikacje Śląska Twierdza Kłodzko i Srebrna Góra, Fortyfikacja seria wydawnicza Towarzystwa Przyjaciół Fortyfikacji*, Warszawa: 8.
- Mereso E., 2015: Applications of Geoinformatics Technology in Land Use Land Cover Change Detection using Multi-Temporal Satellite Images: the Case of Mariamdehantabia, Tigray Region, Northern Ethiopia [w:] *Journal of Environment and Earth Science* Vol. 5: 15.
- Myga- Piątek U., Nita J., 2003: The Computer Analysis of geoenvironmental Changes of Będzin Town on Historical Maps [w:] *Geographical Information Systems – Interdisciplinary aspects (red.): M. Gajos, U. Myga-Piątek, Uniwersytet Śląski, Hrvatski Informatički Zbor, Stowarzyszenie Silgis, Sosnowiec-Zagrzeb: 343-360.*
- Myczkowski Z., Staniewska A., Wielgus K., 2010: *O przyszłość Twierdzy Kraków : opracowanie studialne dla Programu Planu Ochrony Zespołu Historyczno-Krajobrazowego Twierdzy Kraków; Urząd Miasta Krakowa. Wydział Kultury i Dziedzictwa Narodowego. Oddział Ochrony Zabytków. Kraków: Wydaw. „CZUWAJMY”. Atlas Twierdzy Kraków. Seria 2, Prace Studialne: 100-101.*
- Plit J., 2012: Źródła kartograficzne w badaniach Krajobrazu Kulturowego, *Prace Komisji Krajobrazu Kulturowego*, nr 16: 9.
- Przegon W., 2011 *Zmiany użytkowania ziemi na przykładzie Podgórze i Zamościa w świetle materiałów kartograficznych. Wyd. Naukowe Akapit. Kraków: 23-105.*
- Ptaszycka A., 1950: *Przestrzenie zielone w miastach*, wyd. Ludowa Spółdzielnia Wydawnicza, Poznań 2010: 147-158.
- Siedlik K., 2010: *Instrukcje geodezyjne Pomorza, Nowej Marchii oraz Meklemburgii jako odzwierciedlenie rozwoju miernictwa w XVII i XVIII w., źródło: http://www.geodezjaszczecin.org.pl/stara_strona/Konferencje/Konf2010/k11.pdf.*
- Skalos J., Weber M., Lipsky Z., Trpakova I., Santruckova M., Uhlirva L., Kukla P., 2011: Using old military survey maps and orthophotograph maps to analyse long-term land cover changes .Case study (Czech Republic) [w:] *Applied Geography* 31: 428-429.
- Weber K., 2010: *Rayon- eine Kunstlandschaft. Ein Beitrag zum Vorgelände neuzeitlicher Festungen* [w:] Dieter Hanlein (Hrsg.): *Leben in und mit Festungen (Festungsforschung, Bd.2.) Regensburg: 126.*
- Wilkaniec A., Urbański P., 2011: *Twierdza Poznań w krajobrazie na przestrzeni XIX i XX w. od krajobrazu rolniczego po zurbanizowany* [w:] *Acta Scientiarum Polonorum Administratio Locorum*, 9: 2.