

MICHAŁ SOBALA

Katedra Geografii Regionalnej i Turystyki Uniwersytetu Śląskiego
m-sobala@wp.pl

Zastosowanie austriackich map katastralnych w badaniach użytkowania ziemi w połowie XIX wieku

Zarys treści. Autor przedstawia sposób przygotowania i przetworzenia austriackich map katastralnych do postaci umożliwiającej analizowanie użytkowania ziemi w połowie XIX wieku oraz prezentuje przykładowe opracowania wyników.

Słowa kluczowe: austriackie mapy katastralne, kalibracja map archiwalnych, GIS historyczny, użytkowanie ziemi

1. Wprowadzenie

Austriackie mapy katastralne stanowią bardzo cenny materiał źródłowy wykorzystywany w badaniach naukowych (J. Wolski 2000). Zastosowano je m.in. do analizy historycznych zmian struktury przestrzennej krajobrazu i środowiska geograficznego (R. Mydel 1973, J. Lach 1993, J. Wolski 2007), w badaniach osadnictwa wiejskiego (S. Leszczycki 1932, W. Schramm 1961, H. Szulc 1963, 1969), rozwoju sztuki ogrodowej (G. Ciołek 1965, 1978, A. Zachariasz 1996) oraz do rekonstrukcji zmian biegu koryta Wisły (K. Trafas 1975). Badania naukowe z wykorzystaniem map katastralnych prowadzone są także na świecie (S.A. Cousins 2001, F. Petek i J. Firdl 2004, L.N. Hamre i inni 2007).

W ciągu ostatnich kilkunastu lat pojawiły się zupełnie nowe metody badawcze wykorzystujące techniki i narzędzia GIS. Mogą być one zastosowane do analizy danych zawartych na mapach katastralnych, po ich wcześniejszym przetworzeniu. Powiększa to znacznie możliwości analizy geograficzno-historycznej. Celem artykułu jest przedstawienie możliwości zastosowania austriackich map katastralnych do analizy użytkowania ziemi za pomocą wybranych narzędzi GIS – programu ArcGIS 9.3.

2. Austriacki kataster na ziemiach polskich

Austriackie mapy katastralne wchodziły w skład operatu katastralnego sporządzonego na podstawie patentu cesarza Franciszka I o podatku gruntowym z dnia 23 grudnia 1817 roku (S. Goraj 1982). Na ziemiach polskich, należących wówczas do Austrii, wykonane zostały dla terytorium ówczesnej Galicji i Śląska Cieszyńskiego (tereny w obrębie dzisiejszych województw: podkarpackiego, małopolskiego i śląskiego) (J. Wolski 2000). Pomiar dla katastru na Śląsku Cieszyńskim zakończono w 1836 roku, a w Galicji wykonano go w latach 1824–1830 i 1844–1854. Operat katastralny sporządzany był dla każdej gminy katastralnej i składał się z dwóch części: kartograficznej (mapa katastralna, szkice indykacyjne, manualia) i opisowej (protokół parcelowy, arkusze posiadłości gruntowych, sumariusz, alfabetyczny spis posiadaczy, wypisy hipoteczne) (S. Goraj 1982, A. Koniasz 2000). Obecnie materiały katastralne są rozproszone po wielu archiwach państwowych. Część uległa zniszczeniu lub została wywieziona w czasie II wojny światowej, inne używane były przez wiele lat w bieżącej pracy urzędów (J. Wolski 2000). Szczegółowe informacje o części zasobów można znaleźć m.in. w pracach A. Biernat i A. Laszuka (1998) oraz B. Bobusi (1998).

3. Systemy Informacji Geograficznej w badaniach geograficzno-historycznych

Metody GIS dały badaczom różnych dyscyplin nowe możliwości dokonywania analiz przestrzennych (J. Urbański 2010). Podstawowym składnikiem każdego systemu informacji geograficznej jest baza danych. Danym odpowiadają

trzy podstawowe cechy: odniesienie przestrzenne (położenie obiektu w określonym układzie współrzędnych i relacje topologiczne), atrybuty opisowe i odniesienie czasowe (J. Paślawski i inni 2006). W związku z zastosowaniem systemów informacji geograficznej do badań przeszłości powstało w ostatnich latach pojęcie „GIS historyczny” (*historical GIS*), określane czasem skróttem HGIS. Zdaniem A.K. Knowles (2008) jest to nie tyle metoda badawcza, co naukowa praktyka uznawana coraz częściej za interdyscyplinarny kierunek badawczy (A. Affek 2012). W Polsce GIS historyczny był przedmiotem zainteresowania m.in. B. Szadego (2008) i K. Wnęka (2010).

4. Etapy przetwarzania map

W celu wykonania analiz przestrzennych za pomocą metod GIS konieczne jest przetworzenie map katastralnych z postaci papierowej do postaci cyfrowej w formacie wektorowym lub rastrowym, w zależności od przyjętego sposobu prezentacji danych. W niniejszej pracy wykorzystano oba modele danych.

W pracy wykorzystano mapy katastralne gminy katastralnej Ostre w skali 1:2880 sporządzone w 1845 roku, znajdujące się w Archiwum Państwowym w Katowicach, Oddział w Żywcu. Udostępniane są one w postaci skanów w formacie TIF o rozdzielczości 200 lub 400 dpi.

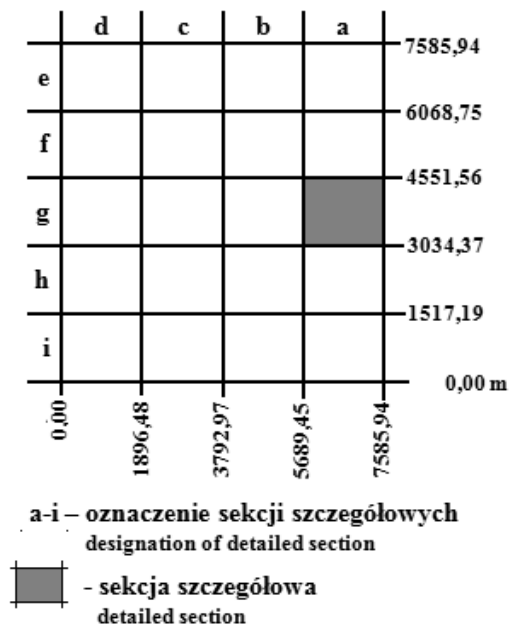
4.1. Kalibracja map katastralnych

Jednym z ważniejszych problemów pojawiających się przy wykorzystywaniu archiwalnych map katastralnych jest ich kalibracja, zwłaszcza jeśli dane uzyskane z tych map mają być porównywalne z danymi pochodzącymi z map wykonanych w innej skali i innym odwzorowaniu (J. Wolski 2001). Obraz rastrowy uzyskany w wyniku skanowania map „papierowych” jest w jakimś stopniu zniekształcony. Przyczyna tego tkwi zarówno w przebiegu samego procesu (przesunięcie papieru, jałowy poślizg rolek), jak i w deformacji map będącej efektem skurczu papieru. Usunięciu geometrycznych zniekształceń obrazów rastrowych oraz ich osadzeniu w zdefiniowanym układzie współrzędnych służy kalibracja. Składa się ona z dwóch etapów:

- 1) obliczenia macierzy przekształceń i wykonania właściwej transformacji geometrycznej,
- 2) interpolacyjnego przepróbkowania zniekształconego obrazu do nowego rastra o regu-

larnej wielkości, czyli tzw. redystrybucji pikseli (J. Wolski 2007).

Do dokładnej kalibracji map katastralnych niezbędna jest informacja o lokalnym układzie odniesienia i użytym odwzorowaniu. W celu uniknięcia błędów z powodu elipsoidalnego kształtu Ziemi, współrzędne punktów triangulacji katastralnej dla różnych obszarów obliczono w odrębnych układach (A. Konias 2000). Na terenie Polski objętym katastrem austriackim znajdują się fragmenty trzech układów: lwowskiego (punkt zerowy – Wysoki Zamek we Lwowie), wiedeńskiego (punkt zerowy – Kościół św. Szczepana w Wiedniu) i węgierskiego (punkt zerowy – Obserwatorium Astronomiczne w Budapeszcie). W poszczególnych układach wprowadzono podział sekcyjny prostokątny na arkusze triangulacyjne (kwadraty o boku 1 mili austriackiej). Każdy arkusz podzielono równoległe do osi odciętych na 4 części i równoległe do osi rzędnych na 5 części, tworząc w ten sposób 20 zasadniczych jednostek, zwanych sekcjami szczegółowymi, które *de facto* stanowią arkusze mapy katastralnej (ryc. 1).



Ryc. 1. Podział arkusza triangulacyjnego na sekcje szczegółowe (S. Goraj 1982)

Fig. 1. Division of a triangulation sheet into detailed sections (S. Goraj 1982)

Istota współrzędnych katastralnych, a zwłaszcza sposób ich obliczania, wzbudził w Polsce w latach trzydziestych XX wieku dyskusję (J. Słomczyński 1933, F. Biernacki 1934). Mapy zostały sporządzone najprawdopodobniej w odwzorowaniu walcowym wiernoodległościowym poprzecznym Cassiniego-Soldnera lub w niejednorodnym odwzorowaniu kartograficznym, jedynie opartym na odwzorowaniu Cassiniego-Soldnera (J. Wolski 2000). Dane o lokalnych układach odniesienia i odwzorowaniu kartograficznym zastosowanym do austriackich map katastralnych nie są domyślnie wprowadzone do aplikacji GIS, jednak istnieje możliwość ręcznego wpisania ich parametrów (tab. 1). Dokładny opis optymalnej me-

– pasie milowym równoległym do południka zerowego (osi odciętych) zwanym „kolumną”, oznaczonym na wschód lub zachód od tego południka cyfrą rzymską wraz z oznaczeniem kierunku (OC – kierunek wschodni, WC – kierunek zachodni),

– pasie milowym równoległym do osi rzędnych zwanym „wierszem” i oznaczonym liczbą arabską (numeracja od pasa najdalej wysuniętego na północ),

– sekcji szczegółowej oznaczonej małymi literami alfabetu (od wschodu ku zachodowi – a, b, c, d oraz od północy ku południowi – e, f, g, h, i).

Ponadto niezbędna jest znajomość długości boku arkusza milowego (7585,94 m) i wymiary

Tab. 1. Parametry odwzorowania kartograficznego i lokalnego układu katastralnego wykorzystanych map (A. Affek 2012, zmodyfikowane)

Parametr		Wartość
Odwzorowanie Cassiniego-Soldnera		
Odcięta punktu głównego (FE)		0
Rzędna punktu głównego (FN)		0
Współczynnik skali		1
Szerokość geograficzna punktu początkowego		+49,84916°
Długość geograficzna punktu początkowego		+41,70893° od Ferro austriackiego
Lwowski układ katastralny		
Południk zerowy	Ferro austriackie	-17,66667°
Elipsoida austriacka	Wielka półoś (a)	6376033 m
	Mała półoś (b)	6356354 m
	Odwrotność spłaszczenia (1/f)	324

tody kalibracji archiwalnych map przedstawia A. Affek (2012). Na tej podstawie dokonano kalibracji posiadanych map, które znajdują się w obrębie lwowskiego układu katastralnego.

W pierwszej kolejności, wykorzystując współrzędne narożników arkuszy, przeprowadzono transformację afiniczną. Wzory potrzebne do obliczenia współrzędnych narożników map podaje S. Goraj (1982). Do zastosowania wzorów niezbędna jest znajomość godła mapy zawierającego informacje o:

sekcji szczegółowej (1517,19 m × 1896,48 m) (ryc. 1).

Po obliczeniu współrzędnych narożników i przeprowadzeniu transformacji afinicznej przystąpiono do weryfikacji dokładności kalibracji. Średni błąd RMS (*root mean square*) dla poszczególnych arkuszy map nie przekroczył wartości 4,91 m. Przyjęta arbitralnie przez J. Wolskiego (2007) maksymalna dopuszczalna wartość błędu RMS dla austriackich map katastralnych wynosi 10 metrów.

Kolejnym krokiem kalibracji jest transformacja historycznego lokalnego układu odniesienia do współczesnego układu odniesienia. Z uwagi na to, że treść mapy cyfrowej sporządzonej na podstawie map katastralnych będzie docelowo porównywana z treścią map prezentujących użytkowanie ziemi w innych przekrojach czasowych, dokonano jej generalizacji do skali 1:10 000. W związku z tym wybrano układ współrzędnych prostokątnych płaskich „1992” odpowiedni dla tej skali. Na tym etapie kalibracji zastosowano uproszczoną transformację Helmerta z trzema parametrami przesunięcia środka układu współrzędnych (dx , dy , dz) z wykorzystaniem odwrotnych wzorów Mołodieńskiego. Parametry te obliczono za pomocą rozszerzenia „Inverse Molodensky” – bezpłatnej aplikacji GIS ILWIS¹. Do ich obliczenia niezbędne jest podanie parametrów elipsoidy historycznej oraz współrzędnych geograficznych i wysokości elipsoidalnych trzech punktów styczności w dwóch układach (historycznym i współczesnym). Sposób wykonania tej transformacji opisuje A. Affek (2012). Dopiero po jej przeprowadzeniu program uwzględni różnicę położenia południka zerowego (Ferro – Greenwich), co może być wcześniej potraktowane jako błędne wykonanie transformacji afinicznej. W ten sposób uzyskano podkład rastrowy o znanym odniesieniu przestrzennym.

Przyjmuje się, że ostatnim etapem kalibracji austriackich map katastralnych powinno być przeprowadzenie transformacji opartej na wielomianach wyższych stopni z wykorzystaniem punktów dostosowania z obszaru mapy (R.J. Kadaj 2002, P. Hanus i K. Kremiec 2005, H. Kubowicz 2007, J. Taszakowski 2011). Najlepszymi punktami, tj. najlepiej zachowanymi w terenie i należycie wyznaczonymi na mapie, są trójmiejsze parcel macierzystych czyli skrzyżowania międz będących granicami trzech parcel należących do różnych właścicieli i budynki (J. Taszakowski 2011). Punkty te powinny być rozmieszczone równomiernie na całym obszarze podlegającym transformacji, natomiast punkty skrajne (brzegowe) powinny tworzyć figurę wypukłą obejmującą transformowany obszar. Ich liczba powinna wynosić od kilkudziesięciu do kilkuset na arkusz. Liczba ta zawiera przypadki błędów grubych lub tzw. elementów odstających, które należy wykluczyć na etapie ostatecznej transformacji

(R.J. Kadaj 2002). Z uwagi na niewystarczającą liczbę punktów dostosowania oraz ich nierównomierne rozmieszczenie (punkty dostosowania znajdują się tylko w niektórych częściach arkuszy map, a miejscami brakuje ich zupełnie), autor zrezygnował z przeprowadzenia ostatniego etapu kalibracji. Zdaniem R.J. Kadaja (2002), w przypadku obszarów małych o rozpiętości nieprzekraczającej 5 km, można zastosować transformację Helmerta. Wówczas popełniony błąd systematyczny mieści się w granicach błędów pomiarowych. Obszar na wykorzystanych w pracy mapach katastralnych spełnia ten warunek. Opis wykonania transformacji przedstawiono wyżej.

4.2. Digitalizacja

Kolejnym etapem pracy było przeprowadzenie digitalizacji ekranowej z wykorzystaniem metody zwanej snappingiem. Jest ona konieczna w przypadku tworzenia obiektów poligonowych i polega na przechwytywaniu położenia kursora przez liniowe elementy obiektu, dzięki czemu wprowadzane współrzędne są identyczne ze współrzędnymi obiektu, przez które zostały przechwycone (J. Urbański 2010). Digitalizacji ekranowej towarzyszyło tworzenie bazy danych o formach użytkowania ziemi.

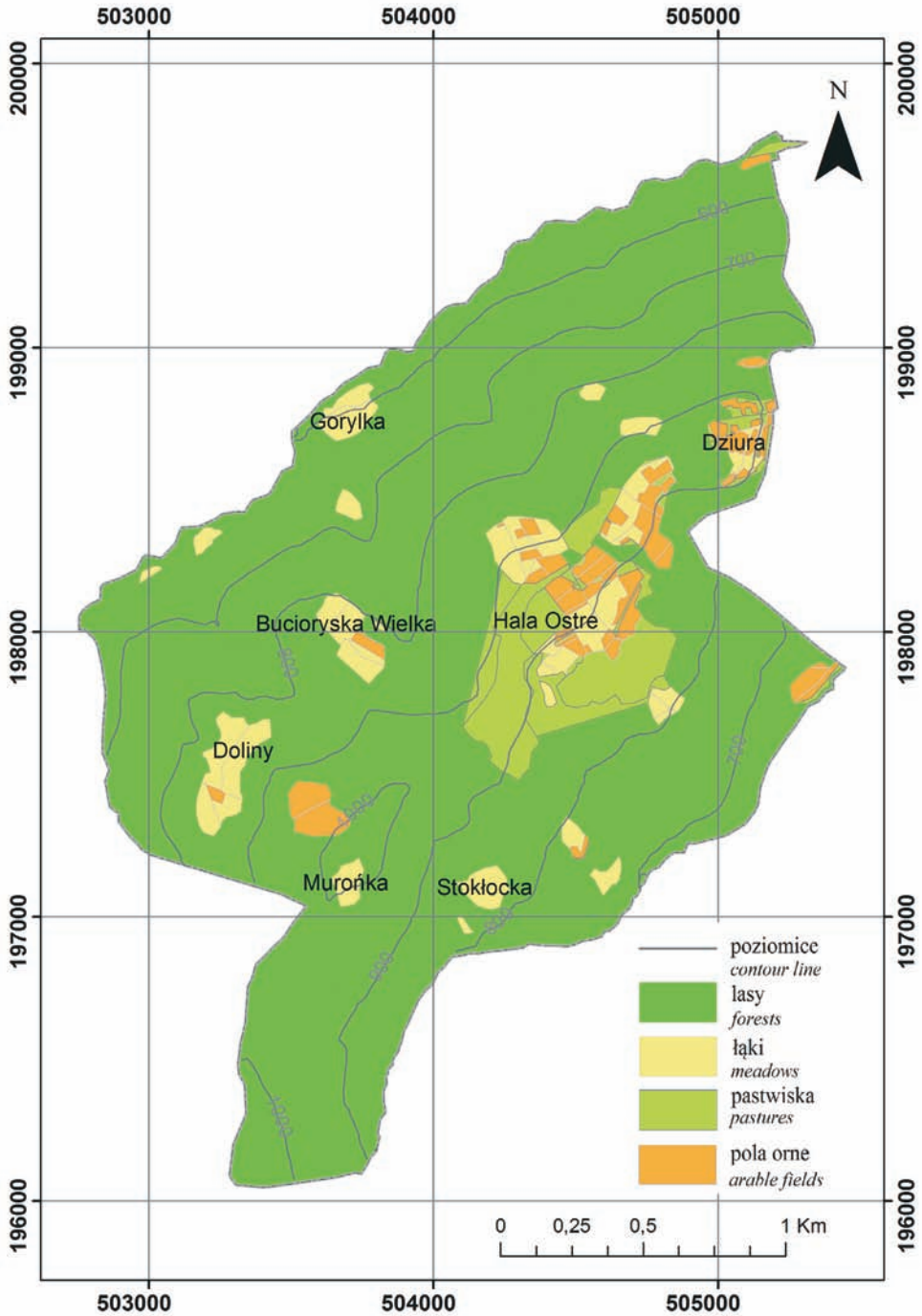
Podczas digitalizacji ekranowej generowane są zazwyczaj błędy. Typowymi błędami są: podwojenie węzła, niedociągnięcie linii, niedomknięcie poligonu, zapętlenie, niedokładne spasowanie granic poligonów, czyli utworzenie poligonów resztkowych (S.S. Maraś i inni 2010). Do ich wykrycia i eliminacji wykorzystano narzędzie budowy topologii.

W wyniku opisanych prac otrzymano mapę wektorową umożliwiającą przeprowadzenie analiz przestrzennych za pomocą metod GIS.

5. Analiza użytkowania ziemi

Analizę przestrzennego rozmieszczenia poszczególnych form użytkowania ziemi można przeprowadzić za pomocą rozszerzenia V-LATE programu ArcGIS. Daje ono możliwość uzyskania podstawowych informacji o powierzchni i procentowym udziale poszczególnych form użytkowania ziemi. Ich rozmieszczenie przedstawia rycina 2. W pracy skupiono się na użytkach rolnych stanowiących charakterystyczną cechę krajobrazu kulturowego gminy kata-

¹ http://www.itc.nl/ilwis/downloads/tools/geodeticTools.asp#ilw_inv_molodensky



Ryc. 2. Mapa użytkowania ziemi fragmentu gminy Ostre sporządzona na podstawie map katastralnych z 1845 r.

Fig. 2. Map of land use of the part of Ostre commune made on the basis of cadastral maps from 1845

stralnej Ostre. Zajmują one powierzchnię 0,8 km², z czego 76,5% przypada na użytki zielone (łąki i pastwiska), a 23,5% na grunty orne.

Wykorzystując dane wysokościowe, otrzymane z numerycznego modelu terenu, można prze-

prowadzić analizę struktury użytkowania ziemi w poszczególnych strefach wysokościowych. Numeryczny model terenu pozyskano z zasobów Wojewódzkiego Ośrodka Dokumentacji Geodezyjnej i Kartograficznej w Katowicach. Został on

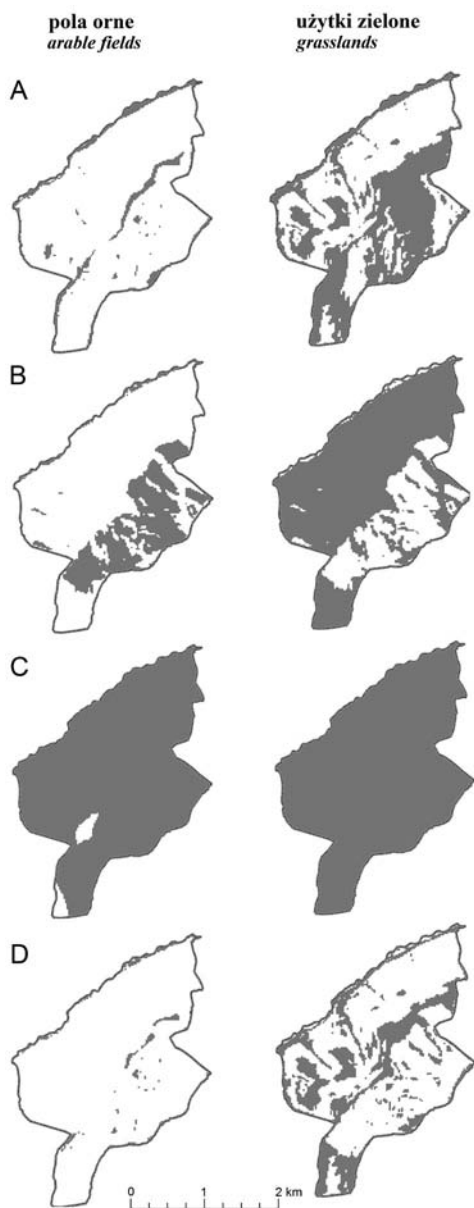
Tab. 2. Struktura użytków rolnych w poszczególnych strefach wysokościowych

Typ użytku rolnego	Powierzchnia [m ²]	Struktura procentowa	Zalecana struktura procentowa
strefa wysokościowa 300 – 600 m n.p.m.*			
grunty orne	3215	18,0%	50,0%
użytki zielone	14 687	82,0%	50,0%
strefa wysokościowa 600 – 800 m n.p.m.			
grunty orne	14 761	23,9%	25,0%
użytki zielone	46 982	76,1%	75,0%
strefa wysokościowa 800 – 1000 m n.p.m.			
grunty orne	168 881	23,7%	10,0%
użytki zielone	544 106	76,3%	90,0%
strefa wysokościowa powyżej 1000 m n.p.m.			
grunty orne	1776	17,0%	0,0%
użytki zielone	8676	83,0%	100,0%

* najniższy położony punkt znajduje się na wysokości 531,3 m n.p.m.

Tab. 3. Odsetek powierzchni wybranych użytków rolnych na obszarach o optymalnych warunkach ich lokalizacji

Czynnik lokalizacji	Kryterium lokalizacji	Powierzchnia obszarów spełniających kryterium [m ²]	Udział procentowy powierzchni spełniającej kryterium
grunty orne			
nachylenie	poniżej 10°	26 910	14,2%
ekspozycja	112,5°–247,5°	75 417	39,9%
wysokość	poniżej 1000 m n.p.m.	186 857	98,8%
wszystkie kryteria łącznie		7552	4,0%
użytki zielone			
nachylenie	poniżej 20°	532 718	86,5%
ekspozycja	poza 112,5°–247,5°	367 946	59,8%
wysokość	poniżej 1200 m n.p.m.	615 742	100,0%
wszystkie kryteria łącznie		299 650	48,7%



Ryc. 3. Obszary optymalnej lokalizacji pól ornych i użytków zielonych wg stanu z 1845 r. na podstawie map katastralnych. Czynniki lokalizacji: A – nachylenie (w stopniach), B – ekspozycja (w stopniach), C – wysokość (m n.p.m.), D – wszystkie kryteria łącznie

Fig. 3. The areas of the optimum localization for arable field and grassland in 1845 on the basis of cadastral maps. Location factor: A – slope (degrees), B – aspect (degrees), C – altitude (m a.s.l.), D – all criterions together

wykonany na podstawie kolorowych zdjęć lotniczych z 2009 r. i dostępny jest w trzech formatach cyfrowych: plik TIN (ESRI), plik TTN (INTEGRAPH) i plik tekstowy ASCII. W pracy wykorzystano pliki TIN konwertowane następnie do postaci rastrowej. Poszczególne pliki odpowiadają zasięgom arkuszy w układzie współrzędnych płaskich prostokątnych „1992” w skali 1:10 000. Porównanie danych dotyczących struktury użytkowania ziemi w poszczególnych strefach wysokościowych z zaleceniami opisanymi w literaturze (L. Starkel 1972) daje możliwość oceny jej poprawności z gospodarczego punktu widzenia. Przykładowe zestawienie wyników zawiera tabela 2.

Użycie numerycznego modelu terenu daje także możliwość określenia, w jakim stopniu ukształtowanie terenu wpłynęło na rozmieszczenie poszczególnych form użytkowania ziemi. Wyboru kryteriów wyznaczających optymalne warunki lokalizacji użytków rolnych dokonano na podstawie literatury (L. Kulik i inni 1959, L. Starkel 1972, R. Kostuch 1976, B. Adamczyk i inni 1980, S. Jagła i inni 1981). Są to nachylenie i ekspozycja stoków oraz wysokość bezwzględna. Ponadto za pomocą narzędzia „Kalkulator rastrowy” wyznaczono obszary, gdzie wszystkie trzy kryteria lokalizacji spełnione są łącznie. Wyniki zaprezentowano na rycinie 3 i w tabeli 3. Na tym etapie prac wykorzystano model rastrowy.

6. Podsumowanie

Austriackie mapy katastralne są cennym źródłem informacji o użytkowaniu ziemi w połowie XIX wieku na ziemiach polskich, które znajdowały się pod zaborem austriackim. Ich ogromna wartość wynika przede wszystkim z dużej staranności wykonania, użycia wysokiej jakości materiału do rysunku, zastosowania dużej skali oraz bogatej treści, na którą składają się m.in.: ogrody (ozdobne, owocowe, warzywne), winnice, plantacje (chmielu, tytoniu), łąki (suche, mokre, z drzewami owocowymi), pastwiska, bagna, krzaki, lasy (liściaste, świerkowe, mieszane, szkółki leśne), jeziora, stawy, rzeki, potoki, kopalnie (piasku, żwiru, gliny), kamieniołomy, torfowiska, nagie skały, budynki (drewniane, murowane, świątynie, ruiny), cmentarze, place targowe oraz ponad 70 znaków konwencjonalnych określających charakter dróg, budynków i urządzeń technicznych w terenie (Z. Wzorek 1951).

Zastosowanie metod GIS daje nowe możliwości wykorzystania map archiwalnych w badaniach użytkowania ziemi. Aby wyniki analiz były rzetelne, konieczne jest wykonanie prawidłowej kalibracji. Warunek jej poprawnego przeprowadzenia stanowi dokładna znajomość matematycznych i geodezyjnych podstaw wykonania map katastralnych. Zastosowana w pracy metoda kalibracji daje zdaniem A. Affeka (2012) możliwość maksymalnego wykorzystania informacji zawartych na dawnych mapach.

Przetworzenie map katastralnych z postaci papierowej do postaci cyfrowej w zapisie wektorowym daje możliwość przeprowadzenia szczegółowych analiz użytkowania ziemi, w tym określenia struktury użytków w połowie XIX wieku.

W połączeniu z danymi wysokościowymi, użytymi z numerycznego modelu terenu, można określić zarówno wpływ ukształtowania terenu na rozmieszczenie różnych form użytkowania ziemi, jak i strukturę użytków w poszczególnych strefach wysokościowych. Uzyskane wyniki mogą stanowić bazę wyjściową do poszukiwania innych czynników, które mogły wpływać na strukturę użytkowania ziemi. Zebranie materiałów kartograficznych dla różnych przekrojów czasowych i przeprowadzenie na ich podstawie analiz, może dać interesujące wyniki dotyczące zmian użytkowania ziemi. Przytoczone przykłady przedstawiają jedynie wybrane możliwości zastosowania metod GIS do analiz danych uzyskanych na podstawie austriackich map katastralnych.

Literatura

- Adamczyk B., Gerlach T., Obrębska-Starkłowa B., Starkel L., 1980, *Zonal and azonal aspects of the agricultur-forest limit in the Polish Carpathians*. „Geographia Polonica” Vol. 43, s. 71–84.
- Affek A., 2012, *Kalibracja map historycznych z zastosowaniem GIS*. W: *Źródła kartograficzne w badaniach krajobrazu kulturowego*. „Prace Komisji Krajobrazu Kulturowego PTG” nr 16, s. 48–62.
- Biernacki F., 1934, *W sprawie współrzędnych katastralnych w Małopolsce*. „Wiad. Służby Geogr.” R. 8, z. 4, s. 547–555.
- Biernat A., Laszuk A. (red.), 1998, *Archiwa Państwowe w Polsce. Przewodnik po zasobach*. Warszawa: Wydawn. DiG.
- Bobusia B., 1998, *Zbiory map i operatów katastru galicyskiego w archiwach Polski i Ukrainy*. Cz. 1. *Rozmiar i rozmieszczenie zasobów*. „Rocznik Historyczno-Archiwalny” T. 13, s. 97–99.
- Ciołek G., 1965, *Z dziejów kartografii ogrodów*. „Rejestr ogrodów polskich” z. 3.
- Ciołek G., 1978, *Ogrody polskie*. Wyd. 2, Warszawa: Arkady.
- Cousins S.A., 2001, *Analysis of land-cover transitions based on 17th and 18th century cadastral maps and aerial photographs*. „Landscape Ecology” Vol. 16, no. 1, s. 41–54.
- Goraj S., 1982, *Systemy katastralne w Polsce*. W: *Ewidencja gruntów*. Praca zbiorowa, Warszawa: Państw. Wydawn. Naukowe.
- Hamre L.N., Domaas S.T., Austad I., Rydgren K., 2007, *Land-cover and structural changes in a western Norwegian cultural landscape since 1865, based on an old cadastral map and a field survey*. „Landscape Ecology” Vol. 22, s. 1563–1574.
- Hanus P., Kremiec K., 2005, *Transformacja map katastralnych byłego zaboru austriackiego*. „Geodezja” T. 11, z. 2, s. 239–249.
- Jagła S., Kostuch R., Kurek S., Pawlik-Dobrowolski J., 1981, *Analiza użytkowania ziemi w Karpatach na tle środowiska przyrodniczego*. „Problemy Zagospodarowania Ziemi Górskich” Vol. 22, s. 39–65.
- Kadaj R. J., 2002, *Polskie układy współrzędnych. Formuły transformacyjne, algorytmy i programy*. Rzeszów: Algoresoft.
- Knowles A.K., 2008, *Placing history: how maps, spatial data and GIS are changing historical scholarship*. Redlands: ESRI Press.
- Konias A., 2000, *Kartografia topograficzna Śląska Cieszyńskiego i zaboru austriackiego od II połowy XVIII wieku do początku XX wieku*. „Prace Nauk. Uniw. Śląskiego” Nr 1866, Katowice: Wydawn. UŚ.
- Kostuch R., 1976, *Przyrodnicze podstawy łukowo-pastwiskowej gospodarki w górach*. Warszawa: PWRiL.
- Kubowicz H., 2007, *Określenie możliwości wykorzystania map katastru austriackiego do opracowania map cyfrowych*. „Zesz. Nauk. Akademii Rolniczej. Geodezja” Vol. 24.
- Kulig L., Nowak M., Smólski S., Zoll F., 1959, *Zasady ustalania granicy między użytkami rolnymi i leśnymi w okolicach górskich*. „Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych” Vol. 19, s. 3–36.
- Lach J., 1993, *Geomorfologiczne skutki zmiany granicy rolno-leśnej w dorzeczu Jasiołki (Beskid Niski)*. „Studia Ośrodka Dokumentacji Fizjograficznej” T. 22, s. 181–193.
- Leszczycycki S., 1932, *Badania geograficzne nad osadnictwem w Beskidzie Wyspowym*. „Prace Inst. Geogr. UJ” Z. 14.
- Maraş S.S., Maraş H.H., Aktuğ B., Maraş E.E., Yildiz F., 2010, *Typological error correction of GIS vector data*. „International Journal of the Physical Sciences” Vol. 5, no. 5, s. 476–483.
- Mydel R., 1973, *Charakterystyka i ocena przydatności źródeł kartograficznych do badań przeobrażenia*

- struktury użytkowania przestrzeni miejskiej Krakowa. „Folia Geogr., ser. Geogr.-Oecon.” Vol. 6, s. 7–97.
- Pasławski J. (red.), 2006, *Wprowadzenie do kartografii i topografii*. Wrocław: Nowa Era.
- Petek F., Fridl J., 2004, *The transformation of the sheets of the Franziscan cadastral map into the Gauss-Krüger coordinate system*, „Geografski Vestnik” Vol. 76, no. 2, s. 75–87.
- Schramm W., 1961, *Formy osadnictwa wiejskiego w środkowych Karpatach na tle rozwoju historycznego i warunków fizjograficzno-gospodarczych*. „Roczniki Nauk Rolniczych” T. 94, seria D.
- Słomczyński J., 1933, *Uzgodnienie triangulacji na obszarze Polski*. „Wiad. Służby Geogr.” T. 4, z. 3, s. 313–351.
- Starkel L., 1972, *Charakterystyka rzeźby polskich Karpat i jej znaczenie dla gospodarki ludzkiej*. „Problemy Zagospodarowania Ziemi Górskich” Vol. 10, s. 75–150.
- Szady B., 2008, *Zastosowanie systemów informacji geograficznej w geografii historycznej*. „Polski Przegl. Kartogr.” T. 40, nr 3, s. 279–283.
- Szulc H., 1963, *Badania geograficzno-historyczne osadnictwa wiejskiego w Polsce*. „Przegl. Geogr.” T. 35, z. 3–4, s. 657–660.
- Szulc H., 1969, *Problem generalizacji układów przestrzennych wsi*. „Kwart. Historii Kultury Materialnej” R. 27, nr 4, s. 721–733.
- Taszakowski J., 2011, *Ocena przydatności map byłego katastru austriackiego dla regulacji stanu prawnego nieruchomości w południowej Polsce*. „Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich” Nr 4, s. 7–19.
- Trafas K., 1975, *Zmiany biegu koryta Wisły na wschód od Krakowa w świetle map archiwalnych i fotointerpretacji*. „Zesz. Nauk. UJ” 400, Prace Geograficzne Z. 40.
- Urbański J., 2010, *GIS w badaniach przyrodniczych*. Gdańsk: Wydawn. UG.
- Wnęk K., 2010, *Systemy GIS w badaniach historycznych*. „Zesz. Nauk. UJ”, Prace Historyczne Z. 137, s. 153–171.
- Wojski J., 2000, *Austriacki kataster podatku gruntowego na ziemiach polskich oraz jego wykorzystanie w pracach urzędzeniowych i badaniach naukowych*. „Polski Przegl. Kartogr.” T. 32, nr 3, s. 199–212.
- Wojski J., 2001, *Kataster podatku gruntowego na ziemiach polskich – rys historyczny oraz geodezyjne i kartograficzne zasady sporządzania*. „Przegl. Geogr.” T. 73, nr 1–2, s. 107–131.
- Wojski J., 2007, *Przekształcenia krajobrazu wiejskiego Bieszczadów Wysokich w ciągu ostatnich 150 lat*. „Prace Geograficzne” T. 214, IGI PAN.
- Wzorek Z., 1951, *Galiczyjskie plany katastralne*. „Prace Instytutu Urbanistyki i Architektury” T. 1, z. 2, s. 87–90.
- Zachariasz A., 1996, *Plany katastralne ogrodów jako świadectwo rozwoju idei „ogrodu angielskiego” (na przykładzie Beskidu Niskiego i Pogórza)*. Kraków, praca doktorska.

Application of Austrian Cadastral Maps in Research on Land Use in the Middle of 19th Century

Summary

Keywords: Austrian cadastral maps, calibration of archival maps, historical GIS, land use

The article presents possible application of Austrian cadastral maps for the analysis of land use with selected GIS tools. It describes the method of preparation and processing of cadastral maps into the form enabling analysis and shows example results prepared in ArcGIS 9.3.

Austrian cadastral maps provide a valuable source of scientific information. Emergence of completely new research methods utilizing GIS techniques and tools widened the range of possibilities of geographical-historical analysis, including the analysis of old maps. The article discusses cadastral maps in the scale of 1:2880, elaborated in 1845 for the cadastral commune in Ostre in the region of Żywiec (southern Poland).

Calibration is one of the more important issues in

the use of old maps. To perform it one needs to know the local reference system and projection. Cadastral maps were probably prepared in Cassini-Soldner cylindrical transversal equal distance projection. The ones discussed in the article are located within the local Lviv cadastral system. In the first step affinity transformation was performed basing on sheet corners. The average RMS error was less than 4.91. The next step of calibration consisted in a transformation of the old local reference system into the modern one. At this stage Helmert's simplified transformation, including Molodtenski's converse formulae, was applied. It is usually assumed that the final stage of calibration of Austrian maps requires a transformation basing on polynomials of higher degree using adaptation points from the map. Because of an insufficient number of adaptation points and their uneven placing the author resigned from performing that last stage, which is permit-

ted in the case of small areas (within the range of 5 km).

Onscreen digitalization utilizing 'snapping' method was the next stage. It was accompanied with establishing a database of land use. Topology construction tool was used to eliminate errors in the process of digitalization.

Transformation of old cadastral maps from paper to digital form makes it possible to determine the structure of land use in the middle of 19th century. When combi-

ned with altitude data obtained from the digital terrain model, these maps make it possible to determine the implications of terrain relief for particular types of land use as well as the structure of land use in particular altitude zones (table 2). Obtained results may provide a base for the search for other factors which could influence the structure of land use.

Translated by M. Horodyski