

**Dawne mapy topograficzne
w badaniach geograficzno-historycznych**

Redakcja naukowa Andrzej Czerny

Lublin 2015



© by Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej, Lublin 2015

PUBLIKACJA BEZPŁATNA

Recenzja: dr hab. Wiesław Ostrowski

Łamanie:  MAC Arkadiusz Makowski

ISBN: 978-83-939172-2-8

Publikacja jest współfinansowana ze środków Unii Europejskiej
w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego

SPIS TREŚCI

1. Wprowadzenie	
Andrzej Czerny	5
Powstanie i etapy rozwoju map topograficznych	
do końca XIX wieku	
Andrzej Czerny	11
2. Dawne mapy topograficzne Lubelszczyzny jako źródła informacji	
w badaniach historyczno-geograficznych	
Paweł Cebrykow	85
3. Podstawy matematyczne współczesnych polskich	
map topograficznych	
Miroslaw Krukowski, Anna Łoboda	103
4. Metodyczne aspekty analiz przestrzennych GIS wykorzystujących	
dawne mapy topograficzne	
Jakub Kuna	125
5. Przedstawianie rzeźby terenu na mapach topograficznych	
Anna Rzucidło	151
6. Ewolucja grafiki polskich map topograficznych	
Miroslaw Meksuła, Leszek Grzechnik.....	175
7. Rola napisów odnoszących się do miejscowości	
w czytaniu i interpretacji map topograficznych	
Paweł Kowalski	203

Andrzej Czerny

Zakład Kartografii i Geomatyki Uniwersytetu Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie

Wprowadzenie

Wybitny historyk kartografii Leo Bagrow (1881–1975) w słowie wstępnym do monumentalnej *Historii kartografii* wyjaśnił, dlaczego doprowadził swe dzieło do połowy XVIII w. W tym bowiem czasie na drugi plan schodzą interesujące go aspekty mapy, takie jak wygląd zewnętrzny, estetyka, rzemiosło artystyczne oraz treść intelektualna ważna dla historii kultury. Jednocześnie na pierwszy plan wysuwają się kwestie specjalistyczne (Bagrow, Skelton 1985, s. 14) – materiał, na podstawie którego opracowano mapę (zdjęcie topograficzne), jego wykorzystanie (odwzorowanie, skala itd.) oraz to, co z tego materiału wynika (analiza historyczno-geograficzna). Oczywiście jest, że zmiana paradygmatu w kartografii, o której wspominał, to powstanie map topograficznych.

Genezę map topograficznych można rozpatrywać na różne sposoby. Po pierwsze stanowią one wytwór okresu, w którym powstały (XVIII – XIX wieku). Po drugie są one wytworem postępu technicznego i naukowego w dziedzinie kartografii, który trwał przez wiele stuleci i nie miał wcale charakteru liniowego, jak się czasem w uproszczeniu przyjmuje (por. Robinson i in. 1995, s. 22). Dlatego poszukując genezy map topograficznych można sięgnąć wstecz co najmniej do czasów starożytnych. Należy także zgodzić się z Gołaskim (1998), że mapy topograficzne są poligenetyczne, ponieważ źródeł ich powstania można doszukiwać się w różnych miejscach i w różnym czasie. W tym kontekście można wymienić: renesansowe mapy krajów i regionów w średnich skalach, wytwory małej (wielkoskalowej) kartografii użytkowej – plany posiadłości ziemskich i plany katastralne oraz dzieła kartografii wojskowej – plany fortyfikacji i bitew.

Kluczowym problemem, z punktu widzenia potrzeb wojskowych, gospodarczych i naukowych, była aktualność map topograficznych. Kartowanie topograficzne rozpoczęło się w okresie rewolucji przemysłowej i przejścia od systemu rolniczego do przemysłowego. Antropogeniczne zmiany środowiska następowały w przyspieszonym tempie – spektakularnym następstwem industrializacji była budowa dróg bitych i kolei. Potrzebę aktualizacji dróg dostrzeżono już przy druku pierwszej mapy topograficznej (mapy Francji Cassiniego).

W wyniku zachodzących w terenie zmian mapy topograficzne szybko dezaktualizowały się, traciły wartość użytkową i trafiały do archiwów. Na potrzeby nowych wydań przeprowadzano aktualizację, nazwaną dawniej *re-ambulacją* (łac. *re* ‘znowu’ + *ambulatio* ‘przechadzka’) albo *unacześnieaniem* map, polegającą na sprawdzeniu w terenie, lub przeprowadzano ponowne, systematyczne zdjęcie całego kraju. Powodami ponownego kartowania były także rosnące wymagania techniczne, które stawiano mapom topograficznym oraz zmiany granic politycznych. Przykładowo pod koniec XVIII w. wykonano w Austrii pierwsze wojskowe zdjęcie topograficzne (bez triangulacji i niwelacji), a w XIX w. przeprowadzono drugie, trzecie i czwarte zdjęcie.

Obecnie archiwalne mapy topograficzne, przede wszystkim opracowane w XIX i XX stuleciu, uzyskały nową wartość i odgrywają coraz większą rolę w badaniach zmian środowiska geograficznego. Wykorzystanie map XVIII-wiecznych, będących wynikiem zdjęć terenowych, ale pozbawionych osnowy geodezyjnej, przysparza sporych trudności.

Dawniejsze mapy, nieoparte na pomiarach terenowych, w zasadzie nie nadają się do uzyskiwania wiarygodnych informacji o stanie środowiska geograficznego. Przykładem jest mapa Polski Jabłonowskiego – Zannoniego z 1772 r. w skali ok. 1:692 000. Choć była lepsza i bardziej szczegółowa niż dotychczasowe mapy, już wkrótce zdano sobie sprawę z tego, że zawiera mylne informacje, szczególnie w przedstawieniu granic województw (np. Kutno zostało zaliczone do województwa łęczyckiego, zamiast do płockiego); późniejsze badania potwierdziły duże błędy współrzędnych geograficznych.

Analiza geograficzna takich źródeł nie polega na prostym przetworzeniu ich treści za pomocą narzędzi GIS, lecz na pracochłonnej reinterpretacji. Mapy z XVI i XVII w. można wykorzystać do rekonstrukcji elementów środowiska geograficznego (np. lasów, jezior), ale wyniki takich analiz są niepewne i wymagają weryfikacji na podstawie innych materiałów źródłowych (Plit 2012, 2013).

Rola map dawnych, jako przedmiotu zainteresowania historii kartografii, podlegała ewolucji (Szady 2013). Pierwotnie budziły one zainteresowanie badaczy jako odzwierciedlenie rozwoju *horyzontu geograficznego*, czyli wiedzy

geograficznej. Z czasem same mapy stały się przedmiotem badań uwzględniających wszelkie ich aspekty – kulturowe i techniczne. Obecnie dawne mapy topograficzne stanowią podstawowe źródło informacji w badaniach geograficzno-historycznych, a ich wykorzystanie do badań *środowiska geograficznego* w przeszłości jest głównym tematem badawczym.

Na przełomie XX i XXI w. powstało pojęcie „GIS historyczny” (HGIS). Publikowane dziś prace świadczą o tym, że przedmiotem zainteresowania jest przede wszystkim badanie, a co za tym idzie – wykorzystanie „potencjału informacyjnego” (termin używany w publikacjach ośrodka poznańskiego), który tkwi w mapach archiwalnych.

Umiejętność interpretowania treści map topograficznych można nabyć praktycznie, wykorzystując je w terenie, a także korzystając z podręczników – jeszcze na przełomie stulecia w Niemczech wydawano podręczniki z tego zakresu (Fezer 1993, Hagel 1998, Hüttermann 2001). Niestety w języku polskim brakuje tego rodzaju literatury, a powszechna dostępność nawigacji satelitarnej sprawiła, że umiejętność posługiwania się mapą do orientacji w terenie właściwie stała się niepotrzebna.

Wykorzystanie dawnych map topograficznych do badań geograficzno-historycznych napotyka na szereg trudności. Oto niektóre przykłady:

- Georeferencja i transformacja do współczesnych układów współrzędnych – wiele dawnych map ma niewystarczającą dokładność, nie można określić odwzorowania kartograficznego lub elipsoidy odniesienia.
- Semantyka – dawniej znaki topograficzne odpowiadały innym pojęciom, np. w XIX wieku las lub bagno definiowano inaczej niż dziś, mając na uwadze potrzeby wojska, np. działania kawalerii.
- Subiektywizm doboru treści – topografowie wojskowi zbierali dawniej tylko te nazwy obiektów terenowych (pól, łąk i lasów), które były powszechnie znane i ułatwiały żołnierzowi orientację w terenie (Włoskiewicz 2015).

Żeby właściwie interpretować dawne mapy ich współczesny użytkownik (badacz) powinien zdawać sobie sprawę z tych trudności – starać się dotrzeć do archiwalnych instrukcji wykonawczych, zapoznać się z publikacjami na temat wykorzystywanych map, weryfikować wyniki analiz i odnosić się z większą rezerwą do informacji uzyskanych z map opracowanych wcześniej niż w drugiej połowie XIX wieku.

*

Niniejsza monografia powstała w ramach projektu dydaktycznego „UMCS dla rynku pracy i gospodarki opartej na wiedzy” współfinansowanego ze

środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego. W ramach tego projektu na Wydziale Nauk o Ziemi i Gospodarki Przestrzennej została utworzona nowa specjalność: kartografia i geoinformacja.

Zamierzeniem autorów było opracowanie wybranych tematów dotyczących wykorzystania archiwalnych map topograficznych jako narzędzia badań geograficzno-historycznych. Jest to kierunek badawczy, który rozwija się dynamicznie w związku z zastosowaniem nowoczesnych technologii informatycznych. Swoje opracowania adresowali między innymi do tych, którzy chcą podjąć własne badania w tej dziedzinie.

Mimo rozwoju baz danych trudno jest dotrzeć, zwłaszcza początkującemu badaczowi, do wielu pozycji literatury, które powinno się znać. Wiele przyczynkowych publikacji, często wartościowych, niełatwo znaleźć. Zaznacza się także tendencja do sięgania tylko do nowych pozycji literatury w języku polskim i angielskim. Skutkiem tego pomija się wartościowe publikacje na temat map zaborczych, np. rosyjskie i niemieckie, i wyważa się czasem otwarte drzwi.

Niestety nie wszystkie mapy dawne są osiągalne. Ze względu na zaniedbania bibliotek i innych fachowych instytucji skany archiwalnych map topograficznych są udostępniane również przez amatorów. Jest to chwalebna działalność, ale z wdzięczności dla twórców witryn internetowych nie powinno się wyzywać krytycyzmu, gdyż zdarza się im nawet podawać niewłaściwe tytuły map, które potem trafiają do prac naukowych. Niektóre dawne mapy nie miały podanego tytułu, w obiegu są różne nazwy opisowe, co utrudnia czytelnikowi ustalenie, do jakiej mapy odnosi się tekst. Zanim z litewskiej witryny zacytujemy niemiecki tytuł powinniśmy sprawdzić, czy jego postać potwierdzają źródła niemieckie.

Autorzy mają nadzieję, że przegląd zagadnień, który Czytelnik znajdzie w tej publikacji, będzie pomocny w jego badaniach lub studiach. Oczywiście zdają sobie sprawę, że nie udało im się uniknąć błędów. Czytelnicy powinni pamiętać o tym, że materiał faktograficzny dotyczący dawnych map topograficznych zawiera wiele nieścisłych, a nawet sprzecznych informacji, często trudnych do zweryfikowania.

Bibliografia

- Bagrow L., Skelton R.A., 1985, *Meister der Kartographie*. Berlin: Propyläen Verlag.
- Fezer F., 1993, *Karteninterpretation. Praktische Arbeitswesen*. Braunschweig: Westermann.
- Gołaski J., 1998, *Mapy pomiędzy pismem, obrazem a elektronicznymi środkami informacji*. „Polski Przegląd Kartograficzny”, t. 30, nr 4, s. 251–259.

- Hagel J., 1998, *Geographische Interpretation topographischer Karten*. Stuttgart – Leipzig: B.G. Teubner.
- Hüttermann A., 2001, *Karteninterpretation in Stichworten. Geographische Interpretation topographischer Karten*. Berlin – Stuttgart: Borntraeger.
- Plit J., 2012, *Mapa Heneberga i mapa Lubinusa jako źródło informacji o stanie środowiska geograficznego na przełomie XVI i XVII wieku. Studium metodyczne*. „Prace Komisji Krajobrazu Kulturowego” nr 14, s. 33–47.
- Plit J., 2014, *Analizy geograficzne i historyczne dawnych map*. [W:] B. Konopska, J. Ostrowski (red.), *Dawne mapy jako źródła w badaniach geograficznych i historycznych*. Warszawa: Wydawnictwa IHN PAN, Instytut Geodezji i Kartografii, s. 19–34.
- Robinson A.H., 1995, *History of Cartography*. [W:] A.H. Robinson, J.L. Morrison, P.C. Muehrcke, A. Jon Kimerling, S.C. Guptil, *Elements of Cartography*. New York: John Wiley & Sons.
- Szady B., 2013, *Geografia historyczna w Polsce – rozwój i perspektywy*. „Studia Geohistorica”, nr 01, s. 19–38.
- Włoskowicz W., 2015, *Napisy na mapach III zdjęcia topograficznego Austro-Węgier i na zdjęciach Wojskowego Instytutu Geograficznego w Warszawie w świetle instrukcji*. „Polski Przegląd Kartograficzny”, t. 47, nr 1, s. 33–45.

Andrzej Czerny

Zakład Kartografii i Geomatyki Uniwersytetu Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie

Powstanie i etapy rozwoju map topograficznych do końca XIX wieku

1. Wstęp

Niniejszy artykuł dotyczy klasycznych „papierowych” (drukowanych i rękopiśmiennych) map topograficznych. Ten typ map ukształtował się w XIX wieku, a jego pierwowzorem była oparta na triangulacji mapa Francji Cassiniego w skali 1:84 600 (pierwszy arkusz został ukończony w 1756 r.). Od czasów wojen napoleońskich mapy topograficzne były wykonywane głównie na potrzeby wojska – świadczą o tym takie potoczne określenia jak „mapa sztabowa” i „sztabówka”, od niem. *Stabskarte*, oznaczające mapę topograficzną w skali 1:100 000. Stawiano im wysokie wymagania i w związku z tym w XIX w. zwiększyła się dokładność zdjęć topograficznych. Przełomowym wynalazkiem była kierownica optyczna z dalmierzem, która zastąpiła prymitywną celownicę. Przeprowadzano niwelację i do przedstawienia rzeźby zastosowano ściśle metody: kreskę spadku i poziomicową; standardem stało się odwzorowanie wiernokątne (Gaussa-Krügera).

Z czasem mapy topograficzne okazały się niezbędne do celów cywilnych (organizacji i zarządzania, a także jako materiał podkładowy do opracowania map tematycznych). W XX w. mapy topograficzne były jednym z podstawowych narzędzi badawczych wykorzystywanych przez geografów w terenie i kameralnie.

Opracowanie tematu ma charakter selektywny: a) większą uwagę zwrócono na mapy państw sąsiednich, przede wszystkim te, które pokrywają obecne lub historyczne ziemie polskie; b) pominięto szereg ważnych opracowań kartograficznych innych państw, które nie są kamieniami milowymi w historii

europiejskiej kartografii, albo nie były konieczne do zilustrowania kierunków jej rozwoju.

W artykule przyjęto, że zakończenie XIX wieku – stulecia węgla i pary, a zarazem rozwoju klasycznej kartografii topograficznej, geograficznej i tematycznej – stanowiła pierwsza wojna światowa.

2. Pojęcie mapy topograficznej

Termin „mapa topograficzna” w języku polskim jest jednoznaczny, choć wcale nie jest łatwy do precyzyjnego zdefiniowania. W innych językach bywa dwuznaczny, ang. „topographic map” to: 1) mapa topograficzna, 2) mapa ogólnogeograficzna, a także podobna mapa innego ciała niebieskiego. Przykładem jest definicja podana w *Słowniku terminów używanych przy standaryzacji nazw geograficznych* (2002): „A map having as its object the representation of the surface of Earth or the Moon or of a planet or its satellites, and its topographic features, natural and man-made. Complementary term: map, thematic.”

Zespół cech definicyjnych mapy topograficznej podać można za Monmonierem (2009): „Mapa w dużej lub średniej skali, przedstawiająca najważniejsze fizyczne i kulturowe cechy miejsca lub regionu. Przeważnie produkowane przez władze państwowe lub regionalne, mapy topograficzne służą do celów obrony narodowej, rozwoju gospodarczego, nauk o środowisku i zarządzania, a także dostarczają danych do opracowania mniej szczegółowych map w mniejszych skalach”. Najważniejsze cechy mapy topograficznej to:

- treść (ogólnogeograficzna)
- skala (duża lub średnia)
- urzędowy charakter
- przeznaczenie (uniwersalne, zarazem wojskowe i cywilne) .

Zespół cech przysługujący typowej mapie topograficznej jest szerszy:

- ma odwzorowanie równokątne
- jest mapą wieloarkusową
- jest wykonana według jednolitych zasad (zawartych w instrukcji)¹
- spełnia określone (wysokie) wymagania w zakresie dokładności.

Oczywiście istnieją mapy, które nie posiadają wszystkich, lecz co najmniej większość wymienionych cech. Na przykład wydana po raz pierwszy w 1957 r. jednoarkusowa mapa *Alpenvereinskarte. Mount Everest 1:25 000* nie jest produktem kartografii urzędowej, lecz prywatnej, a mimo to jest uważana za mapę topograficzną.

¹ Berlant i współautorzy (2003) podają zbiór cech państwowego „systemu map topograficznych”: jednolita osnowa matematyczna, znaki kartograficzne, instrukcje wykonawcze, technologia całości opracowania, forma graficzna, regularne kartowanie terytorium kraju i organizacja przechowywania materiałów.

Istnieją także inne mapy urzędowe mające cechy zbliżone do typowych map topograficznych: a) wielkoskalowe mapy katastralne, b) mapy dużych miast (wydawane zwykle przez miejskie urzędy geodezyjne), c) wydania specjalne map topograficznych z nadrukiem dodatkowych kolorów lub z dodatkowymi elementami treści (administracyjne, drogowe i turystyczne).

3. Geneza map topograficznych

Według Robinsona, który proces rozwoju kartografii przedstawił graficznie w formie rozgałęzionego drzewa, na samym początku, czyli już w czasach przedhistorycznych, zarysował się podział map na **ogólnogeograficzne** (*general reference maps*) i **metaforyczne** (*figurative maps*) – przedstawiające rzeczywistość na podstawie obserwacji lub na podstawie mitów i wyobrażeń (Robinson i in. 1995: 22). Mapy topograficzne wyodrębniły się z ogólnogeograficznych w XVIII w. Do przeciwstawionej mapom ogólnogeograficznym kategorii przedstawięń metaforycznych należy *babilońska mapa świata* z British Museum (datowana na 700–500 lat p.n.e.); tego typu przedstawienia prawdopodobnie pełniły funkcję religijną. Analogiczny charakter miały średniowieczne, schematyczne *mappae mundi*, przedstawiające podział kolistej ekumeny na trzy części, a jednocześnie zawierające wiele symboli chrześcijańskich (np. granice części świata: Morze Czerwone, Nil i Tanais, czyli Don, tworzą literę T, która symbolizuje krzyż).

Mapy ogólnogeograficzne można dalej podzielić na:

- opracowane na podstawie informacji uzyskanych bezpośrednio w terenie: a) pierwotne, b) pochodne
- opracowane na podstawie informacji opisowych.

Mapy topograficzne należą do pierwszej grupy, np. niemiecka mapa *Messtischblatt* 1:25 000 była mapą pierwotną, a mapa 1:100 000 (*KDR*) – pochodną. Zdjęcia terenowe stały się podstawową metodą kartowania dopiero pod koniec XVIII wieku. Dawniej, niemal bez wyjątku, wykonawcy map wykorzystywali wiedzę opisową.

3.1. Przedhistoryczne przedstawienia przestrzenne

Wallis i Robinson (1987) następująco określają mapę topograficzną: „Mapa przedstawiająca szczegółowo obiekty krajobrazu; pierwotnie była to mapa ograniczonego obszaru, znanego rysownikowi z własnej obserwacji”. Tak sze-roka definicja pozwala zaliczyć do map topograficznych nawet najdawniejsze przedstawienia przestrzenne.

„Mapy” przedhistoryczne są stosunkowo nieliczne, literatura na ich temat nie jest zbyt obszerna, a potwierdzenie domniemań, że są to rzeczywiście przedstawienia przestrzenne, jest dziś bardzo trudne lub niemożliwe ze względu na

zmiany, które w ciągu tysięcy lat zaszły w terenie: zmieniło się położenie domostw, dróg, pól, zakoli rzek płynących na nizinach itp. Przykłady takich przedhistorycznych artefaktów to: „mapa” z Çatalhöyük w Turcji, „mapa” z Bedoliny w Lombardii, „mapa” z Pavlova na Morawach i „mapa” z Meżyricza na Ukrainie.

Map Rock ze stanu Idaho stanowi wyjątek, ponieważ hipoteza, że petroglif przedstawia bieg rzeki Snake River jest prawdopodobna, można ją poddać analizie i weryfikacji. „Mapa” z Dżabal Amud, czyli petroglif z rejonu Wadi Ramm w Syrii, również zasługuje na uwagę. Borzatti von Löwenstern (2005) wysunął hipotezę, że jest to przedstawienie przestrzenne, wykonane ok. 3000 p.n.e. w skali ok. 1:16 000, a regularnie rozmieszczone otwory oznaczają wioski rozmieszczone na obszarze 2500 km².

3.2. Mezopotamia – najstarsze mapy

Do kategorii map ogólnogeograficznych można bez wątplenia zaliczyć najstarsze starożytne przedstawienia przestrzenne wykonane w Mezopotamii na tabliczkach glinianych, w stosunkowo dużej skali (Millard 1987, Rochberg 2012):

Mapa z Gasur (ok. 2300 p.n.e.), nazywana także mapą z Nuzi albo z Yorghantepe, znajduje się w Harvard Semitic Museum i jest określana mianem najstarszej zachowanej mapy topograficznej. Przedstawia rzekę płynącą doliną między dwoma pasmami wzniesień (znaki ikoniczne w postaci podwójnych szeregów kopczyków). Kółko znajdujące się na środku prawdopodobnie oznacza posiadłość ziemską – imię jej właściciela oraz powierzchnię (ponad 100 ha) można odczytać na tabliczce. Opisano także nazwy trzech stron świata (wschód u góry) i nazwę własną oznaczonej kółkiem miejscowości (notowaną także w późniejszych tekstach).

Mapa pól i kanałów nawadniających z Nippuru (ok. 1500 p.n.e.). Prawdopodobnie pełniła ona, podobnie do mapy z Gasur, funkcję katastralną. Ze względu na upływ czasu nie można dziś zidentyfikować przedstawianych nietrwałych obiektów terenowych, takich jak ciek i pola, ani określić jej skali.

Plan Nippuru (także ok. 1500 p.n.e.) jest zorientowany na północny zachód, przedstawia mury miejskie i bramy, przylegający do murów ogród, ogrodzony niezabudowany teren, świątynię, kanały oraz rzekę Eufrat, która miała wówczas inny przebieg niż obecnie. Pominięto na niej zidentyfikowane przez archeologów obiekty znajdujące się w oddaleniu od murów. Zaznaczone na rysunku obiekty opisano pismem klinowym, po środku umieszczono nazwę miasta i podano długości odcinków murów. Plan znajduje się w kolekcji Hilprecht-Sammlung Uniwersytetu w Jenie i jest uważany za najstarszy znany plan miasta. Wykopiska archeologiczne nie tylko umożliwiają identyfikację

przedstawionych obiektów, lecz także pozwalają w przybliżeniu określić jego skalę, która wynosi 1:9 200 (Stein 2002). Prawdopodobnie służył on do planowania budowy obronnych.

3.3. Egipska mapa kopalń złota

Liczącym się w historii kartografii artefaktem jest **papirus turyński** (ok. 1150 p.n.e.) przechowywany w Muzeum Egipskim w Turynie. Na tym papirusie jest narysowana tzw. **mapa kopalń złota**, która została uznana za najstarszą egipską mapę topograficzną. Papirus zawiera także tekst, jest poważnie uszkodzony i ma duże ubytki. Najważniejszy i największy z fragmentów przedstawia położony w dolinie teren kopalni, przez który biegną drogi (jedna z nich zaznaczona jest jasną wstęgą z ciemnymi śladami stóp). Znajdują się na nim napisy objaśniające, np. „góry, w których wydobywa się złoto pokolorowane są na czerwono” (Shore 1987, 121-124). Pozostała część mapy została zrekonstruowana z niewielkich fragmentów. Dawniej była uważana za „mapę kopalń złota w Nubii” (w Sudanie).

Amerykański geolog J. Harrell (*Turin Papyrus Map...* <http://www.eescience.utoledo.edu>) zakwestionował dotychczasową rekonstrukcję papirusu i postawił hipotezę, według której mapa przedstawia 15-kilometrowy odcinek suchej doliny Wadi Hammamat na Pustyni Wschodniej (w Egipcie), między Nilem a Morzem Czerwonym, gdzie znajdowały się kamieniołomy. Jego zdaniem jest wykonana w zmiennej skali od ok. 1:5 000 do 1:10 000 i ma zarówno treść topograficzną jak tematyczną (geologiczną): przedstawia domy górników, świątynię, pomnik, zbiornik wody i studnię. Barwy powierzchniowe (czarna, zielona, brązowa i różowa lub biała) oznaczają cztery różne rodzaje skał. Przypuszczalnie dokumentuje ona transport z kamieniołomów bloków szarogłazu, z którego wykonywano statuy i sarkofagi.

3.4. Rzym – mapy w służbie państwa

Pomiary terenowe były podstawą do sporządzania map w starożytnym Rzymie, gdzie kartografia służyła państwu i pełniła funkcje użytkowe. O umiejętnościach geometrycznych wykonawców świadczą uszkodzone, lecz częściowo zrekonstruowane, bardzo dokładne opracowania kartograficzne w dużej skali.

Kataster z Orange albo kataster z Arausio – trzy mapy, a raczej plany katastralne z 77 r., przedstawiające centuriację, czyli podział gruntów na prostokątne działki, przeprowadzony na trzech obszarach kolonii rzymskich w Galii o powierzchniach od 500 do 950 km², oznaczonych literami A, B i C, położonych w delcie i w dolinie Rodanu. Ogólny rozmiar wykonanego z marmuru artefaktu, który znajduje się w muzeum miejskim w Orange (w 1962 r. został

rozbity na kawałki), to 7,6×5,9 m. Części A, B, C mają różną orientację, gdyż siatki kwadratów (centurii) nie są dokładnie zorientowane na północ. Kataster wykonano w skali, którą można obliczyć wiedząc, że główne linie podziału tworzą kwadraty o boku ok. 710 m. Wynosi ona około 1:6000 (*Les Cadastres d'Orange* <http://orange.archeo-rome.com>).

Forma Urbis Romae, czyli plan Rzymu o wymiarach 18×13 m, został wykonany ok. 200 r., teoretycznie w skali 1:240 (według obliczeń jego skala jest zmienna i wynosi 1:200 – 1:400). Pierwotnie znajdował się na ścianie budynku biblioteki (obecnego kościoła św. Kosmy i Damiana) i przypuszczalnie pełnił funkcję katastralną. Odnaleziono ponad tysiąc kawałków marmuru, które stanowią więcej niż 1/10 planu (Stanford Digital Forma Urbis Romae Project <http://formaurbis.stanford.edu/>).

Mapa Agryppy, choć niezachowana, uważana jest za najważniejsze dzieło rzymskiej kartografii. Zarazem jest to pierwsza poświadczona w źródłach, urzędowa mapa państwa, wykonana na potrzeby administracji państwowej, ale oddana do użytku publicznego.

Na podstawie wzmianek w nielicznych źródłach wiadomo, że w I w. p.n.e. Rzymianie podjęli zakrojone na wielką skalę państwowe przedsięwzięcie kartograficzne. Oktawian August zlecił wykonanie pomiarów całego imperium; zapewne była to kontynuacja niezrealizowanego zlecenia, które wydał jego poprzednik, Juliusz Cezar (Dilke 1987b). Prawdopodobnie pomiary polegały przede wszystkim na określeniu odległości między miastami. O rozmiarach tego przedsięwzięcia świadczą następujące liczby: realizacja trwała 20 lat, objęło ono 80 tys. km dróg łączących Rzym i Italię z prowincjami (Steffoff 1995). Na tej podstawie wykonano dużą mapę ścienną, którą umieszczono w portyku Hispanii (budowli pełniącej funkcję galerii handlowej) na Polu Marsowym, w Rzymie. Jej wykonaniem kierował aż do śmierci w 12 r. p.n.e. Marek Agryppa, a dzieło dokończyła jego siostra przy pomocy Oktawiana.

Nie wiadomo, czy mapa została wryta, czy namalowana, również jej treść nie jest znana. Średniowieczna kolistą mapą z Herefordu przedstawia akt zlecenia pomiarów: opatrzony podpisem rysunek przypisuje go Cezarowi. Rekonstrukcja mapy Agryppy autorstwa E. Raisza, zatytułowana *The Roman Map Reconstruction*, ma kształt kolisty, ponieważ opiera się na mapie z Herefordu. Natomiast przyjmując za podstawę rekonstrukcji charakter budowli, w której znajdowała się mapa, można przypuszczać, że miała ona formę poziomego prostokąta o wysokości 2 – 3 m (Dilke 1987b).

Pliniusz Starszy w trzeciej księdze *Historii naturalnej* podaje szereg odległości w milach, np. rozciągłość Morza Śródziemnego, powołując się na Agryppę.

Pozwala to wysunąć dwie hipotezy: 1) z pomiarami Rzymu i mapą Agryppy związany był tekst, który cytuje Pliniusz, 2) na mapie Agryppy zaznaczone były drogi i odległości. Niestety weryfikacja tych przypuszczeń nie jest możliwa.

Przypuszczalnie do wykonania mapy imperium rzymskiego wykorzystano istniejące opracowania kartograficzne – *itineraria picta* (mapy drogowe albo podróżne). O ich postaci można sądzić jedynie na podstawie zachowanej średniowiecznej kopii, która nosi nazwę *Tabula Peutingeriana*. Oryginał prawdopodobnie powstał IV w., a kopia w XII–XIII w. (Dilke 1987a). Przedstawia ona główne drogi, miasta położone przy drogach i podaje odległości między miejscowościami w milach. Ma formę wstęgi o wymiarach 7×0,34 m i obejmuje obszar od Brytanii i Galii do Indii (brakuje zachodniego fragmentu obejmującego Hiszpanię). W związku z tym skala w kierunku wschód – zachód jest większa niż w kierunku północ – południe i przedstawiony obszar został silnie zniekształcony (rozciągnięty równoleżnikowo).

3.5. Geografia Ptolemeusza – naukowe podstawy sporządzania map

Około 150 r. Klaudiusz Ptolemeusz sformułował naukowe podstawy geografii i chorografii, czyli opracowania mapy ekumeny i map jej części:

- położenie na powierzchni kuli ziemskiej określają dwie współrzędne – długość i szerokość geograficzna
- siatka południków i równoleżników stanowi osnowę mapy.

Dzieło Ptolemeusza, znane jest pod tytułem *Geografia*, w epoce Renesansu nazywane było *Kosmografią*, a jego grecki tytuł *Geographiké hyphégesis* można by przetłumaczyć jako „Wprowadzenie do kartografii”. Zawiera listę miejsc z podanymi współrzędnymi geograficznymi, opisuje sposoby rysowania siatki kartograficznej, a ponadto zawiera mapę całej ekumeny i 26 map jej części. Mając tylko tekst można od nowa wykonać wszystkie mapy i w związku z tym nie wiadomo, czy najstarsze zachowane manuskrypty *Geografii* zawierają kopie, czy też rekonstrukcje oryginalnych map.

Największy błąd Ptolemeusza polegał na wydłużeniu Morza Śródziemnego o 20°. Nowożytni kosmografowie powtarzali go do XVIII w., a jednocześnie skracali rozciągłość Oceanu Atlantyckiego (Forstner 2004).

Problem polegał na tym, że brakowało miejsc mających współrzędne określone za pomocą obserwacji astronomicznych. Przypuszczalnie astronomowie, za pomocą trzymanego w ręce astrolabium, z niewielką dokładnością, wyznaczali szerokość miejsc, w których prowadzili swoje obserwacje, np. Hipparch na Rodos, a Eratostenes w Aleksandrii. Dopiero w XVI w. (Tycho de Brahe) i w następnym stuleciach zakładano obserwatoria astronomiczne i budowano

dokładne instrumenty. W czasach starożytnych nie znano metody wyznaczania długości geograficznej, którą można było zastosować w praktyce. Skąd zatem pochodzą współrzędne podane w *Geografii*?² Do czasów nowożytnych mapy wykonano na podstawie relacji podróżników podających kierunek i czas podróży albo szacunkowe odległości. W mapę wrysowywano siatkę, za pomocą której odczytywano współrzędne geograficzne, czyli w praktyce postępowano odwrotnie niż nakazywała teoria.

Finsterwalder (1997) przeanalizował dokładność współrzędnych geograficznych miejscowości, położonych w Europie Środkowej, opublikowanych na początku XVI wieku przez J. Schönera i P. Apiana; maksymalne błędy współrzędnych przekraczały 1°. Doszedł do wniosku, że Schöner podał współrzędne odczytane z map, być może z mapy dróg E. Etzlauba z 1501 r., a Apian powtarzał jego dane, jedynie dla Bawarii podał współrzędne odczytane z mapy Aventina z 1523 r. W analogiczny sposób kartografowie postępowali do końca XVII w.

4. Renesans

4.1. Mapa Bawarii Apiana

Bezpośrednimi poprzednikami map topograficznych były mapy w średniej skali, opracowane w okresie odrodzenia i reformacji. Niemieccy historycy kartografii za pionierskie, a zarazem najwybitniejsze dzieło uważają 24-arkuszową mapę Bawarii zatytułowaną *Bayerische Landtafeln* sporządzoną 450 lat temu, na podstawie zdjęcia terenu (ryc.1).

W XVI i w pierwszej połowie XVII w., zarówno w Niemczech, jak w innych krajach, powstawały podobne opracowania kartograficzne, np. M. Öder w latach 1586–1607 wykonał szkicowe zdjęcie topograficzne Saksonii w skali 1:13 333, a B. Zimmermann – zmniejszenie 1:53 330 (Zimmermann 2006). Znana mapa E. Lubinusa z 1618 r. *Nova illustrissimi principatur Pomeraniae descriptio...* w skali ok. 1:220 000 (<http://archo.edu.pl/lubinus/>) jest pierwszą szczegółową mapą Pomorza w średniej skali, która po części jest wynikiem dwukrotnego objazdu kartowanych terenów i pomiarów za pomocą astrolabium, laski Jakuba oraz pochyłościomierza.

W 1550 r. książę Albrecht V zlecił wykonanie nowej mapy państwa (*Die Vermessung Bayerns...* <http://www.bayerische-landesbibliothek-online.de>); miała ona zastąpić pierwszą mapę Bawarii w skali ok. 1:800 000 sporządzoną przez historyka Johannes A Aventina (Turmaira z Abensbergu) i wydrukowaną techniką drzeworytu w 1523 r., w formacie 40×32 cm (*Johannes Aventinus...*

² Nie jest pewne, czy Ptolemeusz sam wyliczył współrzędne miejscowości. Mógł korzystać z dzieła i mapy Marinosa z Tyru, którego cytuje w *Geografii*.

<http://www.bavarikon.de>). Historycy przypuszczają, że przy opracowaniu osnowy matematycznej mapy służył pomocą Peter Apian.

Zlecenie wykonania mapy otrzymał jego syn Philipp Apian, który dwa lata później, po śmierci ojca, w wieku 21 lat, otrzymał jego stanowisko profesora matematyki i astronomii w Ingolstadt. Ze względu na późniejszy dorobek uważa się go za wybitnego kartografa i topografa. W następstwie przejścia na luteranizm dotknęły go prześladowania religijne: dwukrotnie utracił stanowisko akademickie (Hartner 1953).

Do Ptolemeuszowskich zasad kartografii (współrzędne geograficzne i siatka kartograficzna), zgodnie z którymi została wykonana mapa, należy dodać nową, niepisaną zasadę topografii: mapa regionu powinna opierać się na pracach terenowych³. Od 1554 do 1561 r., w letnich miesiącach, Apian przemierzał wraz z bratem i pomocnikami cały kraj, przeprowadzając pomiary, o których świadczą wykonane w terenie notatki i rysunki, po części zachowane do dziś. Wykonanie, prostymi metodami, zdjęcia topograficznego na obszarze całego kraju (ok. 500 tys. km²) stanowiło novum w kartografii. Bawaria stała się pierwszym krajem w Europie, w którym sporządzono takie zdjęcie. W rezultacie mapa odznacza się stosunkowo dużą dokładnością: średni błąd położenia wynosi ok. 1 cm, tj. 500 m (Stams 2002).

Apian posługiwał się metodą triangulacji, którą opisał Rainer Gemma Fri-sius, uczeń i współautor jednego z wydań *Kosmografii*. Mierzył kąty poziome za pomocą dużego kwadrantu, który pozwalał na odczyt z dokładnością $\frac{1}{4}$ stopnia i wykonywał triangulację graficzną. Triangulacja pozwalała uzyskać większą dokładność niż zwykły szkic topograficzny sporządzony w terenie metodą rekonesansu. Nie było mowy o pomiarze bazy, ani dokładnym wyznaczaniu położenia punktów metodami astronomicznymi. Z notatek Apiana wynika, że w celu zwiększenia dokładności pomiarów określał długość więcej niż jednego boku trójkąta, którego wierzchołkami były miejscowości. Większe odległości obliczał na podstawie czasu jazdy konnej między nimi, który przeliczano na jednostki długości (mile niemieckie), wykorzystywał także znane odległości, wyliczone według czasu jazdy lub marszu. Zapewne krótsze odcinki w terenie były mierzone krokami.

Treść i forma mapy

Pierworys mapy składał się z 16 rolek papieru o wymiarach 4,70×0,30 m, z których zachowało się 6. Zawierał kompletny rysunek terenu i sytuacji oraz

³ W *Kosmografii* Petera Apiana termin „kosmografia” (opis świata) obejmuje swym zakresem astronomię i geografę, natomiast termin „topografia” jest użyty jako synonim „chorografii” (opisu kraju) Ptolemeusza.

nazewnictwo, natomiast brakowało elementów matematycznych (ramek stopniowych lub siatki, oznaczenia kierunku północnego i podziałki). W 1563 r. była gotowa, pokolorowana przez artystę malarza, tzw. *Wielka mapa* w skali ok. 1:45 000 (6,4×6,4 m), którą umieszczono na ścianie w bibliotece. Wprawdzie uległa ona zniszczeniu, ale zachowały się reprodukcje jej kopii. Na podstawie pierworysów powstała również mapa pochodna (*Bayerische Landtafeln*) w trzykrotnie mniejszej skali, wydrukowana w 1568 r. techniką drzeworytu w 24 arkuszach (43×33 cm), w skali ok. 1:144 000. Jej uzupełnieniem jest spis nazw geograficznych, wykonany oddzielnie dla każdego arkusza, z podziałem obiektów na kategorie (miasta, osady targowe, klasztory, zamki i rezydencje, wody, góry i lasy, etc.).



Rycina 1. Phillip Apian, *Bayerische Landtafeln*, tabl. 16, 1568, ok. 1:140 000. Drzeworyt ręcznie kolorowany. Źródło: BSB Bayerische Staatsbibliothek.

Szkielet mapy stanowi szczegółowy rysunek sieci wodnej dobrze wkomponowany w przedstawienie rzeźby terenu. Rzeki narysowano podwójną linią, przedstawiającą w przybliżeniu, ale wyraźnie, zróżnicowanie ich szerokości. Rzeki miały wtedy podstawowe znaczenie komunikacyjne i gospodarcze, nie istniały jeszcze drogi o twardej nawierzchni. Na mapie nie ma dróg, za to zaznaczono liczne mosty. Osiedla przedstawiono z niewielką generalizacją ilościową, zróżnicowane według znaczenia. Sygnatury punktowe oznaczają ich położenie: najmniejsze wioski oznaczono tylko kółeczkami (nie wszystkie opisano), większe

wsie – dodatkowymi sygnaturami obrazkowymi, duże wsie, zamki i miasta – zindywidualizowanymi winietkami, a niektóre duże miasta – zarysami murów obronnych w rzucie poziomym. Jako materiał uzupełniający wykorzystano wykonane w terenie rysunki, gdyż na pierworysach wsie były zaznaczone kółeczkami z krzyżem lub bez krzyża. Większe miejscowości wyróżniono większym pismem.

Rzeźba terenu przedstawiona jest metodą perspektywiczną – góry i mniejsze wzniesienia mają kształt i położenie zbliżone do rzeczywistości. Dość szczegółowe zarysy wypukłych form rzeźby znajdują na pierworysach, zachowały się także wykonywane w terenie szkice orograficzne (panoramy). Lasy przedstawiono dość schematycznie, za pomocą sygnatur drzew, według niedokładnych zasięgów sygnaturowych zaznaczonych na pierworysach, granice administracyjne narysowano kropkowanymi liniami. Opis mapy jest czytelny, w przeważającej części wykonany pismem gotyckim złożonym z ołowianych czcionek. Część napisów na mapie i umieszczonych w kartonach dodatkowych tekstów objaśniających jest łacińskich (np. *DANVBIVS FLVVIVS/Dunaw Fl[ufß]* ‘Dunaj’, tytuł: *CHOROGRA/PHIA BAVARLÆ* i nazwy stron świata). Na jednym z arkuszy umieszczono objaśnienie znaków (sygnatur obrazkowych i geometrycznych): miasto Rzeszy, biskupstwo, klasztor, miasto, osada targowa, zamek i rezydencja, wieś i przysiółek, huta szkła lustrzanego, huta szkła, warzelnia soli, kopalnia rudy, terma (tj. gorące źródła). Mapa jest cennym dokumentem informującym o krajobrazie kulturowym Bawarii, np. przedstawia winnice w dolinie Dunaju (Horst 2009).

Zwraca uwagę fakt, że w języku niemieckim nie było jeszcze ustalonego jednego określenia mapy. Użyte w tytule słowo *Landtafel* (niem. *Land* ‘kraj’ + *Tafel* ‘tablica’) w XVI w. było używane częściej niż *Landkarte* (niem. *Land* + *Karte* ‘karta, mapa’). Ponadto w umieszczonych w kartonach objaśnieniach użyto innych łacińskich określeń niż tytułowa *chorographia: Bavariae descriptio, tabula* oraz *mappa* (w tekście niemieckim).

Osnowa matematyczna

Renesansowe mapy regionów najczęściej miały siatkę trapezową z wiernie odwzorowanymi skrajnymi równoleżnikami (Snyder 2007), jednak ramki mapy Apiana są prostokątne, co ułatwia złożenie arkuszy w całość, prawdopodobnie tworzą one siatkę walcową prostokątną. Długość geograficzna jest liczona od południka Wysp Kanaryjskich. Ramki stopniowe są podzielone z dokładnością do 1 minuty. Na jednym z arkuszy znajduje się podziałka w milach niemieckich. Na podstawie dzieła ojca *Cosmographicus liber* (1524) można wnioskować, że kierunek północny wyznaczano za pomocą kompasu, z uwzględnieniem deklinacji magnetycznej.

Uważa się, że osnowę mapy stanowiły miejscowości (około 60), których współrzędne geograficzne Apian zaczerpnął z *Kosmografii* swojego ojca.⁴ Finsterwalder (1997) uważa, że źródłem pierwotnym była mapa Bawarii Awentyna. Można przypuszczać, że Peter Apian przeprowadził pomiary astronomiczne przynajmniej w Ingolstadt, a położenie innych miejscowości zostało odczytane z mapy opracowanej głównie na podstawie danych opisowych.

Mapa Apiana pełniła funkcję prestiżową, jako szczególne osiągnięcie w dziedzinie kosmografii. Złożona w całość ma wymiary 1,7×1,7 m i książkę mógł dawać ją w prezencie. Współczesne faksymile świadczy o dużych walorach dekoracyjnych pokolorowanej mapy, wyrytowanej precyzyjnie, ozdobionej kartuszami oraz bordiurą wypełnioną elementami roślinnymi i herbami miast (*Apian, Philipp...* <http://www.digitale-sammlungen.de>). Zachowane pierworysy pozwalają stwierdzić, że zmniejszenie skali mapy pociągnęło za sobą konieczność generalizacji, np. zredukowano liczbę przysiółków. W 1579 r. wydrukowano techniką miedziorytu drugie wydanie; ze względu na inną technikę wykonania napisów mapę opisano kursywą.

Następną mapę Bawarii wykonał G.P. Finckh sto lat później. W 1684 r. ukazała się drukiem w skali 1:270 000, w porównaniu z pierwowzorem zawierała niewiele zmian i była wznawiana do XIX w. (Hartner 1953).

4.2. Angielski atlas Saxtona

Angielskim odpowiednikiem mapy Bawarii było 35 map hrabstw, które w latach 1574–1579, na podstawie zdjęcia topograficznego Anglii i Walii, opracował Christopher Saxton.

Saxton pochodził z niższych warstw społecznych, umiejętność wykonywania map nabył od pastora Johna Rudda, który już wcześniej wystąpił z pomysłem stworzenia „doskonalszej i wierniejszej mapy”. Otrzymywał wsparcie finansowe prywatnych sponsorów i korony, ponieważ jego mapy były przydatne w administracji. Wydano je w formie atlasu, zapewne na wzór atlasu Orteliusza z 1570 r. (Barber 2001).

Mapy zostały wydrukowane techniką miedziorytu i ręcznie pokolorowane. Różnią się formatem, skalą i wykonaniem rysunku. Mają orientację północną, wprawdzie brak siatki, ale przez środek każdego arkusza przechodzi cienka pionowa linia opisana *SEPTENTRIO – MERIDIES* (płn. – płd.), bez podania długości geograficznej w stopniach. Obliczenie skali przysparza trudności, ponieważ

⁴ Przykładowe współrzędne według Petera Apiana: Norymberga 28°20'E (od Ferro) i 49°24'N (w rzeczywistości 28°45' i 49°27'), Ingolstadt: 29°06'E i 48°42'N (w rzeczywistości 29°05' i 48°46'), Kraków 37°50'E, 50°12'N (w rzeczywistości 37°36' i 50°04').

mapy mają podziałki w starych milach angielskich⁵; wynosi ona ok. 1:200 000. Rodzinne hrabstwo Yorkshire zostało przedstawione w większej skali, na dwóch płytach. Nie zaznaczono dróg, tylko mosty – podróżowano wówczas konno i nie trzeba było poruszać się drogami, które nie miały ulepszonej nawierzchni. Miejscowości przedstawiono sygnaturami obrazkowymi, a rzeźbę – metodą kopczykową. Nazwy zapisane są w języku angielskim, niektóre – zlatynizowane, np. *Chesterford m.*: (łac. *magnus* ‘wielki’, ang. *Great Chesterford*).

Nie zachowały się pierworysy map, ani dokumenty mówiące o tym, jakie metody podczas prac terenowych stosował Saxton. Zapewne pracował latem i wykonywał prostą triangulację graficzną. Dość krótki czas trwania prac wskazuje na to, że wykorzystywał i uzupełniał wcześniejsze opracowania kartograficzne, które znajdowały się w posiadaniu władz i osób prywatnych.

Pomimo luk w treści i niezgodności w przedstawianiu tych samych obszarów, jego mapy hrabstw były wykorzystywane przez innych kartografów i aktualizowane do XVIII w. W 1583 r. Saxton opublikował mapę pochodną Anglii i Walii *Britannia Insularum In Oceano Maximo* w skali 1 cal – 8 mil (ok. 1:500 000). Jest to 20-arkuszowa mapa ścienna (ok. 1,5 x 2 m), mająca siatkę kartograficzną (długość jest liczona od wyspy Santa Maria w archipelagu Azorów), wykorzystywana w atlasach Mercatora i innych kartografów holenderskich.

4.3. Mapa Porębskiego

Odpowiednik map Apiana i Saxtona stanowi mapa Księstwa Oświęcimskiego i Zatorskiego (*Ducatus Oswieczensis et Zatoriensis descriptio*) w skali ok. 1:250 000 opracowana przez Stanisława Porębskiego w 1563 r. i uważana za pierwszą polską szczegółową mapę w średniej skali. Nie ma siatki, tylko podziałkę milową. Była wiele razy reprodukowana, między innymi w atlasie Orteliusza *Theatrum Orbis Terrarum*. Przedstawia dość gęstą sieć wodną, miejscowości (z błędami), rzeźbę (metodą kopczykową, starając się pokazać różnice wysokości wzniesień i stromości stoków) oraz lasy (tylko na terenach, gdzie nie ma kopczyków przedstawiających góry). Autor, młody, wykształcony ziemianin był raczej amatorem niż profesjonalnym kartografem.

Kwestia źródeł i metody opracowania nie została ostatecznie wyjaśniona. Buczek (1963) uważał, że Porębski mapę opracował „na podstawie danych zebranych w trakcie podróży po terenie i drogą wywiadu”. Analiza dokładności świadczy jednak o tym, że autor skompilował kilka bardziej szczegółowych

⁵ Milla (*statute mile*) została dokładnie zdefiniowana w 1593 r. i liczy 5280 stóp angielskich (1609 m); stara mila londyńska liczyła 5000 stóp niemieckich, które były dłuższe.

opracowań kartograficznych; wskazują na to skokowe deformacje naniesionej na nią siatki zniekształceń (Pietkiewicz 1980).

5. Postępy wiedzy naukowej i technicznej

Kartografia topograficzna powstała w wyniku postępu cywilizacyjnego, który nastąpił w wieku oświecenia. Z politycznego punktu widzenia były to czasy oświeconego absolutyzmu – skupienia władzy w rękach monarchy i dążenia do modernizacji państwa. Rozwój wiedzy naukowej i technicznej w XVIII w. przyczynił się do rozwoju klasycznej kartografii topograficznej w następnym stuleciu. Niektóre ważne osiągnięcia naukowe i wynalazki techniczne miały miejsce wcześniej: w 1669 r. założono obserwatorium paryskie, następnie wykonano pomiar łuku południka paryskiego, a wytyczoną sieć trójkątów wykorzystano jako osnowę geodezyjną dla szczegółowej mapy okolic Paryża. Peschel (1865) trafnie uznał, że „wiek pomiarów” w historii geografii rozpoczął się około 1650 r.

W okresie pomiarów:

- zastosowano skuteczne metody wyznaczania długości geograficznej
- wyznaczono wymiary kuli, a następnie elipsoidy ziemskiej (wykorzystując metodę triangulacji do pomiaru łuku południka)
- wykorzystano metodę triangulacji do zakładania osnów geodezyjnych (w celu sporządzenia dokładnych map)
- zastosowano stolik mierniczy do wykonywania zdjęć topograficznych
- przeprowadzono barometryczne pomiary wysokości nad poziom morza

Warunkiem sporządzenia mapy topograficznej było dokładne wyznaczenie figury Ziemi, a także założenie osnowy geodezyjnej, czyli sieci punktów mających precyzyjnie wyznaczone położenie i będących podstawą szczegółowego zdjęcia topograficznego. Trzeba było opracować metodykę pomiarów i obliczeń, a także skonstruować odpowiednie instrumenty. Przedsięwzięcia konieczne do spełnienia tych warunków podjęto i zrealizowano we Francji, dzięki grupie uczonych, członków Akademii Nauk.

5.1. Wymiary Ziemi

Sposób wyznaczenia południkowego obwodu kuli ziemskiej podał już Eratostenes z Cyreny – w tym celu należało zmierzyć długość łuku południka i określić jego miarę stopniową, czyli różnicę szerokości geograficznej.

Ptolemeusz przyjął obwód Ziemi mniejszy od rzeczywistego. Według *Geografii* Aleksandria leży 60° na wschód od Wysp Kanaryjskich, chociaż rzeczywista różnica długości geograficznej wynosi 48°. Podobnie przeszacowana była rozciągłość równoleżnikowa Morza Śródziemnego od Cieśniny Gibraltarskiej do Bosforu. Błąd odpowiadał kuli o promieniu równym ok. 80% rzeczywistego

promienia kuli ziemskiej. Mógł być spowodowany błędami popełnionymi przy wyznaczaniu szerokości geograficznej i obliczaniu odległości podczas podróży.

Analiza współrzędnych geograficznych miejscowości położonych w Niemczech, podanych w XVI-wiecznych wykazach oraz odczytanych z map, wskazuje na to, że kosmografowie powtarzali błąd Ptolemeusza, przyjmując wielkość Ziemi równą ok. 85% rzeczywistej (Finsterwalder 1997). Ten błąd występuje w tablicach Apiana, chociaż w 1524 r. podał on dość dokładnie średnicę Ziemi⁶.

W 1525 r. J.F. Fernel przeprowadził pierwszy znany, nowożytny pomiar łuku południka wzdłuż drogi Paryż – Amiens. Otrzymał obwód Ziemi równy 56 747 sążni, tj. około 40 000 km (trudno ustalić dokładny przelicznik).

W 1615 r. **Snellius** (Willebrord Snel van Roijen) wykonał w Holandii pomiar obwodu kuli ziemskiej metodą triangulacji. Tytuł dzieła Snelliusa: *Eratosthenes Batavus* akcentuje jego osiągnięcie naukowe. Dokładnie zmierzył długość bazy Leiden – Zoeterwoude, przeprowadził pomiary kątowe, a następnie za pomocą rachunku trygonometrycznego wyznaczył odległość między miastami Alkmaar i Bergen op Zoom (ok. 130 km); w rzeczywistości oba miasta nie leżą na tym samym południku. Według jego obliczeń obwód Ziemi był równy 38 640 km, a długość 1° południka – 107 km zamiast 111 km (Lindgren 2007, Torge 2007), zatem błąd pomiaru wyniósł około 4%.

Do pomiarów kątów poziomych początkowo używano krążka z podziałką stopniową i ruchomym przeziernikiem, a później kwadrantu – większego i dokładniejszego instrumentu astronomicznego.

Kolejne, dokładniejsze pomiary wykonano metodą Snelliusa we Francji. W latach 1668–1670 ksiądz Jean **Picard** przeprowadził triangulację w celu wyznaczenia długości 1° łuku południka paryskiego na potrzeby opracowania nowych, dokładniejszych map Francji. W tym celu pomierzył łańcuch 13 trójkątów między Amiens a Paryżem i określił szerokość geograficzną punktów. Do pomiarów wykorzystał uniwersalny instrument (kwadrant) z lunetą, który umożliwiał pomiar wysokości lub kątów poziomych, w zależności od tego, jak został zamontowany na podstawie. Wyniki opublikował w rozprawie *Pomiar ziemi* (Picard 1671). Wyznaczona długość łuku południka Amiens – Malvoisine (obecnie Champcueil na południe od Paryża) wynosiła 78 908 sążni, różnica wysokości bieguna (szerokości geograficznej) – 1°22'55". Zatem długość łuku 1° = 57 060 toises (sążni) = 111,2 km (1 sążeń paryski = 1,949 m), co jest wynikiem zgodnym z rzeczywistością. Na tej podstawie można obliczyć, że obwód kuli ziemskiej jest równy 40 033 km, a promień – 6371,6 km. Te wymiary przy-

⁶ 1718 $\frac{2}{11}$ mil niemieckich (*Cosmographicus liber* 1524). Apian nie podał źródła tej informacji. Przyjmując do przeliczeń długość dawnej mili bawarskiej równą 7415 m otrzymamy wynik zbliżony do rzeczywistości.

jęto później przy opracowaniu mapy topograficznej Francji. Od 1683 r. pomiary południka paryskiego kontynuował Cassini I (łuk Dunkierka – Collioure od La Manche do granicy z Hiszpanią).

W 1687 r. Newton w dziele *Matematyczne zasady filozofii przyrody* wystąpił z twierdzeniem, że w wyniku działania siły odśrodkowej Ziemia nie jest kulą, lecz spłaszczoną na biegunach elipsoidą obrotową, i podał jej spłaszczenie: 1/230. W 1722 r. Cassini II opublikował rozprawę, w której odrzucił twierdzenie Newtona; uczynił to w oparciu o pomiary południka paryskiego, które nie były wystarczająco dokładne. Żeby je zweryfikować i określić wielkość spłaszczenia Ziemi Akademia zorganizowała dwie wyprawy naukowe: 1) na koło podbiegunowe, do miejscowości Torneå w Laponii, 2) na równik, do Quito w Peru (obecnie jest to Ekwador). Pierwszą kierował P.L. de Maupertuis, drugą – C.M. de La Condamine. Wyniki pomiarów potwierdziły, że Ziemia ma kształt elipsoidy (tab. 1).

Tabela 1. Francuskie pomiary łuku południka w XVIII w.

Wykonawca i rok wykonania pomiarów	Miejsce pomiarów	Łuk 1° południka (w sążniach)
Maupertuis 1738	Torneå	57 438
Picard 1671	Paryż	57 060
La Condamine 1751	Quito	56 768

Zakończeniem okresu pomiarów było wprowadzenie **dziesiętnego systemu metrycznego** we Francji w 1795 r. Pomiary południka paryskiego dokończyli J.-B.J. Delambre i P. Méchain, którzy pomierzyli łuk Dunkierka – Barcelona o długości 1074 km (9°40'). Na ich podstawie została wyznaczona elipsoida Delambre'a, która stała się podstawą systemu metrycznego (tab. 2). Zdefiniowano nową „naturalną” jednostkę długości, nazwaną **metrem**, równą 1/10 000 łuku południka od równika do bieguna. Méchain i Delambre (1806–1810) opublikowali monografię *Podstawa dziesiętnego systemu metrycznego lub pomiar południka zawartego między równoleżnikami Dunkierki i Barcelony, wykonanego w 1792 i w latach następnych*. Zdefiniowali w niej nową figurę Ziemi, elipsoidę:

Tabela 2. Wymiary elipsoidy Delambre'a w porównaniu z przyjętymi obecnie

Elipsoida	Delambre (1810)	WGS 84
kwadrant południka (w metrach)	10 000 000	10 001 966
spłaszczenie ($f = a/b/a$)	1/309	1/298

O ile długość południka wyznaczono z niewielkim błędem, o tyle wielkość spłaszczenia Ziemi była zbyt duża.

Po zakończeniu wojen napoleońskich państwa europejskie przystąpiły do kartowania topograficznego na potrzeby wojskowe. Potrzebne były dokładniejsze podstawy geodezyjne. W związku z tym, w latach 1816–1855 astronom F.G.W. Struve, na polecenie cara Aleksandra I, wykonał pomiar łuku południka o długości 2820 km, od Oceanu Arktycznego do Morza Czarnego. Łańcuch trójkątów przebiega przez dziesięć państw i jako **łuk Struwego** został wpisany na Listę światowego dziedzictwa UNESCO. W 1832 r. Struve został mianowany pierwszym dyrektorem nowego obserwatorium astronomicznego w Pułkowie koło Petersburga. Podał parametry *elipsoidy Struwego*, a jego pomiary zostały wykorzystane do obliczenia elipsoidy Clarke'a (Kaptüg 2009).

W 1825 r. niemiecki geodeta F.W. Bessel opublikował artykuł na temat błędu, który znalazł w obliczeniach francuskich i jego wpływu na wymiary elipsoidy. Sam Bessel wybrał dziesięć najbardziej wiarygodnych pomiarów południka (wykonanych w Peru, Indiach, Francji, Anglii, Niemczech, Prusach Wschodnich, Danii, Szwecji i Rosji) i na ich podstawie obliczył własną elipsoidę: kwadrant południka = 10 000 856 m, spłaszczenie $f = 1/299$. W różnych krajach przyjmowano różne elipsoidy odniesienia, przykładowo:

- **Walbecka** z 1819 r. – stosowana w Niemczech, Austrii i Rosji.
- **Bessela** z 1825 r. – stosowana w kartografii topograficznej do II wojny światowej, m.in. w Austrii, Niemczech, Rosji i w Polsce.
- **Clarke'a** z 1866 r., modyfikowana w późniejszych latach – była stosowana m.in. w koloniach brytyjskich i francuskich w Afryce oraz w Stanach Zjednoczonych (North American Datum 1927), aż do czasu wprowadzenia układu WGS 84;
- **Hayforda** z 1909 r. – obliczona na podstawie pomiarów wykonanych w Stanach Zjednoczonych i w 1924 r. uznana za międzynarodową;
- **Krasowskiego** z 1940 r. – stosowana w ZSRR i w krajach socjalistycznych.

W 1828 r. Gaus sformułował nową definicję figury Ziemi jako powierzchni ekwipotencjalnej, a w 1872 r. J.B. Listing wprowadził dla niej termin *geoida*.

W 1861 r. z inicjatywy J.J. Baeyera została powołana w Berlinie *Mitteleuropäische Gradmessung* – organizacja, która zapoczątkowała międzynarodową współpracę w zakresie geodezji wyższej (później przekształciła się w Międzynarodową Asocjację Geodezji).

Po drugiej wojnie światowej zdefiniowano międzynarodowy optymalny model elipsoidy ziemskiej i pola siły ciężkości Ziemi GRS (geodezyjny system odniesienia), który jest standardem przyjętym w geodezji i innych dyscyplinach:

geofizyce, astronomii, kartografii i nawigacji. W odróżnieniu od wcześniejszych układów odniesienia jest on geocentryczny, tj. oś Z pokrywa się z osią obrotu Ziemi, a oś x wskazuje południk zerowy. W 1967 r. wprowadzono system GRS 67 i nowe parametry elipsoidy w stosunku do elipsoidy międzynarodowej z 1924 r., ale i one podlegały niewielkim modyfikacjom w ramach kolejno przyjmowanych układów odniesienia: WGS 72, GRS 80 i WGS 84 używanego w systemie GPS.

5.2. Skale map

W 1875 r. odbyła się **międzynarodowa Konwencja Metryczna** w Paryżu, na której przyjęto metr (i wykonano jego platynowy wzorzec) oraz system dziesiętny. Istotnym następstwem tych ustaleń była zmiana skal map topograficznych. Rezygnowano z tradycyjnych, niemetrycznych skal i wprowadzono okrągłe, metryczne. Państwa niemieckie, które w 1871 r. weszły w skład Rzeszy Niemieckiej pod przywództwem Prus, ustaliły w 1878 r., że skala mapy topograficznej będzie równa 1:100 000. Z wojskowego punktu widzenia szczegółowość mapy była wystarczająca, można ją było stosunkowo szybko opracować dla dużego obszaru, dużą zaletą była łatwość obliczania odległości.

Jednak skala 1:100 000 nie stała się obowiązującym standardem. We Francji, zanim przyjęto skalę nowej mapy sztabowej, rozważano alternatywę 1:100 000 lub 1:50 000. Mniejsza skala wydawała się za mało szczegółowa na potrzeby cywilne, większa – zbyt kosztowna. Wybrano skalę 1:80 000 zbliżoną do starej mapy Cassiniego (1:86 400). W Austro-Węgrzech, po wprowadzeniu systemu metrycznego w 1871 r., również przyjęto pośrednią skalę – 1:75 000. Zaletą skali większej niż 1:100 000 była lepsza czytelność jednobarwnej mapy z kreskową rzeźbą terenu, a Wojskowy Instytut Geograficzny w Wiedniu miał wystarczające środki do opracowania mapy. Brytyjska Ordnance Survey w 1801 r. przyjęła niemetryczną skalę 1: 1:63 360 (1 mila w calu).

Przed zjednoczeniem Włoch (1870) opracowywano mapy w różnych skalach: 1:86 400, 1:80 000, 1:50 000. Po zjednoczeniu utworzono Istituto Geografico Militare we Florencji, wprowadzono system metryczny i na podstawie zdjęć w skalach 1:25 000 i 1:50 000 opracowano nową mapę topograficzną 1:100 000 (Arnberger, Kretschmer 1975).

5.3. Współrzędne geograficzne

W epoce renesansu i wielkich odkryć geograficznych nie tylko astronomowie, lecz także żeglarze, potrafili dostatecznie dokładnie wyznaczyć szerokość geograficzną mierząc wysokość Gwiazdy Polarnej lub Słońca w południe. Nie znano żadnej prostej i dokładnej astronomicznej metody wyznaczenia długości geograficznej.

Hipparch, w starożytności, podał sposób wyznaczania długości na podstawie obserwacji zaćmień Księżyca. Ten sposób, opisany w *Kosmografii* Apiana, nie najlepiej sprawdzał się w praktyce. Zjawisko zaćmienia, obserwowane równocześnie w dwóch miejscach, stanowiło swego rodzaju „sygnał czasu”, który na podstawie różnicy czasów miejscowych pozwalał obliczyć różnicę długości. Trudności przysparzało rzadkie występowanie zaćmień, ponadto konieczna była współpraca obserwatorów znajdujących się podczas zaćmienia w różnych miejscach. W późniejszych wydaniach *Kosmografii* została opisana metoda wyznaczania czasu miejscowego na podstawie ruchu Księżyca względem gwiazd (Lindgren 2007); można więc przypuszczać, że Apian stosował tę metodę. Do wykonywania pomiarów, np. odległości kątowych Księżyca od gwiazd, służył wówczas prosty instrument zwany laską Jakuba (przedstawiony na rycinie w *Kosmografii*), używano także astrolabium i kwadrantu.

Astronom epoki renesansu napotykał na trzy poważne przeszkody: brak dokładnego katalogu współrzędnych gwiazd, brak dokładnych tablic ruchu Księżyca⁷ i brak dokładnych instrumentów. Galileusz, który odkrył księżycy Jowisza i zaobserwował ich zaćmienia (1612), zaproponował nową metodę: zjawisko można było wykorzystać jako sygnał czasu do wyznaczania długości geograficznej (Hoskin 1997).

Bezładne długości geograficzne niektórych miejscowości, podawane przez kosmografów, nie tyle były wynikiem dokładnych pomiarów, ile znoszenia się licznych błędów popełnianych przy niedokładnych obliczeniach (Forstner 2004).

Dopiero około 1690 r. Cassini I, dyrektor obserwatorium paryskiego, wykonał wielką mapę świata, która miała 7,8 m średnicy. Przedstawiała ona zarysy lądów skorygowane w oparciu o punkty mające długość i szerokość geograficzną wyznaczoną za pomocą pomiarów astronomicznych. Zachowała się zmniejszona drukowana wersja w odwzorowaniu azymutalnym równoodległościowym: *Planisphere Terrestre... Longitudes de divers Lieux de la Terre, trouvees par les Observations des Eclipses Satellites de Iupiter...* z 1696 r. Przyjęto na niej południk początkowy 20°W i zaznaczono 43 punkty pomiarowe nierównomiernie rozmieszczone na świecie: 15 w Europie (w tym Gdańsk), 15 w Azji, 5 w Afryce, 4 w Ameryce Północnej i 4 w Ameryce Południowej. Na półkuli południowej znajduje się tylko 5 punktów: Wyspa Św. Heleny, Przylądek Dobrej Nadziei, Cabo de Santo Agostinho (w Brazylii) i Portoviejo (w Ekwadorze). Obraz świata został skorygowany, a rozciągłość Morza Śródziemnego,

⁷ Wykorzystywano tablice astronomiczne J. Regiomontana, który skorygował średniowieczne *Tablice Alfonsyńskie* odnoszące się do południka Toledo. Były obliczone dla okresu 1475–1506 i podawały poprawki czasu dla 62 miejscowości z błędami przekraczającymi 2° długości geograficznej. Obliczenia ruchu ciał niebieskich były oparte na teorii geocentrycznej Ptolemeusza (Oestmann 2003).

niewłaściwie przedstawiana od czasów Ptolemeusza, została zredukowana do właściwych rozmiarów – 40° długości geograficznej. Do wyznaczania długości służyła metoda **obserwacji zaćmień księżyców Jowisza**. Cassini opracował i opublikował w 1668 r. w Bolonii tablice ich ruchu (*Ephemerides Bononienses...*), które umożliwiły zastosowanie tej metody.

Na podstawie mapy Cassiniego ok. 1730 r. G. Delisle wykonał mapę półkul w odwzorowaniu azymutalnym stereograficznym; zaznaczył na niej trasę wyprawy morskiej E. Halleya, której Cassini zawdzięczał współrzędne geograficzne punktów na półkuli południowej.

W wyniku zastosowania metody Cassiniego zmienił się również obraz Francji na mapach. Ilustruje to *Mapa Francji skorygowana na polecenie króla według obserwacji Akademii Nauk*⁸ z 1693 r. Dziesięć lat wcześniej Dominique de La Hire przedstawił ją Ludwikowi XIV i Akademii. Uwzględnia ona wszystkie wykonane wcześniej pomiary i przedstawia nowy obraz linii brzegowej na tle dawnego, który pochodzi z mapy wybitnego francuskiego kartografa N. Sansona z 1679 r. – obszar królestwa zmniejszył się o 122 tys. km². Pokazuje ona, jak wyglądały mapy przed okresem pomiarów, zanim rozwinęła się dokładna kartografia topograficzna i morska. Można powiedzieć, że postulaty Ptolemeusza zostały zrealizowane dopiero w XVII w.

W połowie XVIII w. S. Schmettau (ojciec), za pomocą obserwacji astronomicznych i pomiarów triangulacyjnych, możliwie dokładnie wyznaczył współrzędne 59 miejscowości w Niemczech; maksymalne błędy położenia sięgały 2 km (Torge 2007).

Metoda Cassiniego była zbyt skomplikowana, by ją stosować w nawigacji. W 1766 r. opublikowano pierwszy raz *The Nautical Almanac and Astronomical Ephemeris* na rok 1767. Zawierał on tablice ruchu Księżyca, oparte na obliczeniach T. Mayera, potrzebne do wyznaczania długości geograficznej, nową **metodą odległości księżycowych** (trzeba było zmierzyć odległość kątową uwzględnionej w tablicach gwiazdy od środka Księżyca, określić czas miejscowy i wprowadzić odpowiednie poprawki). Wkrótce zastosowali je brytyjscy żeglarze S. Wallis i J. Cook.

Alternatywna metoda, nie tylko prostsza lecz także dokładniejsza, jak się z czasem okazało w praktyce, polegała na zastosowaniu **chronometru**. Był to niewielki, dokładny i odporny na warunki zewnętrzne zegar, który służył do przewożenia czasu południka Greenwich. John Harrison pracował nad jego konstrukcją przez wiele lat. W 1765 r. czwarty z kolei model przeszedł testy na

⁸ Często bywa reprodukowana z anachronicznym podpisem mówiącym, że przedstawia zmiany mapy Francji w następstwie triangulacji, chociaż została wykonana zanim Cassini przystąpił do triangulacji.

morzu. James Cook podczas drugiej i trzeciej wyprawy w latach 1772–1775 (na półkulę południową) i 1776–1779 (na północny zachód Ameryki Północnej) wykorzystał chronometr, a do wyznaczania szerokości geograficznej posługiwał się **seksantem** skonstruowanym przez Hadleya ok. 1730 r. Podane przez niego współrzędne są dokładne, a mapy nowoodkrytych wysp i wybrzeży wyróżniają się precyzją, np. mapa północno-zachodniego wybrzeża Ameryki i północno-wschodniego Azji (wydana przez G.M. Cassiniego w 1798 r.). W XIX w. coraz częściej używano chronometrów.

5.4. Południk zerowy

Ptolemeusz założył, że „pierwszy” (w dzisiejszym zapisie zerowy) **południk Wysp Szczęśliwych** (Kanaryjskich) przechodzi przez zachodni kraniec ekumeny, co ułatwiało liczenie długości geograficznej w kierunku na wschód, do 180° na wschodnim krańcu ekumeny. Ponieważ prowadził obserwacje w Aleksandrii, a jego wiedza o Wyspach Szczęśliwych była fragmentaryczna, określił położenie tego południka umownie: 60° na zachód od Aleksandrii. Nowożytni kosmografowie stosowali się do tej konwencji, albo prowadzili południk zerowy przez Azory lub Wyspy Zielonego Przylądka. Z czasem stało się konieczne ponowne, bardziej precyzyjne zdefiniowanie południka zerowego.

Mercator był zwolennikiem koncepcji, zgodnie z którą południk początkowy powinien przechodzić tam, gdzie deklinacja magnetyczna jest równa zero i kompas wskazuje północ geograficzną. Nie było zgodności w tej sprawie, najczęściej wymieniano różne wyspy w archipelagu Azorów. Na słynnej mapie świata Mercatora z 1569 r. w odwzorowaniu walcowym równokątnym przez Azory przechodzi południk opisany 360°.

Do XVIII w. kartografowie, na mapach małoskalowych, prowadzili południk zerowy przez Azory (Corvo, Santa Maria i inne wyspy), Wyspy Zielonego Przylądka (Santiago, Boa Vista i inne), Teneryfę (góra Teide) lub przyjmowali linię traktatu z Tordesillas (1494 r.) przechodzącą przez wschodnie wybrzeże Brazylii. Na planisferze Cassiniego z 1696 r. południk zerowy poprowadzono 20° na zach. od Greenwich, przez wyspę São Miguel (Azory).

Południk Ferro. W 1634 r. król Francji zadekretował, że południk zerowy przechodzi przez wyspę Ferro (*île de Fer*, obecnie *El Hierro*) – najdalej na zachód położoną w archipelagu Wysp Kanaryjskich, a dokładniej – przez jej zachodni kraniec. Dekret został wydany zgodnie z koncepcją Ptolemeusza i zaleceniem konferencji naukowej w Paryżu. Tak zdefiniowany południk miał być stosowany przez francuskich nawigatorów oraz na mapach (Fordham 1929). W 1724 r. L. Feuillée przeprowadził na wyspie obserwacje w celu wyznaczenia

różnicy długości geograficznej między Ferro a obserwatorium paryskim. Publikowane przez różnych autorów obliczenia dawały różne wyniki, przeważnie $19^{\circ}53'$ – $19^{\circ}55'$.

G. Delisle (na mapie Ameryki z 1722 r.) zaproponował rozwiązanie problemu: przyjął umownie, że Ferro leży dokładnie 20° na zachód od Paryża, lecz jego definicja nie zyskała powszechnego uznania.

Angielskie publikacje z XVIII–XIX w. podawały długość Ferro: $17^{\circ}35'$, $17^{\circ}40'$ i $17^{\circ}45'$ na zach. od Greenwich, a autor podręcznika nawigacji napisał, że błędy długości podawanych w tablicach współrzędnych dochodzą do $20'$, między innymi za sprawą rozbieżności w położeniu południka Ferro. Zgodnie z rzeczywistością stwierdził, że prawdopodobnie przez środek wyspy przechodzi południk $18^{\circ}W$ (Purdy 1820).

Od Ferro liczono długość na mapach austriackich i niemieckich do pierwszej wojny światowej. Dotyczy to także wydawanych przez WIG, w latach dwudziestych, polskich adaptacji w skali 1:100 000 map austriackich. Umownie przyjmowano $\lambda = 17^{\circ}40'W$.

W poszczególnych państwach na mapach topograficznych stosowano południki przechodzące przez główne obserwatoria astronomiczne, co przysparzało trudności i nadal może ich przysparzać przy wykorzystaniu map archiwalnych, ponieważ podawane dawniej różnice długości różnią się od dzisiejszych. Największe trudności występowały w nawigacji: w różnych państwach stosowano co najmniej jedenaście południków, najczęściej grynicki, paryski i Kadyksu (Dolan 2015). Świadczy to dobitnie o potrzebie przyjęcia międzynarodowego, dokładnie wyznaczonego południka początkowego.

Południk grynicki – przechodzi przez Obserwatorium Królewskie w Greenwich założone w 1675 r. Został wyznaczony w 1721 r., w 1738 r. została wydana drukiem pierwsza mapa, na której długość liczono od Greenwich, a w 1851 r. ostatecznie ustalono jego położenie – przechodził przez nowy instrument (Dolan 2015).

W 1884 r. międzynarodowa konferencja w sprawie południka dokonała wyboru i ustaliła sposób liczenia długości geograficznej: na wschód i na zachód od Greenwich (wcześniej liczono także od 0 do 360° na wschód). Francja zaaprobowała południk grynicki, ponieważ Anglia zgodziła się w 1875 r. na międzynarodowy system metryczny.

Południk paryski – przechodzi przez Obserwatorium Paryskie, które powstało w 1672 r. Długość geograficzna (w zaokrągleniu): $2^{\circ}20'14''E$.

Południk pułkowski ($30^{\circ}19'33''E$) był południkiem zerowym na mapach rosyjskich. W celu wyznaczenia różnicy długości zastosowano metodę ekspedycji

chronometrycznych: pod kierunkiem W.J. Struvego w 1843 r. przewieziono tam i z powrotem 68 chronometrów, a w następnym – 42; przyjęto $\lambda = 30^{\circ}19'40,6''E$. Nowocześniejsza i dokładniejsza była metoda telegraficzna zastosowana w 1844 r. w Ameryce – sygnał czasu przesyłano za pomocą telegrafu. W Rosji użyto telegrafu do wyznaczenia długości geograficznej miejsc na Syberii, od Kazania do Władywostoku (*Encyklopedyczny słownik* 1890–1907), a także Warszawy.

Południk warszawski – na wydanej w 1839 r. mapie Kwatermistrzostwa jako zerowy przyjęto południk warszawski, $38^{\circ}50'$ na wschód od Ferro (Olśzewicz 1925), przechodzący przez obserwatorium astronomiczne. W 1880 r. zdefiniowano nowy południk warszawski, przechodzący przez wierzchołek wieży ratuszowej, jego długość wyznaczono metodą telegraficzną – $9^{\circ}19'$ na wsch. od Pułkowa ($21^{\circ}01'E$).

Niektóre mapy topograficzne podawały długość liczoną od dwóch południków, np. niemieckie *Messtischblätter* 1:25 000 – od Greenwich i Ferro, a rosyjskie trzywiorstówki (1:126 000) – od Paryża i Pułkowa.

5.5. Odwzorowania map topograficznych

W połowie XVIII w., przy opracowaniu mapy Francji, do obliczania wyników triangulacji zastosowano układ współrzędnych prostokątnych płaskich, ponieważ obliczenia w układzie współrzędnych geograficznych, nawet dla kuli, były zbyt pracochłonne. Jako powierzchnię odniesienia początkowo przyjęto kulę, która potem została zastąpiona przez elipsoidę Delambre'a.

Liczba odwzorowań map topograficznych jest niewielka, ale w przeszłości stosowano – i stosuje się nadal – wiele różnych układów odniesienia. Najczęściej stosowano odwzorowanie walcowe poprzeczne (styczne albo sieczne) i przyjmowano południk osiowy (środkowy), przechodzący przez środek kartowanego obszaru jako oś x lokalnego układu współrzędnych x,y . W wielu krajach przyjmowano różne lokalne układy współrzędnych i elipsoidy odniesienia.

Na początku XIX w., na potrzeby opracowania wielkoskalowych map Bawarii, J.G. Soldner zaproponował przybliżenie elipsoidy odniesienia za pomocą kuli. W punkcie odniesienia, obranym na środku kartowanego obszaru, ma ona wspólny równoleżnik z elipsoidą, przy czym promień kuli jest równy promieniowi krzywizny wspólnego równoleżnika. W Niemczech było kilkadziesiąt lokalnych układów współrzędnych Soldnera.

Odwzorowanie Cassiniego zostało opracowane w 1745 r. (Snyder 1987) na potrzeby mapy Francji w skali 1:86 400. Jest to odwzorowanie walcowe równoodległościowe poprzeczne kuli. Stanowi modyfikację znanej od starożytności prostej siatki walcowej, tzw. płaskiej siatki kwadratowej (fr. *plate carrée*, niem.

Plattkarte). Walec jest styczny w *południku paryskim* zdefiniowanym w 1667 r. Południk przechodzi przez Obserwatorium paryskie, gdzie w punkcie o współrzędnych $48^{\circ}50'10''N$ i $2^{\circ}20'14''E$ znajduje się początek układu współrzędnych, a promień kuli jest równy 6 371 598 m (*La Carte de Cassini* http://cassini.ehess.fr/cassini/fr/html/5_donnees.htm). Oprócz południka środkowego wiernie odwzorowane są koła wielkie prostopadłe do niego.

Odwzorowanie Bonne'a (synonim: zmodyfikowane odwzorowanie Flamsteeda) jest odwzorowaniem pseudostożkowym równopółowym. Równoleżniki i prostoliniowy południk środkowy są odwzorowane bez zniekształceń; obrazy pozostałych południków są liniami krzywymi. W 1752 r. R. Bonne użył go do mapy Francji, wcześniej było stosowane do map świata i kontynentów. Od tego czasu przyjęła się jego nazwa, a odwzorowanie elipsoidy przyjęto do opracowania map topograficznych i przeglądowo-topograficznych, m.in.: mapy Francji 1:80 000, mapy Dufoura 1:100 000, polskiej mapy Kwatermistrzostwa i rosyjskiej trzywiorstówki 1:126 000.

Odwzorowanie stożkowe Lamberta to normalne odwzorowanie równokątne, którego teorię opracował Lambert (1772). W 1915 r. we Francji odwzorowanie elipsoidy Clarke'a 1880 zastosowano do map wojskowych, ze względu na potrzeby artylerii, a po wojnie – do map cywilnych (zastąpiło odwzorowanie Bonne'a).

Odwzorowanie Casiniego-Soldnera jest odwzorowaniem walcowym równoodległościowym poprzecznym elipsoidy (Pędzich 2007). Zostało opracowane w 1810 r. przez Soldnera dla Bawarii. Zastosował on odwzorowanie elipsoidy na kulę (styczną do elipsoidy w równoleżniku Monachium), a następnie odwzorowanie kuli na płaszczyznę. Początek układu współrzędnych znajdował się w środku obszaru, południk środkowy tworzył oś x , a prostopadła do niego linia geodezyjna – oś y . Ponieważ odwzorowanie nie jest równokątne, odwzorowywano pasy południkowe o szerokości 2° . Dzięki temu zniekształcenia były mniejsze niż wymagana dokładność prac topograficznych, jednak dokładne obliczenia punktów triangulacyjnych wymagały pracochłonnych poprawek (Kohlstock 2004). Aż do pierwszej połowy XX w. było stosowane w wielu krajach (m.in. w Wielkiej Brytanii, Niemczech i Austrii) do map topograficznych i katastralnych. W celu zmniejszenia zniekształceń odwzorowywane były wąskie pasy południkowe.

Odwzorowania wielościenne polegają na odwzorowaniu z osobna każdego arkusza mapy. *Pruski rzut wielościenny* (*Preussische Polyederprojektion*) w polskich i rosyjskich publikacjach bywa nazywany „odwzorowaniem Müfflinga”, ponieważ w 1821 r. K. von Müffling wydał instrukcję nakazującą stosować je do pruskich map 1:25 000. Poszczególne arkusze mapy (trapezy sferoidalne o wymiarach $10'$ długości na $6'$ szerokości) rysowano jako trapezy. Trapezowe arkusze

bez przerw dają się łączyć tylko w równoleżnikowe pasy lub południkowe słupy. W wypadku tak małego obszaru obraz (na mapie) praktycznie jest podobny do oryginału (na elipsoidzie), a różnice są mniejsze od niedokładności rysunku i deformacji papieru. Konstrukcja siatki była prosta i nie wymagała obliczeń za pomocą funkcji odwzorowawczych, natomiast punkty osnowy nanoszono według współrzędnych prostokątnych w odwzorowaniu Cassiniego-Soldnera (Eckert 1921). Odwzorowanie wielościenne miała także mapa 1:100 000 (*KDR*).

Siatkę austriackiej *Spezialkarte* 1:75 000 konstruowano a następujący sposób: a) południk środkowy arkusza jest wiernie odwzorowany jako odcinek prostej; b) skrajne równoleżniki (północny i południowy) są odcinkami prostokątnymi do południka środkowego, odwzorowanymi bez zniekształceń; c) skrajne południki otrzymywano łącząc końce obu odcinków liniami prostymi. Wadą były znaczne zniekształcenia kątów (Arnberger, Kretschmer 1975).

Odwzorowanie Gaussa-Krügera jest to odwzorowanie walcowe równokątne poprzeczne elipsoidy. Stanowi analogiczną modyfikację odwzorowania Mercatora, jak odwzorowanie Cassiniego – odwzorowania równoodległościowego. Odwzorowanie kuli opisał J.H. Lambert (1772).

Wybitny matematyk C.F. Gauss, który kierował pracami triangulacyjnymi w Hanowerze (1828–1844), w związku z wadami układu współrzędnych Soldnera, opracował konforemny (wiernokątny) układ współrzędnych. Wymaga on nieskomplikowanej redukcji odległości obliczonych na podstawie współrzędnych końców odcinka; w praktyce zniekształcenia są zauważalne w dużej odległości od południka środkowego (Kohlstock 2004).

Opracowanie Gaussa pozostało w rękopisie. Na jego podstawie w 1912 r. L. Krüger zaproponował nowy, jednolity układ współrzędnych dla Niemiec i tzw. system pasów południkowych Gaussa-Krügera. Miał on zastąpić wiele stosowanych dotąd lokalnych układów Soldnera. Powierzchnią odniesienia była elipsoida Bessela. Żeby ograniczyć zniekształcenia długości i pól Krüger przyjął południki osiowe: 6°, 9°, 12° i 15°E oraz południkowe pasy odwzorowawcze o szerokości 3° oznaczone kolejnymi cyframi od 2 do 5. Na szerokości geograficznej 51° szerokość takiego pasa wynosi ok. 210 km. Dzięki temu zniekształcenia długości na mapach topograficznych są znacznie mniejsze niż dokładność graficzna mapy (0,2 mm), np. na skraju pasa, w skali 1:100 000 wynoszą 0,12 mm. Współrzędną x oznacza się literą R (niem. *Rechtswert*), a y – H (*Hochwert*). Żeby uniknąć ujemnych wartości współrzędnych przyjmuje się wartość $y = 500\,000$ m dla każdego południka środkowego, a przed nią podaje się numer strefy. Współrzędna y jest liczona na południku środkowym, od równika (Kohlstock 2004).

Siatkę współrzędnych prostokątnych płaskich (kilometrową) zaczęto nanosić na mapy podczas pierwszej wojny światowej, żeby spełnić potrzeby artylerii i do celów meldunkowych.

W Związku Radzieckim i krajach socjalistycznych przyjęto *układ 1942* z odwzorowaniem Gaussa-Krügera elipsoidy Krassowskiego.

Odwzorowanie quasi-stereograficzne Roussilhe'a jest to sieczne odwzorowanie azymutalne równokątne ukośne elipsoidy. W przeciwieństwie do odwzorowania kuli nie jest odwzorowaniem perspektywicznym (rzutem). Zostało opracowane w 1922 r. przez H. Roussilhe'a i nadaje się do map topograficznych obszarów zbliżonych kształtem do koła, takich jak Polska, natomiast nie nadaje się do obszarów wydłużonych, jak Turcja lub Włochy.

Odwzorowanie azymutalne równokątne kuli jest znane od starożytności, w XVI–XVII w. odwzorowanie poprzeczne było powszechnie stosowane do map półkul. W 1929 r. w Polsce do celów sporządzania map wojskowych wprowadzono *odwzorowanie quasi-stereograficzne WIG* elipsoidy Bessela. Jego parametry podają Biernacki i Słomczyński (1932).

Po wojnie odwzorowania quasi-stereograficzne elipsoidy Krasowskiego przyjęto w *układzie współrzędnych 1965* dla czterech z pięciu stref obejmujących grupy województw.

Dla cywilnych map topograficznych w skali 1:100 000 W. Grygorenko opracował nowe odwzorowanie *GUGiK-1980* o parametrach dostosowanych do obecnego kształtu terytorium Polski (Grygorenko 1985).

Odwzorowanie UTM (uniwersalne odwzorowanie poprzeczne Mercatora). Wąskie pasy południkowe w układzie Gaussa-Krügera są kłopotliwe dla użytkowników map, np. dla obszaru Polski stosuje się 4 pasy. Z tego powodu w 1947 r. armia amerykańska opracowała nowe odwzorowanie i układ współrzędnych do map topograficznych całej Ziemi. Przyjęto pasy o szerokości 6°, numerowane od południka 180° ku wschodowi: od 1 do 60. Odwzorowanie jest sieczne, skala długości na południku środkowym strefy jest równa 0,9996. Dla obszaru Stanów Zjednoczonych przyjęto elipsoidę Clarke'a z 1866 r. (Snyder 1987), w innych krajach stosowano inne elipsoidy odniesienia.

5.6. Triangulacja

W 1533 r. Rainer Gemma **Frisius**, w dodatku do *Kosmografii Apiana*⁹, opisał metodę triangulacji. Polegała ona na graficznym wyznaczeniu sieci trójkątów na danym obszarze. Wykorzystał *wcięcie w przód*, które pozwalało wyznaczyć po-

⁹ *Cosmographicus Liber Petri Apiani* [...]. *Item* [...] *Gemmae Physisii Libellus de Locorum describendorum ratione...* (<http://www.dbc.wroc.pl/dlibra/docmetadata?id=16167&from=publication>).

łożenie odległego punktu widocznego z dwóch innych punktów. Wcięż było znane już w średniowieczu i używano go do pobieżnych zdjęć marszrutowych terenów położonych wzdłuż przebytej drogi.

Metodę triangulacji Frisiusa równocześnie zastosowali: Apian do sporządzenia mapy Bawarii i Jacob van Deventer, który w latach 1553–1555 wykonał mapy części Niderlandów w skali 1:180 000 (Ormeling 2002).

W 1617 r. **Snellius** opisał swój pomiar długości łuku południka wykonany metodą triangulacji, za pomocą łańcucha trójkątów¹⁰. Nowum stanowił pomiar długości bazy, którego uzupełnieniem były pomiary kątów.

Metoda Snelliusa została użyta przez Picarda do pomiarów łuku południka paryskiego, a następnie była wielokrotnie stosowana do wyznaczania wymiarów elipsoidy ziemskiej. W latach 1733–1783 przeprowadzono **triangulację Francji**. W 1744 r. była gotowa sieć triangulacyjna pierwszego rzędu, złożona z południkowych i równoleżnikowych łańcuchów trójkątów, które tworzyły czworokąty; łańcuchy triangulacyjne przebiegały także wzdłuż wybrzeży i granic. W 1783 r. cały kraj był pokryty ciągłą siecią trójkątów, do której przyłączono obserwatorium w Greenwich. Sieć punktów triangulacyjnych stanowiła osnowę geodezyjną mapy topograficznej w skali 1:86 400.

Duże znaczenie miało sformułowane przez A.M. Legendre'a i udowodnione w 1798 r. twierdzenie, które pozwoliło rozwiązywać małe (bok do 50 km) trójkąty sferyczne metodami geometrii płaskiej.

Triangulacja Francji stanowiła wzór dla innych państw europejskich. Gauss przeprowadził triangulację Hanoweru (1828–1844), a w Prusach triangulację I rzędu przeprowadzono w latach 1832–1899 (Torge 2007). Wojskowy Instytut Geograficzny w Wiedniu sieć I rzędu założył w latach 1862–1898. Nad zmierzonymi punktami ustawiano wieże triangulacyjne, w ślad za triangulacją wykonywano zdjęcia stolikowe.

W XIX w. największym przedsięwzięciem była **triangulacja Indii** (Great Trigonometric Survey of India). W XVIII w. dla brytyjskiej Kompanii Wschodnioindyjskiej wydawano mapy w średnich skalach przeznaczone do celów gospodarczych, wojskowych i administracyjnych, dość szczegółowo przedstawiające sieć drogową. Przykładem jest *Bengal Atlas* J. Rennella z 1779 r. Zdjęcia terenowe nie były dokładne. W 1800 r. William Lambton rozpoczął pomiary na południu Indii. Wykorzystywano ważący pół tony instrument uniwersalny (wielki teodolit), który ustawiano na wysokich wieżach triangulacyjnych.

¹⁰ Pomiary Snelliusa dość często przedstawia się jako pierwsze zastosowanie triangulacji na potrzeby zdjęcia topograficznego, jednak zasługę stworzenia osnowy geodezyjnej za pomocą triangulacji należy przypisać Frisiusowi.

Wykonano łańcuch triangulacyjny od przylądka Komoryn do Hajdarabadu na północy (ok. 10° łuku południka).

Po śmierci Lambtona kierownictwo objął George Everest, który w latach 1823–1843 kontynuował prace aż dotarł do Himalajów. Przedłużył „wielki łuk Indii” do ok. 22° łuku południka i wyznaczył elipsoidę Everesta (1830), którą stosowano w Indiach przez ponad sto lat.

Spektakularnym osiągnięciem był trygonometryczny pomiar wysokości szczytów w Himalajach. W 1852 r. zmierzono wysokość najwyższego szczytu na Ziemi – 29 002 stóp (8840 m), któremu nadano później nazwę Mount Everest. Pomiary wykonano z 7 punktów triangulacyjnych, odległości od instrumentu do mierzonego punktu wynosiły kilkadziesiąt kilometrów.

W 1876 r. zakończono triangulację Indii Brytyjskich. Została założona osnowa geodezyjna do map topograficznych w skalach 1:63 360, 1:126 720 i 1:253 440.

5.7. Pomiary niwelacyjne

Najstarsze zastosowania pomiarów wysokościowych były związane z budownictwem wodnym (akwedukty, kanały).

W 1647 r. B. Pascal posługując się barometrem wykazał zależność ciśnienia atmosferycznego od wysokości n.p.m. Tę zależność wykorzystano w metodzie *niwelacji barometrycznej*. Jest ona mało dokładna: w sprzyjających warunkach meteorologicznych błąd nie przekracza 2 – 3 m. W XVIII w. dokonywano eksperymentalnych pomiarów, doskonalono metodę i wydawano specjalne tablice do niwelacji barometrycznej.

W 1791 r. J.-L. Dupain-Triel opublikował dość prymitywną, poziomicową mapę Francji opracowaną na podstawie pomiarów wykonanych przez przyrodników, a w 1824 r. Duńczycy J.H. Bredsdorff i O.N. Olsen opracowali poziomicowo-kreskową mapę orograficzną Europy. Wydawano tabele wysokości punktów n.p.m., np. kompendium fizyki Gehlera z 1829 r. zawiera zestawienie 4600 punktów (miast, szczytów i jezior) na różnych kontynentach, większość stanowiły pomiary barometryczne.

W Polsce wyniki własnych pomiarów barometrycznych, wraz z opisem metodyki, opublikował geolog G.G. Pusch (1833–1836).

W 1674 r. J. Picard zbudował niwelator z lunetą i poziomicą. *Niwelacja geometryczna* za pomocą niwelatora i dwóch łąt z podziałką stała się później najczęściej stosowaną metodą. Stosowano także *niwelację trygonometryczną* – wyznaczanie różnicy wysokości na podstawie kąta nachylenia i odległości zmierzonej dalmierzem.

W 1789 r., podczas kampanii egipskiej Napoleona, wykonano pomiary niwelacyjne w związku z możliwością budowy kanału łączącego Morze Śródziem-

ne i Czerwone. Błędny wynik (10 m różnicy poziomów obu mórz) przyczynił się do zaniechania projektu (*Histoire du nivellement* <http://geodesie.ign.fr>).

Pierwsze zdjęcia topograficzne były wyłącznie sytuacyjne i na mapach nie było punktów wysokościowych. Dopiero po założeniu państwowej sieci triangulacyjnej, albo przed zakończeniem prac, przystępowano do zakładania państwowej sieci niwelacyjnej (niwelacji precyzyjnej).

W 1828 r. C.F. Gauss podał nową definicję figury Ziemi jako powierzchni ekwipotencjalnej aproksymującej średni poziom morza (*geoidy*). Geoida jest powierzchnią odniesienia dla pomiarów wysokościowych.

W latach 1857–1864 P.A. Bourdalouë założył pierwszą sieć niwelacji precyzyjnej we Francji (15 000 punktów). W latach 1880. zrealizowano nową sieć (200 000 punktów). Nowy punkt zerowy różnił się o 7,1 cm, a maksymalna różnica wysokości przekraczała 110 cm (w Normandii). Niwelacja z 1969 r. daje wartości wyższe niż poprzednia: 33 cm w Paryżu i 60 cm w Dunkierce (*Histoire du nivellement* <http://geodesie.ign.fr>, Thomas 2005).

W 1864 r. na pierwszej międzynarodowej konferencji geodezyjnej w Berlinie poruszono kwestię niwelacji precyzyjnej. Kraje europejskie kolejno przystępowały do zakładania państwowych sieci niwelacyjnych. W latach 1868–1894 wykonano pierwszą, trygonometryczną niwelację w Prusach (na potrzeby zdjęcia stolikowego 1:25 000), a w latach 1873–1899 przeprowadzono pomiary wysokościowe w Austrii.

W Rosji, w pierwszej połowie XIX w. stosowano metodę barometryczną i trygonometryczną. Struve metodę trygonometryczną (1836–1837) wyznaczył poziom Morza Kaspijskiego i otrzymał wynik zbliżony do rzeczywistości (-26 m). W latach 1871–1872 wykonano pomiary ciągów niwelacyjnych wzdłuż Kolei Bałtyckiej i Warszawsko-Petersburskiej, lecz ich dokładność okazała się niezadowolająca. W 1873 r. rozpoczęto realizację jednolitej osnowy wysokościowej (używano już niwelatorów), a w 1894 r. opublikowano pierwszy katalog punktów. Prace prowadził Korpus Topografów Wojskowych. Rosyjska sieć została połączona z niemiecką i austro-węgierską (Chinkis 2013). W latach 1901–1915 wykonano niwelację na trasie Kolei Transsyberyjskiej do Władystoku (Iwanow 2013).

Poszczególne państwa przyjmowały dla pomiarów wysokości różne poziomy odniesienia:

- **Francja** – w 1860 r. przyjęła średni poziom Morza Śródziemnego w Marsylii
- **Austro-Węgry** – poziom Morza Adriatyckiego w Trieście (*Meter über Adria*) w 1875 r. (różnica wysokości względem niemieckiego NN – ok. 25 cm).

- **Niemcy** – *Normalnull* (NN), dokładnie 37 m poniżej punktu znajdującego się w Obserwatorium Berlińskim w 1879 r. Punkt ten wyznaczono metodą niwelacji precyzyjnej względem średniego poziomu Morza Północnego w Amsterdamie.
- **Rosja** – poziom Morza Bałtyckiego w Kronsztadzie (różnica wysokości względem NN – ok. 15 cm).

W XIX w. przeprowadzono pierwsze zdjęcia sytuacyjno-wysokościowe, których wynikiem było obiektywne przedstawienie rzeźby na mapach za pomocą poziomicy i kresek spadku (przeważnie zmodyfikowaną metodą Lehmana):

- francuskie w skali 1:40 000 (1818–1866)
- rosyjskie w skali jednowiorstowej 1:42 000 (1845–1870)
- trzecie austriackie w skali 1:25 000 (1869–1887)
- nowe pruskie 1:25 000, tj. *Messtischblätter* (1875–1915).

5.8. Pomiary stolikowe

Stolik skonstruowano w połowie XVI w. (Lindgren 2007). Metoda pomiarów stolikowych przez cztery wieki była stosowana do wykonywania map bezpośrednio w terenie (Pilitowski 1978). Praca tą metodą była stosunkowo łatwa, szybka i dokładna, a doskonalenie sprzętu stolikowego sprawiło, że nie wyszła z użycia do czasu zastosowania techniki GPS.

Sprzęt stolikowy to przede wszystkim: a) stolik (płyta ustawiana na statywie), do którego przymocowywano karton kreślarski, b) kierownica lub celownica, c) łąta. Ponadto niezbędne są: busola (służąca do orientowania stolika), poziomica, pionownik (umożliwiający ustawienie stolika dokładnie nad punktem w terenie), podziałka transwersalna i cyrkiel (do odmierzenia długości odcinków), przybory kreślarskie i parasol mierniczy.

Pomiary stolikowe służyły do sporządzania map w skalach 1:10 000 – 1:50 000 i większych. Początkowo używano **celownicy** (zwanej też kierownicą przeziernikową, tj. linijki z przeziernikami) i stosowano *metodę wcięć*, przeważnie *wcięcia w przód*. Żeby na stoliku wyznaczyć położenie widocznego w terenie punktu C pomiary przeprowadzano z dwóch punktów A i B naniesionych wcześniej na stoliku, np. punktów osnowy. Stolik ustawiano nad punktem A, orientowano, celowano na punkt C i wykreślano kierunek. Następnie przechodzono na punkt B, ponownie celowano na C i na przecięciu kierunków wyznaczano jego położenie na stoliku. Wcięcie z trzeciego punktu umożliwiało kontrolę. Mimo postępu technicznego proste celownice, służące do sporządzania map sytuacyjnych i używane w XVIII w. przez Cassiniego do zdjęcia topograficznego Francji, długo pozostały w użyciu. Do XIX w. do pomiarów odległości stosowano wynaleziony w 1620 r. 20-metrowy *łańcuch mierniczy* Guntera.

W 1805 r. G. Reichenbach i J. Fraunhofer założyli w Monachium zakład wytwarzający najwyżej wówczas cenione instrumenty geodezyjne, m.in. teodolity, niwelatory i **kierownice z lunetą**: zwykłe i z dalmierzem. Luneta była umieszczona na osi koła pionowego z podziałką stopniową i wyposażona w krzyż nitek służący do celowania oraz dalmierz optyczny. Umożliwiała ona sporządzanie map sytuacyjno-wysokościowych. Pierwsze pomiary za pomocą kierownic wykonywano w latach 1860–1874, pod koniec pierwszego zdjęcia topograficznego Prus. Systematycznie używano ich podczas nowego zdjęcia topograficznego (*Messtischblätter*).

Pomiary szczegółów terenowych wykonywano *metodą biegunową*. Za pomocą kierownicy nie tylko wyznaczano graficznie kierunki poziome, lecz także mierzono odległości i wysokości punktów. Dalmierz optyczny pozwalał wyznaczyć odległość punktu, w którym ustawiono łąkę z podziałką. Pomiar wysokości najczęściej wykonywano metodą *niwelacji trygonometrycznej*, na podstawie zmierzonej dalmierzem odległości poziomej i kąta nachylenia lunety.

Pierworys mapy rysowano w terenie ołówkiem, czystorys wykonywano kameralnie tuszem. Nanoszenie punktów na mapę od razu w terenie było zaletą metody stolikowej: wykonywano tylko niezbędną ilość pomiarów i łatwo wykrywano błędy. Metoda miała też wady: czas pracy w terenie zależał od warunków pogodowych i sporo czasu zajmowało rysowanie mapy.

5.9. Techniki reprodukcji

Zachowane w archiwach rękopiśmienne oryginały dawnych map topograficznych często były wielobarwne (np. niebieskie rzeki, zielone lasy, czerwona zabudowa) i charakteryzowały się starannym, precyzyjnym rysunkiem. Mapy pochodne były w większości jednobarwne, reprodukowano je metodą druku wklęsłego (miedzioryt) i płaskiego (litografia). Z czasem zastosowano druk wielobarwny. Rozwój technologii reprodukcji map topograficznych omawia Kowalski (1994).

Miedzioryt wykorzystywano do druku map od XV w., w XVIII w. zastosowano go do druku pierwszych map topograficznych, a w XIX w. konkurował z litografią. Formy drukowe, po uprzednim naniesieniu rysunku na blachę miedzianą (do 4 mm grubości), wykonywano ręcznie za pomocą ryłców i igieł. Do sygnatur używano stempli. Rysunek kreskowy i napisy musiały być rytowane lewoczytelnie (w lustrzanym odbiciu). Wyrte rowki wypełniano farbą i drukowano na ręcznych prasach; koszt druku był wysoki. Zaletą techniki miedziorytu jest ostra, czarna linia, dzięki temu bardzo dobrze nadaje się do przedstawiania rzeźby metodą kreskową. Rytowanie map wymagało wysokich kwalifikacji i było czasochłonne, ale ze względu na miękkość miedzi stosun-

kowo łatwe było wykonywanie poprawek. Wysokość nakładów przekraczała tysiąc odbitek. Większych nakładów nie drukowano z oryginalnej płyty, lecz metodą przedruku przenoszono rysunek na kamień litograficzny.

W połowie XIX w. **galwanoplastyka** umożliwiła elektrolityczne powielanie miedziorytów lub pokrywanie ich powłoką stalową w celu zwiększenia nakładów. W drugiej połowie XIX w. do druku *Spezialkarte* 1:75 000 zastosowano w Wiedniu **heliograviurę**, która zastępowała czasochłonne rytowanie: kreskowy rysunek mapy kopiowano z papieru na płytę miedzianą, a następnie wytrawiano.

Techniką miedziorytu była drukowana *Karte des Deutschen Reiches* 1:100 000. W Prusach druk był jednobarwny. W Bawarii stosowano miedzioryt wielobarwny: czarna sytuacja i napisy, niebieski rysunek sieci wodnej, brązowy rysunek kreskowy rzeźby.

Niektóre arkusze jednobarwnie wydrukowanych map kolorowano ręcznie (np. mapy Francji Cassiniego).

Technika miedziorytu sprzyjała użyciu na mapach tradycyjnych **pism**, które najlepiej nadawały się do druku książek, ale na tle rysunku kreskowego ich czytelność nie była najlepsza. W XIX w. na mapach topograficznych używano dwuelementowej antykiwki szeryfowej i kursywy (nazwy rzek i wsi). Nieudaną próbą było użycie do opisu gór i szczytów, na mapach austriackich, pogrubionego pisma ozdobnego (zob. ryc. 12: *Zagórze*). Niemiecki podręcznik kartografii (Zöppritz 1908) zalecał używać w górach czytelnego pisma bezszeryfowego (blokowego).

Do reprodukcji map topograficznych używano także **kamieniorytu** – była to technika druku wklęsłego (rytowanie w kamieniu litograficznym).

Litografia była nowszą, wynalezioną w 1797 r. i stosowaną do II wojny światowej, techniką druku płaskiego. Formą drukową był wygładzony kamień wapienny (ok. 10 cm grubości). Rysunek nanoszono ręcznie, lewoczytelnie, tłustym tuszem litograficznym. Tusz przyjmował farbę drukarską, a odpowiednio przygotowana i zwilżona wodą powierzchnia kamienia litograficznego nie przyjmowała farby. Mapy drukowano na prasach (maszynach dociskowych) lub na szybkich, płaskich maszynach litograficznych (w drugiej połowie XIX w.).

Litografia była stosowana w połączeniu z **przedrukiem**. Oryginalny rysunek kopiowano (z kamienia lub miedziorytu) za pomocą specjalnego papieru, na drugi kamień i drukowano na szybkich maszynach. Rysunek tracił na jakości, szczególnie wtedy, gdy oryginał był miedziorytem lub heliograviurą. Niemiecka mapa 1:25 000, a także przedruki mapy 1:100 000 i arkusze łączone, tzw. *Grossblatty*, mają gorszą jakość niż arkusze mapy 1:100 000 drukowane z oryginalnych płyt miedzianych.

Litografia barwna (od pierwszej połowy XIX w.) była techniką druku wielobarwnego: na oddzielnych kamieniach rysowano elementy treści mapy mające różne barwy. Sieć rzeczną (drukowaną w kolorze niebieskim) i poziomicę (brązowe) rysowano piórkiem, a pędzlem наносzono powierzchnie leśne (zielone). Cieniowanie, na mapach przeglądowo-topograficznych, wykonywano kredką litograficzną.

W drugiej połowie XIX w. zastosowano **fotolitografię** (rysunek mapy kopowano fotograficznie na formy drukowe) oraz raster autotypijny umożliwiający drukowanie półtonów. Do sporządzania form drukowych zaczęto używać blach cynkowych.

Na początku XX w. wprowadzono druk offsetowy za pomocą cylindra pośredniego i szybsze maszyny rotacyjne.

Cynkografia jest techniką druku wypukłego opracowaną pod koniec XVIII w. Formy drukowe wytwarzane są metodą fotochemiczną (fotografia i trawienie kwasem) na płytach cynkowych. Cynkografię zastosowano w niektórych krajach do druku map topograficznych, np. mapy Francji 1:80 000. W Niemczech nie była stosowana z powodu niższej, w porównaniu z miedziorytem i litografią, jakości druku (grubszej kreski).

6. Powstanie kartografii topograficznej w XVIII wieku

Pierwsze mapy topograficzne (np. Schmettau, Miega i Heldensfelda) stanowią dziś potencjalne źródła informacji w badaniach geograficzno-historycznych. Mają one poważne wady, które zostały wyeliminowane wraz z rozwojem kartografii topograficznej w następnym stuleciu.

Najbardziej dotkliwy jest brak lub niedostateczna dokładność osnowy geodezyjnej. Mapy sporządzone bez triangulacji, nawet bardzo szczegółowe, są niekartometryczne. W dodatku pierwsze zdjęcia terenu były szkicowe, inaczej mówiąc wykonywane pobieźnie. Ze względu na niedoskonałość ówczesnej techniki i mniejsze wymagania stawiane mapom topograficznym ich dokładność jest nierówna – mierzono tylko położenie ważnych obiektów, a inne наносzono na oko.

Współczesne mapy topograficzne można uważać za obiektywne przedstawienia rzeczywistości, natomiast pierwsze mapy są w dużym stopniu subiektywne – przypominają mapy opracowane w poprzednich stuleciach, które były raczej dziełami sztuki niż techniki. Nie wypracowano jeszcze ścisłych metod przedstawiania rzeźby terenu, a wykonawcy nie posiadali jeszcze odpowiednich kwalifikacji. Zdarza się, że arkusze opracowane przez różne osoby różnią się treścią i wykonaniem.

Porównywanie informacji pochodzących z różnych map, ze względów semantycznych, jest trudne i wymaga ostrożności – tym większej, im starsza jest mapa. Takie próby są podejmowane (np. Kuna 2014, Lorek 2011), jednak kwestiom semantycznym poświęca się za mało uwagi.¹¹ Niektórych określeń użytych w objaśnieniach znaków topograficznych (niemieckich, austriackich i rosyjskich) nie sposób, bez zgłębienia tematu, trafnie i zrozumiale przetłumaczyć na współczesny język polski. Dwieście lat temu najlepszą, nowoczesną kategorią dróg kołowych w Europie Środkowej były *drogi bite*, czyli *kamienne*. Te terminy wyszły z użycia i stały się niejasne; posługując się legendą dzisiejszej mapy wojskowej należałoby użyć określenia *szosa drugorzędna*.

6.1 Mapa Cassiniego

Kartografia topograficzna powstała w epoce oświecenia i absolutyzmu. Palma pierwszeństwa przysługuje Francji, francuskiej Akademii Nauk i Cassiniemu.

Za pierwszą mapę topograficzną umownie uważa się **Mapę Francji w skali 1:86 400** wykonaną w latach 1751–1815. Nazywana jest mapą Cassiniego¹² – *carte de Cassini*, a także *carte géométrique de la France*, *carte de l'Académie*, *carte générale de France* lub *carte générale et particulière de la France*, chociaż właściwie nosi tytuł „Mapa Francji” podany na niektórych arkuszach – *Carte de France Levée par ordre du Roy* („zdjęta na polecenie króla“).

Jest pierwszą mapą topograficzną kraju wykonaną w oparciu o triangulację i zdjęcie topograficzne (stąd nazwa *carte géométrique*). Jej opracowanie było kamieniem milowym w rozwoju kartografii i wzorem dla innych państw europejskich. Stanowi ważne osiągnięcie nauki i techniki wieku oświecenia, uzyskane staraniem **francuskiej Akademii Nauk**, którą na wniosek J.B. Colberta powołał Ludwik XIV. Nowa, dokładna mapy Francji pełniła dwie główne funkcje: miała ułatwić rządzenie i prowadzenie niezbędnych reform państwa, a na początku XVIII w. wyłoniła się druga – mapa topograficzna była przydatna w rozwoju handlu i budowie dróg (Pelletier 2002). W czasach rewolucji i wojen napoleońskich mapa okazała się przydatna do celów wojskowych.

Pierwowzorem mapy Francji była szczegółowa mapa okolic Paryża w tej samej skali, wykonana pod kierunkiem członków Akademii (J.D. Cassiniego, Picarda i G. Personne de Roberval) na podstawie triangulacji przeprowadzonej

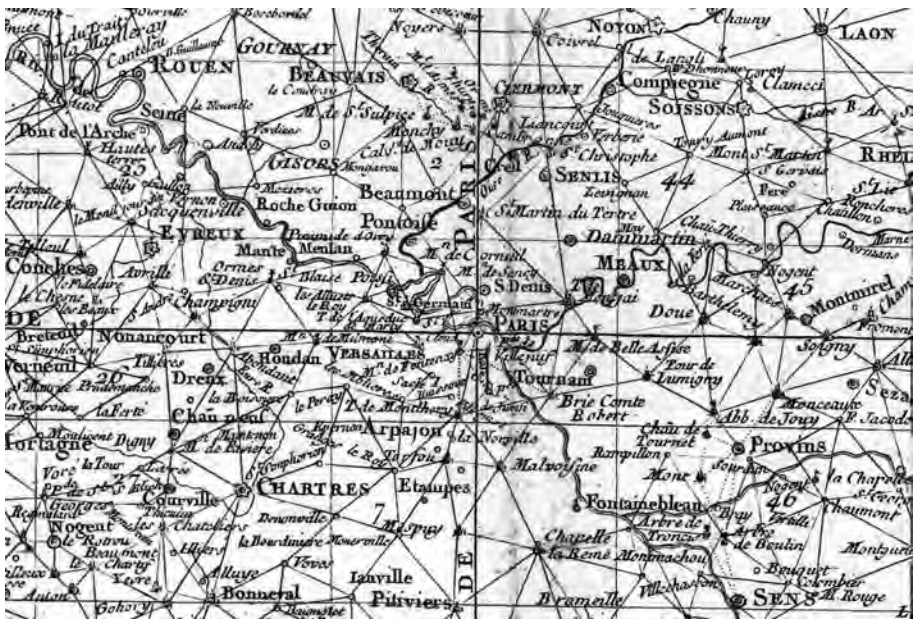
¹¹ W tym kontekście warto przypomnieć niemieckie zestawienie znaków topograficznych używanych na przedwojennych mapach niemieckich, austriackich i polskich z obrazkami przedstawiającymi oznaczane obiekty (*Bildliche Darstellung...* 1941).

¹² Nazwa „mapa Cassiniego” upamiętnia Cassiniego III, który rozpoczął prace kartograficzne. Od 1787 r. kontynuował je Cassini IV. Do dynastii Cassinich należeli: Cassini I – Gian Domenico [Jean-Dominique] (1625–1712), Cassini II – Jacques (1677–1756), Cassini III – César François Cassini de Thury (1714–1784) i Cassini IV – Jean Dominique de Cassini (1748–1845).

przez Picarda w związku z pomiarem południka. Została wydana w 1678 r. pt. *Carte particulière des environs de Paris* (<http://gallica.bnf.fr/>). Miała format 128×132,5 cm, druk wykonano w 9 częściach. Mimo dużej skali nie pokazano na niej dróg, a rzeźbę terenu przedstawiono niedoskonałą metodą kreskową.

W 1681 r. Picard przedłożył Akademii plan opracowania map prowincji opartych na podstawie sieci punktów triangulacyjnych dla całego królestwa. Po jego śmierci projekt podjął Cassini I. W 1744 r. była gotowa sieć triangulacyjna pierwszego rzędu.

W latach 1746–1747 Cassini III wykonywał triangulację we Flandrii. Zdobyl uznanie Ludwika XV, który powierzył mu wykonanie nowej mapy Francji. W 1751 r. ruszyły prace topograficzne, jednocześnie zagęszczano sieć triangulacyjną (ryc. 2). W 1756 r. Cassini przedstawił pierwszy arkusz (2. Beuvais), który uzyskał królewską aprobatę, lecz skarb państwa nie podjął się sfinansowania mapy. Ponieważ przedsięwzięcie przeżywało poważne trudności, Cassini pozyskał osoby i instytucje finansujące, rozpisano subskrypcję, sprzedaż przynosiła wpływy (nakłady arkuszy wynosiły kilkaset egzemplarzy).



Rycina 2. Sieć triangulacyjna we Francji ok. 1750, 1:2170000. Źródło: David Rumsey Map Collection

Wybuch rewolucji francuskiej w 1789 r. stanął na przeszkodzie kontynuacji prac. Przedsięwzięcie znacjonalizowano, mapę przekazano wojsku i wstrzymano jej sprzedaż. Do 1793 r. ukończono 165 miedziorytów, 26

arkuszy było jeszcze w opracowaniu (Konvitz 1987). Dopiero po rewolucji i abdykacji Napoleona, w 1815 r., rozpoczęto druk drugiego nakładu mapy i wznowiono sprzedaż. Wniesiono niewielkie poprawki i uzupełnienia sieci drogowej, dodano drugą podziałkę w metrach i pozostawiono bez zmian rok wykonania arkusza.

Zdjęcie topograficzne wykonywano za pomocą stolika mierniczego, busoli i celownicy, a jego dokładność była nierówna. Wykonawcami byli inżynierowie geografowie, którzy pracowali pod kierunkiem Cassiniego, a później – jego syna. Na niektórych arkuszach podane jest tylko nazwisko rytownika i rok wykonania.

Mapa została wykonana w poprzecznym, równoodległościowym odwzorowaniu walcowym z wiernie odwzorowanym południkiem paryskim; powierzchnią odniesienia była kula. Rozciągłość równoleżnikowa Francji wynosi około 7° (ponad 500 km), ale zniekształcenia odwzorowawcze w praktyce nie miały znaczenia. Skala liczbowa 1:86 400 wynikała z ówczesnych jednostek miary: 1 sążeń = 6 stóp = 864 linie. Okrągła była skala mianowana: 1 linia na mapie odpowiadała 100 sążniom w terenie.

Mapa składała się ze 180 prostokątnych arkuszy¹³. Ramka normalnego arkusza miała wymiary $90,2 \times 56,4$ cm, tj. $40\,000 \times 25\,000$ sążni ($78,0 \times 48,7$ km). Nie miała siatki kartograficznej, lecz załączek siatki współrzędnych prostokątnych: a) linie ramki miały opisane wartości współrzędnych (w sążniach) liczone od Obserwatorium paryskiego, które było początkiem układu współrzędnych; b) przez środek każdego arkusza przechodziły dwie proste prostopadłe (opisane *Północ – Południe* i *Wschód – Zachód*), które dzieliły arkusz na ćwiartki.

Miasta opisano wersalikami i przedstawiono w rzucie poziomym z zaznaczeniem murów i ulic, a pozostałe osiedla – w sposób stosowany na mapach renesansowych, tj. sygnaturami obrazkowymi; przedstawiają one miejscowości w rzucie bocznym i mają zróżnicowane znaczenie, np. zamek, klasztor, parafia, osada bez kościoła. Główne drogi (ważny dla wojska element treści) oznaczono podwójnymi liniami, wyróżniając utwardzone, aleje – regularnymi rzędami kropek po obu stronach drogi, mosty – stosowanymi do dziś geometrycznymi sygnaturami. Przedstawiono także pokrycie terenu: lasy, parki, winnice, bagna, wrzosowiska i piaski. Są także obiekty gospodarcze: młyny wodne, wiatraki, stawy i saliny. Rysunek sytuacji jest pięknie wyrytowany (ryc. 3).

¹³ Jest to liczba arkuszy znajdujących się w zbiorach Biblioteki Narodowej Francji, w tym 154 arkusze pełnowymiarowe i 26 arkuszy niepełnowymiarowych lub nietypowych. Dwa dodatkowe arkusze zawierają: mapę skorowidzową (z legendą) i mapę sieci triangulacyjnej (ze spisem miast). Na mapie skorowidzowej zaznaczono 175 numerowanych arkuszy, z których jeden arkusz nie został opublikowany (nr 160). Biblioteka Kongresu posiada, zgodnie ze skorowidzem, 174 arkusze mapy.



Rycina 3. Mapa Francji Cassiniego 1:86 400, ark. 1. Paris, 1736. Miedzioryt. Źródło: David Rumsey Map Collection

Rzeźbę terenu przedstawiono metodą kreskową. Można spotkać się z twierdzeniem (Eckert 1921, Arnberger, Kretschmer 1975), że na mapie przyjęto oświetlenie pionowe, tj. rzut prostokątny. Jednak domniemane założenie nie jest konsekwentnie przestrzegane, dlatego Pietkiewicz (1930) uważał, że jest to przedstawienie „półperspektywiczne”, tj. w rzucie ukośnym. Kreskowanie było metodą dostosowaną do techniki reprodukcji (miedziorytu). Posługiwano się nią jeszcze w sposób daleki od doskonałości: długie, lekko wygięte kreski, którymi zaznaczono doliny i zbocza wzniesień, obrysowują formy terenu stwarzając często wrażenie schodkowego modelu. Zmienna grubość kresek miała zarazem oddawać wysokości i nachylenia wzniesień. Góry są przedstawione nieco sztucznie, pod kątem, a grzbiety przypominają gąsienice. Brak punktów wysokościowych. Analogiczne przedstawienie rzeźby stosowano również w innych krajach. Metoda kreskowa miała jeszcze braki, a kartografom brakowało biegłości w opracowaniu rzeźby terenu (ryc. 4).



Rycina 4. Mapa Francji Cassiniego 1:86 400, ark. 150. Barraux, 1815, Dépôt de la guerre (dolina Izery w Alpach). Miedzioryt ręcznie kolorowany. Źródło: Library of Congress.

Dużą wartość ma dziś nazewnictwo geograficzne na mapie Cassiniego. Dokumentuje ona po raz pierwszy lokalne formy nazw na obszarze całej Francji, zebrane zgodnie z zaleceniem Cassiniego, by podczas prac terenowych inżynierowie polegał na opinii szlachty i księży (Pelletier 2002). Napisy na mapie są czytelne i estetyczne, a nazwy miejscowości odpowiednio zróżnicowano: wioski opisano kursywą (mniejszym stopniem pisma), większe miejscowości – antykwą, a duże miasta – wersalikami (największym stopniem pisma). Opisano również jednostki administracyjne: departamenty oraz dystrykty i kantony: ich nazwy są wygięte w łuk, podobnie do nazw rzek.

Istnieje wersja jednobarwna i ręcznie kolorowana oraz wersja drukowana w 1815 r. Skany udostępniają m.in.: Biblioteka Narodowa Francji (BnF), École des hautes études en sciences sociales (EHESS), Biblioteka Kongresu i David Rumsey Map Collection.

Mapa Francji Cassiniego pod wieloma względami stanowiła wzór dla map topograficznych wydawanych w XVIII i następnym stuleciu. Niedoskonałe było, przede wszystkim, przedstawienie rzeźby, a także odwzorowanie. Sam Cassini przyczynił się do rozprzestrzenienia swoich idei: w 1761 r. odwiedził Wiedeń, gdzie współpracował z J. Liesganigiem przy założeniu lokalnej sieci triangulacyjnej, kartował Bayreuth i okolice Monachium, uczestniczył w przedłużeniu triangulacji francuskiej do Frankfurtu, a potem do Wiednia. Jego pomiarom w Niemczech zarzucono niedokładność (Torge 2007).

W 1790 r. opublikowano, opracowaną na podstawie mapy Cassiniego, *Carte de la France* 1:345 000.

W XVIII w. powstawały we Francji także mapy topograficzne niewielkich obszarów. W literaturze często wymieniana jest pięknie wyrytowana Mapa topograficzna okolic Wersalu, tzw. *carte des Chasses Impériales* 1:28 800 opracowana w latach 1764–1773 i wydana w 1807 r. (<http://gallica.bnf.fr>).

6.2 Powstanie kartografii wojskowej

Już wcześniej, w związku z rozwojem artylerii i budową fortyfikacji, wojsko prowadziło prace topograficzne, których wynikiem były rękopiśmienne plany, ale kartografia wojskowa rozwinęła się dopiero w XVIII stuleciu.

W 1688 r. król Francji powołał centralną składnicę dokumentów wojskowych *Dépôt de la guerre*. Podczas wojny siedmioletniej (1756-1763) instytucja powiększyła się, utworzono archiwum planów i map, 40 „inżynierów geografów” wykonywało pomiary. Po wojnie, z obawy przed angielską inwazją, podjęto opracowanie wojskowej mapy wybrzeży królestwa. W wyniku rewolucji dokończono zmilitaryzowaną mapę Cassiniego 1:86 400, a znaczenie *Dépôt* ponownie wzrosło w czasach wojen napoleońskich. Największym osiągnięciem wojskowej służby geograficznej było wykonanie nowego zdjęcia topograficznego oraz mapy Francji 1:80 000 (1820–1866).

Również w innych krajach europejskich wojna siedmioletnia była cezurą stanowiącą początek rozwoju kartografii wojskowej.

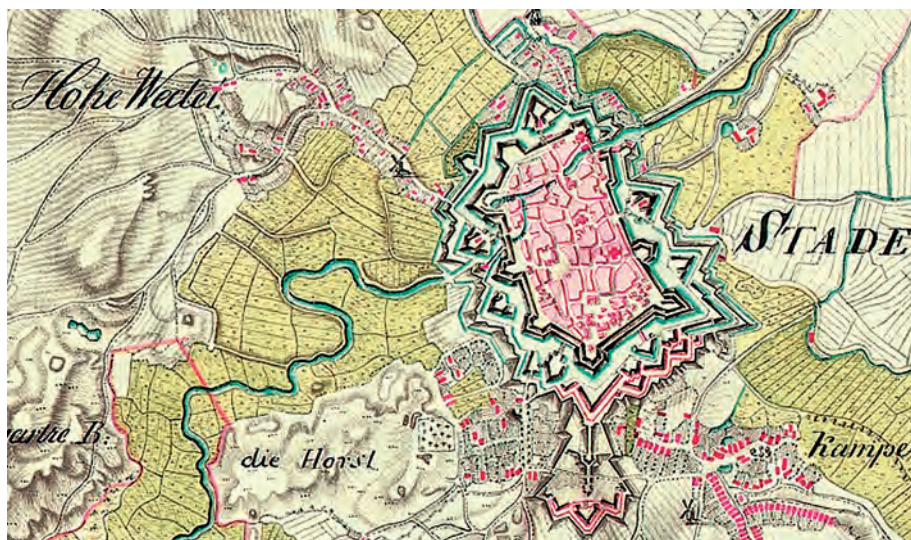
6.3 Początki kartografii topograficznej w państwach niemieckich

W niektórych państwach niemieckich (Saksonia, Brunszwik) już w pierwszej połowie stulecia podjęto opracowanie wielkoskalowych map katastralnych (Hanelt 2005).

Wskutek XVIII-wiecznych wojen państwa europejskie zaczęły sobie uświadamiać potrzebę posiadania wojskowych map topograficznych. Bódźca do podjęcia działań dostarczyła wojna siedmioletnia (1756–1763). Zarazem mapy pomagały zarządzać państwem. Przystępowano do zdjęć topograficznych na wzór francuski, ale początkowo bez triangulacji, wkrótce jednak postęp techniczny i coraz większe wymagania spowodowały poprawę dokładności zdjęć topograficznych i map. Pierwsze zdjęcia topograficzne rozpoczęto w drugiej połowie XVIII wieku w państwach Cesarstwa: Prusach, posiadłościach Habsburgów austriackich, Niderlandach austriackich (Belgii) i Szwajcarii, a także w Danii i Norwegii oraz w Szkocji.

Zdjęcie topograficzne Elektoratu Hanoweru (Kурhannoversche Landesaufnahme). Pomiary zostały wykonane w latach 1764–1784 przez 20 inżynierów.

rów wojskowych. Pierwsze arkusze wykonano na potrzeby gospodarcze: budowy kanału i osuszenia bagien. Nie przeprowadzono triangulacji, sporządzono 165 kolorowych, rękopiśmiennych arkuszy w skali 1:21 333⅓. Spośród współczesnych zdjęć odróżnia się szczegółowością i jakością graficzną, drobiazgowo pokazano rodzaje pokrycia i użytkowania terenu (za pomocą barw i sygnatur), zarejestrowano liczne nazwy terenowe. Jest dokładniejsze niż równoczesne zdjęcie austriackie (józefińskie). Rzeźbę terenu przedstawiono niedoskonałym połączeniem cieniowania i kreskowania (ryc. 5). Dostępne jest faksymilowe wydanie (<http://www.lgn.niedersachsen.de/portal>). Na podstawie zdjęcia opracowano mapy 1:64 000 i 1:192 000 (Hanelt 2005).



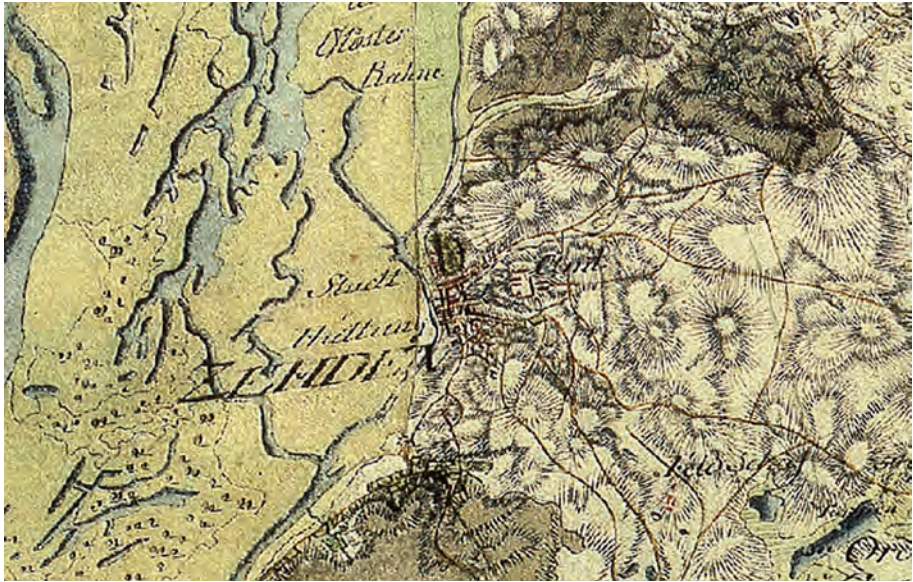
Rycina 5. Zdjęcie topograficzne Hanoweru 1:21 333, ark. 13. Stade, 1765 (zmniejszone do skali 1:25 000). Rękopis. Źródło: LGN Landesvermessung und Geobasisinformation Niedersachsen.

Jednocześnie powstały podobne mapy: księstwa Brunszwik-Wolfenbüttel – *Gerlachsche Topographische Karte* w skali ok. 1:42 000, Osnabrück – zdjęcie 1:24 000 i mapa pochodna 1:144 000 oraz Oldenburga (z triangulacją) – 1:20 000 i mapa pochodna 1:160 000 (Torge 2007).

Mapa Schmettaua (Mapa gabinetowa Państwa Pruskiego). Panowanie króla Prus Fryderyka II Wielkiego (1740–1786) to tzw. okres kartografii fryderycjańskiej. *Kabinettskarte des Preußischen Staates östlich der Weser* 1:50 000 (*Schmettausches Kartenwerk*) została opracowana przez oficerów pruskich w latach 1767–1787. Prace podjął z własnej inicjatywy i kierował nimi F.W.K.

von Schmettau (syn). Podobnie do mapy Cassiniego, jego mapa miała poparcie przedstawicieli władz, ale była dziełem kartografii prywatnej.

Liczy ponad 900 rękopiśmiennych, barwnych arkuszy pokrywających Brandenburgię, Śląsk, Meklemburgię, Pomorze, Prusy Wschodnie i ziemie zabrane Polsce w pierwszym rozbiórce (Prusy Zachodnie i Warmię). Zdjęcie nie było oparte na jednolitej sieci triangulacyjnej, chociaż przy pomiarach wykorzystywano metodę triangulacji graficznej. Nie było również jednolite, niektóre tereny kartowano w innej skali, np. Dystrykt Nadnotecki i Kujawy 1:25 000, wykonywano także zmniejszenia (Hartnack 1926). Mapa wyróżnia się szczegółowością, wykorzystano istniejące mapy katastralne (ryc. 6). Schmettau uważany jest za pioniera niemieckiej kartografii topograficznej (*Friedrich Wilhelm Carl von Schmettau...* 2008); dokładność jego mapy Meklemburgii zbadał Kressner (2009).



Rycina 6. Mapa Schmettaua 1:50 000, ark. 52. Angermünde, 1787 (okolica Cedyni). Rękopis. Źródło: Brandenburg-Viewer. Landesvermessung und Geobasisinformation Brandenburg.

Na jej podstawie powstały mapy pochodne, np. *Topographisch-ökonomische und militärische Charte des Herzogtums Mecklenburg-Schwerin und des Fürstentums Ratzeburg* 1:50 000 (1788, miedzioryt); *Special Situations Carte von Vor und Hinter Pommern* 1:50 000 (tzw. mapa Zierholda, rękopis). Mapa Pomorza Zachodniego Gilly'ego, tj. *Karte des [...] Herzogtums Vor- und Hinter-Pommern*

w skali ok. 1:180 000 (1789, miedzioryt), zastąpiła XVII-wieczną mapę Lubinusa, która nie mogła sprostać XVIII-wiecznym wymaganiom. W tym samym czasie powstała podobna rękopiśmienna mapa Schulenburga 1:100 000 (zdjęcie 1:25 000), również przedstawiająca tereny Pomorza (Hartnack 1926).

Zdjęcie topograficzne Saksonii wykonał F.L. von Aster w latach 1780–1806 (ponowne pomiary 1818–1825). Przeprowadzono triangulację i barometryczne pomiary wysokości. Sporządzono 441 barwnych arkuszy, tzw. *sächsische Meilenblätter* 1:12 000, w trzech rękopiśmiennych kopiach, które różnią się m.in. przedstawieniem rzeźby terenu (kreski spadku według metody Lehmana lub kreski krzyżujące się).

Drukiem wydano mapy pochodne: *Topographisch-militärische Karte von Sachsen* 1:180 000 (1812) i *Topographischer Atlas des Königreichs Sachsen* 1:57 600 (1836–1860) z rzeźbą kreskową (ryc. 7). Saskie mapy topograficzne obejmują tereny na wschód od Nysy Łużyckiej (*Meilenblatt* 1:12 000 Reibersdorf/Rybarzowice; mapa 1:180 000 sięga po Bóbr). Reprodukcje map saskich udostępnia Deutsche Fotothek (<http://www.deutschefotothek.de/>).



Rycina 7. *Topographischer Atlas des Königreichs Sachsen* 1:57 600, ark. 12. Zittau, 1843 (okolica Bogatyni). Miedzioryt. Źródło: Deutsche Fotothek.

Pruscy topografowie kilkakrotnie skartowali ziemie zabrane Polsce. W 1770 r., jeszcze przed I rozbiorem, wykonano bardzo niedokładne zdjęcie Wielkopolski i zachodniego Mazowsza (ok. 1:100 000).

Mapa von Pfaua. Barwna, rękopiśmienna mapa oryginalna w skali 1:87 500, powstała w wyniku zdjęcia wykonanego w latach 1772–1773, obejmuje ziemie zachodniej Polski zabrane w drugim rozbiornie. Na jej podstawie została opracowana *Geheime Karte von Polen* (Tajna mapa Polski) w tej samej skali, nazywana

inaczej *Spezial Karte von Gross-Polen*, miedzioryt ukończony w 1778, orientacja południowa (Medyńska-Gulij, Lorek 2008).

Mapa Gilly'ego-Krohna (*Karte von Südpreußen* 1:50 000) – rękopiśmienna mapa oryginalna. Nowe zdjęcie topograficzne wykonane w latach 1793–1796, objęło ziemie zabrane w drugim rozbiórce (Wielkopolskę i część Mazowsza).

Spezial-Karte von Südpreußen ok. 1:150 000 (mapa Gilly'ego) – mapa pochodna wydana w latach 1802–1803, 13 arkuszy, obejmuje dorzecze Warty, opublikowana także w formie atlasu (<http://bcul.lib.uni.lodz.pl/dlibra>, Medyńska-Gulij, Lorek 2008).

Mapa Textora-Sotzmanna. Mapy oryginalne wykonano w latach 1795–1798, w skali 1:33 300, na podstawie szczegółowego zdjęcia i fragmentarycznej triangulacji (Rutkowski 1973). Są określane jako *Krieges-Karte der Provinz Neu-Ost-Preußen, Karte von Neuostpreußen* lub mapa Steina.

Mapa pochodna, tzw. Nowych Prus Wschodnich, *Topographisch-Militaerische Karte vom vormaligen Neu Ostpreussen oder dem jetzigen Theil Herzogtums Warschau nebst dem Russischen District*, ok. 1:150 000, wydana w 15 arkuszach, w 1808 r. (<http://rcin.org.pl/dlibra>). Przedstawia ziemie zabrane w III rozbiórce (części Litwy, Mazowsza i Podlasia).

Mapa Schröttera-Engelhardta (*Karte von West- und Ostpreußen* 1:50 000) – mapa oryginalna, zdjęcie wykonane w latach 1796–1802 objęło Prusy Wschodnie, Warmię, Prusy Zachodnie (Pomorze Gdańskie) i część Pomorza Zachodniego. Do badań geograficzno-historycznych Kaszub wykorzystał ją Zaborski (1936).

Karte von Ost-Preußen nebst Preussisch Litthauen und West-Preussen nebst dem Netzdistrict 1:150 000 (mapa Schröttera) – mapa pochodna wydana w latach 1802–1812, 25 arkuszy (<http://rcin.org.pl/dlibra>).

Karte eines Teils von Südpreußen und Neuschlesien (1796–1802) i *Karte eines Teils des Königreichs Polen* (1796–1805) – dwie rękopiśmienne mapy oryginalne w skali 1:57 600, zdjęcia wykonane przez Brodowskiego objęły ziemie między Prosną, Pilicą i Wisłą.

6.4. Początki kartografii topograficznej w Austrii

W XVII w. kartografia wojskowa w Austrii nie odgrywała większej roli, opracowywano mapy i plany, ale nie było mapy topograficznej całego kraju. Po utracie Śląska na rzecz Prus w wyniku wojny siedmioletniej (1756–1763) uświadomiono sobie brak map potrzebnych do prowadzenia działań wojennych. Wpływ wywarła też francuska wiedza wojskowa przekazywana przez niemieckich i włoskich inżynierów. Cesarzowa Maria Teresa przyjęła propozycję opracowania jednolitej mapy Austrii. Po zakończeniu wojny do kartowania topograficznego przydzielono oficerów sztabu generalnego.

Zdjęcie józefińskie (1764–1787) – pierwsze austriackie i drugie europejskie zdjęcie topograficzne na dużą skalę objęło 570 tys. km² ziem należących do Habsburgów (oprócz Tyrolu i północnych Włoch). Nazwane od imienia cesarza Józefa II, zostało wykonane za pomocą stolika, celownicy i busoli w skali 1:28 800 (1 cal – 400 sążni), bez triangulacji. Zdjęcie było szczegółowe i przedstawiało sytuację oraz rzeźbę terenu w rzucie poziomym. Stanowiło to wyraźny postęp w opracowaniu map w dużych skalach, także względem mapy Cassiniego. Sposób prezentacji wynikał z wojskowego przeznaczenia (na mapie nie powstawały martwe pola) i większej skali. Rzeźbę przedstawiono w rzucie poziomym, za pomocą nanoszonych pędzelkiem długich, wygiętych, niekiedy krzyżujących się kresek. Rękopiśmienne, czterobarwne pierworysy są starannie i estetycznie wykonane; sporządzano je w dwóch kopiach. Początkowo opracowano 3589 arkuszy, a na drugim etapie, gdy skartowano ziemie anektowane przez Austrię, ich liczba wzrosła do 4096. Opublikowano jedynie 12-arkuszową mapę pochodną Dolnej Austrii *Landständische Karte* 1:86 400 (Arnberger, Kretschmer 1975).

Rękopisy map to plany nieuwzględniające kulistego kształtu Ziemi (pozbawione odwzorowania), których nie można skleić w całość. Przechowywane są w Archiwum Wojskowym w Wiedniu (Kriegsarchiv-Wien), a ich skany, połączone jeden w ciągły obraz, dostępne są w witrynie *Mapire* (<http://mapire.eu/en/>).

W latach 1771–1777 została sporządzona wojskowa mapa Niderlandów austriackich (Belgii) J.J. Ferrarisa w skali 1:11 520 (275 rękopiśmiennych, barwnych arkuszy). Charakteryzuje się szczegółowym przedstawieniem dróg. Opublikowano mapę pochodną w skali 1:86 400 (Helfer 2009).

Ziemie polskie obejmują dwie mapy:

Mapa Miega, niem. *Karte des Königreichs Galizien und Lodomerien* – mapa Galicji wykonana w latach 1779–1793 pod kierunkiem F. von Miega, przedstawia ziemie zabrane Polsce w wyniku pierwszego rozbioru (po Zamość na północy), obrazuje wiejski krajobraz Rzeczypospolitej na początku epoki rozbiorowej, zanim w XIX w. rozpoczęła się industrializacja (ryc. 8). Liczy 413 arkuszy i kilkadziesiąt arkuszy dodatkowych, oprócz tego zachowały się tomy materiałów opisowych. Obecne terytorium Polski obejmuje 186 arkuszy. Ze względu na dużą skalę i bogatą treść stanowi cenne źródło historyczne (*Edycja mapy topograficznej Galicji...*, 2011–2015 <http://www.iaepan.edu.pl/galicja/>). Dotychczas wydano 3 z 14 planowanych tomów kompletnego wydania krytycznego mapy Galicji, zawierającego reprodukcje map i tłumaczenia tekstów (*Galicja na józefińskiej mapie topograficznej...* 2012–2014).



Rycina 8. Mapa Miega 1:28 800, 1779–1793. Rękopis. Źródło: Historical Maps of the Habsburg Empire (<http://mapire.eu/en/>).

Mapa Heldensfelda (1801–1804) powstała po trzecim rozbiorze i obejmuje tereny od górnej Wisły na południu do Pilicy i Bugu na północy. Pracami kierował A. Mayer von Heldensfeld. Oryginalna rękopiśmienna mapa *Karte von West Gallizien* (Mapa Galicji Zachodniej) liczy 275 arkuszy. Jej monografię w języku niemieckim opracował Sawicki (1928). Na podstawie pierworysów w skali 1:28 800 wykonano i wydano drukiem mapę Galicji Zachodniej Heldensfelda (*Carte von West-Gallizien*) 1:172 800, w 12 arkuszach (<http://rcin.org.pl/>); bywa ona nazywana „mapą Benedictiego” od nazwiska wykonawcy czystorysu, którym był H. Benedicti.

6.5. Kartografia polska

Zachowały się nieliczne plany majątków ziemskich, poszczególnych wsi i kompleksów dóbr wykonane w XVI i XVII stuleciu. Po 1660 r. inżynier wojskowy J. Naronowicz-Naroński przeprowadził zdjęcia terenu i na ich podstawie sporządził serię szczegółowych map powiatów Prus Wschodnich w skalach 1:50 000 i 1:100 000. Część rękopiśmiennych, barwnych pierworysów zachowała się w archiwach.

Oświecenie wywarło wpływ na ożywienie w aktywności kartograficznej na krótko przed pierwszym rozbiorem Polski. Podczas gdy we Francji powstawała mapa Cassiniego 1:86 400, król Stanisław August stworzył biuro kartograficz-

ne, na początek zatrudniając oficerów: K. de Perthéesa, J. Bakałowicza oraz F. F. Czakię, który wcześniej brał udział w pracach nad mapą Polski Jabłonowskiego – Zannoniego w skali ok. 1:692 000. Był on również autorem kilku map, z których zachowała się *mapa Starostwa Spiskiego* w skali ok. 1:170 000 (*Tabula particularis praefecturae Scepusiensis...* <http://polona.pl/>) wydrukowana techniką miedziorytu ok. 1762 r. Mapa ma siatkę kartograficzną i bogatą treść: zróżnicowanymi znakami przedstawiono kilka rodzajów osiedli (np. miasto obwarowane i nieobwarowane, wieś z kościołem i bez), dwie kategorie dróg oraz inne obiekty (kopalnie, młyny, gospody itp.) Rzeźba przedstawiona jest perspektywicznie, z martwymi polami, w Tatrach nazwy szczytów i jezior zapisane są w języku niemieckim.

Królewskie poczynania miały charakter prywatny i były prowadzone na małą skalę. Najcenniejszym dziełem kartografii stanisławowskiej są *Mapy szczególne województw* w skali ok. 1:230 000 opracowane przez Karola Perthéesa w latach 1783–1805. Z 11 rękopiśmiennych pierworysów zachowała się większość; 5 map wydrukowano techniką miedziorytu w Paryżu (1789–1791), są pięknie wykonane, a skany dostępne są w polskich bibliotekach cyfrowych. Mapy województw nie powstały na podstawie zdjęć topograficznych, lecz opisów parafii zebranych za pomocą ankiet geograficznych rozesłanych do proboszczów. Osnowę stanowiły nieliczne punkty, dla których wyznaczono współrzędne geograficzne. Najmniejsze błędy położenia są w Małopolsce, dwukrotnie większe – w województwie podlaskim. Nie ma jednak rażących błędów, które występowały na wcześniejszych mapach Polski, łącznie z mapą Jabłonowskiego – Zannoniego. Bogata treść sprawiła, że mapami Perthéesa posługiwano się do celów praktycznych, zarówno cywilnych, jak wojskowych (Buczek 1963).

6.6. Początki kartografii topograficznej w Rosji

Syntetyczne ujęcia historii kartowania topograficznego Rosji w XVIII i XIX w. można znaleźć w Atlasie narodowym Rosji (<http://national-atlas.ru/>) oraz w podręcznikach Saliszczewa (1982), Wierieszczaki (2002) i Sirki (1999).

Kartografia wzorowana na europejskiej powstała w epoce reform i ugruntowania absolutyzmu w Rosji przez Piotra I. Opracowania rodzimej kartografii XVI – XVII w., tzw. *czertioże*, wykonywano bez współrzędnych geograficznych, na podstawie informacji zebranych w terenie.

W celu usprawnienia rządów car powierzył państwu opracowanie map, zorganizowano kształcenie topografów. W latach 1720–1744 wykonano pierwsze zdjęcie topograficzne. W poszczególnych powiatach prace prowadzono w różnych skalach. Ich dokładność była niewielka, wyznaczano jedynie szerokość geograficzną miast powiatowych, topografowie przemierzali się drogami

rozchodzącymi się z miasta, wykonywali tylko najprostsze pomiary, a miejscowości położone poza zasięgiem wzroku nanosili na podstawie wywiadu. Kartowano także wybrzeża i pogranicza. Większość materiałów znalazła się w archiwach, wydrukowano tylko 37 map powiatów (*Atlas imperium rosyjskiego* Iwana Kiriłowa), ale nie wszystkie się zachowały.

W 1765 r. zaczęło się rozgraniczanie ziem (*gienieralnoje mieżewanije ziemiel*). Do końca stulecia objęło ono 1,5 mln km², prace kontynuowano w pierwszej połowie XIX w. W odróżnieniu od zachodnioeuropejskich pomiarów katastralnych jego celem nie był wymiar podatku, lecz uregulowanie spraw własnościowych. Prace wykonywali absolwenci Akademii Morskiej i szkoły mierniczej. W terenie wykonywano plany posiadłości ziemskich w skali 1:8 400 (1 cal – 100 sążni), do pomiarów wykorzystywano astrolabium i kompas (*Encykłopediczeskij słowar'* 1890–1907). Na podstawie oryginalnych planów, które przechowywano w Moskwie, sporządzano rękopiśmienne, wielobarwne plany i atlasy powiatów, przeważnie w skali dwuwiorstowej (1:84 000). Wiele z nich wyróżnia się szczegółowością i kolorystyką. Z kolei opracowywano mapy i atlasy guberni. W tym samym czasie wydano kolejne trzy atlasy Rosji zawierające mapy w małej skali.

W 1797 r. zostało utworzone *Depo kart* (Składnica map) – wojskowe biuro kartograficzne bezpośrednio podlegające carowi. Wykonane w latach 1798–1804 zdjęcia zagarniętych przez Rosję terenów Finlandii i Estonii rozpoczęło ponadstuletni okres rozwoju wojskowej kartografii topograficznej.

7. Rozwój klasycznej kartografii topograficznej w XIX wieku

Systematyczne pomiary topograficzne w Europie były kontynuowane w czasach napoleońskich. Już wówczas łączono zdjęcia topograficzne i katastralne. Kadaster mediolański i wprowadzany od 1807 r. kadaster napoleoński stały się wzorem dla Prus i innych państw, a wielkoskalowe mapy katastralne stanowiły materiał do opracowania rysunku sytuacyjnego (położenia obiektów terenowych) na mapach topograficznych w dużej skali. Do zmniejszania map używano siatki kwadratów lub pantografu, później zastosowano fotografię.

W XVIII stuleciu państwa europejskie w szybkim tempie zaczęły wykonywać mapy topograficzne, przede wszystkim na potrzeby wojskowe. Topografia stała się jednym z działów inżynierii wojskowej, a wykonywanie map topograficznych i triangulacja znajdowały się w gestii biur topograficznych sztabów generalnych. Prace wykonywali oficerowie oraz pracownicy cywilni: inżynierowie geografowie i topografowie, rysownicy, rytownicy i inni. W XIX w. nastąpił równoległy przyśpieszony rozwój map topograficznych i map katastralnych niezbędnych dla administracji państwowej.

W XIX w. Prusy rozpoczęły zdjęcie stolikowe w skali 1:25 000, początkowo mniej dokładne, a po reorganizacji służby i powołaniu *Preussische Landesaufnahme* w 1875 r. – w pełni nowoczesne. Niemiecki termin *Messtischblatt* (*Messtisch* ‘stolik mierniczy’ + *Blatt* ‘arkusz’) stał się synonimem klasycznej wieloarkuszowej mapy topograficznej 1:25 000 opracowanej na podstawie pomiarów terenowych. Na jej podstawie opracowywano mapę pochodną, z reguły w skali 1:100 000, nazywaną potocznie „sztabową” (niem. *Generalstabskarte*), przeznaczoną do planowania i realizowania działań wojskowych.

Gdy służby państwowe i wojskowe udostępniły materiały kartograficzne niezbędne do opracowania map ogólnego użytkowania, m.in. turystycznych, powstała kartografia prywatna.

Metoda zdjęcia stolikowego była stosowana do połowy XX w. Do tego czasu mapy topograficzne pokryły całą Europę, ale pozostałe kontynenty nie zostały skartowane w całości.

7.1. Kontynuacja mapy Cassiniego we Francji

W 1802 r. Napoleon powołał komisję mającą przygotować założenia nowej mapy. Dopiero w latach 1820–1866 sporządzono *carte de France* (*carte de l'état-major*, tj. mapę sztabową) w metrycznej skali 1:40 000. Barwne pierworisy mają precyzyjnie wykonane kreskowe przedstawienie rzeźby, punkty wysokościowe i przedstawiają zabudowę w rzucie poziomym. Na ich podstawie wydano drukiem mapę pochodną *carte de France* 1:80 000 w odwzorowaniu Bonne'a. Długość geograficzna liczona jest od Paryża, legenda zawiera więcej oznaczeń niż było na mapie Cassiniego, użyto nowoczesnych sygnatur geometrycznych.

W latach 1879–1912 wydano trzecią mapę topograficzną Francji w dziesiętej skali 1:100 000.

7.2. Kartografia topograficzna w Niemczech

W czasach napoleońskich francuscy inżynierowie wojskowi prowadzili zdjęcia w Nadrenii, Szwabii i Bawarii; prace topograficzne były kontynuowane także w innych państwach niemieckich. Po Kongresie Wiedeńskim (1815) Francja ustąpiła pierwszeństwa państwu niemieckim w dziedzinie kartografii topograficznej. XIX-wieczne zdjęcia topograficzne były oparte na triangulacji, a ich dokładność zwiększała się stopniowo. W Bawarii połączono zdjęcie topograficzne i kadastralne, w Prusach nastąpiło to znacznie później.

Archiwalne niemieckie mapy topograficzne są interesujące ze względu na to, że pokrywają część terytorium Polski i często są łatwo dostępne w formie skanów albo reprodukcji sprzedawanych przez urzędy niemieckich landów.

Kartografii topograficznej ziem zaboru pruskiego poświęcona jest monografia Koniasa (2010).

Kartowanie na wzór pruski charakteryzuje saksońska instrukcja (Groß 1848):

- Triangulacja za pomocą teodolitów – sieć I rzędu tworzyły wybrane w terenie naturalne punkty, nad którymi ustawiano sygnały (wysokie wieże); sieć III rzędu tworzyły wyróżniające się obiekty, np. wieże kościelne. Punkty triangulacyjne nanoszono na stolik.
- Zdjęcie sytuacyjne (stolikowe). Do pomiaru odległości służyły łańcuchy miernicze. Mimo metrycznej skali 1:25 000 wykorzystywano niemetryczne niemieckie jednostki miary. Do przedstawienia sytuacji wykorzystywano istniejące mapy wielkoskalowe (katastralne i leśne).
- Zdjęcie terenu – pomiary spadków wykonywano za pomocą prostego pochylściomierza (kwadrantu), na pierworysie rysowano delikatne kreskowanie i wpisywano wartości spadków stopniowane co 5° (zgodnie z metodą Lehmana zmodyfikowaną przez Müfflinga).

Mapa topograficzna Westfalii Le Coqa. Podczas wojen napoleońskich, w latach 1796–1805, została wykonana, w oparciu o triangulację, wojskowa mapa północno-zachodnich Niemiec w tej samej skali co mapa Cassiniego (1:86 400). Kreskowe przedstawienie rzeźby sprawia wrażenie schodków i przypomina mapę Francji. Wydrukowano ją w latach 1805–1813, techniką miedziorytu, w 22 arkuszach (Weidner <http://www.westfaelische-geschichte.de/web828>).

Zdjęcie topograficzne Nadrenii. W latach 1801–1814, na rozkaz Napoleona, który wysoko oceniał wojskową przydatność map topograficznych, przeprowadzono triangulację i wykonano zdjęcie topograficzne zajętych przez Francję terenów, będące przedłużeniem na wschód zdjęcia Cassiniego, ale w większej skali (1:20 000). Niedokończona mapa Nadrenii, zwana mapą Tranchota, została przekazana Prusom i prace kontynuował Müffling w latach 1817–1828. Mapa oryginalna liczy 264 arkusze, w sprzedaży są skany i reprodukcje. Mapa pochodna 1:100 000 została wydana we Francji, również Prusy wydawały zmniejszone przedruki (1801–1828: *Kartenaufnahme der Rheinlande 1:25.000...* http://www.bezreg-koeln.nrw.de/brk_internet/geobasis/sonstige/historische_karten/).

Gaussowskie zdjęcie topograficzne. W latach 1821–1825 C.F. Gauss przeprowadził triangulację w Królestwie Hanoweru. Na jej podstawie w latach 1827–1861 oficerowie wykonali zdjęcie stolikowe terenów przyłączonych do Hanoweru po Kongresie Wiedeńskim (obecnie Dolna Saksonia). Powstało

61 jednobarwnych sekcji w skali 1:21 333 $\frac{1}{3}$. Dostępne jest wydanie faksymilowe mapy (*Gaußsche Landesaufnahme* <http://www.lgn.niedersachsen.de/portal>).

Genialny matematyk zajmował się pomiarami kraju z przyczyn materialnych, a wprowadzone przez niego innowacje miały doniosłe znaczenie dla rozwoju geodezji: poprzeczne odwzorowanie walcowe równokątne (Gaussa-Krügera), zastosowanie metody najmniejszych kwadratów w rachunku wyrównawczym i zdefiniowanie pojęcia powierzchni ekwipotencjalnej (geoidy).

Urmesstischblätter 1:25 000. W 1822 r. rozpoczęto pierwsze zdjęcie topograficzne całych Prus, na podstawie instrukcji wydanej przez Müfflinga. Używano stolika, celownicy, busoli i poziomicy. Prace trwały 50 lat, a ich rezultatem było ponad 2000 rękopiśmiennych, barwnych map z kreskowym przedstawieniem rzeźby, które zastąpiły mapę Schmettaua 1:50 000. Poszczególne arkusze nie są jednolicie opracowane.

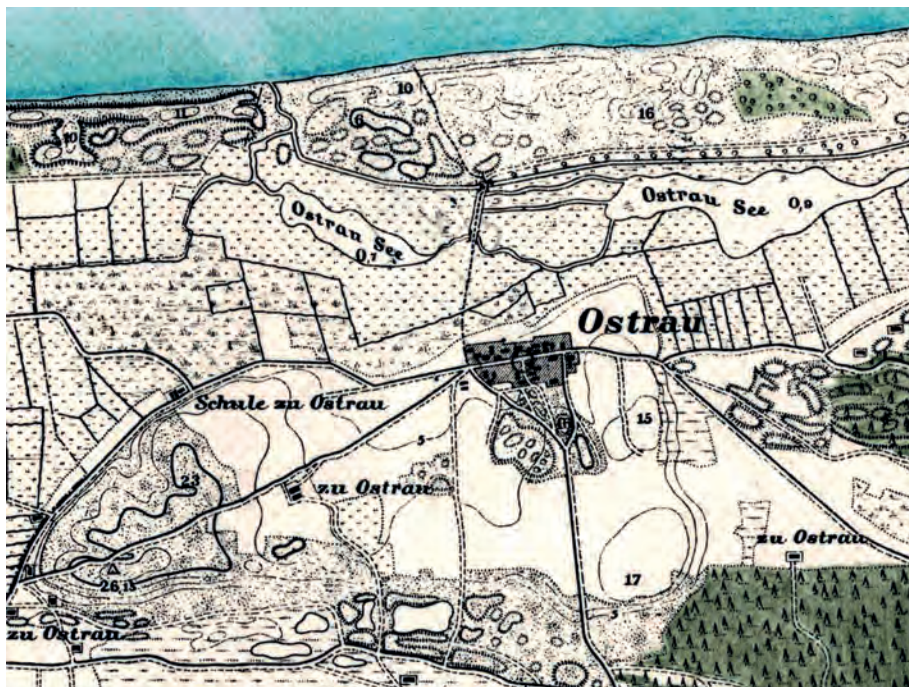
Dziś określa się je mianem (*preussische*) *Urmesstischblätter* (od niem. *ur-* 'pierwotny'), w odróżnieniu od późniejszych *Messtischblätter*, których dokładność jest większa. Były przechowywane w archiwach; posłużyły jako materiał do opracowania *Generalstabskarte* 1:80 000 (na zachodzie Prus), która zastąpiła starą mapę 1:86 400. Niektóre, najpóźniej opracowane arkusze reprodukowano jednobarwną techniką litografii.

Urmesstischblätter są dziś wartościowym źródłem informacji o zmianach przestrzeni geograficznej (Konias 2007, Lorek 2011).

Messtischblätter 1:25 000. Terminem *Messtischblatt* określa się nowsze, wydawane drukiem (litograficznie) mapy w skali 1:25 000 z poziomicowym przedstawieniem rzeźby (ryc. 9). Zdjęcie wykonywano za pomocą kierownicy z dalmierzem. Opracowanie arkusza było czasochłonne: zdjęcie terenowe zajmowało letnie półrocze, zimą wykonywano rysunek tuszem, następny rok zajmowało rytowanie w kamieniu. W latach 1875–1931 sporządzono 3065 arkuszy; arkusze zrobione w pierwszych latach uznano za niepełnowartościowe i wymagające ponownego zdjęcia (*Das Reichsammt für Landesaufnahme* 1931). Mapy były aktualizowane do drugiej wojny światowej, średnio co 25 lat. Niektóre elementy ich treści występują jeszcze na współczesnych mapach topograficznych 1:25 000 (Kohlstock 2011). Skany udostępnia Śląska Biblioteka Cyfrowa.

Karte des Deutschen Reiches 1:100 000 (*KDR*, *Generalstabskarte*). Po utworzeniu Rzeszy (1871) podjęto decyzję o opracowaniu, na podkładzie *Messtischblätter*, jednolitej mapy topograficznej państwa (ryc. 10).

Jej poprzedniczką była przeglądowo-topograficzna **mapa Reymanna** (*Spezialkarte von Mitteleuropa* 1:200 000) obejmująca obszar od Paryża po Grodno



Rycina 9. Messtischblatt 1:25 000, ark. 1175. Ostrau [Ostrowo], 1877. Litografia ręcznie kolorowana. Źródło: Mapster/Archiwalne Mapy Pomorza Gdańskiego.



Rycina 10. Karte des Deutschen Reiches 1:100 000, ark. 424. Breslau [Wrocław], ok. 1893. Miedzioryt, wody kolorowane. Źródło: Mapster/David Rumsey Map Collection.

i Lwów. Wydana w latach 1806–1836 była wysoko oceniana przez współczesnych (Ratzel 1889). W 1846 r. została nabyta przez wydawnictwo Fläming, w 1874 r. – przez pruski Sztab Generalny i była wznawiana do 1908 r.

KDR pokrywa część drugiej Rzeczypospolitej: Wielkopolskę, Pomorze Gdańskie, Kujawy i Ziemię Chełmińską, a także ziemie zachodnie i północne dzisiejszej Polski (Śląsk, Pomorze Zachodnie, Warmię i Mazury). Na zachodzie obejmuje Alzację, Lotaryngię i Luksemburg.

Mapę wykonano w odwzorowaniu wielościennym, długość podawano na wschód od Ferro, potem podwójnie, wreszcie od Greenwich. Współrzędne Gaussa-Krügera wprowadzono po pierwszej wojnie światowej. Mapa liczy 674 arkusze; w XX w., na potrzeby wojenne, wydawano także połączone arkusze, przeważnie po cztery (*Grossblatt*, *Einhaitblatt*). Została wydana w latach 1878–1945 i co kilka lat była aktualizowana. Opublikowano także wiele arkuszy specjalnych: mapy powiatów, okolic miast i turystyczne.

Reprodukcja techniką miedziorytu była jednobarwna, dla poprawy czytelności kolorowano wody i granice, od 1898 r. także trójbarwna (niebieskie wody i brązowa rzeźba). Rytowanie było czasochłonne, druk – drogi, a nakład nie zaspokajał zapotrzebowania. W związku z tym, w okresie międzywojennym, zastosowano przedruk. Oryginalne miedzioryty Niemcy utraciły w wyniku wojny, ale skany są ogólnodostępne (Deutsche Fotothek, David Rumsey Map Collection), można także kupić reprodukcje mapy.

Rzeźba została przedstawiona metodą kreskową Lehmana-Müfflinga, rysunek sytuacji jest szczegółowy, szczególnie sieć drogowa. Mimo najwyższej jakości wykonania, jednobarwna mapa kreskowa z czasem stała się nienowoczesna. W latach 20. podjęto próby zastosowania metody poziomicowej.

Karte des westlichen Russlands 1:100 000 (*KdWR*). Mapa zachodniej Rosji została sporządzona na potrzeby wojenne, w tym samym odwzorowaniu i podziale na arkusze co *KDR*. Pierwsze arkusze wydano na przełomie XIX i XX w., drukowano ją w czasie pierwszej wojny światowej i po zakończeniu wojny. Liczy 467 arkuszy, na zachodzie obejmuje cały obszar Królestwa Kongresowego, na południu sięga po Kraków i Rzeszów, na północy – do granicy Estonii, na wschodzie – niemal do Mińska. Dostępne są skany (<http://igrek.amzp.pl/>).

Pod względem treści, formy i aktualności *KdWR* jest niejednorodną kompilacją poziomicowych map rosyjskich, głównie dwuwiorstowej (1:84 000), kreskowej austriackiej *Spezialkarte* 1:75 000 (przedstawia fragment Galicji) i powiększonej mapy Reymanna, którą wypełniono braki. Wydanie wojenne uzupełniono zdobycznymi materiałami rosyjskimi; w razie braku dwuwiorstówki używano trzywiorstówki. Nazewnictwo jest niejednorodne: stosowano transkrypcję nazw rosyjskich i polską pisownię (Wąsowicz 1924).



Rycina 11. Drugie zdjęcie austriackie 1:28 800, 1806–1869 (Pławo, Stalowa Wola). Źródło: Historical Maps of the Habsburg Empire (<http://mapire.eu/en/>) i Mapy Google.

7.3. Kartografia austriacka

Zdjęcie franciszkańskie (1806–1869) – było to drugie zdjęcie topograficzne ziem należących do Habsburgów. Ponieważ brak osnowy geodezyjnej uniemożliwił opracowanie mapy pochodnej całego państwa na podstawie pierwszego zdjęcia wojskowego, w czasach napoleońskich Franciszek I zarządził kolejne zdjęcie. Było ono oparte na pomiarach astronomicznych i triangulacji (ryc. 11).

W latach 1806–1850 wykonano triangulację I rzędu. W latach 1718–1760 wprowadzono, w celu wymierzenia podatków, pierwszy na ziemiach Habsburgów mediolański kataster gruntów (1:2 000). Opór szlachty sprawił, że dopiero po wojnach napoleońskich, w latach 1817–1861, na polecenie Franciszka I wykonano jednolite zdjęcie katastralne wszystkich ziem austriackich (*Franciszkański Kataster*, <http://franziszkeiskerkataster.at>). **Kataster franciszkański** (1:2 880) służył do celów podatkowych, gospodarczych i obrotu ziemią, był oparty na triangulacji (założono sieć triangulacyjną II, III i IV rzędu), zdjęcie wykonano metodą stolikową.

W 1839 r. utworzono Wojskowy Instytut Geograficzny w Wiedniu, a w 1842 r. rozpoczęto zdjęcie stolikowe, do którego wykorzystywano zmniejszone 10 razy mapy katastralne. Stosowano kierownicę z lunetą, co zapewniło większą dokładność pomiarów. Wojny napoleońskie spowodowały przedłu-

żanie się prac, które przerwano po sześćdziesięciu latach; postęp techniczny sprawił, że arkusze nie są jednolicie wykonane.

Mapy w skali 1:28 800 sporządzono w odwzorowaniu Cassiniego. Okolice dużych miast (m.in. Wiednia i Lwowa) skartowano w skali 1:14 400. Arkusze dają się bez trudu łączyć ze sobą dla poszczególnych krajów cesarstwa. Rzeźbę przedstawiono metodą Lehmana (Arnberger, Kretschmer 1975).

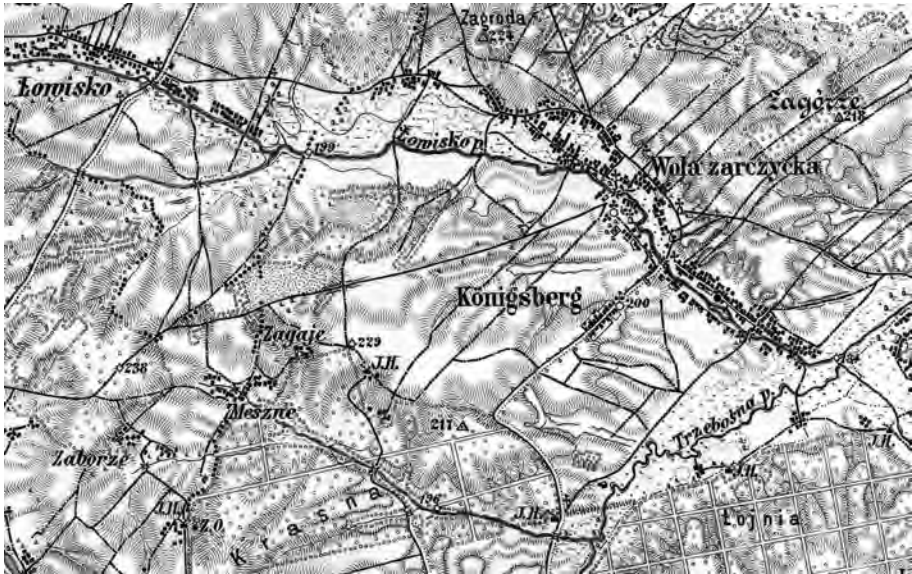
Mapa pierwotna składa się z 3333 rękopiśmiennych, barwnych arkuszy (Grosjean 1996), pokrywa Galicję i Bukowinę, dostępne są skany (*Historical Maps of the Habsburg Empire* <http://mapire.eu/en/>). Na jej podstawie opracowano mapy pochodne w podziale administracyjnym: *Spezialkarte* 1:144 000 i *Generalkarte* 1:288 000.

Zdjęcie franciszkańsko-józefińskie (1869–1877) – trzecie zdjęcie topograficzne ziem korony austriackiej, nazwane od imienia cesarza Franciszka Józefa I. Zdjęcie topograficzne wykonano w skali 1:25 000 (okolice Wiednia 1:12 500). Prace przebiegały w szybkim tempie, ich rezultatem jest 2780 barwnych, rękopiśmiennych arkuszy w odwzorowaniu wielościennym, Reprodukowano je tanią, jednobarwną techniką fotolitografii, w sprzedaży są współczesne reprodukcje. Jednolitą osnowę geodezyjną stanowiła triangulacja I i II rzędu.

W 1874 r. rozpoczęto niwelację precyzyjną, a podczas zdjęcia niwelacja trygonometryczna zastępowała barometryczną. Rzeźbę przedstawiono metodą kreskową Lehmana z poziomiami co 50 m (w górach co 100 m).

Szczegółowość mapy podstawowej 1:25 000 nie dorównuje niemieckim *Messtischblätter* i odpowiada mapie pochodnej 1:75 000.

Franciszek Józef I zreorganizował WIG i polecił wykonać, na podstawie nowego zdjęcia, nową, wieloarkusзовą mapę specjalną: bardziej szczegółową, użyteczną także do celów cywilnych i dającą połączyć się w całość. Jej założenia opracowała komisja z udziałem resortów cywilnych. W latach 1872–1887 wydrukowano, techniką heliograviury, 752 arkuszy jednobarwnej **Mapy specjalnej (Spezialkarte) monarchii austro-węgierskiej** 1:75 000. Zastosowano zmodyfikowaną metodą kreskową Lehmana z dodatkiem poziomii co 100 m. Skalę spadków dostosowano do rzeźby alpejskiej (sięgała 80°), rysunek kreskowy był uproszczony w porównaniu do niemieckiej *KDR* 1:100 000 (Grosjean 1996). Opracowanie w ciągu dwudziestu lat nowej, jednolitej mapy topograficznej dużego państwa było dużym sukcesem w skali europejskiej. Do 1914 r. *Spezialkarte* miała dwa częściowo zaktualizowane wydania, wydawano także arkusze zagraniczne, m.in. powiększenia niemieckiej *Karte des westlichen Russlands* dla Królestwa Polskiego (ryc. 12).



Rycina 12. Mapa specjalna 1:75 000, ark. 4-XXVI. Rudnik und Raniszów, 1878. Źródło: Library of Congress.

Wydano także mapy Europy Środkowej w mniejszych skalach: wielobarwną *Generalkarte von Mitteleuropa* 1:200 000 (od 1887 r.) w odwzorowaniu wielościennym i *Übersichtskarte von Mitteleuropa* 1:750 000 (od 1882 r.).

Czwarte zdjęcie topograficzne (1896–1915), zwane precyzyjnym, miało na celu zwiększenie dokładności i szczegółowości mapy 1:25 000. Podjęto je w następstwie rozwoju sieci dróg i osiedli oraz rosnących potrzeb wojska i rozwoju turystyki górskiej. Zagęszczono osnowę poziomą i pionową, poziomicę prowadzono co 20 m, nadal rysowano kreski spadku, ale wzrosła liczba punktów wysokościowych.

Do wybuchu I wojny światowej wykonano tylko 388 arkuszy, obejmujących głównie tereny pogranicza włoskiego i Tyrol oraz niektóre arkusze z terenu Galicji. W 1905 r. rozbudowano WIG i wprowadzono szybkie maszyny offsetowe. W 1912 r. wydano pierwszy z kilku wielobarwnych arkuszy nowego typu mapy 1:75 000: *Hohe Tatra* (Tatry Wysokie). *Spezialkarte* wydawano do 1944 r. (Arnberger, Kretschmer 1975, Grosjean 1996).

Po wojnie, w latach 1921–1959, zdjęcie w skali 1:25 000 było kontynuowane przez służbę cywilną (Bundesvermessungsamt).

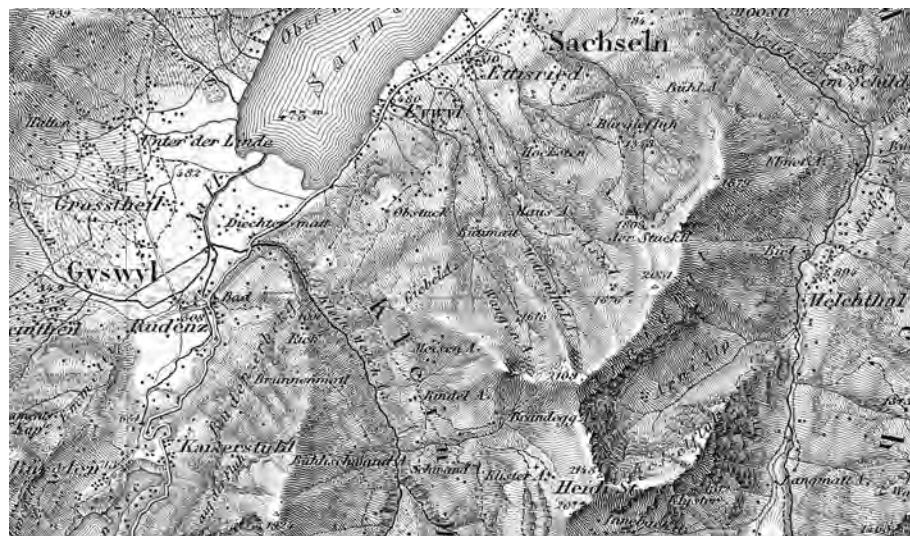
7.4. Szwajcarska mapa Dufoura

Wydana w latach 1845–1865 Mapa topograficzna Szwajcarii (*Topographische Karte der Schweiz*) w skali 1:100 000 była pierwszą urzędową mapą tego kraju i zalicza się do pomników kartografii europejskiej.

Poprzednikiem mapy Dufoura był topograficzny atlas Meyera-Weissa (1796–1802), czyli *Atlas Suisse* w skali ok. 1:120 000, który powstał z inicjatywy prywatnej, był oparty na triangulacji i przedstawiał rzeźbę metodą kreskową (*Atlas Suisse* <http://www.e-rara.ch/>).

Wojskowe zdjęcia topograficzne rozpoczęto w Szwajcarii w 1809 r. Do opracowania mapy Dufoura posłużyły poziomicowe zdjęcia stolikowe w skali 1:25 000 (dla Alp – 1:50 000), a osnowę poziomą stanowiła sieć triangulacyjna utworzona w 1840 r. w wyniku scalenia sieci kantonalnych. Zastosowano równopolowe odwzorowanie pseudostożkowe elipsoidy Schmidta (1828). Analiza zniekształceń wykazała, że średni błąd położenia wynosi 1,5 mm (*Dufourkarte Hintergrundinformation*, <http://www.swisstopo.admin.ch>).

Rzeźbę przedstawiono metodą kreskową, niezwykle plastycznie, w oświetleniu ukośnym (ryc. 13). G.H. Dufour, szef sztabu generalnego, wzorował się na mapach francuskich i osiągnął doskonałość w zastosowaniu metody kresek cieniujących, które wskazywały kierunek największego spadku, jak w metodzie Lehmana. Mapa została wydrukowana techniką miedziorytu, wyszkoleni



Rycina 13. Mapa Dufoura 1:100 000, ark. 13. Interlachen, Sarnen, Stanz, 1864. Miedzioryt. Źródło: geo.admin.ch: das Geoportal des Bundes.

rytownicy wykonywali kreskowanie na podkładzie poziomic poprowadzonych w odstępach 40 m. Udany był również rysunek skał i powierzchni lodowców.

Zastosowano standaryzację nazewnictwa geograficznego: spośród dwóch lub więcej nazw obocznych, używanych dla tego samego obiektu, konsekwentnie wybierano jedną (Gugerli, Speich 2002). Mapa była wznawiana do II wojny światowej, w 1908 r. miała dwubarwne wydanie litograficzne.

W 1878 r. mapa Dufoura zdobyła złoty medal na wystawie światowej w Paryżu. Historycy uważają, że ten sukces kartografii szwajcarskiej przyczynił się do umocnienia jedności narodowej. Z czasem krytykowano ją za brak poziomic, stanowiących niezbędny element treści mapy topograficznej (Imhof 1927).

W latach 1870–1922 wydano tzw. mapę Siegfrieda (*Siegfridkarte*, właściwie *Topographischer Atlas der Schweiz*) w skalach 1:25 000 i 1:50 000. Opracowane na podstawie tych samych zdjęć topograficznych mapy wyróżniały się znakomitym rysunkiem skał, rzeźbę przedstawiono metodą poziomicową. Rytowany w miedzi rysunek mapy metodą przedruku przenoszono na kamień i drukowano na szybkich prasach litograficznych (*Siegfridkarte Hintergrundinformation*, <http://www.swisstopo.admin.ch>).

7.5. Kartografia polska w Królestwie Kongresowym

Załączek polskiej kartografii wojskowej zawiązał się pod patronatem Stanisława Augusta, a jej krótkotrwały rozwój nastąpił po powstaniu podległego Rosji Królestwa Kongresowego i powołaniu Kwatermistrzostwa Generalnego Wojska Polskiego. W szkołach wojskowych Kongresówki nauczano topografii, pomiarów geodezyjnych i rysunku map, m.in. metody kreskowej Lehmana. Podczas gdy we Francji opracowywano nową mapę sztabową 1:80 000, na rozkaz carski podjęto opracowanie pierwszej mapy topograficznej Polski.

Mapa Kwatermistrzostwa (*Topograficzna karta Królestwa Polskiego*) należy do najwybitniejszych dzieł polskiej kartografii (*Topografičeskaâ karta...* <http://rcin.org.pl/dlibra>). Wcześniej Rosjanie wydali drukiem przeglądowo-topograficzną mapę Królestwa Polskiego 1:252 000. W latach 1822–1831, Kwatermistrzostwo Generalne opracowało nową mapę w skali 1:126 000 na podstawie zdjęć topograficznych 1:42 000. Wykonano 27 arkuszy, po likwidacji Kwatermistrzostwa prace kontynuował rosyjski Korpus Topografów Wojskowych. W latach 1832–1839 dokończono zdjęcie. Rytowanie i poprawianie 25 arkuszy przeciągnęło się do 1843 r. Nakład wyniósł 500 egzemplarzy i został utajniony.

Wykorzystano źródła kartograficzne: mapy Gilly'ego i Textora-Sotzmanna (pruskie) oraz Heldensfelda (austriacką), które sprawdzano w terenie i zastosowano ciągi triangulacyjne do ich połączenia, wykonano też triangulacje lokalne. Wyznaczono współrzędne punktów astronomicznych: Warszawa, Kraków,

Stołupiany i Olita. Dokładność zdjęcia była taka, jak współczesnych rosyjskich „zdjęć półinstrumentalnych”: ważniejsze obiekty nanoszono na podstawie pomiarów, a mniej ważne – niedokładnie. Przyjęto odwzorowanie Bonne’a z południkiem środkowym obserwatorium warszawskiego i równoleżnikiem głównym 52°.

Wykonany w Warszawie, techniką miedziorytu, rysunek jest bardzo dobry, a przedstawienie rzeźby terenu, za pomocą kresek spadku, znacznie przewyższa mapę Cassiniego. Mapa nie ma jednolitej poziomej osnowy geodezyjnej, ani punktów wysokościowych, chociaż w tym samym czasie na Litwie zrealizowano, z udziałem Polaków, pierwsze rosyjskie zdjęcie topograficzne oparte na triangulacji i niwelacji. Olszewicz (1921) obarczył winą dowódcę armii, księcia Konstantego, który lekceważył znaczenie nauki dla wojska.

W Królestwie przeprowadzano także **pomiary dóbr i lasów rządowych**. Mierniczy, zwani także geometrami, wykonywali szczegółowe plany sytuacyjne w skali 1:5 000, z zaznaczeniem granic własności. Używali busoli, łańcucha mierniczego, podziałki transwersalnej i ewentualnie stolika. Obowiązywała dokładna instrukcja z 1818 r., punkty pomiarowe oznaczano w terenie słupami, plan rysowano tuszem i kolorowano, należało umieścić na nim m.in. wszystkie „nazwy części gruntów, czyli uroczysk”. Wiele planów zachowało się w archiwach.

7.6. Wojskowa kartografia topograficzna w Rosji

Okres wojskowych zdjęć topograficznych, który rozpoczął się pod koniec XVIII w., trwał aż do rewolucji październikowej. W XIX w. prowadzono stolikowe zdjęcia topograficzne oparte na triangulacji. Rozpoczęta w 1809 r. pierwsza rosyjska triangulacja objęła Petersburg i wybrzeże Zatoki Fińskiej.

W latach 1816–1855 W.J. Struve kierował pomiarami łuku południka od ujścia Dunaju do Oceanu Arktycznego (25°20'), których celem było wyznaczenie wymiarów elipsoidy ziemskiej.

Prace topograficzne realizował utworzony w 1822 r. Korpus Topografów Wojskowych. W latach 1819–1844 prowadzono zdjęcia w skali półwiorstowej (1:21 000). Pierwsze wykonano w guberni wileńskiej pod kierunkiem K.I. Tennera; wysokości punktów osnowy wyznaczano za pomocą niwelacji trygonometrycznej (Chinkis 2013). Zdjęcie Mołdawii i Wołoszczyzny sporządzono w skali 1:16 000. Jednocześnie, na podstawie zdjęć topograficznych prowadzonych pod kierunkiem F.T. Schuberta, opracowywano przeglądowo-topograficzne mapy guberni oraz mapę europejskiej części Rosji 1:420 000.

W latach 1844–1870 kartowanie prowadzono w skali jednowiorstowej, tj. 1 cal – 1 wiorsta (1:42 000). Zdjęcia pokryły obszar 1,7 mln km², w tym Polskę



Rycina 14. Mapa trzywiorstowa 1:126 000, ark. XX-2. Chołm [Chełm], aktualność 1866–1877. Źródło: Topographic Maps of Eastern Europe (<http://easteurotopo.org>).

i Finlandię. Mierzono główne drogi, rzeki i granice guberni, a mniej ważne obiekty nanoszono na oko. Wykonywano niwelację, rzeźbę przedstawiano za pomocą uproszczonych poziomicy i zaznaczano kąty spadku, a potem kameralnie wykonywano rysunek kreskowy (Saliszczew 1982).

Mapa trzywiorstowa. W latach 1836–1843, po powstaniu listopadowym, Rosjanie wykonali 25 brakujących arkuszy mapy Kwatermistrzostwa Generalnego Wojska Polskiego w skali 1:126 000 (1 cal – 3 wiorsty), a w 1845–1863 opracowali własną mapę nazywaną potocznie „trzywiorstówką” (ros. *triochwiornaja karta*, *Wojenno-topograficzeskaja karta Rossii*)¹⁴. Wykonano ją w odwzorowaniu pseudostożkowym Bonna, które później stosowano do map w większych skalach; jako powierzchnię odniesienia przyjęto elipsoidę Walbecka. Południk środkowy przechodził przez Pułkowo. Mapa ta stanowi powód do dumy kartografii rosyjskiej, ale można ją uważać za kontynuację mapy polskiej pod względem treści i formy (precyzyjne kreskowe przedstawienie rzeźby, starannie wrytowany rysunek). Dużym osiągnięciem była większa dokładność trzywiorstówki, którą zapewniła triangulacja (ryc. 14). Do rewolucji wydano 517 arkuszy, które pokryły niecałą połowę europejskiej części Rosji: od zachod-

¹⁴ Także wojenno-topograficzeskaja karta Rossijskoj Imperii albo wojenno-topograficzeskaja karta Zapadnoj Rossii. Mapa trzywiorstowa bywa też nazywana „mapą Szuberta” (od nazwiska szefa Korpusu Topografów Wojskowych). Jest to mylące określenie, ponieważ odnosi się ono do wspomnianej wyżej „Specjalnej mapy zachodniej części Imperium Rosyjskiego” 1:420 000 wydanej w latach 1826–1840.

niej granicy po Petersburg, Moskwę i Carycyn (Wołgograd) na wschodzie. Starsze arkusze były aktualizowane do 1917 r. Mapa była w sprzedaży, dziś dostępne są skany (*Wojenno-topograficeskaja karta...* <http://www.etomesto.ru/shubert/>).

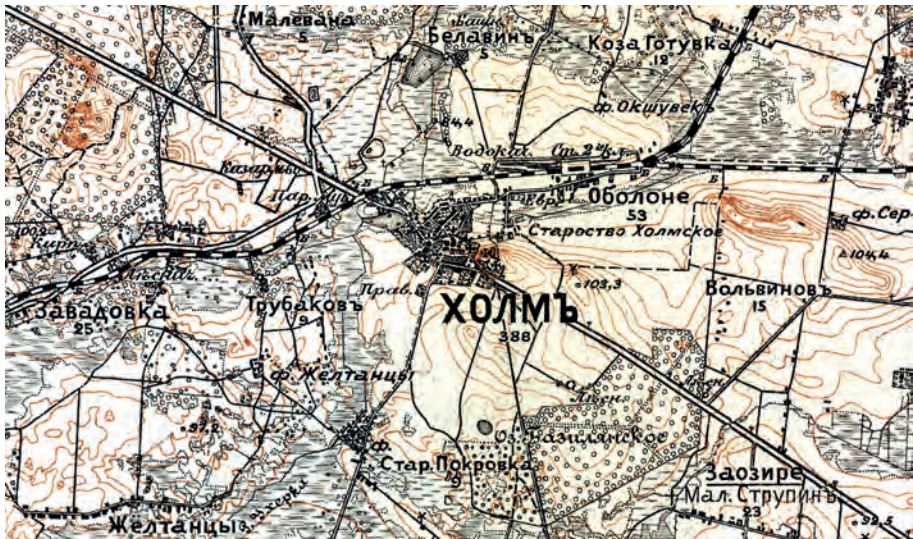
W latach 1845–1866 ponownie kartowano gubernie europejskiej części Rosji w skalach 1:42 000 i 1:84 000. Aktualizację pobieżnego zdjęcia wykonanego w XVIII w. wykonali miernicy cywilni przy pomocy topografów wojskowych. Drukiem wydano atlasy topograficzne guberni twerskiej i riazkańskiej 1:84 000, inne mapy zachowały się w archiwach. Barwne rękopisy, potocznie nazywane „mapami Mendego”, mają siatkę kartograficzną, zanaczono granice posiadłości, a rzeźbę przedstawiono metodą kreskową. Po rewolucji na ich podstawie wydano mapy topograficzne 1:100 000.

Od 1870 r. prowadzono **dokładne zdjęcia** w skali półwiorstowej (1:21 000) z poziomiami. Ze względu na większą pracochłonność prace topograficzne zwolniły tempo i skoncentrowały się na najważniejszych z wojskowego punktu widzenia terenach zachodniego pogranicza Rosji, wybrzeżu Morza Czarnego i Zakaukaziu. Od 1907 r. prowadzono dokładne zdjęcia 1:42 000, a w azjatyckiej części Rosji – uproszczone zdjęcia w skali 1:84 000 (Saliszczew 1982).

Według ówczesnych rosyjskich sprawozdań z postępów prac w 1890 r. powtórne zdjęcia objęły Warszawę, Lublin, Grodno i Kowno, w 1912 r. – pokrywały całe Królestwo Polskie, a na wschodzie ich zasięg obejmował Mińsk i Żytomierz.

Mapa dwuwiorstowa. W 1872 r. przystąpiono do aktualizacji mapy trzywiorstowej. W rezultacie powstała nowa mapa w skali 1:84 000, czyli „dwuwiorstówka” (*dwuchwiorstnaja karta*, także *dwuchwiorstnaja karta zapadnego pogranicznego prostranstwa*, lub *dwuchwiorstnaja wojenno-topograficeskaja karta*). Przedstawiała rzeźbę za pomocą brązowych poziomicy rysowanych co 2 sążnie (4,27 m), była drukowana dwubarwnie techniką litografii (ryc. 15). Stała się najbardziej podstawowym źródłem informacji o terenie, służącym do celów wojskowych i gospodarczych do lat 30. następnego stulecia. Na jej podstawie Niemcy wydawały *Karte des westlichen Russlands* 1:100 000.

Mapę 1:84 000 wykonano dla Królestwa Polskiego (nie wszystkie arkusze są dziś dostępne), Łotwy, Estonii, okolic Petersburga i Moskwy, Krymu i zachodniej części Kaukazu. Arkusze dwuwiorstowej mapy europejskiej części Rosji były w sprzedaży. Arkusze mapy azjatyckiej części Rosji obejmowały tereny położone na południu obszaru, były tajne i miały mniej szczegółową treść (Adrianow 1910).



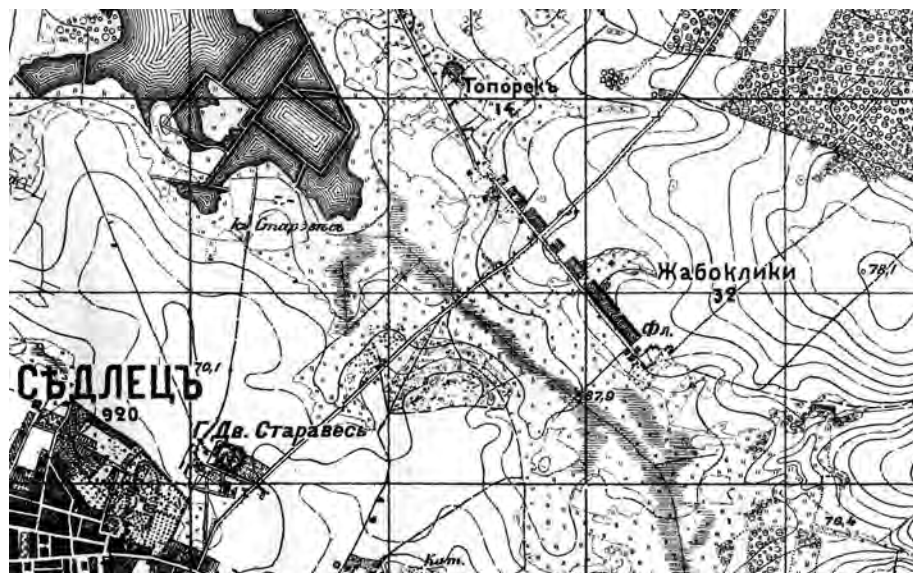
Rycina 15. Mapa dwuwiorstowa 1:84 000, ark. XXVII-14. Chołm [Chełm], druk 1915. Źródło: Topographic Maps of Eastern Europe (<http://easturotopo.org>).

Mapa jednowiorstowa. W 1869 r. rozpoczęto zdjęcie topograficzne Finlandii, które zapoczątkowało opracowanie w latach 1877–1917 mapy w skali 1:42 000 (ryc. 16). „Wiorstówka” (*odnowiorstnaja karta*) także objęła obszar tzw. zachodniego pogranicza, ale jej zasięg był mniejszy: pokrywa Chełm, Lublin, Siedlce, Białystok i Suwałki. Po rewolucji w Rosji była aktualizowana przez Armię Czerwoną. Podczas wojny Niemcy wydawały powiększone przedruki, tzw. *Karte des westlichen Russlands* 1:25 000.

Wojskowe mapy topograficzne nie miały legendy, ale wydano broszurę z objaśnieniem wszystkich znaków umownych (Adrianow 1910).

Do pierwszej wojny światowej zdjęcia w skalach od 1:21 000 do 1:84 000 objęły zasięgiem większość europejskiej części Rosji. Zdjęcia instrumentalne (dokładne) pokryły obszar 7,4 mln km², a zdjęcia szkicowe (tzw. półinstrumentalne lub marszrutowe), po części wykonywane na oko – 0,5 mln km². Mimo to znaczna część terytorium Rosji nie została skartowana. Po rewolucji mapy przedrukowywano do lat trzydziestych.

Po odzyskaniu niepodległości przez Polskę poziomicowe przedstawienie rzeźby wykorzystano na potrzeby mapy taktycznej 1:100 000.



Rycina 16. Mapa jednowiorstowa 1:42 000, ark. Siedlec [Siedlce], opracowanie 1833, aktualizacja 1909–1910, druk 1933. Źródło: Mapster/Archiwum map WIG 1919–1939.

8. Mapy niemieckie, austriackie i rosyjskie ziem polskich – zestawienie

Szczególnym zainteresowaniem cieszą się obce mapy topograficzne ziem polskich sporządzone w okresie rozbiorów oraz mapy niemieckie wydane w okresie międzywojennym, pokrywające północną i zachodnią część Polski. Wysoką wartość archiwalnych map topograficznych docenił geograf L. Sawicki, któremu wkrótce po odzyskaniu niepodległości rząd polski powierzył oględziny zbiorów kartograficznych w Wiedniu. Pisał: „Żałować tylko należy, że dotąd źródła te, pierwszorzędnej wagi dla poznania natury i zaludnienia ziem ongi austriackich, ale także dla zrozumienia rozwoju nauki i praktyki kartograficznej, tak mało są wyzyskiwane” (Sawicki 1928:5).

Przed drugą wojną światową Sawicki analizował austriacką mapę Heldensfelda, a Buczek (1935) – prace kartografów pruskich w XVIII w. Monografie regionalne – poświęcone kartografii topograficznej dwóch zaborów – austriackiego i pruskiego, ukazały się niedawno: Konias (2000, 2010).

8.1. Zdjęcia i mapy topograficzne ziem zaboru pruskiego

Pierwsze wojskowe zdjęcia topograficzne (tzw. fryderycjańskie) były wykonywane na rozkaz Fryderyka II Wielkiego, po pierwszym rozbiorze Polski,

Tabela 3. Mapy topograficzne ziem zaboru pruskiego

Zdjęcia topograficzne i mapy oryginalne	Mapy pochodne
Mapa von Pfau 1:87 500 (1772–1773)	<i>Geheime Karte von Polen, Spezial Karte von Gross-Polen</i> 1:87 500 (1778)
Mapa Schmettaua 1:50 000 (1786–1787), <i>Schmettausches Kartenwerk, Kabinettskarte des Preußischen Staates</i>	<i>Topographisch oeconomisch und militærische Chartre des Herzogtums Mecklenburg Schwerin und des Fürstentums Ratzeburg</i> 1:50 000 (1788) <i>Special Situations Carte von Vor und Hinter Pommern</i> 1:50 000 (1786–1987), <i>Zierholdsche Karte</i> , mapa Zierholda <i>Karte des Königl. Preus. Herzogtums Vor- und Hinter-Pommern</i> ok. 1:180 000 (1789), mapa Pomorza Zachodniego Gilly'ego
<i>Schulenburgische Aufnahme</i> 1:25 000 (1783–1785), <i>Schulenburgische Brouillons</i>	<i>Schulenburgische Karte</i> 1:100 000 (1785–1795), mapa Schulenburga
Mapa Gilly'ego-Krohna 1:50 000 (1793–1796), <i>Karte von Südpreußen</i>	<i>Spezial-Karte von Südpreußen</i> , ok. 1:150 000 (1802–1803), mapa Gilly'ego
Mapa Steina 1:33 000 (1795–1800), <i>Krieges-Karte der Provinz Neu-Ost-Preußen, Karte von Neuostpreußen</i>	<i>Topographisch-Militärische Karte von vormaligen Neu Ostpreussen oder dem jetzigen Nordlichen Theil des Herzogthums Warschau nebst dem Russischen District</i> 1:152 500 (1808), <i>Karte von Neuostpreußen</i> , mapa Textora-Sotzmanna
Mapa Schröttera-Engelhardta 1:50 000 (1796–1802)	<i>Karte von Ost-Preussen nebst Preussisch Litthauen und West-Preussen nebst dem Netzdistrict</i> 1:150 000 (1802–1812), mapa Schröttera
<i>Karte eines Teils von Südpreußen und Neuschlesien</i> 1:57 600 (1796–1802)	
<i>Karte eines Teils des Königreichs Polen</i> 1:57 600 (1796–1805)	
<i>Urmesstischblätter</i> 1:25 000 (1821–1876)	
<i>Messtischblätter</i> 1:25 000 (1875–1915)	<i>Karte des Deutschen Reiches</i> 1:100 000 (1878–1945)
	<i>Karte des Westlichen Russlands</i> 1:100 000 (ok. 1900–1921)

a potem były kontynuowane po drugim i trzecim rozbiórce. Kolejne zdjęcia z reguły przeprowadzono od początku, nie aktualizując poprzedniego. Wykonywano je pobieżnie, w różnych skalach (1:33 300, 1:50 000) i podziałach na arkusze, za pomocą stolika, busoli i na oko¹⁵, rzeźbę przedstawiono nieprecyzyjną metodą kreskową.

¹⁵ Nach Augenmaß (niem. 'na oko') – od tego powstało eufemistyczne określenie „okomiary” spotykane w polskich publikacjach na temat kartografii topograficznej.

Mapa Pomorza Zachodniego D. von Gilly'ego (<http://www.bibliotekacyfrowa.pl/dlibra>) w skali ok. 1:180 000 z 1789 r., choć niekartometryczna, była wykorzystywana w badaniach zmian środowiska geograficznego (Plit 2009, Kunz 2014). Badacze, jako źródło informacji o pokryciu terenu, wykorzystali także XVII-wieczną mapę Lubinusa skali ok. 1:220 000.

Najważniejsze są zdjęcia Gilly'ego-Krohna i Schröttera-Engelhardta 1:50 000. Tajne mapy oryginalne zachowały się w archiwach, wydano także mapy pochodne w skali 1:150 000.

Drugi etap stanowiło zdjęcie stolikowe 1:25 000 oparte na triangulacji (*Urmesstischblätter*), trzeci – to nowoczesne zdjęcie poziomicowe 1:25 000 (*Messtischblätter*), na podstawie którego opracowywano mapę Rzeszy Niemieckiej 1:100 000 przedstawiającą rzeźbę terenu ścisłą metodą kreskową. Jej przedłużeniem na wschód była pośpiesznie opracowana na potrzeby wojenne *Karte des Westlichen Russlands*; arkusze będące przeróbką rosyjskiej mapy 1:84 000 są wartościowym materiałem źródłowym (Kuna 2014, Panecki 2015).

Pruskie mapy stanowią dziś cenne, szczegółowe źródła informacji przestrzennej. Omawiają je m.in. Kossmann (1937), Buczek (1963), Medyńska-Gulij i Lorek (2008), Lorek (2011) i Konias (2011). Pierwszą kartometryczną mapą topograficzną są *Urmesstischblätter* 1:25 000.

8.2. Mapy austriackie

Pierwsze, szkicowe zdjęcie topograficzne zostało uzupełnione po rozbiorach: w dwóch etapach skartowano ziemie zabrane Polsce. Drugie zdjęcie było oparte na triangulacji. Trzecie (poziomicowe) – na triangulacji i niwelacji, a na jego podstawie powstała jednolita mapa państwa w skali 1:75 000 przedstawiająca rzeźbę ścisłą metodą kreskową. Czwarte – przerwał wybuch wojny. Niemal wszystkie arkusze *Spezialkarte* wydane na początku XX w. są częściową aktualizacją trzeciego zdjęcia.

8.3. Mapy rosyjskie

Wynikiem niemal stu lat prac topograficznych były trzy wojskowe mapy topograficzne (ros. *wojenno-topograficzeskije karty*). Skartowano Królestwo Polskie i pozostałe ziemie zaboru rosyjskiego. Cały ten obszar pokrywa mapa trzywiorstowa z kreskowym przedstawieniem rzeźby, zwana „mapą zachodniej Rosji”. Początkowo była oparta na tzw. starych zdjęciach, począwszy od lat 1870. – aktualizowana na podstawie nowszych, dokładnych zdjęć.

Dla obu map w większych skalach, z poziomicowym przedstawieniem rzeźby, używano określenia „mapa zachodniego obszaru pogranicznego” (*karta zapadnogo pogranicznego prostranstwa*). Opracowywano je na podstawie no-

Tabela 3. Mapy topograficzne ziem zaboru austriackiego

Zdjęcia topograficzne i mapy oryginalne	Mapy pochodne
Pierwsze zdjęcie, tzw. józefińskie 1:28 800 (1764–1787)	
Mapa Miega 1:28 800 (1779–1793), <i>Karte des Königreichs Galizien und Lodomerien</i>	
Mapa Heldensfelda 1:28 800 (1801–1804), <i>Karte von West Gallizien</i>	<i>Carte von West-Gallizien</i> 1:172 800 (1808), mapa Heldensfelda, mapa Benedictiego
Drugie zdjęcie, tzw. franciszkańskie 1:28 800 (1806–1869)	<i>Spezialkarte</i> 1:144 000 <i>Generalkarte</i> 1:288 000
Trzecie zdjęcie, tzw. franciszkańsko-józefińskie 1:25 000 (1869–1877)	<i>Spezialkarte der österreichisch-ungarischen Monarchie</i> 1:75 000
Czwarte zdjęcie, tzw. precyzyjne (1896–1915) 1:25 000	<i>Spezialkarte der österreichisch-ungarischen Monarchie</i> 1:75 000

wych zdjęć. Chociaż dokładne zdjęcie w skali 1:21 000 pokryło całe Królestwo Polskie, osiągalne są tylko nieliczne arkusze mapy jednowiorstowej (1:42 000). Dostępność mapy dwuwiorstowej (1:84 000) jest lepsza.

Tabela 5. Mapy topograficzne ziem zaboru rosyjskiego

Zdjęcia topograficzne i mapy oryginalne	Mapy pochodne
Stare 1:21 000 i 1:42 000 (1819–1870)	Mapa trzywiorstowa 1:126 000 (1845–1917)
Nowe 1:21 000 1:42 000 (1870–1917)	Mapa dwuwiorstowa 1:84 000 (1872–1917) Mapa jednowiorstowa 1:42 000 (1877–1917)

Bibliografia

- 1801–1828: *Kartenaufnahme der Rheinlande 1:25.000; Tranchot/v. Müffling*, 2014, Bezirksregierung Köln (http://www.bezreg-koeln.nrw.de/brk_internet/geo-basis/sonstige/historische_karten/1801/index.html).
- Adrianow [W.N.], [1910], *Usłownyje znaki wojenno-topograficznych kart (1, 2, i 3-ch wiorstnych)*. Sankt-Pietierburg.
- Arnberger E., Kretschmer I., 1975, *Topographische Karten*. Teil I. Wien: Franz Deuticke.
- Barber P., 2001, *Saxton, Christopher*. [W:] *Tudor England: An Encyclopedia*. New York: Garland Publishing, s. 625.
- Berlant A.M. (red.), 2003, *Kartowiedienije*. Moskwa: Izdatielstwo „Aspekt Pries”.
Biernacki F., Słomczyński J., 1932, *Odwzorowanie quasi-stereograficzne Wojskowego Instytutu Geograficznego*. Warszawa: WIG.
- Bildliche Darstellung der Kartenzeichen in den amtlichen deutschen Karten (Kartenfibel)*, 1941. Gotha: Justus Perthes.
- Borzatti von Löwenstern E., 2005, *Quadri di pietra: 8000 anni d'arte nel deserto*. Bolonia: La collana Simata.
- Buczek K., 1935, *Prace kartografów pruskich w Polsce za czasów Stanisława Augusta na tle współczesnej kartografii polskiej*. Kraków: Polska Akademia Umiejętności.
- Buczek K., 1963, *Dzieje kartografii polskiej od XV do XVIII wieku. Zarys analityczno-historyczny*. Wrocław – Warszawa – Kraków: Zakład Narodowy im. Ossolińskich. Wydawnictwo Polskiej Akademii Nauk.
- Chinkis G.Ł., 2013, *K 140-letiju gosudarstwiennoj niwielirnoj sieti Rossii*. „Gieoprofi” nr 3.
- Czechowicz B., 2004, *Historia kartografii Śląska XII–XIX wieku*. Wrocław: Wrocławska Fundacja Studentów Historii Sztuki.
- Das Reichsammt für Landesaufnahme und seine Kartenwerke*, 1931. Berlin: Verlag des Reichsamts für Landesaufnahme.
- Dilke O.A.W., 1987a, *Itineraries and Geographical Maps in the Early and Late Roman Empires*. [W:] J.B. Harley, D. Woodward (red.), *The History of Cartography*, t. 1, *Cartography in Prehistoric, Ancient, and Medieval Europe and the Mediterranean*. Chicago: University of Chicago Press.
- Dilke O.A.W., 1987b, *Maps in the Service of the State: Roman Cartography to the End of the Augustan Era*. [W:] J.B. Harley, D. Woodward (red.), *The History of Cartography*, t. 1, *Cartography in Prehistoric, Ancient, and Medieval Europe and the Mediterranean*. Chicago: University of Chicago Press.
- Dolan G., 2015, *The Greenwich Meridian* (<http://www.thegreenwichmeridian.org/tgm/articles.php?article=8>).

- Dufourkarte Hintergrundinformation* [b.r.], Bundesamt für Landestopografie swisstopo (http://www.swisstopo.admin.ch/internet/swisstopo/de/home/topics/geodata/historic_geodata/ma_col/duf_map.html).
- Eckert M., 1921, *Die Kartenwissenschaft. Forschungen und Grundlagen zu einer Kartographie als Wissenschaft*. 1. Band. Berlin – Leipzig: Walter de Gruyter & Co.
- Encykłopediczeskij słowar'*, 1890–1907. Sankt-Pietierburg: F.A Brockhaus – I.A. Jefron (hasła: *Dołgota gieograficzeskaja, Gienieralnoje mieżewanije, Mieżewanije*).
- Fordham H.G., 1929, *Some Notable Surveyors and Map-Makers of the Sixteenth, Seventeenth, and Eighteenth Centuries and their Work. A Study In the History of Cartography*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Forstner G., 2004, *Längenfehler und Ausgangsmeridiane in alten Landkarten und Positionstabellen. Dissertation*. München: Universität der Bundeswehr.
- Friedrich Wilhelm Carl von Schmettau (1743-1806). Pionier der modernen Kartographie, Militärschriftsteller, Gestalter von Parks und Gärten*, 2008. Potsdam: Landesvermessung und Geobasisinformation Brandenburg.
- Galicja na józefińskiej mapie topograficznej 1779-1783*, 2012–2014. Wydawnictwo Antykwa: Kraków (t. 1 i 4), Wydawnictwo Towarzystwa Naukowego „Societas Vistulana”: Kraków (t. 2).
- Gaußsche Landesaufnahme*, 2015. Landesamt für Geoinformation und Landesvermessung Niedersachsen. Landesvermessung und Geobasisinformation (http://www.lgn.niedersachsen.de/portal/live.php?navigation_id=11092&article_id=51399&psmand=35).
- Gehler J.S.D., 1829, *Höhenpunkte*. [W:] *Physikalisches Wörterbuch neu bearbeitet von Brandes, Gmelin, Horner, Muncke, Pfaff*, t. 5. Leipzig: E.B. Schwickert.
- Glossary of Terms for the Standardization of Geographical Names*, 2002. New York: United Nations. Wyd. polskie: *Słownik terminów używanych przy standaryzacji nazw geograficznych*, 1998. Warszawa: Główny Urząd Geodezji i Kartografii.
- Grosjean G., 1996, *Geschichte der Kartographie*. Bern: Verlag des Geographischen Institutes der Universität Bern.
- Groß L. von, 1848, *Über die Ergänzung der topographischen Aufnahme und Kartierung von Deutschland in Bezug auf Thüringen*. Weimar: Landes-Industrie-Comptoir.
- Grygorenko W., 1985, *Układ współrzędnych i krój map topograficznych do celów gospodarczych w odwzorowaniu quasi-stereograficznym GUGiK-1980*. „Polski Przegląd Kartograficzny” t. 17, nr 2, s. 63–73.
- Gugerli D., Speich D., 2002, *Kartographische Vermessung der Alpen im 19. Jahrhundert*, „ETH Bulletin”, 284, s. 256–259.

- Hanelt H., 2005, *Landesaufnahmen im 18. Jahrhundert* (http://www.lwg.uni-hannover.de/w/images/b/be/Handelt_Landesaufnahmen.pdf).
- Hartner W., 1953, *Apian, Philip*. [W:] *Neue Deutsche Bibliographie*, s. 326 (<http://www.deutsche-biographie.de/sfz1132.html>).
- Helfer M., 2009, *Ferraris-Karte (1771–1777)*, (<http://gr-atlas.uni.lu/index.php/de/articles/ge57/fe102?tmpl=component&print=1&page=>).
- Histoire du nivellement*, 2012 (http://geodesie.ign.fr/index.php?page=histoire_du_nivellement).
- Horst T., 2009, *Manuscript maps as Sources for Cultural History and the History of Climatology* „Photogrammetrie, Fernerkundung, Geoinformation”, nr 3, s. 191–197.
- Hoskin M., 1997, *Newton and Newtonianism*. [W:] M. Hoskin (red.) *The Cambridge Illustrated History of Astronomy*. Cambridge: Cambridge University Press, s. 144–197.
- Imhof E., 1927, *Unsere Landeskarten und ihre weitere Entwicklung*. Separatdruck der Schweiz. Zeitschrift für Vermessungswesen und Kulturtechnik. Zürich.
- Iwanow W.G., 2013, *140 let tocznomu niwielirowaniju w Rossii*. „Gieodiezija i Kartografija” nr 10, s. 60–64.
- Kohlstock P., 2004, *Kartographie. Eine Einführung*. Paderborn – München – Wien – Zürich: Ferdinand Schöningh.
- Kohlstock P., 2011, *Topographie: Methoden und Modelle der Landesaufnahme*. Berlin – New York: Walter de Gruyter.
- Konias A., 2000, *Kartografia topograficzna Śląska Cieszyńskiego i zaboru austriackiego od połowy XVIII wieku do początku XX wieku*. Katowice: Uniwersytet Śląski.
- Konias A., 2007, *Okolice Słupska na pierwszym zdjęciu topograficznym Pomorza z lat 1836–1837*. „Słupskie Prace Geograficzne” 3, s. 171–189.
- Konias A., 2010, *Kartografia topograficzna państwa i zaboru pruskiego od połowy XVIII wieku do połowy XX wieku*. Słupsk: Wydawnictwo Naukowe Akademii Pomorskiej.
- Konvitz J., 1987, *Cartography in France, 1660-1848: Science, Engineering, and Statecraft*. Chicago: University of Chicago Press.
- Kowalski P., 1994, *Rozwój technologii reprodukcji map topograficznych do pierwszej wojny światowej*. [W:] IX Szkoła Kartograficzna, Komorowo 10-14.10.1944. *Polska kartografia map topograficznych*. Warszawa: Uniwersytet Warszawski, PTG, Sztab Generalny WP.
- Kreßner L., 2009, *Digitale Analyse der Genauigkeit sowie der Erfassungs- und Darstellungsqualität von Altkarten aus Mecklenburg Vorpommern – dargestellt an den Kartenwerken von Wiebeking (ca. 1786) und Schmettau (ca. 1788)*. Rostock

- (http://rosdok.uni-rostock.de/file/rosdok_derivate_000000004084/Dissertation_Kressner_2009.pdf).
- Kuna J., 2014, *Zmiany znaków na XX-wiecznych mapach topograficznych w skali 1:100 000*. „Polski Przegląd Kartograficzny” T. 46, nr 1, s. 47–61.
- Kunz M., 2014, *Zmiany lesistości Pomorza Zachodniego w ostatnich 400 latach*, „Roczniki Geomatyki” t. X, nr 4(54), s. 146–155.
- Kurhannoversche Landesaufnahme des 18. Jahrhunderts*, 2015. Landesamt für Geoinformation und Landesvermessung Niedersachsen (http://www.lgn.niedersachsen.de/portal/live.php?navigation_id=11091&article_id=51684&psmand=35).
- La Carte de Cassini* (http://cassini.ehess.fr/cassini/fr/html/5_donnees.htm).
- Lambert J.H., 1772, *Anmerkungen und Zusätze zur Entwerfung der Land- und Himmelscharten*. Leipzig: W. Engelmann.
- Lindgren U., 2007, *Land Surveys, Instruments, and Practitioners in the Renaissance*. [W:] D. Woodward (red.), *The History of Cartography, Volume 3, Cartography in the European Renaissance*. Chicago: University of Chicago Press.
- Lorek D.J., 2008, *Potencjał informacyjny map topograficznych Urmesstischblätter z lat 1822–33 z terenu Wielkopolski*. Poznań: Uniwersytet Adama Mickiewicza.
- Méchain P., Delambre J.-B., 1806–1810, *Base du système métrique décimal, ou Mesure de l'arc du méridien compris entre les parallèles de Dunkerque et Barcelone*. T. 1–4. Paris: Baudouin.
- Medyńska-Gulij B., Lorek D., 2008, *Pruskie mapy topograficzne dla Wielkopolski do 1803 roku*. „Badania Fizjograficzne nad Polską Zachodnią. Seria A – Geografia Fizyczna”, t. 59 s. 29–42.
- Millard A.R., 1987, *Cartography in the Ancient Near East*. [W:] J.B. Harley, D. Woodward (red.), *The History of Cartography*, t. 1, *Cartography in Prehistoric, Ancient, and Medieval Europe and the Mediterranean*. Chicago: University of Chicago Press.
- Monmonier M., 2009, *Topographic map*. [W:] D. Gregory i in. (red.) *The Dictionary of Human Geography*. B.m. Wiley-Blackwell.
- Nacyonalnyj atlas Rossii*, 2009, *Russkije gieograficzeskije otkrytija i kartografirowanije tierritorii w XVIII wiekie; Issledowanije i kartografirowanije tierritorii Rossii wo wtoroj połowinie XIX–naczale XX w.*, t. 4, *Istorija i kultura* (<http://national-atlas.ru/>).
- Oestmann G., 2003, *Ephemeridenwerke des 16. Jahrhunderts, eine wichtige Arbeitsgrundlage für Astronomen und Astrologen*. [W:] J. Kiefer, K. Reich (red.) *Gemeinnützige Mathematik: Adam Ries und seine Folgen*. Erfurt: Akademie gemeinnütziger Wissenschaften zu Erfurt, s. 149–164.

- Olszewicz B., 1921, *Polska kartografia wojskowa (zarys historyczny)*. Warszawa: Główna Księgarnia Wojskowa.
- Ormeling F., 2002, *Niederländische Kartographie*. [W:] J. Bolmann, G. Koch (red.) *Lexikon der Kartographie und Geomatik*, t. 1. Heidelberg – Berlin: Spektrum Akademischer Verlag.
- Panecki T., 2015, *Porównanie zakresu i metod ujęcia treści na mapach topograficznych ziem zaboru rosyjskiego*. „Polski Przegląd Kartograficzny” t. 37, nr 1, 47–65.
- Picard J., 1671, *Mesure de la terre*. Paris: Impr. royale.
- Peschel O., 1865, *Geschichte der Erdkunde bis auf A. v. Humboldt und Carl Ritter*. München: J.G. Cotta'sche Buchhandlung.
- Pietkiewicz S., 1930, *O sposobach przedstawiania terenu na mapach*. Warszawa: Główna Drukarnia Wojskowa. Reprint [1998], Toruń: Uniwersytet Mikołaja Kopernika.
- Pietkiewicz S., 1980, *Mapa Księstwa Oświęcimskiego i Zatorskiego Stanisława Połęskiego*. [W:] *Studia nad dokładnością dawnych map ziem polskich. Trzy mapy z XVI i XVII wieku*. Warszawa, s. 63—79.
- Plit J., 2009, *Przestrzenne zmiany użytkowania gruntów na Ziemi Sławieńskiej*. [W:] W. Rączkowski J. Sroka (red.), *Historia i kultura Ziemi Sławieńskiej*, t. IX, *Krajo-brazy okolic Sławna*. Sławno: Fundacja „Dziedzictwo”, s. 93–112.
- Pusch G.G., 1833–1836, *Geognostische Beschreibung von Polen*, t. 1–2. Stuttgart – Tübingen: J.G. Cottasche Buchhandlung.
- Ratzel F., 1889, *Reymann: Daniel Gottlob*. [W:] *Allgemeine Deutsche Biographie*, t. 28. Leipzig: Reinbeck – Rodbertus.
- Robinson A.H., Morrison J.L., Muehrcke P.C., Jon Kimerling A., Guptil S.C., 1985, *Elements of Cartography*. New York: John Wiley & Sons.
- Rochberg F., 2012, *The Expression of Terrestrial and Celestial Order in Ancient Mesopotamia*. [W:] R. Talbert (red.): *Ancient Perspectives. Maps and Their Place in Mesopotamia, Egypt, Greece, and Rome*. Chicago: The University of Chicago Press, s. 9–46.
- Rutkowski H., 1973, *Źródła kartograficzne*. [W:] *Atlas Historyczny Polski. Mazowsze w drugiej połowie XVI wieku. Część II. Komentarz. Indeksy*. Warszawa: Państwowe Wydawnictwo Naukowe.
- Shore A. F., 1987, *Egyptian Cartography*. [W:] J.B. Harley, D. Woodward (red.), *The History of Cartography. Volume 1. Cartography in Prehistoric, Ancient, and Medieval Europe and the Mediterranean*. Chicago: University of Chicago Press.
- Snyder J.P., 2007, *Map Projections in the Renaissance*. [W:] D. Woodward (red.), *The History of Cartography. Volume 3. Cartography in the European Renaissance*. Chicago: The University of Chicago Press.

- Stams W., 2002, *Apian, Philipp*. [W:] J. Bolmann, G. Koch (red.) *Lexikon der Kartographie und Geomatik*, t. 1. Heidelberg – Berlin: Spektrum Akademischer Verlag.
- Stein T., 2002, *Ältester Stadtplan der Welt*. Friedrich-Schiller-Universität (<http://www.uni-jena.de/Universit%C3%A4t/Einrichtungen/Museen/Archiv+Objekt+des+Monats/2012/Juni+2012.html>).
- Thomas G., 2005, *Paris: des hauts et des bas. Paris de Haut en Bas*, „Revue XYZ”, nr 105.
- Torge W., 2007, *Geschichte der Geodäsie in Deutschland*. Berlin: Walter de Gruyter.
- Wallis H., Robinson A., 1987, *Cartographical Innovations. An International Handbook of Mapping Terms to 1900*. B.m.: Map Collector Publications – International Cartographic Association.
- Wąsowicz J., 1924, *Karte des westlichen Russlands 1:100 000*, „Polski Przegląd Kartograficzny” t. 1, nr 7–8.
- Weidner M., b.r., *Carl Ludwig von Le Coq und die Topographische Karte von Westphalen, 1796-1813*. Internet Portal „Westfälische Geschichte” (<http://www.westfaelische-geschichte.de/web828>).
- Wierieszczaka T.W., 2002, *Topograficzeskije karty: naucznyje osnovy sodierzaniya*. Moskwa: MAIK, „Nauka/Intierperiodika”.
- Zaborski B., 1936, *Kaszuby na przełomie XVIII i XIX wieku w świetle mapy Schröttera-Engelhardta z lat 1796–1802*, „Wiadomości Służby Geograficznej” nr 2.
- Zimmermann G., 2006, *Zur Geschichte der Landesvermessung in Sachsen*, „SLUB-Kurier”, 20, 2, s. 16–17.
- Zöpplitz K., 1908, *Leitfaden der Kartenentwurfslehre für studierende der Erdkunde und deren Lehrer. Zweiter Teil: Kartographie und Kartometrie*. Leipzig, B.G. Teubner.

Strony internetowe

- Die Vermessung Bayerns – 450 Jahre Philipp Apians Große Karte*, 2013. Bayerische Landesbibliothek Online (<http://www.bayerische-landesbibliothek-online.de/apian1563>).
- Dufourkarte Hintergrundinformation*. Bundesamt für Landestopografie swisstopo (http://www.swisstopo.admin.ch/internet/swisstopo/de/home/topics/geodata/historic_geodata/ma_col/duf_map.html).
- Edycja mapy topograficznej Galicji (1779-1783) z Archiwum Wojennego w Wiedniu, 2011–2015*, oprac. A. Janeczek, IAE PAN (<http://www.iaepan.edu.pl/galicja/>).
- Franciszeischer Kataster* (<http://franziszeischerkataster.at>).
- La Carte de Cassini* (http://cassini.ehess.fr/cassini/fr/html/5_donnees.htm).
- Les Cadastres d'Orange* (<http://orange.archeo-rome.com>).

Siegfridkarte Hintergrundinformation. Bundesamt für Landestopografie swisstopo (http://www.swisstopo.admin.ch/internet/swisstopo/de/home/topics/geodata/historic_geodata/ma_col/sig_map.html).

Stanford Digital Forma Urbis Romae Project (<http://formaurbis.stanford.edu/>).

Turin Papyrus Map from Ancient Egypt by J.A. Harell (http://www.eeescience.utoledo.edu/Faculty/Harell/Egypt/Turin%20Papyrus/Harell_Papyrus_Map_text.htm).

Mapy

Appian, Philipp... Bairische Landtafeln. (<http://daten.digital-sammlungen.de/~db/0001/bsb00015529/images/index.html>).

Atlas Suisse, ETH-Bibliothek (<http://www.e-rara.ch/zut/content/titleinfo/5897165>).

Britannia Insularum In Oceano Maximo - Sheet 1, British Library Online Gallery (<http://www.bl.uk/onlinegallery/onlineex/unvbrit/b/001map00000c7d7u00000a0.html>).

Carte particulière des environs de Paris/Par Messrs de l'Académie royale des sciences en l'année 1674 (<http://gallica.bnf.fr/ark:/12148/btv1b7710736w>).

Carte topographique des environs de Versailles dite des Chasses Impériales (<http://gallica.bnf.fr/ark:/12148/btv1b7200171s/f8.zoom.r=Carte%20des%20chasses%20du%20roi>).

Carte von West-Gallizien... (<http://rcin.org.pl/dlibra/docmetadata?id=27710&from=pubindex&dirids=11&lp=291>).

Tabvla particvlaris praefecturae Scepusiensis... (<http://polona.pl/item/9807785/0/>).

Eilhardus Lubinus i jego wielka mapa Księstwa Pomorskiego (<http://archo.edu.pl/lubinus/>).

Historical Maps of the Habsburg Empire. Austrian State Archives (<http://mapire.eu/en/>).

Johannes Aventinus: Aventins Karte von Bayern MDXXIII (<http://www.bavarikon.de/object/bav:BSB-MAP-00000MAPPX124XBB>).

Karte des Königl. Preuss. Herzogthums Vor- und Hinter-Pommern nach speciellen vermessungen entworfen von D. Gilly (<http://www.bibliotekacyfrowa.pl/dlibra/docmetadata?id=41953>).

Karte des westlichen Russlands, Mapster (<http://igrek.amzp.pl/mapindex.php?cat=KWR100&listtype=standard&listsort=sortoption1>).

Karte von Ost-Preussen nebst Preussisch Litthauen und West-Preussen nebst dem Netzdistrict... (<http://rcin.org.pl/dlibra/docmetadata?id=829>).

Kurhannoversche Landesaufnahme des 18. Jahrhunderts (http://www.lgn.niedersachsen.de/portal/live.php?navigation_id=11091&article_id=51684&psmand=35).

„*Messtischblatt*“ – niemieckie mapy topograficzne. Śląska Biblioteka Cyfrowa (<http://www.sbc.org.pl/dlibra/publication?id=1210&from=&dirids=1&tab=1&lp=1&QI=!D678FE71410D697E5075DAC0CE2321A8-1/>).

Spezial-Karte von Südpreußen, Biblioteka Cyfrowa Uniwersytetu Łódzkiego (<http://bcul.lib.uni.lodz.pl/dlibra/docmetadata?id=1235&from=pubstats>).

Topografičeskâ karta Carstva Pol'skago (<http://rcin.org.pl/dlibra/docmetadata?id=834>).

Topographische Karte der Schweiz 1:100'000 (Dufourkarte, TK100). *Zeitreise - Topografische Kartenwerke*. Bundesamt für Landestopografie swisstopo (<https://map.geo.admin.ch>).

Topographischer Atlas der Schweiz 1:50'000 (Siegfriedkarte, TA50). *Zeitreise - Topografische Kartenwerke*. Bundesamt für Landestopografie swisstopo (<https://map.geo.admin.ch>).

Topographisch-Militaerische Karte vom vormaligen Neu Ostpreussen oder dem jetziger Nördlichen Theil des Herzogthums Warschau nebst dem Russischen District... (<http://rcin.org.pl/dlibra/publication?id=33106&from=&dirids=1&tab=1&lp=1&QI=A0561B7086A9D74139BC2758E7E3CA7B-16>).

Wojenno-topografическая карта Россиjsкой Империи. Триохвiерстовка (<http://www.etomesto.ru/shubert/>).

Paweł Cebrykow

Zakład Kartografii i Geomatyki Uniwersytetu Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie

Dawne mapy topograficzne Lubelszczyzny jako źródła informacji w badaniach historyczno-geograficznych

Mapa towarzyszyła rozwojowi cywilizacji od jej początków przybierając coraz doskonalszą formę, która pełniej oddawała obraz otaczającego nas świata. Mapy stawały się dokładniejsze i zawierały więcej informacji, zwiększał się również ich zasób. Dawne mapy są niewątpliwie dziedzictwem kulturowym o wielkim znaczeniu historycznym, a ponadto przedstawiają również ogromną wartość jako zbiór danych dokumentujących fazy poszerzania się horyzontu geograficznego, a także zmiany naszego środowiska.

Początkowo głównym powodem sporządzania map była potrzeba orientowania się w przestrzeni geograficznej, z czasem poszerzano zakres ich przeznaczenia. W rezultacie mapy stały się ważnym narzędziem dokumentacyjnym, planistycznym a także badawczym w ujęciu czasowym. Te cechy sprawiły, że wykorzystywane są między innymi w badaniach geografów i historyków. Krąg użytkowników map dawnych nie ogranicza się tylko do wymienionych grup, bowiem coraz częściej wykorzystywane są również w innych dziedzinach, w których ważnym elementem jest przestrzenny obraz obszaru będącego przedmiotem zainteresowania badacza.

Odmiennosc profesji powoduje jednak, że różne grupy użytkowników wykorzystują mapy dawne poszukując odpowiedzi na inne pytania. Dla geografów mapa, oprócz źródła informacji, pełni również rolę narzędzia badawczego. Mając do dyspozycji mapy z różnych okresów można śledzić zmiany środo-

wiska przyrodniczego. Przykładem mogą być badania zmian zasięgu lasów, sieci rzecznej oraz rzeźby terenu (Plit 2006). W sferze zainteresowań leżą także zmiany natury społeczno-gospodarczej. W tym przypadku mapy mogą dostarczyć wiarygodnych informacji o rozwoju sieci osadniczej, sieci komunikacyjnej czy zmianach w infrastrukturze przemysłowej (Kałamucki, Cebrykow 2013). Wiedza uzyskana w wyniku analizy map dawnych pomaga ocenić tempo i zrozumieć procesy, które zachodzą w otoczeniu człowieka. Można to wykorzystać w bieżącym gospodarowaniu przestrzenią, a także uwzględnić w planowaniu przyszłych działań, tak aby lepiej wykorzystywać posiadane zasoby stosując zasady zrównoważonego rozwoju.

Historycy traktują mapę jako źródłowy materiał dokumentacyjny i choć podobnie jak geografów interesują ich również zmiany w środowisku, to swoją uwagę koncentrują głównie na identyfikacji obiektów, oceniając poprawność ich identyfikacji i lokalizacji. Interesują ich zmiany nazw, granic itp. Wnioski jakie mogą wysnuć z analizy map umożliwiają lepsze zrozumienie procesów i zdarzeń historycznych, takich jak np. przebieg wojen czy konkretnych bitew.

Jak już zaznaczono profesja badacza określa cel badania map, jednak w każdym wypadku narzędzia i metodyka wykorzystania ich do analizy wykazuje wiele podobieństw, a w dużej mierze powinna być taka sama. Tożsamość podejścia badawczego zaznacza się przede wszystkim w fazie przygotowania map do analizy. Przystępując do opracowania w pierwszym rzędzie należy dokonać właściwego wyboru map, jeżeli jest to możliwe. Jeśli mamy dostęp do wielu map z interesującego nas regionu, to w celu porównań czasowych, należy wykorzystać te, które posiadają zbliżoną skalę, a także podobny zakres treści. Skala ma bardzo duże znaczenie przy porównywaniu map, bowiem w decydującym stopniu wpływa na stopień generalizacji treści mapy. Nie jest to sztywna reguła, przykładowo mapa taktyczna WIG 1:100 000 jest bogata w szczegóły i może być porównywana z mapami w większych skalach np. *Spezialkarte* 1:75 000. Generalnie jednak powinniśmy kierować się założeniem, że porównywać można mapy o zbliżonej skali. Podobna treść ułatwia analizy porównawcze. Również w tym wypadku nie należy traktować tego założenia w sposób kategoryczny, zwłaszcza kiedy dostępne dla danego obszaru i okresu mapy różnią się w zakresie treści. Jednakże należy pamiętać, że wykorzystując do porównania mapy różniące się znacznie pod względem skali lub zakresu treści, otrzymamy wnioski bardziej ogólne, a niektóre analizy będą wręcz niemożliwe do wykonania. Wyniki mogą być obarczone tak dużym błędem, że pokażą wirtualne zmiany, które w rzeczywistości nie miały miejsca. Dlatego w przypadku zestawiania różnorodnych materiałów należy zachować szczególną ostrożność w formułowaniu wniosków.

Ważny jest również odstęp czasowy wybranych do analizy opracowań kartograficznych oraz wiedza na temat ich założeń redakcyjnych. Przykładem może być zestawienie rosyjskiej mapy dwu- i trójwiorstowej z *Karte des westlichen Russlands*. Wydawałoby się, że jest to wartościowy materiał do porównania, gdyż powstanie tych map dzieli kilka dziesięcioleci. Jednak znajomość tych dzieł kartograficznych modyfikuje takie przypuszczenie: mapa niemiecka została w dużej mierze wykonana w oparciu o wymienione materiały rosyjskie. Wybierając mapy do analizy warto zwrócić uwagę na reprezentatywność wybranych przekrojów czasowych. Źle dobrane mapy mogą prowadzić do błędnych wniosków co do kierunku i tempa zmian. Pomocą w wyborze odpowiednich dat jest znajomość historii oraz metodyki prezentacji kartograficznej zjawisk dynamicznych, którą szerzej opisał Meksuła (2001).

Najdawniejsze mapy były bardzo prymitywne, i w związku z tym tylko nieliczne analizy nadają się aby w ich oparciu prowadzić szczegółowe badania. Po pierwsze chcąc analizować dokładne zmiany lokalizacji i zasięgów zjawisk jesteśmy zmuszeni do korzystania z map topograficznych, których skale pozwalają na takie podejście badawcze. Zgodnie z przyjętym przez wielu autorów podziałem map ze względu na skalę mamy do czynienia z przedziałem od 1:10 000 do 1:200 000 (Siwek 2006). Mapy opracowane w skrajnych skalach mają bardzo różne właściwości. W przypadku większej skali (1:10 000) mapa może być bardzo dokładna i szczegółowa, natomiast skala najmniejsza (1:200 000), choć traktowana jako topograficzna, nie daje możliwości precyzyjnego określenia położenia, w rzeczywistości sytuując ją w grupie map topograficzno-przełądowych. Kierując się tym spostrzeżeniem można zawęzić zbiór map, które nadają się do szczegółowych badań, do tych, których skala jest nie mniejsza niż 1:100 000 – 1:150 000.

Skupmy więc uwagę na tych materiałach kartograficznych, które dają możliwość analiz o dokładności topograficznej. Wiemy już, że do tego celu można wykorzystywać mapy topograficzne, które oprócz dużej skali powinny być wykonane w oparciu o solidne podstawy matematyczne, rozumiane jako odwzorowanie kartograficzne i zdjęcie topograficzne wykorzystujące pomiary terenowe z wykorzystaniem triangulacji. W historii kartografii jako pierwszą nowoczesną mapę topograficzną uważa się francuską *carte de France*, sporządzoną w drugiej połowie XVIII w. przez Cassinich. Prace nad nią trwały około 40 lat, do 1793 roku. Jej druk został ukończony dopiero w 1815 r. Mapa dzięki nowatorskiemu podejściu szybko stała się inspiracją do podjęcia podobnych prac przez inne państwa europejskie (Sirko 1999). W tym okresie państwo polskie, w wyniku rozbiorów, przestało istnieć. Jednak z punktu widzenia historii kartografii, był to powód powstania pierwszych map topograficznych

obejmujących swym zasięgiem podzielone między Rosję, Austrię i Prusy ziemie polskie.

Koncentrując uwagę na obszarze dzisiejszej Polski warto przytoczyć kilka przykładów dawnych map topograficznych obejmujących tylko obszar Lubelszczyzny dla ograniczenia liczby przedstawionych opracowań. Podano informacje o podstawach matematycznych i sposobie wykonywania pomiarów, datach powstania mapy, zakresie treści i zasięgu. Takie informacje są podstawą do wykorzystania tych map do analiz zmian środowiska geograficznego.

Dawne mapy topograficzne ziem polskich z XIX i XX w.

Po trzecim rozbiore Rzeczypospolitej w 1795 r. Lubelszczyzna w całości znalazła się pod panowaniem Habsburgów. Austriacy już po pierwszym rozbiore w 1772 r. rozpoczęli w ramach pierwszego topograficznego zdjęcia, zwanego józefińskim, kartowanie części dzisiejszej Lubelszczyzny obejmując jej południową część. Prace prowadził do 1783 r. ppłk. Friedrich von Mieg, dlatego opracowana rękopiśmienna mapa znana jest jako *mapa Miega* (ryc. 1).



Ryc. 1. Rękopiśmienna mapa topograficzna Królestwa Galicji i Lodomerii 1:28 800 tzw. mapa Miega, fragment arkusza obejmującego Zamość i okolice (powiększenie 200%) (źródło: Mapire.eu).

Uzupełnieniem kartowania obszaru Galicji po III rozbiore kierował ppłk. Mayer von Heldensfeld. Prace ukończył w 1804 roku. Zdjęcie topograficzne wykonano w skali 1:28 800 w postaci rękopiśmiennych arkuszy o wymiarach 63,2x42,1 cm zorientowanych na północ magnetyczną i zdeponowano jako tajne w Archiwum Dworskiej Rady Wojennej w Wiedniu (Konias 2000). Zdjęcie topograficzne wykonywane było w terenie metodą stolikową, poprzedzało je ustalenie punktów bazowych, będących podstawą do wyznaczenia trójkątów tworzących sieć, którą w trakcie wykonywania zdjęcia zagęszczano. Wierzchołkom trójkątów nadawano współrzędne i nanoszono ich położenie na stoliku. Po ich wrysowaniu mierzono kąty pionowe i odwzorowano rzeźbę. W kolejnych etapach nanoszono pozostałą treść (Faluszczak 2011).

Podstawową treścią mapy była rzeźba terenu przedstawiona za pomocą krzyżujących się kresek. Na sieć hydrograficzną kreśloną niebieskim tuszem składały się rzeki, strumienie i potoki oraz kanały. Jeden znak dla zbiorników wodnych przedstawiał jeziora a także stawy i sadzawki. Zaznaczano również tereny podmokłe. Wyróżniono szereg rodzajów pokrycia terenu: zasięgi lasów (bez informacji o ich rodzaju ale starano się odróżnić drzewostany gęste od rozrzedzonych), łąk, pól uprawnych i ogrodów a także parków i winnic. Spośród obiektów antropogenicznych zaznaczano drogi podzielone na sześć kategorii z uwzględnieniem infrastruktury, takiej jak mosty i przeprawy przez rzeki. Zamieszczano również informacje o tym, czy drogi obsadzono drzewami. Kolejnym elementem treści była zabudowa zwarta i rozproszona widoczna na mapie jako kwartały zabudowy i prostokątne sygnatury w kolorze czerwonym. W jej obrębie wyróżniano obiekty specjalne, takie jak zamki, twierdze i umocnienia. Szczegółowo zaznaczano świątynie i cmentarze oraz ich ogrodzenia. Cenną informacją są zakłady i urzędy gospodarcze. Mapa posiada również napisy, które odnoszą się do miejscowości lub obiektów hydrograficznych. Niestety wiele z tych nazw zapisano z błędami w sposób fonetyczny (ryc. 2). Opisowo scharakteryzowano również zaznaczone na mapie obiekty antropogeniczne. Jeżeli potrzebujemy dokładniejszego opisu właściwości *map Miega i Heldensfelda* możemy skorzystać z obszernych opracowań autorstwa Sawickiego (1928) czy Koniasa (2000). Nieocenioną wartość przedstawia projekt realizowany przez Uniwersytet Pedagogiczny w Krakowie, we współpracy z Instytutem Historii PAN oraz Instytutem Archeologii i Etnologii PAN w Warszawie, którego rezultatem będzie wydanie kopii mapy *Miega* wraz z oryginalnym opisem towarzyszącym każdemu oryginalnemu arkuszowi mapy, uzupełnionym o dogłębną analizę jej treści (<http://www.iaepan.edu.pl/galicja/>). Pierwsze tomy już opuściły drukarnię (Bukowski, Dybaś, Noga 2012).



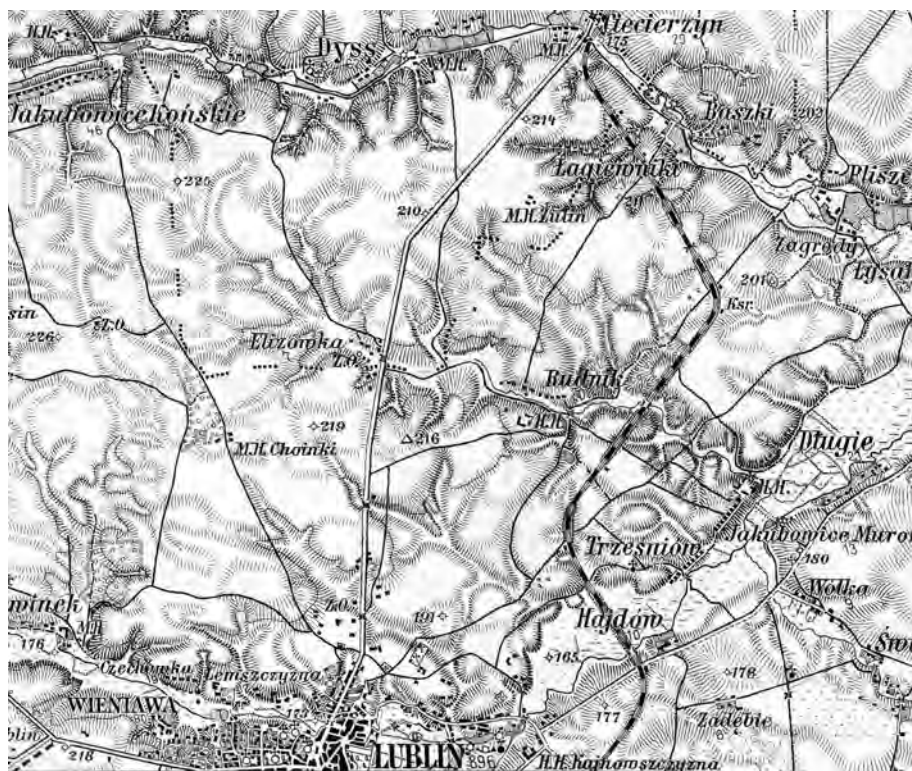
Ryc. 2. Przykład błędów w pisowni nazw miejscowych na mapie Miega. Miejscowość Sąsiadka została podpisana przez Austriaków jako Szonziatka.

Już w pobieżnym opisie map, daje się zauważyć bogactwo treści. Dodatkowym walorem jest czas jej wykonania, koniec XVIII w. Mapa ta stanowi doskonały obraz stanu środowiska geograficznego schyłku pierwszej Rzeczypospolitej, poprzedzający epokę głębokich przemian społecznych i gospodarczych. Z tych powodów należy ją traktować jako podstawowe źródło wiedzy o Lubelszczyźnie u progu XIX stulecia. Dostępność umożliwia szerokie wykorzystanie map. Zanim ukaze się drukiem w Polsce komplet faksymiliów rękopiśmiennych oryginałów mapy *Miega*, można, od niedawna, korzystać z portalu internetowego *Historical Maps of the Habsburg Empire* (<http://mapire.eu>). Niestety większą część Lubelszczyzny obejmuje mapa *Heldensfelda*, której oryginał dostępny jest jedynie w wiedeńskim *Kriegsarchiv*.

Z biegiem czasu, wraz z rozwojem technik wojennych, a w szczególności artylerii, narastała konieczność unowocześnienia map. Austriacy zdecydowali się na przeprowadzenie nowego zdjęcia topograficznego w skali 1:25 000, zwanego franciszkańsko-józefińskim. Prace były prowadzone w latach 1869–1887. Na podstawie zgromadzonych materiałów wykonano mapę specjalną (*Spezialkarte*) w skali 1:75 000 (ryc. 3.). Mapę poddawano ciągłemu unowocześnianiu, aż do czasów I wojny światowej, kiedy przeprowadzono kolejne zdjęcie topograficzne, nazwane precyzyjnym (*Präzisionsaufnahme*) (Faluszczak 2011). Mapę reprodukowano metodą heliograwiury w miedzi i drukowano w jednym kolorze (czarnym). Dla obszaru Lubelszczyzny dostępne są arkusze wydane w latach

1876–1917. Arkusze z pogranicza zaborów rosyjskiego i austriackiego opracowano wcześniej. Późniejsze arkusze obejmowały obszary położone na północ od pogranicza a ich wydanie podyktowane było działaniami wojennymi z Rosją.

Mapa specjalna charakteryzuje się bardzo szczegółowym odtworzeniem elementów tworzących krajobraz naturalny. Rzeźba terenu oddana została za pomocą metody kreskowej, uzupełnionej poziomiami z cięciem 100 m lub 50 m i punktami wysokościowymi. Wysokości liczono od poziomu morza w Trieście. Dodatkowymi sygnaturami oznaczono jaskinie i podłużne doły. Starannie zobrazowano sieć hydrograficzną wraz z towarzyszącą jej infrastrukturą techniczną. Wojskowy charakter mapy spowodował zaznaczenie źródeł, studni i cystern na obszarach ubogich w wodę. Szczegółowo przedstawiono strukturę użytkowania ziemi, wyszczególniając pojedyncze drzewa i ich grupy, ogrody, parki, lasy, łąki, grunty podmokłe, bagna, torfowiska, piaski i kamieniska. W przypadku lasów, przedstawionych za pomocą kółek rozróżniano drzewostany liściaste i iglaste (*Zestawienie...* 1925).



Ryc. 3. Fragment *Spezialkarte* w skali 1:75 000, powiększenie 200% (źródło: Mapster), arkusz Zone A, Kol. XXVII, Lublin und Lubartów.

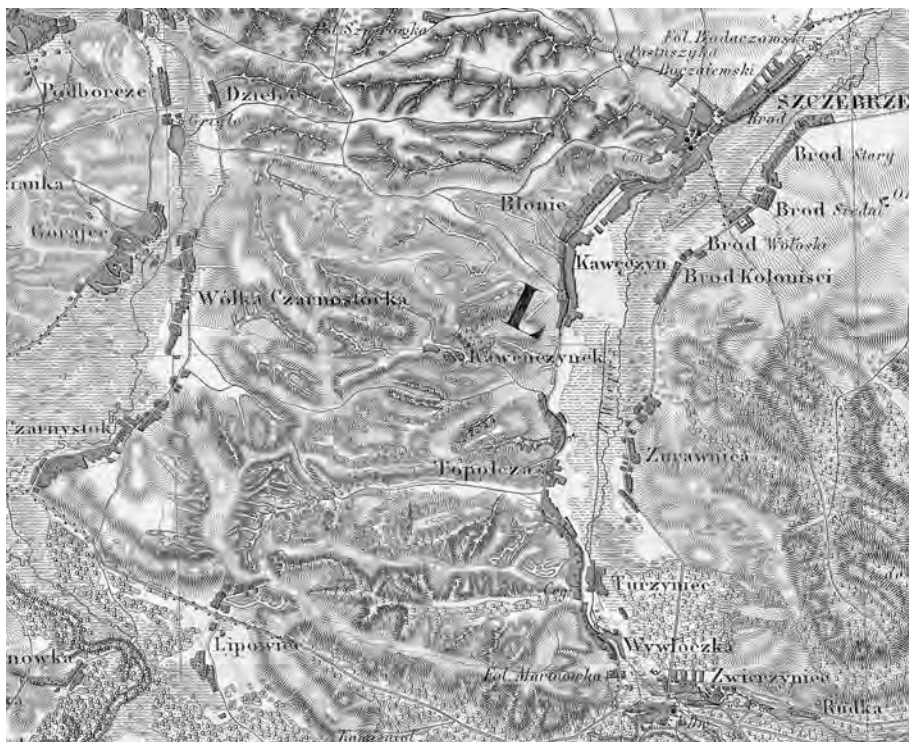
Krajobraz kulturowy jest elementem, który został pokazany bardzo szczegółowo. Dokładnie przedstawiono sieć osadniczą z hierarchią miejscowości oddającą liczbę ich mieszkańców. Oddano charakter zabudowy zwartej i rozproszonej. Sieć komunikacyjną podzielono na 4 rodzaje linii kolejowych uzupełnionych oznaczeniem linii tramwajowej i kolejki oraz 8 kategorii dróg. O infrastrukturze gospodarczej informują sygnatury, którymi oznaczono blisko 30 różnorodnych obiektów. Na mapie zaznaczono również granice administracyjne.

Ważnym elementem uzupełniającym mapę było nazewnictwo obejmujące: pasma górskie, szczyty, doliny, linie komunikacyjne, miejscowości i ich części, rzeki i jeziora a także nazwy lasów i pól (Lewakowski 1923, Gąsiewicz 1930). Nazewnictwo nanoszono na mapę w języku polskim (Panecki 2015).

Po okresie wojen napoleońskich Lubelszczyzna znalazła się pod zaborem rosyjskim, wchodząc w skład Królestwa Polskiego. Początkowo zabór mógł korzystać z autonomii, której przejawem było własne wojsko. Na jego potrzeby działało Kwatermistrzostwo, znane obecnie głównie z jego największego dzieła jakim była *Topograficzna karta Królestwa Polskiego* (ryc. 4.) w skali 1:126 000. Prace nad mapą rozpoczęto w 1822 r. wykonaniem zdjęcia topograficznego w skali 1:42 000. Zastosowano odwzorowanie pseudostożkowe wiernopolowe Bonne'a elipsoidy Walbecka. Do wybuchu powstania listopadowego opracowano 27 arkuszy z planowanych 59.

Po klęsce powstania kierownictwo nad mapą przejęli Rosjanie, choć prace prowadzone były również przez oficerów zlikwidowanego Kwatermistrzostwa. Mapę ukończono w 1839 roku i wydano drukiem w Petersburgu w 1843 roku, choć arkusze rytowano i w zakładzie Karola Fryderyka Mintera w Warszawie. Do 1857 roku była to mapa tajna. W późniejszym czasie stała się wzorcem dla rosyjskiej mapy tzw. „trójwiorstówki” w tej samej skali. W zasięgu tejże mapy znalazła się cała Lubelszczyzna. Szerzej o kulisach powstania mapy można dowiedzieć się z opracowania B. Olszewicza (1921).

Mapa w okresie kiedy powstała była nowoczesna, pomijając brak jednolitej osnowy geodezyjnej, a jej treść obejmowała rzeźbę terenu przedstawioną metodą kreskową, bez opisu punktów wysokościowych, ponieważ nie wykonywano pomiarów wysokościowych, tylko określano spadki. Szczegółowo przedstawiono wody, wraz z brodami, przeprawami promowymi, mostami itp. Pokrycie terenu podzielono na kategorie, wyróżniając łąki, lasy z podziałem na suche i podmokłe, parki, obszary piaszczyste. Miejscowości przedstawiono hierarchicznie zgodnie z pełnioną funkcją administracyjną, wyróżniając miasta gubernialne i obwodowe i pozostałe miasta i wsie, rozróżniając zabudowę



Ryc. 4. Fragment arkusza Kol. VI Sek. XI Zamość, Biłgoraj mapy Kwatermistrzostwa w skali 1:126 000 (źródło: biblioteka WNoZiGP UMCS w Lublinie)

drewnianą i murowaną. Sieć drogowa podzielona została na cztery kategorie podobnie jak i kolejowa. Sytuację uzupełniono bogatym zasobem obiektów przedstawionych za pomocą sygnatur. Nie zabrakło kościołów, kaplic, stacji pocztowych, komór celnych itp., a także granic administracyjnych: państwa, guberni oraz obwodów (jednostki administracyjne, które przekształcono w późniejszym czasie na powiaty). Ponadto mapę wzbogacono o informacje o funkcji ważniejszych obiektów, zaznaczając za pomocą blisko 30 skrótów literowych m.in. kopalnie (z zaznaczeniem pozyskiwanej kopaliny). Legendę do mapy z wyszczególnionymi znakami, można oglądać na reprimie mapy Kwatermistrzostwa wydanej przez wydawnictwo Topmap w 2002 roku.

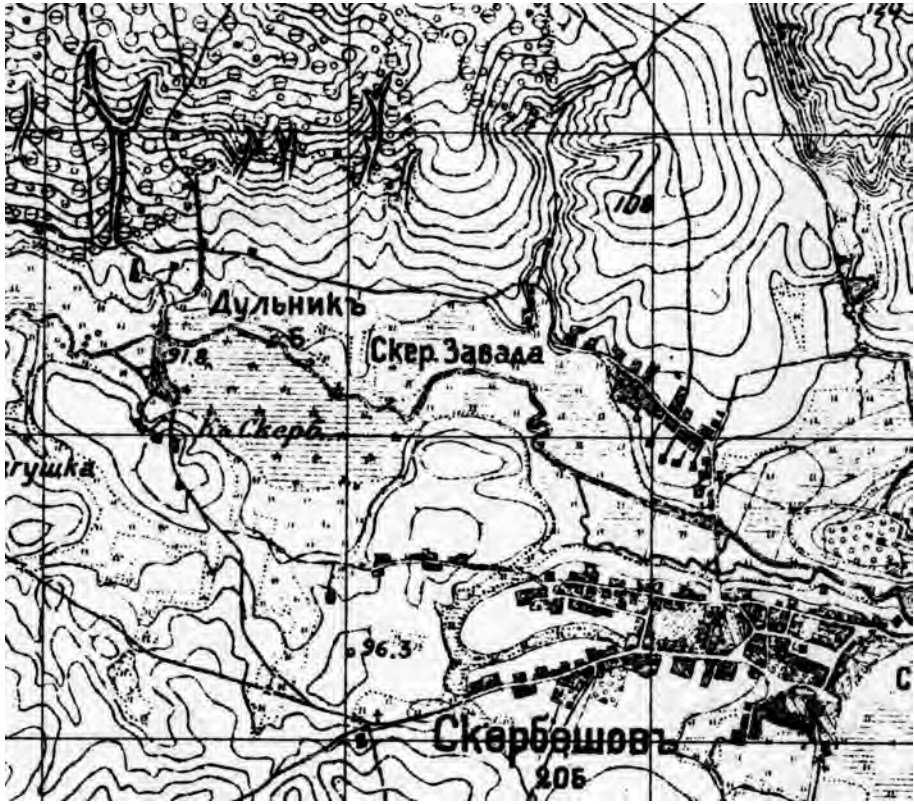
Podsumowując mapa Kwatermistrzostwa, dzięki bogactwu treści i delikatnemu rysunkowi, jest dobrym źródłem informacji o krajobrazie i sytuacji społeczno-gospodarczej obszaru Lubelszczyzny, choć skala opracowania nie daje możliwości bardzo dokładnych analiz.

Po klęsce powstania listopadowego prace nad nowymi mapami topograficznymi były prowadzone wyłącznie przez wojskowych rosyjskich. Po powstaniu styczniowym ograniczono dostęp do map topograficznych, a także możliwości wykonywania ich przez Polaków, przykładowo zakazując wizualizacji na mapach rzeźby terenu (Pawłowska, Sirko 1994). Rosja, podobnie jak inne państwa europejskie, potrzebowała dokładnych map, dlatego przystąpiono w 1870 r. do zdjęcia topograficznego zachodniej części imperium. Początkowo zdjęcie wykonywano w skali półwiorstowej (1:21 000), jednak tempo kartowania było zbyt wolne. Rozwiązano ten problem w 1908 r. zmniejszając dwukrotnie skalę zdjęcia topograficznego do 1:42 000. Rezultatem prac były mapy pół- i jedno-wiorstowa, w odwzorowaniu wielościennej Müfflinga, gdzie powierzchnią odniesienia była elipsoida Bessela. Mapy były drukowane w jednym kolorze – czarnym. Mapy charakteryzowały się dość wysoką dokładnością geometryczną i bogactwem treści, zarówno dotyczących środowiska przyrodniczego jak i elementów antropogenicznych, takich jak sieć osadnicza i komunikacyjna. Rzeźbę terenu przedstawiono za pomocą poziomic w cięciu sążniowym liczoną od poziomu Bałtyku w Kronsztadzie (Fiodorow 1936). Początkowym południkiem został południk przechodzący przez Pułkowo pod Petersburgiem, gdzie mieściło się obserwatorium astronomiczne.

Zarówno mapa półwiorstowa jak i wiorstowa stanowią bardzo cenne źródło informacji o terenie, będące odbiciem sytuacji panującej na przełomie XIX i XX w. choć w polskim piśmiennictwie można spotkać krytyczne uwagi co do dokładności wykonywanych pomiarów, szczególnie odnoszących się do rzeźby terenu na obszarach trudno dostępnych, takich jak lasy (Kreutzinger 1928). Mapa wiorstowa była poddawana unacześnianiu¹ gabinetowemu bez weryfikacji terenowej, co prowadziło do obniżenia jej dokładności w zakresie nowo wprowadzonych treści. Niestety obie mapy miały klauzulę tajności, co przekłada się na ich dzisiejszą dostępność ograniczoną jedynie do przykładowych arkuszy. Obecnie dla Lubelszczyzny można wykorzystać te mapy w sposób pośredni, na podstawie niemieckiej przeróbki. Niemcy, korzystając z rosyjskich materiałów, sporządzili mapę 1:25 000, firmowaną przez *Kartogr[aphische] Abt[eilung] d[es] Stellv[ertretenden] Generalstabes d[er] Armee* (ryc. 4.), którą w latach międzywojennych powielił również Wojskowy Instytut Geograficzny (Kreutzinger 1928).

Kolejną mapą rosyjską, która może być wykorzystana do badań nad interesującym nas obszarem jest dwuwiorstowa mapa Zachodniego Pogranicza

¹ Unacześnianie – aktualizacja treści mapy, mające na celu osiągnięcie jak największej zgodności z rzeczywistością. polega na dodaniu informacji nowych, usunięciu lub poprawieniu starych na podstawie obserwacji, pomiarów, nowszych źródeł informacji, (współcześnie wykorzystuje się zdjęcia lotnicze lub satelitarne).



Ryc. 5. Fragmenta arkusza XXVIII-14-E niemieckiej mapy w skali 1:25 000 powstałej na bazie rosyjskiej wiorstówki (reprodukcja pochodzi z czarno-białej odbitki fotograficznej ze zbiorów składnicy map Wydziału Nauk o Ziemi i Gospodarki Przestrzennej UMCS w Lublinie).

(*Двухверстная карта западного пограничного пространства*) w skali 1:84 000 (ryc. 5.), zwana potocznie „dwuwiorstówką”. W polskiej literaturze często podawany jest błędny tytuł „Nowa topograficzna mapa Zachodniej Rosji”. Wykonano ją na podstawie tego samego zdjęcia topograficznego co mapę jednowiorstową, w odwzorowaniu wielościennym elipsoidy Bessela. Prace rozpoczęto w 1883 roku. Drukowano ją techniką chromolitografii w dwóch barwach: czarnej dla sytuacji i brązowej dla poziomicy. Rzeźbę terenu zobrazowano w cięciu co 2 sążnie. Mapa szczegółowo przedstawia drogi kołowe i koleje, daje również obraz pokrycia terenu z rozróżnieniem podmokłości. Sygnaturami przedstawiono kilkadziesiąt różnorodnych obiektów (Lewakowski 1923), sakralnych i gospodarczych, a za pomocą skrótów literowych zaznaczono rodzaje

obiektów oznaczonych znakiem zabudowy. Hydrografię uzupełniono dodając infrastrukturę w postaci promów, mostów żelaznych, drewnianych, pontonowych, i zbudowanych na tratwach. Nie zapomniano również o granicach administracyjnych państw, guberni i powiatów. Mapę można ocenić wysoko, choć zdaniem Kreutzingera (1928) cięcie poziomicowe było źle dobrane, powodując zlewianie się poziomicy, i słabo czytelny obraz rzeźby na obszarach o większych spadkach terenu. Był to efekt wykorzystania rzeźby opracowanej dla mapy jednowiorstowej, którą bez generalizacji pomniejszono dwukrotnie. W zestawieniu z mapą Kwatermistrzostwa, rosyjska mapa dwuwiorstowa przedstawia sytuację o pół wieku późniejszą. Posiada bogatszą treść i większą dokładność.



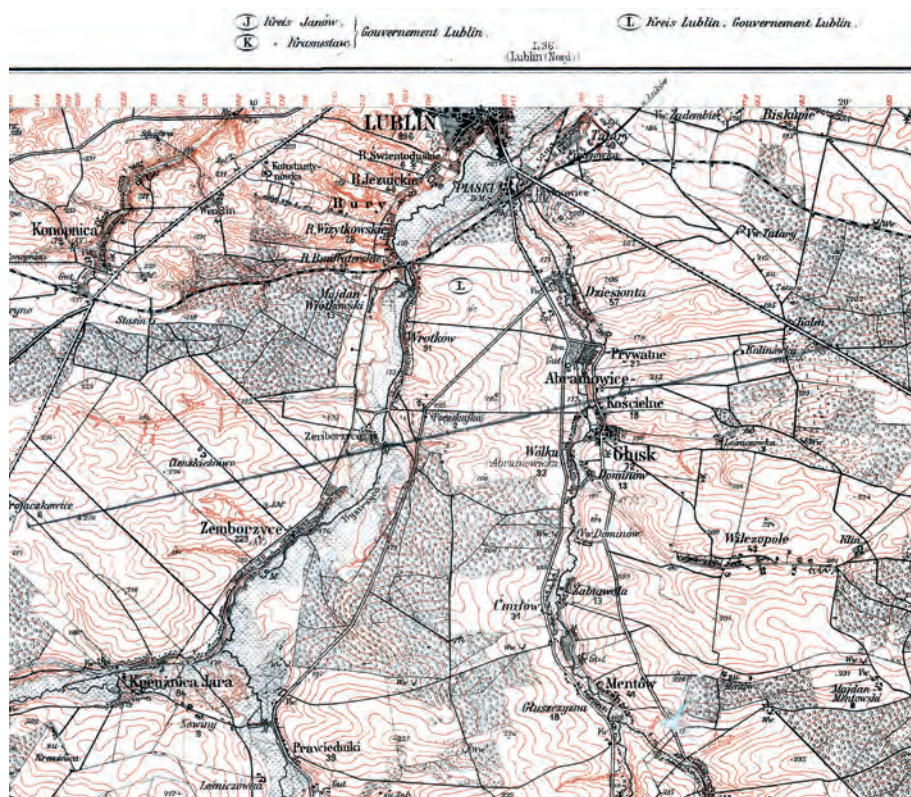
Ryc. 6. Fragment arkusza XXVII-12 mapy dwuwiorstowej w skali 1:84 000 (źródło: Mapster)

Opisywana mapa stanowiła materiał źródłowy do opracowania map dla innych niemieckich i austriackich wydawnictw przedstawiających obszary zachodniej Rosji, gdzie służby tych państw nie mogły wykonywać własnych pomiarów. Przykładem może być pruska *Karte des westlichen Russlands* 1:100

000 i austriacka *Spezialkarte* 1:75 000. Przydatna była również w pracach polskiego WIG-u, szczególnie w pierwszym okresie jego działalności.

W obrębie zakreślonego na wstępie zbioru map należy wymienić również wojskową mapę topograficzną Rosji Europejskiej tzw. „trójworstówkę”, w skali 1:126 000. Była to mapa wykonana w latach 1845-1889 w odwzorowaniu Bonne'a elipsoidy Walbecka. Mapa pokrywa całą Lubelszczyznę i jest porównywalna z mapą Kwaternmistrzostwa. W dużej mierze była to jej kontynuacja z zachowaniem podstawowych właściwości, dlatego dalszy jej opis zostanie pominięty.

Uzupełniając przegląd map topograficznych obejmujących swym zasięgiem Lubelszczyznę należy również wymienić mapy pruskie, choć jak już zaznaczono nie były to mapy oryginalne. Przykładem jest *Karte des westlichen Russlands* w skali 1:100 000 (ryc. 7.), opracowana w oparciu o mapę dwu- i trójwiorstową oraz mapy austriackie z obszaru Galicji.



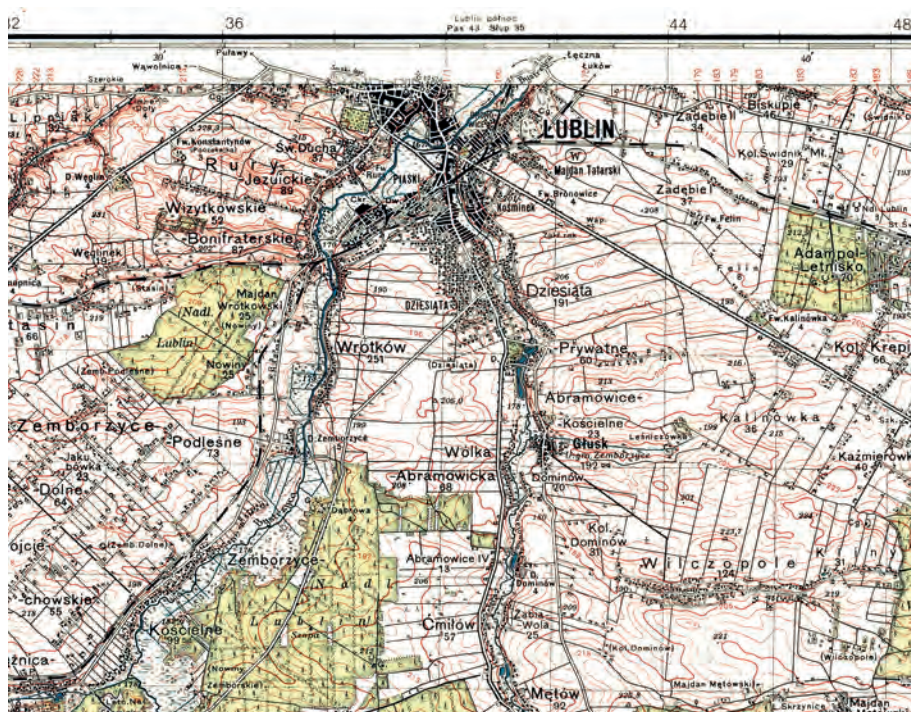
Ryc. 7. Fragment arkusza L. 37 Lublin *Karte des Westlichen Russlands* wydanej w 1915 r. (źródło: Mapster)

Przedstawione dotychczas mapy powstały, z wyjątkiem mapy Kwatern mistrzostwa, z inicjatywy i siłami trzech państw zaborczych. Stanowią one dokumentację obrazu Polski, w tym Lubelszczyzny od schyłku XVIII w. do I wojny światowej. Okres międzywojenny najlepiej przedstawiają polskie mapy w skalach od 1:25 000 do 1:1 000 000 wykonywane przez Wojskowy Instytut Geograficzny (WIG). Pomimo wykonywania przez tą instytucję map w różnych skalach, jedyną mapą topograficzną, która nadaje się do wykorzystania w badaniach na interesującym nas obszarze, jest tzw. mapa taktyczna w skali 1:100 000 (tab. 1). Niestety mapy w większych skalach obejmują jedynie niewielki fragment Lubelszczyzny.

Tab. 1. Stan aktualności mapy taktycznej WIG 1:100 000 na Lubelszczyźnie. (opracowanie własne)

Lp.	Godło arkusza	typ mapy	rok wydania
1	P39 S36 Siemiatycze	IV	1937
2	P40 S34 Siedlce	IV	1937
3	P40 S35 Łosice	IV	1937
4	P40 S36 Biała Podlaska	III	1931
5	P40 S37 Brześć nad Bugiem	III	1931
6	P41 S33 Garwolin	IV	1937
7	P41 S34 Żelechów	IV	1938
8	P41 S35 Łuków	IV	1938
9	P41 S36 Łomazy	IV	1938
10	P41 S37 Sławatycze	IV	1933
11	P42 S33 Kozienice	IV	1937
12	P42 S34 Dęblin	IV	1937
13	P42 S35 Kock	IV	1938
14	P42 S36 Parczew	IV	1938
15	P42 S37 Włodawa	IV	1933
16	P43 S33 Zwoleni	IV	1937
17	P43 S34 Puławy	IV	1937
18	P43 S35 Lublin Północ	IV	1936
19	P43 S36 Łęczna	IV	1938
20	P43 S37 Opalin	IV	1933
22	P44 S33 Solec	IV	1938
21	P44 S34 Opole	IV	1938
22	P44 S35 Lublin Południe	IV	1937
23	P44 S36 Rejowiec	IV	1938
24	P44 S37 Chełm	III	1931
25	P44 S38 Luboml	IV	1933
26	P45 S33 Opatów	II	1927
27	P45 S34 Kraśnik	IV	1938
28	P45 S35 Turobin	IV	1938
29	P45 S36 Krasnystaw	IV	1938
30	P45 S37 Grabowiec	IV	1933
31	P45 S38 Włodzimierz	IV	1933
32	P46 S34 Rozwadów	IV	1938
33	P46 S35 Biłgoraj	IV	1938
34	P46 S36 Zamość	IV	1936
35	P46 S37 Tyszowce	IV	1936
36	P46 S38 Kryłów	II	1927
37	P47 S34 Rudnik	IV	1938
38	P47 S35 Leżajsk	IV	1938
39	P47 S36 Narol	IV	1938
40	P47 S37 Tomaszów Lubelski	IV	1937
41	P47 S38 Sokal	IV	1936
42	P48 S37 Rawa Ruska	IV	1935

Mapa taktyczna WIG, pomimo iż jej koncepcja powstała na bazie doświadczeń kartograficznych państw zaborczych, była ogromnym i oryginalnym osiągnięciem polskich kartografów, docenianym na świecie. W ciągu dwudziestu lat drugiej Rzeczypospolitej jej forma ewoluowała, co można prześledzić analizując jej cztery kolejne odmiany. Początkowo (1922–27), mapa typu I, była wykonywana na bazie przeróbek map państw zaborczych, przede wszystkim pruskich: *Karte des westlichen Russlands* i *Karte des Deutsches Reiches* oraz rosyjskiej mapy dwuwiorstowej. Drugi typ mapy wydawany był w latach 1926–31 a typu III opracowywano od 1929 roku. Ostateczną formę mapa taktyczna otrzymała w 1931 roku jako typ IV (ryc. 7). Mapa taktyczna była podstawową mapą, na której wykonaniu skupiono największą uwagę. Powodem była łatwość skorzystania z materiałów już istniejących (mapy państw zaborczych), co przyspieszyło wykonanie mapy a także możliwość względnie szybkiego pokrycia kraju nowoczesną mapą topograficzną. Do 1939 roku wydano arkusze dla całego kraju (Krassowski 1973).



Ryc. 7. Fragment arkusza P44 S35 mapy taktycznej WIG 1:100 000, typ IV, 1937. (źródło: Mapster)

Mapa taktyczna WIG w ostatecznej wersji była mapą czterokolorową (w niektórych przypadkach kolorów było 6) opartą na odwzorowaniu *quasistereograficznym* wiernokątnym elipsoidy Bessela (Biernacki, Słomczyński 1932). Treść mapy była bardzo bogata, rzeźbę oddano w kolorze brązowym, natomiast sytuacja była drukowana w czerni. Dodatkowe dwa kolory służyły do podkreślenia elementów powierzchniowych i liniowych. Lasy podkolorowywano zielonym a wody, kolorem niebieskim. Mapa taktyczna cechowała się subtelnym rysunkiem o dużej szczegółowości treści. Generalizację przeprowadzono w sposób odpowiadający potrzebom mapy w większej skali. Dlatego możemy jej treść porównywać z innymi mapami nawet w większych skalach (ryc. 8).



Ryc. 8. Porównanie mapy 1:100 000 WIG z mapą w skali 1:50 000 w „układzie 65” (mapę WIG powiększono dwukrotnie do skali mapy z „układu 65”)

Powyższy przegląd map z obszaru Lubelszczyzny jest tylko wyborem map najważniejszych spośród wielu jakie zostały wydane w okresie XIX i pierwszej połowy XX w. Obszar ten był świadkiem dwóch wojen światowych, podczas których mapy były jednym z podstawowych narzędzi potrzebnych do ich prowadzenia. Skutkowało to wieloma wydaniem będącymi przeróbkami map istniejących. Dlatego jest wielość wersji i rozwiązań, czasem wprowadzanych na potrzeby chwili. Ważnym wnioskiem jest konieczność podjęcia pracy mającej charakter monograficzny i opisującej mapy dawne Lubelszczyzny.

Znajomość podstawowych właściwości map jest konieczna do wykorzystywania ich jako źródła informacji, jednak jest to dopiero połowa drogi zmierzającej do ich interpretacji i wykonania analiz porównawczych. Drugą, niezbędną częścią są umiejętności wykorzystania odpowiedniego oprogramowania z GIS, które przyspiesza pracę z mapami, czyniąc jej efekty bardziej wiarygodnymi.

Literatura:

1. Biernacki F., Słomczyński J., 1932, *Odwzorowanie quasistereograficzne Wojskowego Instytutu Geograficznego*, Biblioteka Służby Geograficznej T. 9
2. Faluszczak F. P. 2011, *Kartografia Galicji Wschodniej w latach 1772-1914*, Wyd. Uniw. Rzeszowskiego, Rzeszów 2011.
3. Fiodorov G.R. red., *Wojennaja topografija – Uczebnik dla wojennych szkół RKKa*, Moskwa.
4. *Galicja na józefińskiej mapie topograficznej 1779-1783*, Pod red. W. Bukowskiego, B. Dybasia i Z. Nogi, PAN, Kraków 2012
5. Gąsiewicz St., 1930: *Znaki topograficzne map [...] i znaki taktyczne*, Główna Księgarnia Wojskowa, Warszawa.
6. Lewakowski J., 1923: *Klucz znaków przyjętych dla map austriackich [...], pruskich [...], rosyjskich*, nakładem księgarni J. Czerneckiego, Warszawa – Kraków.
7. Kałamucki K., Cebrykow P. 2014, *Przydatność dawnych map do poznawania środowiska przyrodniczego i kulturowego Parku*. [w:] *Roztoczański Park Narodowy – przyroda i człowiek*. Wyd. Lipiec, Zwierzyńiec 2013, s. 25–30.
8. Konias A. 2000, *Kartografia topograficzna Śląska Cieszyńskiego i zaboru austriackiego od II połowy XVIII wieku do początku XX wieku*, Wyd. Uniwersytetu Śląskiego, Katowice 2000.
9. Krassowski B., 1973, *Polska kartografia wojskowa w latach 1918-1945*, Wydawnictwo Ministerstwa Obrony Narodowej, Warszawa 1973.
10. Kreutzinger J. 1928, *Topografia. Pomiar i zdjęcia kraju, kartografia i wojskowe znaczenie terenu*, Warszawa 1928 r.
11. Meksuła M.W. 2001, *Kartograficzne sposoby prezentowania dynamiki zjawisk*, *Polski Przegląd Kartograficzny*, tom 33, nr 4, s. 328–338.
12. Olszewicz B., 1921, *Polska kartografia wojskowa. Zarys historyczny*, Główna Księgarnia Wojskowa Warszawa.
13. Panecki T. 2015, *Porównanie zakresu i metod ujęcia treści na mapach topograficznych ziem zaboru rosyjskiego z przełomu XIX i XX wieku*, *Polski Przegląd Kartograficzny*, tom 47, nr 1, s. 47–65

14. Pawłowska A. T., Sirko M., 1994, *Mapy Ordynacji Zamojskiej ze Zwierzyńca w zbiorach Archiwum Państwowego w Lublinie*. Polski Przegląd Kartograficzny. T. 26, nr 3, s. 140–149.
15. Plit. J. 2006. *Analiza historyczna jako źródło informacji o środowisku przyrodniczym*, Regionalne Studia Ekologiczno-Krajobrazowe, PEK T. 16, Warszawa 2006.
16. Sawicki L., 1928: *Pułkownika Antoniego Barona Mayera von Heldensfeld zdjęcia topograficzne w Polsce w latach 1801-1804*, Księgarnia Geograficzna „Orbis”, Kraków.
17. Sirko M. 1999. *Zarys historii kartografii*, Wyd. UMCS, Lublin 1999
18. Siwek J., 2006, *Mapy topograficzne*. W: J. Paślawski, red., *Wprowadzenie do kartografii i topografii*. Warszawa: Nowa Era, s. 235–290
19. *Zestawienie znaków topograficznych map austriackich, niemieckich i rosyjskich, 1925*, WIG, Warszawa

Źródła internetowe:

1. <http://igrek.amzp.pl/>
2. <http://www.mapywig.org/>
3. <http://mapire.eu/>

Materiały kartograficzne:

1. *Karte des westlichen Rußlands*, 1:100 000, ark. L 37 Lublin Süd, 1915, Berlin: Königlich Preußische Landesaufnahme (źródło: www.igrek.amzp.pl).
2. *Spezialkarte der Österreichisch-Ungarisch Monarchie*, 1:75 000, ark. ZONE 1 KOL XXVII Czerniejów, 1912, Wien: K.u.k. Militärgeographisches Institut (źródło: www.igrek.amzp.pl).
4. *Mapa taktyczna Polski*, 1:100 000, ark. pas 43 słup 35 Lublin Północ, 1936; ark. pas 44 słup 35 Lublin Południe, 1937, Warszawa: Wojskowy Instytut Geograficzny (źródło: www.igrek.amzp.pl).

Mirosław Krukowski, Anna Łoboda

Zakład Kartografii i Geomatyki Uniwersytetu Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie

Podstawy matematyczne polskich map topograficznych

1. Powierzchnie odniesienia

Obraz powierzchni fizycznej Ziemi na płaszczyźnie powstaje najpierw w wyniku jej prostopadłego rzutowania na obraną geometryczną powierzchnię odniesienia (np. elipsoidę obrotową), której rozmiary są zmniejszane w odpowiednim stosunku 1:M. Otrzymana w ten sposób powierzchnia oryginału jest odwzorowywana na płaszczyznę za pomocą odpowiednio dobranych funkcji odwzorowawczych.

Najlepszym przybliżeniem fizycznej powierzchni Ziemi jest geoida, czyli umowna powierzchnia ekwipotencjalna pokrywająca się z powierzchnią wód oceanów podlegających jedynie sile ciężkości (bez uwzględnienia falowania i pływów), przedłużona umownie pod lądami. Powierzchnia ta jest w każdym punkcie prostopadła do kierunku siły ciężkości Ziemi. Termin geoida wprowadził w 1873 r. niemiecki matematyk Johann Listing. Kształt geoidy wyznacza się na podstawie pomiarów astronomiczno-geodezyjnych, satelitarnych, grawimetrycznych i niwelacyjnych. Nierównomierny rozkład mas w skorupie ziemskiej powoduje, że piony ulegają odchyleniu i geoida nie jest powierzchnią regularną w sensie matematycznym – nie da się jej przedstawić za pomocą prostych równań matematycznych. Dlatego jako powierzchnię odniesienia przyjmuje się powierzchnię najbardziej zbliżoną do geoidy i jednocześnie wyrażalną matematycznie – elipsoidę obrotową. Powierzchnia ta powstaje w wyniku obrotu elipsy wokół mniejszej półosi. Elipsoidę obrotową spłaszczoną określają:

a – półoś większa (równikowa), b – półoś mniejsza (biegunowa) oraz wielkość wtórna: spłaszczenie $f = \frac{a-b}{a}$.

Rozmiary elipsoidy obliczane na podstawie pomiarów astronomiczno-geodezyjnych początkowo różniły się dość znacznie. W praktyce najczęściej były stosowane elipsoidy F.W. Bessela, A.R. Clarke'a, J.F. Hayforda i F.N. Krasowskiego. Elipsoida Bessela z 1841 r. była stosowana do prac geodezyjnych i kartograficznych w Polsce do 1952 r. Elipsoida Clarke'a z 1880 r. służyła do prac geodezyjnych i kartograficznych głównie na kontynencie amerykańskim. Elipsoida Krasowskiego z 1940 r. była stosowana w Związku Radzieckim, a od 1952 r. również w Polsce i innych krajach socjalistycznych. Były to elipsoidy lokalne. Poprzez obranie punktu przyłożenia elipsoidy do geoidy oraz określenie azymutu kierunku początkowego umieszczano je tak, aby najlepiej pasowały do danego obszaru. W 1924 r. na zgrupowaniu Międzynarodowej Unii Geodezji i Geofizyki (IUGG) przyjęto za międzynarodową elipsoidę Hayforda z 1910 r. i zalecono ją do stosowania w pracach o charakterze globalnym.

Techniki satelitarne pozwoliły na opracowanie modelu elipsoidy globalnej, czyli elipsoidy zorientowanej względem geoidy. Elipsoida najlepiej dopasowana do geoidy spełnia następujące warunki:

- środek elipsoidy o masie równej masie Ziemi pokrywa się ze środkiem masy Ziemi,
- oś obrotu elipsoidy pokrywa się z osią obrotu Ziemi,
- suma kwadratów odstępów elipsoidy od geoidy jest jak najmniejsza.

Parametry najważniejszych elipsoid zarówno lokalnych, jak i globalnych przedstawia tabela 1. Obecnie stosuje się elipsoidę GRS-80, wprowadzoną w 1979 r. przez Międzynarodową Unię Geodezji i Geofizyki, oraz jej modyfikację – elipsoidę WGS-84. W praktyce w odwzorowaniach kartograficznych nie dokonuje się w zasadzie rozróżniania tych dwóch elipsoid, ponieważ różnica krótszych półosi nie przekracza 0,1 mm.

Tab. 1. Parametry elipsoid odniesienia

Elipsoida odniesienia	Rok obliczenia	Dłuższa półoś a [m]	Krótsza półoś b [m]	Spłaszczenie
Delambre'a	1800	6 375 653	6 356 564	1:334,0
Bessela	1841	6 377 397	6 356 079	1:299,2
Clarke'a	1880	6 378 249	6 356 515	1:293,5
Hayforda	1910	6 378 388	6 356 912	1:297,0
Krasowskiego	1940	6 378 245	6 356 863	1:298,3

WGS-60	1960	6 378 165	6 356 783	1:298,3
WGS-72	1972	6 378 135	6 356 751	1:298,3
GRS-80	1980	6 378 137	6 356 752	1:298,3
WGS-84	1984	6 378 137	6 356 752	1:298,3

Źródło: Grygorenko 1990; Sobczyński i in. 2000.

2. Systemy i układy odniesień przestrzennych

Przed przystąpieniem do opracowania mapy topograficznej niezbędne jest założenie dokładnej osnowy geodezyjnej, czyli zbioru punktów o dokładnie ustalonym – w ramach przyjętego systemu odniesienia – położeniu i wysokości. System odniesienia stanowi zbiór ustaleń i zaleceń oraz opis parametrów niezbędnych do zdefiniowania początku, skali i orientacji osi układów współrzędnych geodezyjnych oraz ich zmienności w czasie. Układ współrzędnych jednoznacznie określa sposób przyporządkowania, zgodnie z przyjętą metryką (skalą), współrzędnych punktu położeniu punktu w przestrzeni względem osi tego układu. Fizyczną realizacją systemu odniesienia jest układ odniesienia, na który składają się wyznaczone z obserwacji wartości wyżej wymienionych parametrów opisujących ten system. Zadaniem układu odniesienia jest zapewnienie jednolitej podstawy do pomiarów geodezyjnych. Pojęcia systemu odniesienia, układu odniesienia i układu współrzędnych często są utożsamiane. Ich rozróżnienie nie jest do końca precyzyjne, zwłaszcza w stosunku do systemów i układów stosowanych dawniej.

Od XIX w. prace geodezyjne i kartograficzne opierają się na tzw. geodezyjnym systemie odniesienia (*geodetic datum*). Początkiem takiego systemu jest środek geometryczny elipsoidy odniesienia o osi obrotu pokrywającą się z podstawową osią tego systemu, która jest równoległa do osi obrotu Ziemi. Ponieważ stosowana tu elipsoida odniesienia jest elipsoidą lokalną, to taki system nie jest geocentryczny. Parametry opisujące orientację elipsoidy względem geoidy to:

- punkt początkowy (długość i szerokość geodezyjna tego punktu),
- azymut (kierunek z punktu początkowego na punkt sąsiedni),
- odstęp geoidy od elipsoidy.

Do XX w. osnowy geodezyjne budowane były jako sieci triangulacyjne. Podstawą takiej sieci jest punkt początkowy, którego współrzędne są wyznaczone za pomocą precyzyjnych pomiarów astronomicznych oraz azymut z punktu początkowego na sąsiedni punkt triangulacji. Względem punktu początkowego obliczane są współrzędne pozostałych punktów triangulacyjnych. Powstałe

w ten sposób punkty podstawowe tworzą sieć pierwszego rzędu, której stopniowe zagęszczanie prowadzi do powstania sieci drugiego, trzeciego i czwartego rzędu.

Pierwsze ważniejsze prace triangulacyjne na ziemiach polskich rozpoczęto na początku XIX w. W każdym zaborze sieć triangulacyjna była wykonana w oparciu o różne elipsoidy odniesienia z różnymi punktami początkowymi (tab. 2). W drugiej połowie XIX w. w Europie Środkowej powszechnie przyjęto elipsoidę Bessela z 1841 r. W chwili odzyskania niepodległości ziemie polskie pokryte były dziewięcioma odrębnymi układami triangulacyjnymi z ośmioma punktami początkowymi na czterech elipsoidach. Różnorodność przyjętych elipsoid odniesienia sprawiła, że różnice położenia punktów na granicy układów dochodziły nawet do 250 m (Słomczyński 1933).

Tab. 2. Parametry układów triangulacyjnych na ziemiach polskich przed I wojną światową.

Zabór	Elipsoida	Punkt początkowy	Parametry		Lata wykonania pomiarów	Poziom odniesienia	Różnica wysokości między poziomami [m]
			Półoś duża [m]	Splaszczczenie			
pruski	Bessela	Helmersturm	6377397	1:299,15	1899-1903	Amsterdam	+0,114
	Bessela	Rauenberg	6377397	1:299,15	1837-1877		
rosyjski	Żylińskiego	Warszawa	6377096	1:302,5	1846-1893	Kronszadt	0,000
	Żylińskiego	Niemież	6377096	1:302,5	1846-1901		
	Walbecka	Niemież	6376896	1:302,8	1820-1859		
	Bessela	Dorpat I	6377397	1:299,15	1866-1901		
	Bessela	Dorpat II	6377397	1:299,15	1866-1914		
austriacki	Delambre'a	Wiedeń	6375653	1:334	1819-1850	Triest	-0,450
	Delambre'a	Lwów	6375653	1:334	1819-1870		

Źródło: Słomczyński 1933.

W 1928 r. rozpoczęto prace nad założeniem nowej ogólnopństwowej sieci triangulacyjnej. Przyjęto układ współrzędnych geodezyjnych zdefiniowany na elipsoidzie Bessela o punkcie odniesienia w Borowej Górze i azymucie wyj-

ściowym Borowa Góra – Modlin (tab. 3). Po II wojnie światowej polską sieć triangulacyjną opracowano w układzie odniesienia Pułkowo'42 opartym na elipsoidzie Krasowskiego (tab. 3). Układ ten wprowadzono w miejsce układu Borowa Góra w 1952 r.

Tab. 3. Parametry układów odniesienia Borowa Góra i Pułkowo'42.

Parametry	Borowa Góra	Pułkowo'42
Elipsoida	Bessela	Krasowskiego
	a=6377397 m	a=6378245 m
	b=6356079 m	b=6356863 m
Punkt początkowy (punkt przyłożenia elipsoidy do geoidy)	Borowa Góra	Pułkowo
	B=52°28'32.85"	B=59°46'1.55"
	L=21°02'12.12"	L=30°19'42.0"
Azymut	Borowa Góra – Modlin 261°53'15.90"	Pułkowo – Bugry 121°40'38.79"

Źródło: Grygorenko 1990.

Na przełomie XIX i XX w. zaczęto tworzyć jednolity układ odniesienia, który umożliwiłby powiązanie regionalnych geodezyjnych układów odniesienia. Początkowo wprowadzano jednolite układy odniesienia dla kontynentów. Przykładem takiego układu jest wprowadzony w 1950 r. europejski układ odniesienia European Datum (ED), wykorzystujący międzynarodową elipsoidę Hayforda z punktem przyłożenia w Poczdamie. Rosnąca potrzeba stworzenia ziemskiego powiązania układów kontynentalnych zaowocowała powstaniem ziemskiego systemu odniesienia WGS-60 (World Geodetic System 1960). System ten został opracowany przez Departament Obrony USA przy współpracy z naukowcami z różnych instytucji i krajów. Model elipsoidy geocentrycznej opracowano poprzez połączenie danych z sieci kontynentalnych z danymi grawimetrycznymi, astronomiczno-geodezyjnymi i danymi z systemów nawigacyjnych HIRAN i SHORAN używanych podczas II wojny światowej. Od początku lat 60. na podstawie pomiarów satelitarnych zaczęły powstawać światowe sieci geodezyjne. W oparciu o dane naziemne i satelitarne wprowadzono system WGS-66, a później jego kolejne modyfikacje – WGS-72 i WGS-84. W 1967 r. Międzynarodowa Asocjacja Geodezyjna (IAG) opracowała Geodezyjny System Odniesienia GRS-67 (Geodetic Reference System 1967), w którym zdefiniowano podstawowe stałe fizyczne i geometryczne opisujące model Ziemi. Część fizyczna opisuje wymiary, kształt i pole grawitacyjne Ziemi,

zaś część geometryczna podaje wartości parametrów geocentrycznej elipsoidy obrotowej. W związku z coraz dokładniejszymi obserwacjami satelitarnymi zastąpiono system GRS-67 systemem GRS-80 (Moritz 2000).

W 1991 r. Międzynarodowa Unia Geodezji i Geofizyki wprowadziła Międzynarodowy Ziemi System Odniesienia ITRS (International Terrestrial Reference System). ITRS jest układem geocentrycznym, definiowanym przez współrzędne stacji obserwacyjnych realizujących ten system oraz ich prędkości (zmiany współrzędnych w czasie). Zmienność położenia stacji w czasie, będąca wynikiem ruchów płyt kontynentalnych, jest monitorowana przez Międzynarodową Służbę Ruchu Obrotowego Ziemi IERS (International Earth Rotation Service). Realizacjami ITRS są międzynarodowe układy odniesienia ITRF (International Terrestrial Reference Frame). Skrót ITRF jest uzupełniany danymi o epoce, do której są odnoszone współrzędne stacji, np. ITRF-89, ITRF-2000. Charakterystyki poszczególnych układów są publikowane w IERS Convention (IERS Convention 2003).

Ze względu na ciągle zmiany położenia stacji obserwacyjnych stosowanie systemu ITRS w pracach geodezyjnych i kartograficznych w poszczególnych krajach okazało się dość niewygodne. Dlatego EUREF (podkomisja IAG) opracowała system odniesienia zgodny z ITRS na epokę 1989.0, przy założeniu stabilności płyty euroazjatyckiej (Resolution of the EUREF 1990). System ten nazwano Europejskim Ziemi Systemem Odniesienia 89 (European Terrestrial Reference System 89 – ETRS-89). Realizacją tego systemu jest układ ETRF-89.

W latach 90. dokonano rozszerzenia układu ETRF-89 na terytorium Polski: EUREF-89 (Resolution of the EUREF 1994). W 1992 r. założono bazową osnovę geodezyjną złożoną z 11 punktów (sieć EUREF-POL). Następnie sieć ta została zagęszczona 348 punktami sieci POLREF równomiernie rozmieszczonymi na terenie całego kraju. Większość tych punktów lokalizowano w miejscach dawnych punktów sieci triangulacyjnej. Elipsoidą odniesienia jest elipsoida GRS-80 (tab. 1). Zgodnie z rozporządzeniem Rady Ministrów z 8 sierpnia 2000 r. układ EUREF-89 był częścią państwowego systemu odniesień przestrzennych stanowiącego podstawę prac geodezyjno-kartograficznych. W 2012 r. układ ten zmienił nazwę na PL-ETRF89 (rozporządzenie Rady Ministrów z 15 października 2012 r.).

3. Systemy wysokości

Poza systemem odniesienia względem, którego wyznaczane jest położenie punktów osnovy geodezyjnej, ważny jest poziom odniesienia i system wyso-

kości względem, którego mierzona jest wysokość tych punktów. Za zerowy poziom odniesienia przyjmuje się z reguły średni wieloletni poziom morza w punkcie, gdzie za pomocą mereografu rejestruje się poziom wód.

Podobnie jak sieć triangulacyjna, osnowa wysokościowa na ziemiach polskich przed I wojną światową była zróżnicowana. W zaborze pruskim za poziom odniesiona przyjęto poziom Morza Północnego w Amsterdamie. W zaborze rosyjskim obliczenia odnoszono do poziomu Morza Bałtyckiego w Kronsztadzie koło Sankt Petersburga, zaś w zaborze austriackim – do poziomu Adriatyku w Trieście. Średni poziom Morza Północnego w Amsterdamie obowiązywał w Polsce do 1952 r., kiedy to wprowadzono Bałtycki układ wysokości normalnych odniesiony do zera mareografu w Kronsztadzie, zdefiniowany w oparciu o quasi-geoidę Mołodińskiego. Quasi-geoida jest teoretyczną powierzchnią aproksymującą swobodny poziom mórz i oceanów w systemie wysokości normalnych. Nie jest to powierzchnia ekwipotencjalna, lecz można ją wyznaczyć jednoznacznie. Wysokości normalne określa się na podstawie pomiarów geodezyjnych odniesionych do pola grawitacyjnego Ziemi, względem przyjętej powierzchni odniesienia, lub na podstawie pomiarów satelitarnych GNSS, z uwzględnieniem wysokości obowiązującej quasi-geoidy nad elipsoidą odniesienia. Geodezyjny układ wysokościowy jest fizycznie realizowany przez podstawową osnowę wysokościową kraju.

Zgodnie z rozporządzeniem Rady Ministrów z 15 października 2012 r. układ wysokości Kronsztad (PL-KRON86-NH) będzie obowiązywał do czasu wdrożenia układu PL-EVRF2007 (nie dłużej niż do dnia 31 grudnia 2019 r.). Układ PL-EVRF2007 to Europejski Układ Odniesień Wysokości odniesiony do poziomu morza w Amsterdamie, zatwierdzony rezolucją nr 5 na zgromadzeniu podkomisji EUREF w Tromsø w 2000 r.

4. Odwzorowania kartograficzne map topograficznych

Odwzorowanie kartograficzne jednej powierzchni na drugą to każda jednoznaczna i wzajemna odpowiedniość punktowa powierzchni przyjętej za powierzchnię oryginału na powierzchnię przyjętą za powierzchnię obrazu (mapę). Inaczej mówiąc, odwzorowanie w sposób matematyczny przyporządkowuje punkty powierzchni elipsoidy punktom na płaszczyźnie (mapie). Odwzorowanie wpływa na kształt siatki kartograficznej, a także na rodzaj, wielkość i rozkład zniekształceń odwzorowawczych. Od odwzorowania wykorzystywanego do opracowania mapy topograficznej wymaga się minimalizacji zniekształceń odwzorowawczych, aby były one możliwie małe w stosunku do dokładności pomiarów prowadzonych na mapie.

Przy zastosowaniu jednolitego odwzorowania do map wieloarkuszowych w dużej skali mogą powstać zniekształcenia odwzorowawcze niedopuszczalne z punktu widzenia celów, którym służą tego rodzaju mapy. Jednym ze sposobów minimalizacji zniekształceń w granicach obszaru podlegającego odwzorowaniu jest odwzorowanie wielościennie. Opracowywany obszar dzielony jest południkami i równoleżnikami na trapezy sferoidalne, których wielkość jest uzależniona od skali mapy i formatu arkusza. Następnie każdy z tych trapezów jest odwzorowywany oddzielnie na płaszczyznę przechodzącą przez jego wierzchołki. W wyniku odwzorowania powstaje trapez płaski, w którym dwa boki prostoliniowe stanowią obrazy południków, zaś dwa boki krzywoliniowe są obrazami równoleżników. Wyprostowany łuk południka stanowi wysokość trapezu. Dlatego na każdym arkuszu odwzorowują się wiernie dwa skrajne równoleżniki i południk środkowy. Strzałka łuków obrazów równoleżników w średnich szerokościach geograficznych dla map w dużych skalach jest tak mała, że boki równoleżnikowe przedstawia się na mapie w postaci linii prostych (zastępuje się łuki cięciwami).

W wyniku wielościennego sposobu odwzorowania każdy arkusz stanowi odrębną całość i chcąc połączyć ze sobą większą liczbę arkuszy na płaszczyźnie zawsze otrzymamy luki. Ta nieciągłość obrazu całego obszaru jest najważniejszą wadą odwzorowania wielościennego. Innymi wadami są trudności w stosowaniu siatki kilometrowej i dość znaczne zniekształcenia kątowe. Mimo to odwzorowanie wielościennie było używane w XIX w. do sporządzania map topograficznych, w tym do map ziem polskich wykonanych przez państwa zaborcze. Ze względu na wymienione wyżej wady odwzorowanie to obecnie nie jest stosowane.

Od początku XX w. podstawowymi warunkami stawianym odwzorowaniom kartograficznym stosowanym do sporządzania map topograficznych są równokątność i minimalne zniekształcenia długości. Jednym z odwzorowań spełniających te warunki i umożliwiających wprowadzenie siatki współrzędnych prostokątnych płaskich jest odwzorowanie Roussilhe'a. Jest to równokątne odwzorowanie azymutalne. Obrazem południka środkowego (południka punktu głównego) jest linia prosta, a pozostałe południki i równoleżniki odwzorowują się jako linie krzywe zbliżone do łuków kół. Zniekształcenia w tym odwzorowaniu oblicza się tak, jak w odwzorowaniu stereograficznym kuli o promieniu $R_0 = \sqrt{M_0 N_0}$, gdzie M_0 jest promieniem krzywizny południka λ_0 , N_0 zaś promieniem przekroju poprzecznego dla szerokości geograficznej φ_0 . W celu zmniejszenia bezwzględnej wartości zniekształceń długości zmniejsza się wymiary elipsoidy odniesienia o pewną niewielką wartość, tzw. stałą skali. Zastosowanie

tej stałej powoduje, że odwzorowanie staje się odwzorowaniem siecznym, gdzie linie jednakowych zniekształceń są koncentrycznymi okręgami o środku w punkcie głównym. Koło sieczności nie ma zniekształceń długości (elementarna skala długości wynosi 1). Wewnątrz tego koła długości są skrócone, natomiast na zewnątrz – długości są wydłużone w stosunku do odpowiadających im długości na elipsoidzie. W okresie międzywojennym Wojskowy Instytut Geograficzny (WIG) przystosował to odwzorowanie do ówczesnych granic Polski. Ustalone odwzorowanie nosi nazwę „Odwzorowanie quasi-stereograficznego Wojskowego Instytutu Geograficznego” (Biernacki, Słomczyński 1932).

Innym odwzorowaniem spełniającym wymogi stawiane mapom topograficznym jest odwzorowanie Gaussa-Krügera. Jest to równokątne odwzorowanie elipsoidy na pobocznice walca w położeniu poprzecznym, w którym południk środkowy (południk styczności) odwzorowuje się wiernie. Południki odwzorowują się na linie krzywe zbiegające się w obrazie bieguna, symetryczne względem prostoliniowego obrazu południka środkowego. Podobnie równoleżniki odwzorowują się na krzywe symetryczne względem prostoliniowego obrazu równika. Odstępy między obrazami równoleżników na południku środkowym są równe odpowiadającym im odcinkom wyprostowanych łuków południka elipsoidy, zaś odstępy między obrazami południków na obrazie równika rosną wraz z odległością od południka środkowego. Linie równych zniekształceń są w tym odwzorowaniu liniami prostymi równoległymi do południka środkowego, a wartości zniekształceń rosną w miarę oddalania się niego. Aby ograniczyć zniekształcenia dzieli się obszar podlegający odwzorowaniu na wąskie strefy południkowe (3-stopniowe), symetryczne względem południka środkowego i każdy odwzorowuje się oddzielenie.

5. Państwowe układy współrzędnych topograficznych

Układ współrzędnych prostokątnych przyjmowany jest ze względu na łatwość w posługiwaniu się nim w porównaniu z układem współrzędnych geograficznych. Określany jest przez przyjęte do opracowania mapy odwzorowanie oraz sposób zapisu i modyfikacji współrzędnych uzyskanych jako wynik bezpośredniego przeliczania współrzędnych geodezyjnych na płaskie. Aby określić układ współrzędnych mapy topograficznej potrzebne jest rozróżnienie takich elementów jak:

- układ współrzędnych geograficznych lub geodezyjnych (układ pierwotny),
- układ współrzędnych prostokątnych płaskich (układ wtórny),
- przyjęty poziom odniesienia danych wysokościowych.

Polskie układy współrzędnych map topograficznych możemy podzielić ze względu na różne kryteria. Jednym z istotniejszych jest kryterium historyczne określające genezę i uwarunkowania opracowania map. Kolejnymi są: zastosowane odwzorowanie kartograficzne, system (układ) odniesienia, elipsoida. Jeszcze inne kryteria to: podział map ze względu na instytucje je opracowujące oraz użytkownicy docelowi.

W ujęciu historycznym (chronologicznym) czas, w którym powstały opracowania współczesnych map topograficznych można podzielić na trzy powojenne okresy związane głównie z przemianami polityczno-społecznymi jakie miały wtedy miejsce w Polsce.

Pierwszy okres, powojenny, do roku 1953 – był to okres reorganizowania się służb topograficznych w wojsku oraz kształtowania się cywilnych służb geodezyjno-kartograficznych. W tym czasie głównym celem było dostarczenie tworzącym się strukturom państwowym aktualnych map w zmienionych, po roku 1945, granicach Polski.

Kolejny okres przypada na lata komunizmu i jego schyłku w Polsce. W tym okresie został skartowany cały obszar kraju (w niektórych skalach) oraz wprowadzono nowe układy map topograficznych. Charakteryzował się on jednak utrudnionym dostępem do informacji przestrzennej (klauzule tajności lub poufności wydawanych map). Dotyczyło to przede wszystkim społeczeństwa ale również w pewnym stopniu instytucji cywilnych. Proces pozyskiwania informacji przestrzennej oraz wydawanie map topograficznych w tym okresie charakteryzował się dualizmem polegającym na opracowywaniu map kraju przez dwie służby – cywilną i wojskową (podział ten zachował się do dziś). Można mówić o dublowaniu tych samych działań dotyczących informacji topograficznej.

Po upadku PRL w roku 1989 nastąpił zwrot jeśli chodzi o dostępność istniejących materiałów topograficznych. Odtajniono istniejące wojskowe mapy w układzie 1942, które zaczęły być wydawane zarówno przez służby wojskowe jak i cywilne. Zaktualizowane mapy wojskowe w skalach 1:200 000 i 1:100 000 stały się powszechnie dostępne (z wyjątkiem informacji zastrzeżonych). Istotnym przedsięwzięciem w tym okresie było opracowanie koncepcji nowych map 1:10 000 i 1:50 000 i zmiana obowiązujących układów współrzędnych topograficznych. Wprowadzony nowy układ 1992 odszedł od tradycji topografii opartej na wzorcach radzieckich, a swoim wysoki poziomem wykonania map w tym układzie wyznacza nową jakość. Zmiana doktryny wojskowej kraju w tym okresie pociągnęła za sobą zmianę wojskowych map topograficznych. Wejście Polski w struktury NATO wymusza unifikację opracowań kartograficznych dla

celów wojskowych i wprowadzenie nowego wzorca map przyjętego we wszystkich państwach należących do układu.

5.1 Okres powojenny do 1953 roku

Od roku 1948 Służba Topograficzna Wojska Polskiego aktualizowała mapę topograficzną w skali 1:100 000 opartą na przedwojennej mapie taktycznej WIG. Zachowano przedwojenny układ współrzędnych Borowa Góra oraz poziom odniesienia Morza Północnego (Amsterdam), ale wprowadzono siatkę kilometrową w odwzorowaniu Gaussa-Krügera w strefach 6-stopniowych. Pracę nad mapą zakończono w 1955 roku. W tym okresie zaktualizowano również przedwojenną mapę operacyjną w skali 1:300 000. Prace objęły tu nazewnictwo i podział administracyjny. Wydano również mapę w skali 1:500 000 oraz 1:1 000 000 w nowych granicach administracyjnych (Stankiewicz 2013).

Układ Borowa Góra, określaną w zagranicznych źródłach jako PND1925 (Polish National Datum) stanowił podstawę do obliczeń geodezyjnych i prac kartograficznych w Polsce do roku 1952 (Cisak, Sas 2004). Układ ten został opracowany przez Wojskowy Instytut Geograficzny (WIG) w 1936 r. Zastosowano w nim odwzorowanie quasi-stereograficzne WIG. Jako powierzchnię odniesienia przyjęto elipsoidę Bessela pomniejszoną o 1/2000, z punktem przyłożenia do geoidy w Borowej Górze (gmina Serock, woj. mazowieckie). Początkiem układu jest punkt o współrzędnych $\varphi_0 = 52^\circ$, $\lambda_0 = 22^\circ$ na wschód od Greenwich. W odwzorowaniu tym, w celu uniknięcia dużych zniekształceń, zastosowano płaszczyznę sieczną przecinającą elipsoidę wzdłuż elipsy zbliżonej do okręgu o promieniu około 284 km, licząc od punktu głównego. Elementarna skala długości w punkcie głównym wynosi 0,9995 (zniekształcenie długości -50 cm/km). Koło o promieniu 284 km nie ma zniekształceń długości, zaś w odległości 400 km od punktu głównego zniekształcenie to wynosi +48 cm/km. Największe zniekształcenia występują na krańcach obszaru Polski i wynoszą +91 cm/km. Aby uniknąć wartości ujemnych współrzędnych na obszarze Polski początkowi układu nadano wartości: $X_0 = + 500\ 000$ m, $Y_0 = + 600\ 000$ m (Biernacki, Słomczyński 1932).

W 1952 roku podjęto decyzję o utajnieniu wszystkich map topograficznych (Stankiewicz 2013).

5.2 Okres 1953-1989

W roku 1953 uchwałą Prezydium Rządu PRL zdecydowano o wprowadzeniu w Polsce radzieckich wzorów map topograficznych oraz ich podziału na arkusze. Podjęto również decyzję o zastosowaniu bałtyckiego poziomu odniesień dla

danych wysokościowych opartych na wskazaniach mareografu w Kronsztadzie. Konsekwencją było podjęcie prac nad wprowadzeniem układu współrzędnych 1942 przyjętego w ZSRR w 1942 r., który obowiązywał w państwach Układu Warszawskiego.

Podstawową mapą topograficzną kraju stała się mapa w skali 1:25 000, nad którą prace Służba Topograficzna WP zakończyła w 1959 roku. Mapa ta posłużyła następnie do opracowania map w skalach 1:50 000, 1:100 000 i dalej w skalach 1:200 000 oraz 1:500 000. W późniejszych latach opracowane zostały mapy w skali 1:10 000 oraz 1:5 000 (dla wybranych obszarów o dużym znaczeniu gospodarczym).

Układ współrzędnych 1942 został opracowany dla odwzorowania Gaussa-Krügera elipsoidy Krasowskiego (punkt przyłożenia – środek „sali okrągłej” Obserwatorium Astronomicznego w Pułkowie w ZSRR). Opracowano dwie wersje układu. Jedna dla map średnio- i małoskalowych z odwzorowaniem stref południkowych o szerokości 6 stopni zgodnych ze strefami południkowymi (słupami) Międzynarodowej Mapy Świata 1:1 000 000. W rezultacie na obszarze Polski są trzy strefy z południkami środkowymi 15°, 21° i 27° (ostatnia strefa zajmuje niewielki obszar na wschodzie Polski). Na południku środkowym każdej strefy nie ma zniekształceń odwzorowawczych natomiast na brzegach strefy wynoszą one do ok. +59 cm/km (220 km od południka środkowego). Druga wersja, dla map wielkoskalowych, o mniejszych zniekształceniach odwzorowawczych (ok. +15 cm/km na brzegach strefy), była opracowana dla południkowych stref o szerokości 3°. W tej wersji na terenie Polski powstały cztery strefy odwzorowawcze z południkami środkowymi 15, 18, 21 i 24 stopni (Różycki 1950). Początkiem układu, w obu wersjach, był punkt przecięcia południka środkowego każdej strefy i równika. Aby pozbyć się ujemnych wartości współrzędnych X, punktów leżących na zachód od południka środkowego, zastosowano przesunięcie początku układu o 500 km na zachód (w praktyce do współrzędnej dodaje się tę wartość). Do współrzędnej Y dodaje się z przodu numer strefy południkowej (odpowiednio 5, 6, 7, 8 dla wersji trzystopniowych stref oraz 3, 4, 5 dla sześciostopniowych), z powodu powtarzających się takich samych współrzędnych w poszczególnych strefach odwzorowawczych.

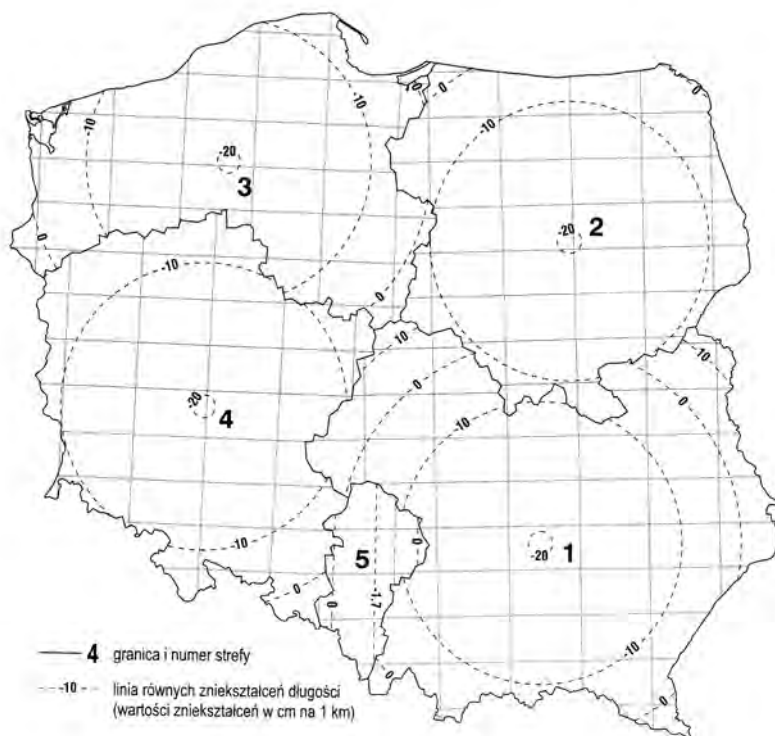
Układ ten wykorzystywany był również przez służby cywilne do połowy lat 60., kiedy to został zastąpiony przez układ 1965. Od tamtej pory mapy w układzie 1942 wykorzystywane były tylko przez wojsko (miały status materiałów „tajnych”), co trwało do początku lat 90. Ostatnie aktualizacje map przeprowadzane były w latach 80. W latach dziewięćdziesiątych nastąpiło dostosowywanie wojskowych opracowań kartograficznych do standardów NATO, które zaczęło

się jeszcze przed wstąpieniem Polski w struktury natowskie (od roku 1994) (Sobczyński, Sielecki 2000). Od tego momentu mapy w układzie 1942 straciły znaczenie wojskowe, ale opracowano w nim pewną liczbę arkuszy mapy topograficznej 1:50 000 oraz mapy sozologicznej i hydrograficznej.

Pierwszą mapą topograficzną opracowaną dla celów cywilnych była seria map poszczególnych powiatów w skali 1:25 000. Nazywane potocznie „obrębówkami” albo „powiatówkami”, gdyż przedstawiały treść tylko do granic powiatów (w ich obrębie). Mapy te wykonywano od końca lat 50. do połowy lat 60. Służyły one organom administracji samorządowej do planowania gospodarczego. Treść tych map podlegała dość poważnej cenzurze oraz celowej deformacji relacji przestrzennych rysunku sytuacyjnego. Innym istotnym mankamentem był brak siatki współrzędnych topograficznych i geograficznych. Te cechy ograniczały użycie map jedynie do pogładowego zapoznania się z sytuacją terenową, czy też pobieżnych analiz przestrzennych. Choć, w przypadku działań pomiarowych w obrębie jednego powiatu, z powodzeniem były wykorzystywane do kartowania tematycznego, np. geomorfologicznego, glebowego, hydrologicznego (były praktycznie wszystkie gospodarstwa i ciekły wodne, w przeciwieństwie na przykład do zakładów przemysłowych). Powiatówki były w użyciu dosyć długo, ze względu na ograniczenia w dostępie do lepszych materiałów kartograficznych, aż do lat osiemdziesiątych.

W 1968 roku wprowadzony został nowy państwowy układ współrzędnych map do celów gospodarczych o nazwie 1965. Układ ten był stosowany przez służby geodezyjne do opracowywania mapy zasadniczej (w skalach 1:5000 i większych). Zwiększono liczbę odbiorców map topograficznych, ale ograniczono się głównie do sfery urzędowej, poprzez zmianę klauzuli z „tajne” na „poufne”. Ograniczenia te zniesiono na początku lat 90. W tym układzie wydawano mapy topograficzne w skalach 1:10 000, 1:25 000 oraz 1:50 000. Za sukces można uznać to, że mapami w układzie 1965 pokryto cały kraj. Nastąpiło to dopiero pod koniec lat 80. Osiągnięcie to umniejszają celowo wprowadzone utrudnienia. Było to przede wszystkim niejednolite zobrazowanie kraju poprzez podział obszaru Polski na pięć nieregularnych stref o różnej wielkości (ryc. 1), w których mapy miały odmienne podstawy matematycznych, co w rezultacie dało pięć niezależnych układów współrzędnych. Podział kraju na strefy oparto na ówczesnym podziale administracyjnym (łąząc województwa). Reforma administracyjna Polski w roku 1974 spowodowała, iż niektóre nowe województwa znalazły się w dwóch lub więcej strefach, co utrudniało korzystanie z map. Brak jednorodności powodował kłopoty z analizą terenów znajdujących się na styku poszczególnych stref układu 1965 oraz trudności w opracowaniu

map w mniejszych skalach dla całego kraju. Jeśli współrzędne prostokątne punktów terenowych X,Y lub ramki arkuszy mapy w układzie współrzędnych 1965 wyznaczono by względem każdej ze stref oddzielnie to nie pokrywałyby się ze sobą. Mapy ponadto były pozbawione siatki kartograficznej, miały ograniczoną treść, a znaki kartograficzne były wzorowane na mapach wojskowych (Stankiewicz 2013).



Ryc. 1. Podział obszaru Polski na strefy odwzorowawcze układu 1965 (Skorowidz map topograficznych Polski w podziale międzynarodowym 2001).

Pięć nieregularnych stref składających się na układ 1965 stanowiły odrębne odwzorowania elipsoidy Krasowskiego (z punktem przyłożenia w Pułkowie, Rosja). W strefach 1–4 zastosowano sieczne, azymutalne, wiernokątne odwzorowanie quasi-stereograficzne ze skalą elementarną w punkcie głównym równą 0,9998 i zniekształceniem długości -20 cm/km. Z tego wynika, że linie zerowych zniekształceń są okręgami o promieniu 178,7 km, a więc leżą niemal na skrajach poszczególnych stref. Natomiast dla strefy 5 (dawne woj. katowickie)

zastosowano walcowe, poprzeczne odwzorowanie równokątne Gaussa-Krügera ze skalą elementarną na południku środkowym 0,999983 (zniekształcenie długości -1,7 cm/km). Linie zerowych zniekształceń przebiegają w odległości ok. 35,5 km od południka środkowego. Dla każdej z tych stref przyjęto niezależny układ współrzędnych prostokątnych o parametrach podanych w tabeli 4.

Tab. 4. Parametry państwowego układu współrzędnych płaskich 1965.

Układ współrzędnych 1965	Strefa 1	Strefa 2	Strefa 3	Strefa 4	Strefa 5
Odwzorowanie kartograficzne	Quasi-stereograficzne				Gausa-Krügera
Elipsoida i punkt przyłożenia elipsoidy	Krasowskiego, Pułkowo (Rosja)				
Rzędna punktu głównego- x w metrach (na północ)	5467000	5806000	5999000	5627000	-4700000
Odcięta punktu głównego Y w metrach (na wschód)	4637000	4603000	3501000	3703000	237000
Szerokość geograficzna punktu głównego odwzorowania (stopnie)	50°37'30"	53°00'07"	53°35'00"	51°40'15"	
Długość geograficzna punktu głównego odwzorowania (stopnie)	21°05'00"	21°30'10"	17°00'30"	16°40'20"	18°57'30"
Współczynnik zmniejszenia skali w punkcie głównym lub na południku środkowym (skala elementarna)	0,9998	0,9998	0,9998	0,9998	0,999983

Ograniczenia wykorzystania niespójnego układu 1965 w celu planowania gospodarczego w skali regionalnej i krajowej spowodowała potrzebę opracowania map topograficznych w jednolitym dla całego kraju układzie współrzędnym. W roku 1980 główny Urząd Geodezji i Kartografii wprowadził układ GUGiK-80, którego autorem był Wiktor Grygorenko. Było to wypełnienie luki w ciągu skalowym cywilnych map topograficznych o brakujące opracowania w mniejszych skalach. Mapy w tym układzie planowano wydawać w skalach 1:100 000, 1:200 000 i 1:500 000. Nadal jednak władze (cenzura) ograniczały dostęp do pełnych i wiarygodnych danych i stąd na mapach topograficznych 1:100 000 w układzie GUGiK-80 siatka kartograficzna został nieznacznie przesunięta i skręcona względem rzeczywistego położenia (Stankiewicz, Głazewski 2000; Siwek 2006). Do roku 1984 wydano mapy (w trybie pilnym) w skali

1:100 000, zaś opracowanie map w pozostałych skalach zarzucono (Stankiewicz 2013). Dopiero w 1992 r. na podstawie mapy w skali 1:100 000 opracowano mapy 1:500 000, które w zmienionej wersji (inny podział arkuszowy, zmieniona kolorystyka) weszły do Atlasu Rzeczypospolitej Polskiej (Siwek 2006). Układ GUGiK-80 oparto na jednolitym odwzorowaniu quasi-stereograficznym obszaru Polski opartym na elipsoidzie Krasowskiego przyłożonej do bryły Ziemi w Puławie. Punkt główny odwzorowania wybrano w przybliżeniu w środku Polski ($\phi = 52^\circ$, $\lambda = 19^\circ 10'$). Elementarna skala długości w punkcie głównym wynosi 0,99971 (zniekształcenie długości -29 cm/km). Zerowe zniekształcenia długości i pól rozkładają się wzdłuż okręgu (almukantaratu) o promieniu 215 km od punktu głównego. Maksymalne zniekształcenia długości na obszarze Polski przekracza nieco +70 cm/km. Aby otrzymać dodatnie wartości odciętych i rzędnych siatki współrzędnych prostokątnych płaskich X,Y na obszarze Polski, punktowi głównemu (początek układu) nadano wartość 500 km rzędnej i odciętej równą 500 km (Grygorenko 1985).

5.3 Układy stosowane od lat dziewięćdziesiątych

W latach 90. Przystąpiono do opracowania nowej koncepcji map topograficznych w skali 1:10 000, a nieznacznie później mapy w skali 1:50 000. W roku 1992 opracowany został nowy układ współrzędnych nazwany w skrócie układem 1992 (PL-1992), który został następnie przyjęty jako układ obowiązujący zarówno dla map drukowanych jak również dla topograficznych baz danych. Wprowadzenie nowego układu wiązało się z włączeniem obszaru Polski do europejskiego systemu odniesień przestrzennych ETRS (European Terrestrial Reference System). W systemie tym podstawową elipsoidą jest GRS-80, nieznacznie (praktycznie nieistotnie) różniąca się od elipsoidy WGS-84. Państwowy układ współrzędnych geodezyjnych 1992 oparty na geocentrycznej elipsoidzie GRS-80 charakteryzuje się jedną strefą odwzorowawczą dla obszaru Polski w odwzorowaniu Gaussa-Krügera (siecznym) z południkiem środkowym 19° i skalą elementarną równą 0,9993 (co daje zniekształcenia liniowe od -70 cm/km na południku środkowym do ok. +90 cm/km na skrajach Polski) (Balcerzak 1994). Ze względu na znaczne zniekształcenia liniowe układ ten nie jest stosowany do wielkoskalowych opracowań kartograficznych. Nowe mapy tego układu uwolniły się od wojskowego (radzieckiego) stylu graficznego i redakcji (przedstawienia treści). Zespół opracowujący koncepcję mapy nawiązywał do wybranych, najlepszych, współczesnych map europejskich. Powstały mapy o dużym potencjale informacyjnym z wyważoną i czytelną grafiką.

Dla map wielkoskalowych i prac geodezyjnych opracowano układ 2000 (PL-2000), który został wprowadzony w 2000 roku, a od 2010 stał się jedynym układem współrzędnych geodezyjnych obowiązującym w Polsce (zastąpił układ 1965). Układ stosuje się w celu wykonywania map w skalach większych od 1:10 000 – w szczególności map katastralnych i mapy zasadniczej. Układ 2000 jest to czterostrefowe odwzorowanie Gaussa-Krügera elipsoidy GRS-80 strefach 3-stopniowych. Na terenie Polski przyjęto cztery, takie same jak w układzie 1942, strefy odwzorowawcze z południkami środkowymi 15, 18, 21 i 24 stopni. Początkiem układu były punkty przecięcia południka środkowego strefy i równika. Różnica w stosunku do dawnego układu polega na przyjęciu innej elipsoidy odniesienia oraz na zastosowaniu skali elementarnej różnej od 1 na południkach środkowych stref. W układzie 2000 zastosowano odwzorowanie sieczne co daje skalę 0,999923 na południku środkowym stref (rozkład zniekształceń liniowych od $-7,7$ cm/km na południku środkowym do maksymalnie ok. $+7$ cm/km na brzegu strefy) (Kadaj 2001).

Po wstąpieniu Polski do NATO w 1999 roku zmiany nastąpiły również w topografii wojskowej. Wprowadzono i opracowano nowe mapy topograficzne w układzie UTM, który obowiązywała we wszystkich państwach sojuszu. Mapy w tym układzie zastąpiły odtajnione opracowania w układzie 1942. Nowe mapy wojskowe, zgodne ze standardami NATO, są podobne do map układu 1942. Zastosowano tu tzw. uniwersalne, poprzeczne odwzorowanie Merkatora (Universal Transverse Mercator – UTM), które jest w zasadzie modyfikowanym odwzorowaniem Gaussa-Krügera. Różnica tkwi w położeniu walca jako powierzchni odniesienia – w UTM jest sieczne, a w odwzorowaniu Gaussa-Krügera styczne (Kadaj 2000). Podział na strefy odwzorowawcze (sześciostopniowe), określanie współrzędnych topograficznych i nomenklatura arkuszy są takie same jak w układzie 1942. Skala elementarna na południkach środkowych każdej strefy wynosi 0,9996 (zniekształcenie długości -40 cm/km), zaś linie zerowych zniekształceń występują w odległości 180 km od niego. W układzie UTM przyjęto elipsoidę WGS-84. Mapy w tym układzie wykonano na podstawie baz danych przestrzennych w skalach 1:50 000, 1:100 000, 1:250 000 (cały kraj) oraz 1:25 000 dla niektórych części Polski.

Zestawiając wszystkie układy map topograficznych w powojennej Polsce można zauważyć, że za wyjątkiem układów 1965 (w strefach 1–4) oraz GUGiK-80 pozostałe układy definiowane są odwzorowaniem Gaussa-Krügera (z jego modyfikacjami) oraz elipsoidę GRS-80 lub Krasowskiego. Te podstawy matematyczne państwowych układów współrzędnych wpisują je w szeroko rozumianą tradycję europejską. O polskiej tradycji można mówić jeśli chodzi

o układy współrzędnych, które są oparte na odwzorowaniu quasi-stereograficznym opracowanym w okrasie międzywojennym przez Wojskowy Instytut Geograficzny – układ 1965 (strefa 1–4) i GUGiK-80 oraz Borowa Góra (w okresie powojennym). Zestawienie polskich państwowych układów współrzędnych przedstawiono w tabeli 5.

Tab. 5. Zestawienie układów współrzędnych współczesnych polskich map topograficznych według kryterium odwzorowania i wykorzystanej elipsoidy.

Odwzorowanie	Elipsoida [układ odniesienia]		
	Bessela [Borowa Góra]	Krasowskiego [Pułkowo'42]	GRS-80 (WGS-84) [ERTF]
Gaussa-Krügera (walcowe, wiernokątne)		1942, 1965 (strefa 5)	1992, 2000, UTM
quasi-stereograficzne (Roussilhe'a), (azymutalne, wiernokątne)	Borowa Góra	1965 (strefy 1,2,3,4), GUGiK-80	

Źródło: Opracowanie własne.

Transformacje pomiędzy układami współrzędnych map topograficznych

Obecnie dość często przychodzi potrzeba dostosowywania do siebie map opracowanych w różnych układach odniesienia. Często zmuszeni jesteśmy aby dane zebrane w jednym układzie współrzędnych przedstawić w innym (np. zgodnie z wytycznymi organizacji zamawiającej). W tym celu dokonuje się przeliczenia (transformacji) współrzędnych na podstawie znanych definicji (równań matematycznych) układu pierwotnego i docelowego. Wszystkie państwowe układy współrzędnych map topograficznych mają jawne parametry stąd możliwa jest dokładna transformacja pomiędzy układami. Mamy tu dwa przypadki transformacji układów: pierwszy w sytuacji gdy transformacja zachodzi pomiędzy układami z różnych elipsoid oraz drugi w przypadku transformacji układów na tej samej elipsoidzie.

Przeliczenie współrzędnych pomiędzy układami płaskimi wywodzącymi się z różnych elipsoid odniesienia, np. pomiędzy układem 1965 (Krasowski), a układem 1992 (GRS-80), w zasadzie powinno się odbywać poprzez pośrednie przejście (transformację) pomiędzy układami współrzędnych geodezyjnych (elipsoidalnych) B,L,H lub współrzędnych kartezjańskich centrycznych X,Y,Z obu elipsoid. Każda z operacji przejścia z jednego układu do drugiego odbywa się za pośrednictwem ściśle określonych funkcji transformacyjnych

(odwzorowawczych) i ich parametrów liczbowych. Istotna jest informacja o wysokości elipsoidalnej punktu w układzie współrzędnych, a dokładniej wpływ wysokości punktu na zmianę jego położenia przy przejściu z jednej elipsoidy na drugą. Jednakże dla wielu zagadnień geodezyjnych i kartograficznych wielkość tej zmiany jest mała i może być zaniedbywalna. Stąd, też bezpośrednio transformacja pomiędzy układami jest również możliwa (Kadaj 2002).

Podobne podejście jest wykorzystywane w przypadku zmiany współrzędnych pomiędzy układami opracowanymi na tej samej elipsoidzie. Przejście pośrednie przez współrzędne geodezyjne danej elipsoidy lub przejście bezpośrednio pomiędzy układami. Ma to uzasadnienie ze względu na własność wierności odwzorowań map topograficznych. Stosuje się tu formuły transformacji współrzędnych opartych na analitycznej funkcji zmiennej zespolonej (Kadaj 2002).

W praktyce jeśli mamy do czynienia ze znanymi i zdefiniowanymi parametrami układów współrzędnych, to w celu ich transformacji korzysta się z różnych aplikacji komputerowych, w których zaimplementowano funkcje przekształcające, często także parametry konkretnych układów odwzorowawczych. Przykładami są programy GIS, które umożliwiają samodzielne definiowanie parametrów odwzorowań kartograficznych i układów współrzędnych map oraz programy dedykowane tylko takim celom np. TRANSPOL (GUGiK). W wielu programach, w których dokonuje transformacji pomiędzy układami wykorzystuje się ujednoliconą, zakodowaną nomenklaturę nazw układów i odwzorowań. Standaryzacja nazewnictwa i parametrów układów współrzędnych została opracowana przez European Petroleum Survey Group (EPSG). Była to organizacja naukowa związana z europejskim przemysłem paliwowym. EPSG zebrało informację o parametrach definiujących kształt Ziemi – elipsoidach i kulach jako powierzchniach odniesienia oraz odwzorowaniach kartograficznych i układach współrzędnych wykorzystywanych na całym świecie. Powstała w ten sposób baza danych – EPSG Geodetic Parameter Set – obecnie zarządzana jest przez podkomitet geodezji Międzynarodowego Stowarzyszenia Producentów Ropy i Gazu (IOGP). Baza EPSG ułatwia korzystanie z transformacji pomiędzy układami oraz definiowanie układu współrzędnych do wyświetlania map w systemach informacji geograficznej (nie ma konieczności ręcznego wpisywania parametrów definiujących układy). Kody EPSG dla polskich układów – bez układu Borowa Góra, który takiego nie ma – zestawiono w tabeli 6.

Tab. 6. Kody EPSG polskich układów współrzędnych map.

Układ współrzędnych	Szerokość strefy odwzorowawczej	Numeracja strefy odwzorowawczej (południk środkowy)	Kod EPSG
1942	3°	strefa 5 (15°E)	EPSG 3329
		strefa 6 (18°E)	EPSG 3330
		strefa 7 (21°E)	EPSG 3331
		strefa 8 (24°E)	EPSG 3332
	6°	strefa 3 (15°E)	EPSG 3333
		strefa 4 (21°E)	EPSG 3334
strefa 5 (27°E)		EPSG 3335	
1965		strefa I	EPSG 3120
		strefa II	EPSG 2172
		strefa III	EPSG 2173
		strefa IV	EPSG 2174
	3°	strefa V (18°57'30'')	EPSG 2175
GUGIK-80			EPSG 3328
1992	ponad 10°		EPSG 2180
2000	3°	strefa 5	EPSG 2176
		strefa 6	EPSG 2177
		strefa 7	EPSG 2178
		strefa 8	EPSG 2179
UTM	6°	strefa 33N (15°E)	EPSG 32633
		strefa 34N (21°E)	EPSG 32634
		strefa 35N (27°E)	EPSG 32635

Źródło: Opracowanie własne (na podstawie EPSG Geodetic Parameter Dataset).

Literatura

- Balcerzak J., 1994, *Odwzorowanie Gaussa-Krügera w szerokiej 12 stopniowej strefie dla obszaru Polski*. [W:] IX Szkoła Kartograficzna, Komorowo 10–14.10.1994.
- Biernacki F., Słomczyński J., 1932, *Odwzorowanie quasi-stereograficzne WIG*. Warszawa: Wojskowy Instytut Geograficzny.
- Cisak M., Sas A., 2004, *Transformacja współrzędnych punktów z układu Borowa Góra do układu 1942*. „Prace Instytutu Geodezji i Kartografii”, t. L, z. 108, s. 5–25.

- Grygorenko W., 1985, *Układ współrzędnych i krój map topograficznych do celów gospodarczych w odwzorowaniu quasi-stereograficznym GUGiK-1980*. „Polski Przegląd Kartograficzny”, t. 17, nr 2, s. 63–73.
- Grygorenko W., 1990: *Teoria projektowania odwzorowań kartograficznych*. Lublin: Wydawnictwo UMCS.
- IERS Conventions*, 2003. IERS Technical Note 32.
- Kadaj R., 2000, *Rady na układy*. „Geodeta”, nr 9, s. 14–18.
- Kadaj R., 2001, *Wytyczne Techniczne G-1.10. Formuły odwzorowawcze i parametry układów współrzędnych*. Warszawa: Główny Urząd Geodezji i Kartografii.
- Kadaj R., 2002, *Polskie układy współrzędnych. Formuły transformacyjne, algorytmy i programy*. Rzeszów: ALGORES-SOFT.
- Moritz H., 2000, *Geodetic Reference System 1980*. „Journal of Geodesy”, t. 20, nr 74: 128–133.
- Resolution of the EUREF*, Symposium in Florence, May 28–31, 1990.
- Resolution of the EUREF*, Symposium in Warsaw, June 8–11, 1994.
- Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 15 października 2012 r. w sprawie państwowego systemu odniesień przestrzennych*. „Dz.U.” 2012, poz. 1247.
- Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 8 sierpnia 2000 r. w sprawie państwowego systemu odniesień przestrzennych*. „Dz.U.” 2000, nr 70 poz. 821.
- Różycki J., 1950, *Odwzorowanie Gaussa-Krügera i jego zastosowanie w Polsce*, Prace Geodezyjnego Instytutu Naukowo-Badawczego. Warszawa: Główny Urząd Pomiarów Kraju.
- Różycki J., 1978, *Kartografia matematyczna*. Warszawa: PWN.
- Siwek J., 2006. *Mapy topograficzne*. [W:] J. Paślawski (red.), *Wprowadzenie do kartografii i topografii*. Wrocław: Wydawnictwo Nowa Era, s. 235–290.
- Skorowidz map topograficznych Polski w podziale międzynarodowym. Układ 1942, 1992, w podziale arkuszowym układu 1965, 2001*. Warszawa: Główny Urząd Geodezji i Kartografii.
- Słomczyński J., 1933, *Uzgodnienie wyników triangulacji na obszarze Polski*. Warszawa: Wojskowy Instytut Geograficzny.
- Sobczyński E., Sielecki J., 2000, *Współczesne mapy wojskowe Służby Topograficznej WP*. [W:] *Kartografia polska i progu XXI wieku*. „Materiały Ogólnopolskich Konferencji Kartograficznych”, t. 22, s. 33–56.
- Sobczyński E., Tomaszewski Z., Sielecki J., 2000, *Polskie wojskowe mapy w standardach NATO*. Warszawa: Ministerstwo Obrony Narodowej.
- Stankiewicz M., 2013, *Zarys historii produkcji polskich urzędowych map topograficznych*. [W:] R. Olszewski, D. Gotlib (red.), *Rola bazy danych obiektów topogra-*

ficznych w tworzeniu infrastruktury informacji przestrzennej w Polsce. Warszawa: Główny Urząd Geodezji i Kartografii, s. 26–33.

Stankiewicz M., Głazewski A., 2000, *Współczesne mapy topograficzne w wersji cywilnej.* [W:] *Kartografia polska i progu XXI wieku.* „Materiały Ogólnopolskich Konferencji Kartograficznych”, t. 22, s. 7–32.

Źródła internetowe:

EPSG Geodetic Parameter Dataset (www.epsg.org), 26.09.2015.

Jakub Kuna

Zakład Kartografii i Geomatyki Uniwersytetu Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie

Metodyczne aspekty analiz przestrzennych GIS wykorzystujących dawne mapy topograficzne

Dawne mapy topograficzne stanowią znakomite źródło informacji o przestrzeni geograficznej z przeszłości (Plit 1994; Plit 2006). Ilość i różnorodność informacji zakodowanych na mapach topograficznych za pomocą znaków kartograficznych jest nieporównywalnie większa niż na jakimkolwiek innym nośniku analogowym (Kudriawcew 1955; Ostrowski 2008). Ponadto mapy topograficzne są oficjalnymi dokumentami (wojskowymi lub cywilnymi), podlegającymi wielokrotnej weryfikacji na etapie pomiarów, opracowania i reprodukcji, dlatego w badaniach historycznych uważa się je za niezwykle cenny materiał faktograficzny (Knowles 2002; Szady 2013a).

Rozwój systemów informacji geograficznej i ich zastosowanie w badaniach geograficzno-historycznych zdecydowanie ułatwił przeprowadzanie analiz z wykorzystaniem dawnych map topograficznych i otworzył szereg nowych możliwości – szczególnie w zakresie analiz ilościowych (Szady 2008). Niestety pozorna łatwość wykorzystania GIS w wielu wypadkach wpłynęła negatywnie na jakość przeprowadzanych badań. Specjaliści GIS bardzo często wykorzystują gotowe (zaproponowane przez producentów oprogramowania) schematy analiz i wizualizacji zjawisk przestrzennych. Środowisko kartografów z przykrością zauważa, że „GIS-owcy” rzadko zastanawiają się nad właściwym doбором parametrów analiz (Ostrowski 2008; Giętkowski, Zachwatowicz 2010). W konsekwencji można spotkać szereg prac o wątpliwej wartości merytorycznej – chociażby nagminne wykorzystanie metody kartogramu do prezentacji zjawisk wyrażonych w liczbach bezwzględnych.

Wykorzystanie dawnych map topograficznych do przeprowadzania analiz zmienności przestrzeni geograficznej wymaga położenia szczególnego nacisku na metodyczne aspekty badania: dobór odpowiednich materiałów kartograficznych, ujednoczenie podstaw matematycznych, właściwą interpretację treści dawnych map topograficznych (Nieścioruk 2006; Kuna 2014a). Najlepsze rezultaty powstają w wyniku połączenia przeszłości (dorobek metodyki kartograficznej, uważne studium literatury) i nowoczesności (starannie przygotowane zaplecze sprzętowe, odpowiedni zasób narzędzi informatycznych i odpowiednio zaplanowane procedury), co z uwagi na przedmiot i charakter badań wydaje się w pełni uzasadnione (Plit 2014).

1. Uwarunkowania doboru dawnych map topograficznych do analiz GIS

Istnieją dwie nadrzędne zasady dotyczące doboru map topograficznych do analiz zmienności przestrzeni geograficznej. Pierwszym kryterium jest cel badania naukowego. Należy zadać sobie pytanie: co chcemy zbadać, po co chcemy przeprowadzić badanie i jakich rezultatów się spodziewamy (Myga-Piątek, Nita 2012). Drugim kryterium jest dostępność map. Szukając odpowiednich materiałów kartograficznych należy zapoznać się z historią kartowania danego terenu i opracowań map topograficznych jakie się ukazały. Szczególnie pomocne są różnego rodzaju skorowidze (*Katalog Map* 1934) i prace naukowe o charakterze monograficznym, w których podsumowano stopień pokrycia terenu określonymi materiałami kartograficznymi (Krassowski 1973), a także internetowe biblioteki i zbiory map¹.

Należy zdać sobie sprawę, że badania oparte na mapach topograficznych (także dawnych) wymagają określenia progu dokładności przestrzennej związanej z procesem generalizacji kartograficznej. Stopień generalizacji kartograficznej jest to ogólnie akceptowany poziom uproszczenia rysunku mapy w danej skali (Ostrowski, Kowalski 2006). Najczęściej wyróżniane poziomy skalowe map topograficznych są określane na podstawie standardowych opracowań kartograficznych danego kraju. W przypadku polskich map topograficznych jest to ciąg skalowy 1:10 000, 1:25 000, 1:50 000, 1:100 000 (Ostrowski 2008). Warto wiedzieć, że konwencje graficzne w kartografii ewoluowały w wyniku dekad eksperymentów praktycznych i dopiero w drugiej połowie XX w. zostały ujęte w ramy naukowej metodyki. Stąd też stopień generalizacji dawnych map topograficznych różni się od stopnia generalizacji współczesnych map topograficznych opracowanych na zbliżonym poziomie skalowym (Kuna 2014b).

¹ www.mapywig.org; www.igrek.amzp.pl; www.davidrumsey.com; www.rcin.org.pl

Mimo zastosowania technologii teledetekcyjnych i półautomatycznych metod redakcji nawet współcześnie proces opracowania map topograficznych jest bardzo czasochłonny (np. dla mapy topograficznej 1:50 000 trwa od 6 do 12 miesięcy – *Wojskowa...* 2011) i właściwie każda mapa topograficzna w momencie wydania jest już nieaktualna. Możliwości, którymi dysponowali kartografowie w przeszłości, były zdecydowanie mniej zaawansowane, a opracowanie map trwało latami. Czy można powiedzieć, że były to mapy nieaktualne? Odpowiedź na tak postawione pytanie musi być negatywna. Tempo antropogenicznych przemian przestrzeni geograficznej było zdecydowanie wolniejsze niż współcześnie, więc i okres w którym mapy względnie dobrze odzwierciedlały rzeczywistość był dłuższy.

Na forach dyskusyjnych o tematyce historycznej, turystycznej i GIS-owej spotyka się opinie o małej dokładności (kartometrycznej) dawnych map topograficznych. Użytkownicy przytaczają przykłady rozbieżności lokalizacji obiektów na skalibrowanych dawnych mapach topograficznych względem własnych pomiarów GPS lub w konfrontacji do ortofotomapy i BDOT. Pojawiają się krytyczne komentarze, np. „mapa nie siedzi na 100 m w terenie”. Co znamienne, w wypowiedziach tego typu cyfrowy plik mapy jest traktowany jak obraz, który można dowolnie powiększać lub pomniejszać. Niewielu dyskutujących zwraca uwagę na skalę wpasowywanych map, a przecież jest to wpływ zasadniczy. Błąd rzędu 100 m w terenie na mapie topograficznej w skali 1:10 000 wynosi 1 cm i będzie to błąd znaczny. Ta sama wartość błędu terenowego na mapie topograficznej w skali 1:100 000 będzie wynosiła 1 mm i przesunięcie tego typu będzie mniejsze niż grubość niektórych znaków liniowych (Kuna 2012). Czy w takim przypadku można mówić o błędzie? Inna sprawa, że wypowiedziom rozgoryczonych internautów często towarzyszą zapisy o kalibracji map do układu współrzędnych, który nie jest adekwatny ze względu na rodzaj odwzorowania kartograficznego zastosowanego na badanej dawnej mapie topograficznej. Zagadnienie ujednoczenia podstaw matematycznych porównywanych map jest szczególnie istotne i wymaga omówienia w osobnym podrozdziale.

2. Metody ujednoczenia podstaw matematycznych dawnych map topograficznych

Ujednoczenie podstaw matematycznych dawnych map topograficznych polega na matematycznym przekształceniu obrazu jednej mapy do postaci, która będzie odpowiadała obrazowi innej mapy (Affek 2012). Cechą odróżniającą mapy od innych obrazów graficznych jest zastosowanie odwzorowania karto-

graficznego – czyli rodzaju geometrycznego przekształcenia części lub całości elipsoidy ziemskiej lub innego ciała niebieskiego na płaszczyznę.

Ponieważ nie istnieje możliwość rozwinięcia powierzchni eliptycznej (elipsoidy lub kuli) na płaszczyznę w sposób umożliwiający wierne zachowanie jednocześnie więcej niż jednego z trzech parametrów (odległości, kątów, pól powierzchni) w całej płaszczyźnie przekształcenia, w ciągu stuleci powstało wiele odwzorowań, charakteryzujących się różnym stopniem zachowania poszczególnych parametrów (Ogorzelska 2006). Ujednoclenie podstaw matematycznych dawnych map topograficznych jest zatem (z perspektywy metodologii nauk) przedmiotem zainteresowania kartografii matematycznej, czyli działu kartografii zajmującego się badaniem odwzorowań kartograficznych oraz analizą zniekształceń na mapach.

Cyfrowy obraz dawnej mapy topograficznej, jak każdy inny obraz rastrowy, jest rodzajem dwuwymiarowej macierzy o zdefiniowanej liczbie kwadratowych klastrów (pikseli). Każdy klastr posiada informację o położeniu względem punktu początkowego macierzy rastra (najczęściej lewy górny róg) oraz barwie, zapisanej jako kod liczbowy w zdefiniowanej przestrzeni spektralnej (np. RGB). Transformacja geometryczna rastrowego obrazu mapy odbywa się na zasadzie przeliczenia wartości poszczególnych pikseli i nadania nowych współrzędnych pikselom o danych wartościach odbicia spektralnego lub nadania nowych wartości pikselom o danych współrzędnych.

Zasadniczo wyróżnia się trzy rodzaje geometrycznych przekształceń obrazów cyfrowych: afiniczne przekształcenia jednomianowe, przekształcenia wielomianowe i przekształcenia składowe (Guerra 2000; Shimizu, Fuse 2003). Przekształcenia afiniczne zakładają, że, bez względu na zastosowany rodzaj przekształcenia, w wyniku transformacji dowolnej linii prostej z obrazu oryginalnego, na obrazie pochodnym otrzymamy inną linię prostą. Do najczęściej stosowanych przekształceń afinicznych są zaliczane: translacje (przesunięcia równoległe), jednokładności, obroty, odbicia symetryczne, pochylenia oraz zgniatania i rozciągania wzdłuż prostej. Przekształcenia wielomianowe pozwalają na zastosowanie funkcyjnego wygięcia płaszczyzny, w wyniku czego obrazowi linii prostej na płaszczyźnie będzie odpowiadała krzywa wielomianowa. Przekształcenia składowe polegają na segmentacji macierzy rastra, wykonaniu jedno- lub wielomianowych przekształceń poszczególnych segmentów i mozaikowaniu (połączeniu) ich w ponowną całość (Jaskulski, Łukasiewicz, Nalej 2013).

Jednym z głównych odkryć, zapoczątkowanej w latach sześćdziesiątych XX wieku rewolucji geoinformatycznej, było nadanie współrzędnych kartograficznych (georeferencji) rastrowym obrazom map. W wyniku rektyfikacji komórki

macierzy cyfrowego obrazu mapy otrzymują nowy zestaw współrzędnych, zgodnych ze współrzędnymi układu stosowanego na danej mapie. Rektyfikacja umożliwiła wykorzystanie komputerów do wykonywania pomiarów na mapach. Możliwość wykorzystania różnorodnych danych źródłowych, tworzenia dowolnych algorytmów przeliczeniowych i przedstawiania wyników w jednostkach rzeczywistych, przyczyniła się do spontanicznego rozwoju systemów informacji geograficznej i wzrostu liczby analiz ilościowych opartych na mapach (Macioch 2006).

Nadanie rastrowym obrazom map rzeczywistych współrzędnych (geograficznych, geodezyjnych) umożliwia ujednoczenie podstaw matematycznych dawnych map topograficznych. Użytkownicy GIS wyróżniają dwie grupy metod kalibracji map²: metody kalibracji map o znanych podstawach matematycznych oraz metody kalibracji map o nieznanach lub niepewnych podstawach matematycznych.

Jeżeli podstawy matematyczne kalibrowanych map są znane i dobrze udokumentowane, kalibracja polega na zarejestrowaniu map (rektyfikacji, nadaniu mapom georeferencji) w macierzyste układy współrzędnych i transformacji odwzorowania kartograficznego jednej z map. Współrzędne kartograficzne pikseli mapy zarejestrowanej w macierzystym układzie współrzędnych zostają przeliczone na odpowiadające im współrzędne geograficzne (najczęściej w formacie współrzędnych dziesiętnych), a następnie ponownie przeliczone na odpowiednie współrzędne układu współrzędnych mapy docelowej (Affek 2012). Aby otrzymać poprawne wyniki transformacji rastrowych obrazów map wymagane jest bardzo szczegółowe określenie podstaw matematycznych (parametry elipsoidy, parametry odwzorowania kartograficznego), nie zawsze możliwe do zdefiniowania w przypadku map dawnych (Panecki 2014).

Wiele programów GIS posiada wbudowane biblioteki³ odwzorowań kartograficznych stosowanych do map topograficznych różnych krajów. Państwowe służby geodezyjno-kartograficzne często udostępniają parametry własnych układów współrzędnych na swoich stronach internetowych w postaci gotowych bibliotek konkretnych programów GIS (np. pliki z rozszerzeniem *.prj*, *.csf*, *.crs*, *.srs*). Istnieje także międzynarodowy rejestr standaryzacji układów współrzędnych *European Petroleum Survey Group*, zawierający bazę ok. 3700 parametrów

² „Kalibracja obrazów rastrowych, nazywana również nadawaniem georeferencji, wpassowaniem przestrzennym lub rejestracją w układzie współrzędnych, polega na usunięciu zniekształceń i błędów występujących na rastrze, spowodowanych skanowaniem i zniekształceniami mapy papierowej oraz zdefiniowaniu układu geodezyjnego” (Jaskulski, Łukasiewicz, Nalej 2013).

³ W terminologii informatycznej biblioteka (ang. *library*, w skrócie *lib*) oznacza zespół gotowych algorytmów, fragmentów kodu, narzędzi i plików danych, które można wykorzystać jako parametry w różnych operacjach informatycznych.

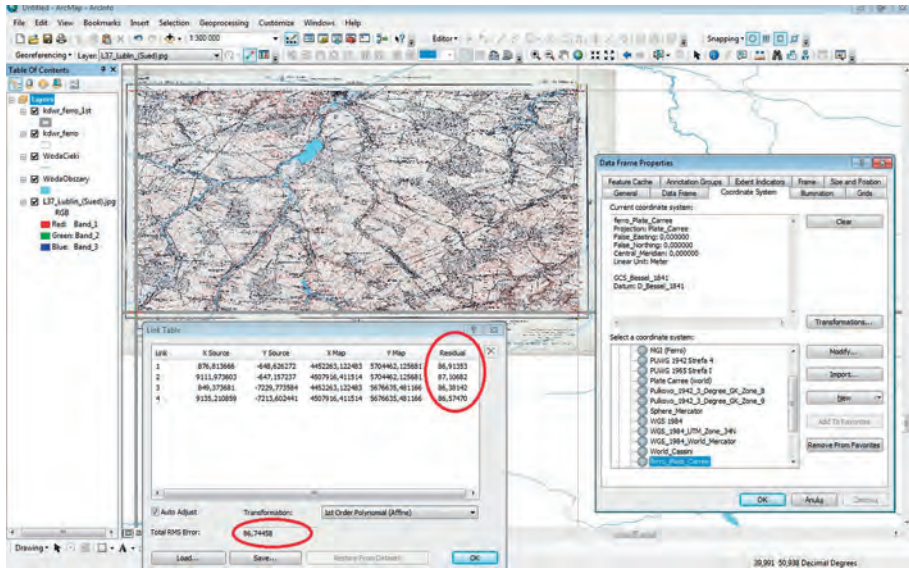
układów współrzędnych – tzw. kodów EPSG. Zastosowanie zdefiniowanych bibliotek EPSG oraz coraz większa moc obliczeniowa komputerów pozwoliły pominąć potrzebę transformacji rastrow map do plików z nowym odwzorowaniem kartograficznym. Nowoczesne programy GIS wykonują transformację w locie, dzięki czemu można wykonać tymczasowe ujednoczenie podstaw matematycznych map lub transformację do innego odwzorowania kartograficznego bez ingerencji w odniesienie przestrzenne plików źródłowych.

Sytuacja komplikuje się jeśli parametry odwzorowania kartograficznego jednej z kalibrowanych map są nieznane, lub ich określenie jest niewystarczająco precyzyjne (np. brak informacji o położeniu elipsoidy źródłowej względem współcześnie obowiązującej elipsoidy WGS 84). Nadanie odniesienia przestrzennego mapie topograficznej o nieznanach lub niewiarygodnych parametrach odniesienia przestrzennego jest kalibracją *par excellence* – jest możliwe jedynie poprzez dopasowanie rastrowego obrazu mapy do innych, posiadających georeferencję, danych przestrzennych (Affek 2012).

Jak wspomniano wcześniej, dobór referencyjnych danych przestrzennych jest przedmiotem ożywionych dyskusji w środowiskach GIS-owych. Liczne próby dopasowywania dawnych map topograficznych do bardzo szczegółowych współczesnych danych przestrzennych wskazują na tendencję do stawiania archiwaliom kartograficznym zbyt wysokich wymagań w zakresie kartometryczności.

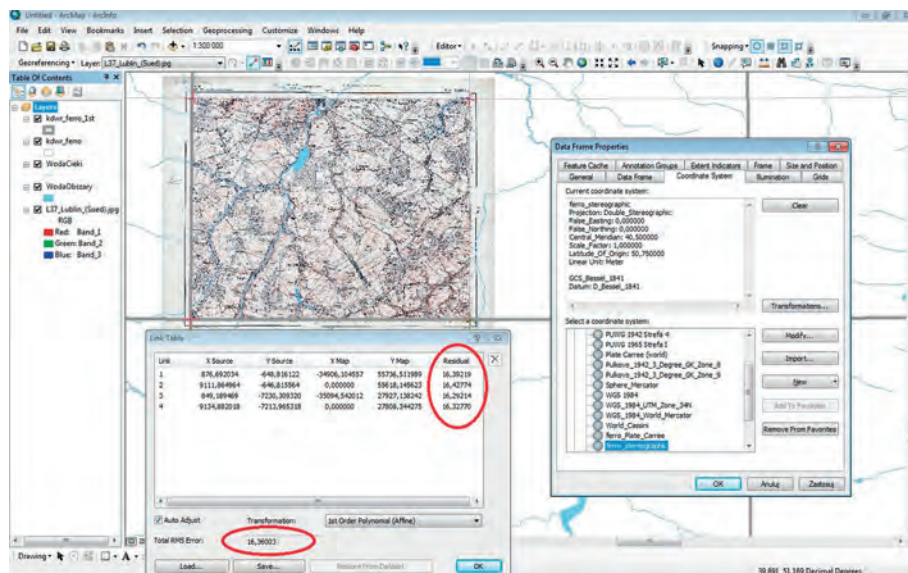
Należy zwrócić szczególną uwagę na fakt, że we wszystkich programach GIS domyślnie ustawiony jest tzw. układ współrzędnych geograficznych (długość, szerokość), przedstawiony w oknie mapowym za pomocą odwzorowania walcowego równoodległościowego w położeniu normalnym, stycznym (tzw. siatka kwadratowa – *plate carrée*). Odwzorowanie to powstaje w wyniku rozwinięcia powierzchni elipsoidy WGS-84 rzutowanej na pobocznice walca według założenia, że długość obrazu nieskończonego łuku południka i długość obrazu nieskończonego łuku równoleżnika są sobie równe na całej powierzchni płaszczyzny odwzorowawczej. Siatka kwadratowa cechuje się wiernym zachowaniem długości południków i równika. Ponieważ wszystkie równoleżniki są przedstawione jako odcinki o długości równika, wraz ze wzrostem szerokości geograficznej długość kolejnych równoleżników ulega coraz silniejszemu zniekształceniu (wydłużenie jest zgodne z odwrotnością cosinusa szerokości geograficznej). Zniekształcenie długości w kierunku równoleżników dla bieguna jest nieskończenie wielkie: biegun (będący w rzeczywistości punktem) odwzorowuje się w postaci linii o długości równika. Zniekształcenie kątów i pól powierzchni jest w tym odwzorowaniu wprost proporcjonalne do

zniekształcenia równoleżników na danej szerokości geograficznej (Ogorzelska 2006). Rektyfikacja i kalibracja map w oparciu o odwzorowanie walcowe elipsoidy WGS 84 może prowadzić do licznych nieścisłości i błędnych wniosków na temat dokładności kartometrycznej dawnych map topograficznych (ryc. 1).



Ryc. 1. Kalibracja *Karte des westlichen Russlands* 1:100 000, ark. L 37 Lublin Süd w oparciu o siatkę geograficzną w odwzorowaniu walcowym równoodległościowym normalnym (siatka prostokątna). Warto zwrócić uwagę na zaburzenie proporcji mapy (rozciągnięcie horizontalne). Nałożenie na mapę współczesnej sieci hydrograficznej, pozwala stwierdzić, że obraz został skalibrowany dosyć poprawnie. Na czerwono zaznaczono wartość RMS wyrażoną w metrach – błąd wpasowania wyrażony w skali mapy wynosi 0,87mm (jest zauważalny). Opracowanie własne.

Rozwój kartografii topograficznej był związany z rozwojem sztuki wojennej – w szczególności artylerii i inżynierii wojskowej (Olszewicz 1921). Specyfika potrzeb wojskowych zadecydowała o tym, że przeważającą większość map topograficznych opracowano w odwzorowaniach wiernokątnych (Kreutzinger 1928). Niektóre odwzorowania kartograficzne dawnych map topograficznych trudno zdefiniować w systemach GIS (np. odwzorowanie wielościenne, popularne w kartografii wojskowej na przełomie XIX i XX wieku – Helm-Pirgo 1928; Kreutzinger 1928; *Katalog Map* 1934). Zastosowanie materiału referencyjnego o rozkładzie zniekształceń zbliżonym do przypuszczalnego rozkładu zniekształceń na dawnej mapie topograficznej nie eliminuje niepewności dopasowania map, ale z pewnością pozwala zmniejszyć wartość błędu kalibracji (ryc. 2).



Ryc. 2. Kalibracja *Karte des westlichen Russlands* 1:100 000, ark. L 37 Lublin Süd w oparciu o siatkę geograficzną w odwzorowaniu stereograficznym z punktem przyłożenia na środku arkusza. Nałożenie na mapę współczesnej sieci hydrograficznej pozwala stwierdzić, że obraz został skalibrowany poprawnie. Na czerwono zaznaczono wartość RMS wyrażoną w metrach – błąd wpasowania wyrażony w skali mapy wynosi 0,16 mm (jest niezauważalny). Opracowanie własne.

Kalibracja dawnych map topograficznych w oparciu o współczesne mapy topograficzne lub współczesne dane przestrzenne jest uzasadniona, jeśli materiały referencyjne wykonano w skali nie mniejszej niż źródła archiwalne. Istotne wydaje się przypomnienie, że wciąż znaczna część danych przestrzennych dostępnych w systemach GIS nie pochodzi z bezpośrednich pomiarów terenowych, lecz skutkiem digitalizacji istniejących map tematycznych, które opracowano przy użyciu konkretnego odwzorowania kartograficznego. Przepuszczalnie nie wszystkie osoby opracowujące ogólnodostępne dane przestrzenne miały wystarczającą wiedzę z zakresu kartografii matematycznej i dlatego rezerwa do wiarygodności przestrzennej danych zewnętrznych jest uzasadniona.

Można założyć, że z biegiem czasu dokładność pomiarów terenowych wykonywanych przy opracowaniu map rosła i nowsze materiały kartograficzne cechują się większą wiarygodnością przestrzenną niż starsze mapy w zbliżonej skali. Z drugiej strony, prowadzone po II wojnie światowej badania pojemności informacyjnej map i efektywności percepcji map wykazały, że przesycenie informacyjne map w skalach mniejszych niż 1:50 000 wpływa negatywnie na

odbiór ich treści, w wyniku czego zaczęto opracowywać mapy o zauważalnie większym stopniu generalizacji kartograficznej (Grygorenko 1973).

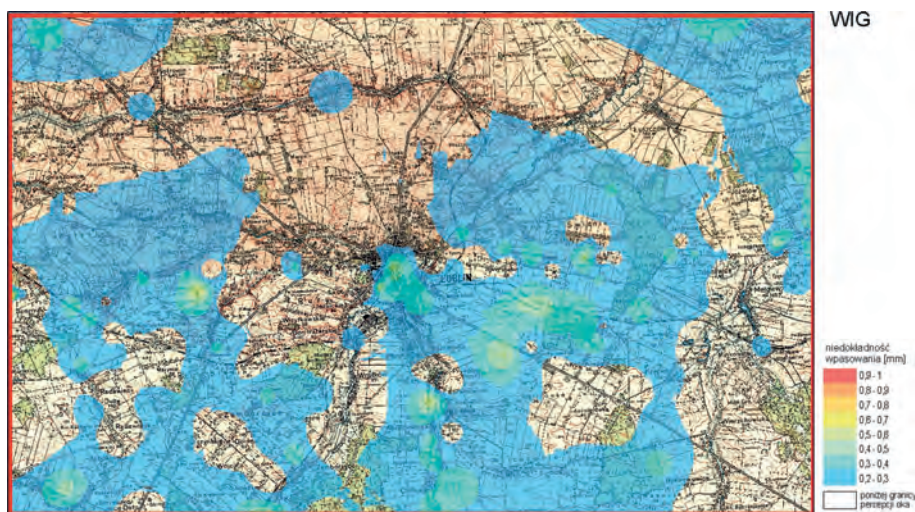
Dowolny, nieposiadający georeferencji obraz rastrowy – także skan dawnej mapy topograficznej – po wprowadzeniu do oprogramowania GIS zostaje automatycznie umieszczony w okolicach początku układu współrzędnych (w I lub IV ćwiartce, w zależności od tego, który narożnik obrazu domyślnie miał współrzędne 0,0) i rozciągnięty do rozmiaru macierzy rastra (np. 1024×800 px) wyrażonej w domyślnych jednostkach mapy. Dopasowanie dawnej mapy topograficznej do materiału referencyjnego w oprogramowaniu GIS wymaga oznaczenia pewnej liczby odpowiadających sobie punktów na jednym i drugim materiale kartograficznym.

Wybór par punktów oparty jest na identyfikacji punktów stabilnych, czyli obiektów topograficznych, których położenie nie uległo zmianie w ciągu analizowanego okresu historycznego (Guerra 2000; Nieścioruk 2006). Pojęcie punktu stabilnego jest względne – w dużym stopniu zależy zarówno od skali przestrzennej opracowania jak i analizowanego przekroju czasowego (Myga-Piątek, Nita 2012). Dla skali 1:10 000 za stabilny można uznać np. narożnik budynku, most lub inny obiekt architektoniczny, który nie był przebudowywany pomiędzy okresem opracowania dawnej mapy topograficznej, a okresem opracowania mapy referencyjnej. Dla skali 1:100 000 np. punkt położenia sygnatury kościoła może być uznany za wystarczająco stabilny, nawet jeśli kościół był nieznacznie przebudowany.

Trudno określić optymalną liczbę punktów stabilnych. Z pewnością nie może być mniejsza niż trzy – oznaczenie trzech punktów jest niezbędne do wykonania podstawowej transformacji afinicznej uwzględniającej translację (przesunięcie o wektor), jednokładność (pomniejszenie lub powiększenie z zachowaniem proporcji) i odpowiedni obrót rastrowego obrazu mapy. Wykonanie bardziej zaawansowanych przekształceń geometrycznych wymaga określenia co najmniej 5-6 punktów, jednak wskazana jest większa liczba. Co istotne, punkty powinny być w miarę możliwości rozmieszczone równomiernie na powierzchni całego dopasowywanego arkusza, tak żeby zniekształcenia jednej części nie wpływały negatywnie na obliczenie funkcji transformującej (Kuna 2014a). Oznaczenie na arkuszu mapy więcej niż 30 równomiernie rozmieszczonych punktów stabilnych pozwala na wykonanie dosyć wiarygodnej analizy rozkładu zniekształceń i statystyczne oszacowanie lokalnej i globalnej niedokładności wpasowania.

W większości programów GIS po utworzeniu macierzy punktów kalibracji i wyborze jednego z algorytmów transformacji program automatycznie oblicza wartości lokalnego odchylenia poszczególnych punktów od modelu kalibracji

całego arkusza mapy (*Residual*). *Root Mean Square Error* (dalej *RMS Error*) – czyli pierwiastek błędu średniokwadratowego – daje informację o uśrednionej wartości odchylenia wszystkich punktów wyrażonej w jednostkach mapy, dzięki czemu uzyskujemy informację o tym, jaki jest poziom dokładności (a właściwie niedokładności) wpasowania całego arkusza. W większości programów GIS istnieje możliwość zapisania macierzy kalibracji do osobnego pliku (np. tekstowego). Wykonanie interpolacji wartości lokalnego odchylenia umożliwia określenie rozkładu przestrzennego dokładności dopasowania kalibrowanego arkusza mapy (ryc. 3).



Ryc. 3 Niedokładność wpasowania mapy taktycznej 1:100 000 WIG (ark. P43 S35 Lublin Północ i P44 S35 Lublin Południe) interpolowana metodą odległościowo-wagową. Odchylenie żadnego z wyznaczonych punktów nie przekracza 1 mm w skali mapy (100 m w terenie). Na obszarach bez barwnego nadruku niedokładność wpasowania jest mniejsza niż 0,2 mm w skali mapy (20 m w terenie), tzn. przesunięcie treści mapy jest niezauważalne gołym okiem. Źródło: Kuna 2012, 33% wielkości oryginalnej.

Osobny problem metodyczno-techniczny stanowi kalibracja kilku arkuszy dawnej mapy topograficznej. Uzyskanie spójnego obrazu dla obszaru pokrywającego więcej niż jeden arkusz mapy topograficznej wymaga wydobycia treści wewnątrzramkowej poszczególnych arkuszy i uzgodnienia styków. Wydobycie treści wewnątrzramkowej można przeprowadzić na kilka sposobów: na etapie przygotowania materiałów źródłowych, w wyniku analizy pośredniej w programie GIS lub podczas wizualizacji skalibrowanych map.

Wydobycie treści wewnątrzramkowej na etapie przygotowania materiałów źródłowych polega na przycięciu rastrowego pliku zeskanowanej dawnej mapy topograficznej w dowolnym programie do edycji graficznej. Zaleca się utworzenie kopii zapasowych plików, które w razie niepowodzenia pozwolą na wykonanie ponownych prób (ręczne wycinanie treści z arkusza mapy odrzuca my jako niedopuszczalne). Warto pamiętać także o tym, że podział na arkusze wielu map topograficznych jest oparty na siatce południków i równoleżników, a nie siatce współrzędnych prostokątnych płaskich. Kształt arkuszy jest nieregularny (bardzo często są to serie trapezoidów równoramiennych), dlatego próby przycięcia arkusza prostokątnym szablonem na podstawie narożników mapy mogą prowadzić do usunięcia treści obrzeża i powstania nieciągłości przy dopasowaniu sąsiadujących arkuszy.

Pojedynczy arkusz powinien zostać przycięty do skrajnie wysuniętych części treści mapy (dla typowego, poprawnie zeskanowanego trapezoidu dawnej mapy topograficznej z półkuli północnej będą to: od góry jeden lub oba narożniki północne, od dołu fragment łuku równoleżnika w połowie szerokości krawędzi dolnej, od lewej narożnik południowo-zachodni, od prawej narożnik południowo-wschodni). Elementy treści pozaramkowej należy usunąć i zastąpić przezroczystością (tzw. kanał alfa – o ile program posiada taką funkcję) lub unikalną wartością barwy niewystępującą nigdzie indziej na przetwarzanym arkuszu (np. RGB 0,0,0; RGB 255,255,255; RGB 0,255,0). Programy GIS posiadają możliwość niewyświetlania barwy o unikalnej wartości, dzięki czemu możliwe jest dopasowanie arkuszy nawet jeśli treść wewnątrzramkowa jednego arkusza pokrywa się z treścią pozaramkową drugiego arkusza.

Wydobycie treści wewnątrzramkowej drogą analizy pośredniej w programie GIS wymaga utworzenia poligonowej warstwy wektorowej reprezentującej podział na arkusze (tzw. skorowidz) dawnej mapy topograficznej, co wiąże się z omówioną wcześniej potrzebą dobrej znajomości podstaw matematycznych przetwarzanej dawnej mapy topograficznej. Utworzenie sieci podziału arkuszowego we właściwym odwzorowaniu kartograficznym pozwala na wykonanie kalibracji map w oparciu o narożniki arkuszy oraz przycięcie treści wewnątrzramkowej odpowiadającymi im poligonami skorowidza (zalecane jest wyekstrahowanie treści map do nowych plików). Jest to metoda wskazana przy pracy z dużą liczbą arkuszy o nieregularnym kształcie – przy odpowiedniej znajomości programów GIS możliwe jest częściowe zautomatyzowanie pracy (Panecki 2014). Przykład kalibracji w oparciu o skorowidz przedstawiono na rycinie 4.



Ryc. 4. Utworzenie jednolitego pokrycia obszaru województwa lubelskiego arkuszami mapy taktycznej 1:100 000 WIG metodą analizy pośredniej w oparciu o skorowidz arkuszy dla odwzorowania quasi-stereograficznego WIG. Rycina w skali 1:1 300 000. Opracowanie własne.

W niektórych programach GIS istnieje możliwość manualnego ograniczenia zakresu wyświetlania skalibrowanej mapy do podanych współrzędnych, dzięki czemu nie ma potrzeby usuwania treści pozaramkowej źródłowych plików ra-

strowych. Jeżeli mapy źródłowe były kalibrowane indywidualnie, to uzyskanie spójnego obrazu na stykach arkuszy będzie trudne. Można także próbować manualnego dopasowania treści wewnątrzramkowej sąsiednich arkuszy mapy w programach graficznych, a dopiero następnie kalibrować „sklejone” mapy. Dla regularnych arkuszy jest to metoda prosta i efektywna, jednak dopasowywanie krawędzi map o nieregularnych kształtach jest bardzo żmudne i obciążone dużym ryzykiem błędu.

Czasami, nawet pomimo dobrego dopasowania sąsiednich arkuszy, nie udaje się uzyskać spójnego obrazu treści topograficznej. Uzgodnienie styków map odbywa się na etapie redakcji każdej mapy i teoretycznie powinno pozwolić na stworzenie w pełni ciągłego obrazu sytuacji topograficznej (Wojskowa... 2011), jednak w praktyce opracowanie sąsiednich map może odbywać się w dosyć znacznych odstępach czasu, dlatego uzgodnienie nigdy nie jest idealne. Za różnice rysunku między sąsiadującymi mapami mogą odpowiadać: zmiany sytuacji terenowej, zmiany instrukcji kartowania terenu, różnice w interpretacji treści terenowej między autorami poszczególnych arkuszy, przesunięcia rysunku o grubość znaku oraz błędy ludzkie.

3. Problematyka interpretacji treści dawnych map topograficznych

Interpretacja treści dawnych map topograficznych może stanowić istotny problem badań opartych na analizie porównawczej serii map topograficznych z różnych okresów. Poprawne odczytywanie dawnych map topograficznych wymaga zrozumienia istoty mapy jako złożonego komunikatu kartograficznego: uogólnionego i uporządkowanego modelu rzeczywistości przedstawionego w sposób umowny za pomocą systemu znaków kartograficznych. Zgodnie z teorią semiotyki kartograficznej⁴ model rzeczywistości powstający w umyśle twórcy mapy pośrednio odzwierciedla warunki, które wpłynęły na ukształtowanie jego osobowości. Można zatem powiedzieć o subiektywizmie (historycznym, kulturowym, językowym itp.) dawnych map topograficznych. Dawna mapa topograficzna jest nie tyle obrazem tego, *co* widział jej twórca, a raczej obrazem tego, *jak* autor mapy postrzegał otaczającą go rzeczywistość (Ostrowski 2008). Rycina 5 przedstawia przykład graficznej interpretacji znaków ówczesnych map topograficznych wykonanej w czwartej dekadzie XX wieku.

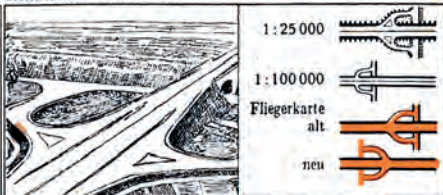
⁴ Semiotyka kartograficzna (kartosemiotyka) – kierunek badawczy kartografii teoretycznej zajmujący się badaniem map jako konwencjonalnych systemów znaków. S. k. wykorzystuje aparat pojęciowy i metody badawcze semiotyki w odniesieniu do znaków kartograficznych (Ostrowski 2008).

Straßen

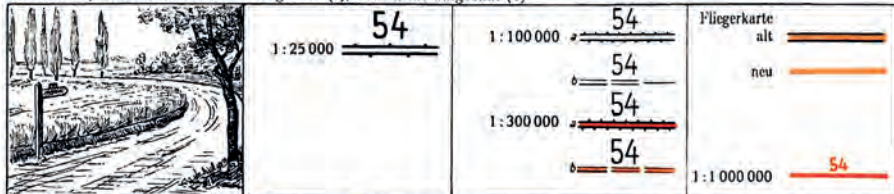
Reichsautobahn — in Betrieb (a), im Bau (b)



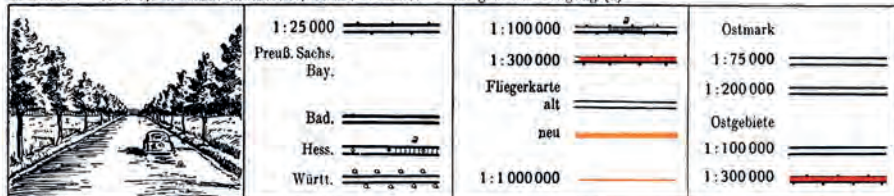
Reichsautobahn-Auffahrt



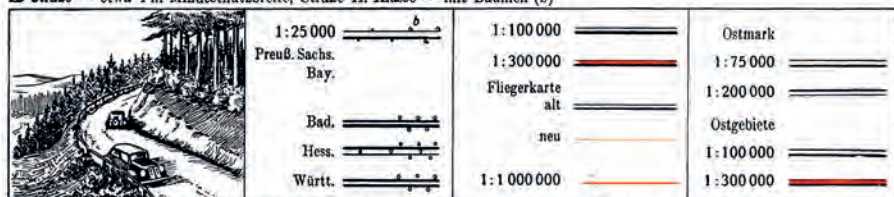
Reichsstraße, Fernverkehrsstraße — ausgebaut (a), noch nicht ausgebaut (b)



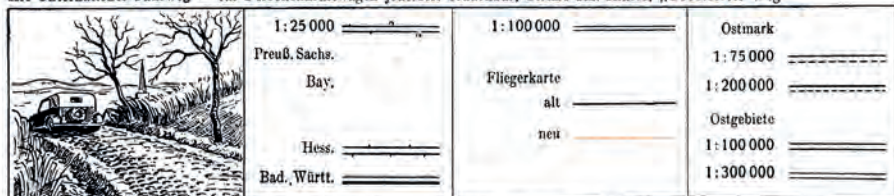
IA-Straße — etwa 5,5 m Mindestnutzbreite, Straße I. Klasse — mit größerer Steigung (a)



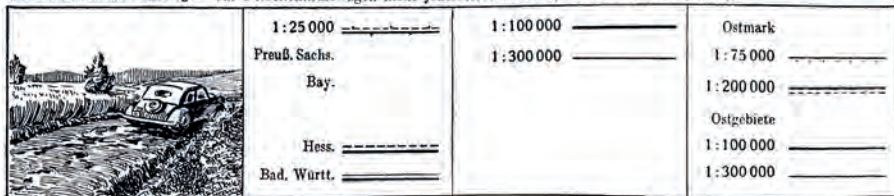
IB-Straße — etwa 4 m Mindestnutzbreite, Straße II. Klasse — mit Bäumen (b)



IIA-Unterhaltener Fahrweg — für Personenkraftwagen jederzeit brauchbar, Straße III. Klasse, „Gebesserter Weg“



IIB-Unterhaltener Fahrweg — für Personenkraftwagen nicht jederzeit brauchbar, Straße IV. Klasse, „Weg“



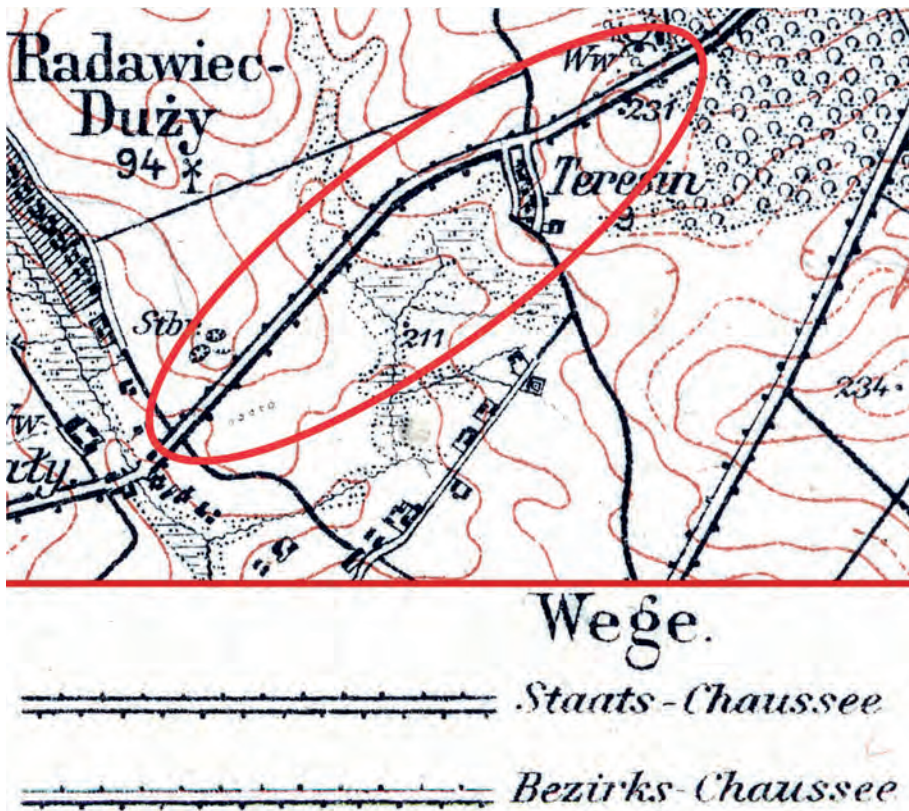
Ryc. 5. – na stronie obok. Graficzna interpretacja sygnatur dróg używanych na mapach niemieckich, austriackich (*Ostmark*) i polskich (*Ostgebiete*). Źródło: *Bildliche Darstellung...* 1941. Wielkość oryginalna.

Percepcja rzeczywistości jest związana z naukowym poznaniem zjawisk. Rozwój nauk przyrodniczych w XIX i XX wieku bardzo silnie wpłynął na sposób definiowania i klasyfikowania obiektów topograficznych. Analiza różnokresowych instrukcji kartowania topograficznego pozwala zauważyć tendencję tworzenia coraz bardziej szczegółowych definicji i coraz bardziej rozbudowanych klasyfikacji obiektów topograficznych (Kuna 2014b). Z perspektywy badań geograficzno-historycznych zmiany systemów definiowania i klasyfikowania obiektów topograficznych są uciążliwe, ponieważ zaburzają ciągłość interpretacji treści dawnych map topograficznych.

Tworzenie kluczy interpretacji znaków kartograficznych dawnych map topograficznych zwykle jest żmudne, niejednokrotnie trudność stanowi samo dotarcie do legendy mapy. Umieszczanie kompletnej legendy na arkuszach map topograficznych zostało po raz pierwszy wprowadzone przez Wojskowy Instytut Geograficzny w latach trzydziestych XX wieku (Krassowski 1973). Tylko niektóre starsze mapy topograficzne są zaopatrzone w szcztątkową legendę – najczęściej ograniczoną do objaśnienia znaków sieci komunikacyjnej. Objasnienie wszystkich znaków kartograficznych było wydawane osobno w postaci niewielkich książeczek (np. Lewakowski 1923; Gąsiewicz 1930; *Bildliche Darstellung...* 1941; Walczak 1946).

Stosowanie różnorodnych technik reprodukcyjnych w kartografii topograficznej XIX i XX wieku wywarło wpływ na dzisiejsze możliwości interpretacji treści dawnych map topograficznych. Przeglądając dawne mapy topograficzne ziem polskich XIX wieku w porządku chronologicznym spotykamy mapy rękopiśmienne (mapa Miega, mapa Heldensfelda), miedzioryty (mapa Kwatermistrzostwa, *Karte des Deutschen Reiches*), heliograwiurę (*Spezialkarte*) i litografię (*Messtischblätter*, *Karte des westlichen Russlands* – Olszewicz 1921; Krassowski 1973). W odróżnieniu od kolorowych map rękopiśmiennych, drukowane mapy pochodne są najczęściej jednobarwne (czarny), rzadziej dwubarwne (czarna sytuacja topograficzna, brązowa rzeźba terenu). Konieczność przedstawienia całej sytuacji topograficznej jedną barwą zmuszała kartografów do różnicowania znaków kartograficznych za pomocą zmiennej kształtu (Kuna 2014b). Znaki kartograficzne dawnych map topograficznych mają bardzo małe rozmiary i często różnią się ledwie dostrzegalnymi detalami. W niektórych technikach reprodukcyjnych nie zachowano jednolitego rysunku znaków kartograficznych nawet w obrębie pojedynczego arkusza, przez co rozróżnialność podobnych

wizualnie znaków jest ograniczona (Myga-Piątek, Nita 2012; Kuna 2012; Kuna 2014b). Dobrym przykładem znaków kartograficznych sprawiających trudności interpretacyjne są sygnatury dróg na *Karte des westlichen Russlands*. Mapy te były reprodukowane metodą litograficzną. Treść map rysowano kredką na wypolerowanym kamieniu wapiennym. W trakcie nanoszenia rysunku kredka ulegała stępieniu, przez co rysunek kreski stawał się coraz grubszy. Nawet minimalna zmiana grubości kreski (rzędu 0,1–0,2 mm) mogła powodować istotną zmianę w interpretacji sygnatury (ryc. 6).



Ryc. 6. Na odcinku oznaczonym czerwoną elipsą grubość znaku szosy kilkakrotnie ulega zmianie. Na podstawie samej mapy trudno jednoznacznie przyporządkować szosę do jednej z przedstawionych kategorii. Fragment *Karte des westlichen Russlands* 1:100 000, ark. L 37 Lublin Süd, 300% wielkości oryginalnej.

Analizując dawne mapy topograficzne ziem polskich z czasów przed I wojną światową wyraźnie dostrzegamy, że system opracowywania map w każdym z państw zaborczych funkcjonował inaczej niż w pozostałych (Heilm-Pirgo 1928;

Kreutzinger 1928; Krassowski 1973; Myga-Piątek, Nita 2012). Używano różnych miar i podstaw matematycznych. Pomiary terenu były oparte na różnych poziomach odniesienia, a rysunek rzeźby wykonywano metodą poziomicową lub kreskową. Stosowano różne ciągi skalowe, formaty arkuszy, techniki druku. Inaczej projektowano znaki kartograficzne (Walczak 1946; Krassowski 1973). Mapy rosyjskie odróżniał także język opracowania i alfabet. Porównanie map tego samego terenu opracowanych przez różnych zaborców pozwala zwrócić uwagę na interesujące rozbieżności w sposobie generalizacji, umieszczenia napisów i innych elementów warsztatu kartograficznego (Myga-Piątek, Nita 2012; Pánecki 2015). Przykładowe porównanie różnych sposobów przedstawienia tej samej miejscowości przez różnych zaborców przedstawiono na rycinie 7.

Ryc. 7. Porównanie różnych sposobów kartograficznego przedstawienia tego samego terenu: a) mapa austriacka 1:75 000 z 1912 r., b) mapa rosyjska 1:84 000 z 1914 r., c) mapa niemiecka 1:100 000 z 1915 r. Wielkość oryginalna. Źródło map: MAPSTER/Archiwum map WIG/WGISRUW



Badanie dawnej mapy topograficznej nie powinno ograniczać się do analizy arkusza lub arkuszy jednej mapy z obszaru zainteresowania. Przegląd różnych map ze zbliżonego okresu pozwala porównać jakość badanej mapy na tle realiów epoki. Kwerenda⁵ innych (wcześniejszych i późniejszych) map obszaru daje możliwość weryfikacji poprawności rysunku kartograficznego, nazewnictwa, itp. Wreszcie uzasadnione wydaje się porównanie treści map do innych dokumentów i zapisów dotyczących przedmiotu badań. Należy pamiętać, że mapa topograficzna dokumentuje rzeczywistość w sposób pośredni – przetworzony przez umysł człowieka (w kontraście do dokumentów bezpośrednich, takich jak np. fotografie) i jako materiał faktograficzny powinna być poddawana możliwie wszechstronnej weryfikacji historycznej (Affek 2012; Myga-Piątek, Nita 2012).

4. Projektowanie baz danych i wektoryzacja zbiorów dawnych map topograficznych

Jeśli zostaną spełnione wszystkie kryteria metodyczne (dobór odpowiednich materiałów kartograficznych, ujednoczenie podstaw matematycznych, właściwa interpretacja treści dawnych map topograficznych), oprogramowanie GIS staje się bardzo efektywnym narzędziem badań na podstawie dawnych map topograficznych. Systemy GIS okazują się szczególnie przydatne w prowadzeniu analiz ilościowych uwzględniających liczebność i strukturę przestrzenną występowania obiektów topograficznych oraz zasięg i stopień pokrycia terenu różnymi formami użytkowania. Programy GIS umożliwiają wykonywanie całej gamy różnorodnych analiz pośrednich z zakresu statystyki, geostatystyki⁶ i kartograficznej metody badań. Ilościowa analiza porównawcza komponentów środowiska na dwóch (lub więcej) różnokresowych mapach topograficznych jest obecnie jedną z najbardziej popularnych metod badania zmian środowiska i antropopresji (Kistowski 2005; Plit 2014). W tabeli 1 przedstawiono wyniki przykładowej analizy porównawczej dwóch dawnych map topograficznych w skali 1:100 000 w zakresie zmian użytkowania terenu w okolicach Lublina. Prowadzenie większości analiz przestrzennych treści dawnych map topograficznych w systemach GIS wymaga digitalizacji, tj. przetworzenia rastrowych obrazów map do postaci wektorowych zbiorów danych przestrzennych (Szady 2013b). Zgodnie z własnościami topologicznymi kartezjańskiej przestrzeni dwuwymiarowej wyróżniane są trzy typy wektorowych danych przestrzen-

⁵ Kwerenda – w archiwistyce i bibliotekarstwie określenie na poszukiwanie informacji w zasobie archiwum lub biblioteki. Kwerendy przeprowadza się osobiście w czytelnicy instytucji, można skierować do niej zapytanie lub skorzystać ze zdigitalizowanych materiałów archiwalnych lub bibliotecznych online (Sierpowski, Nawrocki 1995).

⁶ Geostatystyka – zespół statystycznych metod estymacji wykorzystywanych do rozwiązywania problemów zmienności przestrzennej zjawisk.

Tab. 1. Zmiany użytkowania terenu okolic Lublina w okresie 1915–1937 obliczone na podstawie digitalizacji map 1:100 000: *Karte des westlichen Rußlands* i mapy taktycznej Wojskowego Instytutu Geograficznego. Zdigitalizowano obszar o wymiarach 15'x30' (ok. 711 km²). Opracowanie własne.

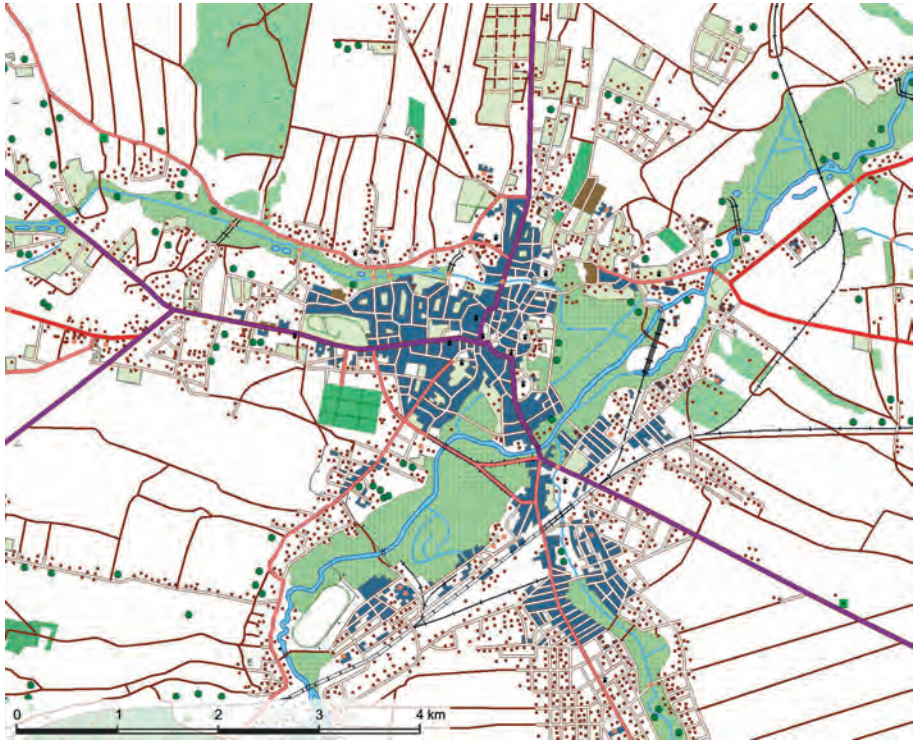
Rodzaj obiektu	Liczba obiektów		Zmiana liczebności	Łączna powierzchnia [km ²]		Zmiana powierzchni
	1915 r.	1937 r.		1915 r.	1937 r.	
Las/las rzadki	153	215	+40,5%	116,7	61,0	-47,7%
Bagno, trzęsawisko/ łąka podmokła	44	33	-25,0%	6,3	5,3	-15,9%
Łąka	127	167	+31,5%	52,6	38,5	-26,8%
Sad/ogród	329	402	+22,2%	10,9	5,9	-45,9%
Jezioro/staw	83	157	+89,2%	1,8	1,2	-33,3%
Cmentarz	11	25	+127,3%	0,2	0,6	+200,0%
Zabudowa zwarta	176	239	+35,8%	1,4	3,2	+128,6%

nych: punktowe, liniowe i powierzchniowe. W większości programów GIS wymienione typy danych przestrzennych są wizualizowane w oknie mapowym programu w postaci warstw, połączonych interaktywnie z tabelami atrybutów. W niektórych programach (np. Intergraph GeoMedia) wyróżniany jest także czwarty typ, tzw. warstwa tekstowa, przeznaczony do opracowania napisów na mapach. W rozumieniu topologicznym warstwa tekstowa jest warstwą punktową, ponieważ bez względu na charakterystykę napisu (wielkość i krój pisma, odstęp między znakami, orientacja napisu), jego lokalizacja jest zdefiniowana poprzez jedną parę współrzędnych. Pojedyncze warstwy (punktowe, liniowe, powierzchniowe) mogą funkcjonować samodzielnie jako osobne pliki (np. w standardzie *.shp*), jednak najbardziej efektywną formą organizacji i zarządzania projektem geoinformatycznym jest utworzenie bazy danych przestrzennych. Istnieją różne standardy baz danych: geobazy ESRI (*.gdb*), bazy PostGIS, Intergraph Warehouse (*.mdb*), które są dedykowane do pracy w konkretnym oprogramowaniu. Niektóre programy posiadają rozbudowane funkcje interoperacyjności, pozwalające na implementację baz danych innych producentów oprogramowania.

Gromadzenie informacji w wektorowych warstwach systemów informacji przestrzennej odbywa się na zasadzie kodowania. Geometria obiektu utworzona (w wyniku digitalizacji) w oknie mapowym aplikacji zostaje zapisana jako rekord (wiersz) w tabeli atrybutów warstwy. Każdy rekord posiada (obowią-

kowo!) informację o numerze porządkowym wiersza (tzw. pole z autonumerowania, najczęściej oznaczone symbolem „ID”) oraz rodzaju geometrii (*point*, *line*, *polygon*). Dodatkowo w każdej warstwie można utworzyć dowolną ilość kolumn opisujących atrybuty (cechy, właściwości) obiektu reprezentowanego przez daną geometrię. Kolumny atrybutów mogą być zdefiniowane jako pola zawierające wartości liczbowe logiki boolowskiej (0 – fałsz lub 1 – prawda), wartości liczbowe liczb całkowitych, wartości liczbowe ułamków dziesiętnych lub pola tekstowe. W każdej zdefiniowanej kolumnie atrybutu istnieje możliwość zapisania tylko jednego rodzaju informacji ilościowej lub jakościowej. Ponieważ informatyczne przetwarzanie informacji nienumerycznych jest utrudnione, informacje o właściwościach nieliczbowych wymagają zakodowania, tj. przetworzenia do postaci numerycznej drogą funkcyjnego przyporządkowania wartości liczbowych poszczególnym wartościom jakościowym. Dobrze zaprojektowana relacyjna baza danych to taka baza, w której pojedyncza informacja jest zakodowana tylko raz, w jednej warstwie atrybutowej. Każdorazowe powielenie tej informacji powinno odbywać się poprzez utworzenie relacji między tabelami atrybutów i bezpośrednie odniesienie do pola „ID” pożądanej informacji zapisanej w warstwie pierwotnej.

Większość programów GIS umożliwia kartograficzną wizualizację obiektów zapisanych w warstwach wektorowych (ryc. 8), czyli zastąpienie topologicznych punktów, linii i poligonów odpowiednimi znakami kartograficznymi (punktów – sygnaturami punktowymi, linii – sygnaturami liniowymi lub szeregiem sygnatur punktowych, powierzchni – wypełnieniem jednolitym, tonalnym, szrafurą lub deseniem sygnaturowym). Programy GIS umożliwiają określenie wymiarów rzeczywistych sygnatur (np. średnica kropki [mm], grubość linii [mm]), nasycenia kolorów (np. w przestrzeni RGB lub CMYK), a także kompozycję własnych bardziej złożonych znaków kartograficznych. Dzięki odpowiednim funkcjom możliwe jest ustalenie hierarchii wyświetlania obiektów (na podstawie kolejności warstw, a także w obrębie jednej warstwy), detekcji i automatyzacji rozwiązywania konfliktów graficznych (rozsunięcie obiektów nakładających się), sposobów łączenia obiektów należących do jednej kategorii (bardzo przydatne dla rysunku sieci drogowej). W ciągu ostatniej dekady nastąpił zauważalny rozwój kartograficznej strony oprogramowania GIS (kto dziś jeszcze pamięta ArcView 3.2?). Od kilku lat opracowanie niektórych map topograficznych jest wykonywane wyłącznie przy użyciu programów GIS (*Wojtkowa... 2011*). Mimo to pozostaje wciąż liczne grono tradycjonalistów, którzy nad nowinki technologiczne przedkładają programy grafiki wektorowej oraz doświadczenie i intuicję kartografa.



Ryc. 8. Wizualizacja bazy danych zdigitalizowanej mapy taktycznej 1:100 000 WIG (fragment). 133% wielkości oryginalnej. Opracowanie własne. W wyniku digitalizacji obszaru o wymiarach 15'x30' (ok. 711 km²) utworzono 1380 obiektów powierzchniowych (17 kategorii), 4294 obiektów liniowych (33 kategorii), 12936 obiektów punktowych (52 kategorie) oraz 450 napisów (14 różnych krojów pisma).

Przetworzenie dawnych map topograficznych do postaci prawidłowo zdigitalizowanych i opisanych zakodowanymi atrybutami warstw baz danych przestrzennych znacząco ułatwia wykorzystanie dawnych map topograficznych do badań historycznej zmienności komponentów przestrzeni geograficznej (Szady 2013b). Możliwość zasilania baz różnorodnymi danymi zewnętrznymi i mnogość dostępnych funkcji analitycznych sprawiają, że pole badań geograficzno-historycznych wydaje się nieograniczone. Niestety, pozorna łatwość i szybkość wykonywania analiz treści dawnych map topograficznych w systemach GIS może przyczynić się do powstawania uchybień merytorycznych, szczególnie jeśli badania są prowadzone przez osoby o niewystarczającym przygotowaniu kartograficznym (Ostrowski 2008).

Zasadnicza większość metod analiz przestrzennych stosowanych obecnie w systemach GIS została opracowana przez kartografów na długo przed

rozpowszechnieniem się komputerów osobistych i geoinformatyki. Metody kartograficzne posiadają ugruntowaną podbudowę teoretyczną, opisy obszarów zastosowań, doboru parametrów i ograniczeń ich wykorzystania (Ratajski 1973; Saliszczew 2003, Paślawski 2006). Nie warto odcinać się od wielopokoleniowego dorobku metodyki kartografii – zdecydowanie rozsądniej poświęcić czas i zapał na dogłębne studium literatury, niż na nieprzemyślane eksperymenty. Dopiero połączenie nowoczesnego oprogramowania badawczego i tradycyjnego warsztatu metodycznego pozwala na pełne wykorzystanie możliwości GIS w badaniach geograficzno-historycznych.

Literatura:

- Affek A., 2012, *Kalibracja map historycznych z zastosowaniem GIS*. [W:] *Źródła kartograficzne w badaniach krajobrazu kulturowego*. „Prace Komisji Krajobrazu Kulturowego”, nr 16, s. 48–62.
- Bildliche Darstellung der Kartenziechen in den amtlichen deutschen Karten*. 1941, Gotha: Justus Perthes.
- Gąsiewicz St., 1930, *Znaki topograficzne map [...] i znaki taktyczne*. Warszawa: Główna Księgarnia Wojskowa.
- Giętkowski T., Zachwatowicz M., 2010, *Przemiany krajobrazu – czy można uniknąć złudzeń?* [W:] Richling A., Fuhrmann M., (red.), *Geograficzne spotkania w drodze. Krok trzeci – Warszawa*. Warszawa: Wydawnictwo WGiSR.
- Grygorenko W., 1973, *Liczbowe kryteria oceny wartości obrazu kartograficznego*. „Polski Przegląd Kartograficzny”, t. 5, nr 3, s. 117–126.
- Guerra F., 2000, *2W: New technologies for the georeferenced visualization of historic cartography*. [W:] *International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing*. Amsterdam, vol. XXXIII, part B5, p. 339–346.
- Hełm-Pirgo M., 1928, *Kartoznawstwo i wojskowe wyzyskanie terenu*. Lwów-Warszawa-Kraków: Wydawnictwo Zakładu Narodowego im. Ossolińskich.
- Jaskulski M., Łukasiewicz G., Nalej M., 2013, *Porównanie metod transformacji map historycznych*. „Roczniki Geomatyki”, t. XI, z. 4, s. 41–57.
- Lewakowski J., 1923, *Klucz znaków przyjętych dla map austriackich [...], pruskich [...], rosyjskich*. Warszawa-Kraków: Nakładem księgarni J. Czerneckiego.
- Katalog map*. 1934, Warszawa: Wojskowy Instytut Geograficzny.
- Kistowski M., 2005, *Przegląd wybranych podejść metodycznych w zakresie analizy i oceny wpływu człowieka na środowisko przyrodnicze*. [W:] Horska-Szwarc S., Szponar A. (red.), *Problemy ekologii krajobrazu, „Struktura funkcjonalno-prze-*

- strzenna krajobrazu*". Wrocław: Uniwersytet Wrocławski, Instytut Geografii i Rozwoju Regionalnego, t. XVII, s. 60–70.
- Knowles A.K., 2002, *Past time, past place: GIS for history*. Redlands: ESRI Press.
- Krassowski B., 1973, *Polska kartografia wojskowa w latach 1918-1945*. Warszawa: Wydawnictwo Ministerstwa Obrony Narodowej.
- Kreutzinger J., 1928, *Topografia. Pomiar i zdjęcia kraju, kartografia i wojskowe znaczenie terenu*. Warszawa: Drukarnia „Ministerstwa Spraw Wojskowych”.
- Kudriawcew M., 1955, *Zagadnienie ujednoczenia podstawowych map topograficznych*. „Geodezja i Kartografia”, t. II, z. 4, s. 201–216.
- Kuna J., 2012, *Problem uwspółcześnienia formy prezentacji dawnych map*. Praca magisterska. Lublin: Zakład Kartografii i Geomatyki UMCS.
- Kuna J., 2014a, *Problem uwspółcześnienia formy prezentacji map dawnych*. [W:] Konopska B., Ostrowski J. (red.), *Z dziejów kartografii*, „Dawne mapy jako źródła w badaniach geograficznych i historycznych”. Warszawa: IHN Pan, t. XVIII, s. 79–92.
- Kuna J., 2014b, *Zmiany znaków na XX-wiecznych mapach topograficznych w skali 1:100 000*. „Polski Przegląd Kartograficzny”, t. 46, nr 1, s. 47–61.
- Macioch A., 2006, *Kartografia a Systemy Informacji Geograficznej*. [W:] J. Paślawski (red.) *Wprowadzenie do kartografii i topografii*. Warszawa: Nowa Era, s. 373–379.
- Myga-Piątek U., Nita J., 2012, *Rola GIS w ocenie historycznych opracowań kartograficznych na przykładzie Wyżyny Częstochowskiej*. [W:] *Źródła kartograficzne w badaniach krajobrazu kulturowego*. „Prace Komisji Krajobrazu Kulturowego”, nr 16, s. 116–135.
- Nieścioruk K., 2006, *Metodyczne aspekty kartograficznej analizy i oceny dawnych planów miast na przykładzie planu Lublina z 1716 roku C. d’Örkena*. Praca doktorska. Lublin: Zakład Kartografii UMCS.
- Ogorzelska B., 2006, *Odwzorowania kartograficzne*. [W:] J. Paślawski (red.), *Wprowadzenie do kartografii i topografii*. Warszawa: Nowa Era, s. 81–168.
- Olszewicz B., 1921, *Polska kartografia wojskowa. Zarys historyczny*. Warszawa: Główna Księgarnia Wojskowa.
- Ostrowski W., 2008, *Semiotyczne podstawy projektowania map topograficznych – na przykładzie prezentacji zabudowy*. Warszawa: Uniwersytet Warszawski, Wydział Geografii i Studiów Regionalnych.
- Ostrowski W., Kowalski P., 2006, *Redakcja i reprodukcja map*. [W:] J. Paślawski (red.), *Wprowadzenie do kartografii i topografii*. Warszawa: Nowa Era, s. 330–356.
- Panecki T., 2014, *Problemy kalibracji mapy szczegółowej Polski w skali 1:25 000 Wojskowego Instytutu Geograficznego w Warszawie*. „Polski Przegląd Kartograficzny”, t. 46, nr 2, s. 162–172.

- Panecki T., 2015, *Porównanie zakresu i metod ujęcia treści na mapach topograficznych ziem zaboru rosyjskiego z przełomu XIX i XX w.* „Polski Przegląd Kartograficzny”, t. 47, nr 1, s. 47-65
- Paślawski J. (red.), 2006, *Wprowadzenie do kartografii i topografii*. Warszawa: Nowa Era.
- Plit J., 1994, *Zastosowanie metody kartograficznej do badania procesu przekształcenia krajobrazów roślinnych w XIX i XX wieku na przykładzie Mazowsza.* „Polski Przegląd Kartograficzny”, t. 26, nr 2, s. 65-74.
- Plit J. 2006, *Analiza historyczna jako źródło informacji o środowisku przyrodniczym*. Regionalne Studia Ekologiczno-Krajobrazowe, Warszawa: PEK, t. 16.
- Plit J., 2014, *Analizy geograficzne i historyczne dawnych map*, [W:] : Konopska B., Ostrowski J. (red.), „Z dziejów kartografii”. *Dawne mapy jako źródła w badaniach geograficznych i historycznych*, Warszawa, t. 18, s. 19–34.
- Ratajski L., 1973, *Metodyka kartografii społeczno-gospodarczej*. Warszawa: PPWK.
- Ratajski L., 1977, *Straty i zyski informacji w przekazie kartograficznym.* „Polski Przegląd Kartograficzny”, t. 9, nr 3, s. 97–104.
- Saliszczew K.A., 1982, *Kartowiedzenie*. Moskwa: Izdatielstwo Moskowskiego Uniwersytetu.
- Saliszczew K. A., 2003, *Kartografia ogólna*. Wyd. 3, Warszawa: PWN.
- Shimizu E., Fuse T., 2003, *Rubber-sheeting of historical maps in GIS and its application to landscape visualization of old-time cities: focusing Tokyo of the past*. [W:] *Proceedings of the 8th International Conference on Computers in Urban Planning and Urban Management*, 11A-3.
- Sierpowski S., Nawrocki S., 1995: *Metodyka pracy archiwalnej*. Poznań: Archiwum Państwowe w Poznaniu i Zakład Archiwistyki Instytutu historii UAM.
- Szady B., 2008, *Zastosowanie systemów informacji geograficznej w geografii historycznej.* „Polski Przegląd Kartograficzny”, t. 40, nr 3, s. 279–283.
- Szady B., 2013a, *Geografia historyczna w Polsce – rozwój i perspektywy.* „Studia Geohistorica”, nr 1, s. 19–38.
- Szady B., 2013b, *Czasowo-przestrzenne bazy danych jako narzędzie w geografii historycznej*, „Acta Universitatis Lodzianis”, Folia Geographica Socio-Oeconomica 14, s. 17-32.
- Walczak W., 1946, *Znaki topograficzne stosowane najczęściej na mapach polskich Wojsk. Instytutu Geograf. oraz najważniejsze znaki na mapach byłych zaborców*. Kraków: Wiedza-Zawód-Kultura.
- Wojskowa mapa topograficzna w skali 1:50 000 – opracowanie i przygotowanie do wydania - instrukcja*. 2011. Warszawa: Ministerstwo Obrony Narodowej, Sztab Generalny Wojska Polskiego.

Źródła internetowe:

David Rumsey Map Collection (<http://www.davidrumsey.com/>)

Mapster – mapy archiwalne Polski i Europy Środkowej (<http://igrek.amzp.pl/>)

Archiwum Map Wojskowego Instytutu Geograficznego 1918–1939 (<http://www.mapywig.org/>)

Repozytorium Cyfrowe Instytutów Naukowych (<http://rcin.org.pl/>)

Materiały kartograficzne:

Karte des westlichen Russlands, 1:100 000, ark. L 37 *Lublin Süd*, 1915, Berlin: Königlich Preussische Landesaufnahme (źródło: www.igrek.amzp.pl).

Spezialkarte der österreichisch-ungarischen Monarchie, 1:75 000, ark. ZONE 1 KOL XXVII *Czerniejów*, 1912, Wien: K.u.k. Militärgeographisches Institut (źródło: www.igrek.amzp.pl).

Двухверстная карта западного пограничного пространства (Dwuwiorstowa Mapa Zachodniego Pogranicza) 1:84 000, ark. XXVII 12, 1914; (źródło: www.igrek.amzp.pl).

Mapa taktyczna Polski, 1:100 000, ark. *pas 43 słup 35 Lublin Północ*, 1936; ark. *pas 44 słup 35 Lublin Południe*, 1937, Warszawa: Wojskowy Instytut Geograficzny (źródło: www.igrek.amzp.pl).

Anna Rzucidło

Zakład Kartografii i Geomatyki Uniwersytetu Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie

Przedstawianie rzeźby terenu na mapach topograficznych

1. Wstęp

W drugiej połowie XIX wieku niemiecki kartograf Emil von Sydow wyodrębnił trzy główne problematyczne zagadnienia w kartografii, które nazwał „rafami”: przedstawienie powierzchni Ziemi na płaszczyźnie, prezentację rzeźby terenu oraz generalizację (Sydow 1866).

Przedstawienie rzeźby terenu od dawna było wyzwaniem dla kartografów. Przez wieki radzono sobie z prezentacją trzeciego wymiaru¹ na różne sposoby. Od pierwszych schematycznych rysunków prezentujących pojedyncze góry i wzniesienia, przez ścisłe metody: kreskową, poziomicową, aż po metody związane z wykorzystaniem nowoczesnej techniki cyfrowej, jak tworzenie numerycznego modelu terenu.

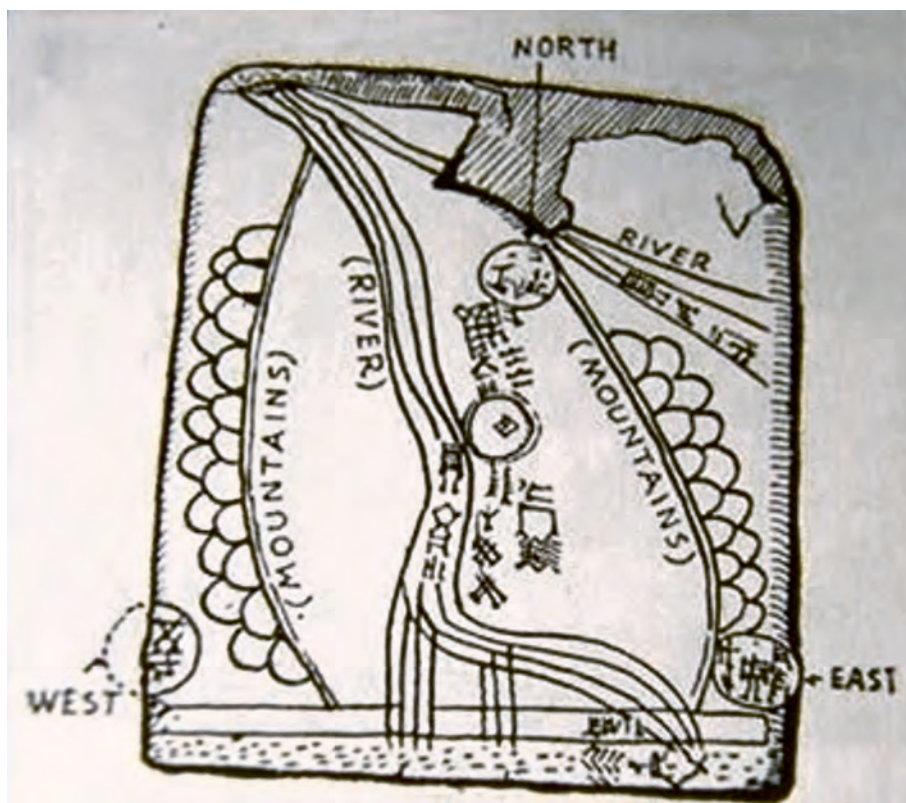
Zanim zaczęto tworzyć mapy topograficzne, rzeźba terenu prezentowana była w sposób dość prymitywny. Pomysłowość dawnych twórców map można podziwiać w archiwach i zbiorach wielu bibliotek na całym świecie.

Jedno z najstarszych znanych kartograficznych dzieł będących próbą oddania na płaszczyźnie rzeźby terenu jest pochodząca z XIII w p.n.e., a więc z czasów Ramzesa II egipska mapa kopalń złota. Przedstawiono na niej doliny oraz prymitywne profile ukształtowania terenu, będące zobrazowaniem gór widzianych z boku, z perspektywy autora.

¹ Jako trzeci wymiar rozumieć można wysokość lub czas. W niniejszym artykule pod pojęciem trzeciego wymiaru rozumiem rzeźbę terenu.

Cennym źródłem dającym nam wgląd w najstarsze metody prezentacji jest mapa znaleziona w okolicach miejscowości Gasur² w Mezopotamii (ryc. 1), wykonana ponad 4 tys. lat temu. Mapa prezentuje schematycznie dolinę rzeki pomiędzy dwoma pasmami wzniesień. Łukowate elementy rzeźby terenu nie były zorientowane w jednym kierunku i rysowane były w sposób, jak widział je obserwator znajdujący się pośrodku mapy.

Widać więc, że na najstarszych zachowanych mapach rzeźba terenu stanowiła ważny element treści.



Ryc. 1. Najstarsze zachowane przedstawienie rzeźby na mapie z Gasur (Nuzi), ok. 2300 r. p.n.e. Źródło: Henry Davis Map Collection (<http://www.henry-davis.com>)

W średniowieczu powszechne stało się rysowanie schematycznych map świata (*mappae mundi*). Jednym z przykładów dość prymitywnego przedstawienia rzeźby terenu na mapie tego typu może być niezwykle schematyczny

² Dziś miejscowość nazywa się Yorgan Tepe, historyczne Gasur i Nuzi.

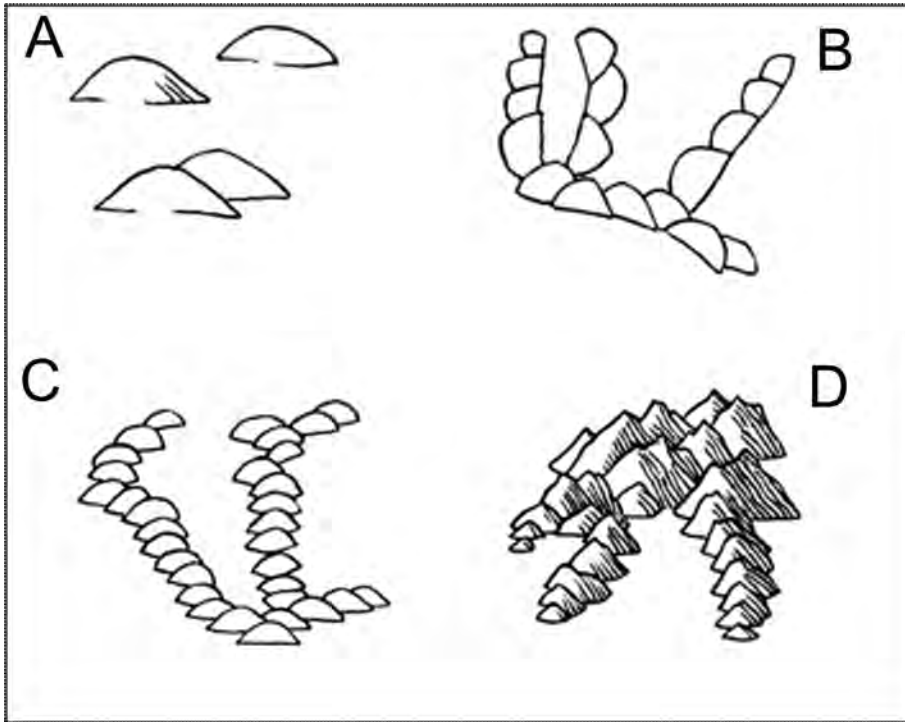
i geometryczne przedstawienie pasma górskiego w formie ząbków (tzw. maniera piły zębatej), trójkątów (ryc. 2). Mapa zamieszczona jest w XI-wiecznej kopii Komentarza do Apokalipsy św. Jana napisanego w VIII wieku przez Beatusa z Liebany i została wykonana przez nieznanego mnicha z klasztoru w Saint-Sever.



Ryc. 2. Mapa świata Beatusa z XI wieku, z klasztoru w Saint-Sever (Francja). Źródło: gallica.bnf.fr

2. Metoda kopczykowa

Na pierwszych mapach sposoby prezentacji trzeciego wymiaru były metodami intuicyjnymi. Tak, jak osoba rysująca mapę widziała rzeźbę, tak starała się ją odwzorować. Obraz składał się z: linii łamanych, trójkątów, fal, półkoli, itp. Dominował więc rysunek przedstawiający teren widziany z boku tj. w rzucie prostokątnym na płaszczyznę pionową (ryc. 3 - a,b,c), następnie był to rzut ukośny – tzw. „metoda perspektywiczna” (ryc. 3d) (Imhof 1965). Najczęściej wzniesienia przypominały kopczyki, stąd też najstarszą metodę prezentacji rzeźby terenu nazwano metodą kopczykową. Chociaż nie były to rysunki kartometryczne i obraz był bardzo uproszczony stanowiły one cenne źródło wiedzy. Wykorzystując takie mapy można było określić przebieg głównych pasm górskich, pojedynczych gór czy wulkanów. Często zagęszczenie kopczyków świadczyło o dużym zróżnicowaniu rzeźby.



Ryc. 3. Rozwój metody kopczykowej w metodę perspektywiczną. Źródło: E. Imhof, *Kartographische Geländedarstellung*

Zupełnie inne podejście prezentowała kartografia arabska. Przykładem może być wielka mapa świata, będąca częścią „Księgi Rogera” wykonana przez Al-Idrisiego (XII w), na której układ pasm górskich autor prezentuje jako zakolorowane na zielono, czerwono lub fioletoworóżowo (różne kopie różnią się kolorami) zwarte układy łańcuchowe, przedstawione w rzucie prostopadłym na płaszczyznę pionową. Składają się one ze stylizowanych segmentów, nie przypominających pagórków rysowanych na średniowiecznych mapach europejskich.

3. Metoda perspektywiczna

Schematyczne rysunki zastępowano coraz bardziej wyrafinowanymi kopczykami. Zaczęto używać przedstawień perspektywicznych. Rzeźba terenu stała się bardziej plastyczna. Wprowadzono używanie światłocienia tworząc na kopczykach delikatne szrafy. Zaczęto również dbać o to, żeby rysunek rzeźby terenu odpowiadał jej rzeczywistej morfologii. Zachowywano więc kształty

i proporcje, szczególnie najbardziej charakterystycznych form (ryc. 4). W XVIII w. zaczęto umieszczać na mapach punkty wysokościowe. Jedną z pierwszych jest mapa hrabstwa Midlothian autorstwa Johna Laurie z 1763 roku, wykonana w skali 1: 63 360.

W XVII w. wynaleziono barometr i zastosowano go do wykonania pomiarów wysokości. Uzyskane w ten sposób dane umieszczano na mapach wzbogacając ich informacyjność.



Ryc. 4. Metoda perspektywiczna na mapie Śląska Helwiga (1561r.). Źródło: <http://www.historicus.pl/>

Metoda kopczykowa używana była na renesansowych „mapach regionalnych” (map krajów i regionów w średnich skalach), które poprzedzały powstanie map topograficznych w drugiej połowie XVIII wieku.

Rysunkiem perspektywicznym nazwać można również metodę fizjograficzną. Polega ona na zastosowaniu znaków perspektywicznych pozwalających na łatwe skojarzenia i odczytywanie prezentowanych form morfologicznych (Medyńska-Gulij 2015). Przykładem zastosowania tej metody są mapy E. Raisza z roku 1962 (ryc. 5). Mapy typów rzeźby pozwalają na bardziej szczegółowe wyciąganie wniosków o formach rzeźby terenu. Poglądowo przedstawiają one typowe cechy głównych rodzajów form ukształtowania powierzchni. Ten sposób prezentacji jest

metodą abstrakcyjną i nie przedstawia indywidualnych form. Różnice wysokości przedstawione są silnymi przewyższeniami. Przewyższenie jest różne dla nizin, gór średnich, gór wysokich, tak żeby cały rysunek mógł być czytelny.

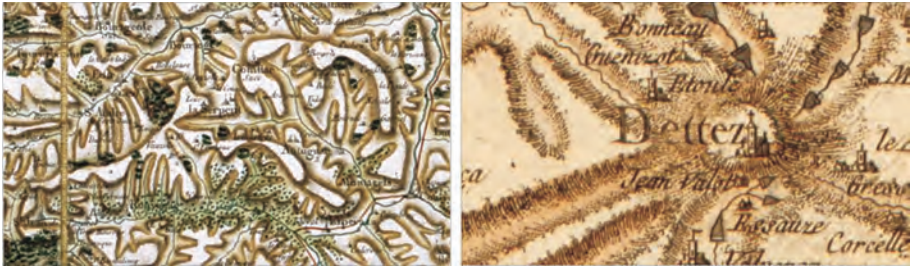


Ryc. 5. Fragment mapy rzeźby Europy E. Raisza. Źródło: Institute of Geographical Exploration, Harvard University

4. Metoda kreskowa

Okolo roku 1670, podczas prac nad *Carte particuliere des environs de Paris* (1: 86400) astronom Giovanni Cassini postanowił oprzeć nową mapę na triangulacji. Pozwoliło to wiele lat później na opracowanie przez jego wnuka i prawnuka mapy oraz na zastosowanie kreskowej metody prezentacji rzeźby (mapa opracowywana była do 1793 roku). Metoda ta stała się podstawą do opracowania metody kreskowej w późniejszych latach. Stoki wzniesień oznaczano tu układem cienkich linii. Intensywność cieniowania zależała od nachylenia stoku. (ryc. 6). Nowa metoda wyparła stosowaną do tej pory metodę kopczykową.

Pierwsze próby stworzenia skali dla kresek podjął się T. Müller w 1782 roku. Wydzielił on skalę 9-stopniową. Stopnie w tej skali miały werbalne określenia sposobu rysowania kresek, np. „łagodnie: delikatne przerywane kreski”. Wadą systemu był brak dokładnego określenia grubości kreski i przyporządkowania ich określonym spadkom terenu. Kreski miały różny kształt – ciągłe, przerywane, z poprzeczkami. Skala nie miała dokładnego, określonego ułamkami stop-



Ryc. 6. Przykład użycia metody kreskowej na mapie Cassiniego. Źródło: *Carte generale de la France*, *Bibliothèque nationale de France*

niowania – w związku z tym dobór kresek był subiektywny i pozostawiał zbyt wiele swobody wykonawcy (Arnberger, Kretschmer 1975). Metoda Müllera nie zyskała uznania. Wyparła ją bardziej dokładna metoda, opierająca się również na zastosowaniu kresek, jednak nie na intensywności barwy, ale na gęstości i grubości kresek. Twórcą nowej metody był saski kartograf J.G Lehmann, dlatego metodę tę nazywa się metodą kreskową albo szrafową Lehmana. Grubość poszczególnych kresek zależała od kąta nachylenia terenu. Patrząc z góry na jakąś powierzchnię płaszczyzna, która jest prostopadła do źródła światła wydaje się być najjaśniejsza, im bardziej strome stoki, tym mniej światła dociera do powierzchni, pionowa ściana była by więc czarna (ryc. 7).

Sam Lehmann przyjął zasadę „im stromiej, tym ciemniej”, jednakże w późniejszym okresie opracowano wzór, który pozwalał opisywać skalę w ujęciu matematycznym:

$$\frac{b}{c} = \frac{\cos a}{1 - \cos a}$$

gdzie:

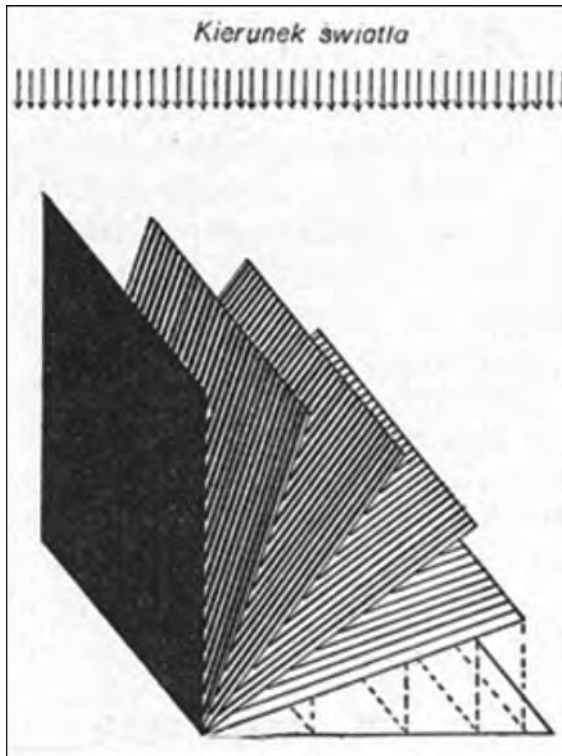
b - stosunek barwy białej

c - udział barwy czarnej

a - kąt nachylenia

W praktyce jednak skala ta nie była wdrażana. Wykorzystywano skalę uproszczoną (nie opierała się na zastosowaniu powyższych podstaw matematycznych, ale na zmianie kąta nachylenia).

Jako że w przyrodzie rzadko można spotkać nachylenie terenu większe niż 45 stopni, wartość ta została przyjęta za maksymalną. Dla wszystkich wartości ponad 45 stopni szraf rysowany był jako czarna powierzchnia (Szaflarski 1965).



Ryc. 7. Zmiany intensywności zaciemnienia w skali kreskowej. Źródło: S. Bem, *Rysunek map*

Stosunek czarnego (b) do białego (c) można opisać za pomocą wzoru:

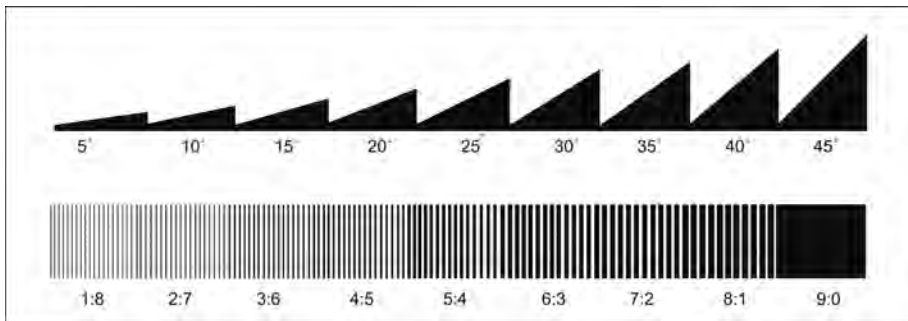
$$\frac{b}{c} = \frac{a}{45^\circ - a}$$

gdzie a oznacza kąt spadku.

Metoda Lehmana to metoda kresek spadku (Böschungsschraffen) – kreski wskazują kierunki spadku, czego nie było na wcześniejszych mapach topograficznych. Kreski są prostopadłe do poziomicy. Ich konstrukcja opierała się na ekwidystantnych poziomicach, a długość zależała od spadku (im większy kąt, tym krótsze kreski). Początkowo, zanim wprowadzono niwelację i zdjęcia sytuacyjno-wysokościowe nie było poziomicy i rysunek kreskowy wykonywany był na podstawie pomiarów klizymetrem, jak np. na mapie Kwatermistrzostwa.

Rysunek rzeźby, który widać na mapie, przypomina obraz Ziemi w rzucie poziomym, tj. prostopadłym do powierzchni poziomej. Jednocześnie cały obraz tworzony jest poprzez zastosowanie specjalnie dobranej skali znaków umownych – kresek lub grupy kresek.

Początkowo metoda Lehmana przyjęła się w Saksonii (w latach 1800–1825), gdzie została wykorzystana do opracowania *Meilenblätter* w skali 1:12 000, jak również (zmodyfikowaną) w Austrii i ówczesnym Królestwie Polskim.



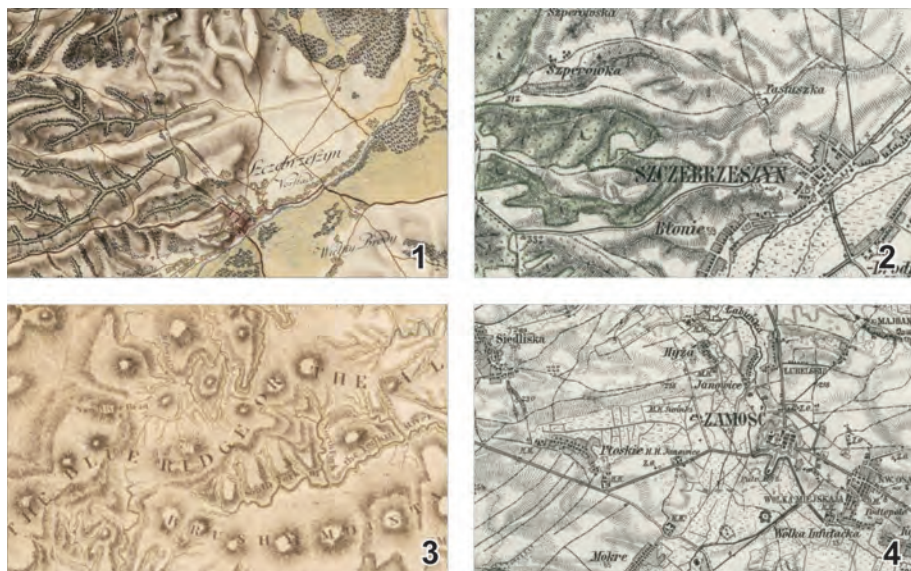
Ryc. 8. Skala kresek Lehmana. Źródło: O. Spamer, *Illustriertes Konversations-Lexikon für das Volk*.

W innych rejonach, ze względu na specyficzną rzeźbę terenu, skala została modyfikowana i dostosowywana do warunków lokalnych. W Austrii i Bawarii system Lehmana nieco zmodyfikowano, przyjmując maksymalny kąt spadku większy niż w pierwotnej wersji. Na terenie Bawarii był to kąt 60 stopni, w Austrii 80 stopni.

Na terenie Prus, ze względu na fakt, iż obszar ten jest stosunkowo płaski, skala musiała zostać rozszerzona w niższych stopniach. Modyfikacji tej skali dokonał gen. I. Müffling – szef kartografii pruskiej i krytyk metody Lehmana, który wprowadził zmiany polegające na zastosowaniu kresek przerywanych, kropkowanych lub wężyków. Zmiany te miały ułatwić odczytywanie kąta nachylenia terenu. Skala ta okazała się jednak zbyt trudna dla rytowników oraz wyglądała mało estetycznie. Przyjęło się z niej jednak rozszerzenie skali na mniejsze spadki (istotne dla terenów nizinnych, np. północna część Niemiec) i użycie kresek przerywanych. Metodę tę nazwano metodą Lehmana-Müfflinga.

Na obszarach Francji metodę Lehmana wykorzystano w latach 1818-1866 do opracowania mapy sztabowej w skali 1:80 000. Dzięki zastosowaniu metody kreskowej obraz rzeźby stawał się bardziej plastyczny.

W kolejnych latach Francuzi zaczęli udoskonalać metodę Lehmana, jednak zmiany wprowadzone przez nich nie okazały się przydatne w praktyce. Kolejną skalą była opracowana przez Hossarda, uwzględniająca nawet najmniejsze pochyłości. Jej zakres zaczynał się od wartości 0,5 stopnia. Był uniwersalny, gdyż z dużym sukcesem można było go stosować na obszarach o różnym ukształtowaniu.



Ryc. 9. Przykłady zastosowania metody kreskowej na mapach: 1. Mapa Miega (1779-1783), 2. Mapa Kwatermistrzostwa (ok. 1850), 3. Mapa Północnej Karoliny (1770), 4. *Spezialkarte* 1:75 000 (1909). Źródło: Mapster, *Historical maps of the Habsburg Empire*, Mapa Miega - Mapire, mapa Kwatermistrzostwa - biblioteka Wydziału Nauk o Ziemi i Gospodarki Przestrzennej, Mapa Karoliny Północnej - North Carolina Maps, *Spezialkarte* - Mapster

Rosjanie również tworzyli swoje własne modyfikacje skali Lehmana. Dzięki ich pracom powstały skale Bołotowa (0-1-2-4-7-11-16-23-32-45-90 stopni) oraz skala Sztabu Głównego (0-1-1,5-2,5-4-6-10-15-22-33-45-90 stopni), na podstawie której powstała mapa tzw. trójwiorstwowa, czyli mapa w skali 1:126 000 (Szaflarski 1965).

Metoda kreskowa stosowana była na mapach praktycznie przez cały XIX wiek, mimo swoich zalet, posiadała również szereg wad. Do głównych ułomności tej metody zaliczyć można fakt, iż bardziej urozmaicona rzeźba terenu powodowała, że mapa w pewnym momencie stawała się nieczytelna, gdyż prezentowany obszar zaciemniał się, a liczba szczegółów, które można było umieścić na mapie, a także je odczytać stawała się ograniczona. Ogromną wadą

było również stosowanie różnych skal, ze względu na brak standaryzacji. Mapy nie stanowiły ciągłości, nie mogły być ze sobą porównywalne.

Ponadto wielu trudności dostarczało samo stworzenie obrazu rzeźby terenu w miedziorycie. Prace nad jednym arkuszem potrafiły trwać miesiącami, a nawet latami.

5. Cieniowanie

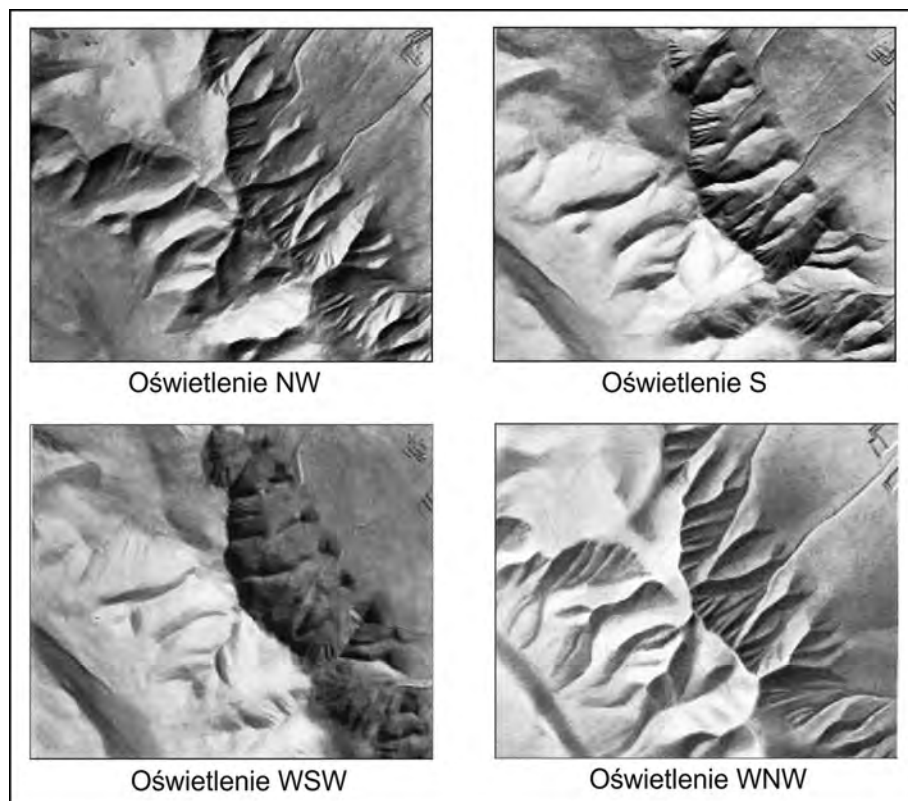
Metoda cieniowania rzeźby terenu (dawniej nazywana również szumerowaniem) jest niejako uproszczoną, wymagającą bardziej artystycznych zdolności metodą kreskową. Jest ona jednak znacznie szybsza i łatwiejsza niż jej pierwowzór – metoda kreskowa. W kartografii jej początki przypadają na XVIII wiek, kiedy to do naniesienia na mapę cieniowania używano specjalnych pędzli. Dla cieniowania drukowanych map wykorzystywano akwatintę lub gęste wykropkowanie, jednak zdecydowany rozwój tej metody nastąpił po wynalezieniu nowego sposobu reprodukcji – litografii i kredki litograficznej, która pozwalała otrzymać rysunek przypominający kreskowy, jednak dwadzieścia razy szybciej. Cieniowanie otrzymywano również dzięki fotografowaniu modeli plastycznych terenu (Pietkiewicz 1930)

W 1841 roku generał Dufour rozpoczął działania związane z wydaniem nowej mapy Szwajcarii (1:100 000). Zasadami jakimi się kierował w swoich pracach to naturalna plastyka i ścisły obraz terenu. Efekt światłocienia w oświetleniu ukośnym uzyskano za pomocą kresek cieniujących. Skały urwiska, wąwozy i wszystkie inne „gwałtowne” formy terenu przedstawiano odmiennym kreskowym rysunkiem skał. Spadki, wielkie formy terenu i regularne zaokrąglone zaznaczano przy użyciu poziomic.

R. Leuzinger podjął udaną próbę połączenia poziomic, plastycznego cieniowania i barw na mapie Szwajcarii w skali 1:530 000. Doliny barwiono bładą zielenią, wierzchołki gór na pomarańczowo i różowo (miało to przypominać góry widziane podczas zachodu Słońca). Cienie wykonywano kolorem niebieskawoszarym (Pietkiewicz 1930). Sposób ten, doprowadzony do doskonałości przez E. Imhofa, nosi nazwę manieri szwajcarskiej.

Początkowo stosowano oświetlenie prostopadłe, najlepszym jednak okazało się stosowanie oświetlenia pod kątem 45 stopni od poziomu (NW), wynika to z doświadczeń szkoły szwajcarskiej.

Jednakże dobrze jest dostosowywać kąt oświetlenia do rzeźby terenu i szerokości geograficznej, tak żeby jak najwierniej odwzorować rzeźbę, różne kierunki oświetlenia dostarczają różnicowane, często mogące sprawiać mylne wrażenie obrazy – np. wzniesienie może być odbierane jako zagłębienie (ryc. 10).



Ryc. 10. Zmiany cieniowania w wyniku zmiany kierunku oświetlenia w cieniowaniu. Źródło: E. Imhof, "Kartographische Geländedarstellung"

Najczęściej metoda cieniowania jest stosowana równoległe z metodą poziomnicową.

6. Metoda poziomnicowa

Izoliną stosowaną na mapach topograficznych do pokazania wysokości terenu jest poziomica, czyli linia łącząca punkty o tej samej wysokości n.p.m. (warstwica).

Pierwszą izoliną zastosowaną na mapie była izobata – linia łącząca punkty o jednakowej głębokości – było to związane z rozwiązaniem problemu z dojazdami do portów, które często znajdowały się w ujściach rzek. Użycie izobat było bardzo przydatne w prowadzeniu żeglugi.

Za pierwszą mapę, na której umieszczono izobaty uchodzi rękopiśmienny plan rzeki Spaarne, autorstwa Pietera Bruinsz. z roku 1584, w skali ok. 1:17 000 (ryc. 11).

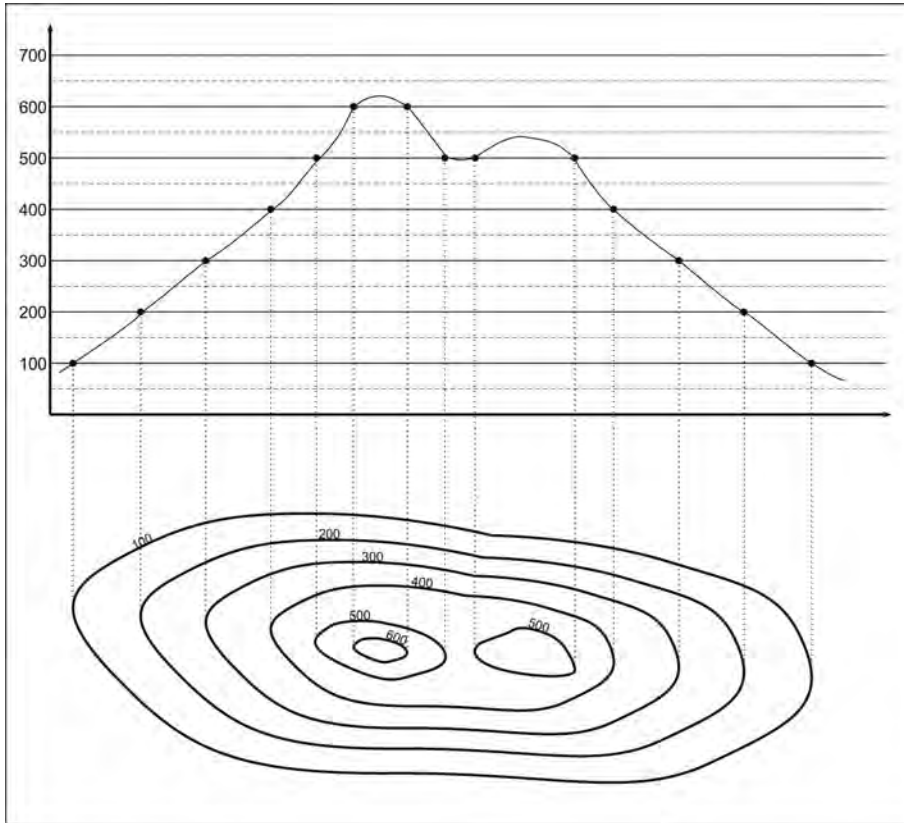


Ryc. 11. Plan ujścia rzeki Spaarne. Źródło: Universiteit Utrecht

Pierwszą mapą małoskalową, na której zostały użyte izobaty była mapa wykonana przez Francuza – Philippe’a Buache’a, który wykorzystał tę metodę do przedstawienia La Manche, uwzględniając również tereny do niego przyległe. Mimo wielu błędów jakie zawierała jego mapa (przede wszystkim ze względu na źle przeprowadzone pomiary) została w 1752 roku opublikowana.

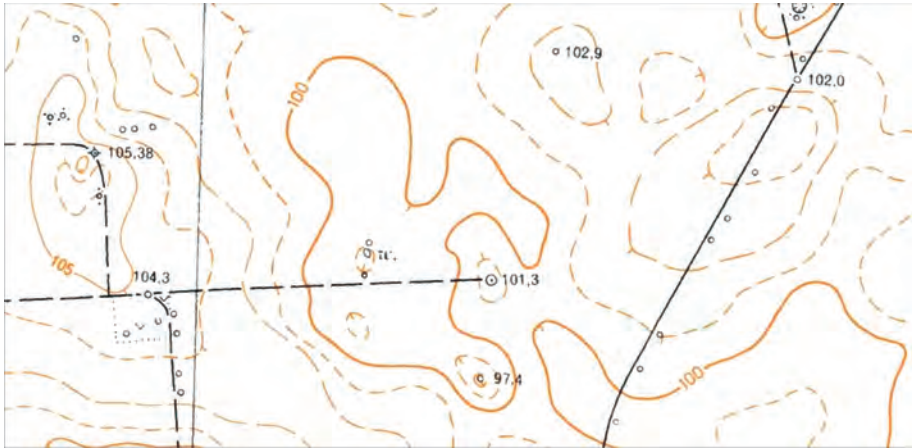
Przewagą poziomic nad metodą kreskową jest możliwość odczytania wysokości punktów leżących na poziomicach i wyinterpolowania wysokości innych punktów, co w przypadku metody kreskowej było dosyć kłopotliwe. Kolejną zaletą jest kartometryczność metody poziomicowej – bez trudu obliczyć można kąt nachylenia stoku na podstawie wzajemnej odległości dwóch poziomic. Na obrazie można go dostrzec dzięki różnym odległościom poszczególnych izolinii. Na niektórych mapach topograficznych umieszczano (poza ramką) nomogramy ułatwiające wyznaczenie kąta nachylenia stoku (za pomocą cyrkla, którym odmierzano odległość poziomic).

Problemem może być natomiast odróżnienie formy wklęsłej od wypukłej – wzniesienia lub zagłębienia. Jeżeli na mapie przedstawiona jest sieć wodna, to ciekі pozwalają odróżnić doliny od grzbietów. Problem pojawia się na obszarach bezodpływowych. Żeby określić, czy poziomicę prezentują wzniesienie, czy



Ryc. 12. Schemat tworzenia rysunku poziomicowego. Źródło: Opracowanie własne

zagłębienie praktykowane jest dodanie kreski (wskaźnika) spadku. Tam, gdzie został dodany taki wskaźnik jest niżej. Według instrukcji technicznej do redakcji mapy topograficznej w skali 1:50 000 wydanej przez Główny Urząd Geodezji i Kartografii „Przy formach wklęsłych stosuje się wskaźnik spadku w postaci kreski rysowanej prostopadle do najniższej poziomici, tą samą grubością linii, w kierunku spadku terenu. Wskaźnika spadku nie rysuje się przy poziomicach zarysowujących formy wypukłe”. Natomiast instrukcja do tworzenia map topograficznych w skali 1:10 000 nakazuje stosowanie wskaźników spadku „wzdłuż linii szkieletowych na warstwicach zamkniętych (wierzchołki wzniesień, dna dolin) oraz na odcinkach warstwic, przeciętych sztucznymi formami rzeźby, ramką arkusza itp.” (ryc. 13).



Ryc. 13. Zastosowanie linii spadku na obszarze bezodpływowym, 1:10 000. Źródło: geoportal.gov.pl

Jest to metoda, którą jako pierwsi zaczęli stosować rosyjscy kartografowie. Według Zaruckiej i Swatkowej (1982) kreski spadku określano mianem „bergsztrich”. Sugerować to może, że rosyjscy kartografowie zapożyczyli ten termin od Niemców. Kreski spadku umieszcza się według zaleceń: „w miejscach, gdzie określenie kierunku spadku jest utrudnione” – np. wierzchołki, dna dolin, siodła (ryc. 14).

Problem stanowią strome zbocza, skarpy, urwiska, gdzie poziomice zlewają się ze sobą. Dla pokazania takich form rzeźby terenu stosuje się sygnatury (ryc. 15).

Dla lepszej czytelności poziomice często stosuje się zabieg polegający na pogrubianiu izolinii o pełnych wartościach (np. co 100 m) oraz nanosi punkty wysokościowe.

Szczegółowość prezentacji rzeźby terenu zależy od odległości pionowej między poszczególnymi poziomiami. Odległość tę nazywa się cięciem poziomowym (tab.1). Określenie wartości cięcia zależy od skali mapy oraz ukształtowania terenu. Często oprócz poziomice zasadniczych stosuje się również poziomice pomocnicze, rysowane linią przerywaną w celu zaznaczenia drobnych form i elementów rzeźby terenu, które nie zostałyby przedstawione stosując przyjęte cięcie.

Metoda poziomkowa jest metodą stosowaną obecnie na mapach topograficznych. Często łączy się ją z innymi metodami np. z cieniowaniem.

mapa	skala	rok	cięcia poziomicowe
Mapa warstwiczna Moraw i Śląska Austriackiego	1:432 000	1863	500, 600, 800, 1000, 1200, 1500, 2000, 2500, 3000 i 4000 stóp paryskich
Orograficzeskaja Karta Podolskiej Gubernii	1:840 000	1865	100 stóp ang.(30,5 m)
Mapa Monarchii Austro-Węgierskiej	1:864 000	1870	500, 1000, 2000 i 5000 stóp
Karte des Deutschen Reiches	1:100 000	1878	100 m
Mapy Monarchii Austro - Węgierskiej	1:75 000	1886—1888	100 m (na terenach płaskich co 50 m)
Hypsometrische Übersichtskarte des grössten Teiles der österreichisch-ungarischen Monarchie	1:750 000	1886— 1892	0, 150, 300, 500, 700, 1000, 1300, 1600, 1900, 2300, 2600, 2900 m
Mapa dwuwiorstowa	1:84 000	od 1883	4 sążnie i dodatkowe (przerwy) co 2
Topographische Übersichtskarte des Deutschen Reiches	1:200 000	1892	20 m, pogrubione co 100, w terenie równym - dodatkowe, co 10 m
Mapa ścienna królestwa Galicji i Lodometrii	1:350 000	1894	100, 200, 300, 400, 500, 700, 1000, 1500, 2000 m
Übersichtskarte von Europa	1:750 000	1895	500 m - wersja cieniowana; 0, 150, 300, 500, 700, 1000 m - wersja hipsometryczna
Alte Österreichische Landesaufnahme	1:25 000	1896—1915	20 m
Topographische Übersichtskarte des Deutschen Reiches	1:200 000	1899	20 m
Mapa jednowiorstowa	1:42 000	1899—1913	4 sążnie i dodatkowe (przerwy) co 2
Topographische Karte (Messtischblätter)	1:25 000	1919	5 m, w terenie płaskim dodatkowe (przerwy) - 1,25, 2,5 i 3,75
Mapa operacyjna WIG	1:300 000	od 1927	co 10 m (później na równinach co 5 m i pomocnicze co 2,5 m)
Mapy Polski i krajów ościennych	1:500 000	1937	na obszarach do 500 m n.p.m. co 20 m (z pogrubieniem każdej 100-metrowej); w górach co 100 m (z pogrubieniem 500-metrowych)

Tab. 1. Wybrane cięcia poziomicowe na mapach dawnych. Źródło: Opracowanie własne

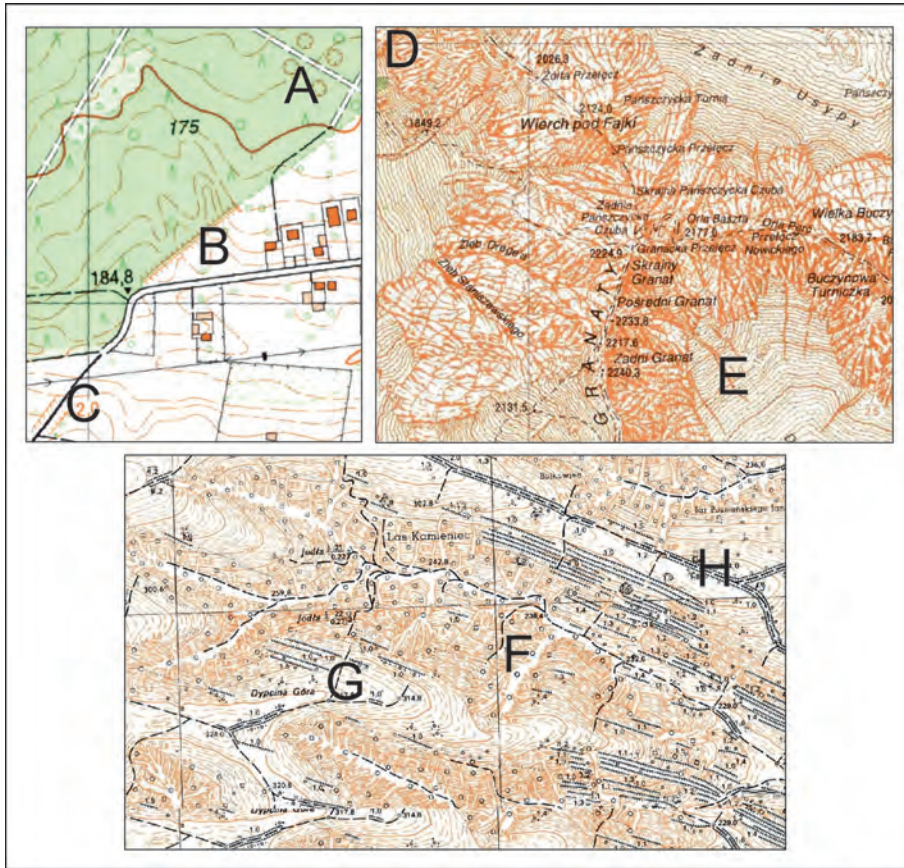


Ryc. 14. Zastosowanie kresek spadku na rosyjskiej mapie 1:100 000. Źródło: J.S. Bilicz, A.S. Wasmus, 1984, *Projektirowanije i sostawlenije kart*. Moskwa, Niedra

7. Metoda poziomic iluminowanych

Obraz poziomicowy, pomimo wielu zalet jest mało plastyczny. Pierwszej próby udoskonalenia metody poziomicowej pod tym względem podjął się E.J. Todleben (około roku 1855). Pogrubiał on poziomicę w miejscach, gdzie stoki wzgórz były najbardziej strome. Dawało to bardziej plastyczny obraz, jednak w miejscach najbardziej stromych sąsiednie poziomicę zlewały się.

Kolejną modyfikacją metody poziomicowej było zagęszczenie poziomic – metoda ta jednak okazała się również chybiona. W 1860 roku zaczęto stosować kolejną metodę, opierającą się na rozjaśnieniu poziomic od strony z której pada światło – z kierunku NW, oraz zaciemnieniu ich po sąsiedniej stronie (ryc. 17). Pierwszy raz metoda ta została zastosowana przez Ordnance Survey w Wielkiej Brytanii – mapy hrabstwa Kilkenny i mapa okolic Edynburga w skali 1:63 360.



Ryc. 15. Sposoby prezentacji form rzeźby terenu. A – doły, B – wał, C – wąwóz drogowy, D – strome skały, E – wcięcia erozyjne, F – naturalny wąwóz, G – skarp, H – wąwozy drogowe. Źródło: geoportal.gov.pl

Kolejną metodę tę stosował Francuz – Bardin, a następnie Niemiec – Köpocki w 1885 r. Metodę udoskonalili Amerykanie i stosowali w swoich publikacjach w Coast and Geodetic Survey.

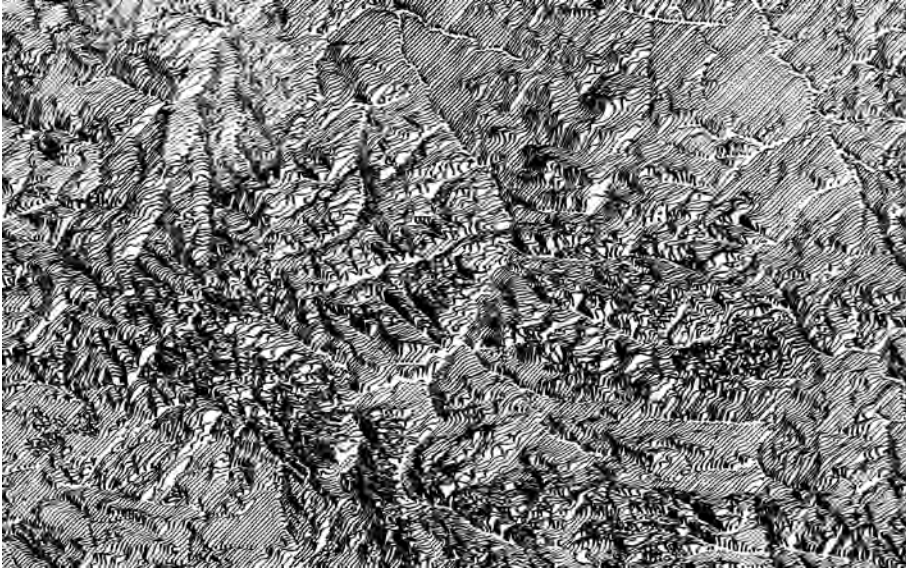
Nową metodę plastycznego, cieniowanego przedstawiania form terenu stworzył w roku 1932 Japończyk Kitiro Tanaka. Wykorzystał on bardzo gęsto rozmieszczone (30-70 na 1 cm) profile terenu, otrzymane w wyniku przecięcia powierzchni terenu płaszczyznami pochylonymi pod kątem 45 stopni. Rezultatem tego zabiegu jest obraz, na którym w wyniku zagęszczania się profili w miejscach bardziej stromych tworzy się cień, natomiast miejsca o łagodniejszej rzeźbie są jaśniejsze (ryc. 18). Metoda ta jednak nie rozpowszechniła się,



Ryc. 16. Przykład wykorzystania metody poziomicowej i cieniowania na mapie taktycznej WIG, 1:100 000. Źródło: <http://www.mapywig.org/>



Ryc. 17. Poziomice iluminowane. Źródło: <https://www.behance.net/gallery/19561371/Rzezba-terenu>



Ryc. 18. J. Hajduś, Rzeźba województwa lubelskiego – modyfikacja metody skośnych profilów Kitiro Tanaka. Wielkość oryginalna. Źródło: Zbiory biblioteki Zakładu Kartografii i Geomatyki UMCS

gdź była bardzo pracochłonna i nie pozwoliła odczytywać wysokości. Współczesna technologia i zastosowanie programów komputerowych pozwoliłaby na usuwanie trudności wynikające z pracochłonności.

8. Metoda hipsometryczna (warstwobarwna)

Ponieważ czytanie metody poziomicowej wymaga wprawy, a odczytanie wartości poziomicy zajmuje często sporo czasu, podjęto kolejną próbę udoskonalenia tej metody. W rezultacie powstała metoda hipsometryczna, nazywana również metodą warstwobarwną. Polega ona na pokolorowaniu powierzchni znajdujących się pomiędzy sąsiednimi poziomiami. Początkowo eksperymentowano z różnymi skalami barw. W Niemczech rozpowszechniły się tzw. barwy regionalne Sydowa (zieleń dla obszarów nizinnych, brąz dla gór). Skala barw była dość skromna (wyróżniała tylko kilka odcieni), ze względu na małe możliwości litografii w tamtym czasie. W późniejszym okresie ustalono zasady, jakimi powinni kierować się kartografowie podnoszący w ten sposób czytelność mapy.

Peucker w swojej pracy zaproponował skalę barw opartą na naukowych podstawach. Uważał, że duże znaczenie w czytaniu map ma kolor i odcień jaki zostanie zastosowany na mapie. Może on dawać wrażenie głębi, lub

przybliżenia. Sądził, że odcienie koloru niebieskiego (w zasadzie dotyczy to wszystkich barw zimnych) powodują, że ludzki mózg odbiera obraz jako położony na dalszym planie, natomiast kolory ciepłe sprawiają, że dany obszar postrzegany jest jako bliższy, będący na pierwszym planie. Nie bez znaczenia dla interpretacji odległości jest również stopień nasycenia tych barw. Bardziej intensywne barwy dają czytelnikowi odczucie bliskości. Pierwotna skala Peuckera bazuje na widmie słonecznym. Najmniejsze wysokości zamalowywano kolorem niebieskim (szarawym), następnie seledynem, zielenią, żółcią, pomarańczem, aż po czerwień. Według Peuckera konieczne jest uzupełnianie barw cieniowaniem, gdyż wspomaga to widzenie „efektu stereoskopowego” i powoduje odbiór obrazu jako bardziej plastycznego. Jako pierwsi na państwowych mapach topograficznych zmodyfikowaną skalę Peuckera zaczęli używać Brytyjczycy. Początek skali barw stanowiły jasne, delikatne odcienie barw, natomiast skraj skali był bardziej nasycony i przyciemniony. Brytyjski system przyjęto w Londynie w 1909 oraz w 1913 roku w Paryżu jako obowiązujący do stosowania na Międzynarodowej Mapie Świata (Pietkiewicz 1930).

Skalą Peuckera w dużym stopniu inspirował się Eugeniusz Romer. W swoim atlasie *Atlas für Handelsschulen* zastosował skalę, którą podpisał jako: „Międzynarodowa skala barw pod kontrolą dr K. Peuckera”. Użyta przez Romera skala obejmowała w swoim zakresie odcienie od seledynowego, przez żółtozielony, jasno-chromowy, ochrowy, pomarańczowy i czerwono-brunatny. Trzy ostatnie kolory były znacznie bardziej intensywne od kolorów początkowych (Pietkiewicz 1930).

Przez lata stosowano różne modyfikacje skali Peuckera. Począwszy od używania ciemnych brązów dla gór, przez zastosowanie rdzawych kolorów (pomarańczowo-brązowych) zwykle z jaśniejszą zielenią dla nizin (ryc. 19), jak w przypadku Międzynarodowej mapy świata w skali 1:1 000 000, po zastosowanie fioletów dla obszarów górskich w atlasach anglosaskich.

9. Podsumowanie

Przy prezentacji rzeźby terenu bardzo ważne jest, aby mapy topograficzne sporządzane w skalach 1:10 000 – 100 000, spełniały kilka przyjętych kryteriów (Grygorenko 1970):

- przedstawiały ogólny charakter rzeźby – rozmieszczenie, kształt i wielkości prezentowanych obiektów,
- w prezentacji uwzględnione były formy terenu, które tworzą bariery przy poruszaniu się w terenie,



Ryc. 19. Zastosowanie metody warstwowarwnej na arkuszu N.M-34_Kraków Międzynarodowej mapy świata 1:1 000 000 (1928). Źródło: Witryna internetowa Mapster

- należy pokazywać kierunki, wielkości i zmiany kąta zboczy i wzniesień,
- zaznaczać należy wysokości absolutne oraz względne,
- należy uwzględnić powiązania ukształtowania terenu z innymi obiektami topografii – wodami, zabudową, itp.

Literatura:

- Arnberger E., Kretschmer I., 1975, *Topographische Karten*. Teil I. Wien: Franz Deuticke.
- Bem S., 1963, *Rysunek Map*. Warszawa: PPWK.
- Grygorenko W., 1970, *Redakcja i opracowanie map ogólnogeograficznych*. Warszawa: PPWK.
- Imhof E., 1965, *Kartographische Geländedarstellung*. Berlin: Walter de Gruyter.
- Kozioł K., 2013, *Algorytm upraszczania linii z wykorzystaniem interpolacji*. [W:] „Roczniki geomatyki”, t.11, z3, s. 45-59.
- Medyńska-Gulij B., 2015, *Kartografia. Zasady i zastosowania geowizualizacji*. Warszawa: PWN
- Pietkiewicz S., 1930, *O sposobach przedstawiania terenu na mapach*. Warszawa: Główna Drukarnia Wojskowa.
- Spamer O. (red.), *Illustriertes Konversations-Lexikon für das Volk*, 1876, t. 5. Leipzig: Lexika.
- Szaflarski J., 1965, *Zarys Kartografii*, Warszawa: PPWK.
- Wendt J.A., 2013, *Skarby kartografii*. Warszawa: Wydawnictwo ARKADY
- Wójcik W.A., (red.), 1996, *Góry w kartografii. Materiały z sympozjum w Krakowie*. Kraków: Centralny Ośrodek Turystyki Górskiej PTTK.

Strony internetowe:

- „Izohipsa”- blog (<http://poziomica.blogspot.com/2012/12/2-z-historii-poziomicy.html>), 15.04.2015
- Katedra Geoinformacji, Fotogrametrii i Teledetekcji Środowiska* (http://twiki.fotogrametria.agh.edu.pl/pub/Dydaktyka/SIPISZaoGIG/S_NMT_IS.pdf), Akademia Górniczo – Hutnicza, 15.04.2015
- The history of cartography* (http://www.press.uchicago.edu/books/HOC/HOC_V1/Volume1.html)
- TMCE TUKAJ MAPPING* (http://www.tmce.pl/Projekty/Liguria,_Veneto,_Calabria,_Marche_%28W%C5%82ochy%29/), 15.04.2015
- Wojewódzki Ośrodek Dokumentacji Geodezyjnej i Kartograficznej*, (http://www.wodgik.katowice.pl/html/zasob/num_nmt.htm), 15.04.2015
- W mroku historii* (<http://wmrokuhistorii.blogspot.com/2015/02/tajemnica-ksiedza-saunierrea.html>), 15.04.2015
- Wydział Nauk Geograficznych i Geologicznych*, (http://www.geoinfo.amu.edu.pl/skng/gisday/prezentacje/2007/06_nmt.pdf), Uniwersytet Adama Mickiewicza w Poznaniu, 15.04.2015

Mapy:

Archiwum map Wojskowego Instytutu Geograficznego, (http://www.mapywig.org/m/WIG_maps/series/100K_300dpi/P50_S29_BABIA_GORA_300dpi.jpg).

Archiwum Map Wojskowego Instytutu Geograficznego (http://www.mapywig.org/m/K.u.K._maps/series/075K/400dpi/ZONE_3_COL_XXVIII_ZAMOSC_1909_400dpi.jpg).

Behance (<https://www.behance.net/gallery/19561371/Rzezba-terenu>).

Bibliothèque nationale de France (<http://gallica.bnf.fr/ark:/12148/btv1b7711613v>).

Mapster (<http://igrek.amzp.pl/mapindex.php?cat=KUK075>).

Cartographic Images (<http://www.henry-davis.com/MAPS/AncientWebPages/100D.html>).

Dawne Mapy (<http://dawnemapy.com.pl/pages/posts/rekonstrukcje-mapy-swiata-beatusa-z-liebany-okolo-776-r.-n.e-53.php?p=20>).

Historical maps of the Habsburg Empire (<http://mapire.eu/en/map/fms-galicia/?zoom=13&lat=50.71395&lon=23.01583>).

Historical maps of the Habsburg Empire (http://mapire.eu/en/map/mkf_gal/?zoom=6&lat=48.94986&lon=22.75135).

Pasaż Wiedzy Muzeum Pałacu Króla Jana III Sobieskiego w Wilanowie (http://www.wilanow-palac.pl/carte_g_om_trique_de_la_france_czyli_narodiny_nowoczesnej_kartografii_topograficznej.html)

Mapster (<http://igrek.amzp.pl/details.php?id=11764071>).

North Carolina Maps (<http://dc.lib.unc.edu/cdm/ref/collection/ncmaps/id/467>).

Universiteitsbibliotheek Utrecht (<http://dspace.library.uu.nl/handle/1874/13240>).

<http://www.historicus.pl/mapy/czas.htm>

<http://www.davidrumsey.com/luna/servlet/detail/RUMSEY~8~1~267311~90040754:Landforms-of-Europe->

Mirosław W. Meksuła

Katedra Ekologii Rolniczej Uniwersytetu Przyrodniczo-Humanistycznego w Siedlcach

Leszek Grzechnik

Zakład Kartografii i Geomatyki Uniwersytetu Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie

Ewolucja grafiki polskich map topograficznych

Upływ czasu odciska swoje piętno na wszystkich wytworach rąk i myśli ludzkiej. Zmianom podlegają również produkty kartograficzne. Kolejne wydania map różnią się od poprzednich nie tylko formą graficzną lecz również koncepcją. Zmieniający się wygląd map jest efektem prac redakcyjnych, które muszą uwzględnić z jednej strony wymagania użytkowników, a z drugiej możliwości techniczne, organizacyjne i finansowe wydawcy. Ostateczny wygląd mapy jest zawsze kompromisem pomiędzy zwykle dużymi oczekiwaniami i z reguły mniejszymi aktualnymi możliwościami. Te ostatnie jednak, z uwagi na ustawiczny postęp naukowo-techniczny stają się coraz większe, co sprawia, że mapy mogą lepiej zaspokajać potrzeby ich użytkowników.

Zmiany zachodzące w kartografii są zwykle procesem powolnym, dokonującym się w bardzo niejednostajnym tempie. W rzeczywistości ewolucja produktów kartograficznych to szereg małych rewolucji związanych z postępem w zakresie dyscyplin technicznych takich jak: geodezja, poligrafia, teledetekcja, informatyka i wielu innych włączając w to również rozwój technologii kosmicznej oraz postęp w zakresie kartografii jako dyscypliny naukowej.

Przypatrując się zmianom, jakim podlegała grafika na polskich mapach topograficznych do czynników technologicznych, naukowych i organizacyjnych, mających wpływ na ostateczny wygląd mapy, należy dodać również czynniki

o charakterze historyczno-politycznym. Burzliwe losy Polski na przestrzeni ostatnich 250 lat sprawiły, że nie każda mapa topograficzna terytorium naszego kraju może być uznana za mapę polską. Czynniki te sprawiają również, że niektóre spośród map topograficznych, prezentujących terytorium Polski, pomimo iż formalnie tworzone były przez instytucje obcych państw, w rzeczywistości opracowywane zostały przez polskich kartografów i de facto były efektem polskiej myśli kartograficznej.

Początki polskiej kartografii topograficznej są dość problematyczne. Za najstarszą polską mapę szczegółową powszechnie uznaje się mapę Księstwa Oświęcimsko-Zatorskiego opracowaną przez Stanisława Porębskiego w 1562 roku i wydaną w skali około 1:250 000. Mapa ta jednak nie została oparta o precyzyjne pomiary terenowe i poza skalą nie miała wiele wspólnego z mapami topograficznymi we współczesnym rozumieniu tego terminu. Podobnie rzecz się miała z wieloma planami miast oraz mapami prezentującymi większe fragmenty kraju. Poza tym mapy szczegółowe opracowywane w Polsce aż do końca XVIII wieku, czyli do momentu utraty niepodległości, w przeważającej większości były mapami rękopiśmiennymi lub powielane były techniką drzeworytu. Miało to zdecydowanie negatywny wpływ na precyzję rysunku sytuacyjnego i jakość graficzną znaków stosowanych na mapach.

Przełomem w kartografii, a w szczególności kartografii topograficznej, było wynalezienie w drugiej połowie XVI wieku teodolitu i stolika topograficznego oraz na początku XVII wieku metody triangulacji. Osiągnięcia te pozwoliły opracować pierwszą mapę opartą na pomiarach triangulacyjnych. Wydarzenia te zbiegają się w czasie z upowszechnieniem techniki miedziorytniczej (znanej od pierwszej połowy XV wieku) i coraz częstszym stosowaniem jej do reprodukcji map. W efekcie nowo powstające mapy szczegółowe zyskały solidne podstawy matematyczne a ich reprodukcja zapewniała znacznie wyższy poziom graficzny.

Postęp w dziedzinie opracowywania map zapoczątkowany w Europie zachodniej, docierał do Polski z pewnym opóźnieniem. Pierwsze stoliki topograficzne pojawiły się w naszym kraju dopiero w drugiej połowie XVII wieku (Kucharzewski 1896). Jeszcze większym problemem okazało się zastosowanie triangulacji do opracowywania map. O ile lokalne sieci triangulacyjne można było zakładać stosunkowo łatwo, to przeprowadzenie triangulacji na obszarze całego kraju wymagało skoordynowania działań na szczeblu centralnym. Działania takie podjęto początkowo we Francji a nieco później również w Anglii i Niemczech już w XVIII wieku. Powolnie chyląca się ku upadkowi Polska nie była jednak państwem na tyle sprawnym, aby tak skomplikowanemu zadaniu

podobać. W efekcie u schyłku Pierwszej Rzeczypospolitej brak było opracowań kartograficznych, które bezspornie można by określić jako mapy topograficzne.

Rozwój polskiej kartografii topograficznej nastąpił paradoksalnie po utracie niepodległości. W okresie Księstwa Warszawskiego polska kartografia znajdowała się pod zdecydowanym wpływem kartografii francuskiej. Pomimo iż w okresie tym nie powstały żadne mapy topograficzne, kontakty polskich oficerów z Biura Topograficznego armii Księstwa Warszawskiego i współpraca z francuskim Depot de la Guerre, przodującą wówczas wojskową służbą topograficzną w Europie i na świecie, pozwoliły zdobyć polskim topografom niezbędne umiejętności i doświadczenie. Polscy oficerowie geografowie brali czynny udział w przygotowaniu kampanii napoleońskiej w 1812 roku, kopiując istniejące mapy, prowadząc rozpoznanie terenowe i przygotowując szkice topograficzne wielu istotnych dla przebiegu działań wojennych rejonów (Sobczyński, Geoportal.pl).

Powstałe po Kongresie Wiedeńskim w 1815 roku Królestwo Polskie, zależne od Rosji, posiadało jednak własną armię której formalnym wodzem był brat cara wielki książę Konstanty, lecz kierował nią Sztab Główny Wojsk Królestwa Polskiego. W skład Sztabu wchodziło między innymi Generalne Kwatermistrzostwo złożone z 46 oficerów i dowodzone przez gen. Maurycego Hauke, a także Korpus Inżynierów z Biurem Topograficznym, liczącym 48 oficerów, dowodzonym przez podpułkowników Mikołaja Rougeta i Józefa Koriota. Zdecydowana większość oficerów Biura wywodziła się z armii napoleońskiej oraz powstania kościuszkowskiego i dysponowała dużym doświadczeniem w opracowywaniu map.

Dysponując odpowiednio przygotowaną kadrą oficerską i zapleczem technicznym w postaci utworzonego w 1818 roku zakładu litograficznego (jednego z pierwszych w tej części Europy), Generalne Kwatermistrzostwo przystąpiło do opracowania szczegółowej mapy topograficznej obejmującej cały obszar Królestwa Polskiego.

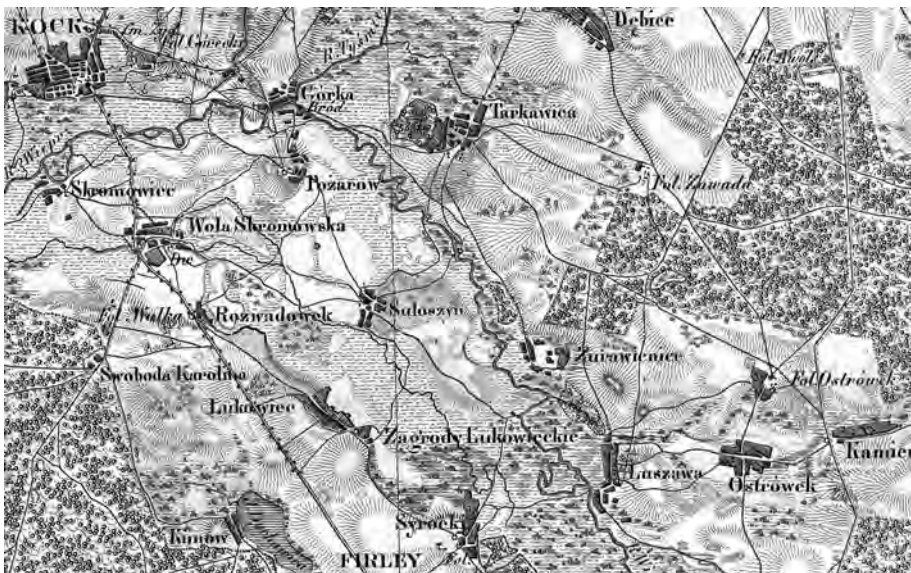
Do wybuchu powstania listopadowego w 1830 roku prace nad mapą prowadziło 50 polskich oficerów i 15 konduktorów (początkujących podoficerów przeznaczonych do prac terenowych), wykonując w całości 27 sekcji i przygotowując 6 dalszych, co stanowiło około 2/3 całości prac kartograficznych. Po upadku powstania opracowanie kolejnych sekcji mapy przejęło, zreorganizowane w 1832 roku, Główne Kwatermistrzostwo Sztabu Generalnego armii rosyjskiej. Pomimo utraty kontroli nad dalszymi pracami związanymi z opracowaniem i wydaniem mapy Kwatermistrzostwa, należy ją uznać za dorobek polskiej kartografii, gdyż w większości pozostałe sekcje mapy zostały opraco-

wane przez oficerów polskich z dawnego Biura Topograficznego. Zmianie nie uległa również pierwotna koncepcja i założenia redakcyjne. Ponadto całość treści mapy opracowana była w języku polskim. Jedynie na stronie tytułowej podstawowym językiem był język rosyjski, natomiast na trójjęzycznej legendzie objaśnienia znaków rozpoczynały się od języka polskiego, a dopiero w dalszej kolejności dodane były po rosyjsku i francusku.

Na graficzną stronę *Topograficznej Karty Królestwa Polskiego* (taki ostatecznie tytuł miała mapa) zdecydowanie największy wpływ miały prace redakcyjne związane z opracowaniem znaków kartograficznych jak również technika miedziorytu zastosowana przy reprodukcji (ryc. 1).

Do prezentacji treści mapy użyto ponad 50 znaków punktowych, liniowych i powierzchniowych, często wzbogaconych dodatkowo o oznaczenia literowe (np. określające rodzaj kopalni lub huty). Ukształtowanie terenu zaprezentowane zostało metodą kreskową. Zarówno rzeźba terenu jak i znaki topograficzne reprezentowane są przez delikatny, precyzyjny rysunek będący efektem druku na bazie miedziorytu sztychowanego przez Karola Fryderyka Mintera.

Poszczególne punktowe znaki topograficzne mają niewielkie rozmiary i wykonane są cienką precyzyjną linią. Jedną z najmniejszych sygnatur jest pojedynczy dom mający minimalne wymiary około 0,3×0,2 mm. Największą



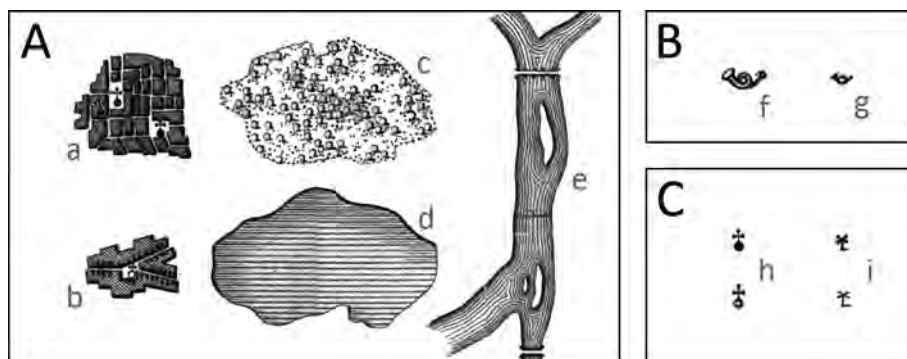
Ryc. 1. Mapa Kwaternierstwa w skali 1:126 000 (1839 rok) – fragment ark. CP-48 Kol. VI Sek. IX Lubartów.

zaś sygnaturą punktową na omawianej mapie jest oznaczenie urzędu pocztowego, mające wymiary około 3×2 mm. Zdecydowana większość sygnatur punktowych ma jednak bardzo zbliżone rozmiary i zwykle zawiera się w polu o wymiarach 1,5×1 mm (ryc. 2B).

Obiekty liniowe zaznaczone są cienką, precyzyjnie poprowadzoną kreską o zmiennej grubości, zależnie od rodzaju obiektu. Grubość linii jest tak zróżnicowana, że pozwala w łatwy sposób dostrzec różnice pomiędzy różnego rodzaju obiektami, a jednocześnie nie obciąża zbytnio rysunku. Kreski użyte do prezentacji rzeźby terenu są delikatne i mają zmienną grubość, a ich długość zwykle nie przekracza 1,2 mm.

Znaki powierzchniowe użyte na oznaczenie lasów, krzaków, łąk, bagien, piasków, obiektów wodnych oraz miejscowości odznaczają się czytelnym i delikatnym rysunkiem, w którym największe elementy nie przekraczają 0,5 mm. Pozwala to w czytelny sposób zaprezentować nawet bardzo małe obiekty powierzchniowe.

Cechą charakterystyczną części znaków powierzchniowych jest ich „trójwymiarowy” charakter. Przejawia się on w zmiennej grubości obrysu znaków takich jak miejscowości oraz niektóre obiekty hydrograficzne. Grubość obrysu została tak zróżnicowana, że rysunek obiektów sprawia wrażenie płaskorzeźby, oświetlonej z lewego, górnego narożnika arkusza. W efekcie pogrubienia niektórych fragmentów obrysu, miasta i wsie wydają się obiektami wypukłymi, natomiast rzeki, jeziora i stawy, obiektami wklęsłymi. Podobny „trójwymia-



Ryc. 2. Przykłady znaków topograficznych z mapy Kwatermistrzostwa (1839 r.). A – znaki „trójwymiarowe” (a - miasto, b - wieś, c - las, d - jezioro, e - rzeka), B – zróżnicowanie wielkości znaków (f - urząd pocztowy, g - stacja pocztowa), C – zróżnicowanie cech obiektu (h - kościół, i - wiatrak, górny rząd - obiekty murowane, dolny rząd - obiekty drewniane).

rowy” charakter mają oznaczenia lasów i krzaków, których większe elementy graficzne mają również zróżnicowaną grubość obrysu, powodującą wrażenie ich wypukłości (ryc. 2A).

Pozostałe obiekty powierzchniowe przedstawiono na mapie w sposób płaski. Tu jednak obrysy zostały także zróżnicowane. Część obiektów, jak np. łąki, obrysowano za pomocą ciągłej, cienkiej linii (grubości włosowej), inne np. lasy miały zasięg przedstawiony za pomocą kropek. Takie zróżnicowanie obrysów nawiązywało do charakteru zasięgu danego obiektu w rzeczywistości (zasięg ostry lub rozmyty).

Na uwagę zasługuje wysoki poziom reprodukcji. Szczegółowość rysunku jest tak wysoka, że mapa Kwatermistrzostwa z powodzeniem mogłaby konkurować nawet z mapami współczesnymi. To co zasadniczo odróżnia omawianą mapę od współczesnych nam map topograficznych, to użycie tylko jednej barwy – czarnej oraz półtonów. Dodać jednak należy, że tego rodzaju podejście do druku map topograficznych, było w pierwszej połowie XIX wieku standardem, a mapa nie ustępowała pod względem jakości druku najlepszym opracowaniom kartograficznym na świecie.

Analizując rozwiązania redakcyjne zastosowane na mapie Kwatermistrzostwa nie sposób nie dostrzec sporej liczby konfliktów graficznych. Przejawiają się one w nakładaniu się na siebie rysunku rzeźby terenu, rysunku sytuacyjnego oraz napisów. Współczesny użytkownik, przyzwyczajony do przerywania linii w miejscach ich krzyżowania się, np. z nazwami miejscowości drukowanymi tą samą barwą, odczuwa pewien wizualny dyskomfort widząc nakładający się na siebie rysunek wzgórza (przedstawionego kreskami), lasu i nazwy miejscowości. Takie rozwiązanie graficzne miejscami znacznie pogorsza czytelność mapy.

Precyzyjny rysunek znaków zastosowanych na mapie Kwatermistrzostwa pozwalał na dostarczenie nie tylko informacji o lokalizacji obiektów, lecz również o pewnych ich właściwościach. W przypadku kościołów, kaplic czy mostów informacją tą był materiał, z którego obiekty te zostały wybudowane (np. drewniane lub murowane), natomiast w przypadku łąk czy lasów podawana była informacja o ich podmokłości (ryc. 2C).

Wiele spośród znaków znajdujących się w legendzie mapy Kwatermistrzostwa objaśnionych jest w sposób niezrozumiały dla współczesnego czytelnika. Wynika to głównie z faktu zastosowania w objaśnieniach terminów obecnie nieużywanych, takich jak np. „hamernia” czy „friszarka”, których znaczenie można odszyfrować dopiero po odwołaniu się do encyklopedii lub specjalistycznych słowników. Inne określenia, jak np. „komora konsumowa” czy „komora kontrolna” wymagają znajomości zagadnień celnych oraz podatkowych obowią-

zujących w XIX wieku na obszarze zaboru rosyjskiego. Jeszcze inne terminy, jak np. „romunek” to określenia z których wyjaśnieniem mają problemy nawet językoznawcy (romunek to prawdopodobnie wolnostojące gospodarstwo rolne lub grupa kilku domów oddalona od wsi – kolonia?).

Topograficzną kartę Królestwa Polskiego wydano drukiem w 1843 roku w nakładzie 2000 egzemplarzy, chociaż na karcie tytułowej widnieje data 1839 r. – data zakończenia prac terenowych. Była ona jednak mapą tajną, dostępną jedynie nielicznym oficerom i administracji rosyjskiej. Na cywilne rozpowszechnianie pozwoliły władze carskie dopiero w 1857 roku, a więc w czasie, kiedy mapa ta częściowo była już nieaktualna. Pomimo tego jest ona jednym z największych osiągnięć kartografii polskiej w okresie zaborów i jedną z najlepszych map topograficznych swoich czasów.

Opracowywaniem map topograficznych przedstawiających ziemie polskie w wieku XIX i początkach wieku XX zajmowały się służby topograficzne państw zaborczych. Co prawda czasami w instytucjach tych pracowali również Polacy, jednakże zarówno koncepcja map jak i prace terenowe, redakcyjne, druk i rozpowszechnianie podporządkowane były w całości administracji obcych państw. Na odrodzenie się kartografii polskiej czekać trzeba było aż do zakończenia I wojny światowej i do odzyskania niepodległości przez Polskę. W efekcie tak istotne dla rozwoju kartografii wydarzenia jak wynalazek fotografii i rozwój fotoreprodukcji, czy pojawienie się fotografii lotniczej, nie wywarły bezpośredniego wpływu na ewolucję polskiej kartografii.

Odzyskanie niepodległości przez Polskę w 1918 roku, postawiło przed nową administracją kraju wiele poważnych zadań, z których znaczna część wymagała wykorzystania nowych, dokładnych map topograficznych. Problem ten dostrzeżono bardzo wcześnie. Jeszcze w okresie poprzedzającym odzyskanie niepodległości w styczniu 1918 roku w Warszawie utworzono Wojskową Szkołę Mierniczą, która miała przygotowywać kadry do prac topograficznych na terenie Polski. W październiku i listopadzie 1918 roku powołano do życia dwie niezależne instytucje zajmujące się topografią. Były to Wydział Geograficzny Sztabu Generalnego Wojska Polskiego oraz Sekcja Geograficzna Departamentu Technicznego Ministerstwa Spraw Wojskowych. Na bazie tych trzech instytucji w styczniu 1919 roku powołano Instytut Wojskowo-Geograficzny.

Jednym z pierwszych zadań nowopowstałego Instytutu było gromadzenie map topograficznych państw zaborczych przedstawiających ziemie polskie, powielanie ich i zaopatrzenie wojska w mapy. Wynikało to z dużego zapotrzebowania na mapy topograficzne w oddziałach wojskowych i braku możliwości opracowywania map własnych. Co prawda odpowiednią służbę w ranach IWG

zaczął od 1919 roku organizować pułkownik Henryk Zemanek, były oficer Wojskowego Instytutu Geograficznego w Wiedniu, jednakże z uwagi na brak wykwalifikowanej kadry i odpowiedniego sprzętu oraz wojnę polsko-rosyjską, działania te nie mogły zaowocować opracowaniem nowej mapy topograficznej.

Zasadnicze zmiany w podejściu do opracowywania map nastąpiły po reorganizacji IWG i przekształceniu go w Wojskowy Instytut Geograficzny (WIG). Przez okres sześciu lat, pod dowództwem generała Bolesława Jaźwińskiego, stał się instytucją zdolną do opracowywania i wydawania własnych map topograficznych. W okresie tym rozpoczęto prowadzenie prac triangulacyjnych, wykonywanie zdjęć fotogrametrycznych, wydawanie map szczegółowych w skali 1:25 000 oraz opracowywanie koncepcji własnej oryginalnej mapy topograficznej w skali 1:100 000.

Zadanie opracowania nowych map topograficznych wiązało się z koniecznością pokonania wielu trudności. Do najważniejszych z nich należały: stworzenie podstaw organizacyjnych i prawnych dla funkcjonowania służby topograficznej, zorganizowanie profesjonalnego zaplecza kadrowego, gromadzenie i weryfikacja istniejącego zasobu map topograficznych dla obszaru Polski i terenów przyległych oraz opracowanie założeń nowych map topograficznych.

Problem wypracowania podstaw organizacyjno-prawnych został rozwiązany dość szybko. Powołanie IWG i późniejsze przekształcenie go w WIG sprawiło, że stworzono ramy instytucji, która co prawda, kilkakrotnie reorganizowana, przetrwała i dynamicznie rozwijała się przez cały okres międzywojenny. Nieco więcej czasu zabrało zgromadzenie odpowiednio wykwalifikowanych kadr. Ostatecznie jednak i ten problem rozwiązano, zastępując sukcesywnie oficerów wywodzących się z armii byłych państw zaborczych absolwentami Wojskowej Szkoły Mierniczej, wykształconymi już w wolnej Polsce. Wojskowy Instytut Geograficzny ustawnie modernizowano pod względem wyposażenia w sprzęt pomiarowy, kreślarski, fotoreprodukcyjny i drukarski.

Największym problemem okazało się jednak opracowanie koncepcji nowych map topograficznych. Przejęty po zaborcach zasób kartograficzny był do tego stopnia niejednorodny, że nie mógł stanowić podstawy dla nowo opracowywanych map. Różnice dotyczyły zarówno odmiennych podstaw matematycznych map opracowanych przez poszczególnych zaborców (różne sieci triangulacyjne, elipsoidy, odwzorowania, skale) jak też odmiennych systemów współrzędnych geograficznych (południk 0° przechodzący przez Ferro, Greenwich lub Pułkowo), czy nawet różnych jednostek miar użytych do konstrukcji map (metry i kilometry w zaborach pruskim i austriackim oraz sążnie i wiorsty w zaborze rosyjskim). Znaczące problemy były również wynikiem odmiennych

koncepcji map pozostałych po zaborcach. Dotyczyło to przede wszystkim systemów znaków stosowanych na mapach, ich formy graficznej, języka opisów oraz różnic w znaczeniu i zakresie poszczególnych pojęć stanowiących podstawę opracowania mapy. Przykładem mogą być chociażby tak powszechnie stosowane określenia jak „droga główna”, „las” czy „bagno”, które występowały na mapach topograficznych przedstawiających tereny wszystkich zaborów jednak definiowane były w nieco odmienny sposób.

Ogrom problemów z opracowaniem nowych map topograficznych sprawił, że w okresie do 1926 roku WIG skupił się głównie na wydawaniu poszczególnych arkuszy map zaborczych metodą kontrreprodukcji. Przy braku oryginalnych matryc drukarskich, kopiowano istniejące arkusze map państw zaborczych (w oparciu o technikę fotolitograficzną), usuwając z nich jednocześnie zauważone błędy i zmieniając opisy na język polski. Kontrreprodukcja pozwalała także na zmianę kolorystyki map, poprzez „rozkolorowanie” map źródłowych. Osiągano to kopiując kilkukrotnie tą samą mapę źródłową (tyle razy ile kolorów wyjściowych chciano uzyskać), a następnie usuwając z poszczególnych kopii elementy treści, które nie powinny być wydrukowane danym kolorem.

Metodą tą drukowano wielobarwne mapy, którymi zdołano pokryć około 40 % powierzchni kraju. Mapy te, pozbawione siatki topograficznej, obciążone były poważnymi błędami sytuacyjnymi, dochodzącymi nawet do kilkuset metrów, wynikającymi z pobieżnego jedynie sprawdzenia zgodności treści w terenie oraz błędów powstających podczas kopiowania i reprodukcji. Ich grafika jednak stała na dość wysokim poziomie. Mapy zyskiwały na czytelności w wyniku ich „rozkolorowania” oraz poprawienia błędów zauważonych na mapach źródłowych (dorysowanie brakujących lub źle oddrukowanych elementów treści i wykasowanie elementów niepotrzebnych). Metoda kontrreprodukcji nie pozwalała jednak na poważniejszą ingerencję w system znaków topograficznych zastosowanych na mapach źródłowych (poza zmianą kolorystyki). W efekcie wydawane arkusze map posługiwały się różnymi systemami znaków topograficznych, charakterystycznymi dla terenu byłego zaboru, dlatego też trudno uznać je za polskie mapy topograficzne.

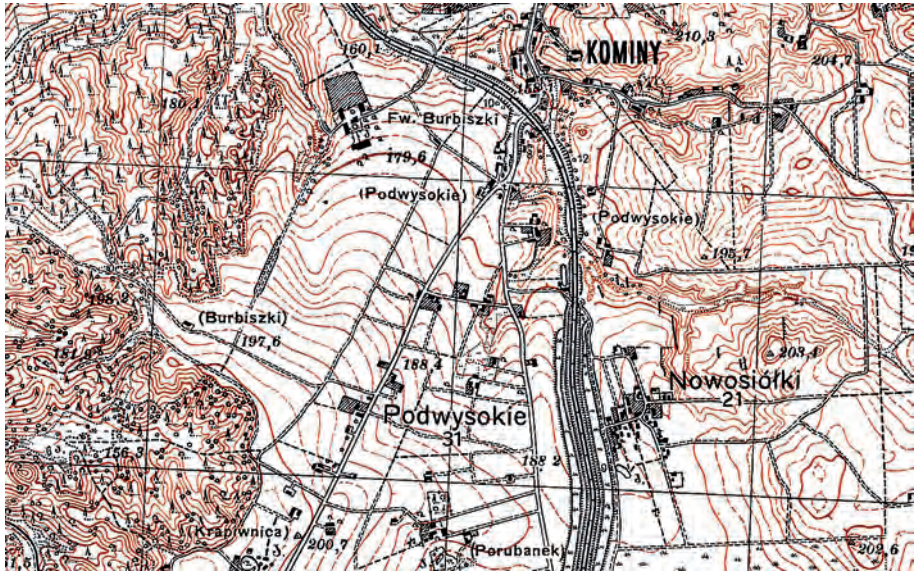
Powielanie istniejących map topograficznych metodą kontrreprodukcji wykorzystywane było w odniesieniu do całego szeregu skalowego map topograficznych państw zaborczych. Kopiowano w ten sposób mapy austriackie w skalach 1:25 000, 1:75 000 i 1:200 000, mapy pruskie w skalach 1: 25 000, 1:100 000 i 1:300 000 oraz mapy rosyjskie w skalach 1:21 000, 1:42 000, 1:84 000 i 1:126 000.

Idea opracowania własnych oryginalnych map topograficznych pojawiła się w WIG-u już w początkach jego działalności. Wynikała ona z konieczności ujed-

nolicenia materiałów kartograficznych i dostosowania ich w pierwszym rzędzie do potrzeb wojska, a dopiero w dalszej kolejności do potrzeb gospodarki kraju. Aby temu sprostać zdecydowano się skorzystać z rozwiązań niemieckich i rozpoczęto prace nad trzema podstawowymi skalami map. Były to: mapa szczegółowa (1:25 000), mapa taktyczna (1:100 000) oraz mapa operacyjna (1:300 000).

Mapy szczegółowe w skali 1:25 000 aż do roku 1927 opracowywane były wyłącznie poprzez kontrreprodukcję map zaborczych. W latach 1919-1923 zadanie to najczęściej powierzano prywatnym zakładom graficznym, głównie drukarni E. i K. Koziańskich (Krassowski 1974). Ingerencja w grafikę oryginalnych map źródłowych była znikoma, a mapy drukowano jednobarwnie. Począwszy od roku 1923, kiedy to wprowadzono jednolity system znaków topograficznych i druk czterobarwny oraz zastosowano reambulację, mapy szczegółowe zyskały nową szatę graficzną i znacznie poprawiła się ich dokładność i czytelność. Obok czterech podstawowych barw (czarnej dla przedstawienia sytuacji, brązowej dla rzeźby terenu, niebieskiej dla wód oraz zielonej dla lasów) nadrukowywano na mapy kolorem fioletowym siatkę topograficzną w odstępach 4-centymetrowych. Pomimo niewątpliwych zalet szczegółowe mapy topograficzne wykonywane w latach 1923-1927 miały wiele wad. Druk wielobarwny dawał bardzo dobry efekt końcowy, lecz wiązał się ze znacznie większym nakładem pracy i kosztów oraz był kilkukrotnie bardziej czasochłonny niż druk jednobarwny. Konieczność pasowania kolorów w praktyce okazała się dość dużym problemem. Mapy, pomimo prób ujednolicenia, miały różniący się format i różne systemy współrzędnych. Mapa wielobarwna pozbawiona chociaż jednego z kolorów stawała się w praktyce prawie bezużyteczna. Z wojskowego punktu widzenia były to wady znaczące, zwłaszcza w sytuacjach zagrożenia wojennego, gdy w krótkim czasie trzeba było wydrukować mapy w dużym nakładzie. W praktyce mapy szczegółowe drukowane były w dwu odmianach wielobarwnej (ryc. 3) i jednobarwnej, przy czym ta druga miała znacznie gorszą czytelność.

Niezadowolający poziom mapy szczegółowej sprawił, że od roku 1927 rozpoczęto intensywne prace nad jej udoskonaleniem. Prace te zaowocowały opracowaniem nowej, oryginalnej koncepcji mapy. Mapy szczegółowe stały się od tego momentu mapami jednobarwnymi (wyjątek stanowiły arkusze dla terenów o skomplikowanej rzeźbie terenu, którą drukowano kolorem brązowym). Nowy jednolity system znaków topograficznych był bardzo rozbudowany. Instrukcja mapy obejmowała aż 188 różnych znaków, uzupełnianych dodatkowo ponad siedemdziesięcioma skrótami literowymi (WIG 1931). Rysunek sytuacyjny wykonany był czterema grubościami linii, od 0,05 mm – najcieńsze, poprzez 0,1 mm



Ryc. 3. Mapa Szczegółowa Polski w skali 1:25 000 (WIG, 1933) – fragment ark. P30 S40 F Wilno Południe.

i 0,15 mm aż do 0,2 mm – najgrubsze. Bardzo istotną cechą typu normalnego mapy szczegółowej (tak określano mapy 1:25 000 opracowywane i wydawane po 1929 roku) było całkowite wyeliminowanie konfliktów graficznych. Pomimo jednobarwnego druku mapy były tak opracowane, że opisy nigdy nie przecinały się z rysunkiem sytuacyjnym i znakami topograficznymi. Osiągnano to poprzez odpowiednią kolejność nanoszenia treści na mapę. W pierwszym rzędzie nanoszono na mapę znaki topograficzne i napisy a dopiero później rysunek sytuacyjny (Fleck, 1923). Dodatkową zaletą mapy było zastosowanie jednolitego dla obszaru całej Polski, odwzorowania quasi-stereograficznego WIG oraz jednolitego systemu współrzędnych. Mapy szczegółowe drukowane były techniką litograficzną, zapewniającą wysoki poziom reprodukcji na papierze mapowym, którego receptura została specjalnie opracowana na potrzeby WIG. Ustalenie dokładnej liczby wydanych drukiem godeł mapy szczegółowej jest zadaniem trudnym. W zależności od źródła podawane są różne liczby – od około 1400 do ponad 2000 na ogólną liczbę 3915 godeł pokrywających całą powierzchnię Polski, co daje pokrycie na poziomie od 35 do 58%.

Pochodną szczegółowej mapy topograficznej była szczegółowa mapa turystyczna. Ogółem wydano 30 arkuszy tej mapy. Podstawowy system znaków topograficznych wzbogacono o treść turystyczną (szlaki i obiekty turystyczne).

W efekcie powstały mapy wielobarwne – dla terenów nizinnych zastosowano 5 barw (poza czarnym, brązowym, niebieskim i zielonym, dodano kolor czerwony dla treści turystycznej), zaś dla terenów górskich dodano szósty kolor – szarofioletowy którym zaprezentowano cieniowanie rzeźby terenu.

Nieco odmienny charakter miały turystyczne mapy fotogrametryczne. Obejmowały one trzy różne obszary. Grafika poszczególnych map różniła się nieco, a także była nieco odmienna od arkuszy szczegółowej mapy turystycznej, chociaż zastosowano na nich podobny system znaków topograficznych.

Pierwsza z nich, wydana w 1934 roku *Fotogrametryczna mapa Parku Narodowego Tatry* opracowana została w skali 1:20 000 w trzech różniących się wersjach. Wersja normalna była sześciobarwna – sytuację przedstawiono barwą czarną, poziomice brązową, lasy ciemnozieloną, kosówkę jasnozieloną, łąki zieloną i wody niebieską. Wersja turystyczna i narciarska zostały natomiast wydrukowane aż w ośmiu kolorach. Zrezygnowano z koloru zielonego (stosowanego w wersji normalnej dla oznaczenia łąk) dodano zaś barwę szarą dla rysunku skał, barwę szarofioletową dla cieniowania rzeźby oraz barwę czerwoną dla treści turystycznej (w turystycznej wersji mapy) i dla treści narciarskiej (w narciarskiej wersji mapy).

Fotogrametryczna mapa Rabki i okolic wydana została w skali 1:10 000 w roku 1937. Była to mapa pięciobarwna na której sytuację przedstawiono barwą czarną, poziomice brązową, lasy zieloną, wody niebieską a treść turystyczną czerwoną. Pomimo iż mapa ta opracowana została w znacznie większej skali niż mapa Tatr i arkusze szczegółowej mapy turystycznej, system znaków topograficznych był taki sam, gdyż oparto go na tej samej instrukcji z 1929 roku.

Trzecia spośród turystycznych map fotogrametrycznych – mapa Pienin wydana została również w roku 1937. Była to mapa sześciobarwna. Podobnie jak na innych mapach turystycznych sytuację przedstawiono barwą czarną, lasy zieloną, wody niebieską, a treść turystyczną czerwoną, jednak barwę brązową zastosowano zarówno dla poziomicy jak i rysunku skał, natomiast cieniowanie rzeźby terenu wykonano barwą szarooliwkową.

Wszystkie turystyczne mapy fotogrametryczne miały zamieszczoną na marginesie legendę zawierającą zestaw użytych na nich znaków topograficznych i skrótów literowych. Odnaczały się bardzo starannie opracowaną szatą graficzną i delikatnym, precyzyjnym rysunkiem, zapewniającym dobrą czytelność. Poziom ich opracowania był na tyle wysoki, że z powodzeniem mogłyby konkurować z wieloma współczesnymi mapami turystycznymi.

Podobny jak szczegółowa mapa topograficzna charakter miały opracowane i wydane przez WIG mapy topograficzne w skalach 1:5 000 oraz

1:10 000. W przeciwieństwie do mapy w skali 1:25 000, którą w okresie międzywojennym pokryto około połowy powierzchni kraju, wydano ich bardzo niewiele. Ze względu na wspomniany powyżej fakt stosowania tej samej instrukcji topograficznej z 1929 ich szata graficzna i zastosowany system znaków topograficznych nie różniły się od mapy szczegółowej. Mapy te, będące reprodukcjami terenowych zdjęć oryginalnych, wydawano w wersji jednobarwnej z nadrukowaną siatką topograficzną, w odwzorowaniu quasi-stereograficznym WIG.

Drugim rodzajem mapy topograficznej opracowywanej i wydawanej przez WIG była mapa taktyczna w skali 1:100 000. Mapa ta była podstawową mapą topograficzną wykorzystywaną zarówno przez wojsko, jak i państwowe służby cywilne. O wyborze skali zadecydowały względy praktyczne. Brak dokładnej, jednolitej mapy topograficznej, niezbędnej dla obronności kraju i gospodarki narodowej zmuszał WIG do szybkiego rozwiązania tego problemu. Wielu ówczesnych kartografów wojskowych, zarówno polskich jak i zagranicznych, uważało, że najodpowiedniejszą dla wojska skalą map topograficznych jest skala 1:50 000 (Krassowski 1974). Opracowanie mapy topograficznej w takiej skali rozważano również w WIG. Dwukrotnie wykonano nawet arkusze próbne takiej mapy (w 1927 r. okolice Mostów i Różanki nad Niemnem oraz ark. Toruń w 1935 r.), jednakże pomysł nie znalazł swojej kontynuacji (Sobczyński Geoforum.pl). Ostatecznie zdecydowano się na skalę dwukrotnie mniejszą z uwagi na fakt, że odziedziczony po zaborze niemieckim zbiór map opracowanych w okresie I wojny światowej w skali 1:100 000 był stosunkowo aktualny i pokrywał zasięgiem większą część obszaru odrodzonej Rzeczypospolitej (Krassowski 1974).

W początkowym okresie zapotrzebowanie na mapę w skali 1:100 000 pokrywano z odziedziczonego po zaborcach zasobu map wydanych drukiem. Zasób ten jednak dość szybko zaczął się wyczerpywać. Począwszy od roku 1920 rozpoczęto kontrreprodukcję map, połączoną z fotomechanicznym ich przeskalowaniem do jednolitej skali 1:100 000. W roku 1921 przy reprodukowaniu map zaczęto nanosić zmiany stwierdzone podczas reambulacji oraz wprowadzać polskie nazwy. Proces ten stwarzał rozliczne problemy, gdyż wiele nazw w wyniku rusyfikacji i germanizacji w okresie zaborów uległo zmianom i przekształceniom.

W roku 1922 WIG przystąpił do opracowywania oryginalnych map taktycznych na podstawie reambulacji. Mapy te określane jako typ pierwszy (lub typ wielobarwny wzór 1922) wydawane były w latach 1922-1926 jako mapy dwu-, trzy- lub czterobarwne. Sytuację przedstawiano kolorem czarnym, poziomice brązowym, lasy zielonym a wody niebieskim. System znaków topograficznych

oparto na systemie stosowanym na mapach austriackich w skali 1:75 000. Efektem były znaki topograficzne o stosunkowo dużych rozmiarach, niezbyt pasujące do mapy w skali 1:100 000. Problematyczny okazał się również wielobarwny druk. Co prawda reprodukcja mapy w kilku kolorach znacznie podnosiła jej estetykę i czytelność, jednak poza problemami z pasowaniem kolorów, znacznie spowalniała tempo reprodukcji map.

Podobnie jak w przypadku, wspomnianej powyżej, wielobarwnej mapy szczegółowej z lat 1922-1927, próbą rozwiązania problemów stało się rozpoczęcie opracowywania typu drugiego map taktycznych. Liczba kolorów ograniczona została do dwóch – czarnego dla oznaczenie sytuacji, wód i lasów oraz brązowego dla oznaczenia warstwic. System znaków topograficznych, w stosunku do map taktycznych typu pierwszego nie uległ zmianie. Pod względem graficznym mapy opracowane zostały bardzo starannie. Niektóre arkusze mapy taktycznej tego typu ukazały się także w wersji czterobarwnej, powstałej poprzez nadrukowanie koloru zielonego na lasy i niebieskiego na wody. Poważnym mankamentem map pozostało jednak oparcie ich opracowania na mapach zaborczych, brak siatki kilometrowej i niezadowalający poziom kartometryczności.

Prawdziwym przełomem w opracowywaniu map w skali 1:100 000 stał się rok 1929, w którym rozpoczęto opracowywanie typu trzeciego map taktycz-



Ryc. 4. Mapa Taktyczna Polski w skali 1:100 000 (WIG, 1936 rok) – fragment ark. P43 S35 Lublin Północ.

nych. Mapy te oparto na nowych, oryginalnych założeniach, które były efektem współpracy i konsultacji WIG-u ze światem nauki i specjalistami różnych dziedzin. Podstawą map stało się odwzorowanie quasi-stereograficzne WIG. Wprowadzono również nowy, oryginalny system znaków topograficznych. Liczba znaków tylko nieznacznie ustępowała mapie szczegółowej. Zmniejszono również wymiary arkuszy. W efekcie mapa taktyczna typu trzeciego odznaczała się precyzyjnym, delikatnym rysunkiem. Mapa zachowała kolorystykę mapy taktycznej drugiego typu (sytuacja drukowana była kolorem czarnym, warstwie kolorem brązowym). Niektóre arkusze, podobnie jak w przypadku mapy drugiego typu, wydawane były w wersji czterobarwnej.

Począwszy od 1931 roku WIG rozpoczął wydawanie typu czwartego (normalnego) mapy taktycznej. Nowo zakupione maszyny drukarskie pozwoliły na rezygnację z druku dwubarwnego przy jednoczesnym wzroście prędkości reprodukcji. Mapy taktyczne tego typu stały się mapami czterobarwnymi, a od 1933 roku, niekiedy, pięcio- i sześciobarwnymi. Na arkuszach prezentujących tereny górskie dodawano barwę szarofioletową dla cieniowania rzeźby terenu. Czasami stosowano również nadruk w kolorze czerwonym dla treści o charakterze turystycznym. Zarówno charakter rysunku jak i system znaków topograficznych, opracowany na bardzo wysokim poziomie, opierał się na wzorcach zastosowanych na mapach typu trzeciego. Wraz z wprowadzeniem druku wielobarwnego mapy taktyczne typu czwartego bardzo zyskały na estetyce. Pomimo bardzo bogatej treści, dorównującej często mapom opracowywanym w większych skalach, mapa taktyczna pozostała przejrzysta i czytelna (ryc. 4).

Bardzo podobną drogę rozwojową przeszła także mapa operacyjna w skali 1:300 000 (ryc. 5). Typ pierwszy tej mapy wydawany w latach 1920-1922, był w istocie konrreprodukcją niemieckiej mapy przeglądowej Europy Środkowej (*Übersichtskarte von Mitteleuropa* 1:300 000) opracowanej w latach 1893-1914. Mapę drukowano w wersji cztero- lub pięciobarwnej. Począwszy od 1922 na mapę tą zaczęto nanosić niewielkie poprawki i zastąpiono niemieckie nazewnictwo polskim, tworząc w ten sposób drugi typ mapy operacyjnej wydawany aż do roku 1926. Podobnie jak w przypadku map szczegółowej i taktycznej, typ trzeci mapy operacyjnej, wydawany w latach 1927-1933 oparto na oryginalnych polskich rozwiązaniach. Podstawę aktualizacji treści stanowiły, unacześnione mapy w skalach 1:25 000 oraz 1:100 000. Niemieckie znaki topograficzne zastąpiono nowo opracowanym systemem znaków polskich. Zmieniono także kolorystykę mapy. Podobnie jak na mapach szczegółowej i taktycznej, z tego okresu, podstawowymi kolorami były: czarny, którym wydrukowano całą sytuację, łącznie z lasami i wodami oraz brązowy dla po-

ziomic. Pozostałe cztery kolory były nadrukowane – zielony na lasy, niebieski na wody, czerwony na drogi i pomarańczowy na granice administracyjne. Grafika mapy stała na bardzo wysokim poziomie. Delikatny i precyzyjny rysunek sytuacyjny zapewniał bardzo dobrą czytelność, a system znaków topograficznych, składający się z ponad sześćdziesięciu pozycji, pozwalał na zaprezentowanie bardzo bogatej informacji o terenie. Typ czwarty mapy operacyjnej, wydawany w latach 1934-1939, różnił się od typu trzeciego dodaniem siódmego koloru – błękitnego dla uplastycznienia rzeźby terenów górskich.

Wybuch II wojny światowej w 1939 roku przerwał dynamiczny rozwój polskiej kartografii okresu międzywojennego. Duża część kadry WIG-u zginęła lub dostała się do niewoli. Niektórym jednak oficerom udało się dostać do Francji, a później do Anglii, gdzie WIG w bardzo okrojonym składzie prowadził dalszą działalność. Jednak opracowywanie nowych map było bardzo utrudnione. Działalność WIG-u skupiała się głównie na reprodukcji map i zaopatrywaniu w nie konspiracyjnych oddziałów w Polsce. Do nielicznych nowych opracowań kartograficznych tego okresu należą plany polskich miast, drukowane w jednym kolorze z niebieskim nadrukiem na wody. System znaków zastosowanych na planach został lekko zmieniony w stosunku do wzorów znaków topograficznych dla map w skali 1:10 000 i 1:25 000 z 1929 roku. Najlepszym przykładem



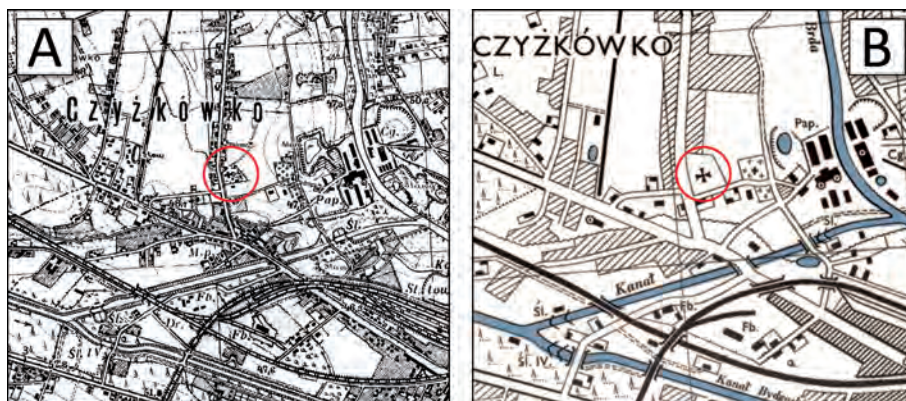
Ryc. 5. Mapa Operacyjna Polski w skali 1:300 000 (WIG, 1932 rok) – fragment ark. 66 Lublin.

może być zmiana sygnatury kościoła na krzyż maltański (sygnaturę stosowaną na mapach rosyjskich) (ryc. 6). Plany odznaczały się zróżnicowanym poziomem dokładności i, z wyjątkiem oznaczenia skarp i grobli, nie posiadały informacji o ukształtowaniu terenu. Zasadniczo poziom graficzny planów nie dorównywał mapom z okresu międzywojennego, gdyż Sekcja WIGu działająca w Wielkiej Brytanii (Edynburg) nie posiadała własnej bazy poligraficznej i zmuszona była do korzystania z drukarni miejscowych (Krasowski 1974).

Pozostała część oficerów i pracowników cywilnych WIGu, ukrywająca się w kraju lub rozproszona po świecie, również podejmowała działania związane z opracowywaniem map. Wielu oficerów zasiliło służby topograficzne polskich oddziałów powstających w ZSRR i na Bliskim Wschodzie. Pozostali przeszli do działalności konspiracyjnej, stojąc najczęściej na czele komórek topograficznych. Działalność ich jednak tylko w nielicznych przypadkach wiązała się z opracowywaniem nowych map, które opierały się na przedwojennych wzorcach, jednakże z uwagi na trudności reprodukcyjne, najczęściej wykonane były na dość niskim poziomie graficznym.

Po zakończeniu działań wojennych opracowanie nowych map stało się bardzo dużym problemem. Zmiany polityczne i terytorialne oraz olbrzymie zniszczenia na terenie całego kraju stworzyły sytuację w której nie tylko wojsko, ale przede wszystkim gospodarka narodowa potrzebowały aktualnych opracowań kartograficznych w różnorodnych skalach. Opracowane w okresie międzywojennym przez WIG mapy szczegółowe, taktyczne i operacyjne, w efekcie działań wojennych stały się zupełnie nieaktualne, a dodatkowo pokrywały jedynie część nowego terytorium kraju. Sytuacja taka zmusiła władze państwowe do „reaktywowania” Wojskowego Instytutu Geograficznego. Nowopowstały WIG nie był prostą kontynuacją przedwojennego, gdyż pozostałości tego ostatniego w postaci Sekcji WIG funkcjonowały w dalszym ciągu w Wielkiej Brytanii i podlegały rządowi emigracyjnemu w Londynie. Odtworzony po II wojnie światowej w kraju WIG w dużej części oparł swoją działalność na organizacyjnych wzorcach z okresu międzywojennego. Znaczący udział w jego tworzeniu mieli również oficerowie i pracownicy cywilni dawnego WIG-u, zarówno ci którzy przeżyli okupację na terenie Polski jak i ci, którzy po zakończeniu wojny powrócili z zagranicy (ZSRR, Węgier, Francji i Wielkiej Brytanii).

Pomimo braków kadrowych (165 pracowników, tj. około 1/4 kadry przedwojennego WIG-u zginęło podczas wojny a wielu innych pozostało za granicą i nie powróciło do kraju) oraz bardzo dużych trudności sprzętowych i lokalowych, WIG w 1947 roku przystąpił do wydawania nowej mapy w skali 1:100 000 (ryc. 7). Mapa ta bazowała na przedwojennej mapie taktycznej WIG,



Ryc. 6. Przykład zmiany znaku kościoła na mapach WIG (A – fragment mapy 1:25 000, ark. P36 S26 Bydgoszcz z 1933 r., B – fragment planu 1:25 000 GSGS 4435 Bydgoszcz z 1943 r.). Lokalizację znaku kościoła oznaczono czerwonym okręgiem.

zachowując jej podstawy matematyczne i system znaków umownych oraz, dla północnych i zachodnich obszarów Polski, na niemieckich mapach w skalach 1:100 000, 1:25 000 i 1:5 000. Dodatkowo batymetrię Bałtyku oparto na angielskiej mapie z 1947 roku wykonanej w skali 1:132 800. Mapa początkowo drukowana była jedynie w trzech barwach (sytuacja – czarna, rzeźba terenu – brązowa i wody – niebieska), do których w okresie późniejszym dodano jeszcze dwa kolory nadrukowane (zielony na lasy i czerwony na drogi). Pięciobarwna wersja mapy okazała się znacznie bardziej czytelna od wersji trójbarwnej. Do roku 1955 wydano 380 arkuszy tej mapy obejmujących 98 % powierzchni kraju. Zastosowany na nich system znaków topograficznych podlegał częściowym zmianom. Prowadziły one do uproszczenia formy graficznej znaków i zmniejszenia pracochłonności, głównie w odniesieniu do skomplikowanego na przedwojennych mapach taktycznych rysunku lasów. Mapy te w okresie ich wydawania ulegały także stopniowemu utajnianiu, od jawnych w latach 1947-1948 do całkowitego utajnienia po 1950 roku, stając się w ten sposób zupełnie nieprzydatnymi dla zastosowań cywilnych (Sobczyński, Geoforum.pl).

Z uwagi na fakt, że powojenne „setki” podczas redagowania powiększono do roboczej skali 1:50 000, postanowiono wydać drukiem mapę topograficzną w tej skali. Była ona jedynie fotograficznym powiększeniem mapy 1:100 000 i poza tym niczym nie różniła się od pierwowzoru.

Jeszcze podczas wydawania wyżej wspomnianych map w skalach 1:100 000 i 1:50 000 w 1952 roku równolegle zostały wydane mapy rosyjskie w skalach 1:100 000 oraz 1:200 000. Mapy te, opracowane w układzie 1942, w stosunku do

oryginalnych, rosyjskich wydań miały zmienione nazewnictwo i naniesione, na podstawie zdjęć lotniczych, niewielkie poprawki. Był to wstęp do utraty kontroli nad opracowywaniem map topograficznych przez polskie służby topograficzne na rzecz służb rosyjskich.

Kolejne konferencje służb topograficznych państw Układu Warszawskiego, poczynając od konferencji w Sofii w 1952 roku (jeszcze przed formalnym powołaniem Układu Warszawskiego do życia) spowodowały unifikację rozwiązań kartograficznych państw bloku wschodniego według rozwiązań radzieckich. Nadzór nad wprowadzaniem przyjętych rozwiązań sprawowali oficerowie radzieccy, obecni również w polskiej wojskowej służbie topograficznej aż do drugiej połowy lat pięćdziesiątych ubiegłego wieku. Od chwili powstania Układu Warszawskiego aż do końca lat osiemdziesiątych wszystkie wojskowe mapy topograficzne wydawane w Polsce w skalach 1:10 000, 1:25 000, 1:50 000, 1:100 000 oraz 1:200 000, opracowywane były z zastosowaniem rosyjskich zasad redakcji i znaków umownych oraz utajniane.

Ze względu na konieczność posługiwania się mapami przez użytkowników cywilnych, Sztab Generalny WP od 1957 roku rozpoczął wydawanie arkuszy mapy 1:25 000 przeznaczonej do celów gospodarczych tzw. „obróbki”. Mapa ta była sześciobarwną wersją mapy wojskowej w układzie 1942, pozbawionej



Ryc. 7. Mapa topograficzna w skali 1:100 000, układ Borowa Góra(SG WP, 1954 rok) – fragment ark. P44 S33 Solec Sandomierski (wydanie tymczasowe).

bardzo dużej części znaków topograficznych i celowo zniekształconej. W dodatku treść poszczególnych arkuszy ograniczała się do obrębów odpowiadających powiatom. Pomimo braku kartometryczności, mapa ta miała jednak sporą wartość praktyczną z uwagi na brak alternatywnych materiałów kartograficznych. Trzeba jednak dodać, że z braku alternatywnych materiałów kartograficznych, „obrębówka” była w praktyce intensywnie wykorzystywana.

Pomimo ogromu pracy, jaki w latach 1955-1975 służba topograficzna włożyła w wykonanie map w skali 1:10 000 dla obszaru całego kraju oraz 1:5 000 dla obszarów intensywnego rozwoju gospodarczego (łącznie 16 294 arkuszy) mapy te trudno uznać za w pełni polskie. System znaków umownych stosowany na nich w zasadzie był identyczny z systemem radzieckim. Co prawda duża część map została opracowana w układzie 1965 (po roku 1968), jednak zupełnie nie miało to wpływu na grafikę i system znaków topograficznych. Wprowadzony, na przełomie lat sześćdziesiątych i siedemdziesiątych XX wieku, zakaz udostępniania użytkownikom cywilnym map topograficznych w układach 1942 i Borowa Góra doprowadził do trwałego podziału na kartografię wojskową i cywilną (ryc. 8). Podział jednak nie zaowocował powstaniem nowych cywilnych opracowań topograficznych. Co prawda pojawiła się mapa topograficzna w układzie GUGiK 80, jednakże powstała ona na drodze przemontowania i przeredagowania map wojskowych, dziedzicząc w dużej mierze ich system znaków i grafikę.

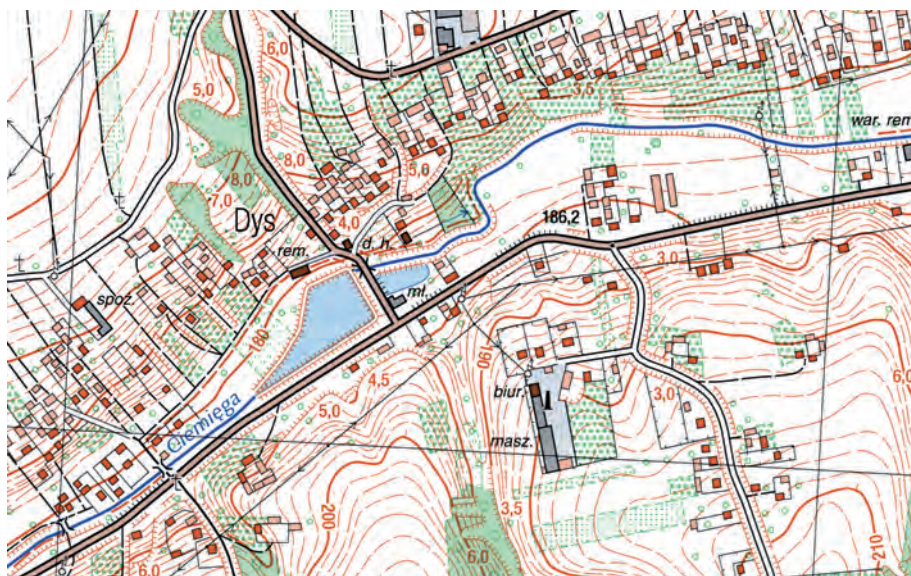
Przełomem w rozwoju map topograficznych były zmiany ustrojowe w Polsce, które zaszły po 1989 roku. Stopniowo zaczęto odtajnić i udostępnić użytkownikom cywilnym mapy wojskowe w układzie 1942. Wydano mapę w skali 1:200 000 obejmującą cały obszar Polski oraz mapy w skalach od 1:25 000 do 1:100 000 dla wybranych rejonów. W latach 1993-2001 ukazała się zaadaptowana na potrzeby turystyki mapa topograficzna w skali 1:100 000 (151 arkuszy, będąca co prawda zmienioną kolorystycznie wersją wojskowej „setki” lecz z systemem znaków uzupełnionym o treści turystyczne. Jest to w chwili obecnej najdokładniejsza, spośród map topograficznych, wydanych po 1990 roku, prezentująca obszar całej Polski, dostępna dla cywilnych użytkowników (Kowalski, Siwek 2013).

Początek lat dziewięćdziesiątych to okres w którym opracowano dwie mapy topograficzne, będące zdecydowanie największym osiągnięciem polskiej kartografii od zakończenia II wojny światowej. Są to mapy w skali 1:10 000 oraz 1:50 000 (ryc. 8 i 9). Koncepcje obu przygotowane zostały przez zespoły specjalistów (naukowców i praktyków) powołane przez Głównego Geodetę Kraju. Efektem prac było opracowanie specjalnie dla tych map nowego Państwowego Układu Współrzędnych Geodezyjnych 1992 oraz przygotowanie

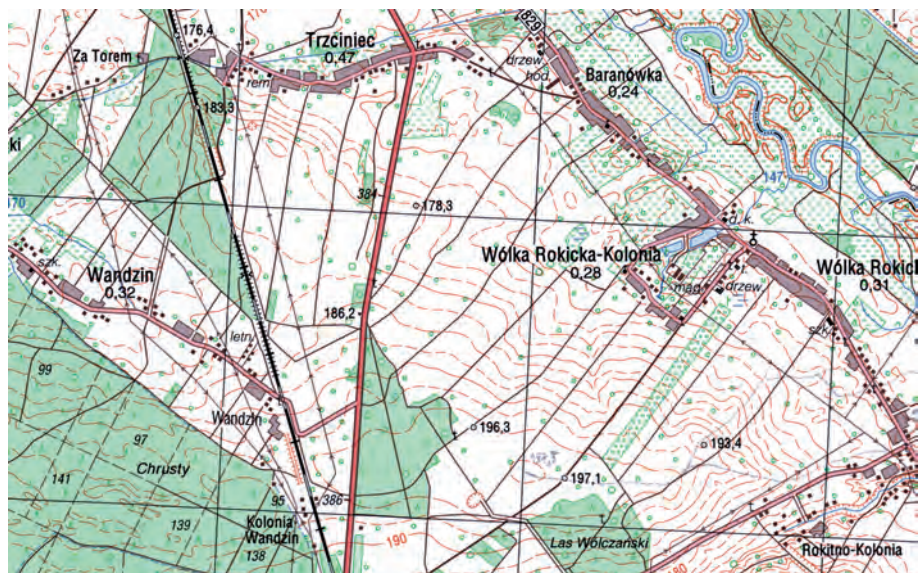
zasad redakcji i oryginalnego systemu znaków umownych. Prace koncepcyjne nad mapą 1:10 000 trwały 8 lat (od 1991 roku) lecz pierwsze arkusze zaczęły się ukazywać już w roku 1994. Mapa drukowana była w wersji dwu- i czterobarwnej. Odznaczała się bogactwem treści i bardzo dobrą czytelnością. Z planowanego pierwotnie 40 % pokrycia kraju ostatecznie udało się osiągnąć jedynie pokrycie 25 %.

Mapa w skali 1:50 000 miała nieco odmienne założenia, bardzo dużą szczegółowość (zdecydowanie więcej wyróżnień niż inne mapy w tej samej skali) oraz nowatorskie podejście do prezentacji zabudowy (Ostrowski 2008). Poziomem opracowania i grafiką znacznie przewyższała wydane wcześniej mapy cywilne i wojskowe. Niestety z planowanego pokrycia całej powierzchni kraju udało się zrealizować jedynie 55 %.

Pod względem graficznym mapy opracowane w układzie 1992 różniły się znacznie od map topograficznych opracowywanych w okresach wcześniejszych. Dzięki zastosowaniu wypełnień rastrowych o zróżnicowanym natężeniu, możliwe stało się uzyskanie znacznie bogatszej kolorystyki znaków graficznych, co w znacznym stopniu podniosło przejrzystość rysunku, pogładowość znaków i czytelność map. Widać to bardzo wyraźnie zwłaszcza w odniesieniu do prezentacji różnych typów zabudowy.



Ryc. 8. Mapa topograficzna, w skali 1:10 000, układ 1992 (GGK, 2001 rok) – fragment ark. M-34-34-A-a-2 Dys.



Ryc. 9. Mapa topograficzna, w skali 1:50 000, układ 1992 (GGK, 2001 rok) – fragment ark. M-34-22-C Lubartów.

Bardzo dobrym rozwiązaniem graficznym, zastosowanym na wyżej wymienionych mapach, było oparcie rysunku sytuacyjnego na barwie brązowej, a nie stosowanej „tradycyjnie” barwie czarnej. Dzięki takiemu zabiegowi możliwe stało się unikanie konfliktów graficznych przy umieszczaniu na mapie różnego rodzaju napisów (zwykle czarnych), bez konieczności maskowania elementów treści mapy.

Cechą wyróżniającą mapy opracowane w układzie 1992 jest sposób prezentacji rzeźby terenu. O ile na mapach wcześniejszych (układ 1942 i pochodnych) oraz późniejszych (układ WGS 84) w prezentacji rzeźby terenu widać wyraźne rozgraniczenie na elementy naturalne (barwa brązowa) i antropogeniczne (barwa czarna) o tyle na mapach w układzie 1992 wszystkie elementy ukształtowania terenu drukowane są barwą brązową.

Pomimo niezaprzeczalnych zalet i bardzo dużego zainteresowania wydawanie mapy zostało przerwane. Było to skutkiem decyzji o wykorzystaniu do zastosowań cywilnych przeredagowanej wersji nowych map wojskowych opracowanych w standardach NATO. Nowe mapy wojskowe nie dorównywały poziomem mapom cywilnym, opracowanym w układzie 1992 jednakże miały nad nimi pewną przewagę. Do ich wydania Polska zobowiązana była umowami międzynarodowymi, a fakt że nie trzeba było opracowywać ich założeń (gotowe rozwiązania

wojskowa służba topograficzna otrzymała od NATO) sprawił, że dużo wcześniej uzyskano 100 % pokrycia kraju. Poza tym opracowanie dwóch map w jednakowej skali wiązało się z podwojeniem wydatków, co w okresie transformacji ustrojowej i gospodarczej, było zbyt dużym obciążeniem budżetu państwa.

Jeżeli przypatrzymy się 200-letniej ewolucji grafiki polskich map topograficznych to można zauważyć, że zmiany ograniczyły się praktycznie do trzech krótkich okresów. Pierwszy to kilkuletni okres po 1815 roku, kiedy opracowywano założenia do mapy Kwatermistrzostwa i częściowo je zrealizowano. Drugi przypada na lata 1926-1934, kiedy w Wojskowym Instytucie Geograficznym opracowano i wdrożono „typy normalne” mapy szczegółowej, taktycznej i operacyjnej. Trzeci okres to lata dziewięćdziesiąte XX wieku, kiedy opracowano założenia redakcyjne cywilnych wydań map topograficznych w skali 1:10 000 i 1:50 000. Spośród tych trzech okresów najbardziej owocny okazał się okres międzywojenny, gdyż udało się opracować i wdrożyć oryginalne rozwiązania graficzne map topograficznych aż w trzech różnych skalach i uzyskać niemal całościowe pokrycie kraju (z wyjątkiem mapy szczegółowej). Mapa Kwatermistrzostwa oraz mapy w układzie 1992 pomimo bardzo wysokiego poziomu opracowań (jak na czasy w których powstały) nie zostały jednak w pełni zrealizowane.

Okres dwudziestolecia międzywojennego był zdecydowanie bardziej owocny pod względem postępu w zakresie grafiki map topograficznych niż 25-letni okres po 1989 roku, pomimo iż współcześnie dysponujemy daleko bardziej zaawansowanym sprzętem geodezyjnym, fotograficznym, poligraficznym, a nade wszystko sprzętem komputerowym oraz znacznie rozleglejszą wiedzą i większym doświadczeniem. Porównując poziom graficzny map z okresu międzywojennego z mapami współczesnymi, bardzo trudno dostrzec różnice na korzyść opracowań współczesnych. Mapy okresu międzywojennego zdają się być nawet staranniejsze i dokładniejsze opracowane pod względem graficznym niż wiele map współczesnych.

Zmiany jakim podlegały znaki na mapach topograficznych rozpatrywać można pod różnym kątem. Analizując formę graficzną znaków widać wyraźną tendencję do uproszczenia (geometryzacji) kształtów. Widać to wyraźnie na przykładzie sygnatur stosowanych na oznaczenie urzędów pocztowych. Skomplikowany graficznie znak trąbki na mapie Kwatermistrzostwa, zostaje na mapach WIG-u zastąpiony znacznie prostszym geometrycznie znakiem koperty. Na współczesnej mapie topograficznej (układ 1992) znak poczty zupełnie znika, zastąpiony przez oznaczenie zwykłego budynku użyteczności publicznej (czarny prostokąt) o którego funkcji informuje jedynie, umieszczony obok, skrót literowy. Innym, charakterystycznym przykładem upraszczania formy

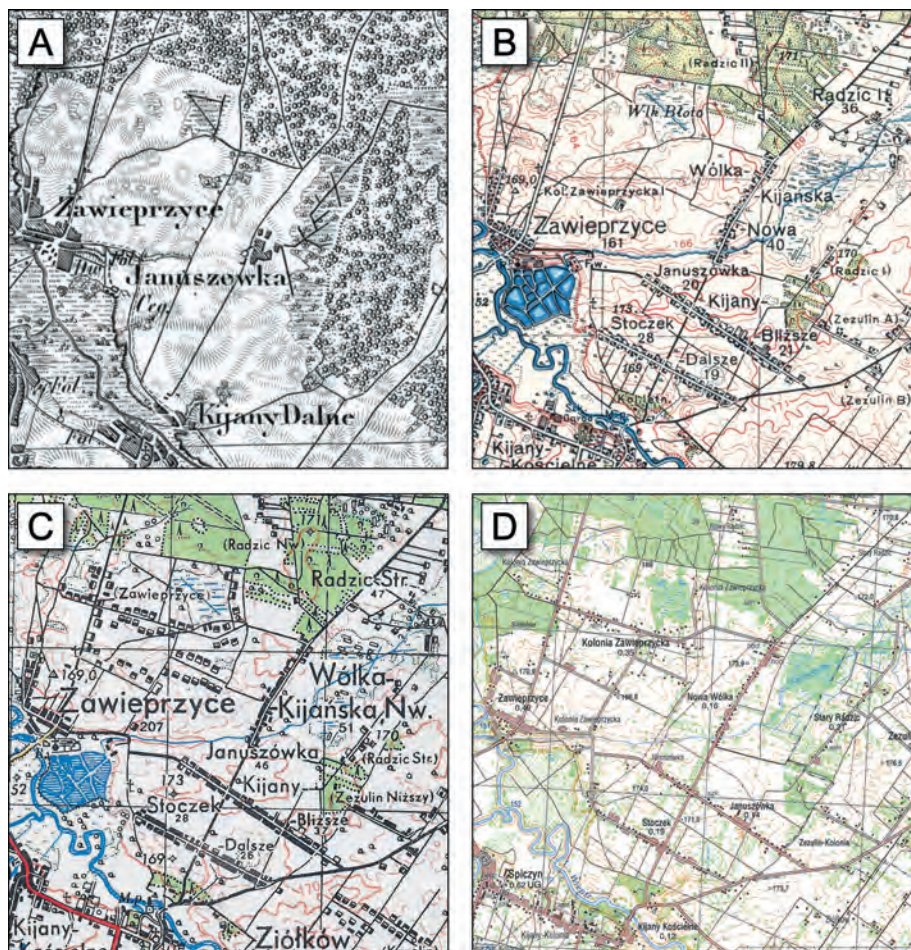
graficznej są oznaczenia lasów (ryc. 10), które ewoluowały od bardzo skomplikowanego rysunku (mapa Kwatermistrzostwa) poprzez znacznie prostszy na mapach WIG-u do bardzo prostego na mapach w układzie 1992.

Wielkość znaków która w początkowym okresie uległa zmniejszeniu ustabilizowała się, a nawet wykazuje lekkie tendencje wzrostowe. Dostrzec można również zmiany w aspekcie ilościowym. Z jednej strony zauważyć można tendencję zmierzającą do wzrostu liczby znaków użytych do opracowania mapy, z drugiej widać wyraźnie proces rezygnacji z wyróżnień które straciły na aktualności (np. znak komory celnej na mapie Kwatermistrzostwa czy oznaczenia brodu na rzece lub przeprawy łodziami na mapach WIG) oraz dodawania znaków które stały się istotne (np. oznaczenie lotnisk na mapach WIG lub linii kolejowych zelektryfikowanych na mapach współczesnych).

Znacznym zmianom podlegała kolorystyka polskich map topograficznych. Ewolucja w tym względzie, związana była głównie z rozwojem technik drukarskich. Jednobarwna mapa Kwatermistrzostwa, na której cała treść (łącznie z rzeźbą terenu), drukowana była barwą czarną, wymuszała różnicowanie znaków graficznych głównie za pomocą zmiennych kształtu i wielkości (ryc. 10 A). Podobne rozwiązania stosowane były na mapach WIG-u. Pomimo iż były one mapami wielobarwnymi, to zasadnicza treść mapy (z wyjątkiem rzeźby) drukowana była również barwą czarną, a dodatkowe barwy stosowane były jedynie jako uzupełnienie – podkolorowanie elementów drukowanych barwą czarną (ryc. 10 B). Były to zatem, generalnie mapy dwubarwne.

Na mapach WIG-u wydawanych po II wojnie światowej (układ Borowa Góra) pojawia się trzecia barwa – niebieska, którą drukowane są obiekty hydrograficzne (ryc. 10 C), jednakże dopiero mapy opracowane w układzie 1992 uznać można za wielobarwne, gdyż poszczególne elementy treści drukowane są w różnych barwach podstawowych, dodatkowo z zastosowaniem rastrów o różnym natężeniu (ryc. 10 D).

Wielobarwność map topograficznych opracowanych w układzie 1992 nie jest jednak pełna. Żaden z obiektów drukowanych na tych mapach nie jest oznaczony barwą będącą efektem mieszania barw podstawowych (wykorzystywany jest jedynie zmienny walor). Wydaje się, że następnym krokiem w ewolucji barw stosowanych na mapach topograficznych, będzie właśnie stosowanie barw mieszanych (np. zielonej z niebieską lub brązową itp.). Zastosowanie druku opartego na modelu barw CMYK, standardowo stosowanego obecnie do druków wielobarwnych, wydaje się w dalszym ciągu być niewłaściwe. Wynika to głównie z ograniczeń technicznych. Druk cienkich linii (np. poziomic lub rzek) musi opierać się na pojedynczych barwach, gdyż drukowanie małego elementu



Ryc. 10. Porównanie grafiki polskich map topograficznych: A – Topograficzna karta Królestwa Polskiego 1:126 000, fragment ark. CP-48 Kol. VI, Sek. IX Lubartów, 1839; B – mapa taktyczna Polski 1:100 000, fragment ark. P43 S35 Lublin Północ, WIG, 1936; C – mapa topograficzna Polski 1:100 000, fragment ark. P43 S35 Lublin Północ, Sztab Generalny W.P., 1954; D – mapa topograficzna Polski 1:50 000, fragment ark. M-34-22-D Ostrów Lubelski, Główny Geodeta Kraju, 2001; (mapy A i D przeskalowane do skali 1:100 000).

treści z dwu lub więcej barw składowych jest nadal bardzo trudne technicznie i w praktyce nie zapewnia odpowiedniego poziomu technicznego mapy. Patrząc na polskie mapy topograficzne z różnych okresów można dojść do wniosku, że postęp technologiczny nie jest w kartografii czynnikiem najważniejszym. Zdecydowanie większą rolę odgrywają fachowa wiedza, doświadczenie, wyczuwanie

graficzne i dobra organizacja. Czynniki te niewątpliwie stają się jeszcze ważniejsze współcześnie, gdy nowoczesna technika jest w zasadzie w stanie przełożyć każdą ideę, która powstanie w głowie kartografa na język mapy.

Nadzieją na postęp w ewolucji znaków na mapie może być fakt rosnącego znaczenia baz danych przestrzennych w kartografii. Ponieważ finalnym produktem redakcji kartograficznej jest coraz częściej mapa cyfrowa, a nie tradycyjna (analogowa), nic nie stoi na przeszkodzie, aby w oparciu o jedną bazę danych, stworzyć różne rozwiązania graficzne i redakcyjne. System znaków topograficznych stosowanych na mapie nie musi już być narzucony odgórnie i niezmienny, lecz dane z tej samej bazy mogą zyskać różnorodną formę, a mapa może być wyświetlana w dowolnym odwzorowaniu, skali i kolorach jakie najbardziej odpowiadają użytkownikowi. Jedynym ograniczeniem są jego wiedza i umiejętności oraz wyobraźnia i chęci. Pewne obawy budzi jednak fakt, że współczesny użytkownik systemów komputerowych (w tym baz danych przestrzennych) ma skłonności do wybierania najszybszych i najłatwiejszych rozwiązań. Istnieje więc uzasadniona obawa, że zamiast tworzyć własne oryginalne koncepcje wizualizacji kartograficznych informacji zawartych w bazach danych przestrzennych, użytkownik skorzysta z gotowych zestawów symboli i palet kolorów.

Literatura:

- Ciołkosz-Styk A., Ostrowski W., 2007, *Porównanie treści i formy graficznej polskich map topograficznych 1:50 000 w wersji cywilnej*. „Polski Przegląd Kartograficzny”, t. 39, nr 3, s. 209-228.
- Fleck J., 1923, *Wiadomości z zakresu robót kartograficznych dla litografów*. „Grafik Polski”, r.3, z. 8.
- Kowalski P., Siwek J., 2013, *Polskie mapy topograficzne do użytku powszechnego – ćwierć wieku sukcesów czy niepowodzeń?* „Polski Przegląd Kartograficzny”, t. 45, nr 4, s. 334-343.
- Krasowski B., 1974, *Polska kartografia wojskowa w latach 1918-1945*. Warszawa: Wydawnictwo Ministerstwa Obrony Narodowej.
- Kucharzewski F., 1896, *Pierwszy stolik mierniczy w Polsce*. „Przegląd Techniczny”, t. 33, nr 3, s. 66-67.
- Kuna J., 2014, *Zmiany znaków na mapach XX-wiecznych mapach topograficznych w skali 1:100 000*. „Polski Przegląd Kartograficzny”, t.46, nr 1, s. 47-61.
- Ostrowski W., 2008, *Semiotyczne podstawy projektowania map topograficznych na przykładzie prezentacji zabudowy*. Warszawa: Wydawnictwo Uniwersytetu Warszawskiego.

Przepisy podstawowe do sporządzania map wojskowych i opisu wojskowo-geograficznego, 1929. Warszawa: WIG.

Znaki i objaśnienia do map 1:25 000, 1:100 000, 1:300 000, 1937. Warszawa: WIG.

Strony internetowe:

Archiwum Map Wojskowego Instytutu Geograficznego (www.mapywig.org)

Geoforum (<http://geoforum.pl/?menu=47155,47160,47198&link=wojsko-w-prl-zmiany-organizacji>)

Źródła kartograficzne ze zbiorów Zakładu Kartografii i Geomatyki UMCS:

Mapa Kwatermistrzostwa

Mapa WIG 1:5 000

Mapa WIG 1:10 000

Szczegółowa mapa Polski 1:25 000, WIG

Taktyczna mapa Polski 1:100 000, WIG

Operacyjna mapa Polski 1: 300 000, WIG

Bydgoszcz, 1:25 000. Town Plans of Poland. Geographical Section, General Staff, No 4435. War Office, 1943

Mapa topograficzna Polski, układ Borowa Góra 1:100 000, WIG

Mapa topograficzna, układ 1942, 1:10 000, Sztab Generalny Wojska Polskiego

Mapa topograficzna, układ 1942, 1:25 000, Sztab Generalny Wojska Polskiego

Mapa topograficzna, układ 1942, 1:50 000, Sztab Generalny Wojska Polskiego

Mapa topograficzna, układ 1942, 1:100 000, Sztab Generalny Wojska Polskiego

Mapa topograficzna, układ 1942, 1:200 000, Sztab Generalny Wojska Polskiego

Mapy obrębowe powiatów 1:25 000, Sztab Generalny Wojska Polskiego

Mapa topograficzna, układ 1965 1:10 000

Mapa topograficzna, układ 1965 1:25 000

Mapa topograficzna, układ 1965 1:50 000

Mapa topograficzna, układ GUGIK 80 1:100 000

Mapa topograficzna, układ 1992 1:10 000

Mapa topograficzna, układ 1992 1:50 000

Mapa topograficzna, układ WGS 84 1:50 000

Mapa topograficzna, układ WGS 84 1:100 000

Mapa topograficzna, układ WGS 84 1:250 000

Paweł Kowalski

Uniwersytet Warszawski, Wydział Geografii i Studiów Regionalnych,
Katedra Geoinformatyki, Kartografii i Teledetekcji

Rola napisów odnoszących się do miejscowości w czytaniu i interpretacji map topograficznych

Nazwy miejscowości i ich części są, obok zabudowy i dróg, najbardziej wyróżniającym się elementem treści map topograficznych. Ten niezwykle ważny element informacyjny w legendach umieszczanych na arkuszach map jest objaśniany w bardzo ograniczony sposób. Tradycyjnie w legendach zamieszcza się tylko wybrane, najważniejsze informacje, których graficznym wyrazem są znaki. Wśród dostępnych na rynku i w zbiorach bibliotecznych map topograficznych są też takie, które nie mają umieszczonych na marginesie legend i wówczas użytkownik może korzystać z oddzielnie wydanych kluczy znaków lub instrukcji opracowania tych map. Instrukcje te i klucze znaków (z wyjątkiem mapy zasadniczej) są dla przeciętnego odbiorcy trudno dostępne. Można je wprawdzie znaleźć w internecie, ale najczęściej nie są to oryginalne instrukcje, a tylko wybiórcze opracowania, przeróbki na inne potrzeby i niestety nie zawierają one informacji dotyczących opisów miejscowości. W znacznie korzystniejszej sytuacji byli użytkownicy map topograficznych w okresie międzywojennym, bowiem klucze znaków tych map (polskich i państw ościennych) można było kupić w księgarniach. Podręczniki terenoznawstwa i użytkowania map również. Kompletne objaśnienia zastosowanych krojów i wielkości pisma ułatwiały czytanie i interpretację ówczesnych map topograficznych (ryc. 1, 2, 3). Współcześni badacze dawnych map mają wgląd we wzory i objaśnienia znaków na specjalistycznych stronach w internecie. Godną polecenia jest strona

RODZAJE OBJEKTÓW		WZORY PISM W.I.G.	Wielkość pisma	
			w punkt. drukarsk.	w m/m
M i a s t a	Ponad 50000 mieszk.	LWÓW	20	5,4
	od 10000 do 50000 mieszk.	KALISZ	16	4,5
	od 5000 do 10000 mieszk.	BRODNICA	14	3,5
	nżej 5000 mieszk.	BRZESKO	12	3,0
Miasteczko i osady miejskie	Ponad 2000 mieszk.	Chęciny	14	2,5
	nżej 2000 mieszk.	Janów	12	2,2
Wsie, kolonie i odosobnione wielkie dwory	Ponad 1000 mieszk.	Grabówka		2,5
	od 200 do 1000 mieszk.	Spychów	12	2,0
Wioski, przy-siółki, kolonie	Od 100 do 200 mieszk.	Dubniaki	10	1,75
Wioski	Odosobnione folwarki, wielkie zakłady przem., oraz mniejsze dwory od 20 do 100 mieszk.	Samostrzel	8	1,5
	Odosobnione gospodarstwa, futory, gajówki, stacje kolejowe i t. p. do 20 mieszkańców	Marjówka	6	1,0
Przed-mieścia	(pismem włoskowym śląg- tem odpowiedniem do wielkoś- ci pisma nazwy miasta)	ŁYCZAKÓW		
	Napisy i skróty, objaśniające sytuac- je, oraz kierunki wylotów dróg i kolei	Trakt Batorego, Koszary Im. Marszałka Piłsudskiego, G. Pałoneczka, Fw. Budy	6	1,0
	Skróty przy znakach	<i>Smolarnia Strzelnica</i> <i>Koszary G. Sm. St. Fw.</i>	6	1,0

Ryc. 1. Objasnienia opisów miejscowości na mapach topograficznych w skali 1: 10 000 i 1: 25 000 Wojskowego Instytutu Geograficznego we *Wzorach i objaśnieniach znaków topograficznych map...* (wyd. Wojskowy Instytut Geograficzny, 1931)

Archiwum Map Wojskowego Instytutu Geograficznego 1919–1939 (<http://polski.mapywig.org>). Jest to niekomercyjny projekt udostępnienia skanów map i materiałów geograficznych wydanych przez WIG w latach 1919–1939. Ze względu na ograniczoną ilość miejsca na arkuszu mapy przeznaczonego na legendę, objaśnienie znaczenia użytych krojów i wysokości pisma sprowadza się

W Z O R Y P I S M N A O S I E D Ł A	
1 : 25 000	
MIASTA POZNAŃ ponad 75 000 mieszk. SIEDLCE od 25 000 do 75 000 mieszk. ŁĘCZYCA od 5 000 do 25 000 mieszk. ŻURAWNO poniżej 5 000 mieszk.	PRZEDMIEŚCIA MOKOTÓW WSIE Grabówka ponad 200 domów Domanice od 40 do 200 domów Siedlików od 20 do 40 domów Kazimierka od 4 do 20 domów Bobrowniki do 4 domów Objasnienia i skróty: <i>Koszary, St., Cg.</i> Laski Liczby pod nazwą podają ilość 14 domów w osiedlu
MIASTEczKA Stopnica ponad 2 000 mieszk. Radzanów poniżej 2 000 mieszk.	
1 : 100 000	
MIASTA KRAKÓW ponad 200 000 mieszkańców LUBLIN od 75 000 do 200 000 mieszk. KALISZ od 25 000 do 75 000 mieszk. WIELUŃ od 5 000 do 25 000 mieszk. PNIEWY poniżej 5 000 mieszk. GÓRZNO poniżej 2 000 mieszk*)	MIASTEczKA Białobrzegi WSIE Sieraków ponad 150 domów Kłodnica od 40 do 150 domów Bednary od 30 do 40 domów Żuków od 10 do 30 domów Rudki do 10 domów Objasnienia i skróty: <i>Koszary, St., Cg.</i> Chotomów Liczby pod nazwą podają 142 ilość domów w osiedlu
PRZEDMIEŚCIA MARYMONT <i>Kapusciska</i>	
<small>*) Na mapach do 1934 r., bódziej jak miasta poniżej 5 000 mieszk.</small>	

Ryc. 2. Objasnienia opisów miejscowości na mapach topograficznych w skali 1:25 000 i 1:100 000 Wojskowego Instytutu Geograficznego w *Znakach i objaśnieniach do map 1:25 000 i 1:100 000, 1:100 000, 1:300 000...* (wyd. Wojskowy Instytut Geograficzny, 1937; wznowienie Wojskowy Instytut Geograficzny Sztabu Generalnego W.P., 1947)

najczęściej do pokazania dwóch lub czterech kategorii obiektów. Na arkuszach map topograficznych w układzie współrzędnych PL-1992 w skalach 1:10 000 i 1:50 000 objaśnione jest rozróżnienie nazwy miasta i jego części (dwie wysokości pisma wersalikiem, przy czym dla nazw części miasta jest to inny krój pisma) oraz nazwy wsi i części wsi (dwie wysokości pismem tekstowym). Arkusze mapy

WARSZAWA

Miasto ponad 200.000 m.

KATOWICEMiasta od 75.000 do 200.000
mieszkańców.

PRZEMYŚL	Miasta od 25.000 do 75.000 m.
ZAMOŚĆ	Miasta od 5.000 do 25.000 m.
ZWOLEŃ	Miasta, miasteczka i osady od 2.000 do 5.000 m.
Janów	Miasteczka i osady po- niżej 2.000 m.
Iwanowice	Wsie ponad 1.000 m.
Mogilno	Wsie od 200 do 1.000m.
Poniatowo	Wieś z kościołem, lub urz. gminnym.
Malice	Wioski do 200 m.

Ryc. 3. Objasnienia opisów miejscowości na mapach topograficznych Wojskowego Instytutu Geograficznego w skali 1:25 000 i 1:100 000 w broszurze St. Gąsiewicza *Znaki topograficzne map Polskich 1:25 000, 1:100 000, Niemieckich 1:25 000, 1:100 000, B. Ros. Zach. 1:100 000, Austriackich 1:75 000, Rosyjskich 1:84 000 i znaki taktyczne* (wyd. Główna Księgarnia Wojskowa, 1930)

topograficznej 1:50 000 w układzie WGS-84 (wersja cywilno-wojskowa) nie mają w legendzie wzorów pisma dla miejscowości a jedynie objaśnioną liczbę mieszkańców (ryc.4). Natomiast mapa 1:50 000 w układzie 1965, tzw. mapa do celów gospodarczych, nie ma w legendach umieszczanych na poszczególnych arkuszach żadnych objaśnień dotyczących nazw miejscowości.

Kompletne objaśnienie użytych krojów i wysokości pisma w umieszczonych na arkuszach legendach podaje jedynie *Mapa topograficzna Polski 1:100 000*

z nadrukiem treści turystycznej, wydawana w latach 1993–2001 (ryc. 5). Przyjęty na tej mapie sposób prezentacji zróżnicowania wielkości miejscowości – tylko wysokością i krojem pisma, bez podania liczby mieszkańców pod nazwą – był pochodną ówczesnej sytuacji politycznej i specyfiki rynku wydawniczego w Polsce po zniesieniu ograniczeń cenzuralnych w 1999 roku.

Zgodnie z przyjętą konwencją w kartografii topograficznej nazwy miast podaje się wersalikami, a wsi – tekstem. Pod nazwą umieszcza się liczbę mieszkańców oraz skrót rangi administracyjnej tej miejscowości. Na mapach 1:50 000 w układach PL-1992 i WGS-84 pod nazwami zarówno miast jak i wsi podana jest liczba mieszkańców. W układzie 1965 tylko pod nazwami głównymi wsi umieszczona jest liczba domów mieszkalnych, a pod nazwami miast jedynie skrót ich rangi administracyjnej. Informacja o liczbie mieszkańców miast zakodowana jest natomiast w wysokości pisma nazwy, ale nie ma żadnych objaśnień w legendzie.

W serii map w układzie PL-1992 do wszystkich arkuszy dołączany jest jeden wariant legendy (ze wzorcową klasą wielkości pisma dla miast 25 000–50 000) co, niestety, może wprowadzać w błąd użytkowników mniej wprawnych w czytaniu map (ryc. 4). Na mapie, na pierwszy rzut oka, widoczne jest znacznie większe zróżnicowanie nazw miejscowości wysokością pisma. Jak wynika z instrukcji technicznych opracowania map topograficznych w układzie PL-1992 w skalach



Ryc. 4. Objaśnienia dotyczące opisów miejscowości na mapie topograficznej 1:10 000 (A) i 1:50 000 (B) w układzie PL-1992 oraz 1:50 000 w układzie WGS-84 (C)

WARSZAWA	Miasto powyżej 1 000 000 mieszkańców Stadt über 1 000 000 Einwohner Town over 1 000 000 inhabitants
KRAKÓW	Miasto od 500 000 do 1 000 000 mieszkańców Stadt von 500 000 bis 1 000 000 Einwohner Town from 500 000 to 1 000 000 inhabitants
OLSZTYN	Miasto od 100 000 do 500 000 mieszkańców Stadt von 100 000 bis 500 000 Einwohner Town from 100 000 to 500 000 inhabitants
GNIEZNO	Miasto od 50 000 do 100 000 mieszkańców Stadt von 50 000 bis 100 000 Einwohner Town from 50 000 to 100 000 inhabitants
ŁAŃCUT	Miasto od 10 000 do 50 000 mieszkańców Stadt von 10 000 bis 50 000 Einwohner Town from 10 000 to 50 000 inhabitants
GĄBIN	Miasto od 2 000 do 10 000 mieszkańców Stadt von 2 000 bis 10 000 Einwohner Town from 2 000 to 10 000 inhabitants
STAWISZYN	Miasto poniżej 2 000 mieszkańców Stadt unter 2 000 Einwohner Town under 2 000 inhabitants
MARYSIN	Dzielnica lub część miasta powyżej 50 000 mieszkańców Wohnviertel oder Stadtteil über 50 000 Einwohner District or town section over 50 000 inhabitants
ZIELONA	Dzielnica lub część miasta poniżej 50 000 mieszkańców Wohnviertel oder Stadtteil unter 50 000 Einwohner District or town section under 50 000 inhabitants
Grodziec	Wieś powyżej 1 000 mieszkańców Dorf über 1 000 Einwohner Village over 1 000 inhabitants
Turza	Wieś od 500 do 1 000 mieszkańców Dorf von 500 bis 1 000 Einwohner Village from 500 to 1 000 inhabitants
Jedłownik	Wieś od 100 do 500 mieszkańców Dorf von 100 bis 500 Einwohner Village from 100 to 500 inhabitants
Kozice	Wieś poniżej 100 mieszkańców Dorf unter 100 Einwohner Village under 100 inhabitants
Podlesie	Odosobniona zagroda Einzelne Gehöft Separate farmstead
Łąki	Stacja kolejowa Eisenbahnhöf Railway station
Głuchowo	Osiedle i stacja kolejowa Siedlung und nächste Eisenbahnhöf Settlement and railway station

Ryc. 5. Objaśnienia opisów miejscowości na mapach topograficznych w skali 1:25 000 i 1:100 000 Wojskowego Instytutu Geograficznego w *Znakach i objaśnieniach do map 1:25 000 i 1:100 000, 1:100 000, 1:300 000...* (wyd. Wojskowy Instytut Geograficzny, 1937; wznowienie Wojskowy Instytut Geograficzny Sztabu Generalnego W.P., 1947)

1:10 000 i 1:50 000 (do których przeciętny użytkownik nie ma dostępu) rozróżnia się 8 klas wysokości pisma dla miast: powyżej 1 000 000, 500 000–1 000 000, 100 000–500 000, 50 000–100 000, 25 000–50 000, 10 000–25 000, 5000–10 000 i poniżej 5000 mieszkańców. Do każdej klasy przypisana jest wzorcowa wielkość nazwy głównej i dodatkowej (ryc. 6). Nazwy wsi różnicuje się na 7 klas

Nazwa główna	Nr i wielkość pisma Linotype 300	Liczba ludn. w tys.
Nazwa dodatkowa		
WARSZAWA	122/7,2W - 4,9mm	1000,1 i więcej
WARSZAWA	123/6,0W - 4,1mm	
ŁÓDŹ	122/6,6W - 4,5mm	500,1 – 1000,0
ŁÓDŹ	123/5,6W - 3,8mm	
KIELCE	122/6,0W - 4,1mm	100,1 – 500,0
KIELCE	123/5,1W - 3,5mm	
KUTNO	122/5,6W - 3,8mm	50,1 – 100,0
KUTNO	123/4,8W - 3,3mm	
ŁUKÓW	122/5,1W - 3,5mm	25,1 – 50,0
ŁUKÓW	123/4,4W - 3,0mm	
ŁAŃCUT	122/4,7W - 3,2mm	10,1 – 25,0
ŁAŃCUT	123/4,0W - 2,7mm	
PNIEWY	122/4,4W - 3,0mm	5,1 – 10,0
PNIEWY	123/3,7W - 2,5mm	
MORDY	122/4,1W - 2,8mm	5,0 i mniej
MORDY	123/3,4W - 2,3mm	

Ryc. 6. Wzory pism miejscowości na mapie topograficznej 1:50 000 w układzie PL-1992. Źródło: Ostrowski W., Balcerzak J., Maj J., Kacprzak M., 1999, *Zasady redakcji mapy topograficznej* ...

Krój i wielkość pisma

Miasta

WARSZAWA

59/5,0

ponad 1 000 000 mieszkańców

WARSZAWA

82/4,1

ponad 1 000 000 mieszkańców
(nazwa wtórna)

ŁÓDŹ

59/4,0

od 500 000 do 1 000 000
mieszkańców i stolice państw
liczące poniżej 500 000 mieszkańców

ŁÓDŹ

82/3,6

od 500 000 do 1 000 000
mieszkańców i stolice państw
liczące poniżej 500 000 mieszkańców
(nazwa wtórna)

KIELCE

59/3,8

od 100 000 do 500 000 mieszkańców
oraz miasta ośrodki jednostek
administracyjnych pierwszego rzędu
poniżej 100 000 mieszkańców

KIELCE

82/3,0

od 100 000 do 500 000 mieszkańców
oraz miasta ośrodki jednostek
administracyjnych pierwszego rzędu
poniżej 100 000 mieszkańców
(nazwa wtórna)

KUTNO

59/3,4

od 50 000 do 100 000
mieszkańców

KUTNO

82/2,7

od 50 000 do 100 000
mieszkańców (nazwa wtórna)

RACIBÓRZ

78/3,3

od 10 000 do 50 000 mieszkańców
oraz miasta ośrodki jednostek
administracyjnych drugiego
rzędu poniżej 10 000 mieszkańców

RACIBÓRZ

82/2,5

od 10 000 do 50 000 mieszkańców
oraz miasta ośrodki jednostek
administracyjnych drugiego
rzędu poniżej 10 000 mieszkańców
(nazwa wtórna)

WIELUŃ

78/2,8

od 2 000 do 10 000 mieszkańców

WIELUŃ

82/2,2

od 2 000 do 10 000 mieszkańców
(nazwa wtórna)

ŻORY

78/2,6

poniżej 2 000 mieszkańców

ŻORY

82/2,0

poniżej 2 000 mieszkańców
(nazwa wtórna)

Ryc. 7. Wzory pism miejscowości na mapie topograficznej 1:50 000 w układzie WGS-84. Źródło: *Znaki umowne do mapy topograficznej...*, 1995

wielkości: powyżej 2000, 1000–2000, 500–1000, 250–500, 100–250 i poniżej 100 mieszkańców (tu również każdej klasie odpowiada określona wielkość nazwy głównej i dodatkowej). Ponadto, najmniejszym pismem dawane są nazwy pojedynczych zagród i zniszczonych wsi, co w legendzie mapy nie jest objaśnione. Dla nazw dzielnic mieszkaniowych, osiedli i części miast wydziela się aż 10 klas wysokości pisma (i w tym wypadku odróżnia się nazwę główną i dodatkową), co wynika z dużego zróżnicowania wielkości jednostek osiedlowych (od dużych dzielnic największych miast do pojedynczych zagród). Na mapach 1:10 000 i 1:50 000 są to następujące klasy: powyżej 200 000, 100 000–200 000, 50 000–100 000, 25 000–50 000, 10 000–25 000, 2000–10 000, 500–2000, 100–500, poniżej 100 mieszkańców i pojedyncza zagroda. Pod nazwami części miast (a także części wsi) nie podaje się liczby mieszkańców.

Arkusze cywilno-wojskowej mapy topograficznej w układzie WGS-84 nie mają w legendzie żadnych wzorów pisma dla nazw miejscowości (jedynie objaśnienie dotyczące liczby mieszkańców). Podstawą jej opracowania była VMap L2 (mapa wektorowa poziomu drugiego), przeznaczona dla celów wojskowych, dlatego inne były zasady redakcji i kryteria klasyfikacyjne poszczególnych elementów treści, w tym nazw i opisów objaśniających. Na mapie tej wydzielono 7 klas wielkości pisma dla miejscowości, z rozróżnieniem nazw głównych i wtórnych (dodatkowych), przy czym inne było (w porównaniu z mapą w układzie PL-1992) zróżnicowanie najmniejszych miast: 10 000–50 000, 2 000–10 000 i poniżej 2 000 mieszkańców (ryc. 7). Wyodrębniono tylko dwie klasy wielkości nazw dzielnic i części miast oraz pięć klas wsi. Trzeba dodać, że na mapie stricte wojskowej 1:50 000 (seria 755), opracowanej na podstawie VMap L2, dostępnej w niektórych większych bibliotekach geograficznych, wielkość nazw części miast (dzielnic i osiedli) jest bardziej zróżnicowana: w instrukcji, według kryterium liczby mieszkańców, wyróżnia się siedem klas wysokości pisma. Napisy mają ten sam krój co nazwy miejscowości, ale w wersji włosowej (cienkie linie liter), a ich wielkość odpowiada wielkości nazwy wtórnej (dodatkowej) dla miast o tej samej liczbie mieszkańców.

Dla jednej czwartej obszaru Polski jedyną dostępną cywilną mapą topograficzną w skali 1:50 000 jest mapa w układzie 1965, wydawana w latach 1977–1982, o aktualności głównie na lata siedemdziesiąte, ale są także arkusze z treścią z lat sześćdziesiątych. W umieszczonych na poszczególnych arkuszach legendach nie ma żadnych objaśnień dotyczących opisu miejscowości, natomiast na mapie, zróżnicowaną wielkością pisma, wyróżniono: 7 klas wielkości miast, 2 klasy osiedli o charakterze miejskim, jedną klasę dzielnic administracyjnych lub części miast oraz 4 klasy wsi (ryc. 8).

Skale 1:10 000 i 1:25 000 pozwalają na umieszczenie wszystkich nazw miejscowości samodzielnych pod względem administracyjnym. Wielu użytkowników map topograficznych nie uzmysławia sobie, że na mapie 1:50 000 bywają pomijane nazwy niektórych wsi. Brak nazw najmniejszych wsi, najczęściej z zabudową rozproszoną, położonych w bliskim sąsiedztwie większych miejscowości, jest wynikiem generalizacji napisów odnoszących się do miejscowości. Informacja o tym, niby oczywista, gdyż wymusza ją 25-krotne zmniejszenie powierzchni (z 1:10 000 do 1:50 000), zawarta jest w instrukcjach opracowania map, niedostępnych dla przeciętnego użytkownika. Wraz ze zmniejszaniem skali mapy zmniejsza się również liczba nazw wsi: udział nazw pominiętych na niektórych obszarach Polski na mapach 1:100 000 sięga kilku, a w skali 1:200 000 nawet ponad 10% ogólnej liczby miejscowości. Podobnie z nazwami części miejscowości – wszystkie umieszcza się na mapach w skalach 1:10 000 i 1:25 000; w skalach mniejszych podlegają one selekcji (np. nazwy licznych przysiółków w górach). Selekcja podyktowana jest brakiem miejsca i zapobiega nadmiernemu obciążeniu mapy napisami (Ostrowski, Kowalski 2004).

Uzupełnieniem nazw wsi są umieszczone symetrycznie pod nimi informacje o liczbie mieszkańców (jak wspomniano, na mapach w układzie 1965 jest to liczba domów mieszkalnych) oraz skróty określające funkcję administracyjną. Te dodatkowe charakterystyki powiększają powierzchnię zajmowaną przez nazwy i mogą wymuszać przesunięcie ich tak, żeby nie kolidowały z innymi napisami i elementami treści, zwłaszcza drukowanymi ciemnymi barwami. Z tego powodu nazwy wsi nie zawsze mogą być na mapie umiejscowione optymalnie, gdyż musi być zachowana dobra ich czytelność, co użytkownik mapy powinien mieć również na uwadze¹.

Napisy, oprócz identyfikacji miejscowości oraz informacji o liczbie mieszkańców i funkcji administracyjnej, ułatwiają a niekiedy nawet umożliwiają odczytanie z mapy w sposób mniej lub bardziej przybliżony, jaki jest zasięg poszczególnych miejscowości. W przypadku większych wsi określenie zasięgu jest ułatwione, gdy opisane zostały części wsi (np. Krajno Pierwsze, Krajno Drugie, Krajno-Parcele, Krajno-Zagórze), przysiółki (Zagórze Pierwsze, Zagórze Drugie), kolonie, a nawet pojedyncze zagrody. Często brzmienie nazw wsi, części wsi, przysiółków i kolonii odzwierciedla ich położenie topograficzne (np. Przedgórze, Zarzecze), dlatego w klasyfikacji nazw miejscowości określane są jako topograficzne (Czerny 2011). Inny typ nazw

¹ Za optymalne umiejscowienie nazwy można uznać takie, które pozwala na możliwie jednoznaczne określenie do jakiej części zabudowy odnosi się nazwa i przybliżone określenie zasięgu miejscowości lub jej części. Inne reguły odnoszą się będą do miejscowości o różnym charakterze zabudowy: zwartych, mających wydłużony kształt lub rozproszoną zabudowę. Dla dużych miast i ich części zasady rozmieszczania napisów są nieco inne.



Ryc. 8. Forma graficzna i rozmieszczenie napisów miejscowości na mapie topograficznej w skali 1:50 000 w układzie 1965

przydatnych w określaniu zasięgu miejscowości to nazwy relacyjne, które utworzone zostały od nazwy większej lub sąsiadującej miejscowości (np. Krajno i Krajno-Parcele). Analiza nazw przysiółków, części wsi, w powiązaniu z analizą sieci rzecznej, drogowej, ukształtowania i pokrycia terenu ułatwia określenie ich przynależności do określonej wsi (ryc. 9). Trzeba jednak brać pod uwagę fakt, że na mapie mogą nie być opisane nie wyodrębniające się topograficznie części dużych wsi (np. rozciągniętych wzdłuż dolin rzecznych na obszarach górskich i wyżynnych).

Nazwy zwartych miejscowości, sąsiadujących lub położonych blisko siebie, umieszczane są z reguły (zgodnie z zaleceniami zawartymi w instrukcjach opracowania map topograficznych) na zewnątrz skupiska zabudowy. Jeżeli



Ryc. 9. Przykład rozmieszczenia nazw głównych, przysiółków i części wsi na mapie topograficznej 1:50 000 w układzie PL-1992 (A) i w układzie WGS-84 (B)

rozmieszczenie innych elementów treści na to pozwala, to nazw miejscowości o skupionej zabudowie i regularnym kształcie należy spodziewać się w miejscu najbardziej dogodnym – zgodnie z ogólnymi zasadami dotyczącymi rozmieszczenia napisów odnoszących się do oznaczeń punktowych. Za najbardziej odpowiednie uznaje się rozmieszczenie nazwy po prawej stronie miejscowości, raczej powyżej niż poniżej, a jeśli brakuje miejsca, to nad, pod lub na lewo od niej (Ostrowski, Kowalski 2004).

W wypadku wsi o wydłużonym kształcie, które łączą się ze sobą, ich nazwy umieszczane są zazwyczaj (zgodnie z zasadami redakcji) obok środka każdej z tych wsi albo po tej samej stronie, albo na przemian raz po jednej, raz po drugiej stronie drogi, wzdłuż której rozciągnięte są zabudowania poszczególnych wsi (ryc. 10). Nazwy ułatwiają określenie, gdzie w przybliżeniu przebiegają granice wsi, wyznaczone często przez ciek, boczną drogę lub małą przerwę w zarysie zabudowy (jeżeli się nie zatarła na skutek rozbudowy wsi i widoczna jest tylko na wcześniej wydanych mapach). Czytelnik mapy powinien pamiętać, że inne elementy treści często wymuszają przesunięcie nazw w stosunku do ich optymalnego umiejscowienia.

Wsie o zabudowie rozproszonej, według instrukcji wykonawczych, mają nazwy umiejscowione pośrodku obszaru, na którym znajdują się ich zabudowania. W wypadku, gdy rozciągłość równoleżnikowa rozproszonego osiedla znacznie przewyższa długość nazwy, napisy są zazwyczaj rozspacjowane, tak aby wskazywały przybliżony zasięg zabudowy. Na mapach w układzie 1992 są one umiejscowione poziomo, równoległe do ramki mapy, niekiedy z nazwą dodatkową, a na WGS-84 – także wzdłuż łagodnego łuku i w niektórych wypadkach nazwa jest powtarzana pismem włosowym.

Znacznie więcej niejednoznaczności, a nawet niejasności, rodzi się w wypadku nazw obszarów miejskich. Przyczyną jest, z jednej strony brak szczegółowych objaśnień w legendach map, a z drugiej – duże zróżnicowanie i zagęszczenie sytuacji topograficznej.

Brak wzorców wielkości pisma w przypadku nazw miejscowości w znacznym stopniu rekompensuje informacja o liczbie mieszkańców podana pod nazwą. W wypadku nazw dzielnic mieszkaniowych, części miast, osiedli brak wzorca w legendzie i liczby mieszkańców pod nazwą, przy mozaikowym rozmieszczeniu na tle skomplikowanego rysunku topograficznego, znacznie utrudnia, a niekiedy uniemożliwia oszacowanie ich wielkości. Pozwala jedynie na względną ocenę, która dzielnica albo osiedle jest większe.

Najwięcej kłopotów może mieć czytelnik z oceną przynależności oraz wielkości obszaru, którego dotyczą nazwy części miast, dzielnic i osiedli położonych

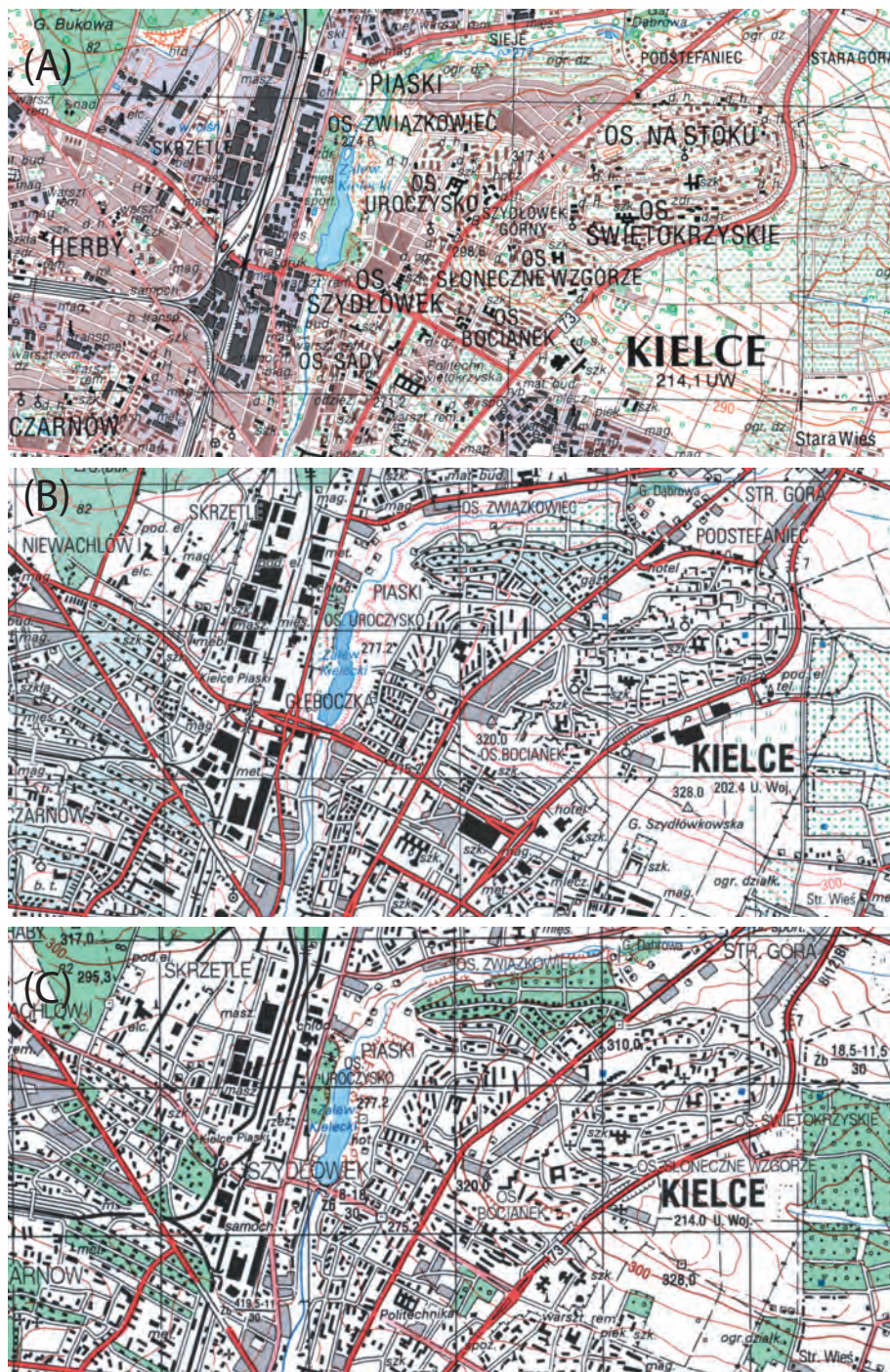
w obrębie zwartej lub gęstej zabudowy miejskiej, które w różnym stopniu (z jednej lub z kilku stron) przylegają do siebie. Nazwy niewielkich osiedli lub osiedli o wydłużonym kształcie, szczególnie położone na skraju miasta, umieszczane są całkowicie lub częściowo, jeśli to możliwe, poza obszarem zabudowy (ryc. 11C).



Ryc. 10. Rozmieszczenie nazw części miejscowości, dzielnic i osiedli mieszkaniowych na mapie topograficznej 1:10 000 w układzie PL-1992 (zmniejszonej do skali 1:25 000)

Na stronie obok:

Ryc. 11. Rozmieszczenie nazw części miejscowości, dzielnic i osiedli mieszkaniowych na mapie topograficznej 1:50 000 w układzie PL-1992 (A), WGS-84 (B) oraz WGS-84 - seria 755 (C)



Natomiast nazwy części miasta zajmujących na mapie większą powierzchnię umiejscowione są na obszarach ich zabudowy. Jest to konieczne, gdy taka część miasta otoczona jest zabudową innych osiedli, mających odrębne nazwy. W wypadku osiedli położonych na skraju miasta ich nazwy mogą być umieszczone na zewnątrz (szczególnie w mniejszych skalach) lub częściowo na obszarze zabudowy. W takim wypadku nie można jednak ocenić, jaki jest zasięg opisywanego obszaru (osiedla, dzielnicy) chyba, że ten wyróżnia się charakterem zabudowy lub układem ulic. Nazwy części miasta umiejscowione są często na niezabudowanych obszarach, niejednokrotnie funkcjonalnie związanych z miastem, np. na terenie ogródków działkowych, zieleni miejskiej lub w rozległych dolinach rzek (ryc. 11). Nazwy umieszczane na tle gęstego rysunku sytuacji (sieci ulic, zabudowy, budynków użyteczności publicznej), skrótów objaśniających oraz nazw ulic (na mapie 1:10 000), wchodzą w konflikt graficzny z tym rysunkiem, obniżając zarówno jego czytelność, jak i czytelność samej nazwy. Dotyczy to szczególnie nazw osiedli i dzielnic położonych w centralnych częściach miast lub w ich pobliżu, najczęściej na mapach w skalach 1:100 000 i 1:200 000, choć niekiedy również 1:50 000 a nawet 1:10 000 (Ostrowski, Kowalski 2004).

Jak już wspomniano, do rozróżnienia nazw części miast, dzielnic, osiedli, dawnych wsi znajdujących się w granicach miasta i pojedynczych zagród w instrukcji technicznej opracowania map 1:10 000 i 1:50 000 w układzie 1992, stosuje się dziesięć klas wysokości pisma, a w instrukcji mapy 1:50 000 w układzie WGS-84 – siedem. Wyróżnienie dużej liczby klas umożliwia pokazanie zróżnicowania wielkości opisywanych jednostek oraz ich hierarchii (duża dzielnica, w obrębie tej dzielnicy duże osiedle, a w jego obrębie małe osiedla, wsie przyłączone do miasta). Decydującym kryterium określającym wielkość pisma jest liczba mieszkańców, która nie jest opisana pod nazwą. Wielkość pisma dla nazwy części miasta składającego się z kilku osiedli zależy od sumy liczby mieszkańców tych osiedli. W monografii *Polskie mapy wojskowe (Przewodnik)* w odniesieniu do mapy 1:50 000 w układzie WGS-84 podano, że wielkość osiedla określa krój i wielkość czcionki użytej w jego nazwie (Danilewicz, Pietruszka, Starczewski 2012). Większa czcionka oznacza, że dane osiedle ma większą liczbę mieszkańców lub wyższą rangę administracyjną. Tyle, że w legendach załączanych do poszczególnych arkuszy map, takich objaśnień brakuje.

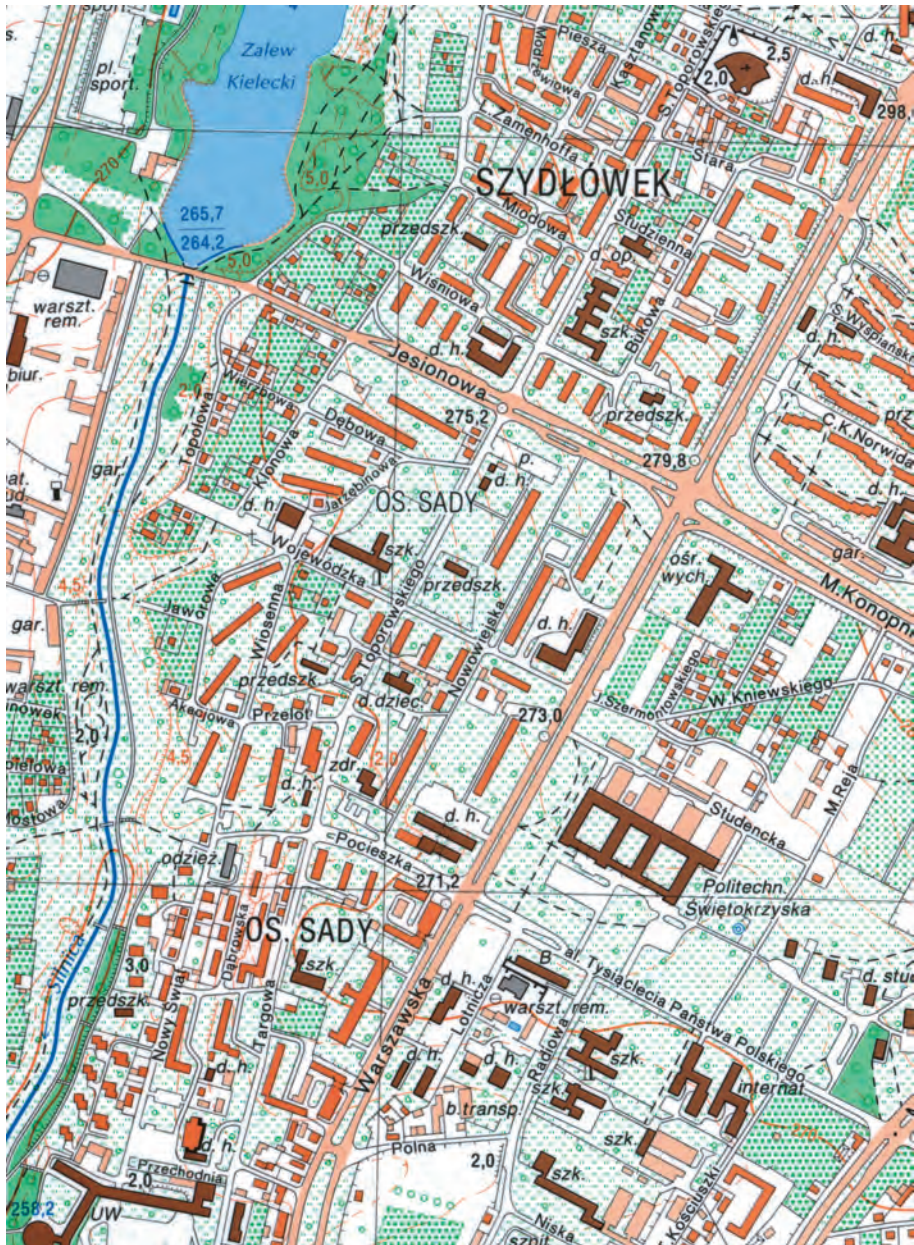
Zgodnie z zasadami redakcji, nazwy osiedli ze znaczną liczbą mieszkańców, ale zajmujących stosunkowo małą powierzchnię (np. osiedli z zabudową wysoką lub zwartą), mogą mieć mniejszą wysokość pisma o jeden, a nawet dwa przedziały. Z sytuacją odwrotną mamy do czynienia wtedy, gdy dzielnica

o charakterze przemysłowym zajmuje dużą powierzchnię, a mieszka w niej mała liczba mieszkańców (np. PKN Orlen w Płocku). Wówczas wysokość pisma może być zwiększona, gdyż uwzględnione są wielkość powierzchni i równoleżnikowa rozciągłość dzielnicy, ale nie więcej niż o dwa przedziały wysokości liter. Tak więc w obu wymienionych wypadkach przyjęte wysokości pisma są modyfikowane zgodnie z graficznymi zasadami dostosowania wysokości liter do rozciągłości opisywanego obszaru. Niewielkie modyfikacje wysokości pisma mogą być również wprowadzone w celu podkreślenia hierarchii obszarów zabudowanych w wypadku, gdy nazwa podrzędna i nadrzędna znajdują się w tym samym przedziale wielkości. Zmniejszona jest wtedy wielkość nazwy podrzędnej lub zwiększona nadrzędnej (Ostrowski, Kowalski, 2004).

Czytelnik mapy powinien mieć świadomość, że nazwy części miasta, dzielnic mogą być mocno przesunięte względem ich optymalnego umiejscowienia, mającego na celu pokazanie zasięgu i rozciągłości opisywanego obszaru. Unika się umieszczania opisów na tle znaków budynków lub zabudowy (np. na mapie 1:50 000 zabudowy gęstej, budynków użyteczności publicznej, ich nazw podanych skrótami, terenów przemysłowo-składowych, a na mapie 1:10 000 dodatkowo nazw ulic); nazwy są przesuwane, żeby nie zmniejszać czytelności zarówno samej nazwy, jak i zagęszczonego rysunku topograficznego. Na obrzeżach miast nazwy dzielnic, osiedli są często przesuwane poza obręb zabudowy (np. zwartej i gęstej jednorodzinnej) i tym samym nie wskazują zasięgu jednostki, do której się odnoszą (ryc. 11C i 13).

Specyfiką napisów na mapach topograficznych jest rozróżnienie dwóch rodzajów nazw: nazw głównych (pod którymi umieszcza się liczbę mieszkańców) i nazw dodatkowych, co z powodu braku objaśnień w legendach może być kolejnym utrudnieniem dla użytkowników mniej wprawnych w czytaniu map. Gdy miejscowość podzielona jest ramką arkusza, nazwę główną umieszcza się na tym arkuszu, na którym znajduje się jej centrum lub większa część, a pozostałe fragmenty miasta opisane są nazwą dodatkową. Gdy fragment miejscowości jest znaczny, nazwa dodatkowa umieszczana jest na mapie, natomiast gdy zasięgiem danego arkusza są objęte stosunkowo niewielkie fragmenty miejscowości, jej nazwa może być przeniesiona między ramkę wewnętrzną i zewnętrzną.

Przy każdej miejscowości oraz jej części, niezależnie czy znajduje się na jednym, dwóch, trzech czy czterech arkuszach mapy topograficznej, umiejscowiona jest tylko jedna nazwa główna. Centrum miasta lub obszar zajmujący największą powierzchnię na jednym z arkuszy opisuje się nazwą główną (po-



Ryc. 12. Przykład użycia nazwy dodatkowej „OS. SADY” na mapie topograficznej 1:10000 w układzie PL-1992



Ryc. 13. Brak nazwy dodatkowej „OS. SADY” na mapie topograficznej 1:10 000 w układzie PL-1992 w standardzie TBD. Przesunięto nazwę „SZYDŁÓWEK”, gdyż zbyt ciemne budynki zabudowy luźnej wielorodzinnej znacznie obniżyłyby jej czytelność

dając również informację o liczbie mieszkańców i funkcji administracyjnej), a pozostałe fragmenty miasta na innych arkuszach nazwą dodatkową.

Nazwy dodatkowe są powtórzeniem nazw głównych z tego samego lub sąsiedniego arkusza mapy, lecz w stosunku do nazwy głównej mają cieńszy krój pisma, a ich wielkość jest mniejsza przeważnie o 10–20%. Pod nazwami dodatkowymi nie umieszcza się liczby mieszkańców, ani skrótów określających rangę administracyjną (*Zasady...* 1998).

Nazwy dodatkowe miejscowości dawane są na mapie również w innych wypadkach, na przykład w celu ułatwienia odbiorcy jednoznacznego określenia przynależności odosobnionych zabudowań lub części miejscowości. W sytuacji, gdy odosobniona część miejscowości nie ma odrębnej nazwy, umieszcza się przy niej nazwę dodatkową identyczną jak nazwa główna. Dodatkowa nazwa jest szczególnie istotna wtedy, gdy część miejscowości znajduje się w bliskim sąsiedztwie innej miejscowości.

Nazwy dodatkowe dużych części miasta (dzielnic) wskazane są także, gdy rozciągłość terytorialna tych części jest na mapie wielokrotnie większa niż długość ich nazwy (ryc. 12). Dotyczy to szczególnie map topograficznych w większych skalach, np. 1:10 000.

Ponadto nazwę dodatkową stosuje się do nazwy fragmentu miejscowości położonego na skraju arkusza, gdy większa część tej miejscowości, wraz z nazwą główną, położona jest na arkuszu sąsiednim.

Jeżeli miejscowość ma dwie nazwy, to pod główną nazwą urzędową, symetrycznie w nawiasie do niedawna dawało się drugą, używaną nazwę, np. Piaski (Nowa Karczma), przyjmując dla niej taką samą wielkość i krój pisma, jak dla nazwy dodatkowej (Ostrowski, Kowalski, 2004). Na opracowywanych obecnie mapach nie stosuje się już takiej formy opisu, gdyż zgodnie z rozporządzeniem Ministra Administracji i Cyfryzacji z dnia 13 grudnia 2012 r. w sprawie wykazu urzędowych nazw miejscowości i ich części, każda miejscowość w Polsce ma tylko jedną nazwę urzędową. W związku z tym nie powinna być podawana dodatkowo żadna nazwa dodatkowa (oboczna).

Literatura:

Archiwum map Wojskowego Instytutu Geograficznego 1919-1939: http://polski.mapywig.org/viewpage.php?page_id=18

Ciołkosz-Styk A., Ostrowski W., 2007, *Porównanie treści i formy graficznej polskich map topograficznych 1:50 000 w wersji cywilnej*. „Polski Przegląd Kartograficzny”, t. 39, nr 3, s. 209–228.

Czerny A., 2011, *Teoria nazw geograficznych*. Warszawa: PAN IGiPZ.

- Danilewicz K., Pietruszka J., Starczewski A., 2012, *Polskie mapy wojskowe (Przewodnik)*. Warszawa: Sztab Generalny Wojska Polskiego.
- Gąsiewicz St., 1930, *Znaki topograficzne map Polskich 1:25 000, 1:100 000, Niemieckich 1:25 000, 1:100 000, B. Ros.Zach. 1:100 000, Austrjackich 1:75 000, Rosyjskich 1:84 000 i znaki taktyczne*. Warszawa: Główna Księgarnia Wojskowa.
- Kałamucki K., 2005, *Legenda mapy – ogniwo scalające wizję kartografa, mapę i jej użytkownika*. [W:] W. Pawlak i W. Spallek (red.) *Główne problemy współczesnej kartografii. Projektowanie i redakcja map*. Wrocław: Uniwersytet Wrocławski, s. 205–218.
- Kowalski P., Siwek J., 2013, *Polskie mapy topograficzne do użytku powszechnego – ćwierć wieku sukcesów czy niepowodzeń? „Polski Przegląd Kartograficzny” t. 45, nr 4, s. 334–343*.
- Kowalski P., Głazewski A., Kołodziej A., 2013, *Produkcja map topograficznych i tematycznych*. [W:] D. Gotlib, R. Olszewski (red.), *Rola bazy danych obiektów topograficznych w tworzeniu infrastruktury informacji przestrzennej w Polsce*. Warszawa: GUGiK, s. 195–200.
- Ostrowski W., Kowalski P., 2004, *Przewodnik toponimiczny. Część III. Stosowanie i rozmieszczanie nazw i napisów na mapach*. Warszawa: Główny Urząd Geodezji i Kartografii.
- Wzory i objaśnienia znaków topograficznych map w skali 1:100 000 i 1:25 000 Wojskowego Instytutu Geograficznego*, 1931. Warszawa: Wojskowy Instytut Geograficzny.
- Wzory i objaśnienia znaków umownych oraz skrótów i opisów objaśniających dla map topograficznych w skalach 1:25 000, 1:50 000, 1:100 000, 1:200 000, 1:500 000 przeznaczonych do celów gospodarczych, cz. I i II*, 1986. Warszawa: Instytut Geodezji i Kartografii.
- Ostrowski W., Balcerzak J., Maj J., Kacprzak M., 1999, *Zasady redakcji mapy topograficznej w skali 1:10 000. Wzory znaków, Instrukcja techniczna*, Warszawa: Główny Urząd Geodezji i Kartografii.
- Ostrowski W., Balcerzak J., Czerny A., Dziewulska A., Kaczyński A., Maj J., Morawska B., Siwek J., 1998, *Zasady redakcji mapy topograficznej w skali 1:50 000. Katalog znaków, Instrukcja techniczna*. Warszawa: Główny Urząd Geodezji i Kartografii.
- Znaki i objaśnienia do map 1: 25 000 i 1: 100 000, 1: 300 000*, 1937. Warszawa: Wojskowy Instytut Geograficzny.
- Znaki i objaśnienia do map 1: 25 000 i 1: 100 000, 1: 300 000*, 1947. Warszawa: Wojskowy Instytut Geograficzny Sztabu Generalnego Wojska Polskiego.
- Znaki umowne do mapy topograficznej w skali 1:50 000 wraz z objaśnieniami (przeznaczone dla operatorów stacji roboczych)*, 1995. Warszawa: Ministerstwo Obrony Narodowej, Sztab Generalny Wojska Polskiego.