

Polish Cartographical Review

Suplement w języku polskim

TOM 8 • NR 1 • 2023
Półrocznik

Polish Cartographical Review
do 2015 roku Polski Przegląd Kartograficzny



POLSKIE TOWARZYSTWO GEOGRAFICZNE
Oddział Kartograficzny

Warszawa

Redakcja

Beata Konopska – redaktor naczelna, Jerzy Siwek – sekretarz redakcji
Redaktorzy działowi: Dariusz Gotlib, Jolanta Korycka-Skorupa

Redaktor językowy: Ewa Wolnicz-Pawłowska

Współpraca: Paulina Waszkiewicz (Grafos), Mariusz Olczyk

Adres redakcji

Oddział Kartograficzny Polskiego Towarzystwa Geograficznego
Redakcja „Polish Cartographical Review”
ul. Krakowskie Przedmieście 30
00-927 Warszawa
e-mail: jrsiwek@uw.edu.pl

Strona internetowa Suplementu www.kartografia.org/pcr-ppk

„Suplement w języku polskim” jest dodatkiem do „Polish Cartographical Review”
niepodlegającym ocenie (punktacji) Ministerstwa Edukacji i Nauki

SPIS TREŚCI

Jubileusz stulecia „Polskiego Przeglądu Kartograficznego” (<i>B. Konopska</i>)	5
ARTYKUŁY	
Marta S o l a r z : Kartografia matematyczna – synteza geografii i matematyki w przeszłości i współcześnie	7
Jakub K u n a : Ortofotomapa Lublina 1944: od zdjęć Luftwaffe do aplikacji mapowej – idea, metody, współczesne wyzwania przetwarzania i publikacji archiwalnych zdjęć lotniczych	21
NOTATKI	
Jerzy O s t r o w s k i : Teofil Szumański jako nauczyciel i kartograf oraz jego wkład w kartografię romerowską	41
RECENZJE	
Wojskowa Mapa Topograficzna. Series M755. Edition 1-5. Skala 1:50 000. Warszawa 1996–2023: Oddział Topograficzny SG WP; Zarząd Geografii Wojskowej SG WP; Oddział Geodezji i Kartografii SG WP, Szefostwo Geografii Wojskowej; Szefostwo Rozpoznania Geoprzestrzennego (<i>M. Okonek</i>)	55
KRONIKA	
Osiemdziesięciolecie urodzin profesora dr. hab. Wolfa Güntera Kocha (<i>Redakcja</i>)	61
Działalność Oddziału Kartograficznego Polskiego Towarzystwa Geograficznego w roku 2022 (<i>D. Dukaczewski</i>)	64
Siódme w dwunastej kadencji posiedzenie Komitetu Narodowego do spraw Międzynarodowej Asocjacji Kartograficznej (<i>D. Dukaczewski</i>)	65
Wizyta naukowa pracowników i doktorantów Katedry Geomatyki i Systemów Informacyjnych WGSR UW na Uniwersytecie Gustava Eiffla w Paryżu (<i>I. Karsznia, A. Adolf, I. Ajdacka</i>)	66
22 posiedzenie Bałtyckiej Sekcji Regionalnej UNGEGN w Warszawie (<i>M. Zych</i>)	67
Symposium Naukowo-Techniczne nt. „Eugeniusz Romer i jego Polski Przegląd Kartograficzny” w Muzeum Geodezji i Kartografii w Opatowie (<i>J. Ostrowski</i>)	70
Trzecia Sesja Grupy Ekspertów ONZ ds. Nazw Geograficznych w Nowym Jorku (<i>M. Zych</i>)	72
Ósme w dwunastej kadencji posiedzenie Komitetu Narodowego do spraw Międzynarodowej Asocjacji Kartograficznej (<i>D. Dukaczewski</i>)	77
Wręczenie nagród Ministra Rozwoju i Technologii w dziedzinie geoinformacji (<i>I. Karsznia</i>)	79
IV edycja Konferencji „Informacja przestrzenna Impulsem dla rozwoju lokalnego” we Wrocławiu (<i>M. Okonek</i>)	80
Dziewiąte w dwunastej kadencji posiedzenie Komitetu Narodowego do spraw Międzynarodowej Asocjacji Kartograficznej (<i>D. Dukaczewski</i>)	82
Sto dwudzieste czwarte, sto dwudzieste piąte i sto dwudzieste szóste posiedzenie Komisji Standaryzacji Nazw Geograficznych poza Granicami Rzeczypospolitej Polskiej (<i>M. Zych</i>)	84
Otwarte seminaria Oddziału Kartograficznego Polskiego Towarzystwa Geograficznego oraz Zakładu Geoinformatyki, Kartografii i Teledetekcji Uniwersytetu Warszawskiego w roku akademickim 2022/2023 (<i>J. Siwek</i>)	87

NOWOŚCI LITERATURY

Nowości literatury polskiej (*Redakcja*) 91

CONTENTS

PAPERS

Marta S o l a r z: Cartographic projections in the language of mathematics – review and applications 5

Jakub K u n a: The Orthophotomap of Lublin 1944: from Luftwaffe photographs to map application
– idea, methods, contemporary challenges of processing and publishing archival aerial
photographs 21

NOTES 41

REVIEWS 55

REPORTS 61

NEWS OF POLISH LITERATURE 91

JAKUB KUNA
Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie
Katedra Geomatyki i Kartografii
orcid.org/0000-0003-0169-3008; jakub.kuna@umcs.pl

Ortofotomapa Lublina 1944: od zdjęć Luftwaffe do aplikacji mapowej – idea, metody, współczesne wyzwania przetwarzania i publikacji archiwalnych zdjęć lotniczych

Zarys treści. Początki fotografii lotniczej sięgają drugiej połowy XIX wieku, a okresy wojen światowych przyczyniły się do rozwoju technik opracowywania i upowszechniania zdjęć lotniczych do celów wojskowych. W literaturze znajdujemy opisy wykorzystywania przez Wojskowy Instytut Geograficzny fotografii lotniczej na potrzeby aktualizacji map topograficznych na obszarze blisko 40% ówczesnej powierzchni kraju. Niestety, losy przedwojennego zbioru zdjęć są trudne do ustalenia. W tej sytuacji zdjęcia lotnicze z okresu II wojny światowej (niemieckie i alianckie) stanowią najstarszą możliwie kompletną i spójną dokumentację fotograficzną Polski. Serie niemieckich odbitek *373-GXPRINTS* zgromadzone w National Archives and Records Administration w College Park (USA) są prowadzone według najbardziej liberalnej polityki dostępu i dalszego wykorzystania. Jednocześnie organizacja archiwum NARA i stopień digitalizacji zbioru (ponad milion zdjęć) pozostawiają niedosyt, a wyszukiwanie zdjęć wymaga znajomości metod i doświadczenia.

W latach 2020–2021 w Katedrze Geomatyki i Kartografii UMCS realizowano projekt *Opracowanie*

Ortofotomapy Lublina w latach 1939–1945 (NCN, Miniatura 4.0. nr 2020/04/X/HS4/00382). Efektem realizacji projektu jest portal internetowy <https://ortolub.umcs.pl>, składający się z cyfrowego repozytorium zdjęć, aplikacji mapowej i zestandaryzowanych usług danych rastrowych. W przekonaniu autora jest to unikatowa podstawa źródłowa, o niespotykanej dotychczas szczegółowości. Publikacja wyników projektu na licencji Creative Commons CC-BY-SA 4.0 ma sprzyjać ich możliwie szerokiemu wykorzystaniu w badaniach naukowych i działalności popularyzatorskiej.

Przedstawiony w artykule proces opracowania historycznej ortofotomapy jest uniwersalny i może zostać powtórzony na dowolnym zbiorze zdjęć lotniczych. Jednocześnie konieczne są prace rozwojowe w zakresie możliwie pełnej automatyzacji działań. W podsumowaniu wskazano aktualne wyzwania i perspektywy opracowania historycznych ortofotomap o zasięgu krajowym.

Słowa kluczowe: zdjęcia lotnicze, NARA, Luftwaffe, druga wojna światowa, ortofotomapa historyczna, geoportal, historyczny GIS, Lublin

1. Wprowadzenie

1.1. Początki fotografii lotniczej

Początki fotografii lotniczej sięgają XIX wieku i są bezpośrednio związane z rozwojem dwóch dziedzin techniki: fotografii i lotnictwa. Pierwszy lot balonem w 1709 r. wykonał Portugalczyk Bartolomeu de Gusmão, jednak dopiero w latach osiemdziesiątych XVII wieku we Francji opracowano konstrukcję umożliwiającą wykonywanie powtarzalnych lotów balonów napełnionych

helem. 26 czerwca 1794 r. podczas Bitwy pod Fleurs Francuzi po raz pierwszy wykorzystali balon do celów zwiadowczych, zrzucając na ziemię krótkie meldunki o ruchach wojsk nieprzyjaciela. W roku 1853 z balonu na wysokości 200 sążni (około 430 m) Adam Lerue i Julian Cegliński wykonali rzut aksonometryczny Warszawy.

Pierwsze udokumentowane „lotnicze” zdjęcie powierzchni Ziemi zostało wykonane w 1858 roku przez Gasparda Felixa Tournachon (zwanego „Nadar”) podczas lotu balonem ponad Paryżem (ryc. 1). 30 lipca 1865 r. Konrad Brandel

wykonał serię ukośnych zdjęć Warszawy z nisko przelatującego balonu. W 1882 roku brytyjski meteorolog E.D. Archibald wykonał zdjęcie wykorzystując latawiec i opóźniany samowyzwalacz migawki. 29 maja 1882 r. Cecil Shaboldt wykonał pierwsze pionowe zdjęcie lotnicze z aparatu umieszczonego w dnie kosza balonowego (ryc. 2). Wynalazek samolotu (bracia Wright – 1903) zapoczątkował dynamiczny rozwój fotografii lotniczej (J.R. Olędzki 2009; S. Różycki i inni 2020; P. Vogler 2020).

Okres I. wojny światowej był przełomowy dla rozwoju rozpoznania lotniczego (samolotowego i balonowego). Pozyskanie aktualnej i dokładnej informacji sytuacyjnej decydowało o przewadze taktycznej i było powszechnie wykorzystywane na wszystkich frontach europejskich. Liczba zdjęć lotniczych wykonywanych przez Niemcy jest szacowana na kilka tysięcy dziennie (B. Stichelbaut 2011; B. Stichelbaut i inni 2017; P. Vogler 2020). Najstarsze znane i zachowane zdjęcie lotnicze obecnego terenu Polski zostało wykonane prawdopodobnie 9 lutego 1915 r. przez austriacką 10. Fliegerkompanie (FL.K) z samolotu Lohner C. Obejmuje ono okolice Gorlic pokryte śniegiem 5 lutego 1915 r. (M. Kycko 2011; J.R. Olędzki 2009, ryc. 3).

1.2. Fotografia lotnicza w Drugiej Rzeczypospolitej

W Polsce okresu międzywojennego zdjęcia lotnicze wykonywano na potrzeby delimitacji wschodniej granicy państwa (w latach 1921–1923). Pracami aerofotograficznymi zajmował się Referat Fotogrametryczny WIG-u przy współdziałaniu 1. Pułku Lotniczego, a liczbę wykonanych zdjęć B. Krassowski (1973, s. 30, 60) ocenia na kilka tysięcy sztuk. „Praca nad pomiarem granicy polsko-radzieckiej zasługuje na szczególną uwagę (pomijając inne jej wartości), ponieważ była to pierwsza praca w Polsce, zakrojona na tak szeroką skalę, przynosząca szereg bardzo ważnych doświadczeń dla młodego personelu fotogrametrycznego oraz dla lotników.”¹

Na podstawie serii zdjęć Referat Fotogrametryczny WIG-u wykonywał – techniką jednoobrazową – ujednolicone, „wyprostowane”



Ryc. 1. Paryż, Łuk Triumfalny, jedno z pierwszych zdjęć wykonanych z balonu przez Felixa Tournachon (źródło: Archives Nationales de France)

fotomapy w skali 1:10 000 z wykorzystaniem starych przetworników pozostawionych przez wojska niemieckie. Fotomapy 1:10 000 były podstawą dalszych pomiarów terenowych, m.in. podczas pomiarów obozów ćwiczebnych (1923–1925), triangulacji Wybrzeża (1925–1926), jak również w celach bieżącej aktualizacji innych map. W latach 1927–1931 Samodzielny Referat Fotogrametryczny przeszedł modernizację, w ramach której zakupiono światowej klasy sprzęt: przetworniki, autografy, nowoczesne kamery lotnicze, umożliwiające realizację zadań w skali ogólnopolskiej, w tym także zdjęć stereoskopowych. W 1930 roku równoległe do WIG-u, w pionie lotnictwa cywilnego „LOT” utworzono Wydział Aerofotogrametryczny – FOTOLOT (B. Krassowski 1973; J.R. Olędzki 2009; S. Różycki i inni 2020a). Głównymi ośrodkami naukowymi zajmującymi się fotogrametrią lotniczą były Politechniki Lwowska i Warszawska. WIG, LOT i instytucje naukowe, które prowadziły ścisłą współpracę w zakresie szkolenia, wymiany doświadczeń i podziału prac. Wspólne prace obejmowały m.in. opracowanie mapy fotogrametrycznej Tatr oraz map wypraw polarnych na Spitsbergen i Grenlandię. Przykładem wydarzenia rangi światowej było wykorzystanie w 1934 r. zdjęć balonowych do odkrycia sensacji archeolo-

¹ B. Krassowski, 1973, s. 60.



Ryc. 2. Stamford Hill, Stonebridge Road & Tottenham and Hampsted Junction Railway – pierwsze pionowe zdjęcie lotnicze, Cecil Shadbolt, 610 m, 29 maja 1882 (źródło: Wikimedia Commons, ze zbiorów Historicengland.org.uk)

gicznej w Biskupinie (D. Ławecka 2009). Od 1933 roku zdjęcia lotnicze były masowo wykorzystywane do aktualizacji map topograficznych: „...topograf otrzymywał odbitkę starej mapy podlegającej sprawdzeniu w skali 1:25 000 i komplet zdjęć lotniczych, pokrywający teren mapy w skali około 1:17 000, o wymiarach 18 × 18 cm.”²

Do 1939 roku WIG wykonał zdjęcia lotnicze 150 tys. km², czyli około 40% ówczesnej powierzchni kraju – jest to zbieżne z ustaleniami dotyczącymi aktualizacji mapy szczegółowej

1:25 000, włączając arkusze „częściowo opracowane” (B. Krassowski 1973, J. Kuna 2018). Niestety, wojenne i powojenne losy zbiorów Referatu Fotogrametrycznego WIG-u są dziś, z perspektywy badacza cywilnych, bardzo trudne do ustalenia.

Pojedyncze zdjęcia lotnicze, pionowe i ukośne, z lat 1918–1939 (i starsze) coraz częściej „odnajdują się” w publikacjach historycznych i regionalnych, na aukcjach i forach internetowych (por. ryc. 7). Największą ogólnodostępną kolekcję stanowią serwisy Fotopolska.eu oraz Wikimedia Commons. Ważnym elementem porządkowania zasobów Fotopolski i Wikimedii jest tagowanie geograficzne, czyli oznaczanie

² B. Krassowski, 1973, s. 65. Por. J.R. Olędzki, 2009, s. 9–14 oraz 17–18.



Ryc. 3. Gorlice, 5.02.1915, 10 FL.K. Źródło: Kriegsarchiv – Österreichisches Staatsarchiv (za: J.R. Olędzki 2009)

sfotografowanych miejscowości i obiektów, które umożliwiają wstępną identyfikację zdjęć na podstawie zapytań do bazy danych lub na podstawie mapy interaktywnej. Niestety, ponieważ są to zbiory społecznościowe, są one niejednorodne pod kątem pochodzenia zdjęć, opisu źródłowego, jakości skanów oraz praw od powtórznego wykorzystania. Z tego powodu trudno jednoznacznie ocenić przedwojenne zdjęcia lotnicze jako materiał do systematycznych prac badawczych.

2. Zdjęcia lotnicze z okresu II wojny światowej

Druga wojna światowa była okresem dynamicznego rozwoju lotnictwa, a pośrednio także fotografii lotniczej. Liczba zdjęć wykonanych w latach 1939–1945 przez wszystkie strony konfliktu jest szacowana na 50 mln sztuk. Obok „masowego” wykonywania coraz lepszych jakościowo zdjęć, udoskonaleniu podlegał także proces fotointerpretacji i wytwarzania produktów pochodnych. S. Różycki i inni (2020, s. 7) podają, że blisko 80% zbiorów zdjęć niemieckich zostało celowo zniszczonych w obawie przed przejściem przez aliantów. Istotnie, rów-

noległe do własnego rozpoznania lotniczego w ramach Joint Air Reconnaissance Intelligence Centre (JARIC), wywiady wojsk sprzymierzonych prowadziły specjalne operacje mające na celu zdobycie zdjęć niemieckich (P. Vogler 2020).

W archiwach amerykańskich (National Archives and Records Administration – NARA w College Park koło Waszyngtonu) i brytyjskich (National Collection of Aerial Photographs – NCAP w Edynburgu) do czasów współczesnych zachowało się łącznie prawie 10 milionów zdjęć lotniczych z okresu II wojny światowej, w tym ponad milion zdjęć niemieckich (D.C. Cowley i inni 2013; S. Różycki i inni 2020). Kilka tysięcy zdjęć lotniczych jest udostępnianych w repozytorium cyfrowym Instytutu Herdera w Marburgu³. P. Vogler (2020, s. 539–558 oraz 587–591) wymienia szereg instytucji, w których znajdują się mniejsze kolekcje zdjęć lotniczych. Miejsca przechowywania i stan zachowania zbiorów ZSRR (jak również zdjęć zdobytych przez Rosjan na Niemcach i Polakach) są

³ National Archives Catalog – <https://catalog.archives.gov/>; National Collection of Aerial Photography – <https://ncap.org.uk/>; Bildkatalog des Herder-Instituts – https://www.herder-institut.de/bildkatalog/index/index?searchfield_parameter=Luftbild

trudne do ustalenia (S. Różycki i inni 2020, P. Vogler 2020).

Zarówno NCAP jak i Instytut Herdera prowadzą cyfrowe repozytoria zdjęć lotniczych, umożliwiające przeglądanie miniatur zeskanowanych zdjęć. Istotnym elementem są mapy interaktywne prezentujące lokalizację zdjęć. Mapy, oparte na OpenStreetMap, posiadają ciekawą funkcję automatycznej agregacji opisanych punktowo geotagów do postaci kół reprezentujących liczbę zdjęć na danym terenie. Jest to dosyć wygodne rozwiązanie problemu nierównomiernej dystrybucji zdjęć i zachowania czytelności mapy bez względu na skalę wyświetlania. Mankamentem pozostają koszty pozyskania oraz dalszego rozpowszechniania w publikacjach, mediach i Internecie. Warunki licencyjne NCAP są dosyć skomplikowane, a kwoty wahają się w zależności od formatu dokumentu od 16,50 do 45,00 funtów oraz od 5,50 do 429 funtów w zależności od formy dystrybucji. W Instytucie Herdera są to kwoty rzędu od 20 do 25 euro za skan oraz od 30 do 100 euro za prawa do dalszego wykorzystania. Z polskiej perspektywy badawczej są to ceny zaporowe⁴.

Zgola odmiennie wygląda sytuacja w amerykańskim NARA. Wszystkie zbiory odtajnione i przekazane przez CIA do archiwów państwowych są dostępne do wglądu bezpłatnie i bez żadnych ograniczeń w zakresie dalszego wykorzystania. Większą trudność stanowi przeszukiwanie przepastnych zbiorów i sam dostęp do nich. Archiwum posiada ponad 200 tys. jednostek archiwalnych, zawierających prawie 3 miliony zdjęć alianckich, blisko 60 tys. rolek filmów. Ponad 50 tys. zdjęć alianckich z zespołu 373-AERIALFILM jest dostępnych online w formie skanów (także do pobrania, niestety głównie słabej jakości)⁵. W zespole 373-GXPRINTS (*German Flown Aerial Photographs, 1939–1945*) zgromadzono ponad 1,2 mln niemieckich odbitek papierowych. Spośród zdjęć niemieckich ponad 22 tys. zostało ujętych w katalogu cyfrowym, w tym blisko 15 tys. jest dostępnych online w formie skanów – do pobrania za darmo

⁴ <https://ncap.org.uk/products/image-sales>; <https://www.herder-institut.de/bildkatalog/hilfe/index>

⁵ Record Group 373: *Series 373-AERIALFILM – Aerial Photographs, 1935–1970* – <https://catalog.archives.gov/id/305982>. Głównie format GIF, 8-bit, 72 dpi, chociaż także JPG, 24-bit, 300 dpi.

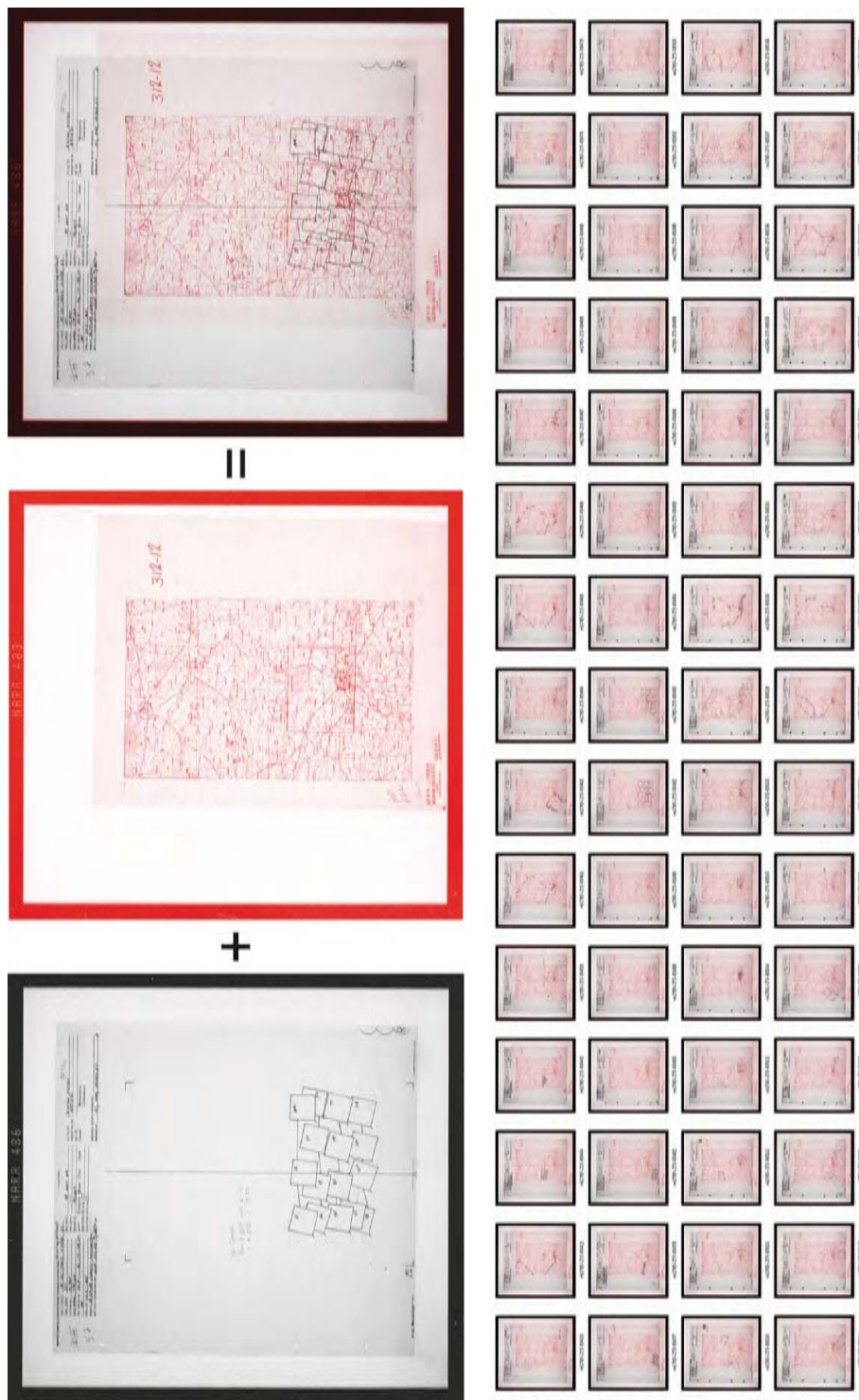
o w zdecydowanie lepszej jakości. Wciąż jest to jednak niewiele ponad 1% zbioru zdjęć Luftwaffe⁶.

2.1. Wyszukiwanie nieskatalogowanych zdjęć Luftwaffe w NARA

Zbiory serii 373-GXPRINTS są zorganizowane według numeru serii zależne od miejsc przejścia zbioru przez oddziały wywiadu alianckiego, przez co poszczególne pudła określają pochodzenie zbioru a nie jego zawartość tematyczną (S. Różycki i inni 2020, s. 60; P. Vogler 2020). Jest to dosyć uciążliwe i trudne do rozpracowania. Dla przykładu, dostępne na stronie archiwum zdjęcia Lasu Katyńskiego pochodzą m. in. z serii GX 3707, GX 4257 oraz GX 4344. Ważnym „przewodnikiem” w kontekście wyszukiwania konkretnych lokalizacji jest seria 373-FILMOVERLAYS, zawierająca indeks geograficzny zdjęć niemieckich⁷. Indeks geograficzny jest prowadzony w oczkach siatki 1×1 stopień (np. 51N022E), w postaci od kilkudziesięciu do kilkuset folii przezroczystych z rysunkiem zasięgów poszczególnych zdjęć (P. Vogler 2020). Pojedyncza folia zazwyczaj obrazuje jeden przelot, opatrzony datą (często dzienną), parametrami obiektu, średnią wysokością lotu, przybliżoną skalą zdjęć oraz oznaczeniem jakości/czytelności odbitki. W warunkach kameralnych możliwe jest bezpośrednie nakładanie folii na załączony wycinek mapy 1:250 000 i odczytywanie zasięgu zdjęcia w odpowiednim kontekście topograficznym. W środowisku cyfrowym zeskanowane folie można nałożyć na skan mapy (lub odwrotnie) z wykorzystaniem przezroczystości, różnych typów mieszania pikseli lub separacji barwnej (ryc. 4 – po lewej). Dzięki jednakowemu formatowi matrycy mapy 1:250 000 i foliowych nakładek, wykorzystując programy do obróbki cyfrowej, można

⁶ Record Group 373: *Records of the Defense Intelligence Agency, 1920–2006, series: 373-GXPRINTS – German Flown Aerial Photographs 1939–1945* – <https://catalog.archives.gov/id/306065>. Głównie format JPG, 8-bit lub 24-bit, 300 dpi, zależnie od formatu zdjęcia jest to od 3000 do 5000 pikseli na krawędź.

⁷ Record Group 373: *Records of the Defense Intelligence Agency, 1920–2006, series: 373-FILMOVERLAYS – Overlay Indexes for Aerial Photography of the Defense Intelligence Agency, 1935–1971* – <https://catalog.archives.gov/id/306062>



Ryc. 4. Skorowidz analogowy NARA dla oczka 51N022E mapy 1:250 000: po lewej – nabożenie folii zasięgu zdjęć z dnia 25.05.1944 w technice separacji barwnej (18% wielkości oryginalnej), po prawej – efekt przetwarzania wsadowego na całym zbiorze (opracowanie własne na podstawie zbioru NARA)

wykonać przetwarzanie wsadowe do automatyzacji pracy na całym folderze folii dla jednostopniowego oczka (ryc. 4 – po prawej)⁸. Należy pamiętać, że zasięgi poszczególnych zdjęć wyrysowane na folii są tylko przybliżeniem. Zazwyczaj tak dopasowany materiał pozwala zorientować się, które zdjęcia warto pozyskać.

Koszty skanowania odbitek papierowych zleconych pracownikom archiwum mieszczą się w granicach 20–25 dol., natomiast podczas wizyty osobistej istnieje możliwość przyniesienia własnego skanera i skanowania odbitek w kwocie 0,25 dol. za sztukę, wystarczy polecieć do Waszyngtonu!⁹ Oczywiście istnieją pewne ograniczenia, jak podaje S. Różycki (2020, s. 62): „Indywidualni badacze nie mogą samodzielnie skanować negatywów zdjęć alianckich, a jedynie je oglądać [...]. Do skanowania zdjęć alianckich są upoważnione przez Archiwum prywatne firmy, które takie usługi wykonują odpłatnie...”. Ograniczenie nie dotyczy odbitek papierowych, te można skanować samodzielnie. Podsumowując, warunki dostępu, pozyskania i wykorzystania zbiorów obowiązujące w NARA są dużo bardziej liberalne niż te w NCAP i Instytucie Herdera, jednak kwerenda odpowiednich materiałów na miejscu wymaga wprawy i warto w tym celu skorzystać z pomocy doświadczonych osób.

3. Projekt historycznej Ortofotomapy Lublina

Projekt *Opracowanie Ortofotomapy Lublina w latach 1939–1945* został zaplanowany jako badanie podstawowe. Głównym celem było pozyskanie cyfrowych kopii zdjęć lotniczych z NARA w postaci skanów wysokiej jakości, poddanie ich szeregowi procedur edycyjnych prowadzących do wykonania historycznej ortofotomapy i publikacji warstwy w formie usługi danych przestrzennych.

⁸ W Adobe Photoshop CS6 jest to funkcja „automatyzuj” → „sekwencja wsadowa”.

⁹ „Self-service scan – \$0.25 per scan” – patrz. <https://www.archives.gov/research/order/fees>; <https://www.archives.gov/research/order/scanning.html>. Z doniesień osób wykonujących kwerendy wynika, że przy skanowaniu własnym sprzętem ta opłata nie jest pobierana.

3.1. Pozyskanie zasobu

W ramach prac wstępnych wykonano inwentaryzację zdjęć lotniczych udostępnionych na portalu Fotopolska. W serwisie znaleziono prawie 200 zdjęć otagowanych nazwami Lublina i sąsiednich miejscowości. Pobrane miniatury zdjęć (matryce około 570×550 pikseli), zostały poddane pobieżnej kalibracji (4 punkty, transformacja perspektywy), dzięki czemu możliwe było utworzenie skorowidza przestrzennego zdjęć w formie wektorowej. Podczas tego etapu prac największa wątpliwość dotyczyła uzyskania pełnego pokrycia dzisiejszej przestrzeni miasta zdjęciami. Ewentualne braki stanowiłyby istotną ułomność projektu, a restrykcje związane z COVID-19 uniemożliwiały uzupełnienie kwerendy w okresie finansowania (X. 2020 – X. 2021). Opracowanie skorowidza w formie wektorowej rozwiązało wątpliwości w sprawie kompletności opracowania i umożliwiło określenie dokładnej liczby zdjęć koniecznych do wykonania projektu. Wszystkie 104 zdjęcia lotnicze niezbędne do realizacji projektu były zarchiwizowane w postaci cyfrowej w repozytorium użytkowników Fotopolski.

3.2. Prace kameralne

Skany zdjęć lotniczych zostały poddane serii procesów obróbki cyfrowej w środowisku graficznym Adobe Photoshop CS6. Preprocessing obejmował m.in. usunięcie marginaliów, znaków tłowych, napisów i innych elementów zakrywających treść zdjęcia. Przycięto obszary spadu cechujące się dużym zniekształceniem soczewkowym oraz wykonano korektę tonalną zdjęć (ryc. 5). W toku działań wypracowano schematy sekwencji wsadowych pozwalających na automatyzację czynności powtarzalnych, np. selekcji pikseli na podstawie koloru, maskowania kanałem przezroczystości „alfa”, autokorekty kontrastu i tonu. Oczywiście rezultaty prac automatyzowanych nie zawsze były zadowalające, a część zdjęć wymagała indywidualnej obróbki.

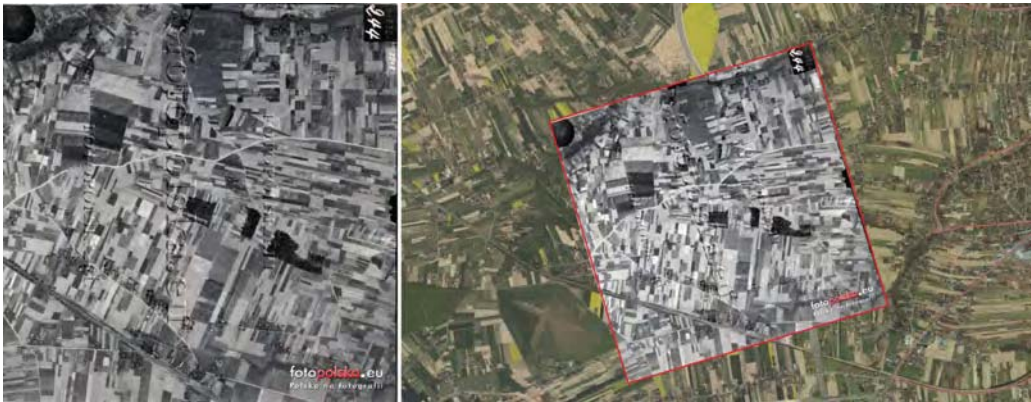
W dalszej kolejności, wykorzystując funkcje dostępne w programach QGIS Desktop 3.16. oraz Esri ArcMap 10.8.1., wykonano interpretację i georeferencję zdjęć do współczesnych danych referencyjnych GUGiK w układzie 1992 (BDOT10k, ortofotomapa, inne materiały pomocnicze).



Ryc. 5. Niemieckie zdjęcie lotnicze z 1944 r. – Lublin – Dziesiąta, Głusk, Majdanek: po lewej – oryginalny skan, po prawej – zdjęcie po obróbce graficznej; obszar oznaczony na czerwono zamieniono na kanał przezroczystości „alfa”, 25% wielkości oryginalnej (opracowanie własne na podstawie zbioru NARA)

Z punktu widzenia geometrii zdjęcie lotnicze (jak każde) jest rodzajem rzutu środkowego odwzorowującego zarejestrowane obiekty na płaszczyźnie (kliszy fotograficznej, matrycy cyfrowej). Z uwagi na charakter rzutu zdjęcia cechuje zespół zniekształceń liniowych i kierunkowych spowodowanych nachyleniem zdjęcia i deniwelacją terenu. W przypadku zdjęć pionowych

(ryc. 6) punkt główny jest jednocześnie punktem centralnym zdjęcia (bezpośrednio pod kamerą), rzutowanego w sposób prostopadły do powierzchni kliszy (rzut ortogonalny). Zdjęcie pokrywa teren w formie regularnej (bliższej kwadratowi) i ma ograniczony zasięg. Linie jednakowej odległości układają się w sposób kołisty wokół punktu głównego, przesunięcia



Ryc. 6. Po lewej – niemieckie zdjęcie lotnicze z 1944 r., Kozubszczyzna k. Lublina, miniatura z portalu Fotopolska.eu; po prawej – zdjęcie po wstępnej kalibracji. Regularny, niemal kwadratowy obszar zasięgu zdjęcia sugeruje, że nachylenie kamery w trakcie wykonania zdjęcia było bardzo małe (opracowanie własne na podstawie zbioru Fotopolska.eu)

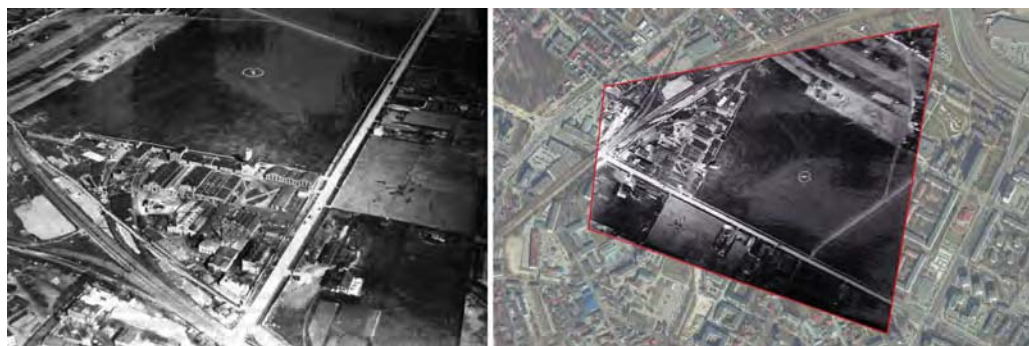
wynikające z deniwelacji terenu są nieznaczne. Skala zdjęcia lotniczego może być określona wzdłuż dowolnej prostej i jest stosunkowo łatwa do obliczenia. Kalibracja zdjęcia może być wykonana z zastosowaniem transformacji liniowej (afinicznej) i 4–5 punktów kontrolnych.

W przypadku zdjęć ukośnych (ryc. 7) skala jest zmienna na powierzchni całego zdjęcia. Punkt główny zdjęcia jest przesunięty w stosunku do punktu rzutu położenia kamery na powierzchni Ziemi, a zasięg terenu objętego zdjęciem ma kształt trapezu (zdjęcie nachylone w jednej osi) lub nieregularnego czworokąta (zdjęcie nachylone w dwóch osiach). W przypadku zdjęć o bardzo dużym nachyleniu, punkt rzutu położenia kamery znajduje się poza kadrem, a zasięg zdjęcia może mieć charakter otwarty (gdzie na zdjęciu widoczny jest horyzont, krawędź zdjęcia ucieka do nieskończoności). Obliczenie skali zdjęcia i usunięcie deformacji jest znacząco utrudnione. Kalibracja zdjęć nachylonych wymaga zastosowania nieliniowych metod transformacji, takich jak przekształcenia perspektywiczne, transformacje wielomianami 2 i 3 stopnia lub przekształceniami składanymi (TPS/adjust, spline). W zależności od rodzaju transformacji minimalna liczba punktów kontrolnych niezbędnych do transformacji waha się w granicach 6–16. Większa liczba punktów powoduje większe uśrednienie lokalnych zniekształceń i umożliwia lepszą indywidualną ocenę położenia poszczególnych punktów.

Oprócz czynników wynikających z charakteru terenu i kąta nachylenia kamery, do deformacji

zdjęć przyczyniają się także parametry techniczne sprzętu: rodzaj zastosowanego obiektywu, ogniskowa soczewki, wielkość matrycy. Jednym z efektów wynikających z niedoskonałości sprzętowych są tzw. zniekształcenia soczewkowe, tj. deformacje i zanik ostrości obiektów znajdujących się w części peryferyjnej, blisko krawędzi zdjęcia. Ostatnimi elementami wpływającymi na użyteczność zdjęć i możliwość ich zastosowania jako materiału podkładowego są czynniki atmosferyczne podczas jego wykonania: występowanie chmur, wietrzna pogoda powodująca poruszanie się roślinności, falowanie wody oraz upływ **czasu**: blaknięcie kliszy, zarysowania, kurz (A. Ciołkosz, A. Kęsik 1969; A. Ciołkosz, J. Miszański 1972).

Jakość skanowania odbitki fotograficznej można ocenić zgodnie z zastosowaniem standardów drukarskich: skan 300 dpi oddaje wszystkie detale zdjęcia w umiarkowanej jakości, skan 600 dpi oddaje wszystkie detale zdjęcia w wysokiej jakości. Skany wykonane bezpośrednio na kliszy fotograficznej wymagają zdecydowanie lepszych parametrów skanowania. W zależności od rodzaju urządzenia skanującego i wielkości kliszy najczęściej spotyka się skany zdjęć w rozdzielczości 1200 i 2400 dpi. Rozdzielczość skanu wpływa na wielkość piksela, która po wykonaniu kalibracji może zostać obliczona i wyrażona w metrach rzeczywistych, jako rozdzielczość przestrzenna, np. 0,1×0,1 m (rozmiar piksela ortofotomapy wysokiej rozdzielczości GUGiK).



Ryc. 7. Po lewej – zdjęcie lotnicze z lat 1930–1935, Fabryka Samolotów „E. Plage i T. Laśkiewicz” w Lublinie oraz sąsiadujące pole lotnicze; po prawej – zdjęcie po kalibracji. Nieregularny, trapezowaty obszar zasięgu zdjęcia jest spowodowany dużym nachyleniem kamery w trakcie wykonania zdjęcia (opracowanie własne na podstawie zbioru Fotopolska.eu)

Duży obszar → wysoki pułap nalotu → mała skala referencyjna → niski poziom detali → wysoki błąd kalibracji w metrach rzeczywistych (od kilkunastu do kilkudziesięciu metrów)

Mały obszar → niski pułap nalotu → duża skala referencyjna → wysoki poziom detali → niski błąd kalibracji w metrach rzeczywistych (od kilkunastu centymetrów do kilku metrów)

Ortorektifikacja i mozaikowanie zdjęć lotniczych do postaci profesjonalnej ortofotomapy jest dosyć złożonym procesem wymagającym uwzględnienia wielu czynników technicznych, które w przypadku zdjęć archiwalnych są trudne do spełnienia (A. Mirończuk, Z. Poławski 2015; S. Różycki i inni 2020). Ważnym elementem wpływającym na jakość ortorektifikacji jest pokrycie wzajemne zdjęć (pionowe i poziome), wyrażone odsetkiem powierzchni wspólnej sąsiednich zdjęć (stereopar). W przypadku większości pozyskanych serii zdjęć pokrycie wzajemne jest zachowane tylko w jednej linii lotu (np. W–E) i nie przekracza 30%. Opracowanie ortofotomapy prawdziwej, w pełnej zgodzie z zasadami rzutu ortogonalnego nie było możliwe. W rezultacie w środowisku GIS wykonano działania georeferencyjne w technice jednoobrazowej (por. podrozdział 1.2) – analogiczne do pracy z dawnymi mapami topograficznymi (J. Kuna 2015).

W prostym użytkowaniu GIS-owym należy zwrócić uwagę przede wszystkim na wielkość zdjęcia (rozmiar pokrytej powierzchni), skalę (rozumianą jako poziom szczegółowości detali w odniesieniu do skali standardowej mapy referencyjnej) oraz jakość i rozdzielczość skanu. Poprawność kalibracji zdjęć lotniczych można

ocenić zgodnie z kryteriami stawianymi kalibracji map referencyjnych w zbliżonej skali (tab. 1). Rzeczywiste przesunięcie przestrzenne wyrażone w jednostkach układu współrzędnych należy przeliczyć zgodnie ze skalą mapy referencyjnej i porównać z wartościami percepcji oka:

$$k = \frac{\text{błąd oszacowania [m]} * 1000 [\text{zamiana m na mm}]}{\text{mianownik skali mapy/zdjęcia}}$$

Należy pamiętać, że proponowane wartości nie stanowią bezwzględnego kryterium kwalifikacji lub odrzucenia punktu kontrolnego; są wskazówką do oceny poprawności dopasowania, natomiast decyzja powinna zależeć od kontroli wizualnej¹⁰. Przykłady georeferencji zdjęcia metodami wielomianu pierwszego stopnia, transformacji perspektywy i metody składanej przedstawiono na rycinie 8. Kryteria wyboru punktów kontrolnych opisano w tabeli 2.

3.3. Przygotowanie usług danych rastrowych

Po starannym ułożeniu w odpowiedniej kolejności zdjęcia zostały poddane mozaikowaniu, czyli łączeniu zdjęć do postaci dużego, jednolitego pliku ortofotomapy. Dążono do wypełnienia przestrzeni miasta zdjęciami w możliwie największej skali (około 1:10 000), jednak nie wszędzie było to wykonalne. Ze względu na niejednorodny materiał źródłowy, dokładność wpasowania obiektów widocznych na zdjęciach jest zmienna w przedziale od 0,1 m (centrum miasta) do 1,2 m (peryferie). Surowy plik mozaiki poddano maskowaniu do 300 metrów poza dzisiejszymi granicami administracyjnymi miasta. Końcowy plik mozaiki jest przechowywany w formacie TIF (geoTIF), w 32-bitowej głębi kolorów (RGB+a, gdzie kanał „a” to maska przezroczystości), ma wymiary 37 064 × 43 643 pikseli i zajmuje około 3,2 GB. Plik mozaiki został poddany kafelkowaniu dzielącemu macierz rastra na szereg małych plików *cache* uspraw-

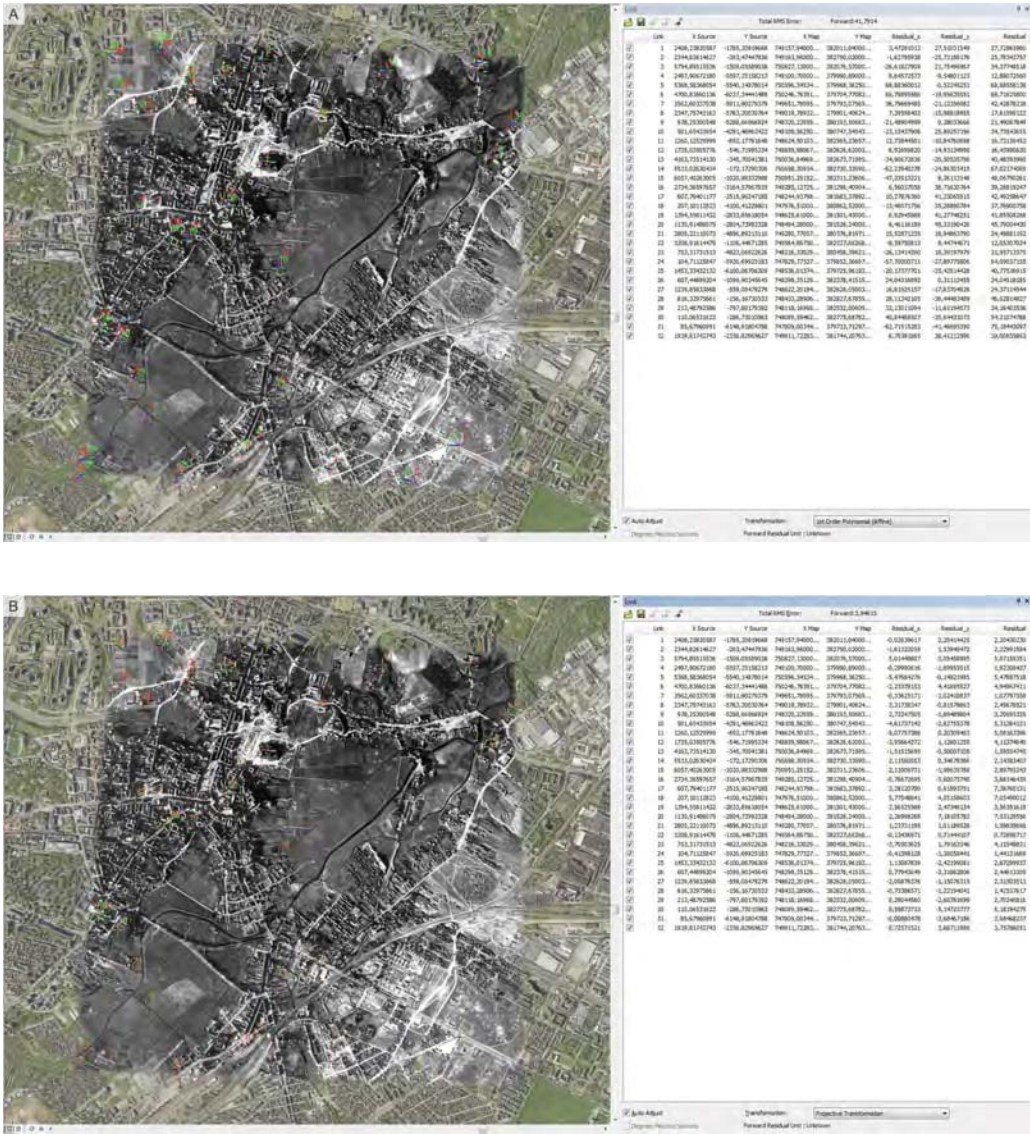
Tab. 1. Interpretacja błędu oszacowania względem wartości przesunięcia na materiale analogowym

Wielkość błędu mapy referencyjnej (mm)	Ocena dopasowania punktu (materiały sprzed 1950 r.)
< 0,1	Znakomity
0,1–0,25	Bardzo dobry
0,25–0,5	Dobry
0,5–1	Średni
1–2	Zły (do sprawdzenia)
> 2	Bardzo zły (do usunięcia)

¹⁰ Niestety, w darmowym środowisku QGIS każdorazowe wprowadzenie zmian podczas georeferencji wymaga utworzenia (wygenerowania) nowego pliku .tif, co jest dosyć istotną ułomnością tego pakietu. Oprogramowanie komercyjne ArcMap (alternatywnie ArcGIS Pro) umożliwia bieżący podgląd zmian georeferencji bez konieczności generowania nowych plików wynikowych, dzięki czemu wizualna ocena błędów i wprowadzenie korekt jest dużo bardziej efektywne.

Tab. 2. Kryteria wyboru obiektów do kalibracji – kolejność wyboru GCP – Ground Control Points

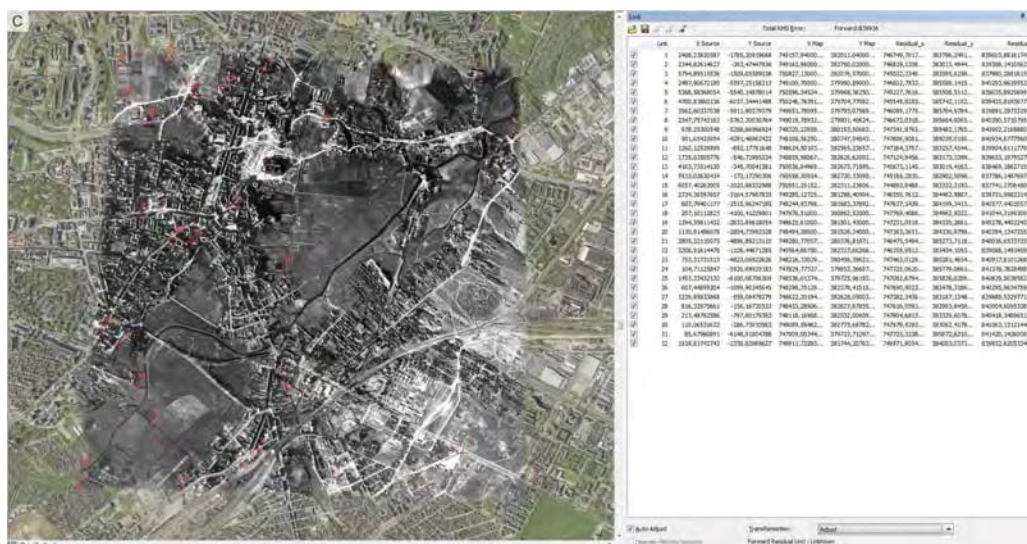
L.p.	Rodzaj obiektu	Uzasadnienie
1.	Elementy osnowy geodezyjnej i wysokościowej	Ustabilizowane w terenie punkty o określonym położeniu i wysokości n.p.m. Chronione prawem, dobrze udokumentowane i posiadające najwyższą dokładność lokalizacji. Niestety na zdjęciach lotniczych są trudne do zidentyfikowania.
2.	Budynki zabytkowe UNESCO; budynki zabytkowe w rejestrze „A” województwa	UNESCO to najwyższy stopień ochrony. Obejmuje on tylko unikatowe obiekty o szczególnej wartości i ścisłym statusie ochrony. Wojewódzkie rejestry zabytków obejmują podstawowy stopień ochrony na poziomie krajowym. Ważne obiekty zabytkowe są wykazane w BDOT10k. Należy zwrócić uwagę na datę budowy obiektu; większość zabytków pochodzi sprzed II wojny światowej, ale czasami są to szczególnie ważne obiekty późniejsze. Wykazy obiektów wraz z adresami są dostępne na stronach Wojewódzkich Urzędów Ochrony Zabytków oraz w geoportalu Narodowego Instytutu Dziedzictwa (www.mapy.zabytek.pl). Budynki w rejestrze „A” od momentu wpisania na listę nie mogą być przebudowywane; niestety, nie zawsze można dojść do informacji kiedy zostały wpisane na tę listę.
3.	Budynki wykazane w Gminnych Ewidencjach Zabytków	Niższy stopień ochrony, pełni rolę uzupełniającą do Wojewódzkiego Rejestru Zabytków. Wykazy są prowadzone przez poszczególne gminy. Często można znaleźć oznaczenia obiektów w Miejskowych Planach Zagospodarowania Przestrzennego (MPZP) dostępnych w SIP gmin i powiatów. Obiekty mogą być przebudowywane w nieznacznym stopniu.
4.	Zachowane budynki nie objęte formami ochrony	Wiele obiektów pospolitych. Należy zwracać uwagę na kształt obiektu, do kalibracji wykorzystujemy widoczne miejsca styku ścian budynku z podłożem. Wysokie budynki będą pochylone, przez co położenie dachu na zdjęciu może odbiegać od położenia fundamentów nawet o kilkanaście metrów. Obrys dachu często jest szerszy niż obrys ścian (okap).
5.	Mosty i wiadukty	Bardzo trwałe obiekty o wyraźnych elementach konstrukcyjnych. Zdecydowanie lepsze są mosty kolejowe, które są rzadziej przebudowywane. Uwaga: często nowe mosty są stawiane obok starych, przesunięcie może nie być wyraźne na pierwszy rzut oka, ale psuje wynik kalibracji. Najważniejsze stare mosty są oznaczone w geoportalu NID.
6.	Tory kolejowe	Elementy o dużej trwałości w terenie, niestety określenie lokalizacji wzdłuż toru bywa trudne. Warto szukać miejsc przecięcia linii kolejowej z drogami lub innych elementów infrastruktury kolejowej.
7.	Słupy linii wysokiego napięcia, maszty radiowe, wieże obserwacyjne	Duża trwałość i solidna konstrukcja. Raz zbudowane rzadko są przebudowywane. Możliwe do interpretacji na podstawie cienia. Uwaga, lokalizujemy podstawę słupa a nie jego szczyt.
8.	Kapliczki i krzyże przydrożne	Są to obiekty o dużej trwałości, zazwyczaj zachowane w tym samym miejscu i formie od 50, 100 i więcej lat. Uwaga: podczas dużych prac drogowych zdarza się, że kapliczki i krzyże są przenoszone w całości poza pas drogowy. Trudno rozpoznać takie obiekty na zdjęciach w skalach mniejszych niż 1:10 000. W skalach większych są widoczne ze względu na cień.
9.	Skrzyżowania dróg utwardzonych	Umiarkowanie duża trwałość w terenie, dobre do kalibracji materiałów w skalach mniejszych niż 1:10 000, gdzie nieznaczne przesunięcia w terenie (1–2 m) nie będą wpływały na jakość kalibracji.
10.	Skrzyżowania dróg wiejskich i polnych	Umiarkowana lub niska trwałość. Wiele dróg i traktów pieszych w miastach nawiązuje do wcześniejszych układów dróg wiejskich. Na obszarach wiejskich często brak alternatywy.
11.	Miedze i układy pól o jednakowym kierunku orki	Granice działek, przebieg miedz i układy pól o jednakowym kierunku orki są bardzo mocno związane z ukształtowaniem terenu. Podziały te bardzo często sięgają daleko w przeszłość i umożliwiają odtworzenie rozgraniczenia własności sięgającego nawet średniowiecza. Ważne momenty w historii związane z podziałami własności gruntów to 1869 (ukaz carski o uwłaszczeniu wsi i miast prywatnych Królestwa Polskiego) oraz 1944 (dekret o reformie rolnej PKWN).
12.	Inne elementy topografii: samotne drzewa, charakterystyczne formacje skalne	Jeśli nie ma nic innego, to można dowiązywać się do innych charakterystycznych obiektów, ale z rozsądkiem.



niających udostępnianie danych przez Internet. Kafelki *cache* zostały wygenerowane w dwóch formatach przeznaczonych do wykorzystania w przeglądarkach internetowych lub oprogramowaniu GIS:

1) mozaika w postaci zestawu folderów nieskompresowanych plików kafelków w formacie *cache* .png, 256×256 pikseli i 32-bitowej głębi kolorów (RGB+a). Kafelki zostały wygenerowane z wykorzystaniem narzędzi dostęp-

nych w oprogramowaniu QGIS Desktop 3.16. Kafelki obejmują 14 poziomów szczegółowości (5–18). Łączna liczba plików w wszystkich poziomach szczegółowości wynosi 41 496 kafelków, pogrupowanych w układzie hierarchicznym w 368 folderów i podfolderów. Łączna objętość danych wynosi około 1,4 GB. Kafelki zostały wygenerowane zgodnie ze standardem protokołu TMS/XYZ, w układzie współrzędnych Web-Mercator (EPSG:3857).



Ryc. 8. Georeferencja zdjęcia lotniczego z 1944 r. *Lublin – Stare Miasto, Bronowice, Tatary* – w pierwszym rzędzie transformacja wielomianem pierwszego stopnia (bez zmiany geometrii zdjęcia, obraz wynikowy posiada największe lokalne niedopasowanie punktów kontrolnych); w drugim rzędzie transformacja perspektywy (zniekształcenie trapezowe, z zachowaniem wewnętrznych proporcji zdjęcia i sekwencji pikseli, umiarkowane lokalne niedopasowanie punktów kontrolnych); w trzecim rzędzie transformacja składana (TPS/adjust – segmentacja macierzy rastra i liniowa interpolacja pikseli w zmienniejszej sieci trójkątów, bezwzględne dopasowanie punktów kontrolnych) (opracowanie własne na podstawie zbioru NARA)

2) zestandaryzowane pliki mozaiki w formacie bazy danych cache ArcGIS Map Tile Package (.tpk) zostały wygenerowane z wykorzystaniem narzędzi dostępnych w oprogramowaniu Esri ArcMap 10.8.1. Plik .tpk zawiera 14 poziomów kafelków .png, skompresowanych metodą JPEG/LZ77. Rozmiar macierzy na najwyższym poziomie szczegółowości (18) ma wymiary 91 438 × 51 316 pikseli. Waga pliku po kompresji to niecałe 0,4 GB. Baza kafelków została wygenerowana w układzie współrzędnych Web-Mercator (EPSG:3857).

3.4. Opracowanie metadanych

Na podstawie pozyskanych skanów zdjęć, skorowidzów dostępnych w katalogu NARA oraz opisów udostępnionych na stronie Fotopolska.eu opracowano szczegółowy zestaw metadanych zdjęć. Metadane zdjęcia powiązane ze skorowidzem przestrzennym opracowanym w formie wektorowej. Poligony obejmujące zasięg zdjęcia są zdefiniowane w globalnym układzie współrzędnych geograficznych WGS84

(EPSG:4326). Pliki metadanych opracowano i udostępniono w standardowych formatach wymiany danych przestrzennych, tj. w postaci plików ESRI Shapefile, GEOJSON, GML/XML. Zestaw metadanych obejmuje:

- 1) numery inwentarzowe w katalogu archiwum NARA,
- 2) numery folii referencyjnej zdjęcia w archiwum NARA,
- 3) numery inwentarzowe w serwisie Fotopolska (jeśli są opublikowane),
- 4) datę wykonania zdjęcia (dzień jeśli jest znana),
- 5) fotografowane miejsce (wykaz miejscowości oraz dzielnic Lublina widocznych na zdjęciu),
- 6) powierzchnię obszaru objętego zdjęciem (w metrach kwadratowych),
- 7) wysokość lotu (w metrach i w stopach),
- 8) ogniskową kamery (w milimetrach i ich częściach dziesiątych),
- 9) przybliżoną skalę zdjęcia (od ok. 1:8000 do ok. 1:41 000),

ID	ID Fotografii	Zdjęcie sferyczne na Ortofotomapie	ID X,Y,Z	Data	Miejscowość	Obraz (m, lat)	Skala (m)	Wysokość (m)	Wysokość (m)	Opis (m)	Wzrost (m)	Do jakiego (m)	Do jakiego (m)	Do jakiego (m)	Do jakiego (m)
1	0007047		007047.0	1944	Lublin - Rynek	484702	ok	ok	ok	ok	02270 x 9710	0202			ok/150.070.0000
2	0007052 + 0007053		007052.0	1944-01-10	Lublin - Stawowice	720260	0200	800	2647	10	0200 x 0207	0201			ok/150.070.0000
3	0007057 + 0007058		007057.0	1944-01-10	Lublin - Stawowice	472944	0200	800	2647	10	0200 x 0207	0202			ok/150.070.0000
4	010806		00806	1944-02-20	Lublin - Koszaraki, Stawowice, Głębok	844302	4000	600	2000	20	0070 x 1000	0200			ok/150.070.0000
5	010804		00804	1944-02-20	Wielka, Świdnica, Koszaraki, Stawowice, Głębok	832702	4000	600	2000	20	0070 x 1000	0200			ok/150.070.0000
6	010809		00809	1944-02-20	Zachodnia-Północ, Wielka, Świdnica, Koszaraki, Stawowice, Głębok	830000	4000	600	2000	20	0070 x 1000	0200			ok/150.070.0000

Ryc. 9. Portal ortolub.umcs.pl – repozytorium zdjęć do pobrania (opracowanie własne)

10) rozmiar macierzy rastra (od ok. 7000 pikseli na krawędź do ok. 12 000 pikseli na krawędź),

11) wagę pliku do pobrania (od ok. 8 MB do ok. 20 MB).

3.5. Publikacja zbioru

Efektom realizacji działania naukowego są historyczne dane przestrzenne wysokiej jakości. Znakomity materiał źródłowy umożliwił opracowanie historycznej ortofotomapy na poziomie zbliżonym do opracowań geodezyjnych i fotogrametrycznych w podobnej skali (*Rozporządzenie... 2020*). Dzięki temu historyczna ortofotomapa Lublina stanowi rzetelną i wiarygodną podstawę źródłową do opracowania bazy danych przestrzeni Lublina w okresie II wojny światowej i prowadzenia dalszych prac badawczych. Dane pozyskane i wytworzone w ramach projektu są udostępniane bez ograniczeń na licencji Creative Commons CC-BY-SA 4.0 (uznanie autorstwa – na tych samych warunkach)¹¹.

Dane są opublikowane i udostępnione w sieci Internet, w języku polskim i angielskim, poprzez:

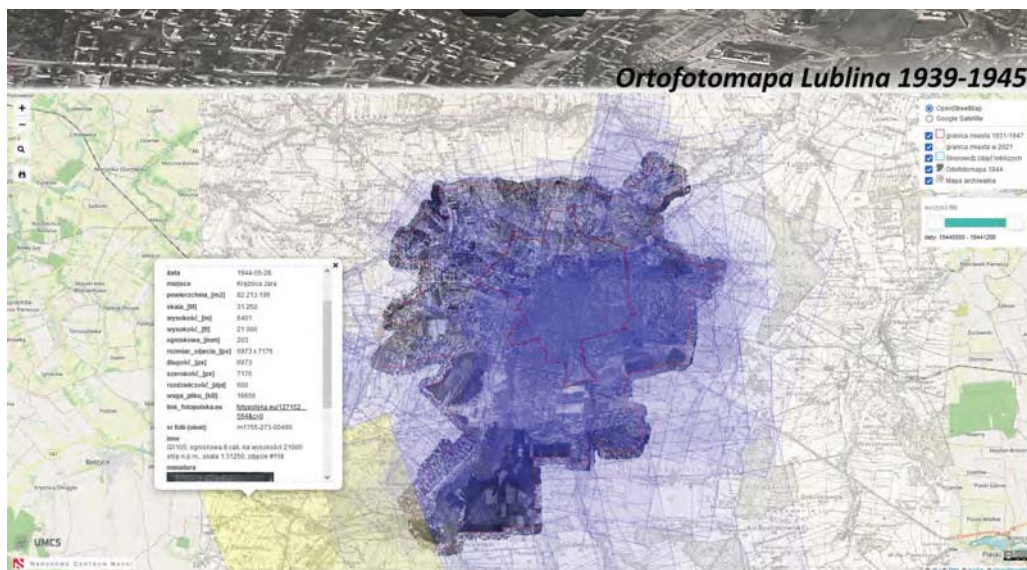
1. Utworzoną w tym celu platformę internetową <https://ortolub.umcs.pl/> bazującą na niekomercyjnych rozwiązaniach serwerowych. Platformę tworzą trzy moduły:

a) cyfrowe repozytorium (ryc. 9) archiwalnych zdjęć lotniczych umożliwiające przeszukiwanie zdjęć po metadanych, pobieranie plików źródłowych oraz przeglądanie zdjęć z wykorzystaniem przeglądarki internetowej (https://ortolub.umcs.pl/tab_pl.html);

b) aplikację mapową (ryc. 10) opartą na otwartej bibliotece Leaflet umożliwiającą przeglądanie historycznej ortofotomapy na tle map archiwalnych i współczesnych danych referencyjnych, wyszukiwanie zdjęć na podstawie skowidza interaktywnego, wyszukiwanie miejscowości, filtrowanie zdjęć na podstawie daty nalotu (https://ortolub.umcs.pl/map_pl.html);

c) usługi danych przestrzennych udostępniane w standardowym protokole OGC XYZ/TMS,

¹¹ Warunki licencji są dostępne na stronie <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/deed.pl>



Ryc. 10. Portal ortolub.umcs.pl – aplikacja mapowa z warstwą historycznej ortofotomapy i skorowidzem wektorowym (opracowanie własne)

umożliwiająca implementację historycznej ortofotomapy do standardowych programów Desktop GIS lub standardowych aplikacji WEB-GIS (https://ortolub.umcs.pl/data/tiles_3857/{z}/{x}/{y}.png). Na stronie projektu zamieszczono przystępne instrukcje dodawania ortofotomapy do najbardziej popularnych programów (<https://www.umcs.pl/pl/ortofotomapa-lublina-1939-1945-uslugi-gis.21828.htm>).

2. Platformę ArcGIS Online o funkcjonalności zbliżonej do aplikacji mapowej, ale zapewniającej alternatywny hosting danych, możliwość wyszukiwania zbioru i jego implementacji do programów GIS za pośrednictwem Esri Geospatial Cloud (<https://www.arcgis.com/home/item.html?id=d5dd97b49b014d6ea0e6bc221fc37668>).

3. Platformę Zenodo, tj. prowadzone przez CERN międzynarodowe repozytorium danych badawczych zapewniające trwały identyfikator DOI. Dla zdjęć lotniczych Lublina jest to <https://doi.org/10.5281/zenodo.5638600> (J. Kuna 2021b).

4. Platformę Wikimedia Commons, będącą otwartym ogólnosiątkowym repozytorium multimediów. Na Wikimedia Commons udostępniono przygotowany do druku wielkoformatowego plik historycznej ortofotomapy Lublina o wy-

miarach 1×1 m, skali 1:10 000 i rozdzielczości 500 dpi (https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Lublin_1944_aerial_image). Wikimedia Commons umożliwia kopiowanie, wykorzystywanie i modyfikowanie wszelkich plików zamieszczonych w repozytorium, pod warunkiem podania źródła i autora oraz pod warunkiem zachowania tej samej wolnej licencji dla dzieł pochodnych.

4. Wykorzystanie zdjęć Luftwaffe w badaniach naukowych w Polsce

W powszechnej opinii istnieje przekonanie, że informacje o istnieniu na Zachodzie bogatego zbioru zdjęć lotniczych z okresu II wojny światowej dotarły do kraju dopiero po upadku „żelaznej kurtyny”. W niektórych publikacjach pojawia się informacja, że pierwszym polskim badaczem, który dotarł do zbioru zdjęć lotniczych Luftwaffe w amerykańskim archiwum, był warszawianin Z. Walkowski (2003)¹². Z drugiej strony w publikacji M. Mycke-Dominko (1992) znajdujemy informację, że „odkrywcą” zbiorów

¹² <https://warszawa.wyborcza.pl/warszawa/7,54420,1998938.html>

National Archives był Z. Rurarz (1988). W tym samym artykule (s. 111–112) autorka podaje, że zdjęcia z tych źródeł były w dyspozycji Pracowni Fotointerpretacji Uniwersytetu Warszawskiego już dekadę wcześniej.

Przełomowy moment w zbiorowej świadomości nastąpił w 2003 roku wraz z publikacją pierwszych niemieckich zdjęć lotniczych Wrocławia na portalu Fotopolska. W ciągu 20 lat działalności (głównie za sprawą użytkownika *Esski*) na portalu zgromadzono kilkanaście tysięcy zdjęć; wywołanie tagu *National Archives and Records Administration* zwraca ponad 7 tys. obiektów, chociaż nie wszystkie obiekty to zdjęcia lotnicze¹³.

Ogromny wkład w poznanie i systematyzację zbiorów zdjęć lotniczych włożyli pracownicy Zakładu Fotogrametrii, Teledetekcji i Systemów Informacji Przestrzennej Politechniki Warszawskiej (S. Różycki 2010; S. Różycki i inni 2020a). Warto również zwrócić uwagę na inne publikacje dotyczące metodyki przetwarzania zdjęć (W. Jucha 2015). Same zdjęcia doczekały się licznych opracowań pochodnych szczególnie w odniesieniu do Zagłady (hebr. *Shoah*) i polskich miejsc martyrologii (A. Mirończuk, Z. Poławski 2015; A. Ossowski i inni 2018; S. Różycki i inni 2020b). Podobne badania są prowadzone także z wykorzystaniem zdjęć powojennych i późniejszych, co świadczy o uniwersalnym charakterze stosowanych metod (D. Dukaczewski i inni 2017).

liczne archiwalne zdjęcia lotnicze jako źródła kartograficzne/ilustracyjne znajdziemy w opracowaniach lokalnych i regionalnych dotyczących przestrzeni miejskiej (np. w serii „Atlas Historyczny Miast Polskich”). W formie cyfrowej zdjęcia z okresu II wojny światowej są dostępne m.in. na geoportalu miejskim Warszawy i te same na geoportalu fundacji Warszawa1939.pl¹⁴. Pojedyncze zdjęcia są dostępne także dla innych miast¹⁵. Interesującą propozycją, chociaż bazującą na zdjęciach późniejszych jest aplikacja Retromapy tarnowskiego MGGP Aero. Trudno jednak szukać prac opisujących

metodykę ich opracowania. Możliwość przeglądania miniatur powojennych zdjęć lotniczych skanów udostępnił również Geoportal Krajowy (ryc. 11)¹⁶. Skany wysokiej rozdzielczości można następnie zamówić poprzez portal PZGiK w kwocie rzędu 25–30 zł za sztukę¹⁷. Nie jest to rozwiązanie optymalne, ale budzi nadzieję na systemowe opracowanie i udostępnienie mozaik archiwalnych zdjęć lotniczych w przyszłości, np. w sposób zbliżony do odsłon udostępnianych przez węgierskie *Arcanum Maps* (dawniej *Mapire*)¹⁸.

5. Rozpoznanie historyczne przeobrażeń Lublina w okresie wojennym

Lublin posiada pokaźną liczbę opracowań naukowych dotyczących historii miasta, w tym wiele szczegółowych studiów poświęconych partykularnym okresom, osobom, miejscom i wydarzeniom. Dotychczasowe opracowania historyczne Lublina wykorzystują przede wszystkim zdjęcia naziemne i dokumentację opisową. Stosunkowo niewiele jest opracowań syntetycznych, rozpatrujących przeobrażenia przestrzeni miasta na podstawie materiałów kartograficznych (J. Chachaj i inni 2017; M. Harasimiuk i inni 2007; D. Kociuba 2016; N. Przesmycka 2012). Prace tego rodzaju, choć bardzo wartościowe, z racji rozmiaru miasta i bogactwa wątków mają ograniczoną szczegółowość. Prześledzenie zmian zabudowy Lublina w okresie II wojny światowej jest utrudnione ze względu na niewielki zasób dokumentacji kartograficznej. Najważniejszym przedwojennym źródłem kartograficznym jest *Plan Wielkiego Miasta Lublina* w skali 1:1000, w formie 101 sekcji o wymiarach 80×50 cm; jest to materiał mało znany i jego dotychczasowe wykorzystanie badawcze jest znikome¹⁹. Z dziesięciolecia

¹³ https://fotopolska.eu/POLSKA_-_zdjecia_niezidentyfikowane_Nieznana_ulica

¹⁴ https://mapa.um.warszawa.pl/mapaApp1/mapa?service=mapa_historyczna; <https://www.warszawa1939.pl/fotoplan>

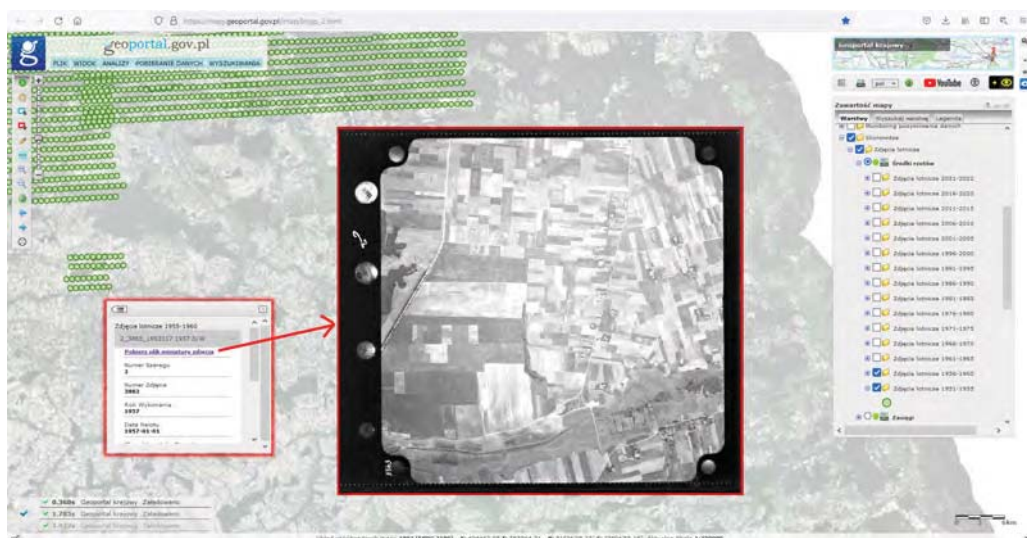
¹⁵ np. <https://stareplanymiastr.pl/PM/KIELCE/ZL1944/>; <https://forum.odkrywca.pl/topic/678242-zdj%C4%99cia-lotnicze-po-1945-r/>

¹⁶ https://www.geoportal.gov.pl/o-geoportalu/aktualnosci/-/asset_publisher/HCHq0YGNRszn/content/21-01-2021-miniatury-zdjec-lotniczych-z-lat-1973-1979-dostepne-w-geoportalu-i-portalu-pzgiik; <http://www.strazniczyzasu.pl/viewtopic.php?f=156&t=17124&sid=3a73f39f28ae331e2e76be17faebca62>

¹⁷ https://www.youtube.com/watch?v=ux3T353_BoA

¹⁸ <https://maps.arcanum.com/en/map/corona-hungary>

¹⁹ Wyjątkiem jest publikacja pod redakcją J. Chachaja, H. Maćkica i D. Szulca (2017). Za sprawą autora niniejszego tekstu, połączony *Plan Wielkiego Miasta Lublina* w skali 1:1000 w kopii czarno-białej można oglądać w formie interaktywnej na GeoPortalu Miasta Lublina (pod adresem



Ryc. 11. Geoportal Krajowy – skorowidze archiwalnych zdjęć lotniczych, z lat pięćdziesiątych XX w. z punktowym rozmieszczeniem środków rzutu, opisem metadanych zdjęć oraz widokiem miniatury do pobrania (opracowanie własne na podstawie geoportal.gov.pl)

1930–1940 zachowały się zaledwie 3 mapy całego miasta w skali 1:10 000, które umożliwiają identyfikację wszystkich budynków. Najwcześniejszą mapą wydaną po wojnie jest mapa 1:10 000 z 1947 roku. Niestety, konfrontacja mapy powojennej z innymi materiałami historycznymi wykazała, że aktualizacji podano tylko wybrane fragmenty przestrzeni²⁰. W wielu miejscach przerysowano treść starszych map bez wprowadzenia zmian, które, biorąc pod uwagę dwie fale bombardowań, budowę obozu koncentracyjnego KL Lublin oraz zagładę Żydów, były znaczne (P. Dymmel, T. Rodziejewicz 2012; J. Kłapeć 2017; J. Kuna 2021; S. Przesmycki 2008; R. Szewczyk 2019). Ważną kwestią jest również to, że treść opisanych map jest ograniczona do ówczesnych granic administracyjnych i obejmuje niespełna 20% obecnej powierzchni miasta. Z tego po-

wodu wiedza na temat obszarów położonych poza granicami miasta z lat 1931–1947 jest zdawkowa (J. Kuna 2021). Jedyną realną szansą na uzupełnienie tak poważnych luk w historii zmian przestrzeni miasta jest badanie archiwalnych zdjęć lotniczych. Opracowanie *Ortofotomapy Lublina 1939–1945* dostarcza szczegółowej, rzetelnej i obiektywnej podstawy źródłowej do prowadzenia takich badań. Zachowane zdjęcia lotnicze umożliwiają nie tylko identyfikację poszczególnych budynków, ale także lokalizację miejsc upadku bomb lub lokalizację stanowisk artylerii przeciwlotniczej (P. Dymmel, T. Rodziejewicz 2012; S. Przesmycki 2008; R. Szewczyk 2019).

6. Podsumowanie

Z perspektywy lokalnej, projekt zakończył się sukcesem. Publikacja historycznej ortofotomapy Lublina wzbudziła zainteresowanie środowiska naukowego i mediów. Audycje dotyczące projektu były emitowane m.in. przez TVP3 Lublin (dwukrotnie), lubelskie rozgłośnie radiowe oraz kilkanaście serwisów internetowych. Relacja dotycząca projektu została opublikowana w ogólnopolskim magazynie

<https://geoportal.lublin.eu/2d/> – w zakładce *mapy historyczne* → *1928-mapa ewidencyjna* oraz na Historycznym geoportalu Ośrodka „Brama Grodzka – Teatr NN” (<https://teatrnn.pl/bazy-danych/historyczny-geoportal-lublina-lublin-hgis/>). Więcej o metodzie opracowania Historycznego Geoportalu Lublina w: J. Kuna, Ł. Kowalski (2020).

²⁰ Skany planów z 1934, 1938 oraz 1947 r. są dostępne w Lubelskim Archiwum Cyfrowym: <http://lac.lublin.pl>

„Geodeta” (J. Kuna 2021a). W sferze wpływu społecznego, podpisano porozumienia obejmujące włączenie historycznej ortofotomapy do Systemu Informacji Przestrzennej Lublina oraz do Historycznego Geoportalu Ośrodka „Brama Grodzka – Teatr NN” w Lublinie. Projekt był referowany na XLIII Ogólnopolskiej Konferencji Kartograficznej (27.X.2021) oraz w ramach odczytów Oddziału Lubelskiego PTG (2.XII.2021). Wykorzystaniem zdjęć lotniczych Lublina z okresu II wojny światowej zainteresowani są przedstawiciele różnych dyscyplin naukowych: archeolodzy, historycy, geografo- wie fizyczni i społeczni. W niedługiej przyszłości należy spodziewać się kolejnych publikacji bazujących na tym unikatowym zbiorze danych.

Zakończenie projektu skłania także do refleksji o charakterze ponadregionalnym. Po pierwsze, procedury techniczne opisane w niniejszym artykule są uniwersalne, w dużej mierze (choć nie w 100%) bazują na oprogramowaniu OpenSource i umożliwiają wykonanie historycznej ortofotomapy dowolnego obszaru. Niestety, duża pracochłonność działań związanych z obróbką cyfrową zdjęć wymaga poszukiwania rozwiązań optymalizacyjnych, szczególnie w zakresie automatyzacji georeferencji, której wyniki będą miały dokładność porównywalną ze współczesnymi ortofotomapami w zbliżonej skali²¹. Opracowanie nowych procedur jest konieczne, aby przejść od indywidualnego rzemiosła do masowej produkcji ortofotomap historycznych.

Po drugie, przepastny zbiór zdjęć lotniczych z okresu II wojny światowej zgromadzonych w archiwum NARA posiada olbrzymi potencjał badawczy. Pozyskanie zdjęć, inwentaryzacja, opisanie metadanymi, przetworzenie do postaci usług danych przestrzennych i publikacja w ogólnodostępnych repozytoriach cyfrowych stanowi poważne wyzwanie dla polskiego środowiska naukowego. Przykład ortofotomapy

Lublina dla roku 1944 pokazuje, że podjęcie tego trudu jest konieczne. Zdjęcia lotnicze Luftwaffe zgromadzone w NARA to najstarszy spójny, stosunkowo kompletny i względnie dostępny materiał dokumentacyjny dla obszaru Polski w tak dużej skali. Jego pozyskanie otworzy nową erę w zakresie jakości i szczegółowości badań historyczno-geograficznych. Dotyczy to nie tylko okresu II wojny światowej, ale także retrospekcji dla lat pięćdziesiątych i wcześniejszych dekad.

Po trzecie, z jednej strony zaangażowanie organów centralnych Służby Geodezyjnej i Kartograficznej w cyfrową inwentaryzację archiwalnych zdjęć lotniczych ze zbiorów PZGiK, a z drugiej strony istniejące przykłady (*Arcanum*) pokazują, że możliwe jest wykonanie – poprawnie zlokalizowanych i dobrych jakościowo – historycznych ortofotomap o zasięgu krajowym. Przy odpowiednim rozwoju procedur automatyzacji georeferencji, w ciągu kilku najbliższych lat GUGiK wykona pokrycie kraju mozaikami zdjęć z okresu PRL. Włączenie zdjęć z okresu II wojny światowej wydaje się naturalnym kolejnym krokiem. Jest to przedsięwzięcie odpowiednio duże i skomplikowane merytorycznie, aby podjąć je w ramach współpracy badawczej GUGiK i sieci naukowej CENAGIS.

Podziękowania

Autor serdecznie dziękuje osobom, które niosły pomoc, udzieliły rad i wsparcia technicznego podczas realizacji projektu: Patrykowi Bilskiemu, Bogdanowi Błońskiemu, dr hab. Beacie Konopskiej, prof. UMCS, Adamowi Kieliszkowi, Annie Kunie, Mariuszowi Siudemowi, dr. Mateuszowi Zawadzkiemu.

Autor składa podziękowania dwóm anonimowym recenzentom za cenne wskazówki i materiały uzupełniające do tekstu.

Projekt *Opracowanie Ortofotomapy Lublina w latach 1939–1945* wykonano w Katedrze Geomatyki i Kartografii UMCS w Lublinie, w ramach grantu Narodowego Centrum Nauki – Miniatura 4.0. nr 2020/04/X/HS4/00382.

²¹ Przykładowe procedury automatyzacji georeferencji z wykorzystaniem ArcGIS PRO opublikowano na <https://esriaustraliablog.wordpress.com/2017/07/12/georeferencing-workflow-made-easier-with-arcgis-pro/>. Własne eksperymenty autora wykazały, że przetwarzanie zdjęć monochromatycznych tą metodą wciąż jest zawodne.

Literatura

- Chachaj J., Maćcik H., Szulc D. (red.), 2017, *Lublin. Historia dzielnic. W 700. rocznicę lokacji miasta*. „Historia Micra – Historia Magna” T. IV. Lublin: Miejska Biblioteka Publiczna im. Hieronima Łopacińskiego w Lublinie.
- Ciołkosz A., Kęsik A., 1969, *Podstawy geograficznej interpretacji zdjęć lotniczych*. Lublin: UMCS.
- Ciołkosz A., Miszański J., 1972, *Wykorzystanie zdjęć lotniczych w geografii stosowanej*. „Prace Geograficzne” Nr 91, Warszawa: Instytut Geografii PAN.
- Cowley D.C., Ferguson L.M., Williams, A., 2013, *The Aerial Reconnaissance Archives: A Global Aerial Photographic Collection*. W: W. Hanson, I. Oltean (eds), *Archaeology from Historical Aerial and Satellite Archives*. New York, NY: Springer, s. 13–30. DOI:10.1007/978-1-4614-4505-0_2
- Dukaczewski D., Bochenek Z., Karwel K., Paradysz H., Kulikowski Z., 2017, *Wykorzystanie danych teledetekcyjnych do poszukiwania miejsc wskazujących na obecność jam grobowych ofiar Obławy Augustowskiej*. „Roczniki Geomatyki” T. XV, z. 1 (76), s. 63–78.
- Dymmel P., Rodziewicz T., 2012, *Lublin po bombardowaniu 9 września 1939 roku. Album fotografii*. Lublin: Archiwum Państwowe.
- Figiel G., Szczygieł R., Śladkowski W. (red.), 2017, *Lublin. 700 lat dziejów miasta*. Lublin: Wojewódzka Biblioteka Publiczna im. Hieronima Łopacińskiego.
- Harasimiuk M., Kociuba D., Dymmel P. (red.), 2007, *Plany i widoki Lublina. XVII–XXI wiek*. Lublin: Oddział Miejski PTTK.
- Jucha W., 2015, *Możliwości i ograniczenia wykorzystania wojskowych zdjęć lotniczych z okresu II wojny światowej*. „Teledetekcja Środowiska” T. 53, nr 2, s. 27–39.
- Kłapeć J., 2017, *W okresie okupacji niemieckiej 1939–1944*. W: *Lublin. 700 lat dziejów miasta*. Lublin: Wojewódzka Biblioteka Publiczna im. Hieronima Łopacińskiego, s. 225–280.
- Kociuba D., 2016, *Lublin. Rozwój przestrzenny i funkcjonalny od średniowiecza do współczesności*. Toruń: Wydawnictwo A. Marszałek.
- Krassowski B., 1973, *Polska kartografia wojskowa w latach 1918–1945*. Warszawa: Wydawnictwo MON.
- Kuna J., 2015, *Metodyczne aspekty analiz przestrzennych GIS wykorzystujących dawne mapy topograficzne*. W: A. Czerny (red.), 2015, *Dawne mapy topograficzne w badaniach geograficzno-histerycznych*. Lublin: Wydawnictwo UMCS, s. 125–149.
- Kuna J., 2018, *‘Partially compiled’ maps 1:25,000 by Polish Military Geographical Institute (1919–1939)*. „Polish Cartographical Review” Vol. 50, no. 1, s. 31–46. Artykuł dostępny także w j. polskim „Częściowo opracowane” mapy 1:25 000 Wojskowego Instytutu Geograficznego (1919–1939). „Polish Cartographical Review. Supplement w języku polskim” T. 3, nr 2, s. 201–218. DOI: 10.2478/pcr-2018-0003
- Kuna J., 2021a, *Ortofotomapa wojennego Lublina*. „Geodeta”, Nr 318 (11/2021), s. 34–38.
- Kuna J., 2021b, *Lublin 1944 aerial images with spatial overlay index [dataset, CC BY-SA 4.0 Attribution – ShareAlike]*, ZENODO, DOI:10.5281/zenodo.5638600
- Kuna J., Kowalski Ł., 2020, *Exploring a non-existent city via historical GIS systems by the example of the Jewish district ‘Podzamcze’ in Lublin (Poland)*. „Journal of Cultural Heritage” Vol. 46, s. 328–334. DOI: 10.1016/j.culher.2020.07.010
- Kycko M., 2011: *Analiza zmian użytkowania ziemi w Gorlicach*. „Teledetekcja Środowiska” Nr 45, s. 66–73.
- Ławecka D., 2009, *Wstęp do archeologii*. Warszawa: Wydawn. Naukowe PWN.
- Mirończuk A., Poławski Z., 2015, *Identyfikacja obiektów antropogenicznych na archiwalnych zdjęciach lotniczych okolic Jedwabnego*. „Studia Geohistorica Nr 3, s. 141–149.
- Mycke-Dominko M., 1992, *Zmiany na obszarze Lasu Katyńskiego w latach 1942–1944, na podstawie analizy zdjęć lotniczych*. „Fotointerpretacja w Geografii” T. 22, s. 111–123.
- Oleńdzki J.R., 2009, *Początki teledetekcji środowiska w Polsce*. „Teledetekcja Środowiska”, Nr 41, s. 5–22.
- Ossowski A., Bykowska-Witowska M., Brzeziński P., 2018, *Zastosowanie analizy zdjęć lotniczych w poszukiwaniu miejsc pochówków ofiar wojen i zbrodni systemów totalitarnych*. „Problemy Kryminalistyki” T. 299, nr 1, s. 30–43.
- Przesmycka N., 2012, *Lublin. Przeobrażenia urbanistyczne 1815–1939*. Lublin: Wydawnictwo Politechniki Lubelskiej.
- Przesmycki S., 2008, *Bombardowanie Lublina przez lotnictwo sowieckie 11 V 1944*. Lublin: Nakładem S. Przesmyckiego.
- Rozporządzenie Ministra Rozwoju z dnia 20 lipca 2020 r. w sprawie baz danych dotyczących zobrażeń lotniczych i satelitarnych oraz ortofotomapy i numerycznego modelu terenu*. „Dz. U.” z 2020 r., poz. 1304. <https://isap.sejm.gov.pl/isap.nsf/DocDetails.xsp?id=WDU20200001304>
- Różycki S., 2010, *Charakterystyka kamer rozpoznawczych i zdjęć lotniczych z okresu II wojny światowej*. „Archiwum Fotogrametrii, Kartografii i Teledetekcji” Vol. 21, s. 353–361.
- Różycki S., Osińska-Skotak K., Świątek A., 2020a, *Zdjęcia lotnicze Polski z okresu II wojny światowej*. Warszawa: Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej.
- Różycki S., Zapłata R., Karczewski J., Ossowski A., Tomczyk J., 2020b, *Integrated Archaeological Re-*

- search: *Archival Resources, Surveys, Geophysical Prospection and Excavation Approach at an Execution and Burial Site: The German Nazi Labour Camp in Treblinka*. „Geosciences” Vol. 10, no. 333, s. 1–26, DOI:10.3390/geosciences10090336
- Stichelbaut B., 2011, *The first thirty kilometres of the Western Front 1914–1918: an aerial archaeological approach with historical remote sensing data*. „Archaeological Prospection” Vol. 18, Issue 1, s. 57–66. DOI:10.1002/arp.397
- Stichelbaut B. i in. 2017, *The Ypres Salient 1914–1918: historical aerial photography and the landscape of war*. „Antiquity” Vol. 91, Issue 335, s. 235–249. DOI:10.15184/ajqy.2016.260
- Szewczyk R., 2019, *Zniszczenia Lublina na skutek bombardowania przez Niemców we wrześniu 1939 roku*. Lublin: IPN.
- Vogler P., 2022, *Die deutsche militärische Luftbildaufklärung. Von den Anfängen bis 1945*. Karlsruhe: KIT Scientific Publishing. DOI: 10.5445/KSP/1000098972
- Źródła internetowe** (wszystkie hiperłącza sprawdzono we wrześniu 2022 r.)
- ArcGIS Online, mapa interaktywna Ortolub 1944, <https://www.arcgis.com/home/item.html?id=d5d-d97b49b014d6ea0e6bc221fc37668>
- Creative Commons org – warunki licencji CC-BY-SA 4.0., <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/deed.pl>
- EPSG.io, <https://epsg.io/3857>; <https://epsg.io/4326>
- ESRI Australia, <https://esriaustralia.techblog.wordpress.com/2017/07/12/georeferencing-workflow-made-easier-with-arcgis-pro/>
- Forum Odkrywca, <https://forum.odkrywca.pl/topic/678242-zdj%C4%99cia-lotnicze-po-1945-r/>
- Fotopolska.eu, https://fotopolska.eu/POLSKA_-_zdjecia_niezidentyfikowane_Nieznana_ulica
- GeoPortal Miasta Lublina, <https://geoportal.lublin.eu/2d/>
- Historyczny Geoportal Lublina Ośrodka „Brama Grodzka – Teatr NN” – <https://teatrn.pl/bazy-danych/historyczny-geoportal-lublina-lublin-hgis/>
- Instytut Herdera, katalog zdjęć lotniczych, https://www.herder-institut.de/bildkatalog/index/index?search-field_parameter=Luftbild
- Lubelskie Archiwum Cyfrowe – <http://lac.lublin.pl>
- National Archives Catalog (NARA), <https://catalog.archives.gov/>
- Tamże, Record Group 373: *Records of the Defense Intelligence Agency, 1920–2006*, <https://catalog.archives.gov/id/677>;
- Tamże, Record Group 373: *Series 373-AERIALFILM – Aerial Photographs, 1935–1970*, <https://catalog.archives.gov/id/305982>
- Tamże, Record Group 373: *Series 373-FILMOVERLAYS – Overlay Indexes for Aerial Photography of the Defense Intelligence Agency, 1935–1971*, <https://catalog.archives.gov/id/306062>
- Tamże, Record Group 373: *Series: 373-GXPRINTS – German Flown Aerial Photographs 1939–1945*, <https://catalog.archives.gov/id/306065>
- National Collection of Aerial Photography, <https://ncap.org.uk/>
- Ortofotomapa Lublina 1939–1945, strona główna projektu, <https://ortolub.umcs.pl/>
- Wikimedia Commons, 2022, <https://commons.wikimedia.org>
- Tamże, *Stamford Hill, Stonebridge Road & Tottenham and Hampstead Junction Railway* – pierwsze pionowe zdjęcie lotnicze, Cecil Shadbolt, 610 m, 29 maja 1882. Źródło: Wikimedia Commons, ze zbiorów [Historicengland.org.uk](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Cecil_Shadbolt_collection_-_54_-_An_aerial_view_showing_Stonebridge_Road,_Stamford_Hill,_and_Seven_Sisters_Curve,_part_of_the_Tottenham_and_Hampstead_Junction_Railway,_taken_from_2000ft.jpg), https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Cecil_Shadbolt_collection_-_54_-_An_aerial_view_showing_Stonebridge_Road,_Stamford_Hill,_and_Seven_Sisters_Curve,_part_of_the_Tottenham_and_Hampstead_Junction_Railway,_taken_from_2000ft.jpg

Niniejszy tekst jest polską wersją artykułu Jakuba Kuna: *The Orthophotomap of Lublin 1944: from Luftwaffe photographs to map application – idea, methods, contemporary challenges of processing and publishing archival aerial photographs*, „Polish Cartographical Review” Vol. 54, 2022, pp. 123–142, DOI: 10.2478/pcr-2022-0009.
W przypadku cytowania należy podawać wersję w języku angielskim.