

**Z HISTORIĄ W TLE: ARCHIWALNE ZDJĘCIA LOTNICZE W POLSCE
I EUROPIE – ARTYKUŁ PRZEGLĄDOWY**

**HISTORICAL BACKGROUND: AERIAL ARCHIVAL PHOTOGRAPHY
IN POLAND AND EUROPE - A REVIEW ARTICLE**

Adam Kostrzewa

Politechnika Warszawska, Wydział Geodezji i Kartografii, Zakład Fotogrametrii,
Teledetekcji i Systemów Informacji Przestrzennej

SŁOWA KLUCZOWE: fotogrametria, teledetekcja, zdjęcia historyczne, wieloczasowe obrazy
archiwalne

STRESZCZENIE: Polska i świat dysponują bogatymi i cennymi archiwami zdjęć lotniczych pozyskanych w XX wieku. W porównaniu z innymi danymi archiwalnymi, takimi jak np. dane satelitarne, to źródło informacji jest stosunkowo mało wykorzystywane. Zdjęcia lotnicze odznaczają się wysokim potencjałem do badań związanych m.in. z rozwojem terytorialnym miast, zmianami użytkowania gruntów oraz monitorowaniem środowiska na przestrzeni wielu lat. W Polsce, kampanie pozyskiwania zdjęć lotniczych były prowadzone regularnie na terenie całego kraju od połowy XX wieku. W ciągu ostatniej dekady zdjęcia te zostały w dużej mierze zeskanowane i obecnie są dostępne w formie cyfrowej. Połączenie zasobów Głównego Urzędu Geodezji i Kartografii (GUGiK) oraz Centralnego Archiwum Wojskowego Biura Historycznego (CAW WBH) daje ponad 1.5 miliona analogowych zdjęć aktualnego terytorium Polski. Archiwalne dane lotnicze stanowią długie serie zdjęć, dość gęsto rozmieszczonych (zwykle z akwizycją od pięciu do dziesięciu lat) i charakteryzują się bardzo wysoką rozdzielczością przestrzenną (głównie od 20 cm do 1 m). Ich znaczne pokrycie między sobą zapewnia możliwości do przeprowadzenia pomiarów stereoskopowych. W poniższym artykule w sposób kronikarski przedstawiono szczegółowo kolejne etapy pozyskiwania zdjęć cyfrowych w Polsce. Porównano wielkość posiadanego zasobu względem innych europejskich krajów skłaniając do konkluzji, że Polskie zasoby zdjęć analogowych nie odbiegają od standardów europejskich pod względem jakości czy też częstotliwości pozyskiwania danych. Należy je uznać jako nieocenione źródło wiedzy o przeszłych formach pokrycia terenu.

1. WPROWADZENIE

Pojawienie się nowych możliwości związanych z zaawansowanymi programami dedykowanymi obróbce cyfrowych obrazów lotniczych otworzyło szerokie horyzonty we współczesnej fotogrametrii. Adaptacja rozwiązań z dziedziny CV (ang. *computer vision*), algorytmów opartych o *structure-from-motion*, narzędzi do automatycznego wykrywania cech, obiektów na zdjęciach i innych metod cyfrowego przetwarzania obrazów przyspieszyło i ułatwiło pracę na każdym etapie generowania wybranych produktów ze zdjęć lotniczych. Dane te, zaczęto wykorzystywać nie tylko do opracowań mapowych, ale również do

automatycznie tworzonych chmur punktów ze zdjęć a także trójwymiarowych modeli pokrycia terenu. Możliwości te przełożyły się na nowe trendy oraz kolejny wzrost zainteresowania częstszym pozyskiwaniem zdjęć lotniczych. Obrazy pozyskiwano coraz to wydajniejszymi kamerami i systematycznie zaczęto wymagać większej rozdzielczości przestrzennej. Dodatkowo, zauważalna w ostatniej dekadzie ekspansja systemów niskopułapowych, pozyskiwania zdjęć z BSL (bezzałogowych statków latających) wyposażonych w słabszej jakości kamery spowodował rozwój algorytmów samokalibracji kamer i oprogramowań umożliwiających zapis parametryzacji powstających zniekształceń obiektów.

Szereg rozwiązań dedykowanych fotogrametrii cyfrowej skłonił wielu badaczy do analizy możliwości wykorzystania tych metod w kontekście zbiorów analogowych zdjęć lotniczych. Przeanalizowano, jak współczesne rozwiązania można wykorzystać w procesie pozyskania wysokiej jakości produktów z danych archiwalnych i wydobywania z nich pełnej możliwej informacji zapisanej o przeszłych formach pokrycia terenu. Uzyskiwane wyniki zachęcały do zwiększenia zainteresowania tym źródłem danych. Miało również to wpływ na rozwój metod ochrony przed skutkami niepoprawnego przechowywania i narażania na utratę właściwości w wielu ośrodkach i instytucjach posiadających takie dane. Rozpoczęło to czynność trwałej archiwizacji zdjęć analogowych poprzez tworzenie cyfrowych kopii w procesie skanowania.

Generowanie dokładnych ortoobrazów i ortofotomap, gęstych chmur punktów 3D i numerycznych modeli wysokościowych z archiwalnych obrazów często okazuje się bardzo skuteczne i możliwe, ponieważ te zdjęcia zostały pozyskane w celu sporządzenia map topograficznych oraz do pomiarów stereoskopowych. Wykorzystanie różnorodnych narzędzi, metod i technik do obrazów pozyskanych wiele lat temu, kiedy ówczesna fotogrametria nie posiadała wszystkich tych możliwości, daje zupełnie nowe spojrzenie na ten zbiór danych. Warto ponownie zwrócić się ku tym zasobom i wydobyć nowe, cenne informacje z perspektywy aktualnych potrzeb naukowców z różnych dziedzin. Archiwalne zdjęcia lotnicze posiadają duży potencjał szczególnie ze względu na swoją rozdzielczość czasową i przestrzenną.

Metody technik uczenia maszynowego polegające na np. wyszukiwaniu i łączeniu odpowiednich punktów w danych wieloczasowych mogą przyspieszyć manualną orientację danych archiwalnych, bez konieczności ręcznego pomiaru punktów kontrolnych w terenie, co zawsze wiązało się z dużym nakładem pracy i czasu. Skuteczne zastosowanie algorytmów gęstego dopasowania obrazów do historycznych zdjęć lotniczych otwiera ogromne możliwości szczegółowej rekonstrukcji historycznych krajobrazów w trzech wymiarach, umożliwiając skuteczne monitorowanie zmian krajobrazu na przestrzeni nawet ostatnich 100 lat, kiedy to miały miejsce pierwsze lotnicze pozyskania zdjęć w Europie.

W niniejszym przeglądzie literatury przedstawiono charakterystykę polskiego zasobu zdjęć archiwalnych. Przedstawiono standardy pozyskiwania zdjęć analogowych w okresie międzywojennym oraz po II wojnie światowej. Przedstawiono główne statystyki na temat pozyskiwania zdjęć w zależności od regionu kraju czy też lat pozyskiwania. Scharakteryzowano również proces pozyskiwania zdjęć w erze kamer cyfrowych. W celu nakreślenia szerszego kontekstu w temacie archiwalnych zdjęć lotniczych opisano również w dokładnych liczbach wielkość zbiorów w innych państwach europejskich. Omówiono

podejścia w temacie pozyskiwania danych, a także ich archiwizacji i polityki udostępniania. Na rysunku 1 zaprezentowano przykładowe obrazy tego samego obszaru na dwóch różnych zbiorach archiwalnych – na czarno-białym zdjęciu archiwalnym z 1965 r. oraz na cyfrowym zdjęciu lotniczym z 2022 r. Porównując oba obrazy można zauważyć podobne kształty użytkowania terenu (lasy, pola), podobny przebieg szlaków komunikacyjnych oraz niezmienną zabudowę na przestrzeni 57 lat.



Rys. 1 Archiwalne zdjęcia Polski – miejscowość Harta (woj. podkarpackie). Po lewej stronie fragment zdjęcia analogowego z 1965 r., skala 1:19 000, średni rozmiar piksela 20 cm. Po prawej stronie – fragment zdjęcia z 2022 r., GSD 25 cm.

2. ARCHIWALNE ZDJĘCIA LOTNICZE W POLSCE

W poniższym rozdziale przedstawiono krótki zarys historyczny rozwoju fotogrametrii w Polsce pod względem pozyskiwania danych lotniczych w czasach po odzyskaniu niepodległości między I a II wojną światową oraz w czasach powojennych. Rozdział podzielono na dwie części, gdzie w każdym z podrozdziałów przedstawiono najważniejsze wydarzenia związane z pozyskiwaniem zdjęć lotniczych w danym okresie. Podział na zdjęcia lotnicze analogowe (zdjęcia na film) i cyfrowe odzwierciedla odpowiednią klasyfikację tego źródła danych oraz podkreśla przełom w metodyce pozyskiwania i przetwarzania tego rodzaju danych. Poniższy tekst w sposób ciągły opisuje dokonania oraz ilościowe statystyki na temat pozyskiwania zasobu. Zaprezentowano również kierunki rozwoju oraz plany pozyskiwania zdjęć lotniczych na przyszłe lata w Polsce.

2.1 ARCHIWALNE ZDJĘCIA LOTNICZE W POLSCE

Pierwsze zdjęcia lotnicze z samolotu pozyskano już w 1908 r. Amerykański pilot Wilbur Wright wraz z fotografem L. P. Bonvillain wykonali zdjęcia miejscowości *Le Mans* we Francji. Silny wpływ na rozwój tej dziedziny miała niewątpliwie I wojna światowa. W czasie działań wojennych wrogie strony dokonywały rozpoznania pozycji przeciwnika pozyskując zdjęcia z pułapu lotniczego kamerami zwiadowczymi. Na podstawie zdjęć próbowano określić siły wroga oraz ich położenie. Pozyskany w krótkim czasie materiał

przedstawiający dosyć duży obszar w wysokiej jakości fotointerpretacyjnej spowodował popularyzację tej metody jako źródła danych o obiektach w przestrzeni i zrewolucjonizował podejście zwiadowcze w kontekście wojennym, gdzie opierano się na naocznej obserwacji i ręcznych szkicach. Według dostępnych materiałów źródłowych przyjmuje się, że pierwsze zdjęcie lotnicze rejestrujące obszar Polski wykonano w 1915 r. Obraz został pozyskany w ramach działań wywiadowczych armii walczących podczas I wojny światowej i dotyczył okolic Gorlic ([Oledzki, 2009](#)).

Polska po odzyskaniu niepodległości w 1918 r. również dostrzegła światowe trendy i szybko przystąpiła do zbudowania odpowiednich struktur w celu adaptacji fotogrametrii do swoich potrzeb. Polską myśl fotogrametryczną rozwijano w ośrodkach szkolnictwa wyższego (m. in. Warszawie, Krakowie, Poznaniu i Lwowie). Miejsca te były prekursorami i liderami w adaptacji europejskich i światowych trendów wykorzystywania fotogrametrii i zdjęć lotniczych jako źródła informacji do dalszych przetworzeń wykorzystywanych w wielu dziedzinach życia i nauki w kraju ([Linsenbarth, 1991](#)).

Fotogrametryczne trendy na szerszą skalę oraz kierunek rozwoju w kraju w okresie międzywojennym nadawały ośrodki wojskowe. W 1918 r. utworzono Wojskowy Instytut Geograficzny (WIG), a w nim w 1920 r. oddzielny Referat Fotogrametryczny zajmujący m. in. pozyskiwaniem zdjęć lotniczych do celów tworzenia map topograficznych czy fotoplanów ([Linsenbarth, 2000](#)).

Do pierwszych i największych zadań przeprowadzonych pod kątem prac wojskowych należało wykonanie fotomap i planów sytuacyjno-wysokościowych na granicy wschodniej na odcinku z ZSRR. Zadanie to przeprowadzono w latach 1921-1924 na podstawie zdjęć lotniczych wykonanych na kliszy o wymiarach 13 x 18 cm z pułapu 3 km w skali 1:10 000. W ten sposób pokryto obszar o długości około 1412 km i szerokości 4 km, co posłużyło jako dane do wytyczenia granicy po wojnie polsko-bolszewickiej ([Piatkowski, 1933](#); [Wójcik, 1991](#)).

Niezależnie od wojska rozwijał się sektor cywilny. Zakładano pierwsze prywatne przedsiębiorstwa, które komercyjnie zaczęły wykonywać prace fotogrametryczne. Przykładem tego była firma założona 22 lutego 1929 r. o nazwie „Fotolot” czyli Wydział Aerofotogrametryczny przy Polskich Liniach Lotniczych (PLL) "LOT" ([Piasecki, 1930](#)). Głównym obszarem zadań, którymi się zajmowała spółka było sporządzanie fotoplanów i map sytuacyjno-wysokościowych dla różnych podmiotów. Firma Fotolot największe zamówienia związane z pozyskiwaniem zdjęć lotniczych wykonywała dla urzędów państwowych (dla Ministerstwa Robót Publicznych, Ministerstwa Skarbu, samorządów miejskich a nawet dla Wojskowego Instytutu Wojskowego) ([Wójcik, 1989](#); [Kurczyński & Preuss, 2000](#)) Firma również wykonywała naloty pilotażowe pod kątem badawczym np. (zdjęcia lotnicze m. Wyszkowa n/Bugiem wykonane kamerą szeregową o ogniskowej 21 cm, format 18 x 18 cm, ze średniej wysokości 1050 m) ([Piatkowski, 1933](#)).

W całym okresie międzywojennym, zliczając wszystkie wykonane przez Fotolot zdjęcia fotogrametryczne w celach tworzenia fotomap czy pierworysów map topograficznych szacuje się, że pokryto łączną powierzchnię około 150 000 km², co stanowiło około 40% ówczesnego terytorium II Rzeczypospolitej (cała powierzchnia kraju w okresie międzywojennym wynosiła 388 634 km²). Firma, do wybuchu II wojny światowej

zgrupowała również flotę 5 samolotów ([Linsenbarth, 2000](#)). W tym okresie dominowały naloty o pokryciu podłużnym 60%. Wyróżnić trzeba również zdjęcia wykonywane do celów aktualizacji map, które charakteryzowały się pokryciem podłużnym wynoszącym jedynie 10% ([Wójcik, 1991](#)).

Do innych znaczących prac związanych z pozyskiwaniem zdjęć lotniczych w okresie międzywojennym, które warto odnotować jest np. wykonanie zdjęć lotniczych biegu rzeki Wisły na długości 600 km przy szerokości korytarza od 4 do 6 km. ([Piasecki, 1935](#); [Linsenbarth, 1991](#)) Innym przykładem pokazującym zaawansowanie polskiej fotogrametrii oraz skali możliwości pozyskiwania danych w tamtym okresie było wykonanie w latach 1936-1939 zdjęć lotniczych pokrywających 100 000 km² (prawie 26 % terytorium kraju) dla ówczesnego Ministerstwa Skarbu dla celów Głównej Komisji Klasyfikacyjnej Gruntów. ([Chilczuk & Ciołkosz, 1966](#); [Dmochowski, 1981](#)) Zdjęcia lotnicze były również podstawą do tworzenia dokładnej dokumentacji i planów inwestycyjnych. Takim przykładem był nalot wykonany dla budowy hydroelektrowni Witowice-Rożnów na Dunajcu ([Piatkiewicz, 1930](#)).

Do powyższych ogólnopolskich prac, w ramach których pozyskiwano zdjęcia lotnicze należy również, dodać prace związane z aktualizacją map topograficznych w skali 1:25000. Według ([Herfult, 1934](#)) mapy topograficzne przedstawiające około 24% ówczesnej powierzchni zostały opracowane na podstawie zdjęć lotniczych już do końca 1934 r.

W okresie II wojny światowej rozwój fotogrametrii w Polsce został zatrzymany na przeszło 6 lat. Drogi i ciężko dostępny sprzęt fotogrametryczny pieczętowanie gromadzony w poprzednich latach został zarekwirowany przez wojska niemieckie i wywieziony na zachód. Los wytworzonych materiałów kartograficznych i zdjęć nie jest znany, ale najprawdopodobniej uległy zniszczeniu, ponieważ nie były przedmiotem zainteresowania władz cywilnych ani wojskowych ([Dmochowski, 1981](#)). Archiwalne zdjęcia lotnicze z okresu międzywojennego nie zostały uporządkowane ani opisane w sposób systematyczny. Znajdują się one rozproszone w różnych archiwach, zarówno prywatnych, jak i państwowych, często bez świadomości ich właścicieli o posiadaniu takich zbiorów. Te dane historyczne często pozostają niezauważone i zapomniane. Niektóre z tych archiwalnych fotografii można również odnaleźć w urzędach geodezyjnych na szczeblu powiatowym.

Na ponowny rozkwit i prężny rozwój technik fotogrametrycznych w kraju trzeba było czekać, aż do zakończenia II wojny światowej. Nowe władze zwróciły uwagę również na możliwości wykorzystania zdjęć lotniczych w celach cywilnych i wojskowych. W pierwszej fazie zdjęcia lotnicze były wykonywane do oceny stanu zniszczeń i do formułowania planów odbudowy kraju po wojnie. Największym problemem do działań na szerszą skalę był brak specjalistycznego sprzętu. Pomimo tego, pierwsze zdjęcia lotnicze wykonano dla BOS (Biura Odbudowy Stolicy) już latem 1945 r. Zadanie wykonała armia ZSRR kamerami wywiadowczymi. Z tych zdjęć wykonano fotoszkice w skalach 1:10 000 oraz fotoplany w skali 1:2500 zniszczonej Warszawy na obszarze około 140 km² (przedwojenne granice miasta) ([Lipert & Szymczak, 1981](#)).

W 2005 r. WPG (Warszawskie Przedsiębiorstwo Geodezyjne) realizowało projekt będący odpowiedzią na uchwałę Rady m. st. Warszawy w sprawie ustalania wartości strat, jakie poniosła stolica podczas II wojny światowej. To przedsięwzięcie szerzej jest znane pod nazwą Mapa zniszczeń Warszawy. Źródłem podstawowym do wytworzenia odpowiednich

materiałów kartograficznych było 650 zdjęć lotniczych w skali ok. 1:8000 i fotoplany wykonane w czerwcu 1945 roku przez Armię Radziecką, pozyskane z Zarządu Geografii Wojskowej Sztabu Generalnego Wojska Polskiego. Materiałami pomocniczymi były m. in. zdjęcia lotnicze i fotoplany z 1935 roku wykonane przez firmę Fotolot. Na podstawie tych danych wykonano ortofotomapę w dwóch układach współrzędnych: PUWG-2000 i Warszawa-25 z rozdzielczością 15 cm. Średni błąd wpasowania bloku w osnowę fotogrametryczną wyniósł 1.4 m dla współrzędnych x, y i 0.52 m dla z. Opracowanie objęło obszar Warszawy w granicach administracyjnych z 1939 roku z obrzeżami (łącznie około 200 km²). Wytworzone dane były podstawą dla innych specjalistów do tworzenia wycen i szacowań strat poniesionych podczas II wojny światowej. Opracowane dane są dostępne w aplikacji mapowej urzędu miasta (<https://mapa.um.warszawa.pl/>) oraz w aplikacji Google Earth. Ponadto, Google Earth udostępnia widok historycznych zdjęć dla głównych miast w Europie z około 1945 roku. Miasto Warszawa w aplikacji Google Earth zasługuje na wyjątkowe wyróżnienie, ponieważ dla tej aglomeracji w serwisie udostępniono również zdjęcia (fotoplany) z 1935 r. Są na tyle unikatowym zbiorem, że są najstarszymi danymi o takiej charakterystyce dostępnymi w tym serwisie ([Warszawskie Przedsiębiorstwo Geodezyjne S.A., 2010](#)).

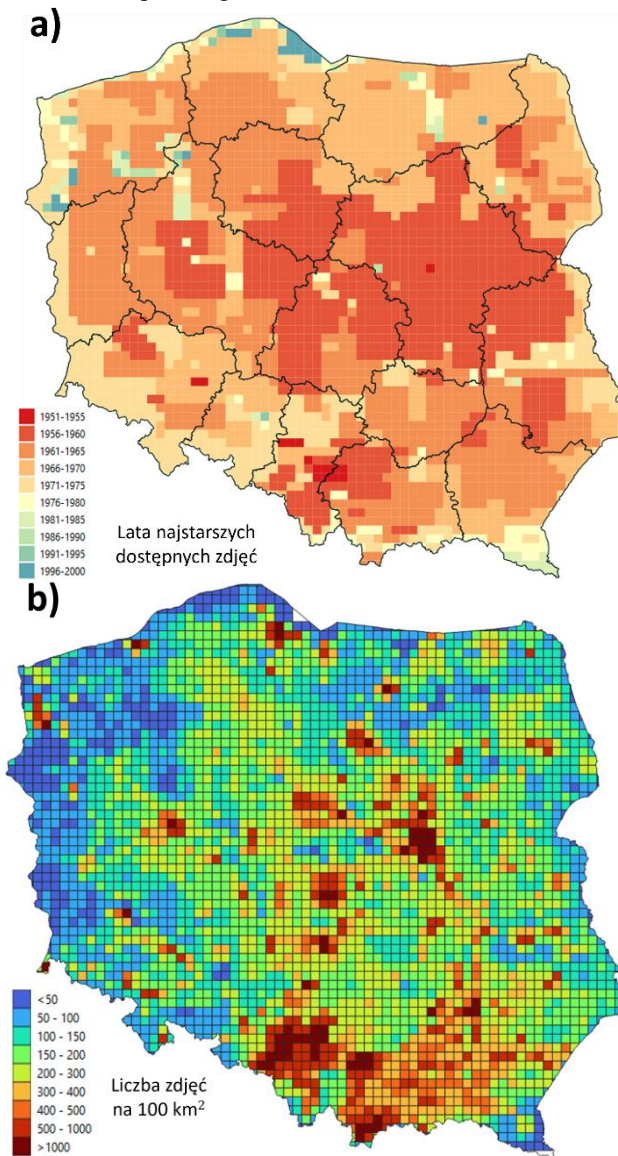
Zbiory zdjęć, które opisano powyżej, znajdują się w Archiwum Państwowym m. st. Warszawy i są bezpłatnie udostępniane. Cały zbiór danych znajdujący się we wskazanym archiwum dotyczącym tematu historycznych zdjęć lotniczych to: ([Różycki et al., 2020](#))

- 360 zdjęć lotniczych w skali 1:2500 wykonanych w 1926 roku,
- 50 sekcji fotoplanów skali 1:2500 o wymiarach 86×64 cm opracowanych podstawie zdjęć lotniczych wykonanych przez przedsiębiorstwo Fotolot w listopadzie 1935 roku,
- fotoplany wykonane 24 września 1939 roku przez armię niemiecką,
- zdjęcia wykonane przez armię radziecką w czerwcu 1945 roku.

Po wojnie reaktywowano również komórkę fotolotniczą w PLL „Lot”. W 1946 r. do jej prac wykorzystywano jedynie jeden samolot Douglas wyposażony w kamerę Fairchild. W następnych latach udało się pozyskać kolejne 9 kamer WILD RC 5a, które umożliwiły przyspieszenie prac oraz zapewniły większą wydajność pracy. W tamtym okresie były to kamery najwyższej generacji ([Dmochowski, 1981](#)). Na mocy dekretu Rady Ministrów nr 160 z 26 kwietnia 1948 r. o prawie dokonywania zdjęć aerofotogrametrycznych, Fotolot pozbawiono całego sprzętu fotogrametrycznego i zasobów zdjęciowych. Cały ten majątek został przekazany do WIG, a następnie do utworzonego Samodzielnego Oddziału Fotogrametrycznego oraz Państwowego Przedsiębiorstwa Fotogrametrii i Kartografii (PPFiK). Jednocześnie tym aktem ustalono, że prawo wykonywania zdjęć lotniczych do wszystkich celów przysługuje tylko MON. Zdjęcia wykonywane po wojnie przechowywano w Urzędzie Bezpieczeństwa Publicznego. Nagromadzenie się w kilka lat dużej liczby zdjęć i rosnące problemy z ich przechowywaniem spowodowały podjęcie decyzji o przeniesieniu materiałów. Zaczęto je gromadzić w Biurze Fotogrametrycznym w Głównym Urzędzie Pomiarów Kraju (dawny GUGiK) ([Dmochowski, 1981](#)).

Na rysunku 2 przedstawiono mapę pozyskania najstarszych zdjęć lotniczych na terytorium Polski po II wojnie światowej oraz mapę przedstawiającą zagęszczenie liczby zdjęć w poszczególnych rejonach kraju (w ujęciu oczka rastra o powierzchni 100 km²) na

podstawie dostępnych zdjęć lotniczych w archiwum GUGiK pozyskanych po 1945 roku. Najwcześniej zdjęcia wykonywano dla centralnej Polski oraz obszarów najbardziej uprzemysłowionych – Górny Śląsk czy zagłębie miedziowe na Dolnym Śląsku. Największe zagęszczenie zdjęć również dotyczyło centralnej Polski i Górnego Śląska, a także terenów obecnego województwa małopolskiego.



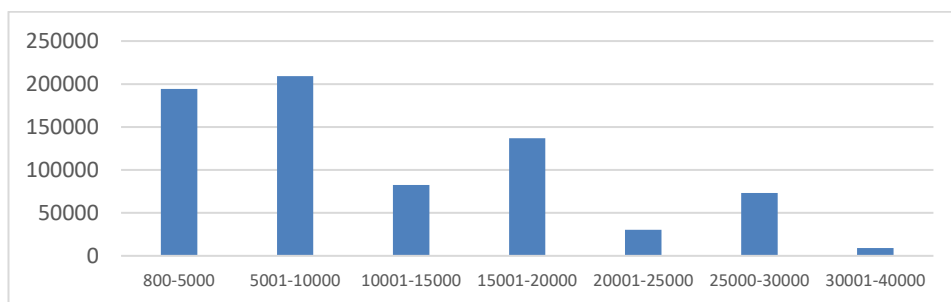
Rys. 2 Mapa przedstawiająca udział i datę pozyskania najstarszych zdjęć lotniczych na obszarze Polski po II wojnie światowej (a) oraz mapa przedstawiająca zagęszczenie liczby zdjęć w poszczególnych rejonach kraju (w ujęciu oczka rastra o powierzchni 100 km²) wg danych zgromadzonych w GUGiK (b)

Po wojnie kraj był zniszczony i potrzebowano odpowiednich map do ocenienia strat oraz planowania odbudowy kraju i wykonywania kolejnych inwestycji. W tym celu powstała idea wykonania mapy gospodarczej państwa w skali 1:5000. Cel ten został zawarty w dekreście władz PRL z dnia 30 marca 1945 r. Po początkowej fazie realizacji tego zadania, plan okazał się niewykonalny i w 1949 r. zrezygnowano z niego i przedstawiono nową koncepcję pt. Mapa Użycia Powierzchni Ziemi, która miała być wykonana w skali 1:10 000. Mapa ta miała być wykonana głównie na podstawie fotoplanów ze zdjęć lotniczych. Pracę nad mapą realizowano jedynie do 1952 r. i objęła swoim zasięgiem tylko 20% kraju. Dla tego obszaru również wykonano zdjęcia lotnicze. ([Lipert & Szymczak, 1981](#))

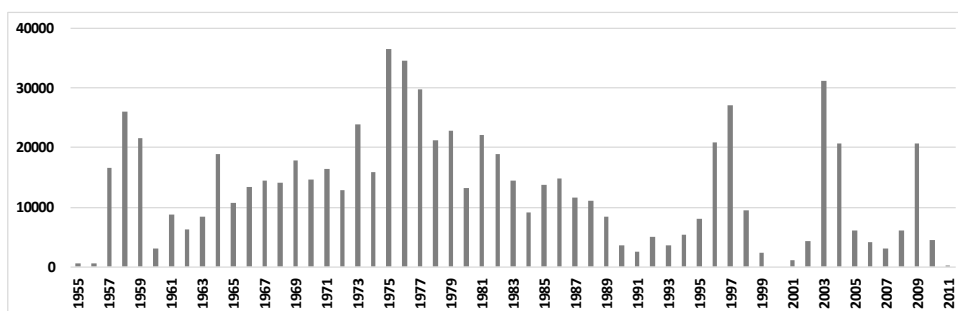
W kolejnych latach sukcesywnie wykonywano dalsze naloty do celów tworzenia materiałów kartograficznych. W ten sposób w 1947 r. pokryto obszar 24 000 km² zdjęciami w skali 1:10 000 (8% powierzchni kraju), a w 1948 r. obszar 17 700 km² (niecałe 6% powierzchni kraju) ([Linsenbarth, 1991](#)). W 1953 podjęto kolejną, nową koncepcję. Władze centralne wydały rozporządzenie, które mówiło o wykonaniu mapy topograficznej w skali 1:25 000 w cyklu planu pięcioletniego dla obszaru całego kraju. Dopiero ten projekt spowodował szersze użycie i potrzeby wykonawstwa zdjęć lotniczych w powojennej historii Polski ([Lipert & Szymczak, 1981](#)).

Kolejnym ważnym krokiem do poszerzenia zasobu zdjęć lotniczych były prace związane z wykonaniem Uchwały Rządu PRL nr 447 z 1955 r. mówiącej o sporządzeniu do końca 1970 r. szczegółowej mapy topograficznej w skali 1:10 000, a dla obszarów intensywnego rozwoju gospodarczego w skali 1:5000. Była to odpowiedź na rosnące zapotrzebowanie rozwijającej się gospodarki narodowej na opracowania kartograficzne. Do tych celów pozyskiwano głównie zdjęcia w skali od 1:10 000 do 1:24 000.

Na rysunku 3 zaprezentowano wykres przedstawiający zakres skalowy pozyskiwanych zdjęć analogowych w okresie po 1945 r. Analizując wykres można zauważyć, że sporą liczbę zdjęć wykonywano w dużej skali (większej niż 1:5000). Zaś na rysunku 4 przedstawiono wykres ilościowy pozyskiwania analogowych zdjęć lotniczych w Polsce w kolejnych latach. Na wykresie widać kilka okresów, gdzie pozyskiwanie zdjęć było bardziej intensywne (1957-1959 – pozyskiwania w celach tworzenia mapy topograficznej w skali 1:10 000, 1975-1977 – wzrost pozyskiwania uwarunkowane dosprzętowieniem, 1996-1997 – projekt PHARE, 2003 – zdjęcia do bazy TBD, LPIS).



Rys. 3 Histogram przedziałów skalowych analogowych zdjęć pozyskiwanych w Polsce po 1945 r. wg danych zgromadzonych w GUGiK. Na osi pionowej przedstawiono zakresy liczbowe wielkości zbioru (liczby zdjęć), zaś na osi poziomej znajdują się kolejne przedziały skalowe (mianownik skali).



Rys. 4 Liczba analogowych zdjęć lotniczych pozyskanych w poszczególnych latach między 1955 a 2011 w Polsce wg danych zgromadzonych w GUGiK

Oprócz działań w zakresie cywilnym, równoległe swoje potrzeby realizowało wojsko poprzez działania WIG. W latach 1947-1951, wykorzystując zdjęcia lotnicze, stworzono mapę topograficzną w skali 1:100 000 ([Lipert & Szymczak, 1981](#)). Wcześniejsze inicjatywy kartograficzne, polegające na użyciu zdjęć lotniczych, przyczyniły się także do innego aspektu – wywołały potrzebę inwestycji w najnowszą aparaturę fotogrametryczną ([Linsenbarth, 1991](#)).

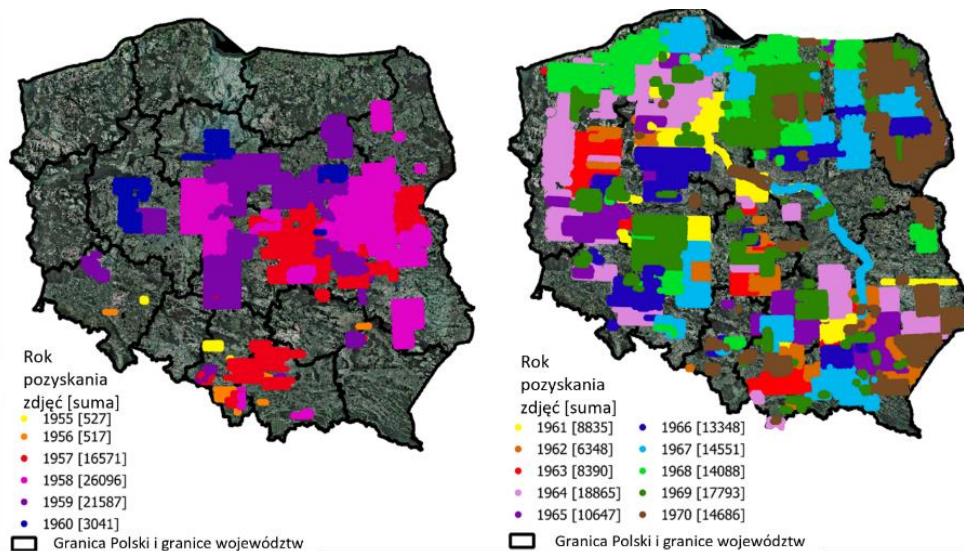
Fotogrametria była również niezbędna do opracowań wielkoskalowych na mniejszych obszarach. Tworzono tam szczegółowe dane kartograficzne jako dokumentacja pod przyszłe wielkie inwestycje (np. huta im. Lenina w Krakowie). Zapoczątkowało to serię pozyskiwania zdjęć w skalach od 1:4000 do 1:5000 po roku 1959 ([Linsenbarth, 1991](#)). W czasach PRL-u prowadzono również różne niestandardowe naloty na potrzeby specjalistycznych opracowań. Była to na przykład mapa sytuacyjno-wysokościowa opracowana w latach 1975-1976 dla powierzchni 40 km² warszawskiego węzła kolejowego, czy też opracowanie realizowane w latach 1977-1979 w celu wykonania dokumentacji zasięgu fali popowodziowej i jej skutków. Był to nalot korytarzowy wykonany w dwóch fazach na odcinkach 700 km i 1400 km rzek.

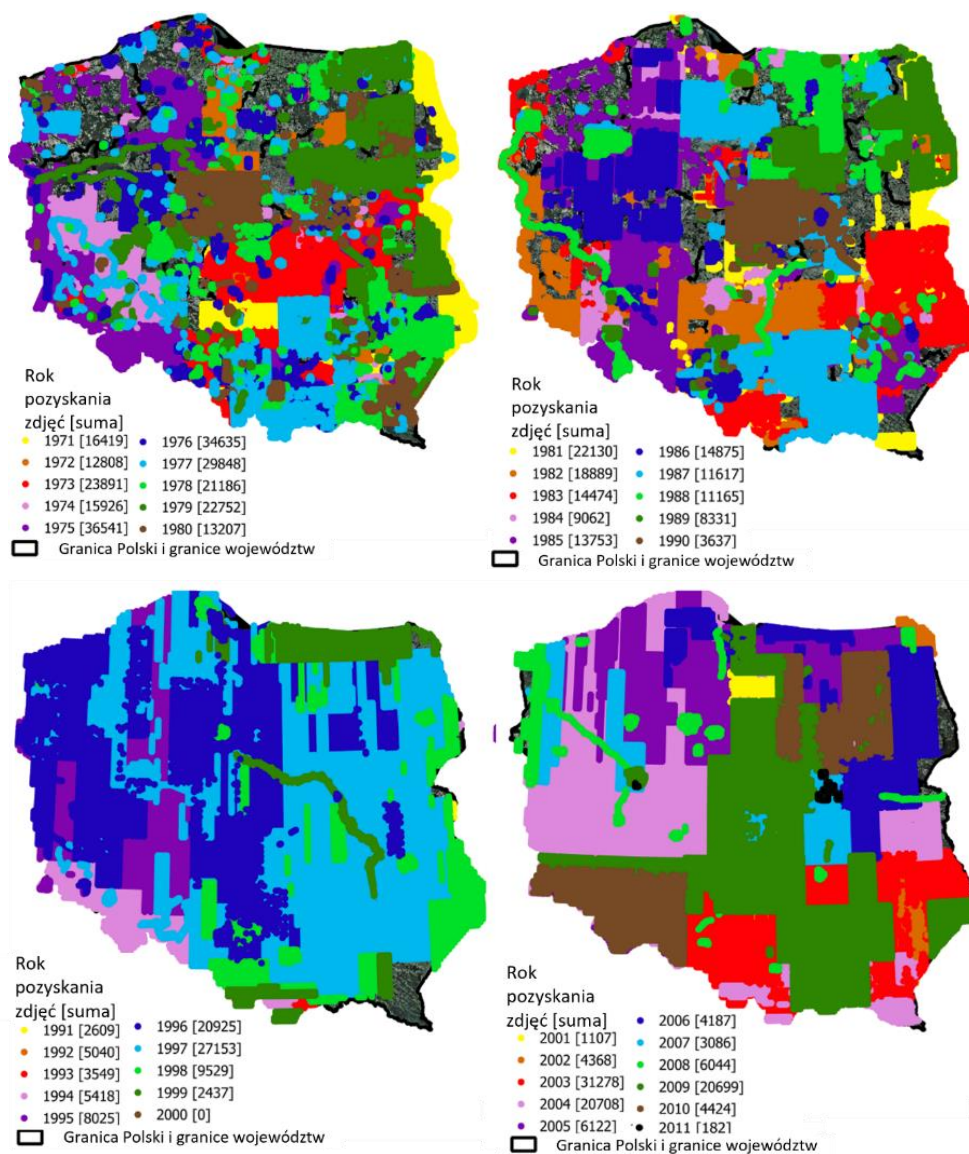
W roku 1975 PPGK (Państwowe Przedsiębiorstwo Geodezyjno-Kartograficzne) pozyskało pięć kamer nowej generacji Wild RC-10, które bardzo skutecznie pozwoliły zintensyfikować prace związane z pozyskiwaniem zdjęć do różnych celów. W latach 80. XX wieku Polska ukierunkowała swoje działania również na pozyskiwanie zdjęć poza granicami kraju. Polscy fotogrametryści byli aktywni i pomagali w nadzorowaniu prac związanych z kampaniami fotolotniczymi głównie w krajach partnerskich Związku Radzieckiego takich jak Kuwejt, Irak czy Libia ([Linsenbarth, 1991](#)). Firmy takie jak PPGK w ramach prac w Iraku w latach 1974-1978 pozyskały zdjęcia do celów map topograficznych w skali 1:25 000 dla obszaru 170 000 km². Zaś inna spółka – WPG, w latach 1975-1976 wykonało mapę Trypolisu w Libii w skali 1:5000 dla obszaru 130 km² ([Linsenbarth, 2000](#)).

Po 1990 roku, po transformacji ustrojowej w Polsce częściowo zmienił się sposób finansowania prac geodezyjnych. Skończyły się ograniczenia cywilne w zakresie pozyskiwania danych i monopole służb wojskowych. Utrzymano ogólnopolskie planowanie pozyskiwania zdjęć oddając te kompetencje do biura GUGiK. Część prac geodezyjnych, w tym z zakresu fotogrametrii, zaczęła być finansowana z budżetów samorządowych oraz

innych instytucji (np. parków narodowych czy urzędów morskich). Spowodowało to głębokie zmiany w rynku świadczenia usług fotogrametrycznych. Wiązało się to z powstaniem wielu nowych komercyjnych podmiotów realizujących pozyskiwanie zdjęć lotniczych ([Linsenbarth et al., 2000](#)).

Po transformacji ustrojowej krokiem milowym w poszerzeniu polskiego archiwum zdjęć lotniczych było pokrycie kraju kolorowymi zdjęciami lotniczymi w skali 1:26 000 z funduszu projektu Unii Europejskiej pod nazwą PHARE (ang. *Poland and Hungary: Assistance for Restructuring their Economies*) realizowanego na podstawie zobowiązania Unii Europejskiej w celu udzielania materialnej pomocy państwom kandydującym do Wspólnoty Europejskiej. W latach 1995-1998 ze środków z tego funduszu wykonano zdjęcia prawie całej powierzchni Polski. Łącznie było to około 40 000 takich zdjęć. Ponadto, dla wybranych miast wykonano zdjęcia kolorowe w skali 1:5000. Łącznie było to prawie 60 000 zdjęć w ramach całego projektu ([Kurczyński, 1997](#)). Poniżej, na rysunku 5 zaprezentowano kolejne etapy wykonywania zdjęć lotniczych w Polsce w erze analogowej z podziałem na kolejne dziesięciolecia oraz lata. Na zaprezentowanych mapach widać wykonywanie kolejnych dużych bloków zdjęć dla poszczególnych miast oraz aglomeracji czy też nalołów korytarzowych nad rzekami.





Rys. 5 Proces pozyskiwania zdjęć lotniczych w erze analogowej w Polsce w latach 1955-2011 z podziałem na kolejne dziesięciolecia

Kolejnym ważnym czynnikiem przyczyniającym się do inicjonowania wykonania następnych kampanii lotniczych były prace związane z dostarczeniem danych do tworzenia Bazy Danych Topograficznych oraz Systemu Identyfikacji Działek Rolnych (LPIS). W wyniku starań dołączenia do wspólnoty państw UE Polska musiała przystosować swoją infrastrukturę na wielu poziomach do jej wymagań. Związało się to właśnie z powstaniem bazy LPIS. Było to kluczowe źródło danych w podejmowaniu decyzji w kwestii dopłat dla

rolnictwa. W naszym kraju podstawą tego systemu była cyfrowa ortofotomapa pozyskana w dwóch standardach - rozdzielczości 0.25 m dla Polski południowo-wschodniej i rozdzielczości 0.50 m dla pozostałych obszarów. Ortofotomapa została opracowana na podstawie zdjęć lotniczych w skalach odpowiednio 1:13 000 i 1:26 000. Pełne pokrycie ortofotomapy zdjęciami w tych skalach zostało osiągnięte w latach 2002-2004. Od tamtego okresu w Polsce powstała strategia aktualizacji cyfrowej ortofotomapy w cyklu czteroletnim. ([Zawieska & Kurczyński, 2016](#)) W tabeli nr 1 przedstawiono charakterystykę wykonanej ortofotomapy oraz pozyskanych zdjęć w ramach programu LPIS w 2003 r.

Tabela 1 Standardy ortofotomapy z programu LPIS z 2003 roku

Standard	GSD ortofotomapy [m]	źródło	obszar
Standard I	0.25	zdjęcia analogowe w skali 1:13 000	południowo-wschodnia część kraju (około 25%)
Standard II	0.50	zdjęcia analogowe w skali 1:26 000	pozostała powierzchnia kraju (około 75%)
Standard III	1.00	obrazy satelitarne ikonos	pas wzdłuż wschodniej granicy kraju i fragment woj. zachodniopomorskiego

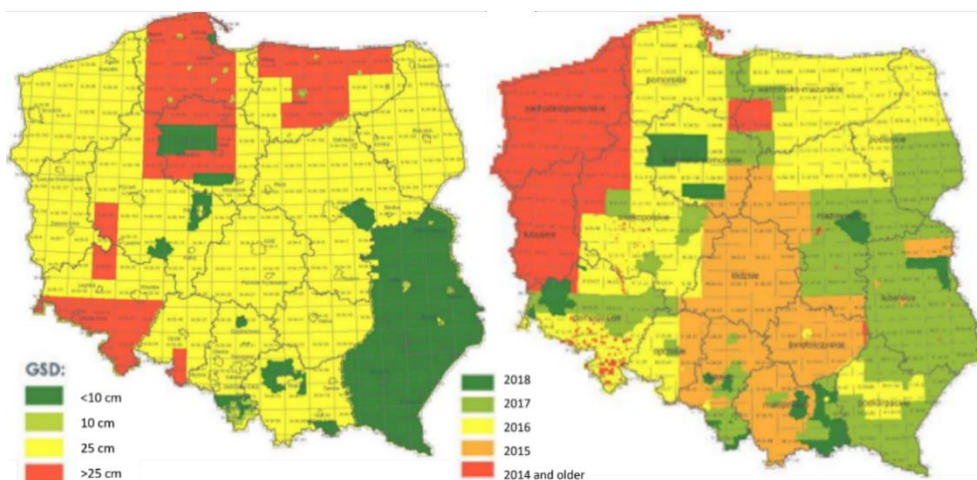
Na początku XXI w. rozpoczęła się intensywna ekspansja kamer cyfrowych, które w kilka lat zdominowały rynek oraz wyparły kamery analogowe. W Polsce wygaszanie prac fotolotniczych związanych z kamerami analogowymi miało miejsce w latach 2007-2011 r. Po tym okresie wykonywano zdjęcia jedynie kamerami cyfrowymi ([Kurczyński, 2014](#)).

2.2 ERA ZDJĘĆ CYFROWYCH

Początek ery lotniczych zdjęć cyfrowych wykonywanych kamerami nowej generacji w Polsce przypada na lata 2007-2011. Na szerszą skalę wykonawstwo zdjęć cyfrowych miało miejsce w związku z projektem pt. Informatyczny System Ochrony Kraju przed nadzwyczajnymi zagrożeniami (ISOK) który był realizowany w latach 2011-2015. W ramach tych prac dla 203 miast o zaludnieniu ponad 50 tys. mieszkańców wykonano zdjęcia lotnicze i opracowano cyfrową ortofotomapę w rozdzielczości 10 cm ([Kurczyński, 2014](#)).

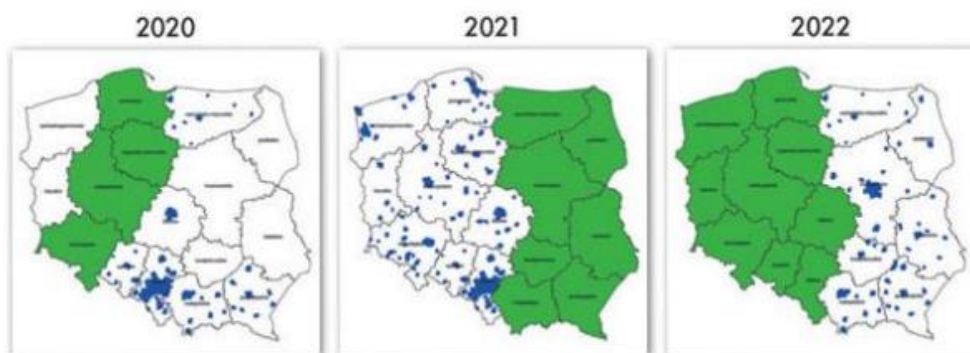
GUGiK stara się aktualizować obecny stan pokrycia kraju zdjęciami lotniczymi dla produkcji cyfrowej ortofotomapy. Co roku wybrane obszary mają odnawiany stan zasobu zarówno pod względem aktualności oraz pod względem korzystniejszej rozdzielczości terenowej opracowania.

Zamówienia odnośnie do zdjęć lotniczych i produkcji ortofotomapy realizuje się również lokalnie na zlecenia władz powiatów i innych władz samorządowych. Stan pozyskiwania zdjęć cyfrowych pod względem rozdzielczości oraz aktualności w roku 2018 r. przedstawiono na grafice nr 6. Do wizualizacji użyto arkuszy map w układzie PUWG 1992 w skali 1:100 000.



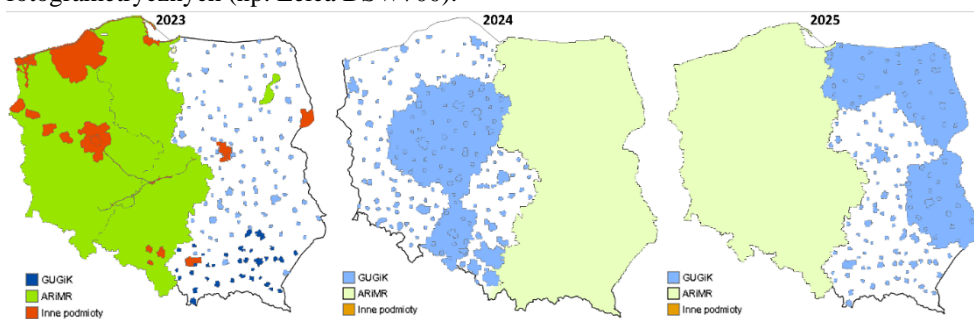
Rys. 6 Mapa przedstawiająca rozdzielczość przestrzenną ortofotomapy cyfrowej na obszarze Polski – po lewej oraz mapa przedstawiająca aktualność ortofotomapy na obszarze Polski – po prawej (stan na 2018 r.) [https://www.geoportal.gov.pl]

Pod koniec 2019 r. GUGiK udostępnił na stronie www.geoportal.gov.pl usługę o nazwie „Ortofotomapa wysokiej rozdzielczości”. Według planu z 2021 r. wprowadzono dwuletni cykl zgodnie z którym dla obszaru całej Polski są pozyskiwane zdjęcia lotnicze do tworzenia ortofotomapy o pikselu 0.25 m oraz dodatkowo dla większych miast pozyskiwane są zdjęcia dla ortofotomapy o pikselu 0.10 m lub mniejszym (głównie 5 cm). Plan programu na lata 2020-2022 został przedstawiony na rysunku nr 7. Kolorem zielonym zaznaczono obszary pozyskania zdjęć do celów ortofotomapy cyfrowej o rozdzielczości 25 cm, zaś kolorem niebieskim (miasta i aglomeracje) obszary pozyskania zdjęć dla ortofotomapy cyfrowej o rozdzielczości 10 cm. Według koncepcji i planowanych prac na lata 2023-2025 GUGiK będzie kontynuował prace polegające na aktualizacji pokrycia kraju zdjęciami lotniczymi dla produkcji ortofotomapy w cyklu dwuletnim z pikselem równym 25 cm (rysunek 8). Plan pozyskiwania dokładniejszych danych dla miast jest stale rozszerzany i w kolejnych latach będzie obejmował prawie wszystkie miasta powiatowe.



Rys. 7 Plan aktualizacji ortofotomapy według programu "Ortofotomapa o wysokiej rozdzielczości" - obecnie już zrealizowany [https://www.geoportal.gov.pl]

Podsumowując, Polska ma duży zasób zdjęć lotniczych cyfrowych oraz analogowych pozyskanych w XX i XXI wieku. Zasób ten odznacza się dużą aktualnością, odpowiednim kryciem w szeregach czasowych, z wysoką rozdzielczością przestrzenną i o wysokich walorach fotointerpretacyjnych. Zdjęcia znajdujące się w archiwum GUGiK można pobierać odpłatnie ze strony Państwowego zasobu geodezyjnego i kartograficznego (PzgiK). Na stronie PzgiK znajduje się również serwis mapowy, który pozwala wybrać dokładną kolekcję zdjęć poprzez podanie daty rocznej akwizycji i obszaru, który nas interesuje. Analogowe, jak i cyfrowe zbiory danych mają wyświetlane przybliżone pozycje wykonania zdjęć co ułatwia odpowiednią selekcję wewnątrz zbioru. Po wybraniu odpowiedniego zdjęcia (lub kilku) można wyświetlić w serwisie mapowym jego zgeneralizowaną wersję, która ułatwia zgrubne która ułatwia zgrubne rozpoznanie czy na wybranym pliku znajdują się interesujące nas obiekty. Na wniosek, można zamówić wybrane zdjęcia. W przypadku zdjęć analogowych są one przetwarzane do formy cyfrowej za pomocą specjalistycznych skanerów fotogrametrycznych (np. Leica DSW700).



Rys. 8 Plan aktualizacji ortofotomapy i pozyskiwania zdjęć lotniczych w latach 2023-2025 przez GUGiK, ARiMR (Agencję Restrukturyzacji i Modernizacji Rolnictwa), oraz podmioty samorządowe i inne instytucje [<https://www.geoportal.gov.pl>]

3. ARCHIWALNE ZDJĘCIA W EUROPIE

W Europie w ostatnich latach rozpowszechnił się trend na digitalizację archiwów zdjęć lotniczych. Panuje ogromna chęć i troska, aby informacje zapisane na tych obrazach zachowały się z jak najlepszą jakością. Coraz szersze kręgi badaczy interesują się tymi zbiorami danych i uważają je za unikalne i stosunkowo mało zbadane źródło danych o przeszłym pokryciu terenu nawet ostatnich 100 lat. Kraje na naszym kontynencie różniły się znacząco pod względem polityki do istotności takich działań, używały różnych technik oraz na przestrzeni lat wypracowały odmienne normy dotyczące metodologii nalołów fotogrametrycznych. To dotyczy również zagadnienia związanego z digitalizacją zbiorów, sposobów ich przechowywania czy sposobu dystrybucji i udostępniania. W poniższym rozdziale przedstawiono statystyczne informacje na temat zbiorów archiwalnych w innych krajach Europy. Przedstawiono ich charakterystykę oraz główne parametry. Przywołanie danych z innych państw ma na celu uświadomienie czytelnikom, że Polska posiada dane archiwalne nie odbiegające jakością od innych krajów europejskich. Pośrednim celem jest również możliwość porównania liczebności zasobów zdjęć między naszym państwem, a innymi krajami. W poniższym rozdziale powołano się na źródła z krajowych agencji

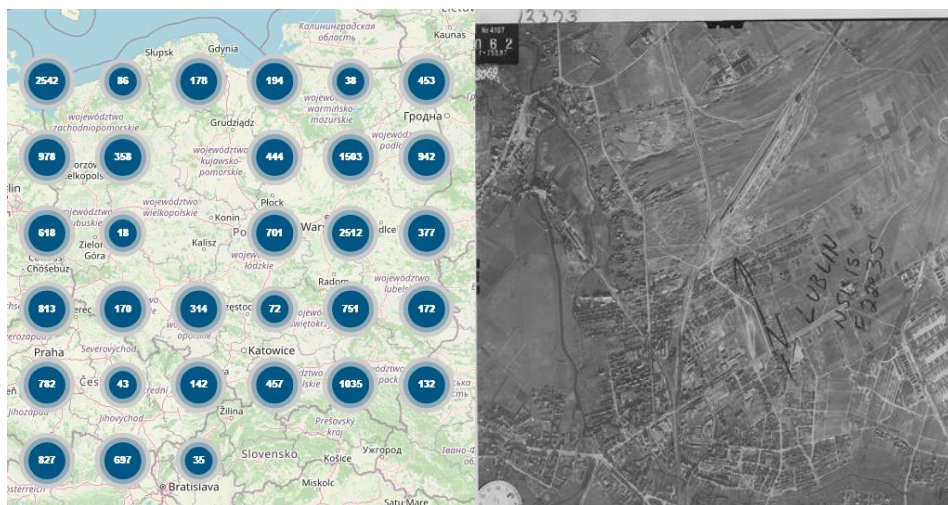
geodezyjnych i kartograficznych oraz niezależnych badaczy z poszczególnych państw. Przedstawiono stan cyfryzacji zbiorów oraz jakie metadane są zbierane podczas tych prac.

3.1. ARCHIWA ZAGRANICZNE I ZDJĘCIA OBSZARU POLSKI ZGROMADZONE W INNYCH KRAJACH

Rozdział ten głównie dotyczy zdjęć obszaru Polski wykonanych podczas II wojny światowej. Próbę podsumowania tematu zdjęć lotniczych z okresu II wojny światowej przedstawiono w [Różycki et al., \(2020\)](#). W monografii opisano również szeroko temat pozyskiwania obrazów lotniczych oraz w kronikarski sposób opisano archiwa posiadające takie zbiory. W poniższym rozdziale skupiono się na przedstawieniu podstawowych informacji na temat największych archiwów przechowujących zdjęcia obszaru Polski

Jednym z największych na świecie archiwów państwowych jest brytyjskie archiwum NCAP - *National Collection of Aerial Photography* w Edynburgu. Brytyjczycy w swoim archiwum mają zdjęcia z różnych kontynentów. Wiąże się to z pozyskiwaniem zdjęć na terenach byłych kolonii. Liczebność ich zasobu sięga 30 milionów zdjęć a najstarsze dane są datowane na lata 20. XX wieku. NCAP corocznie odtajnia kolejne roczniki zdjęć, które były pozyskane ponad 20 lat temu (tzn. w 2023 r. odtajnia się zdjęcia z 2002 r., a w 2024 r. odtajnia się zdjęcia z 2003 r.). Aż 10 z 30 milionów zdjęć w zbiorze dotyczy okresu II wojny światowej. Zbiory odzwierciedlają międzysojusznicy charakter wysiłków rozpoznania fotograficznego podczas działań zbrojnych ([Williams, 2019](#)).

Tematem łączącym brytyjskie archiwum wraz z danymi dotyczącymi archiwalnych zdjęć lotniczych obszaru Polski są zdjęcia lotnicze wykonane podczas działań na froncie wschodnim przez siły niemieckie. W latach 1939-1945 Niemcy korzystali z danych lotniczych dokonując częstych i regularnych nalotów fotograficznych nad areną działań zbrojnych, która także obejmowała obszar dzisiejszej Polski. W wyniku porażki Niemiec w działaniach zbrojnych w ręce aliantów (głównie Amerykanów i Brytyjczyków) dostały się niemieckie archiwa. Jest to około 1.5 miliona pionowych i ukośnych lotniczych zdjęć rozpoznawczych, przedstawiających lokalizacje głównie w Europie Wschodniej i Rosji. Większość kolekcji pozostaje nieskatalogowana. Wraz z postępem inwentaryzacji i digitalizacji zdjęć są one udostępniane w NCAP. Zbiór zdjęć zapewnił zachodnim aliantom informacje wywiadowcze na temat dużych części Europy Wschodniej i Związku Radzieckiego na skalę nieosiągalną aż do pojawienia się satelitów zwiadowczych w latach sześćdziesiątych ([Williams, 2022](#)). Na rysunku nr 9 przedstawiono serwis mapowy NCAP dotyczący przejętych niemieckich zdjęć oraz przykładowe zdjęcie z okolic Lublina. Skatalogowanie zbiorów fotoplanów niemieckich przechowywanych w NCAP próbowano wykonać niezależnie przez badaczy analizujących to archiwum ([Rączkowski, 2004](#)). Na rysunku 10 przedstawiono opracowanie wykonane na podstawie danych z różnych archiwów zagranicznych przedstawiających pokrycie Polski fotomapami niemieckimi z lat 1933-1944.

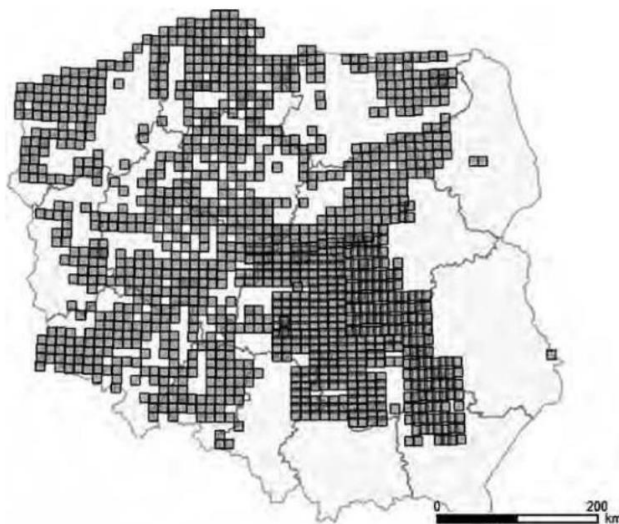


Rys. 9 Po lewej, serwis mapowy NCAP przedstawiający centroidy wraz z liczbą obrazów na danym obszarze. Po prawej przedstawiono zgeneralizowaną wersję jednego ze zdjęć archiwalnych tego zbioru z 14.10.1944 r. przedstawiające wschodnią część Lublina. W lewej części zdjęcia, bardzo wyraźnie odfotografowana została rzeka Bystrzyca. (<https://ncap.org.uk/>)

Niemieckie zdjęcia lotnicze są też przechowywane w archiwum NARA (ang. *National Archives and Records Administration*) w USA. Jest to agencja odpowiedzialna za ochronę, przechowywanie dokumentów rządowych i zbiorów historycznych. W zasobach tej organizacji znajduje się zbiór zdjęć wykonanych przez lotników alianckich liczący 2 863 800 oraz niemieckich 1 209 520 zdjęć. Łącznie w archiwach Wielkiej Brytanii i USA szacuje się, że znajduje się od 80 do 140 tysięcy zdjęć lotniczych obecnego obszaru Polski wykonanych podczas działań zbrojnych w ramach II wojny światowej ([Różycki et al., 2020](#)).

Ostatnim, większym zagranicznym miejscem gdzie przechowywane są archiwalne zdjęcia obszaru Polski jest Instytut Herdera ([Różycki et al., 2020](#)). W tej instytucji przechowywany jest zbiór 6300 pionowych zdjęć lotniczych z czego 85% dotyczy obszaru Polski. Obrazy te są również wykonane przez niemieckie lotnictwo wojenne w latach 1942-1945.

Sporą niewiadomą do dzisiaj pozostaje stan archiwum Związku Radzieckiego. Biorąc pod uwagę przenikające się metody walki podczas II wojny światowej między wszystkimi stronami konfliktu ([Perini, 1938](#)) należy wyciągnąć wniosek, że archiwum zdjęć wykonanych przez armię Związku Radzieckiego jest porównywalne liczbowo i w części dotyczy zobrazowań wykonanych nad obszarem Polski.



Rys. 10 Opracowanie wykonane na podstawie danych z różnych archiwów zagranicznych przedstawiających pokrycie Polski fotomapami niemieckimi z lat 1933-1944 (źródło: [Raczkowski, 2004](#))

3.2. INNE ARCHIWA EUROPEJSKIE

Na podstawie ankiety przeprowadzonej przez francuski IGN (*French National Institute for Geographic and Forest Information*), wypełnionej przez 19 organizacji z 13 krajów, analogowe zdjęcia lotnicze w Europie były pozyskiwane głównie w celach aktualizacji i wykonywania map topograficznych. Na podstawie zaprezentowanych odpowiedzi w ankiecie można stwierdzić, że pozyskiwanie analogowych zdjęć z pułapu lotniczego popularną praktyką stało się dopiero po II wojnie światowej. Do krajów zaliczanych do grona pionierów, które pierwsze pozyskiwały takie dane już w latach 20. XX wieku należy wymienić Finlandię (*National Land Survey of Finland*), Hiszpanię (*IGN Spain*), Szwajcarię (*Swisstopo*), Francję, (*IGN France*), Norwegię (*Kartverket*) oraz Czechy (*Land Survey Office of Czech Republic*). W kolejnej dekadzie swoje zbiory zaczęły również zbierać Szwecja (*Lantmäteriet*) oraz kraje związkowe w Niemczech (*Landesamt für Geoinformation und Landentwicklung Baden-Württemberg*) ([Giordano & Mallet, 2019](#)).

Podczas prac związanych z digitalizacją samych zdjęć lotniczych, również archiwizowane oraz kompletowane są metadane związane z tematem planów nalotów czy metryk kamer i certyfikatów kalibracji. Na datę wykonania ankiety tj. 2017 r. podmioty odpowiadające oświadczyły, że większość organizacji przetworzyła do formy cyfrowej mniej niż 50% swoich archiwów obrazów. Podobnie jak w Polsce, w większości innych krajów zdjęcia archiwalne są udostępniane odpłatnie ([Giordano & Mallet, 2019](#)).

Analizując kolejno poszczególne kraje europejskie np. w Norwegii zasób zdjęć archiwalnych szacowany jest na 1.3 miliona negatywów. Służba geodezyjna i kartograficzna w tym państwie stawia sobie za cel, aby do 2029 r. zdigitalizować połowę zasobu zdjęć

analogowych (Buller, 2019). Na koniec 2022 planowano osiągnąć poziom 500 tys. z 1.3 miliona (Buller, 2022).

Polityka pozyskiwania zdjęć lotniczych w sąsiednim kraju tj. w Szwecji była na podobnym poziomie. Szwecja ma 1.2 mln negatywów w pociętym filmie. Dodatkowo, również mają zebrane dokładne metadane nalogów w postaci map szeregów nalogów. Głównym celem szwedzkiej służby kartograficznej jest, aby ich archiwum było szerzej dostępne przez Internetowe serwisy mapowe oraz żeby dane były bardzo dobrze zabezpieczone i zarchiwizowane (Bygren & Hedqvist, 2019). Szwedzkie archiwum jest w trakcie digitalizacji. Najstarsze dane sięgają 1929 r. Obecnie zakończono prawie w całości tworzenie kopii cyfrowych zdjęć starszych niż 1990 r. Szwedzi w swoim serwisie internetowym udostępniają również ortorektyfikowane zdjęcia. Era zdjęć analogowych zakończona wprowadzeniem kamer cyfrowych nastąpiła w tym kraju w 2007 roku (Norin & Klitkou, 2022).

Włoskie archiwum *Aerofototeca Nazionale* (AFN - *National Photographic Aerial Archive*) gromadzi liczne kolekcje fotografii lotniczych, które zostały wytworzone zarówno przez organizacje publiczne, jak i prywatne. Wśród zbiorów AFN znajdują się elementy datowane na rok 1880, przy czym najstarsze zdjęcia w kolekcji nie są zdjęciami lotniczymi. Część z tych fotografii została nabyta lub przekazana jako dar i stanowi własność Ministerstwa Dziedzictwa Kulturowego. Inne natomiast są udostępniane archiwum na zasadzie wypożyczenia przez instytucje wojskowe lub cywilne, które zachowują nad nimi prawa własności. Zdjęcia lotnicze znajdujące się w archiwum zostały zarejestrowane przez organy wojskowe (np. włoskie Siły Powietrzne, *Istituto Geografico Militare* - IGM, Siły Sprzymierzone podczas II wojny światowej), organizacje publiczne (instytuty badawcze, władze regionalne) i firmy prywatne, z których większość już nie istnieje. Kilka firm, które nadal działają, zdeponowało swoje zbiory historyczne w AFN. W wyniku działań rozpoznawczych w kampanii włoskiej 1943-45 podczas II wojny światowej powstało około 600 000 zdjęć wykonanych przez armię USA i 283 005 zdjęć wykonanych przez armię brytyjską (Ozdemir & Remondino, 2019). Kolekcja AFN zdjęć z II wojny światowej nad Włochami ma ogromny potencjał do tworzenia map zagrożeń niewybuchami na obszarach miejskich i w pobliżu stanowisk archeologicznych obszarów zbombardowanych. Digitalizacja zbioru AFN ze względu na niewielki budżet ma zająć aż 25 lat. Włoska instytucja podczas digitalizacji nadaje również odpowiednią georeferencję zdjęciom (Shepherd et al., 2019).

Zdjęcia analogowe we Francji to jeden z największych zbiorów w Europie. Francja pierwsze pełne pokrycie zdjęciami miała wykonane w latach 50. XX wieku. Według planu krajowego założeniem było krycie kraju w cyklu 5/10 letnim zdjęciami analogowymi w skali 1:30000. Od 2003 Francja przeszła na zdjęcia cyfrowe i w nowych wytycznych jej celem jest krycie całego kraju co 3-4 lata zdjęciami z rozdzielczością 25 cm. Zasób analogowych zdjęć Francji jest szacowany na 3 mln zdjęć obszarów europejskich oraz 1 mln zdjęć byłych francuskich posiadłości zamorskich (Truquin, 2019).

Szwajcaria może pochwalić się wyjątkowymi danymi w skali świata. Jest to wygenerowana ortofotomapa ze zdjęć analogowych z 1946 r. która pokrywa 99.79% powierzchni kraju. Zdjęcia z 1946 r. to jedna z podkolekcji z archiwum Szwajcarii i była wykonana przez amerykańców w projekcie o nazwie *Aerial images for the Photographic Atlas*

1946 (*"American flights"*) (Jabrane & Heisig, 2022). Historyczna ortofotomapa posiada rozdzielczość 1 m, a średnia dokładność sytuacyjna wynosi około 5-10 m. Orientacja zdjęć była wykonana w programie HAP (Historical Air Photo), w module wykonanym przez PCI Geomatica. Służba kartograficzna Szwajcarii stawia sobie jako priorytetowy cel dążenie nie tylko do digitalizacji i udostępnienia zasobu, ale także właśnie do generowania ortozdjęć i ich publikacji. Zasób zdjęć analogowych w Szwajcarii to około 500 tys. obrazów (Heisig et al., 2019).

Na Czechosłowacji w latach 1936-1990 (z wyłączeniem okresu II wojny światowej) pozyskiwano zdjęcia lotnicze głównie do celów wojskowych. W okresie międzywojennym dynamika pozyskiwania zdjęć była podobna jak w Polsce. W 1935 roku pozyskano zdjęcia całego terenu Słowacji oraz w latach 1936-1938 zdjęciami lotniczymi pokryto częściowo czeską stronę kraju (46 500 km² z 78 666 km²). Oznacza to, że przed wojną terytorium Czechosłowacji było w ponad 76% pokryte zdjęciami lotniczymi. Obecnie cały zasób zdjęć analogowych szacowany jest na 700 000. Po 2009 r. w Czechach nastąpiło podobnie jak w Polsce, odejście od kamer analogowych na rzecz nowej generacji kamer cyfrowych (Dušánek et al., 2019).

Na podstawie zdjęć archiwalnych, w ostatnim czasie również dla miasta Pragi wykonano archiwalną ortofotomapę (podobny przypadek jak dla Warszawy ortofotomapa wykonana przez WPG). Do wykonania ortofotomapy posłużyły zdjęcia alianckie wykonane przez 10 misji zwiadowczych nad to miasto. Dane nie były jednorodne. Zdjęcia wykonywano między kwietniem a majem 1945 r. i zakres skalowy zdjęć to przedział 1:7 000 do 1:50 000. Zdjęć w małej skali używano tylko w miejscach, gdzie nie było innych danych. Razem było to 1082 zdjęć na podstawie których wykonano ortofotomapę o pikselu 25 cm. Wykonana mozaika jest dostępna pod adresem serwisu <http://www.dveprahy.cz/> (Meixner, 2019).

W Hiszpanii planowanie zdjęć nie zależało wyłącznie od władz centralnych. Regiony autonomiczne takie jak Nawarra, pozyskiwały zdjęcia lotnicze według własnych wytycznych. W ten sposób archiwum tego regionu liczy 150 000 negatywów i pozytywów z lat 1927-2006. Ze zdjęć pozyskanych w okresie 1927-1932 pokrywających 70% terytorium i liczących około 10 000 sztuk wykonano archiwalną ortofotomapę z dokładnością sytuacyjną poniżej 1 m. Były to zdjęcia w skali 1:15 000 a piksel wynikowej ortofotomapy wynosił 25 cm. Archiwalna ortofotomapa pokazująca przeszłą formę terenu Nawarry od prawie 100 lat jest szczególnym źródłem danych na całą Europę i jest wykorzystywana do różnych celów (Morales, 2019).

Całe państwo, jakim jest Hiszpania ma około 582 000 analogowych zdjęć – w tym większość jest już zdigitalizowana. Ponad 37 000 zdjęć to zdjęcia z okresu lat 30. - 50. XX-wieku. Obecnie Hiszpania od wielu lat tak jak inne kraje pozyskuje wyłącznie zdjęcia cyfrowe. Aktualny plan to pokrywanie kraju w cyklu 3 letnim z pikselem zdjęć 25 cm. Zbiór zdjęć w Hiszpanii jest w darmowym i otwartym dostępie dla wszystkich użytkowników (Fernandez, 2022).

Ciekawym archiwum zdjęć analogowych może pochwalić się Belgia. Ze względu na kolonialne zaszczości ten kraj również posiada zdjęcia zamorskich posiadłości. W Królewskim Muzeum Afryki Centralnej (*Royal Museum for Central Africa,*) znajduje się 370 000 analogowych zdjęć z terytorium Republiki Demokratycznej Kongo, Rwandy i Burundi z lat

1947-1980 wraz z zachowanymi planami nalotu. Zdjęcia te niosą nieocenione informacje dla tych terenów ze względu na liczne zagrożenia naturalne. Obecnie te materiały są używane do licznych analiz zmian pokrycia terenu czy też skutków żywiołów ([Dille et al., 2022](#); [Depicker et al., 2021](#); [Smets, 2022](#)). Do naturalnych zagrożeń, które występują w tych krajach i które są badane na podstawie zdjęć historycznych należą głównie osuwiska o bardzo dużej skali spowodowane obfitymi opadami deszczu, ale również skutki powodzi. Zdjęcia wykorzystuje się również do dokumentacji niszycielskiej działalności człowieka polegającej na wycinie lasów. Archiwum znajdujące się w RMCA jest poddane archiwizacji i digitalizacji, którą planuje się ukończyć w ciągu najbliższych 5 lat. Belgowie również w planach mają tworzyć ortomozaiki z zeskanowanych zdjęć lotniczych ([Kervyn, 2019](#)).

Jako ostatnie archiwum i jego stan będzie omówione archiwum Danii. W informacjach, które można znaleźć krajowa służba geodezyjna i kartograficzna podaje, że duńskie archiwum składa się z około 2300 puszek z niepociętym filmem, przeliczane na około 400 000 negatywów zdjęć lotniczych. Dodatkowo, są zachowane raporty z lotów, mapy tras (lotów). Archiwum duńskie obejmuje obszar nie tylko Danii, ale również terytorium zamorskiego tego kraju, jakim jest Grenlandia. Dane przedstawiające Grenlandię głównie dotyczą terenów przybrzeżnych, które są wykorzystywane gospodarczo. Najstarsze zdjęcia w zasobie są najczęściej zdjęciami ukośnymi. Dane późniejsze (po 1950 r.) są głównie zdjęciami lotniczymi pionowymi ([Nielsen & Dindorp, 2022](#)).

4. PODSUMOWANIE I WNIOSKI

Niniejszy artykuł stanowi istotny wkład w zrozumienie historii i ewolucji fotogrametrii, z naciskiem na znaczenie archiwalnych zdjęć lotniczych i historii ich pozyskiwania w Polsce. Praca ta, jest kompleksowym opracowaniem dotyczącym korzeni i rozwoju technik przetwarzania obrazów, ze szczególnym uwzględnieniem roli archiwalnych zdjęć lotniczych w Polsce i Europie. Artykuł ten, rzuca ponownie światło na rozwój technik fotogrametrycznych oraz na znaczenie archiwalnych zdjęć lotniczych jako cennego źródła danych historycznych i źródła badawczego, które mimo swojej wartości, były dotychczas stosunkowo mało wykorzystywane w porównaniu z innymi danymi archiwalnymi, takimi jak dane satelitarne.

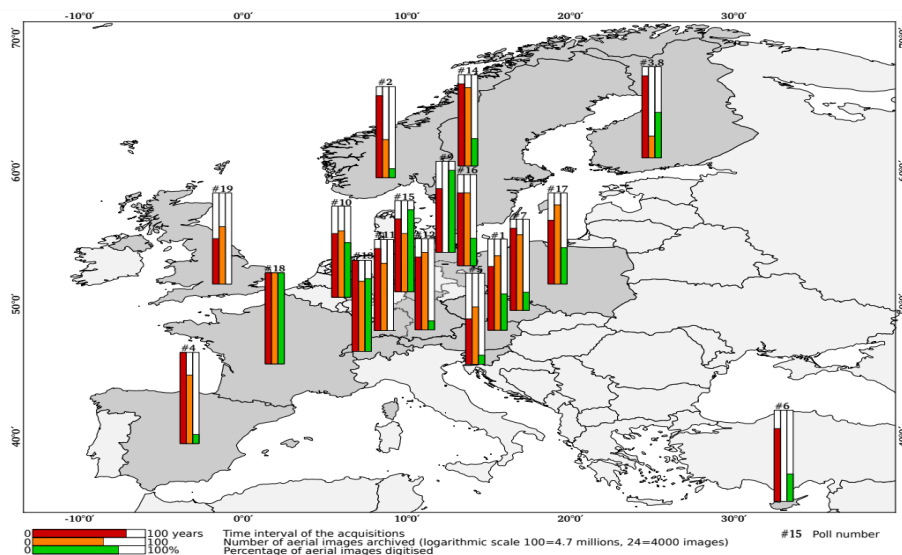
Zdjęcia lotnicze, odznaczające się wysoką rozdzielczością przestrzenną, okazują się być kluczowym narzędziem w badaniach związanych z rozwojem terytorialnym miast ([Bucher et al., 2021](#); [Mboga et al., 2020](#); [Redecker, 2008](#)), zmianami użytkowania gruntów ([Le Bris et al., 2020](#); [Mboga et al., 2021](#); [Ratajczak et al., 2019](#)) oraz monitorowaniem środowiska na przestrzeni wielu lat ([Osińska-Skotak et al., 2019](#); [Pinto et al., 2019](#); [Santangelo et al., 2022](#)). W Polsce, systematyczne pozyskiwanie tych danych rozpoczęło się w połowie XX wieku, co zaowocowało stworzeniem obszernego archiwum. Proces archiwizacji i skanowania tych zasobów w ostatniej dekadzie otworzył nowe możliwości ich wykorzystania, przekształcając je w łatwo dostępne dane cyfrowe.

W artykule przedstawiono również krótki zarys historyczny rozwoju fotogrametrii w Polsce, od czasów po odzyskaniu niepodległości między I a II wojną światową, aż po czasy powojenne. Wskazano na znaczenie tej dziedziny zarówno w sektorze wojskowym, jak i cywilnym, podkreślając jej rolę w dokumentacji i planowaniu przestrzennym. Szczególnie istotne jest to, że w okresie międzywojennym Polska szybko przystąpiła do zbudowania

odpowiednich struktur w celu adaptacji fotogrametrii do swoich potrzeb. Publikacja zwraca uwagę na fakt, że połączenie zasobów różnych instytucji, takich jak Główny Urząd Geodezji i Kartografii (GUGiK) oraz Centralne Archiwum Wojskowe Biura Historycznego (CAW WBH), dało Polsce dostęp do ponad 1.5 miliona analogowych zdjęć lotniczych, które stanowią nieocenione źródło wiedzy o przeszłych formach pokrycia terenu.

Walory polskiego zasobu archiwalnych zdjęć lotniczych podkreśla partycypacja przykładowego zbioru danych dla Warszawy z 1986 r. w międzynarodowym benchmarku organizacji EuroSDR pt. TIME (hisTorical aerial iMagEs) (Farella *et al.*, 2022). Polskie zdjęcia posłużą naukowcom z różnych krajów do zbadania potencjału historycznych zdjęć lotniczych.

Dla lepszego uplastycznienia tematyki polskiego zasobu zdjęć archiwalnych przedstawiono też różne statystyki na temat zagranicznych repozytorium archiwalnych zdjęć lotniczych w innych krajach europejskich. W porównaniu do innych państw Polska wyróżnia się pod względem jakości danych (rozdzielczość przestrzenna), wielkości zbioru (liczb zdjęć i czas ciągłego pozyskiwania zdjęć) czy też wprowadzeniu nowoczesnych metod archiwizacji, przechowywania i ochrony tego typu materiałów przed niekorzystnymi warunkami (digitalizacja zbioru). Walory te są często podkreślane przez zagranicznych obserwatorów oraz badaczy zajmującymi się tematyką archiwalnych zdjęć lotniczych. W jednej z zagranicznych publikacji (Giordano & Mallet, 2019) będących syntezą wykonanej ankietyzacji dotyczącej posiadanych zasobów zdjęć archiwalnych przez kraje europejskie, Polska wypada bardzo korzystnie na tle innych państw pod względem wyżej wymienionych parametrów. Na rysunku 11, poniżej, przedstawiono wizualizację statystyczną krajów europejskich dotyczącą parametrów posiadanych zasobów zdjęć archiwalnych.



Rys. 11 Kraje biorące udział w ankiecie EuroSDR wraz z wizualizacją statystyk dotyczących: przedziału czasowego pozyskiwania danych, liczbą zarchiwizowanych obrazów i odsetkiem obrazów zdigitalizowanych (Giordano & Mallet, 2019)

Wprowadzenie nowoczesnych technologii i metod cyfrowego przetwarzania obrazów, takich jak *computer vision* czy algorytmy *structure-from-motion*, znacząco przyczyniło się do rozwoju fotogrametrii. Te innowacje umożliwiły nie tylko efektywniejsze wykorzystanie archiwalnych zdjęć, ale także otworzyły drogę do tworzenia nowych, bardziej zaawansowanych produktów fotogrametrycznych. Te nowe możliwości przekładają się na nowe trendy oraz kolejny wzrost zainteresowania częstszym pozyskiwaniem zdjęć lotniczych. Wykorzystanie technik uczenia maszynowego do analizy danych wieloczasowych może przyspieszyć manualną orientację danych archiwalnych, bez konieczności ręcznego pomiaru punktów kontrolnych w terenie ([Heisig et al., 2019](#); [Knuth et al., 2023](#); [Zhang et al., 2021](#)).

Podsumowując, praca ukazuje archiwalne zdjęcia lotnicze jako cenne źródło danych o przeszłości. Przedstawia również historię ich pozyskiwania. Wskazuje na rozwój technologii i metod, które umożliwiają lepsze wykorzystanie tych danych w różnych dziedzinach nauki i praktyki. W kontekście Polski, praca ta stanowi cenny wkład w zrozumienie historii i rozwoju fotogrametrii w kraju, podkreślając znaczenie tych działań dla dokumentacji i analizy zmian krajobrazu i środowiska. Praca ta stanowi istotny krok w kierunku pełniejszego wykorzystania i docenienia archiwalnych zdjęć lotniczych, nie tylko jako narzędzia dokumentacji historycznej, ale także jako kluczowego elementu w badaniach środowiskowych i urbanistycznych. Znaczący postęp w technologiach cyfrowego przetwarzania obrazów otwiera nowe horyzonty w wykorzystaniu tych danych, co ma kluczowe znaczenie dla dalszego rozwoju fotogrametrii i powiązanych dziedzin.

LITERATURA

- Bucher, B., Hein, C., Raines, D., & Gouet Brunet, V. (2021). Towards Culture-Aware Smart and Sustainable Cities: Integrating Historical Sources in Spatial Information Infrastructures. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 10(9), 588.
- Buller, H. (2019). *Preservation and digitizing of historical aerial images in Norway*. Geoprocessing and archiving of historical aerial images, IGN, Paris (France).
- Buller, H. (2022). *Historical aerial images—What's going on in Norway*. 2nd EuroSDR Workshop on "Geoprocessing and Archiving of Historical Aerial Images", Rome.
- Bygren, A., & Hedqvist, E. (2019). *Making it digital—Processing the aerial image archive of Sweden*. Geoprocessing and archiving of historical aerial images, IGN, Paris (France).
- Chilczuk, M., & Ciołkosz, A. (1966). *Zastosowanie Zdjęć Lotniczych W Geografii*. Państwowe Wydaw. Naukowe.
- Depicker, A., Jacobs, L., Mboga, N., Smets, B., Van Rompaey, A., Lennert, M., Wolff, E., Kervyn, F., Michellier, C., Dewitte, O., & Govers, G. (2021). Historical dynamics of landslide risk from population and forest-cover changes in the Kivu Rift. *Nature Sustainability*, 4(11), 965–974.
- Dille, A., Dewitte, O., Handwerker, A. L., d'Oreye, N., Derauw, D., Ganza Bamulezi, G., Ilombe Mawe, G., Michellier, C., Moeyersons, J., Monsieurs, E., Mugaruka Bibentyo, T., Samsonov, S., Smets, B., Kervyn, M., & Kervyn, F. (2022). Acceleration of a large deep-seated tropical landslide due to urbanization feedbacks. *Nature Geoscience*, 15(12), 1048–1055.

- Dmochowski, S. (1981). Blaski i cienie fotogrametrii cywilnej w Polsce od założenia Polskiego Towarzystwa Fotogrametrycznego do 1980 roku. *Symposium Poświęcone 50-leciu Polskiego Towarzystwa fotogrametrycznego*, 14–29.
- Dušánek, P., Potůčková, M., & Hodač, J. (2019). *Historical aerial images of Czechia—Archiving and applications in landscape studies*. Geoprocessing and archiving of historical aerial images, IGN, Paris (France).
- Farella, E. M., Morelli, L., Remondino, F., Mills, J. P., Haala, N., & Crompvoets, J. (2022). The euroSDR time benchmark for historical aerial images. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, XLIII-B2-2022*, 1175–1182.
- Fernandez, L. M. (2022). *A mission over time: Preserving and disseminating historical aerial images guarded by the National Geographic Institute (IGN) of Spain*. 2nd EuroSDR Workshop on "Geoprocessing and Archiving of Historical Aerial Images", Rome.
- Giordano, S., & Mallet, C. (2019). *Archiving and geoprocessing of historical aerial images: Current status in Europe (70; EuroSDR Official Publication)*.
- Heisig, H., Jorg, P., & Streilein, A. (2019). *A journey through time: Digitizing, processing and publishing historical aerial imagery in Switzerland*. Geoprocessing and archiving of historical aerial images, IGN, Paris (France).
- Herfult, T. (1934). Prace fotogrametryczne W. I. G. *Przegląd Mierniczy*, 7-8, 157-158.
- Jabrane, N., & Heisig, H. (2022). *Bringing the Swiss Landscape Memory to Life*. 2nd EuroSDR Workshop on "Geoprocessing and Archiving of Historical Aerial Images", Rome.
- Kervyn, F. (2019). *RMCA's historical aerial photographs of central Africa: The collection, its management and its potential for environmental studies*. 2nd EuroSDR Workshop on "Geoprocessing and Archiving of Historical Aerial Images", Rome.
- Knuth, F., Shean, D., Bhushan, S., Schwat, E., Alexandrov, O., McNeil, C., Dehecq, A., Florentine, C., & O'Neel, S. (2023). Historical Structure from Motion (HSfM): Automated processing of historical aerial photographs for long-term topographic change analysis. *Remote Sensing of Environment*, 285, 113379.
- Kurczyński, Z. (1997). Zdjęcia lotnicze dla obszaru Polski realizowane w ramach programu modernizacji krajowego systemu informacji o terenie. *Archiwum Fotogrametrii, Kartografii i Teledetekcji*, 6, 31–44.
- Kurczyński, Z. (2014). *Fotogrametria*. Wydawnictwo Naukowe PWN.
- Kurczyński, Z., & Preuss, R. (2000). *Podstawy fotogrametrii*. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa
- Le Bris, A., Giordano, S., & Mallet, C. (2020). Cnn semantic segmentation to retrieve past land cover out of historical orthoimages and dsm: first experiments. *ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, V-2–2020*, 1013–1019.
- Linsenbarth, A. (1991). Działalność Instytucji i komórek fotogrametrycznych w Polsce (1921-1990), *60-lecie Polskiego Towarzystwa fotogrametrycznego (1)*, 63–76.
- Linsenbarth, A. (2000). Udział Polskich fotogrametrów w rozwoju metod i technik fotogrametrycznych (1911-2000). *Archiwum Fotogrametrii, Kartografii i Teledetekcji*, 10, 5-1:5-12.
- Linsenbarth, A., Dąbrowski, S., & Mierzwa, W. (2000). Działalność produkcyjna w zakresie fotogrametrii w okresie 1990-1999. *Archiwum Fotogrametrii, Kartografii i Teledetekcji*, 10, 33-1:33-6.

- Lipert, C., & Szymczak, A. (1981). Fotogrametria w rozwoju opracowań topograficznych (1945-1981), *Symposium Poświęcone 50-leciu Polskiego Towarzystwa fotogrametrycznego*, 30–44.
- Mboga, N., D’Aronco, S., Grippa, T., Pelletier, C., Georganos, S., Vanhuysse, S., Wolff, E., Smets, B., Dewitte, O., Lennert, M., & Wegner, J. D. (2021). Domain Adaptation for Semantic Segmentation of Historical Panchromatic Orthomosaics in Central Africa. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 10(8), 523.
- Mboga, N., Grippa, T., Georganos, S., Vanhuysse, S., Smets, B., Dewitte, O., Wolff, E., & Lennert, M. (2020). Fully convolutional networks for land cover classification from historical panchromatic aerial photographs. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 167, 385–395.
- Meixner, P. (2019). *Historical orthophoto of Prague 1945*. Geoprocessing and archiving of historical aerial images, IGN, Paris (France).
- Morales, V. G. (2019). *Tracasa feedback on scanning and orthophoto generation*. Geoprocessing and archiving of historical aerial images, IGN, Paris (France).
- Nielsen, M., & Dindorp, A. (2022). *75 years of historical aerial images from Denmark and Greenland—The process from dusty shelves to website*. 2nd EuroSDR Workshop on "Geoprocessing and Archiving of Historical Aerial Images", Rome.
- Norin, M., & Klitkou, G. (2022). *Actualizing history*. 2nd EuroSDR Workshop on "Geoprocessing and Archiving of Historical Aerial Images", Rome.
- Olędzki, J. R. (2009). Początki teledetekcji środowiska w Polsce. *Teledetekcja środowiska*, 41, 5–22.
- Osińska-Skotak, K., Bakula, K., Jełowicki, Ł., & Podkowa, A. (2019). Using Canopy Height Model Obtained with Dense Image Matching of Archival Photogrammetric Datasets in Area Analysis of Secondary Succession. *Remote Sensing*, 11(18), 2182.
- Ozdemir, E., & Remondino, F. (2019). *Machine learning methods applied to WWII aerial images*. Geoprocessing and archiving of historical aerial images, IGN, Paris (France).
- Perini, C. (1938). Cztery zadania sił powietrznych. *Przegląd lotniczy: Miesięcznik Wydawany Przez Dowództwo Lotnictwa*, 12, 1762-1791.
- Piasecki, B. M. (1930). Działalność wydziału aerofotogrametrycznego przy P. L. L. "LOT". *Przegląd Mierniczy*, 10 (75), 222-224.
- Piasecki, B. M. (1935). Prace aerofotogrametryczne w dużych skalach wykonane w Polsce do roku 1935-go. *Przegląd Fotogrametryczny*, Organ Polskiego Towarzystwa Fotogrametrycznego, 15-16, 28-35.
- Piątkiewicz, B. (1930). Fotogrametria. *Przegląd Mierniczy*, 9 (74), 181-183.
- Piątkowski, F. (1933). Fototriangulacja m. Wyszkowa n. Bugiem. *Przegląd Fotogrametryczny*, Organ Polskiego Towarzystwa Fotogrametrycznego, 7–8, 58-62.
- Pinto, A. T., Gonçalves, J. A., Beja, P., & Pradinho Honrado, J. (2019). From Archived Historical Aerial Imagery to Informative Orthophotos: A Framework for Retrieving the Past in Long-Term Socioecological Research. *Remote Sensing*, 11(11), 1388.
- Rączkowski W., 2004. *Dusty treasure: thoughts on a visit to the Aerial Reconnaissance Archives at Keele University (UK)*. AARGnews 29.
- Ratajczak, R., Crispim-Junior, C. F., Faure, E., Fervers, B., & Tougne, L. (2019). Automatic Land Cover Reconstruction From Historical Aerial Images: An Evaluation of Features Extraction and Classification Algorithms. *IEEE Transactions on Image Processing*, 28(7), 3357–3371.

- Redecker, A. P. (2008). Historical aerial photographs and digital photogrammetry for impact analyses on derelict land sites in human settlement areas. *Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spat. Inf. Sci.*, 37, 5-10.
- Różycki, S., Osińska-Skotak, K., & Świątek, A. (Eds.). (2020). *Zdjęcia lotnicze Polski z okresu II wojny światowej* (Wydanie I). Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej.
- Santangelo, M., Zhang, L., Rupnik, E., Deseilligny, M. P., & Cardinali, M. (2022). Landslide evolution pattern revealed by multi-temporal dsms obtained from historical aerial images. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, XLIII-B2-2022, 1085–1092.
- Shepherd, E., Ceraudo, S., Salerno, G., & Remondino, F. (2019). *Analog/digital image processing of historical aerial imagery in the Italian National Photographic Aerial Archive (AFN-ICCD)*. Geoprocessing and archiving of historical aerial images, IGN, Paris (France).
- Smets, B. (2022). *Digitizing, pre-processing and photogrammetric processing of the RMCA's historical aerial photographs of central Africa*. 2nd EuroSDR Workshop on "Geoprocessing and Archiving of Historical Aerial Images", Rome.
- Truquin, P. (2019). *The digitization of IGN's photo/cartographic archives and the web service "Remonter le temps"*. Geoprocessing and archiving of historical aerial images, ign, Paris (France).
- Warszawskie Przedsiębiorstwo Geodezyjne S.A. (2010). *Monografia 2000-2010*. Warszawskie Przedsiębiorstwo Geodezyjne S.A.
- Williams, A. (2019). *The digital transformation of the National Collection of Aerial Photography (NCAP): Achievements to-date & next stage*. Geoprocessing and archiving of historical aerial images, IGN, Paris (France).
- Williams, A. (2022). *Developments at the UK National Collection of Aerial Photography (NCAP) on the physical preservation and digital imaging of historic aerial photography*. 2nd EuroSDR Workshop on "Geoprocessing and Archiving of Historical Aerial Images", Rome.
- Wójcik, S., & Państwowe Przedsiębiorstwo Wydawnictw Kartograficznych im. Eugeniusza Romera. (1989). *Zdjęcia lotnicze*. Państwowe Przedsiębiorstwo Wydawnictw Kartograficznych im. Eugeniusza Romera.
- Wójcik, S. (1991). Osiągnięcia fotogrametrii wojskowej w okresie 1920-1990. *Archiwum Fotogrametrii, Kartografii i Teledetekcji, 60-lecie Polskiego Towarzystwa fotogrametrycznego*(1), 51–62.
- Zawieska, D., & Kurczyński, Z. (2016). Photogrammetry at the Warsaw University of Technology – Past and Present. *Reports on Geodesy and Geoinformatics*, 100(1), 221–234.
- Zhang, L., Rupnik, E., & Pierrot-Deseilligny, M. (2021). Feature matching for multi-epoch historical aerial images. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 182, 176–189. <https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2021.10.008>

HISTORICAL BACKGROUND: AERIAL ARCHIVAL PHOTOGRAPHY IN POLAND AND EUROPE - A REVIEW ARTICLE

KEY WORDS: Photogrammetry, remote sensing, historical photos, multitemporal archival images

ABSTRACT: Poland and the world possess rich and valuable archives of aerial photographs acquired throughout the 20th century. Compared to other archival data, such as satellite imagery, this source of information could be utilized more extensively. Aerial photographs hold high potential for research in various fields, including urban development, land use changes, and long-term environmental monitoring. In Poland, systematic aerial photography campaigns have been conducted nationwide since the mid-20th century. Over the past decade, these photographs have been primarily digitized and are now accessible in digital format. The combined resources of the Head Office of Geodesy and Cartography (GUGiK) and the Central Archives of the Military Historical Office (CAW WBH) amount to over 1.5 million analog images of Poland's current territory. These archival aerial datasets consist of long series of images, captured at dense intervals (typically every five to ten years), and are characterized by very high spatial resolution (ranging mainly from 20 cm to 1 m). Their significant overlap enables stereoscopic measurements. This article chronicles the successive stages of digitizing aerial images in Poland, compares the size of these resources with those in other European countries, and concludes that Poland's analog photo archives align well with European standards in terms of quality and frequency of data acquisition. They represent an invaluable source of knowledge about historical land cover forms.

Details of authors:

mgr inż. Adam Kostrzewa
e-mail: adam.kostrzewa.dokt@pw.edu.pl
telefon: 500 170 327

Submitted 30.11.2023
Accepted 31.12.2023

