



Z historii rozwoju teledetekcji w Instytucie Geodezji i Kartografii

*From the history of the remote sensing development
at the Institute of Geodesy and Cartography*

Andrzej CIOŁKOSZ

Abstract

At the end of the 60's of the last century in the Institute of Geodesy and Cartography researches on the use of air photos for non-topographic purposes has been undertaken. In 1971 the Laboratory of Aerial Photointerpretation was set up. Its assignment was to use aerial photos made with different techniques, especially black and white as well as color infrared films to obtain information about the status and condition of the geographical environment. It should be mentioned that the Institute of Geodesy and Cartography received approval from the US authorities for the purchase of Kodak Aerochrome Infrared film and to use it for research purposes. Aerial color infrared photographs have been widely used to study the health status and sanitary conditions of pine stands. In 1974 the Laboratory was transformed into the Department of Interpretation of Aerial and Satellite Images. On the initiative of the Head Office of Geodesy and Cartography, supported by other ministries, and above all by the Central Office of Geology, the Presidium of Government adopted the decision No. 145/75 on the use satellite images and aerial photographs in managing the national economy. On the basis of this decision, at the beginning of 1976 Director of the Institute of Geodesy and Cartography set up within the Institute the National Remote Sensing Centre – OPOLiS.

Key words: Institute of Geodesy and Cartography, OPOLiS, remote sensing,

Słowa kluczowe: Instytut Geodezji i Kartografii, OPOLiS, teledetekcja.

At the end of the 60's of the last century in the Institute of Geodesy and Cartography researches on the use of air photos for non-topographic purposes has been undertaken. In 1971 the Laboratory of Aerial Photointerpretation was set up. Its assignment was to use aerial photos made with different techniques, especially black and white as well as color infrared films to obtain information about the status and condition of the geographical environment. It should be mentioned that the Institute of Geodesy and Cartography received approval from the US authorities for the purchase of Kodak Aerochrome Infrared film and to use it for research purposes. Aerial color infrared photographs have been widely used to study the health status and sanitary conditions of pine stands. In 1974 the Laboratory was transformed into the Department of Interpretation of Aerial and Satellite Images.

In addition to aerial color infrared photographs the Department of Interpretation of Aerial and Satellite Images has also used AGA 680 thermal camera and AGA THP-1 thermal scanner for taking aerial images in far

infrared part of electromagnetic spectrum. The last of these devices was slightly modified and adapted to take images from a board of the aircraft. These devices were installed on the Il-14 aircraft, as well as on the board of the Mi-2 helicopter designed specifically for taking thermal images. On the commission of various scientific institutes and institutions responsible for environmental protection the Institute of Geodesy and Cartography made a lot of aerial thermal images. These images were used to evaluate the thermal pollution of rivers and water reservoirs, gas and oil prospecting, assessment of a topoclimatic conditions in big cities, assessment of the influence of industrial plants on environment, et cetera.

In 1973 Institute of Geodesy and Cartography received the first image taken by the Landsat satellite. Shortly afterwards the Institute purchased the Landsat images covering the whole country. They have been used to compile a map of land use in Poland. The distribution of 10 forms of land use has been presented in this map. The mapping unit was 25 ha. The map

was published by the State Cartographic Publishing House in 1980.

Images taken by the Landsat satellite provoked great interest in many scientific and economic institutions which recognized their importance as potential sources of information relevant to the management of the national economy. On the initiative of the Head Office of Geodesy and Cartography, supported by other ministries, and above all by the Central Office of Geology, the Presidium of Government adopted the decision No. 145/75 on the use satellite images and aerial photographs in managing the national economy. On the basis of this decision, at the beginning of 1976 Director of the Institute of Geodesy and Cartography set up within the

Institute the National Remote Sensing Centre – OPO-LiS. The Centre has been provided with modern equipment for the analysis of aerial and satellite images. After a long period of effort the Institute of Geodesy and Cartography received approval from the US authorities for the purchase a computer system for digital analysis of satellite images. It was the first of this kind of equipment in the countries of Central and Eastern Europe. During its activity OPOLiS completed over 500 research and implementation works and disseminate the remote sensing as a source of information on the environment among various research institutes of and economic institutions.

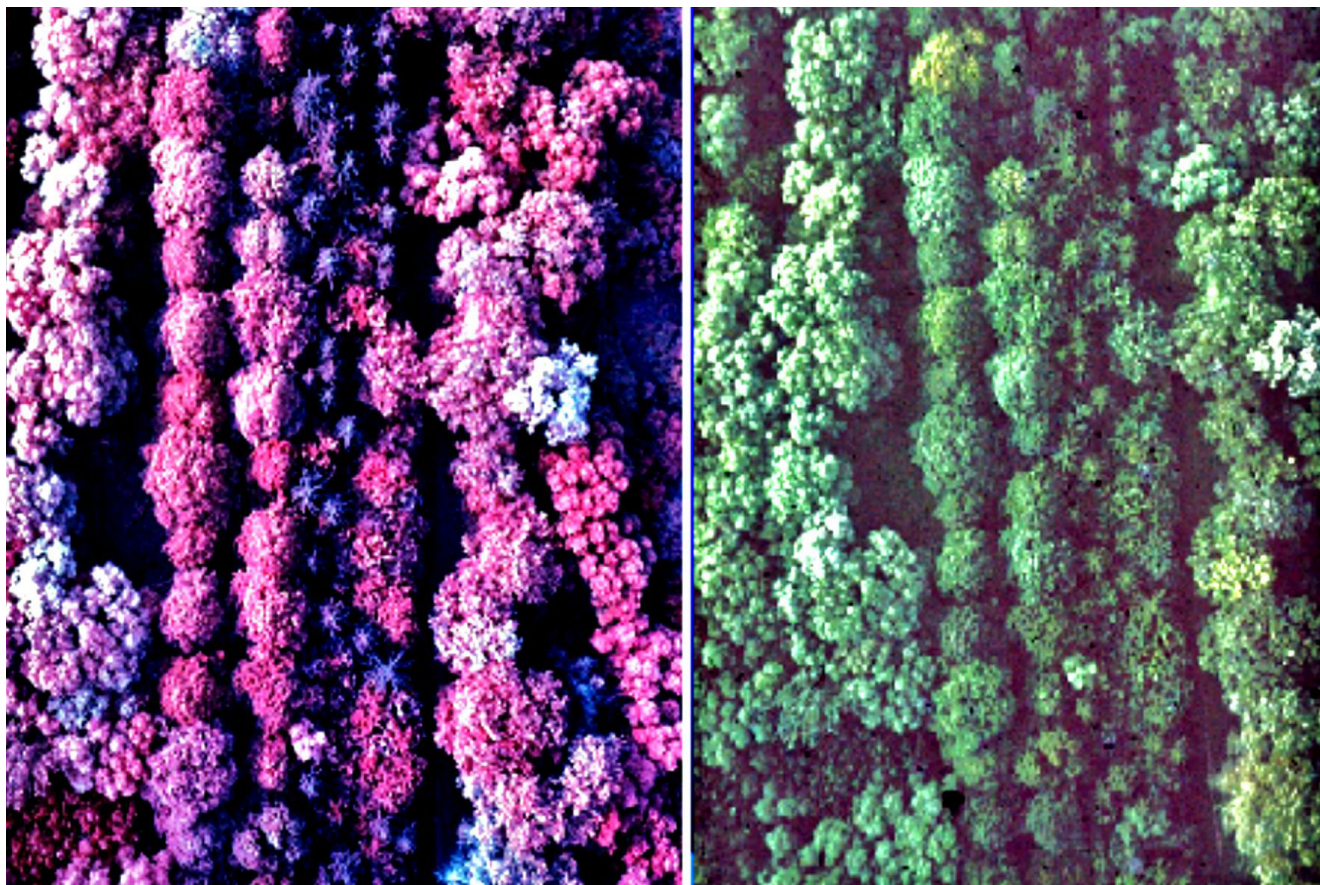
Z początkiem jesieni 1962 r. Stowarzyszenie Geodetów Polskich zorganizowało konferencję naukową poświęconą nietopograficznemu zastosowaniu fotogrametrii. Już wówczas w Polsce były podejmowane próby wykorzystania zdjęć lotniczych w kartowaniu geologicznym, a także ich zastosowania w leśnictwie nie tylko do kartowania drzewostanów, ale nawet do obliczania masy drewna w drzewostanach. W podsumowaniu obrad konferencji stwierdzono, że wiele informacji zawartych na zdjęciach lotniczych nie jest wykorzystywane w opracowaniach map topograficznych, natomiast mogą być one z powodzeniem wykorzystane zarówno w sporządzaniu map tematycznych, jak też w innych opracowaniach o charakterze niekartograficznym.

Zanim powstał Ośrodek Przetwarzania Obrazów Lotniczych i Satelitarnych OPOLiS

Trudności w pozyskaniu zdjęć lotniczych przez instytucje niegeodezyjne były w tamtym czasie tak duże, że wnioski z konferencji praktycznie nie zostały wykorzystane. Dopiero w końcu lat 60-tych. ubiegłego wieku w dwóch zakładach naukowych Instytutu Geodezji i Kartografii – w Zakładzie Fotogrametrii oraz w Zakładzie Kartografii – podjęto prace nad określeniem rodzaju informacji zawartych na zdjęciach lotniczych, które nie wykorzystywane w procesie opracowania map topograficznych, mogłyby być spożytkowane w opracowaniu map tematycznych, charakteryzujących stan środowiska geograficznego (Karaszewska, 1968, Kowalski, 1968, Kowalski, 1968 a). W tej sytuacji dyrekcja Instytutu postanowiła powołać nową jednostkę organizacyjną, mianowicie Pracownię Fotointerpretacji. Taka jednostka została utworzona pod koniec 1971 roku. Jej zadaniem było wykorzystanie zdjęć lotniczych wykonywanych różnymi technikami do szeroko pojętych celów pozatopograficznych. Pracownia Fotointerpretacji początkowo wchodziła w skład Zakładu Fotogrametrii, a w listopadzie 1974 r. została przekształcona w Zakład Interpretacji Zdjęć Lotniczych i Satelitarnych.

Pracownicy Pracowni Fotointerpretacji postanowili w swoich badaniach, oprócz tradycyjnych panchromatycznych zdjęć wykonywanych przez Państwowe Przedsiębiorstwo Fotogrametrii, wykonywać własne zdjęcia panchromatyczne otrzymaną z wojska kamerą rozpoznawczą, a także podjąć próby wykorzystania fotografii barwnej w kolorach naturalnych i fotografii zwanej wówczas spektrostrefową, czyli barwną fotografią w podczerwieni. O ile nie było problemów z fotografią barwną, o tyle nie do zdobycia były filmy spektrostrefowe, gdyż obowiązywało embargo na ich sprowadzanie do Polski. Jednak udało się zakupić za granicą i przywieźć do kraju jedną rolę takiego filmu, ale do aparatu małoobrazkowego. Tu pojawił się nowy problem, mianowicie jego obróbka fotochemiczna. Był to proces wielce skomplikowany, gdyż film musiał być wywoływany w całkowitej ciemności, w kilku kąpielach o zróżnicowanej temperaturze i różnym czasie trwania kąpieli. Pierwszą próbę wykonania zdjęcia spektrostrefowego z pokładu samolotu podjęto już w końcu lata 1972 r. W samolocie *Wilga* przystosowanym do wykonywania pionowych zdjęć lotniczych zamontowano specjalną ramę, do której przymocowano dwa małoobrazkowe aparaty fotograficzne. Jeden z nich był wyposażony w film barwny, drugi zaś – spektrostrefowy. Jako obiekt fotografowania wybrano Lasek Bielański. Ryc. 1. przedstawia jedno z pierwszych zdjęć barwnych w podczerwieni. W celu porównania obrazu drzew liściastych zobrazowanych na zdjęciu spektrostrefowym zamieszczono również zdjęcie wykonane w tym samym czasie na filmie barwnym oddającym fotografowane obiekty w kolorach naturalnych. Udane zdjęcia umożliwiły podjęcie przez Pracownię Fotointerpretacji zadania nad określeniem zasięgu wpływu kopalni węgla brunatnego i elektrowni w Turosszowie na środowisko przyrodnicze (Ciołkosz, Bychawski, 1973).

Stosowanie filmu małoobrazkowego do wykonywania zdjęć lotniczych było mało efektywne z uwagi na niewielki obszar terenu odwzorowany na pojedynczym zdjęciu. W tej sytuacji Instytut Geodezji i Kartografii rozpoczął starania o uzyskanie zgody władz amerykańskich na zakup filmu barwnego w podczerwieni (Kodak Aerochrome Infrared) o szerokości taśmy 70 mm. Władze



Ryc. 1. Pierwsze zdjęcie lotnicze wykonane na filmie barwnym uczulonym na podczerwień (po lewej) oraz zdjęcie kolorowe w barwach naturalnych (po prawej).

Fig. 1. The first aerial photograph taken on color infra-red film (left) and on true color film (right).

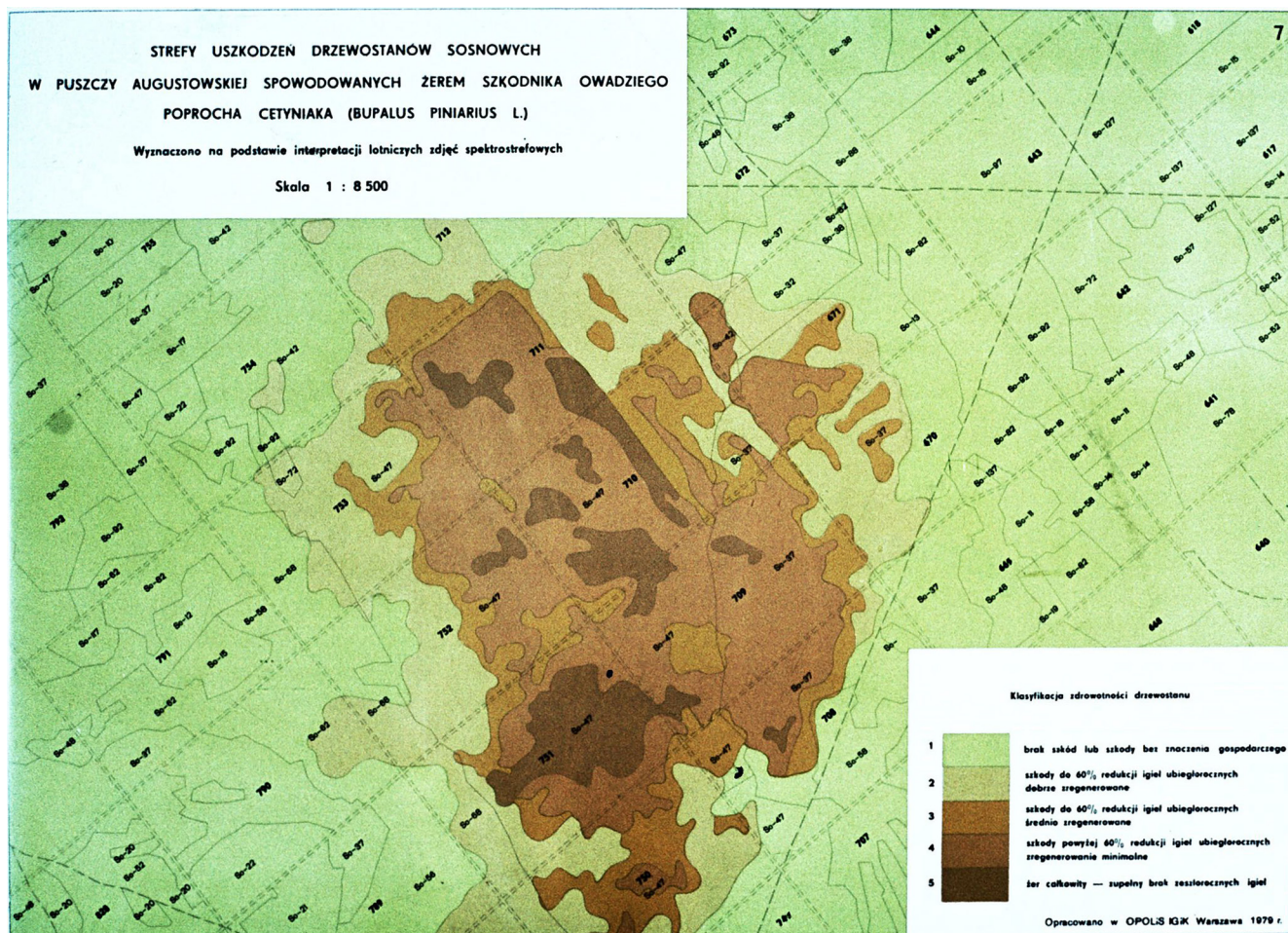
amerykańskie wyraziły zgodę na zakup takiego filmu i jego wykorzystanie wyłącznie do celów naukowych. Aby jednak można było skorzystać z tego filmu Instytut musiał zakupić odpowiedni aparat fotograficzny. Wybrano aparat firmy Hasselblad przystosowany do wykonywania zdjęć na dwustronnie perforowanej taśmie fotograficznej o szerokości 70 mm.

Teraz przed Pracownią Fotointerpretacji stało nowe wyzwanie – zapewnienie warunków technicznych i opanowanie technologii wywoływania spektrostrefowych filmów zwojowych. Dzięki ogromnemu zaangażowaniu kierownika Laboratorium Fotograficznego mgr. Zbigniewa Goljaszewskiego opracowano i wykonano specjalne urządzenie do fotochemicznej obróbki filmu barwnego w podczerwieni. Tym samym rozpoczął się trwający kilka lat okres zaangażowania Instytutu Geodezji i Kartografii w fotografowanie na filmie barwnym w podczerwieni obszarów leśnych i analizy na podstawie pozyskanych zdjęć stanu zdrowotnego i sanitarnego drzewostanów sosnowych. Rozpoczęła się też ścisła współpraca z Instytutem Badawczym Leśnictwa. Efektem prac prowadzonych w Instytucie Geodezji i Kartografii była technologia oceny stanu zdrowotnego drzewostanów sosnowych na podstawie barwnych zdjęć w podczerwieni, jak również opracowanie wielu map obejmujących tereny leśne w różnych częściach Polski, m.in. w Borach Tucholskich, Puszczy Augustowskiej (ryc. 2), Górach Izerskich,

Pieninach (Iracka, Bychawski, 1980, Bychawski i in., 1988). Warto podkreślić, że wspomnianą technologią ocenę stanu zdrowotnego drzewostanów sosnowych zainteresowali się leśnicy amerykańscy, z którymi Instytut nawiązał współpracę naukową, i wykorzystali ją w swoich pracach badawczych i praktycznych.

Mówiąc o barwnej fotografii w podczerwieni wykorzystywanej w Instytucie chciałbym tu podać pewien przypadek jaki miał miejsce w trakcie wywoływania zdjęć. Jak już wspomniałem technologia obróbki fotochemicznej była wielce skomplikowana i ujęta w ścisłe ramy czasowe, przy zróżnicowanej temperaturze kąpeli w poszczególnych odczynnikach. Cały proces odbywał się ręcznie. Otóż pewnego razu została prawdopodobnie pomyłona kolejność kąpeli. W efekcie uzyskano najładniejsze zdjęcia pod względem kolorystycznym, zupełnie inne niż w prawidłowym przebiegu procesu wywoływania. Charakteryzowały się one dużym zróżnicowaniem barwnym poszczególnych gatunków drzew liściastych, przy jednocześnie naturalnym kolorze (zielonym) drzew szpilkowych. Zdjęcia te wywołały ogromne zainteresowanie w trakcie licznych prezentacji na międzynarodowych konferencjach. Niestety, nigdy nie udało się tego zabiegu powtórzyć. Ryc. 3 przedstawia jedno z takich zdjęć.

Z przeglądu literatury teledetekcyjnej wynikało, że coraz większą popularność w badaniu środowiska geograficznego zyskują zdjęcia wykonane w zakresie



Ryc. 2. Mapa uszkodzeń drzewostanów sosnowych w Puszczy Augustowskiej opracowana na podstawie analizy lotniczych zdjęć spektrostrefowych.

Fig. 2. Map of damage to pine stands in the Augustów Forest compiled on the basis of color infrared aerial photographs.

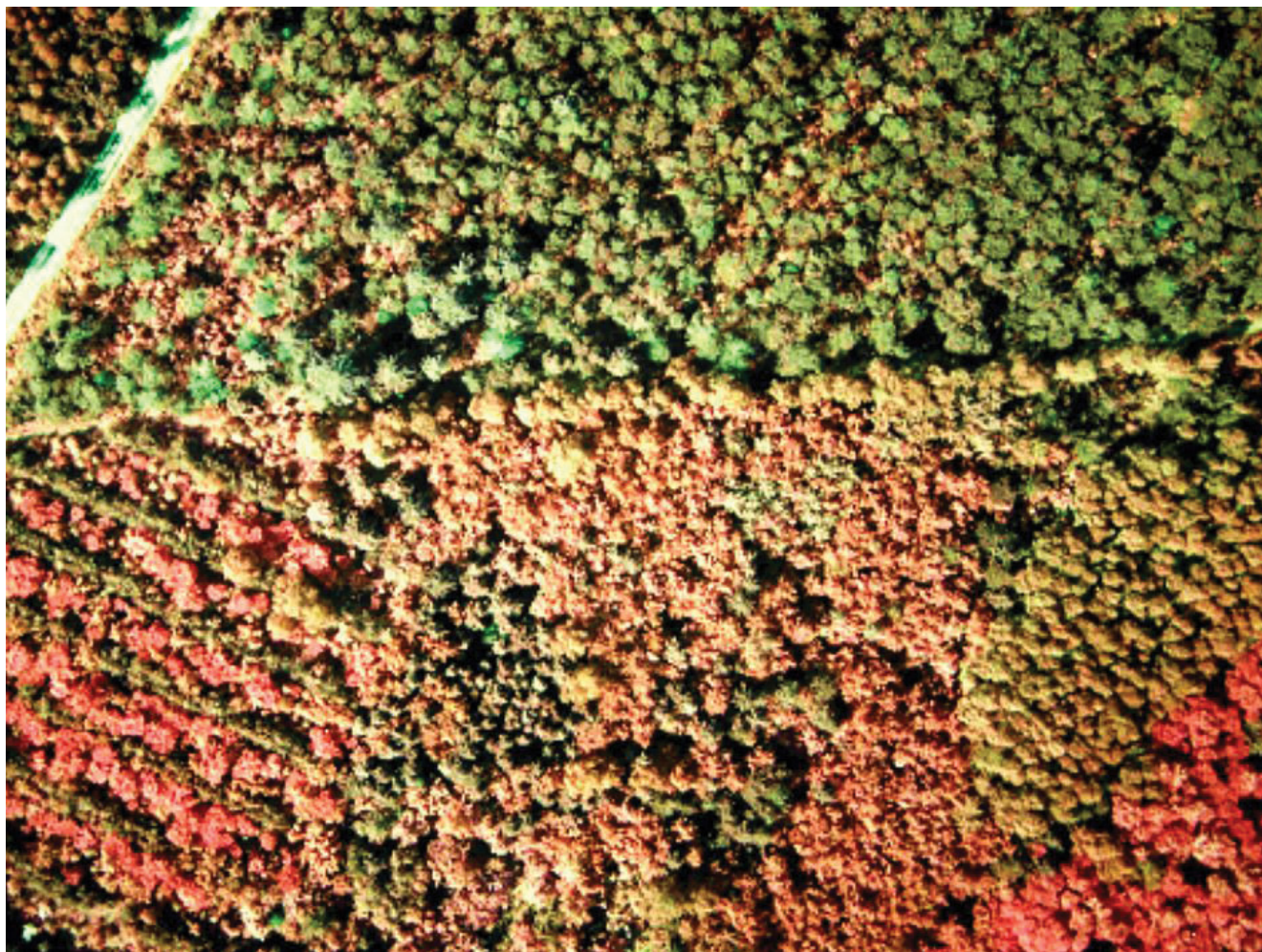
dalekiej podczerwieni, tak zwane zdjęcia termalne. Ta technologia, stosunkowo niedawno udostępniona przez wojsko służbom cywilnych w krajach Europy Zachodniej, a przede wszystkim w Stanach Zjednoczonych, była niedostępna dla krajów Europy Środkowej. Okazało się jednak, że kamerę termalną do zastosowań medycznych wypożyczyła w szwedzkiej firmie AGA klinika medyczna w Warszawie. Po złożonej wizycie w tej klinice doszliśmy do wniosku, że taką kamerę można by zainstalować na samolocie i wykonywać lotnicze zdjęcia termalne.

Na przełomie maja i czerwca 1972 r. pracownicy Instytutu Geodezji i Kartografii (autor niniejszego tekstu i A. Nowosielski) wyjechali do Sztokholmu do firmy AGA aby zapoznać się z kamerą AGA 860 i jej obsługą, a jednocześnie omówić warunki ewentualnej dostawy tego sprzętu do Polski. W firmie pokazano gościom z Polski również skaner termalny (Thermoprofile THP-1), który był produkowany na potrzeby firmy wytwarzającej powlekanie folią woreczki papierowe do mleka. Urządzenie to kontrolowało w toku produkcji jakość przylegania folii do papieru. W toku dyskusji ze specjalistami z firmy AGA okazało się, że jest możliwość przystosowania tego urządzenia do zainstalowania na pokładzie samolotu.

Pod koniec 1972 r. Instytut Geodezji i Kartografii otrzymał dość niespodziewanie z Komitetu Nauki i Techniki środki dewizowe na zakup sprzętu fotogrametrycznego, które postanowiono wykorzystać na zakup kamery termalnej w firmie AGA. Mimo wielu kłopotów związanych z koniecznością przeprowadzenia tej transakcji jeszcze przed końcem roku¹ udało się zakupić kamerę termalną AGA 680 z pełnym oprzyrządowaniem (ryc. 4).

Mając do dyspozycji tak unikalny sprzęt Instytut rozpoczął realizację wielu zadań związanych z badaniami i rejestrowaniem termicznych właściwości obiektów zleczanych przez instytucje cywilne i wojskowe. Podejmowane prace obejmowały m.in. rejestrację ścian wydobywczych kopalni odkrywkowych w Turoszowie i Bełchatowie w celu zdalnej identyfikacji pokładów węgla brunatnego i odróżnienia ich od warstw skał płonnych, analizę chłodzenia wyrobów hutniczych, rejestrację wpływu emisji promieniowania mikrofalowego na organizm ludzki, określanie temperatury gazów wyrzucanych z silników samolotów odrzutowych i raket, badanie rozkładu temperatury wody obciążanej

¹ Środki dewizowe musiały być wykorzystane do końca roku kalendarzowego, w przeciwnym przypadku przepadały.



Ryc. 3. Fragment barwnego zdjęcia w podczerwieni.

Fig. 3. Fragment of color infrared image.



Ryc. 4. Kamera termalna AGA 680.

Fig. 4. AGA 680 thermal camera.

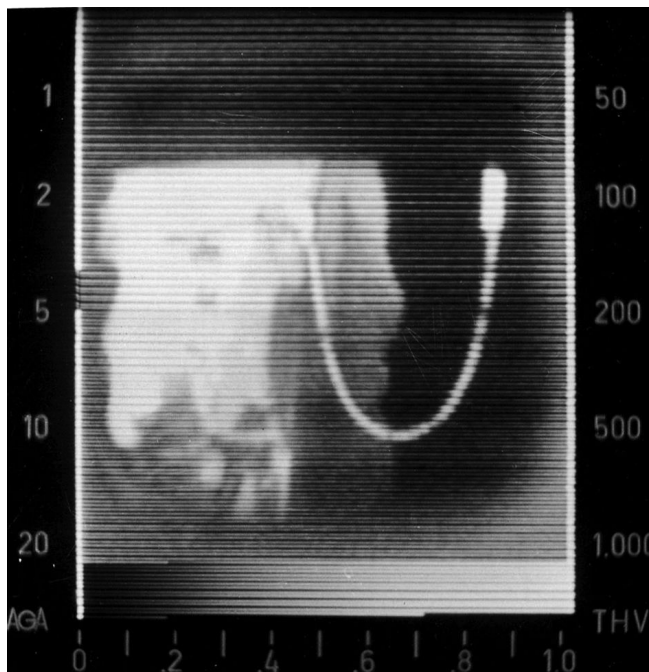


termicznie w modelach ujęć i zrzutu wód z obiektów przemysłowych.

Dzięki uprzejmości kierownictwa Wojskowej Akademii Technicznej kamera termalna została zainstalowana na pokładzie helikoptera Mi-4 będącego w dyspozycji tej uczelni. Jeden z pierwszych lotów odbył się nad elektrownią „Kozienice”. Okazało się wówczas, że do obrazowania powierzchni ziemi z pokładu środka latającego

kamera AGA 680, niestety, nie nadaje się. Czas tworzenia obrazu na monitorze jest zbyt długi w stosunku do prędkości lotu. Helikopter musiał zawisnąć aby wykonać zdjęcie. Pierwsze lotnicze zdjęcie termalne okazało się mało udane (ryc. 5).

W tej sytuacji Instytut wystąpił o nowe środki dewizowe i po ich uzyskaniu zakupił wspomniany uprzednio skaner termalny Thermoprolile THP-1 (ryc. 6). Urządzenie

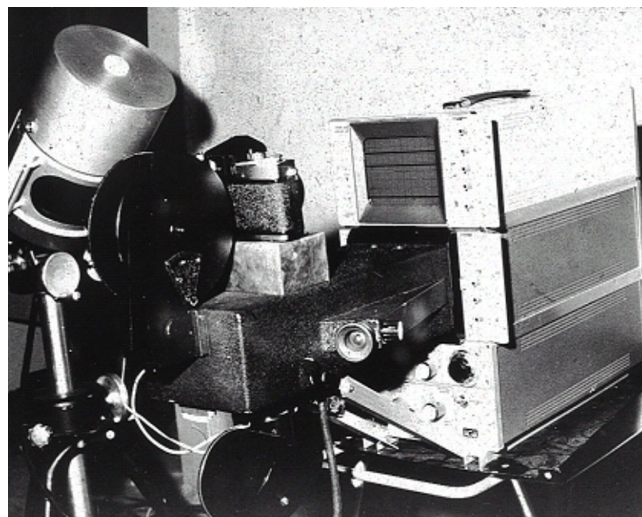


Ryc. 5. Pierwsze lotnicze zdjęcie termalne wykonane za pomocą kamery AGA 680. Fragment Wisły pod Kozienicami. 23/06. 1973 r.

Fig. 5. The first aerial image taken with the thermal camera AGA 680 on the day of 23.06.1973. A fragment of the Vistula river near Kozienice.

to zostało nieco zmodyfikowane, poprzez zastosowanie dwóch monitorów, na których były wyświetlane wyniki skanowania. Na pierwszym z nich była to linia prosta o modyfikowanej jasności, na drugim zaś linia o modyfikowanej amplitudzie. Linie o modyfikowanej jasności pojawiające się na pierwszym monitorze były fotografowane w sposób ciągły (bezklatkowy) za pomocą kamery szczelinowej, przy czym prędkość przesuwu taśmy filmowej w kamerze była zsynchronizowana z częstotliwością pojawiania się nowej linii na ekranie monitora. Linie na filmie, przylegając do siebie, tworzyły ciągły obraz terenu w paśmie dalekiej podczerwieni. Modyfikacja jasności linii wiązała się z zróżnicowanym poziomem emisji promieniowania termalnego. Otrzymany obraz umożliwiał jakościową analizę rozkładu temperatury na powierzchni badanego terenu, natomiast znacznie trudniejsze było określenie ilościowe emitowanego promieniowania z powierzchni terenu. W tym celu wykorzystano drugi monitor, na którym rozkład emisji promieniowania termalnego był obrazowany za pomocą modulacji amplitudy. Na wyskalowanym monitorze można było od razy określić wielkość emisji promieniowania. Problem jednak tkwił w tym, że nie było wiadome, do której linii na obrazie fotograficznym odnosi się zapis na ekranie tego monitora. Z tym jednak poradzili sobie pracownicy Instytutu, poprzez skorelowanie rejestracji tej samej linii wybierania zobrazowanej na obu monitorach. Można więc było otrzymany obraz termalny analizować zarówno jakościowo, jak i ilościowo.

Detektor długofalowego promieniowania podczerwonego wykorzystywał tak zwane pierwsze okno termalne,



Ryc. 6. Skaner termalny Thermoprofile THP-1.

Fig. 6. THP-1 Thermoprofile Scanner.

czyli promieniowanie o długości fali 3,5 do 5,6 μm . Ten zakres promieniowania był zakłócany przez promieniowanie słoneczne. Aby więc uniknąć zakłóceń, zdjęcia termalne skanerem THP-1 należało wykonywać po zachodzie słońca. Zgodnie z obowiązującym prawem lotniczym loty nocne mogą się odbywać tylko na samolotach wyposażonych w dwa silniki. W tej sytuacji Instytut zwrócił się do Państwowego Przedsiębiorstwa Fotogrametrii o udostępnienie samolotu fotogrametrycznego Il-14. Specjalnie zaprojektowane łożo dla skanera termalnego zostało umieszczone w łuku samolotu i po uzyskaniu zgody² odbył się pierwszy lot nad Narwią w okolicy Różana. Na samolocie była urządzona ciemnia, w której już podczas lotu wywołano pierwszy fragment taśmy filmowej. Otrzymane zdjęcia, ku zaskoczeniu załogi samolotu i obsługi skanera, były bardzo dobrej jakości. Fragment tego pierwszego zdjęcia przedstawia ryc. 7.

Od tego momentu rozpoczął się okres wykonywania lotniczych zdjęć w dalekiej podczerwieni na potrzeby wielu instytucji. Najwięcej lotów wykonano na zamówienie Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej. Na zdjęciach obrazowano rzeki i zbiorniki wodne obciążane termicznie zrzutami ciepłej wody z zakładów przemysłowych o otwartych systemach chłodzenia. Zdjęcia rzek wykonane w sezonie zimowym pozwoliły na wielkoprzestrzenne badania warunków zlodzenia. Wiele zdjęć termalnych w różnych terenach Polski zostało wykonane na potrzeby Instytutu Nafty i Gazu. Wykorzystywano je do lokalizacji potencjalnych źródeł surowców energetycznych. Innym odbiorcą lotniczych zdjęć termalnych były instytucje odpowiedzialne za ochronę środowiska w wielkich zakładach przemysłowych. Jednym z bardziej spektakularnych osiągnięć uzyskanych za pomocą lotniczej techniki termalnej było określenie zasięgu

² Uzyskanie zgody na nocny lot w celu wykonywania zdjęć nie było łatwe, bowiem trudno było przekonać pracowników instytucji wydającej zgodę na start samolotu, że celem nocnego lotu jest rzeczywiście wykonywanie zdjęć. Z tymi trudnościami pracownicy Instytutu spotykali się wielokrotnie.



Ryc. 7. Zdjęcie termalne fragmentu Narwi koło Różana wykonane za pomocą skanera THP-1.

Fig. 7. Thermal image of a fragment of Narew river near Różan taken by THP-1 Thermal scanner.

wplywu kopalni siarki w Grybowie na środowisko. W tym przypadku zdjęcia ujawniły podpowierzchniową migrację podgrzanych wód wytopiskowych, czego nie wykazywały żadne badania naziemne. Lotnicze zdjęcia w dalekiej podczerwieni wykorzystano również do badania mikroklimatu miast, m.in. Warszawy, Krakowa, Przemysła (Ciołkosz, Dobrowolski, 1974; Ciołkosz, 1975; Ciołkosz, Bychawski, 1977; Ciołkosz, Mularz, 1977; Ciołkosz, Halemba, 1978).

Opracowana w Instytucie Geodezji i Kartografii technologia wykonywania i interpretacji lotniczych zdjęć termalnych została przekazana Okręgowemu Przedsiębiorstwu Geodezyjnemu w Szczecinie, który, wypożyczając skaner THP-1 z Instytutu, prowadził wiele prac w północno-zachodniej Polsce i na wybrzeżu.

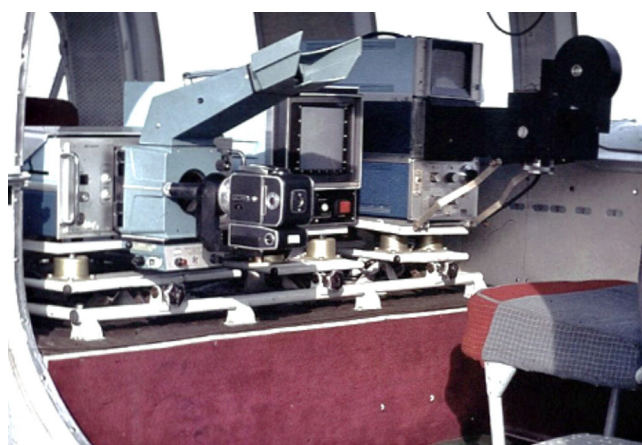
Nie wszystkie obiekty, które obrazowano na lotniczych zdjęciach termalnych wymagały korzystania z samolotu Il-14. Niektóre z nich były zbyt małe i korzystanie z samolotu było wielce nieopłacalne. Ponadto niewielkie obiekty można było obrazować także z niższych wysokości w pochmurne dni, kiedy promieniowanie słoneczne nie dochodziło bezpośrednio do obiektów. W tej sytuacji Instytut zamówił w wytwórni helikopterów w Świdniku helikopter Mi 2 przystosowany do wykonywania zdjęć z wykorzystaniem kamery i skanera termalnego. Kamera została umocowana w specjalnym pojemniku z boku helikoptera, natomiast skaner rejestrował promieniowanie emitowane z powierzchni terenu przez otwór w podłodze helikoptera. Monitor kamery termalnej oraz skaner były zamontowane w tylnej części kabiny, zaś dodatkowy monitor, na którym był wyświetlany obraz widziany przez kamerę był umieszczony obok pilota, aby ten mógł obserwować obrazowany teren w czasie lotu. Ryciny 8 i 9 przedstawiają widok helikoptera z podwieszoną z boku kamerą termalną oraz jego wyposażenie w aparaturę do wykonywania zdjęć w dalekiej podczerwieni.

Helikopter był wykorzystywany nie tylko do wykonywania zdjęć termalnych, ale także zdjęć barwnych w podczerwieni oraz zdjęć wielospektralnych wykonywanych za pomocą zestawu czterech kamer firmy Hasselblad na filmie o szerokości 70 mm i uczuleniu spektralnym obejmującym widmo widzialne i bliską podczerwień. W czerwcu 1977 r. po dwóch latach eksploatacji, w trakcie przygotowania do lotu w celu fotografowania drzewo-



Ryc. 8. Helikopter przystosowany do wykonywania zdjęć w dalekiej podczerwieni.

Fig. 8. The helicopter designed for taking images in far infrared part of electromagnetic radiation.



Ryc. 9. Kamera termalna AGA 680 i skaner termalny THP-1 zamontowane w kabine helikoptera .

Fig. 9. Thermal camera AGA 680 and a thermal scanner THP-1 mounted in the cabin of the helicopter.

stanów w Lasach Janowskich na Lubelszczyźnie, uległ katastrofie, w wyniku której doszczętnie spłonął. Resztki helikoptera przedstawia ryc. 10.

W 1973 r. dotarły do Instytutu Geodezji i Kartografii pierwsze zdjęcia wykonane przez wprowadzonego na



Ryc. 10. Szczątki helikoptera po katastrofie.

Fig. 10. The remains of the helicopter after the crash.

orbitę w lipcu 1972 r. satelitę Landsat. Były to czarno-białe odbitki fotograficzne formatu 23×23 przedstawiające kilka fragmentów Polski w skali 1:1 000 000. Jedno ze zdjęć obejmowało obszar Górnego Śląska i Okręg Ostrawsko-Karwiński po stronie Czechosłowacji. Zdjęcie ukazywało rozkład dymów emitowanych z zakładów przemysłowych po obu stronach granicy. O ile dymy z zakładów Górnego Śląska rozchodziły się w kierunku północno-zachodnim (w stronę Opola i dalej Wrocławia), o tyle dymy z zakładów czechosłowackich kierowały się przez Bramę Morawską do Polski, do doliny górnej Odry. Kierunek ich rozchodzenia był więc prostopadły do kierunku rozchodzenia się dymów znad Górnego Śląska.

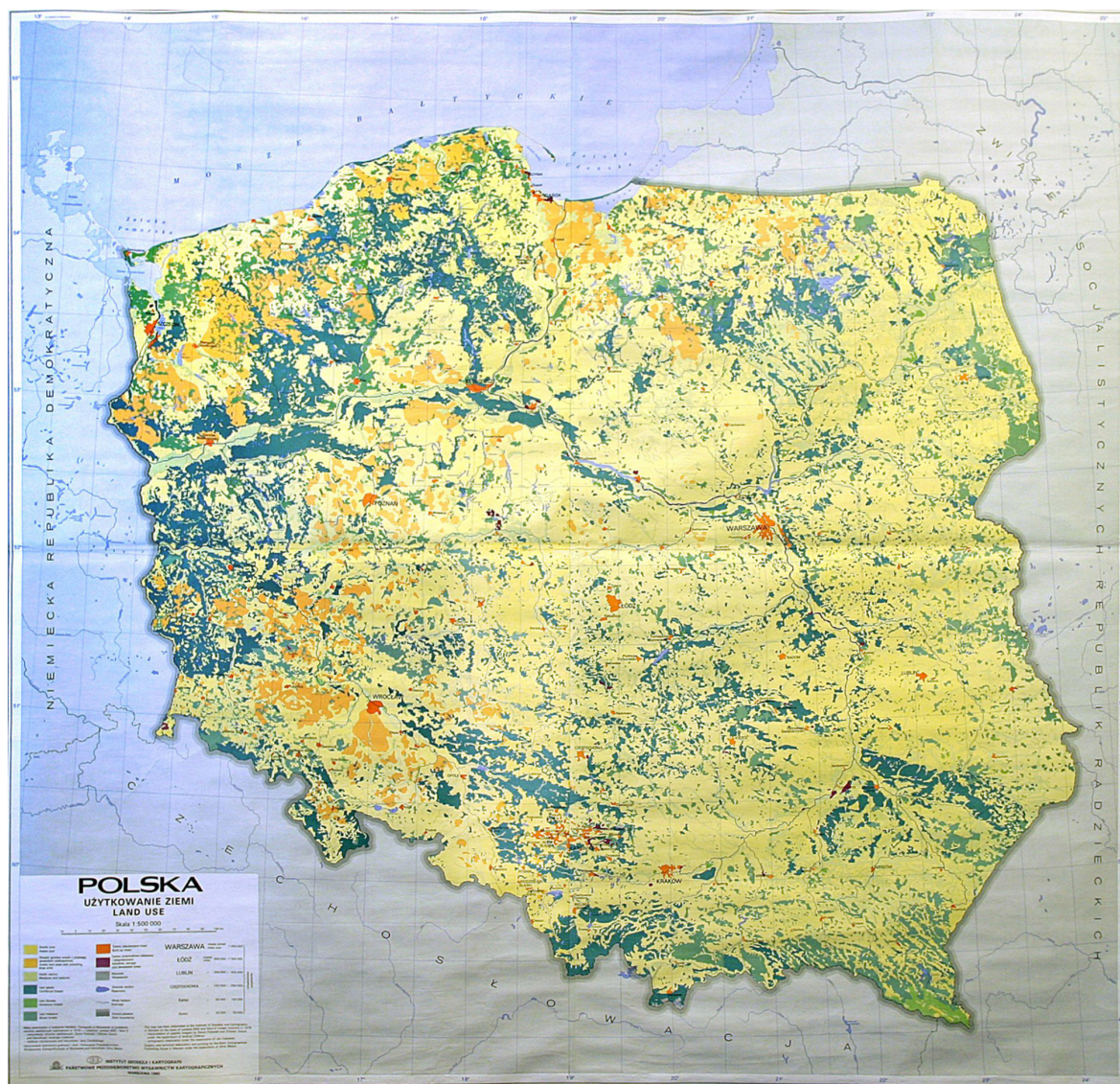
Drugie zdjęcie obejmowało obszar środkowego i dolnego odcinka Wisły. Na Wiśle, od Włocławka aż po delcie, widoczne było kilkadziesiąt białych plamek rozmieszczonych z wręcz nieprawdopodobną regularnością, wynoszącą nieco ponad 1000 m. Instytut otrzymał pytanie od dystrybutora zdjęć co oznaczają owe plamki. Niestety, nie można było udzielić formalnej odpowiedzi, że są to po prostu łachy piaszczyste. Zdjęcie satelitarne wzbudziło zainteresowanie nie tylko służby geodezyjnej. Instytut rozpoczął sprowadzanie kolejnych zdjęć pokrywających obszar Polski. Tym razem były to zdjęcia barwne formatu około 90×90 cm wykonane w skali 1:250 000. To sprowadzanie trwało dość długo, gdyż chodziło o zdjęcia wykonane w okresie letnim i wczesnojesiennym w czasie bezchmurnej pogody. Tymczasem warunki atmosferyczne nie pozwalały na wykonanie poprawnych zdjęć w trakcie wielu przelotów satelity Landsat nad Polską. Aby objąć zdjęciami obszar całego kraju, satelita Landsat musiał wykonać co najmniej 28 zdjęć ułożonych w siedem pasów zachodzących wzajemnie na siebie niemal w 50%. Każde zdjęcie obejmowało nieco ponad 32 000 km². Po dwóch latach (1977 i 1978) okazało się, że pozyskane zdjęcia nie obejmowały obszaru całej Polski, ponieważ kilka południowych fragmentów kraju nie

zostało zobrazowane. Do uzyskania pokrycia zdjęciami satelitarnymi całego terytorium kraju zostały wykorzystane zdjęcia wykonane kamerą wielospektralną przez polskiego kosmonautę Mirosława Hermaszewskiego z pokładu stacji załogowej Salut-6. Pozyskane zdjęcia posłużyły do opracowania mapy użytkowania ziemi na obszarze całego kraju (Ciołkosz, 1981).

Zdjęcia zostały poddane wizualnej analizie, w trakcie której wyróżniono 10 typów użytków, mianowicie: grunty orne, użytki zielone, lasy iglaste, lasy liściaste, lasy mieszane, tereny zabudowane, tereny przemysłowo-składowe, nieużytki, zbiorniki wodne i wody bieżące. Powierzchnia najmniejszego wydzielenia wynosiła 25 ha. Oprócz 10 form pokrycia terenu ukazanych na tej mapie pokazano również obszary gospodarki wielkoprzestrzennej. W toku przygotowywania mapy do druku, zgodnie z zaleceniami cenzury, zgeneralizowano wyniki interpretacji barwnych zdjęć satelitarnych, co pozbawiło mapę wielu szczegółów. Mapa użytkowania ziemi opracowana na podstawie interpretacji zdjęć satelitarnych została wydana w skali 1:500 000 przez Państwowe Przedsiębiorstwo Wydawnictw Kartograficznych w 1980 roku (ryc. 11). (Polska. Mapa użytkowania ziemi, 1980).

Powołanie Ośrodka Przetwarzania Obrazów Lotniczych i Satelitarnych – OPOLiS

Zdjęcia wykonywane przez satelitę Landsat wywołały duże zainteresowanie wielu instytucji naukowych i gospodarczych. Należy zaznaczyć, że zdjęcia te zostały w naszym kraju uznane przez odpowiednie czynniki za produkt jawny, w przeciwieństwie do krajów sąsiednich, w których jeszcze długo były uznawane za produkty tajne. Doceniając ich znaczenie jako potencjonalnego źródła informacji istotnych w procesie zarządzania gospodarką



Ryc. 11. Mapa użytkowania ziemi w Polsce opracowana w Instytucie Geodezji i Kartografii na podstawie zdjęć wykonanych przez satelitę Landsat MSS. Wyd. PPWK, 1980 r.

Fig. 11. Map of land use in Poland compiled at the Institute of Geodesy and Cartography on the basis of satellite images taken by the Landsat MSS. The map was published by PPWK in 1980.

narodową z inicjatywy kierownictwa Głównego Urzędu Geodezji i Kartografii, popartej przez inne resorty, a przede wszystkim przez Centralny Urząd Geologii, Prezydium Rządu podjęło 23 grudnia 1975 roku decyzję nr 145/75 w sprawie wykorzystania obrazów satelitarnych Ziemi i zdjęć lotniczych w zarządzaniu gospodarką narodową (ryc. 12) (Szymczak, 1980).

Zgodnie z zapisem tej decyzji Minister Administracji, Gospodarki Terenowej i Ochrony Środowiska miał zapewnić pozyskiwanie i interpretację obrazów satelitarnych i zdjęć lotniczych pokrywających obszar całego kraju oraz ich wykorzystanie do celów gospodarczych. Prezes Głównego Urzędu Geodezji i Kartografii został zobowiązany do powołania w podległym mu Instytucie Geodezji i Kartografii specjalistycznego zakładu naukowo-badawczego, którego zadaniem miało być opracowywanie map tematycznych na podstawie interpretacji zdjęć lotniczych i satelitarnych oraz przekazywanie

ich zainteresowanym urządóm i instytucjom. Zadaniem powoływano go zakładu miało być także dostarczanie okresowych informacji specjalistycznych, jak również prowadzenie prac naukowo-badawczych we współpracy z ośrodkami naukowymi w kraju i zagranicą. Główny Urząd Geodezji i Kartografii otrzymał środki na lata 1976 i 1977 w celu przeszkolenia kadr (w porozumieniu z Ministerstwem Nauki, Szkolnictwa Wyższego i Techniki) oraz na zakup specjalistycznej aparatury.

Z dniem 1 stycznia 1976 r. Dyrektor Instytutu Geodezji i Kartografii utworzył w Instytucie Ośrodek Przetwarzania Obrazów Lotniczych i Satelitarnych – OPOLiS. W jego skład weszły dotychczasowy Zakład Interpretacji Zdjęć Lotniczych i Satelitarnych przemianowany na Zakład Fotointerpretacji oraz Zakład Produkcji Doświadczalnej, Zakład Fotogrametrii i Zakład Kartografii. Już we wrześniu tego samego roku, na mocy Zarządzenia Dyrektora IGiK z Ośrodka Przetwa-

URZĄD RADY MINISTRÓW
RM 121-171/75

Zał. Nr 5

**DECYZJA Nr 145/75
PREZYDIUM RZĄDU
z dnia 23 grudnia 1975 r.**

w sprawie wykorzystania obrazów satelitarnych Ziemi i zdjęć lotniczych w zarządzaniu gospodarką narodową.

W celu zapewnienia wykorzystania obrazów satelitarnych i zdjęć lotniczych Ziemi w zarządzaniu gospodarką narodową Prezydium Rządu postanawia, co następuje:

1. Minister Administracji, Gospodarki Terenowej i Ochrony Środowiska w porozumieniu z zainteresowanymi ministrami i kierownikami urzędów centralnych zapewni:
 - 1/ pozyskiwanie i interpretację obrazów satelitarnych i zdjęć lotniczych obszaru całego kraju,
 - 2/ opracowywanie i przekazywanie zainteresowanym ministerstwom i urzędom centralnym/ map tematycznych i okresowych informacji specjalistycznych niezbędnych do bieżących i planowanych potrzeb gospodarki narodowej,
 - 3/ prowadzenie we współpracy z zagranicznymi i krajowymi ośrodkami naukowo-badawczymi prac naukowo-badawczych z wykonaniem zadań określonych w pkt 1 i 2.
2. Interpretacja obrazów satelitarnych i zdjęć lotniczych Ziemi, o której mowa w ust. 1 pkt 1, powinna dotyczyć kompleksowego rozwiązywania w szczególności zagadnień:
 - wykorzystywania zasobów naturalnych Ziemi,
 - planowania przestrzennego i użytkowania Ziemi,
 - rolnictwa i leśnictwa oraz ochrony środowiska naturalnego.
3. W celu wykonania zadań określonych w ust. 1 Minister Administracji, Gospodarki Terenowej i Ochrony Środowiska:
 - 1/ powoła w Instytucie Geodezji i Kartografii zakład specjalistyczny, który podejmie prace naukowo-badawcze przy współudziale jednostek naukowo-badawczych zainteresowanych resortów, a w następnym etapie produkcję map tematycznych na potrzeby gospodarki narodowej na podstawie wyników kompleksowej interpretacji materiałów satelitarnych, zdjęć lotniczych i innych danych,
 - 2/ zapewni w porozumieniu z Ministrem Nauki, Szkolnictwa Wyższego i Techniki przeszkolenie kadr przewidzianych do przetwarzania i interpretacji obrazów satelitarnych Ziemi.
4. Minister Handlu Zagranicznego i Gospodarki Morskiej zapewni zakup odpowiedniej aparatury naukowo-badawczej do przetwarzania i interpretacji obrazów satelitarnych Ziemi i zdjęć lotniczych według specyfikacji ustalonej przez Główny Urząd Geodezji i Kartografii, w ramach środków przewidzianych na ten cel w załączniku do decyzji.
5. Minister Administracji, Gospodarki Terenowej i Ochrony Środowiska zapewni w Narodowych Planach Społeczno-Gospodarczych i budżetach Państwa na lata 1976 i 1977 środki określone w załączniku do decyzji do dyspozycji Głównego Urzędu Geodezji i Kartografii, na realizację zadań resortu.
6. Zainteresowani ministrowie i kierownicy urzędów centralnych zgłoszą Ministrowi Administracji, Gospodarki Terenowej i Ochrony Środowiska potrzeby swoich resortów, dotyczące zadań określonych w ust. 1, w terminie 3-miesięcy od przekazania przez Ministerstwo Administracji, Gospodarki Terenowej i Ochrony Środowiska informacji o możliwościach wykorzystania obrazów satelitarnych Ziemi w gospodarce narodowej.
7. Decyzja obowiązuje od dnia powzięcia.

PREZES RADY MINISTRÓW
-/ Piotr Jaroszewicz

Za zgodność:
Dyrektor Biura Prezydzialnego
Urzędu Rady Ministrów
-/ Stanisław Koszyk

Ryc. 12. Decyzja Prezydium Rządu, na mocy której w Instytucie Geodezji i Kartografii został powołany Ośrodek Przetwarzania Obrazów Lotniczych i Satelitarnych-OPOLiS.

Fig. 12. The decision of the Government Presidium under which the Institute of Geodesy and Cartography was appointed to establish the Remote Sensing Centre – OPOLiS.

rzania Obrazów Lotniczych i Satelitarnych – OPOLiS zostały wyłączone dwa ostatnio wymienione zakłady, natomiast w OPOLiS utworzono w ramach Zakładu Fotointerpretacji Pracownię Interpretacji Zdjęć Lotniczych i Pracownię Interpretacji Zdjęć Satelitarnych, zaś w Zakładzie Produkcji Doświadczalnej – Pracownię Pozyskiwania Informacji, Pracownię Przetwarzania Informacji i Pracownię Redakcji i Reprodukacji Informacji. W tej strukturze Ośrodek działał przez trzy lata, po czym dokonano kolejnej restrukturyzacji, tworząc w Zakładzie Fotointerpretacji Pracownię Rolno-Leśną i Pracownię Hydrograficzno-Fizjologiczną, natomiast w Zakładzie Produkcji Doświadczalnej utworzono 6 pracowni: Pozyskiwania Informacji Źródłowych, Przetworzeń Analogowych, Systemów Numerycznych, Redakcji, Fotograficzną i Instrumentalną. W tym okresie w Ośrodku było zatrudnionych 39 osób o różnych specjalnościach.

W celu zdobycia doświadczeń w zakresie interpretacji zdjęć satelitarnych Instytut Geodezji i Kartografii delegował na staże naukowe w wiodących ośrodkach teledetekcyjnych Stanów Zjednoczonych, Kanady i Europy Zachodniej kilkudziesięciu swoich pracowników,

opłacając pobyty za granicą ze środków przyznanych w ramach wspomnianej Decyzji Rządu. Łącznie z przedstawicielami Instytutu Geologii i Wydziału Geologii UW zostało przeszkolonych 37 osób, którzy za granicą spędzili łącznie 51 osobomiesięcy.

Przyznane środki finansowe pozwoliły na wyposażenie OPOLiS w sprzęt do pozyskiwania danych i ich analogowego, a następnie cyfrowego przetwarzania. Spośród zakupionego sprzętu można wymienić kamery wielospektralne oraz przeglądarki addytywne analogową i elektroniczną do analizy wielospektralnych zdjęć japońskiej firmy NAC (ryc. 13), mikrodesytmometr, urządzenia optyczne do analizy zdjęć i przenoszenia ich treści na mapę, stereoskop o płynnej zmiennej długości ogniskowej obiektywów pozwalający na nawet 60-krotne powiększenie obrazu, spektrometry do pomiarów naziemnych oraz pełne wyposażenie laboratorium fotograficznego.

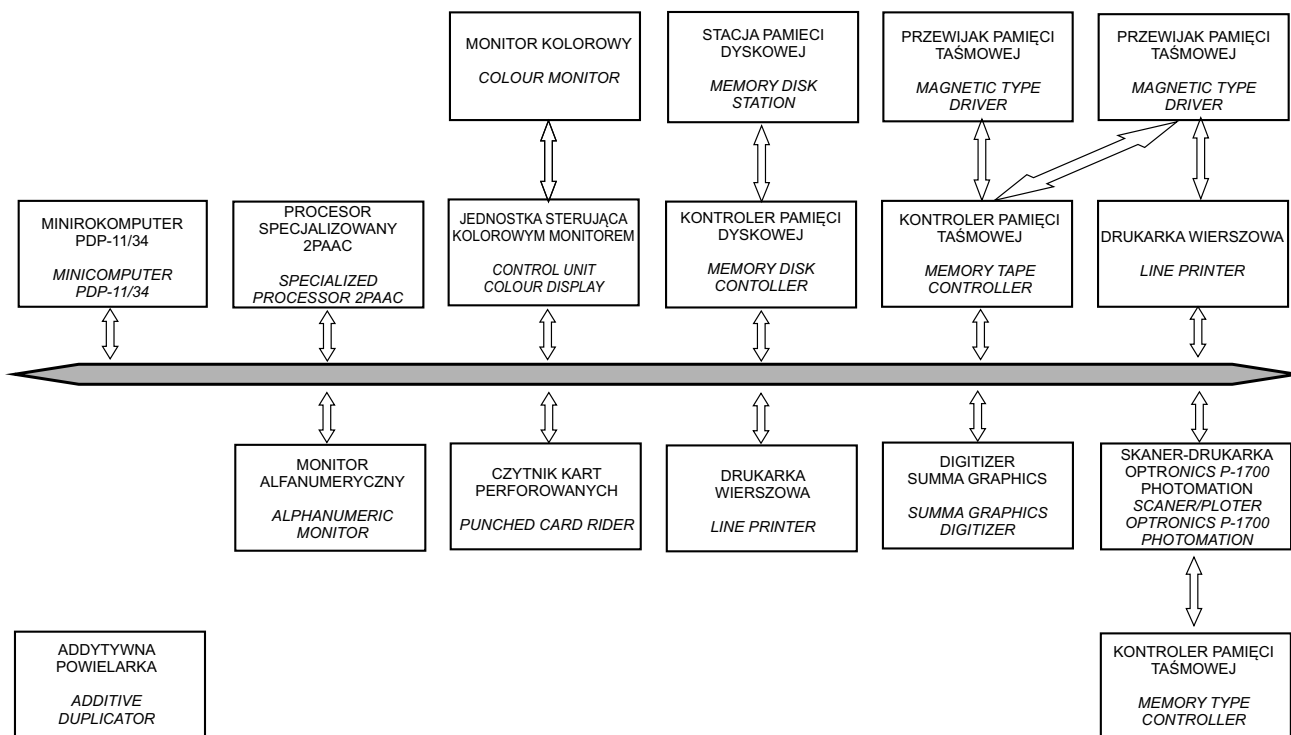
Największym sukcesem z zakresie kompletowania wyposażenia Ośrodka był zakup systemu do cyfrowej analizy zdjęć satelitarnych. W wyniku rozeznania jakiego dokonała w kanadyjskich i amerykańskich ośrodkach teledetekcji polska delegacja pod przewodnictwem dra inż. Czesława Przewoźnika Podsekretarza Stanu w Ministerstwie Administracji, Gospodarki Terenowej i Ochrony Środowiska – Prezesa Głównego Urzędu Geodezji i Kartografii i Dyrektora Instytutu Geodezji i Kartografii prof. dra hab. inż. Bogdana Neya wybrano system IMAGE 100 jako najodpowiedniejszy do celów stawianych przed OPOLiS. Po dłuższych negocjacjach w przedstawicielami rządu amerykańskiego Stany Zjednoczone wyraziły zgodę na zainstalowanie tego systemu w Instytucie Geodezji i Kartografii w Warszawie, jednak o nieco zmienionych parametrach dotyczących szybkości obliczeń, a także przy pewnych ograniczeniach jego użytkowania. Kanadyjska firma OVAAC-8 otrzymała zgodę władz amerykańskich na dokonanie zmian w systemie IMAGE-100 i zainstalowanie go w Instytucie Geodezji i Kartografii. Po trwających niemal dwa lata uzgodnieniach i przygotowaniach w połowie 1978 roku system pod nazwą OVAAC-8 został zainstalowany w Instytucie (Ciołkosz, 2015).

Wspomniany system analizy wielospektralnych zdjęć satelitarnych był jedynym systemem tego rodzaju w kraju. W jego skład wchodził minikomputer PDP 11/34 firmy DEC (Digital Equipment Corporation), będący jednostką centralną systemu wyposażoną w pamięć wewnętrzną 64 K. Nadzorował on pracę całego systemu, zapewniając wykonanie zaprogramowanych zadań i sterując wszystkimi urządzeniami wejścia/wyjścia. Głównym elementem systemu był specjalizowany procesor 2 PAAC (2-nd Generation Processing of Analysis and Classification) kanadyjskiej firmy OVAAC-8. Realizował on programy związane z geometryczną i radiometryczną korekcją zdjęć satelitarnych oraz klasyfikacją ich treści. Kolejnym elementem był monitor kolorowy o rozdzielczości 256×256 pikseli. Stanowił on terminal, za pomocą którego interpretator porozumiewał się z systemem w trakcie korekcji, analizy i klasyfikacji treści zdjęć satelitarnych (ryc. 14). (Butowtt i in., 1990).



Ryc. 13. Lotnicza kamera wielospektralna firmy NAC oraz analogowa i elektroniczna przeglądarka addytywna do analizy zdjęć wielospektralnych.

Fig. 13. NAC aerial multispectral camera and analog and electronic additive color viewers for multispectral image analysis.



Ryc. 14. Konfiguracja systemu analizy zdjęć lotniczych i satelitarnych OVAAC-8.

Fig. 14. Configuration of the computerized OVAAC-8 system for analysis of aerial and satellite images.

Warto wspomnieć, że po zaakceptowaniu przez nasze władze naszego kraju „Informacji o wykorzystaniu obrazów satelitarnych i zdjęć lotniczych w zarządzaniu gospodarką narodową” złożonej przez Prezesa Głównego Urzędu Geodezji i Kartografii, Prezydium

Rządu podjęło *Postanowienie z dnia 10 marca 1986 r. w sprawie wykorzystania obrazów satelitarnych i zdjęć lotniczych w gospodarce narodowej*. Porozumienie to miało na celu stworzenie warunków umożliwiających dalsze wykorzystywanie obrazów sateli-

tarnych i zdjęć lotniczych w zarządzaniu gospodarką narodową.

Ośrodek Przetwarzania Obrazów Lotniczych i Satelitarnych – OPOLiS działał w Instytucie Geodezji i Kartografii jako krajowe centrum teledetekcji przez ponad 30 lat. Jego głównym zadaniem był rozwój metod bezkontaktowego pozyskiwania danych o środowisku geograficznym, opracowywanie technologii wykonywania specjalnych zdjęć lotniczych, wykazanie potencjalnych możliwości zastosowania zdjęć satelitarnych w nauce i gospodarce, a także wdrażanie wyników swych prac w różnych jednostkach gospodarczych. W okresie swego działania OPOLiS wykonał ponad 500 prac badawczych i wdrożeniowych oraz rozpowszechnił osiągnięte wyniki w różnych jednostkach i instytucjach naukowych i gospodarczych, zapoczątkowując tym samym wykorzystanie teledetekcji jako źródła informacji o środowisku w różnych dyscyplinach nauki i dziedzinach działalności gospodarczej (Ciołkosz, 2006).

Wraz z upowszechnieniem dostępu do zdjęć lotniczych i satelitarnych oraz technologii opracowywania tych materiałów skończyła się rola i zadania OPOLiS. Jego działalność kontynuuje w Instytucie geodezji i Kartografii Centrum Teledetekcji, którego rola i zadania są jednak zupełnie inne (Dąbrowska-Zielińska, 2015).

Literatura

- BUTOWTT J., HERMASZEWSKI M., KACZYŃSKI R., KONIECZNY J., NOWOSIELSKI A., 1990, *Ziemia z kosmosu*. Wydawnictwo Ministerstwa Obrony Narodowej, Warszawa, s. 248.
- BYCHAWSKI W., CIOŁKOSZ A., IRACKA M., ZAWIŁA-NIEDŹWIECKI T., 1988, *Doświadczenia OPOLiS w badaniach degradacji lasów za pomocą teledetekcji lotniczej i satelitarnej*. Prace Instytutu Geodezji i Kartografii, t. XXXV, z. 2(81), s. 59-67.
- CIOŁKOSZ A., 1975, *Zastosowanie długofalowego promieniowania podczerwonego w badaniach termalnego zanieczyszczenia rzek*. Prace Instytutu Geodezji i Kartografii, t. 22, nr 2(51), s. 29-73.
- CIOŁKOSZ A., 1981, *Przeglądowa mapa użytkowania ziemi w Polsce opracowana na podstawie zdjęć satelitarnych*. Polski Przegląd Kartograficzny, t. 13, nr 1, s. 2-7.
- CIOŁKOSZ A., 2006, *Trzydziestolecie Ośrodka Przetwarzania Obrazów Lotniczych i Satelitarnych – OPOLiS w Instytucie Geodezji i Kartografii*. Polski Przegląd Kartograficzny, t. 38, nr 3, s. 281-285.
- CIOŁKOSZ A., 2015, *Z historii zastosowania cyfrowych metod analizy zdjęć satelitarnych w Instytucie Geodezji i Kartografii*. Monografia IGiK. Wydanie jubileuszowe „70-lecie Instytutu Geodezji i Kartografii”, s. 97-108.
- CIOŁKOSZ A., BYCHAWSKI W., 1973, *Określanie za pomocą barwnej fotografii w podczerwieni strefy szkodliwego oddziaływania gazów emitowanych przez elektrownie na środowisko geograficzne*. Informator IGiK, t. 18, nr 3, s. 44-49.
- CIOŁKOSZ A., BYCHAWSKI W., 1977, *Termowizyjna metoda wykrywania obszarów występowania inwersji termicznych i mgieł radiacyjnych*. Fotointerpretacja w geografii, nr 10, s. 51-57.
- CIOŁKOSZ A., DOBROWOLSKI A., 1974, *Badanie za pomocą lotniczych obrazów termalnych rozkładu temperatury wody w Wiśle poniżej zrzutu wód podgrzanych z elektrowni „Kozienice”*. Gospodarka Wodna, nr 12, s. 453-457.
- CIOŁKOSZ A., HALEMBA B., 1978, *Wykorzystanie lotniczych obrazów termalnych w opracowaniu termicznych warunków podłoża południowej Warszawy*. Prace Instytutu Geodezji i Kartografii, t. 25 z. 2(59) s. 30-48.
- CIOŁKOSZ A., MULARZ S., 1977, *Badania powierzchniowych zmian termiki gruntu rejonu złoża siarki w Grzybowie metodą termowizyjną*. Prace Instytutu Geodezji i Kartografii, t. 24, nr 1(55) s. 25-32.
- DĄBROWSKA-ZIELIŃSKA K., 2015, *Centrum Teledetekcji Instytutu Geodezji i Kartografii jako jeden z głównych Ośrodków Badawczych w Programie Unii Europejskiej Copernicus*. Przegląd Geodezyjny, nr 9, s. 12-19.
- IRACKA M., BYCHAWSKI W., 1980, *Badanie wpływu spadku żywotności drzew w drzewostanach sosnowych na ich barwę na spektrostrefowych zdjęciach lotniczych*. [w:] Zastosowanie teledetekcji w badaniach środowiska geograficznego. Materiały III sympozjum teledetekcji, Warszawa, 19-20 kwietnia 1979 r. PWN Warszawa-Łódź, s. 22-34.
- KARASZEWSKA U., 1968, *Rola środowiska geograficznego przy fotointerpretacji do celów topograficznych*. Fotointerpretacja w geografii, nr 6, s. 101-116.
- KOWALSKI J., 1968 a, *Kameralne uczytelnienie zdjęć lotniczych dla aktualizacji wielkoskalowych map topograficznych*. Przegląd Geodezyjny, nr 5, rok. XL, s. 215-216.
- KOWALSKI J., 1968, *Fotointerpretacja dla celów topograficznych*. Fotointerpretacja w geografii, nr 6, s. 117-124.
- Polska. Mapa użytkowania ziemi*. 1980. Oprac. pod kierunkiem A. Ciołkosza. Warszawa: PPWK, Skala 1:500 000.
- SZYMCZAK A., 1980, *Rozwój fotointerpretacji i teledetekcji*. [w:] Służba Geodezyjna i Kartograficzna Głównego Urzędu Geodezji i Kartografii 1945-1980. Biuletyn Informacyjny IGiK, t. XXIV, nr specjalny 1-2. Warszawa, s. 160-164.



Prof. zw. dr hab. Andrzej Ciołkosz emerytowany pracownik Instytutu Geodezji i Kartografii. Były długoletni kierownik Ośrodka Przetwarzania Obrazów Lotniczych i Satelitarnych – OPOLiS, były zastępca dyrektora ds. naukowych Instytutu Geodezji i Kartografii.