

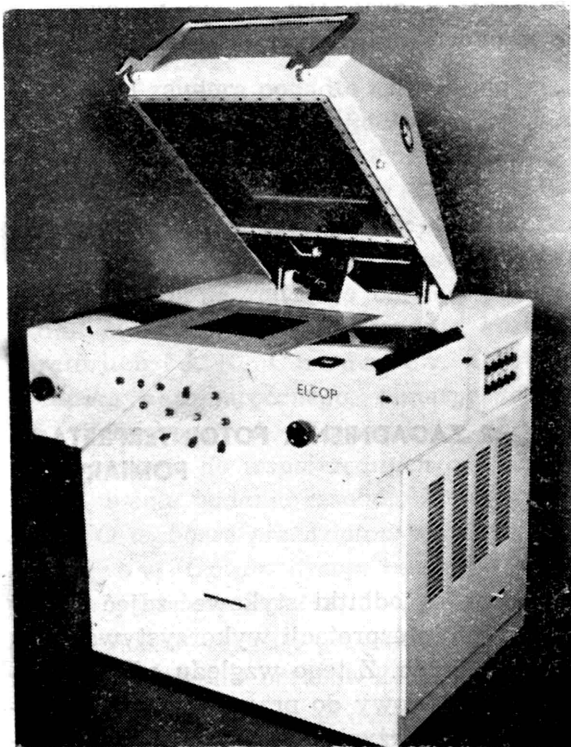
ANDRZEJ SWIĄTKIEWICZ

Akademia Rolnicza
Wrocław

NIEKTÓRE ZAGADNIENIA FOTOINTERPRETACJI POMIAROWEJ

Obecnie najczęściej interpretowane są odbitki stykowe zdjęć lotniczych. Znacznie rzadziej do celów fotointerpretacji wykorzystywane są negatywy lub diapozytywy zdjęć lotniczych. Z tego względu odbitki stykowe zdjęć lotniczych jako materiał wyjściowy do przeprowadzania fotointerpretacji powinny być sporządzone należycie. Oznacza to, iż właściwości informacyjne zawarte w negatywie nie powinny być umniejszone w obrazie pozytywowym danego zdjęcia. Na wymienione właściwości informacyjne składają się przede wszystkim pojemność informacyjna zdjęć lotniczych oraz przydatność fotointerpretacyjna. Pojęcia te oraz związane z nimi zagadnienia omówione są między innymi w pracy L. J. Smirnowa [3].

Dążenie do uzyskania stykowych odbitek zdjęć lotniczych z zachowaniem pełnych właściwości informacyjnych zawartych w negatywach może być zrealizowane przez stosowanie kopiarek z elektronicznym wyrównaniem kontrastu obrazu. Przykładem takiego urządzenia jest kopiarka ELCOP produkowana w Zakładach „Carl-Zeiss” w Jenie (fot. 1). Kopiarka ELCOP automatycznie wyrównuje kontrast kopiowanego stykowo obrazu w poszczególnych jego częściach. Działanie to polega na łagodzeniu zbyt dużych różnic kontrastu (fot. 2a) oraz jego podkreśleniu pomiędzy poszczególnymi elementami obrazu, gdy jest on zbyt słaby. Przykładem odbitki zdjęcia lotniczego uzyskanej metodą zwykłego kopiowania stykowego jest fot. 2a. Wykorzystując kopiarke ELCOP, z tego samego negatywu uzyskano obraz z wyrównanym kontrastem (fot. 2b). Różnice pomiędzy fotografiami 2a i 2b są wyraźnie widoczne. Obraz zdjęcia lotniczego 2b charakteryzuje się ogólnie większą przydatnością fotointerpretacyjną aniżeli obraz 2a. Przydatność ta dotyczy zarówno fotointerpretacji wizualnej, jak i fotointerpretacji pomiarowej.



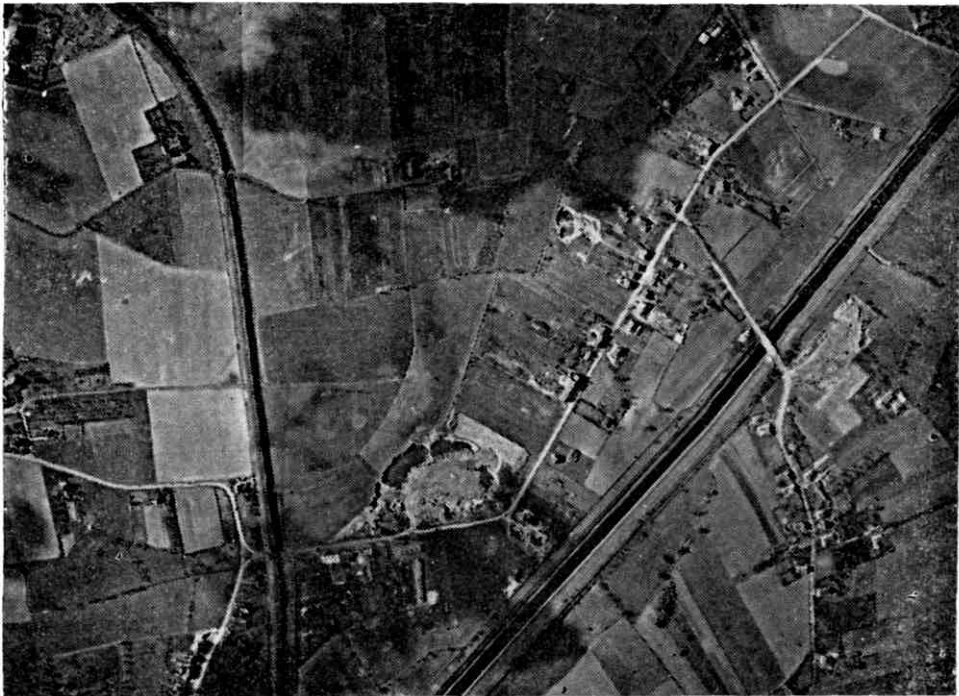
Fot. 1. Kopiarka ELCOP VEB
Zeiss Jena

Fotointerpretacja wizualna polega na wykrywaniu i rozpoznawaniu obiektów i zjawisk na podstawie postrzegania, kojarzenia i wnioskowania osoby prowadzącej badania. Uzyskane w ten sposób dane zależą w dużej mierze od doświadczenia fotointerpretatora; jest to zatem metoda subiektywna. Fotointerpretacja wizualna może być prowadzona bezpośrednio w terenie lub kameralnie. Fotointerpretacji polowej (terenowej) dokonuje się zwykle na odbitkach zdjęć lotniczych lub na papierze kreślarskim czy kalce umieszczonej na przenośnym stoliku. W tym drugim przypadku interpretator posługuje się także zdjęciami lotniczymi, kieszonkowym stereoskopem oraz lupą. Na fot. 3 pokazano taki zestaw o nazwie TOPOPRET, produkowany w Zakładach „Carl-Zeiss” w Jenie.

Do wizualnej fotointerpretacji kameralnej służą przede wszystkim lupy, małe mikroskopy, wszelkiego rodzaju stereoskopy oraz interpretoskopy. Powszechnie stosowane w fotointerpretacji lupy i stereoskopy nie wymagają omówienia. Małe mikroskopy o powiększeniu około 15—30 x są rzadziej wykorzystywane w procesie fotointerpretacji. Jednakże mogą one być użyteczne do rozpoznawania drobnych obiektów. Jest to możliwe w fotointerpretacji prowadzonej na materiałach o dużej rozdzielczości. Idzie bowiem o nieutożsamianie ziarnistej struktury obrazu fotograficznego z drobnymi elementami terenowymi. Przykładem małego mikroskopu mogącego służyć także celom fotointerpretacji może być mikroskop



Fot. 2a. Zwyczajna odbitka stykowa zdjęcia lotniczego, Zeiss Jena



Fot. 2b. Odbitka stykowa wykonana kopiarką ELCOP Zeiss Jena

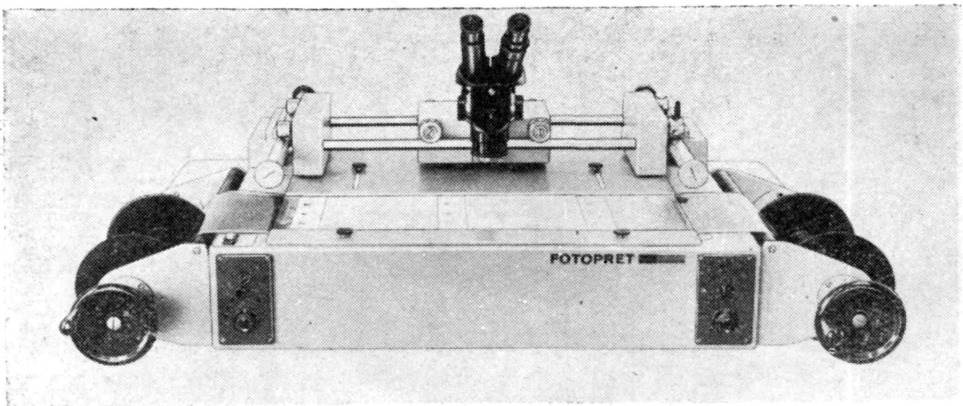


Fot. 3. Przenośny stół do fotointerpretacji polowej TO-POPRET VEB Zeiss Jena

Brühnella (MBr), produkowany przez PZO w Warszawie. Wyposażony jest on w podziałkę o długości 7 mm i dokładności podziału 0,05 mm.

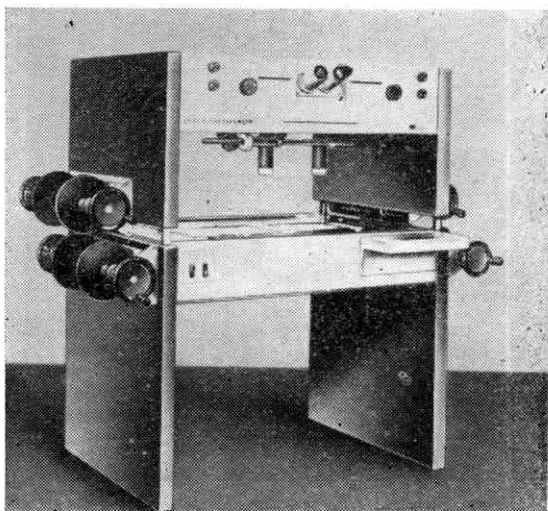
Innym przykładem instrumentu przeznaczonego do mikroskopowego badania zdjęć lotniczych (negatywów lub diapozytywów) jest FOTOPRET, pokazany na fot. 4.

Interpretoskopy są specjalnymi, stacjonarnymi urządzeniami służącymi do fotointerpretacji pojedynczych zdjęć i stereogramów oraz przeglą-



Fot. 4. FOTOPRET VEB Zeiss Jena

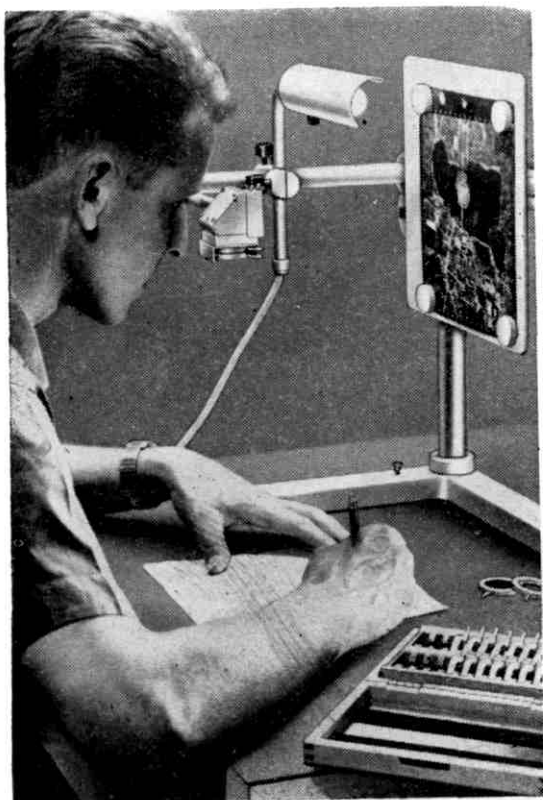
dania filmu lotniczego o szerokości nie większej niż 30 cm. Fot. 5 przedstawia INTERPRETOSKOP produkowany w Zakładach „Carl-Zeiss” w Jenie. Obserwacje na tym instrumencie mogą być prowadzone w świetle odbitym — w przypadku pozytywów lub w świetle przechodzącym do negatywów lub diapozytywów. Zakres powiększeń obrazu można ustawić w przedziale 2—15 x. W INTERPRETOSKOPIE możliwe jest wyrównanie skali zdjęcia lewego i prawego (przy obserwacji stereogramu), a także wyrównanie oświetlenia (jasności) zdjęć. Przyrząd wyposażony jest w stereomikrometr.



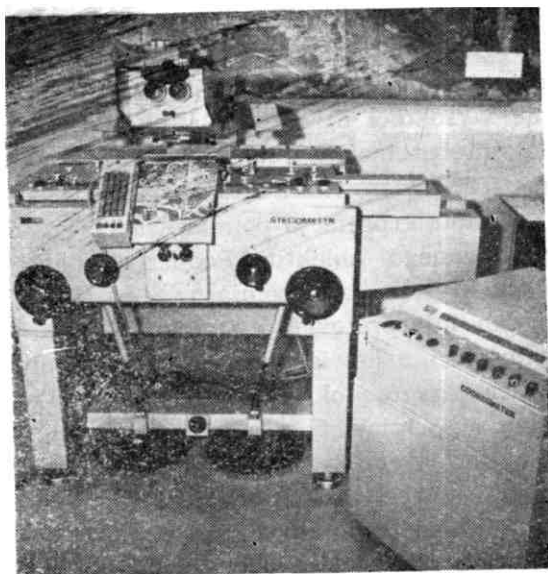
Fot. 5. INTERPRETOSKOP
VEB Zeiss Jena

Wymienione instrumenty stosowane w fotointerpretacji wizualnej w niewielkim jedynie stopniu spełniają zadania pomiarowe, dotyczące głównie pomiaru określonych wielkości liniowych, które następnie (po uwzględnieniu skali zdjęcia) służą do wyznaczenia konturów oraz pośredniego wyznaczania interpretowanych elementów, jak na przykład określenie wysokości drzew itp. Wpływ czynnika subiektywnego na rezultaty fotointerpretacji wizualnej jest nadal znaczny. Może on być zmniejszony poprzez zastosowanie fotointerpretacji pomiarowej.

Fotointerpretacja pomiarowa polega na ilościowej analizie cech sфотографowanego obiektu. Poddany analizie materiał stanowią dokładne i obiektywne dane pomiarowe, uzyskane na podstawie instrumentalnych badań interpretowanych zdjęć. Wyniki pomiarów fotointerpretacyjnych w postaci zestawień lub po odpowiednim opracowaniu matematycznym charakteryzują określone cechy lub zespoły cech poszczególnych obiektów albo zjawisk. Dokonanie ilościowej oceny zależności pomiędzy poszczególnymi elementami (obiektami) następuje dzięki zastosowaniu metod statystyki matematycznej. Obliczone zostają współczynniki korelacji, współczynniki równań regresji, średnie wartości badanych elementów lub zjawisk, ich odchylenia standardowe itd. Uzyskane w ten sposób



Fot. 6. Przetwornik pryzmatyczny
LUZ VEB Zeiss Jena



Fot. 7. Precyzyjny stereokom-
parator STECOMETER VEB Zeiss
Jena

charakterystyki ilościowe i jakościowe badanych obiektów lub zjawisk są w dużej mierze pozbawione subiektywnej i zmiennej opinii fotointerpretatora. Rezultaty te dają więc obiektywną ocenę rozpoznania fotointerpretacyjnego. Dalsze stopnie fotointerpretacji, tj. analizę systematyczną, dedukcję, syntezę oraz hipotezę końcową, przeprowadza oczywiście interpretator.

Fotointerpretacja pomiarowa w wielu przypadkach pozwala rozpoznać i sklasyfikować obiekty, których cechy rozpoznawcze w ocenie wizualnej są niedostateczne lub niewidoczne.

Fotointerpretacyjne metody pomiarowe wynikają z właściwości obrazu fotograficznego oraz możliwości, jakie dają fotogrametria i fotometria [5].

Fotointerpretacja pomiarowa oparta na podstawach fotometrycznych wykorzystuje w swoich badaniach optyczne właściwości obrazu zdjęć lotniczych. Fotometryczne metody fotointerpretacyjne polegają na pomiarze zmian natężenia (energii) światła przechodzącego (lub odbitego) przez badany obraz fotograficzny. Pomiaru te są wykonywane za pomocą specjalnych fotometrów (mikrofotometrów). Zadaniem mikrofotometru jest uchwycenie rozkładu zaczernienia (lokalna zmiana gęstości optycznej) obrazu fotograficznego wzdłuż badanego odcinka, a także automatyczna rejestracja zmian gęstości optycznej. Sposób ten nosi nazwę fotointerpretacji mikrofotometrycznej. W przedstawionym opracowaniu nie będzie on omawiany.

Fotointerpretacja pomiarowa oparta na podstawach fotogrametrycznych wykorzystuje w swoich badaniach geometryczne właściwości obrazu zdjęć lotniczych. Jest to tzw. morfometryczny sposób fotointerpretacji. Morfometryczna analiza obrazu fotograficznego polega na badaniu formy i struktury poszczególnych obiektów, a następnie na ustaleniu związków cech rozpoznawczych tych obiektów lub zjawisk. Do pomiaru zdjęć stosowane są również instrumenty fotogrametryczne. Najprostszym z nich jest przetwornik pryzmatyczny LUZ (*Luftbildumzeichner*), pokazany na fot. 6. Przetwornik LUZ, nazywany także fotoreambulatorem, służy do kartometrycznego przenoszenia treści obrazu zdjęcia lotniczego na podkład (mapę, kalkę). W przypadku przeprowadzania fotointerpretacji ogólno geograficznej (topograficznej) na podkładzie powstanie rysunek przenieszonej treści, sprowadzony do jednolitej wybranej skali. W przypadku prowadzenia fotointerpretacji specjalnej (branżowej) na podkładzie może powstać rysunek wybranych elementów, obiektów lub zjawisk. Rysunek ten będzie jednakże zawierał jedynie charakterystyki płaskie (X, Y) badanych wielkości, z dokładnością graficzną 0,1 mm.

Dokładniejsze pomiary zdjęć mogą być wykonane dzięki zastosowaniu stereoskopów ze śrubą mikrometryczną lub za pomocą stereopantomietru, który oprócz stereomikromietru posiada urządzenie do przenoszenia ruchu znaczka pomiarowego na papier kreślarski (kalkę). Rysowany przez

stereopantometr obraz interpretowanych elementów zdjęcia lotniczego posiada taką samą skalę miejscową jak zdjęcie. Biorąc pod uwagę dość znaczne rozpowszechnienie stereopantometrów w Polsce, nie ma potrzeby omawiania tego instrumentu. Podobnie rzecz wygląda w przypadku STEREO-KOMPARATORA 1818 „Zeiss”, który pozwala na wykonywanie pomiaru współrzędnych (x , y) zdjęć z dokładnością 0,02 mm—0,03 mm, a paralaks podłużnych (p_x) i paralaks poprzecznych (p_y) z dokładnością 0,005 mm—0,010 mm.

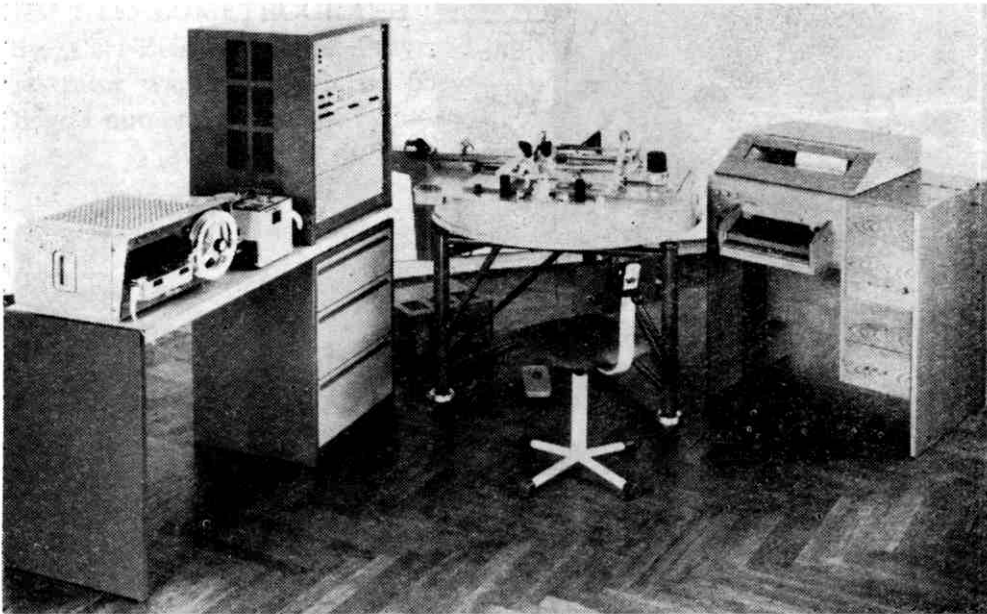
Mono- i stereokomparatory służą do precyzyjnego pomiaru współrzędnych tłowych zdjęć. Jeżeli obserwacje zdjęć prowadzone są pod kątem określonych potrzeb interpretacyjnych, to możliwe jest uzyskanie na podstawie pomierzonych współrzędnych tłowych współrzędnych terenowych wybranych punktów, które z kolei mogą być przydatne do określenia powierzchni, objętości, wyznaczenia profilów w założonych przekrojach itp.

Przykładem precyzyjnych stereokomparatorów może być STECOMETER (fot. 7), produkowany w Zakładach „Carl Zeiss” w Jenie. Instrument ten pozwala na wykonywanie pomiarów x , y , p_x , p_y z dokładnością odczytu 0,001 mm. Wartości odczytów zapisane zostają automatycznie w rejestratorze współrzędnych (*coordimeter*) w układzie dziesiętnym. Z rejestratora współrzędnych odczytane (pomierzone) wielkości mogą być przekazane na dalekopis, gdzie w formie tabulogramu zostają automatycznie wydrukowane. Wielkości te mogą być także przekazane do dziurkarki, skąd wychodzą w układzie dwójkowym w formie taśmy perforowanej dostosowanej do bezpośredniego wprowadzenia do elektronowej maszyny cyfrowej (EMC).

W zależności od postawionego celu interpretacyjnego EMC powinna być wyposażona w odpowiedni program obliczeń. W wyniku jej pracy (dane z pomiaru + program) możemy uzyskać płaskie (X , Y) lub przestrzenne (X , Y , Z) charakterystyki wybranych punktów badanego terenu. Mogą one być przedstawione w postaci zbioru rzędnych punktów wzdłuż zadanej linii (profil), zbioru współrzędnych płaskich wzdłuż linii zamkniętej (pole powierzchni), zbioru współrzędnych przestrzennych opisujących topograficzną powierzchnię terenu (numeryczny model terenu), a także w różnorodnych innych postaciach.

Za pomocą pomiarowej fotointerpretacji fotogrametrycznej możliwe jest określanie cech przestrzennych badanych zjawisk, na przykład miąższości warstw litologicznych lub glebowych, objętości chmur itp.

Precyzyjnych pomiarów współrzędnych tłowych pojedynczego zdjęcia można dokonać na monokomparatorach. Na fot. 8 przedstawiono monokomparator ASCORECORD z Zakładów „Carl-Zeiss” w Jenie, który pozwala na wykonywanie pomiarów (x , y) z dokładnością $\pm 0,0004$ mm. Instrument ten przeznaczony jest do precyzyjnych pomiarów zdjęć astronomicznych, ale jego zastosowanie może być znacznie szersze. Wyposażony jest — podobnie jak STECOMETER — w urządzenia peryferyjne, tj. reje-



Fot. 8. Precyzyjny monokomparator ASCORECORD VEB Zeiss Jena

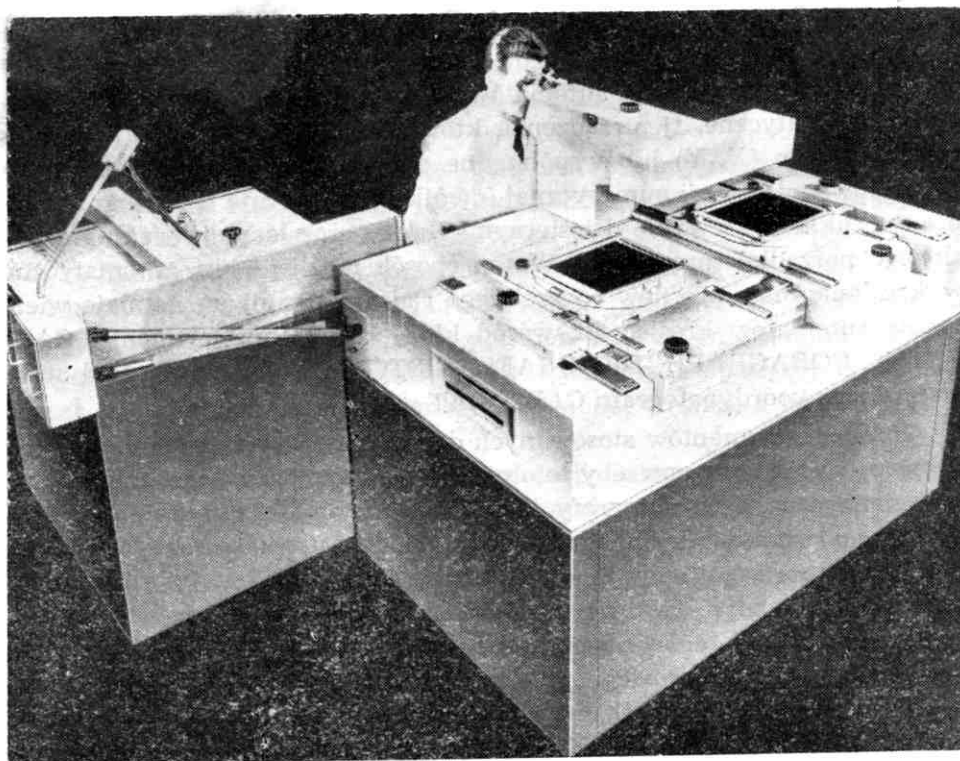
strator współrzędnych, dalekopis, dziurkarkę i czytnik taśmy perforowanej, a w najnowszych egzemplarzach także taśmy magnetycznej.

Przedstawienia rezultatów prowadzonych badań w postaci graficznej można dokonać za pomocą automatów kreślących. Są to tzw. koordynatografy automatyczne, tj. urządzenia, które samoczynnie odczytują współrzędne płaskie (X , Y) lub współrzędne przestrzenne (X , Y , Z) punktów z zakodowanej postaci numerycznej (dwójkowej), kartują te punkty w wybranym układzie (zwykle dziesiętnym) i skali oraz łączą je według określonego porządku (programu). W ten sposób możliwe jest automatyczne wykreślanie map, profilów i wszelkiego rodzaju rysunków. Istnieje wiele typów automatów kreślących, wśród których możemy wymienić: CARTIMAT, CORAGRAPH, DIGIGRAF, ARISTOMAT. Ogólny wygląd automatycznego koordynatografu CARTIMAT przedstawia fot. 9.

Oprócz instrumentów stosowanych do pomiaru współrzędnych tłowych używane są także na potrzeby fotointerpretacji analogowe instrumenty fotogrametryczne, tzw. autografy [2, 5]. Ogólny widok autografu przeznaczonego do stereometrycznego pomiaru modelu terenu oraz graficznego przedstawienia rezultatów tego pomiaru pokazano na fot. 10. Obserwator po zestrojeniu zdjęć tworzących stereogram prowadzi znaczek pomiarowy po wybranych elementach powierzchni optycznego modelu terenu, a ruch znacзка pomiarowego przekazywany jest w sposób ciągły na stół kreślarski (koordynatograf), gdzie powstaje rysunek w wymaganej skali. Fot. 10. przedstawia TECHNOCART, tj. autograf do opracowywania zdjęć z równoległymi osiami optycznymi. Bardziej uniwersalnym autografem

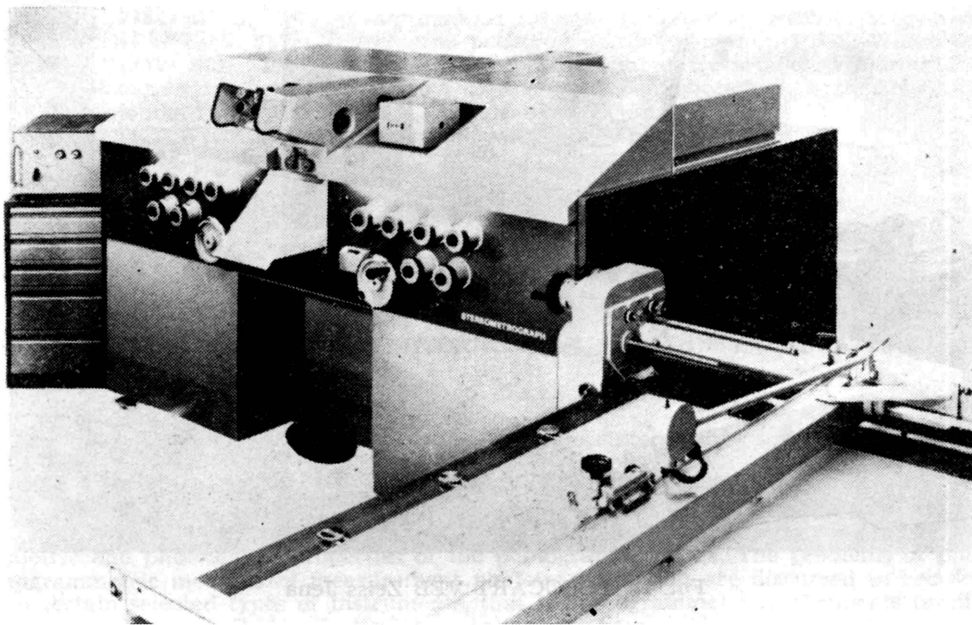


Fot. 9. Automacyjny stół kreślący CARTIMAT VEB Zeiss Jena



Fot. 10. TECHNOCART VEB Zeiss Jena

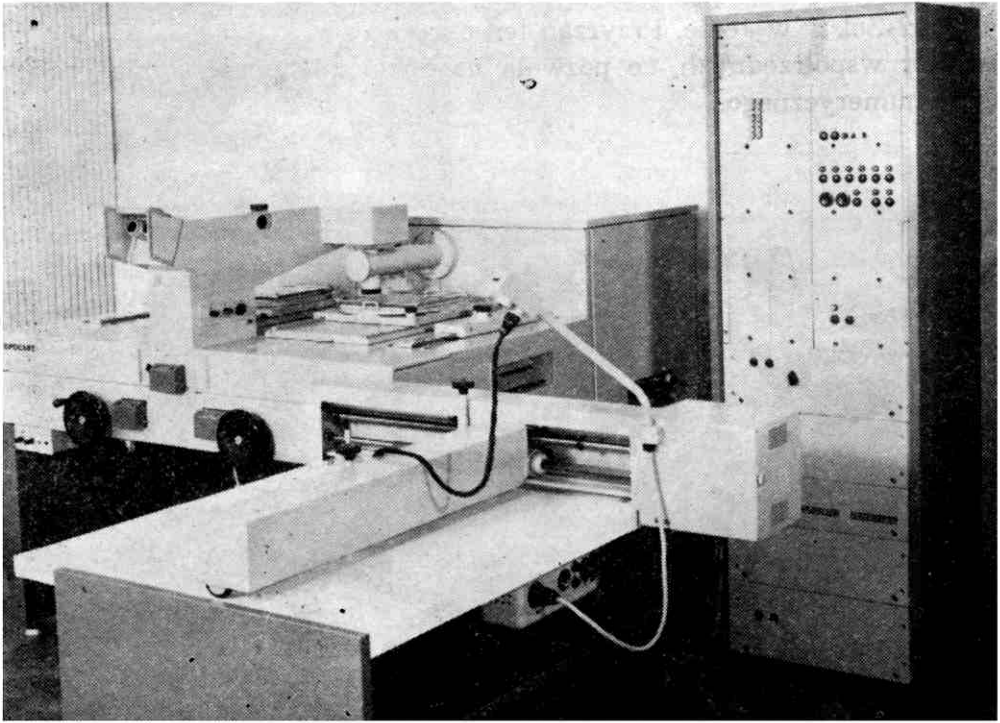
jest STEREO-METROGRAPH (fot. 11), produkowany także przez Zakłady „Carl-Zeiss” w Jenie. Przyrząd ten oprócz stołu kreślącego posiada rejestrator współrzędnych, co pozwala na dokonanie opracowania graficznego i numerycznego.



Fot. 11. STEREO-METROGRAPH VEB Zeiss Jena

Autografy są dotychczas rzadko stosowane w fotointerpretacji, jednakże ich szerokie możliwości, a także narastające potrzeby pomiarowego interpretowania zdjęć prawdopodobnie spowodują częstsze ich wykorzystanie. Znane są już przykłady [1, 4] użycia instrumentów stereofotogrametrycznych (autografów) do fotointerpretacji.

Niektóre rodzaje autografów, wyposażone w przystawki do sporządzania ortofotografii oraz orogramów [2, 5], pozwalają na uzyskanie w zależności od potrzeb: rysunku graficznego, ortofotogramów lub ortofotomap, a także orograficznego obrazu pionowego ukształtowania terenu. Przykładem takiego zestawu może być TOPOCART (fot. 12) z przystawkami ORTOPHOT i OROGRAPH. Sam TOPOCART pracuje podobnie jak zwykły autograf. Przystawka ORTOPHOT pozwala na sporządzanie ortofotogramów, tj. pasmowo przetwarzanych fotograficznych obrazów danego terenu, doprowadzonych do jednolitej, ściśle określonej skali. Przystawka OROGRAPH służy do sporządzania orogramów, tzn. zakodowanych, kreskowych obrazów rzeźby terenu (rys. 1). Na podstawie orogramów mogą być wykonane mapy wysokościowe (warstwicowe) lub inne, świadczące o przestrzennym ukształtowaniu badanego obrazu.



Fot. 12. TOPOCART VEB Zeiss Jena



Rys. 1. Orogram i warstwice

Wymienione przykłady wskazują na znaczne perspektywy rozwoju fotointerpretacji pomiarowej ze względu na możliwości mechanizacji i automatyzacji niektórych procesów interpretacyjnych, a także dostarczenia obiektywnej informacji rozpoznawczej.

LITERATURA

- [1] NABOKOW M. M., NARKIEWICZ W. I., ROŻKO E. E., CZERKASOW I. A., 1967: *Primienienie uniwersalnogo stereofotogrammetriczeskogo pribora 3-go klasa tocznosti (stereomikrometra Santoni) pri izuczenii trieszczinnoj tektoniki intruziwnogo masiwa*, AN SSSR, Fotogrammetriczeskaja obrabotka i deszifrirowanije aerosnirkow, Izd. „Nauka”, Leningrad.
- [2] PIASECKI M. B., 1973: *Fotogrametria lotnicza i naziemna*, PPWK, Warszawa.
- [3] SMIRNOW L. J., 1970: *Teoretyczne podstawy fotointerpretacji*, PWN, Warszawa.
- [4] SOKOŁOW S. A., 1967: *Wozmożnosti primienienija uniwersalnych priborow dlja gieologiczeskogo deszifrirowanija i sostawlenija gieologiczeskich kart*, AN SSSR, Aerosjomka i jejo primienienije, Izd. „Nauka”, Leningrad.
- [5] ŚWIĄTKIEWICZ A., 1977: *Fotogrametria*, PWN, Warszawa.

ANDRZEJ ŚWIĄTKIEWICZ

CERTAIN PROBLEMS IN MEASUREMENT PHOTOINTERPRETATION

Summary

Due to the subjective nature of visual photointerpretation it is advisable to choose interpretation methods for aerial photography which make it possible to obtain objective data, at least at the stage of identifying the elements considered, their properties, relations with other objects or phenomena. In this article the potential value of measurement photointerpretation is assessed, basing on the photogrammetric and photometric properties of the photographic prints. The problems of photogrammetric methods of measurement photointerpretation are discussed in relation to certain selected types of instruments, that is photogrammetric instruments produced by VEB Zeiss JENA. Particular attention has been paid to the matter of interpretation of spatial objects or phenomena, and in this context also to the matter of determining profiles, areas and volumes.

ANDRZEJ ŚWIĄTKIEWICZ

CERTAINS PROBLÈMES DE LA PHOTOINTERPRÉTATION DE MESURAGE

Résumé

Le caractère subjectif de la photointerprétation visuelle porte à l'utilisation des méthodes d'interprétation des vues aériennes permettant à l'obtention des données objectives, au moins à l'étape de la reconnaissance des éléments examinés, de leurs traits, liaisons avec d'autres objets ou phénomènes. Dans l'article on a présenté les possibilités de la photointerprétation de mesurage qui est fondée sur les propriétés photogrammétriques et photométriques de l'image photographique. Le problème des méthodes photogrammétriques de la photointerprétation de mesurage fut discuté en liaison avec les types d'instruments choisis. Ce sont les instruments de photogrammétrie fabriqués par VEB Zeiss JENA. On a fixé l'attention particulière sur les problèmes de l'interprétation des objets ou des phénomènes spatiaux, y compris les problèmes de la détermination des profils, de la surface et du volume.