

**BANKI KOSMICZNEJ INFORMACJI TOPOGRAFICZNEJ
(Komunikat)**

Rozwój systemów kartograficznych wykorzystujących pracę komputerów — elektronicznych maszyn cyfrowych (EMC) — zgodnie z rosnącą potrzebą informacji topograficznych — staje się istotnym zagadnieniem w zakresie obserwacji, sporządzenia map i eksploatacji zasobów całości naszego globu. Zagadnienie to przedstawiono, opierając się na koncepcji wykorzystania kolorowych i biało-czarnych fotogramów w ujęciu cyfrowym przez elektroniczne scalenie i magazynowanie elementów obrazowych.

Obecne kierunki rozwoju w przedmiocie zespołów do przetwarzania map i obrazów opierają się na systemach elektronicznego przetwarzania informacji w połączeniu z koncepcją elementów obrazowych. Pozwala to na zredukowanie topograficznych obrazów i informacji do użytecznych, dających się magazynować, odszukiwać i wykorzystywać w zależności od istniejących potrzeb. Jednocześnie daje się zauważyć intensywny rozwój systemów uzyskiwania tak wielkiej liczby danych, że może powstać trudność przetwarzania ich i przekazania do użytku w odpowiedni sposób.

Biorąc pod uwagę osiągnięcia technologiczne oraz fakt, że wymagania dotyczące informacji topograficznych wydają się być nieustannie zmienne, metody sporządzania map na podstawie numerycznych modeli terenowych (DTM — *digital terrain model*) zasługują specjalnie na uwagę.

Pod pojęciem „numeryczny model” ogólnie rozumie się:

a) zbiór punktów terenu, których współrzędne x , y , z zostały pomierzone, odpowiednio zapisane i wprowadzone do pamięci komputera — elektronicznej maszyny cyfrowej (EMC),

b) odpowiednie programy obliczeń dla EMC, które umożliwiają na podstawie danych zgromadzonych w pamięci komputera (współrzędne x , y , z) uzyskanie dalszych potrzebnych informacji o terenie, jak na przykład wysokości z dowolnych punktów terenu przy założeniu współrzędnych x , y .

Dane wyjściowe do utworzenia numerycznego modelu terenu (na przykład zbiór punktów terenowych) otrzymuje się najczęściej z pomiaru modelu stereoskopowego na autografie posiadającym możliwości rejestracji współrzędnych. Ich pomiar odbywa się według odpowiedniego programu obserwacji. Najczęściej program ten przewiduje bądź regularne rozmieszczanie punktów tworzących sieć trójkątów, równoległoboków, bądź też punktów rozmieszczonych wzdłuż wybranych profili według cech morfologicznych opracowywanego terenu.

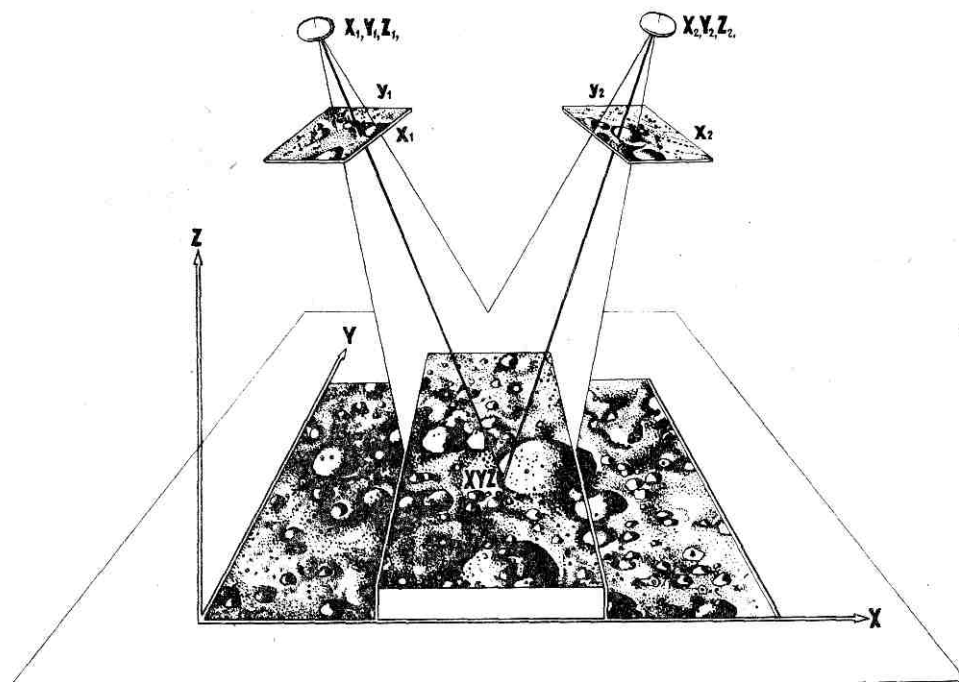
W przypadku rzadkiej sieci obserwowanych punktów zachodzi konieczność ich zagęszczenia w celu uzyskania odpowiednio dokładnych wyników obliczeń według programów DTM. Zagęszczenie to odbywa się najczęściej przez interpolację, w obrębie oczek, przyjętej do pomiaru siatki.

W związku z możliwościami automatyzacji opracowań fotogrametrycznych (w postaci rejestracji współrzędnych dowolnej liczby punktów na taśmach magnetycznych lub wyznaczania dużej liczby punktów modelu podczas przetwarzania szczelinowego przy ortofotografii) metody interpolacyjne dla DTM będą miały w przyszłości mniejsze znaczenie. Ze względu na to, że dane wyjściowe (zbiory punktów) do utworzenia numerycznych modeli terenu można otrzymać zarówno z pomiarów bezpośrednich, jak i fotogrametrycznych, zastosowanie DTM w kartografii daje możliwość tworzenia tzw. **banku danych topograficznych (geodezyjnych)**, przetwarzania tych danych, a następnie **automatycznego kartowania**. Zaletą takiej metody wykorzystania banku danych topograficznych (geodezyjnych) jest swoboda w wyborze skali mapy, co oznacza, że te same dane mogą służyć do opracowania i aktualizacji map w różnych skalach. A zatem, jeżeli obraz i przynależne mu dane można zarejestrować na filmie lub w postaci cyfrowej czytelnej dla maszyny, pożądane jest, aby móc nimi manipulować, przemieniać i przekształcać je oraz uzyskiwać końcowe obiektywne informacje i opracowania kartograficzne z jednej podstawy danych.

Ostatnio rozważana jest koncepcja posługiwania się danymi obrazowymi globalnego banku danych przez użycie indywidualnych elementów obrazowych. Jednostką elementarną tej koncepcji jest „pixel”, stanowiący skrót słów *picture element*, czyli element obrazu. Każdy oddzielny element z ruchomej plamki świetlnej przeszukiwacza liniowego stanowi jeden „pixel”. Przeszukiwacz przetwarza prąd elektryczny o natężeniu proporcjonalnym do jasności obrazu na zdjęciu, który naświetlany jest przez plamkę świetlną. Plamka świetlna zajmuje pewne położenie (x, y) na zdjęciu (analogowe lub cyfrowe) i ma jasność B , która może być również rejestrowana. Ta kombinacja położenia i jasności (x, y, B) przedstawia sobą jeden element obrazu.

Uwzględniając trójwymiarowość topografii powierzchni Ziemi, połączone „pixel” obrazowo (po jednym z każdego zdjęcia stereogramu) mogą

być poddane pomiarom. Następnie analityczne procesy fotogrametryczne mogą przekształcić poddane pomiarom obrazy we współrzędne x, y, z , które z kolei mogą być przeliczone na współrzędne geograficzne i wysokości (φ, λ, H). Powstawanie modelu przestrzennego z dwóch zdjęć stereogramu przedstawiono na fot. 1.

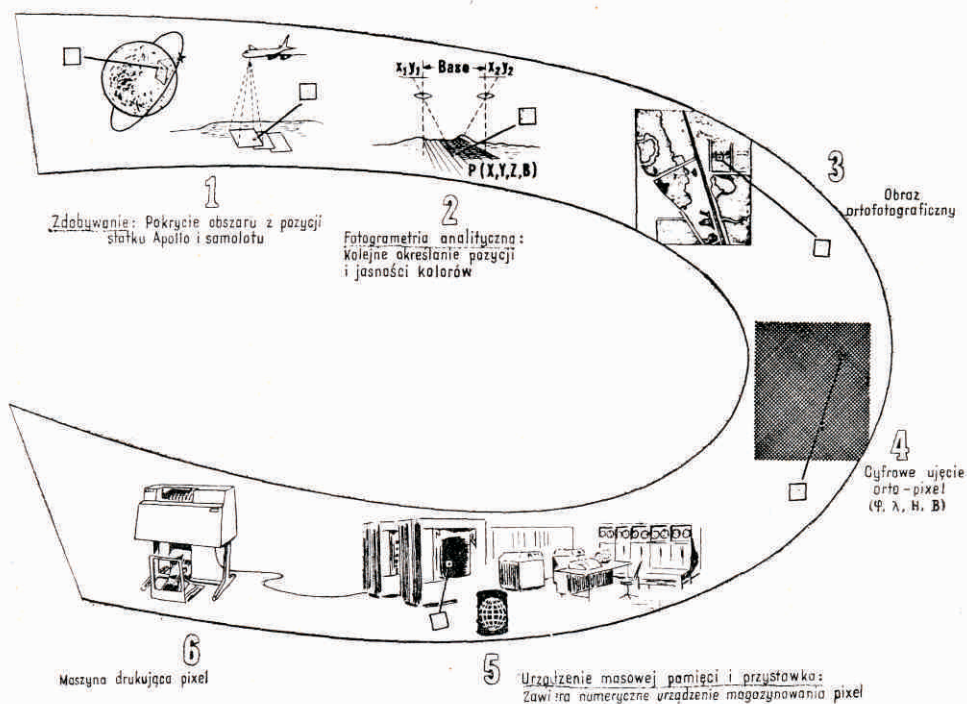


Fot. 1. Stereofotogrametria
Photo. 1. Stereophotogrammetry

Wiadomo, że opracowywanie map wymaga geometrycznej ścisłości danych topograficzno-kartograficznych. W związku z tym surowe „pixel” muszą zostać przetworzone w ściśle geometryczne „pixel”, czyli „ortopixel”.

„Ortopixel” różni się od surowego „pixel” tym, że jest skorygowany o nachylenie i przemieszczenie rzeźby terenu, zniekształcenia soczewkowe oraz skalę opracowania, a ponadto ma dokładne dane o położeniu względem przyjętego układu współrzędnych. Proces fotogrametryczny wymaga znajomości tych wszystkich parametrów, koniecznych do otrzymania „ortopixel”. „Ortopixel” może być zatem traktowany jako elementarna jednostka dla opracowywanej grupy danych.

Przeływ informacji „pixel” od przyjęcia aż po końcowy wynik odbywa się w sześciu stadiach (fot. 2).



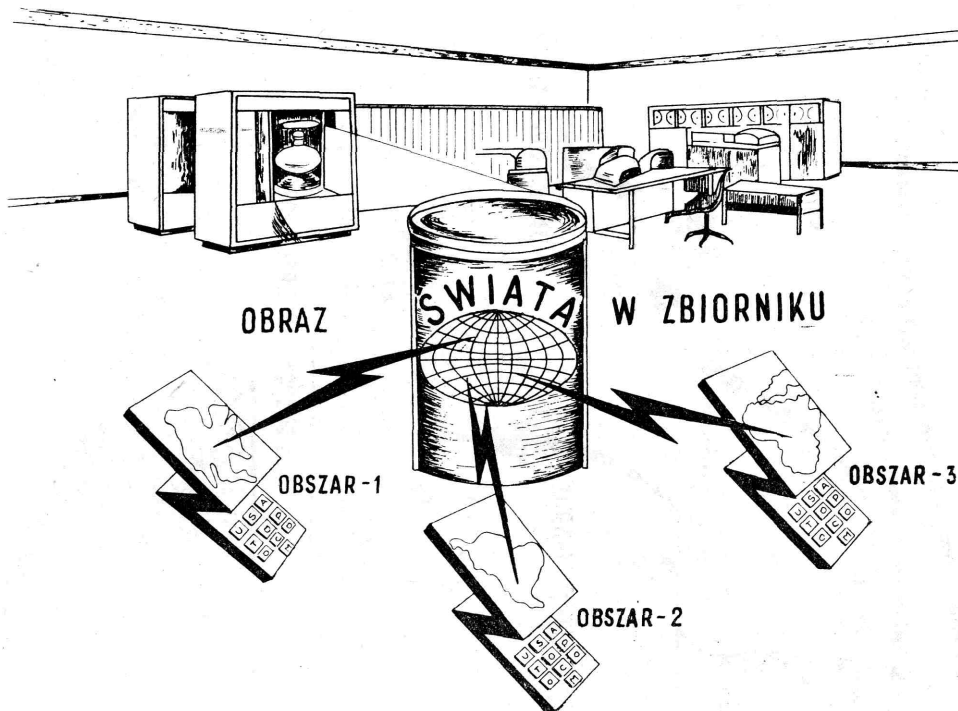
Fot. 2. Przepływ informacji „pixel”

Photo. 2. Flow of information Pixel

Pierwsze stadium to zdobywanie danych przez fotografowanie Ziemi z satelity lub samolotu. W drugim stadium przedstawiona jest analityczna metoda fotogrametryczna określania pozycji i jasności kolorów. Trzecie stadium polega na otrzymaniu obrazu ortograficznego. W czwartym stadium powstaje cyfrowe ujęcie „ortopixel” (φ, λ, H, B). Gromadzenie i zapamiętywanie „ortopixel” odbywa się w stadium piątym. I wreszcie w stadium szóstym następuje drukowanie danych.

Biorąc pod uwagę te sześć stadiów, można sobie wyobrazić obraz Ziemi w zbiorniku zawierającym „ortopixel” jako jedną z możliwości dla przyszłościowego topograficznego banku danych (fot. 3). Oczywiście nie miałyby większego znaczenia praktycznego magazynowanie danych dotyczących powierzchni całej Ziemi, lecz raczej określonych powierzchni będących przedmiotem szczególnego zainteresowania. Nawet magazynowanie powierzchni będących przedmiotem zainteresowania wymagałoby obecnie tak szybkiego rejestrowania i wielkiej pojemności magazynowej, że koncepcja dochodziłaby do granicy praktycznych potrzeb.

Szybki wzrost pojemności magazynowej komputerów w ostatnich kilku latach pozwala przypuszczać, że powstaną masowe pamięci. Być

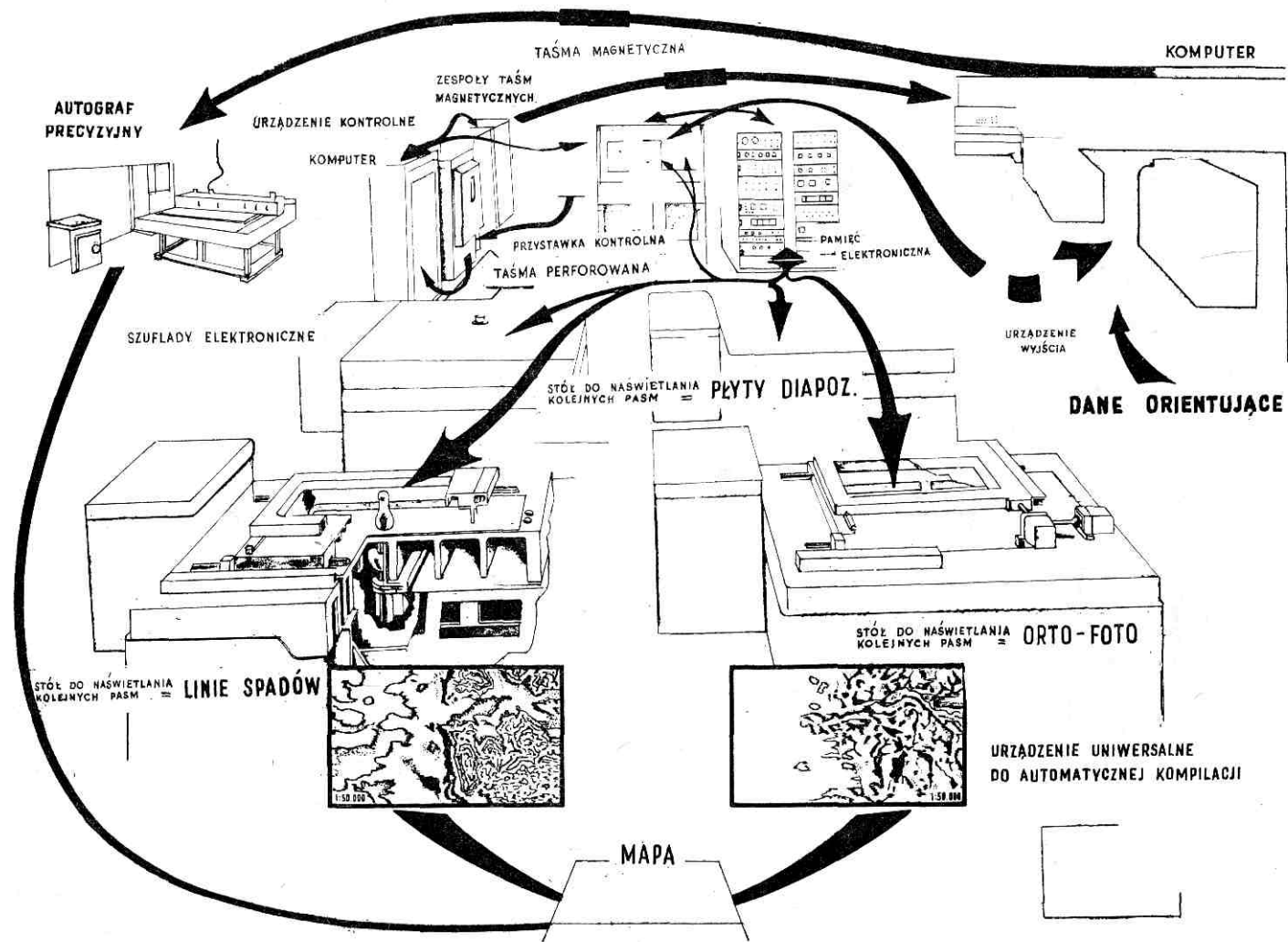


Fot. 3. Centralny ośrodek danych topograficznych
 Photo. 3. Center of topographical data

może, rozpocznie się miniaturyzowanie obrazów filmowych za pomocą nowo odkrytych procesów elektrofotograficznych bez użycia srebra. Te zredukowane przedstawienia graficzne mogą stać się bezpośrednimi czynnikami magazynowania w miejsce wielkich pamięci.

Tak więc teoretycznie możliwa jest koncepcja całkowitego opracowywania dowolnie wielkich obszarów za pomocą „pixel”. Badania naukowe przestrzeni kosmicznej w zakresie kartograficznego opracowania Ziemi i Marsa mogą przyspieszyć ten proces w związku z dużą liczbą oczekiwanych danych. Jak widać na fot. 4, całkowity układ globalny może być wymodelowany i przystosowany do systemu wyszukiwania informacji komputerowej przez wyznaczenie w granicach powierzchni będącej przedmiotem zainteresowania.

Mimo że trzy czwarte powierzchni Ziemi pokryte jest wodą, niezbędne jest zwarte gromadzenie „pixel” w banku danych w celu utrzymania w stanie aktualnym informacji o pozostałej jednej czwartej części Ziemi. Obecnie jedna komórka w banku danych może pomieścić około 40 milionów ($4 \cdot 10^8$) znaków numerycznych. Jednakże dla kwadratu $15' \times 15'$ w skali 1 : 50 000 należy zmagazynować $1,23 \cdot 10^9$ słów kompu-



**AUTOGRAF
PRECYZYJNY**

URZĄDZENIE KONTROLNE

ZESPOŁY TAŚM
MAGNETYCZNYCH

TAŚMA MAGNETYCZNA

KOMPUTER

KOMPUTER

PRZYSTAWKA KONTROLNA
TAŚMA PERFOROWANA

PAMIĘĆ
ELEKTRONICZNA

SZUFLADY ELEKTRONICZNE

URZĄDZENIE
WYJŚCIA

DANE ORIENTUJĄCE

STÓŁ DO NAŚWIETLANIA
KOLEJNYCH PASM = PŁYTY DIAPOZ.

STÓŁ DO NAŚWIETLANIA
KOLEJNYCH PASM = ORTO-FOTO

STÓŁ DO NAŚWIETLANIA
KOLEJNYCH PASM = LINIE SPADÓW



URZĄDZENIE UNIWERSALNE
DO AUTOMATYCZNEJ KOMPILACJI

MAPA

terowych. A zatem obecna pojemność komórek jest zbyt mała, aby magazynować dane całej Ziemi w kilku bankach danych. Jednakże przewidywany rozwój w dziedzinie urządzeń pamięci komórkowej oraz wykorzystanie opracowań ortofotograficznych i operowanie pojęciem „ortopixel” (φ , λ , H , B) pozwalają oczekiwać na możliwości magazynowania danych całej Ziemi w jednym banku danych.

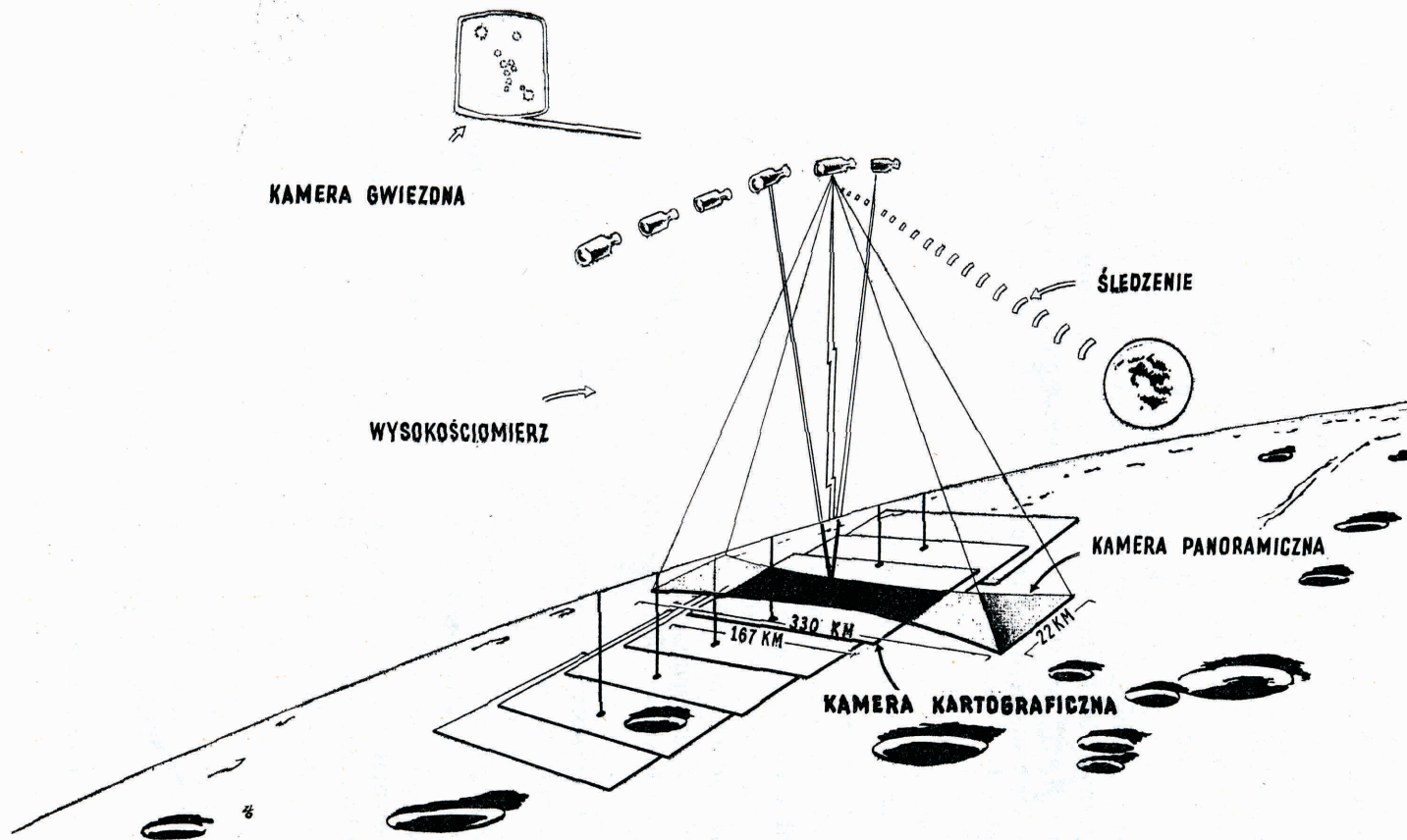
Ostatnie osiągnięcia w dziedzinie druku wysokorozdzielczych „pixel” są ogłaszane i demonstrowane przez przemysł. Dotyczy to zarówno zdjęć białoczarnych, jak i kolorowych oraz rysunków. Obecnie więc, kiedy można sprawdzać i zmieniać obrazowe dane topograficzne, następnym logicznym krokiem jest przyspieszenie rozwoju rozpoznania modeli, ich klasyfikacji i wielu czynności związanych z fotointerpretacją oraz analizy informacji w zakresie uprawy roli i topografii. Innymi słowy, zintegrowany system przyjmujący dane z różnych źródeł do wspólnego zasobnika lub banku danych, z którego można by czerpać dane dla różnych dziedzin wiedzy, a szczególnie dla informacji o położeniu i klasyfikacji na mapach graficznych lub w postaci cyfrowej, wydaje się być osiągalny i obiektywnie konieczny w opracowaniach kartograficznych.

Można sobie wyobrazić, że bank danych zawierający obraz powierzchni Ziemi będzie mógł utrzymywać łączność ze stacjami znajdującymi się wokół niej. Komunikacja ta umożliwi odbiór istniejących informacji oraz nadanie nowych informacji z poszczególnych obszarów geograficznych. Magazynowanie informacji i treści map dokonywane będzie na zminiaturyzowanych filmach dotąd, dopóki nie powstaną obszerniejsze pamięci.

Do opracowania pojedynczego wycinka czworoboku powierzchni Ziemi potrzebne będzie prawdopodobnie otrzymanie „pixel” ze zminiaturyzowanego filmu, będącego zasobnikiem danych, a następnie takie ich przetworzenie, aby otrzymać gotowy produkt jak we wspomnianej dalekością koncepcji. Istotne jest, aby zasobnik danych był łatwo przystosowujący się do odbioru i nadawania danych, wyskalowany oraz aby zapewniał możliwość powstania różnorodnych produktów. Opracowane już komputerowe techniki przetwarzania będą mogły tu być zastosowane.

Osiągnięcia w dziedzinie przetwarzania danych i ich zagęszczenia w powiązaniu z „przeszukiwaczami” laserowymi połączonymi z przyrządami fotogrametrycznymi rokuja zmiany w dziedzinie opracowywania map topograficznych. Z kolei zmiany te mogą spowodować przyspieszenie powstania nowych metod przetwarzania informacji topograficznych w skali całej Ziemi, jak i innych planet.

Fot. 4. Uniwersalna automatyczna kompilacja map
Photo. 4. Universal automatic compilation of maps



Fot. 5. System fotografowania w programie Apollo
 Photo. 5. System of photographing in the Apollo programme

LITERATURA

- Allan A., 1970: *Satellites and the Surveyor*, Chartered Surveyor, London, October.
- Bohonos B., 1973: *Współczesne kierunki badań naukowych i zastosowań w dziedzinie fotogrametrii na podstawie sympozjum*. 33 Tygodnie Fotogrametryczne 1971 w Karlsruhe. RFN, „Przegląd Geodezyjny”, nr 1 [Warszawa].
- Light, Donald L., 1971: *A Concept for a Global Topographic Information System. Papers from the 1971 Fall Convention American Congress on Surveying and Mapping, September 7—18*, Washington.
- Robert B., Mc Even, Asce A. M., Tyler D., 1972: *A. M. Asce Application of extra terrestrial surveying and mapping*, „Journal of the Surveying and Mapping. Proceedings of the American Society of Civil Engineers”, Washington, November.
- Wereszczyński J., 1975: *Idea światowego systemu informacji topograficznej*, „Zeszyty Politechniki Łódzkiej”, nr 9 (Zeszyt specjalny), Łódź.
- Zeller M., 1950: *Podręcznik fotogrametrii*, PWT, Warszawa.

JAN WERESZCZYŃSKI

BANKS OF COSMIC TOPOGRAPHICAL INFORMATION

Summary

The development of cartographical systems utilizing the work of electronic digital computers (EMC) in accord with the growing need for topographical information, seems to be a basic problem for the approaching era in the field of observation, map making and the exploitation of the resources of our whole globe. The problems are presented on the basis of the concept of utilizing colour and black-and-white photograms in a digital formulation by integrating and storing elements of pictures electronically.

Recently the conception is being considered of using picture data from the global data bank by using individual picture elements. An individual element of this conception is the so-called 'pixel', consisting of an abbreviation of the words 'picture element'.

The achievements in the field of printing highly separable 'pixel' are published and demonstrated by industry. Because it is possible to check and change the top picture data, the next logical step is the acceleration of the development of model recognition, their classification and a great many activities connected with photo-interpretation as well as the analysis of information in the field of topography.

The achievements in the field of processing information and condensation in connection with the search for laser connections with photogrammetric instruments promise changes in the elaboration of topographical maps. In turn, these changes may cause the acceleration of the increase of topographical information, both on the scale of the whole earth, and of other planets.

Translated by Peter L. McGuire

JAN WERESZCZYŃSKI

BANQUES DE L'INFORMATION COSMIQUES AU SUJET DE TOPOGRAPHIE

Résumé

Le développement des systèmes cartographiques basés sur le travail des calculateurs numériques électroniques (EMC) — conformément aux besoins accroissantes des informations topographiques — semble être une question importante dans l'observation, l'élaboration des cartes et l'exploitation des ressources de notre Terre. Cette question est présentée à l'exemple de la conception de l'emploi des photo-

grammes en couleur et noir et blanc, pris en chiffres et à l'aide de l'unification électronique et le stockage des images.

Actuellement est discutée la conception de l'emploi des données provenant de la banque globale, avec la mise en point des éléments individuels des images. Un „pixel” (abréviation des mots — *picture element*) est une unité élémentaire de cette conception.

Les réalisations dans le domaine de l'impression des „pixel” sont publiées et démontrées par l'industrie. Puisqu'on est possible de vérifier et de changer les données topographiques des images, il paraît donc logique d'entreprendre des mesures pour accélérer le développement de la reconnaissance des modèles, leur classification ainsi que d'autres démarches liées à la photointerprétation et l'analyse de l'information topographique.

Les réalisations dans le domaine de la transformation des données et de leur condensation dues aux „chercheurs” de laser, liés aux appareils photogrammetriques, laissent croire aux changements positifs dans l'élaboration des cartes topographiques. Ces changements peuvent causer par conséquent l'invention de nouvelles méthodes de transformation des informations topographiques, de même que à l'échelle de la Terre, ainsi que pour les autres planètes.

Traduit par Teresa Korba-Fiedorowicz