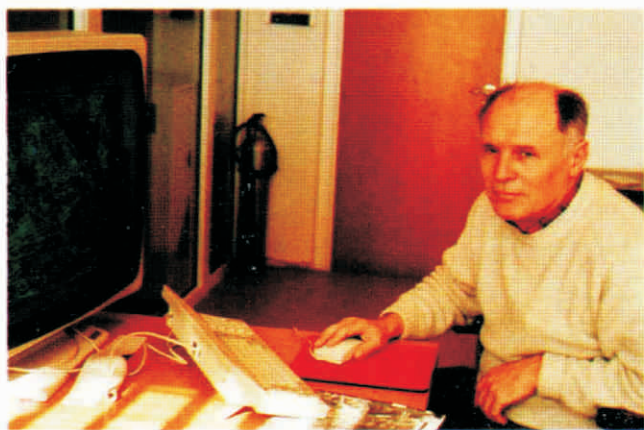


FOTOINTERPRETACJA W GEOGRAFII

24 PROBLEMY TELEGEOINFORMACJI

WARSZAWA 1994



Romuald Kaczyński*

Mapy satelitarne Warszawy w skali 1:25 000

Satellite image maps of Warsaw, in scale 1:25 000

The general methodology of elaborating of the satellite image map of Warsaw area in the scale 1:25 000 is discussed. High resolution KVR-1000 Russian photograph in the scale 1:220 000 were used as well as multispectral bands from SPOT satellite taken in 1992.

High resolution (2 m) Russian satellite photo was scanned on the Photomation P-1700 in OPOLIS IGiK with the aperture 25 μm . Some noise implemented by the scanning procedure was filtered in Fourier domain on the System 600 I²S and smoothing by SIGMA filter. This digital image was rectified to the topomaps in the scale 1:50 000 using more than 180 well identified and distributed points with accuracy less than 0.5 pixel. Bilinear resampling methods was used to obtain new digital rectified image. SPOT XS1 and XS2 bands were added and this new

channel as well as SPOT XS3 were registered to the rectified image KVR-1000. After contrast enhancement false color composite was prepared as follows: SPOT XS3 with Red, KVR with Green and SPOT XS2+XS1 with Blue. This file was then elaborated on the ERDAS Imagine Map Composer and prepared for printing. Raster files of the Red, Green and Blue color bands were converted to Cyan, Magenta, Yellow, and Black by color separation software.

Finally, satellite image map in scale 1:25 000 was printed on the STORK Ink-Jet printer by GEOSYSTEM GmbH in Munich, FRG. Satellite image map of Warsaw was checked against topomaps in the scale 1:25 000 on 80 points. Final RMSE $x,y = \pm 7,8$ m was achieved, which corresponds to $\pm 0,3$ mm in the scale 1:25 000 of the map.

Wstęp

W artykule omówiono ogólny schemat opracowania obrazowej mapy satelitarnej w skali 1:25 000, jej kartometryczność oraz przydatność do aktualizacji map topograficznych w skali 1:50 000.

Dostępne publikacje zagraniczne mówią jedynie o mapach obrazowych w skalach 1:100 000 i 1:50 000 przetworzonych cyfrowo z wykorzystaniem obrazów z satelitów SPOT i LANDSAT. Na przykład IGN ASPACE we Francji opracowuje obrazowe mapy satelitarne na podstawie połączonych zobrazowań z satelity SPOT XS i SPOT P (Canton, 1993).

W Afryce i Azji obrazowe mapy satelitarne w skalach 1:50 000 i 1:100 000 wykorzystywane są w wielu projektach związanych z rozwojem krajów, głównie z powodu braku lub dezaktualizacji map topograficznych w skalach 1:50 000 (Kaczyński i in., 1991; Hough, 1992; Sollner i in., 1993).

W Europie, z uwagi na ich kartometryczność rzędu $\pm 0,4$ mm w skali mapy, obrazowe mapy satelitarne znalazły zastosowanie w planowaniu przestrzennym i aktualizacji map topograficznych w skalach mniejszych od 1:100 000 (Donnay i in., 1992). Na mapę obrazową można nałożyć metodą cyfrową nakładkę z treścią wektorową otrzymaną z mapy topograficznej, co pozwala na otrzymana-

* Doc. dr hab. inż. Romuald Kaczyński, Instytut Geodezji i Kartografii, ul. Jasna 2/4, 00-950 Warszawa, Tel.: (48 22) 26 42 21 w. 341, Fax: (48 22) 27 03 28.



Ryc. 1. Fragment pomniejszonej do skali 1:50 000, satelitarnej obrazowej mapy Warszawy. Zdjęcie w skali 1: 77 000
 Fig. 1. A part of reduced to the scale 1:50 000 satellite image map of Warsaw. Photo in scale 1: 77 000

nie nowej jakościowo informacji o terenie. Mapa taka została opracowana również cyfrowo w skali 1:25 000.

Mapy te opracowane zostały przez autora we współpracy pomiędzy IGiK, a Laboratorium SURFACES Uniwersytetu w Liège w roku 1993.

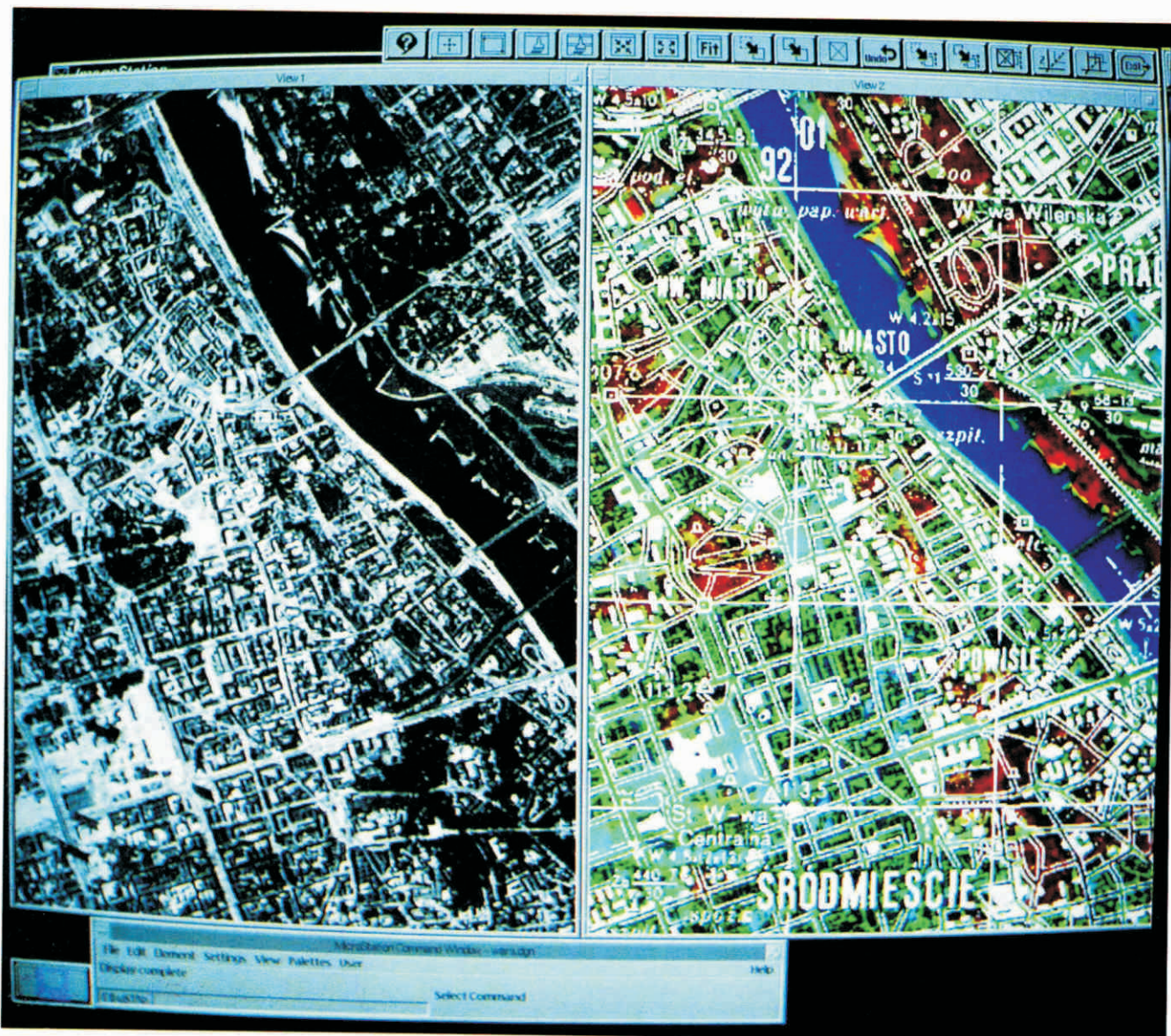
Źródłowe dane satelitarne i materiały kartograficzne

Do opracowania obrazowej mapy satelitarnej Warszawy wykorzystano zobrazowania wielospektralne wykonane przez satelitę SPOT 30.07.1992 roku oraz satelitarne zdjęcie czarno-białe KVR-1000 wykonane przez satelitę rosyjskiego z serii Kosmos w sierpniu 1992 roku, w skali 1:220 000. Zdjęcia te w zapisie cyfrowym znane są na zachodzie jako zobrazowania

DD-5 (Russian 2 meter..., 1992) i udostępniane między innymi przez EOSAT. Zdjęcie to zostało zeskanowane w OPOLiS na przetworniku analogowo-cyfrowym P-1700 Optronics przez dr inż. J.Drachalę. Do rektyfikacji obrazów źródłowych wykorzystano mapy topograficzne w skalach 1:50 000 i 1:25 000 aktualne na rok 1983, odwzorowane w układzie Gaussa-Krugiера i wydane przez WZKart w roku 1985.

Metodyka

Czarno-białe zdjęcie Warszawy KVR-1000 o formacie 18 × 18 cm zarejestrowane zostało przez satelitę z serii Kosmos we wrześniu 1992 roku. Negatyw został zeskanowany na przetworniku Photomation P-1700 aperturą 25 × 25 μm i zarejestrowany na taśmie magne-

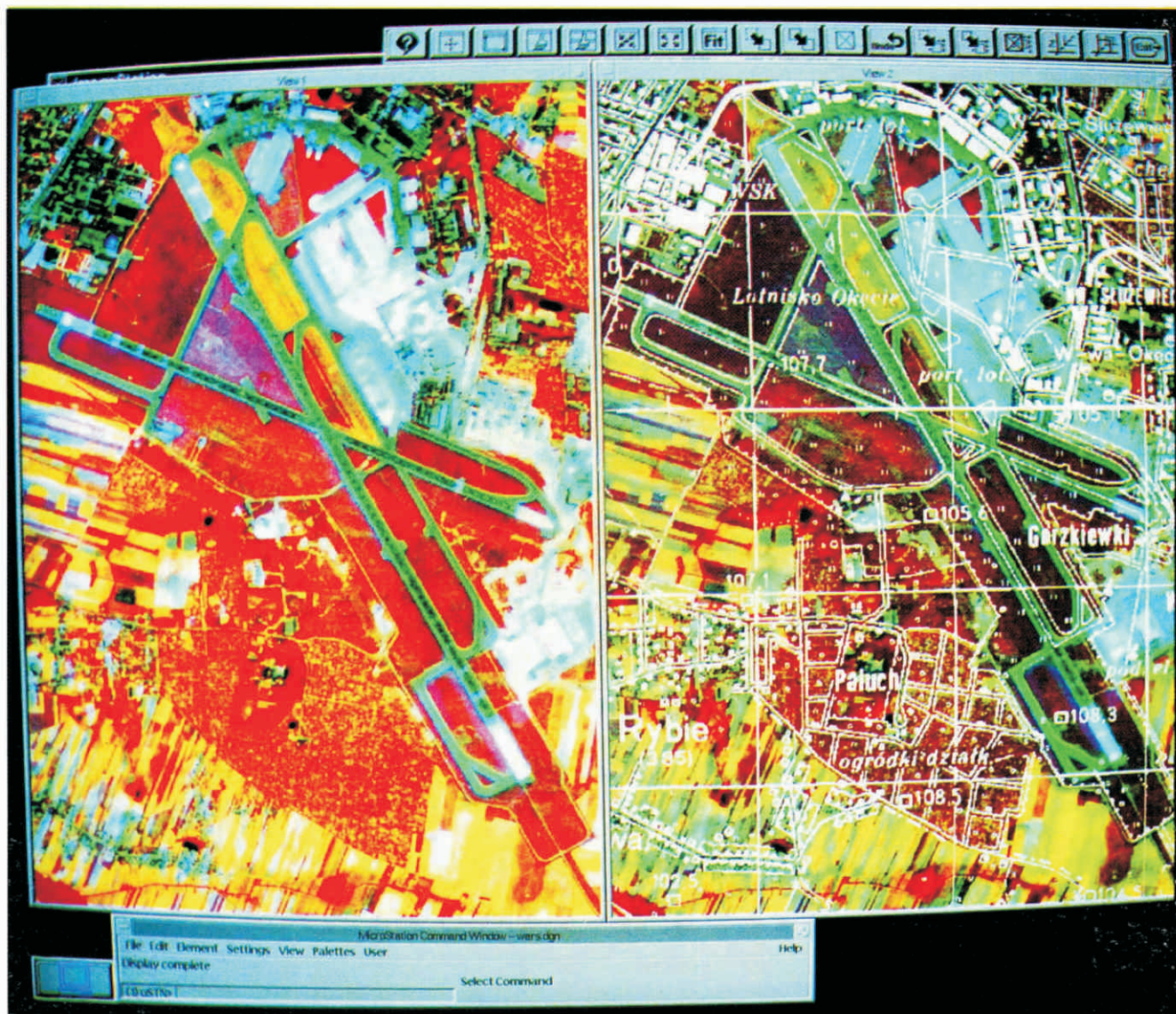


Ryc. 2. Fragment obrazu satelitarnego KVR-1000, pokazujący śródmieście Warszawy (z lewej strony) oraz mapa obrazowa z nałożoną sytuacją, zeskanowaną z mapy topograficznej w skali 1:50 000 (z prawej strony). Zdjęcie z monitora

Fig. 2. A part of satellite image KVR-1000. Center of Warsaw is seen (on the left). On the right fusion of the satellite image map with topographic features (white colour) scanned from topographic map in scale 1:50 000 is shown. Photo from CRT monitor

tycznej jako obraz 8-bitowy, tj. w skali od 0 do 255 poziomów szarości. Ze względu na zarejestrowanie na obrazie cyfrowym również szumów spowodowanych między innymi skanowaniem negatywu, przeprowadzono filtrację obrazu w przestrzeni fourierowskiej na Systemie 600 firmy I²S, a następnie obraz został wygładzony filtrem Sigma na Image Station ISI-3 firmy Intergraph. W rezultacie otrzymano obraz, który został przetworzony do skali opracowywanej mapy 1:25 000 na podstawie ponad 180 równomiernie rozmieszczonych punktów zidentyfikowanych na mapie topograficznej i na obrazie cyfrowym. Do tak przetworzonego zdjęcia dopasowane zostało zobrazowanie SPOT XS z połączonych kanałów XS1 i XS2 oraz kanału w podczerwieni XS3. Zastosowano interpolację bilinearną.

Dokładność wpasowania obrazów SPOT do zrektyfikowanego obrazu KVR wynosiła 0,5 wartości wymiaru piksela (tj. 3 m w terenie). W rezultacie otrzymano zbiór składający się z trzech kanałów, a mianowicie: XS3, KVR po filtracjach i SPOT XS1+XS2. Obraz cyfrowy z satelity SPOT został powiększony 3,4 razy do wymiarów piksela obrazu KVR-1000, tj. do wymiarów 5,8 × 5,8 m. Tak skonstruowany zbiór został poddany wzmocnieniu kontrastu obrazu i kodowany poprzez filtry tak, aby otrzymać kompozycję w barwach nienaturalnych, tj. kanał XS3 poprzez filtr czerwony, KVR-1000 poprzez filtr zielony i XS1+XS2 poprzez filtr niebieski. W rezultacie gęsta zabudowa, ciągi komunikacyjne, zakłady zostały zobrazowane na mapie w barwie ciemnozielonej, lasy w barwie czerwonej, pola uprawne w kolorze żółtym,



Ryc. 3. Fragment mapy obrazowej lotniska Okęcie (z lewej strony) i mapy obrazowej z nałożoną sytuacją z mapy topograficznej (z prawej strony). Widoczne są nowopowstałe budynki portu lotniczego i przedłużony pas startowy. Zdjęcie z monitora

Fig. 3. A part of satellite image map Okęcie International Airport (on the left) and fusion of the satellite image map with topographic features (on the right). New buildings and runway are seen well. Photo from CRT monitor

gleba i mielizny w białej. Z uwagi na brak dostępu do oprogramowania MGE-SX, MGE Map Finisher, DP/Studio i MGE Map Publisher firmy Intergraph, przygotowano zbiór mapy obrazowej przetworzony został na systemie ERDAS Imagine w celu przygotowania mapy do druku z wykorzystaniem oprogramowania Map Composer firmy ERDAS i oprogramowania firmy STORK przez GEOSYSTEMS w RFN. Skonstruowana została kilometrowa siatka kartograficzna oraz tekst. Następnie cyfrowy obraz rastrowy RGB został zamieniony na obraz CMYK, który „wydrukowany” został na ploterze STORK z rozdzielczością 2000 dpi (punktów na cal). Wydrukowaną obrazową mapę satelitarną Warszawy w skali 1:25 000 w barwach umownych sprawdzono pod względem kartometrycznym. W rezultacie pomiarów tych samych punktów na mapie obrazowej i na mapach topograficz-

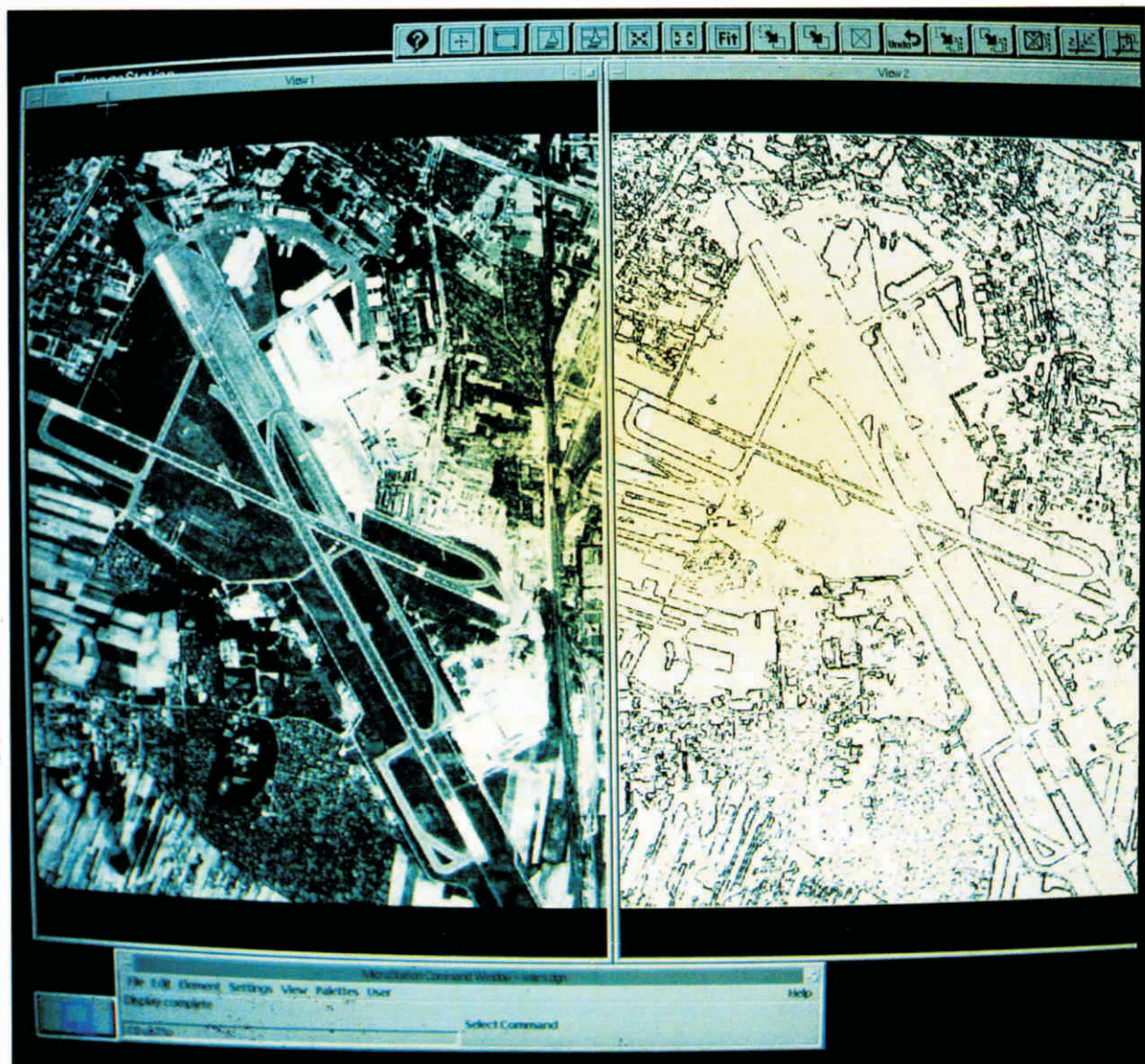
nych w skali 1:25 000 określono błąd średni położenia punktu sytuacyjnego równy:

$$m_x = \pm 6 \text{ m} \quad m_y = \pm 5 \text{ m} \quad m_p = \pm 7,8 \text{ m}$$

Należy zaznaczyć, że współrzędne punktów na mapie topograficznej w skali 1:25 000 zostały przyjęte jako bezbłędne, które, jak wiadomo, charakteryzują się dokładnością rzędu $\pm 0,3 \text{ mm}$ w skali mapy czyli około $\pm 7,5 \text{ m}$ w terenie.

Wycinek pomniejszonej obrazowej mapy satelitarnej Warszawy do skali 1:50 000 zamieszczono na ryc. 1.

Na ryc. 2 pokazano zdjęcie z ekranu monitora: z lewej zobrazowanie KVR-1000 wycinka śródmieścia Warszawy, z prawej mapę obrazową z nałożoną sytuacją zeskanowaną z mapy topograficznej w skali 1:50 000.



Ryc. 4. Fragment obrazu satelitarnego KVR-1000 (z lewej strony) i ten sam obraz po filtracji fourierowskiej z wydobytymi jedynie elementami liniowymi (z prawej strony). Zdjęcie z monitora

Fig. 4. A part of satellite image KVR-1000 (on the left) and the same image after Fast Fourier Transform with enhanced/extract linear features (on the right). Photo from CRT monitor

Na ryc. 3 zamieszczono zdjęcie z ekranu monitora: z lewej wycinek mapy obrazowej (rejon lotniska Okęcie w Warszawie); z prawej mapa obrazowa z nałożoną treścią mapy topograficznej (w kolorze białym). Widoczne są nowopowstałe budynki portu lotniczego oraz przedłużony pas startowy, które powstały po roku 1983.

Na ryc. 4 pokazano obraz KVR-1000 (z lewej) oraz KVR-1000 po przeprowadzonych filtracjach, w tym między innymi fourierowskiej, w celu wydobycia jedynie elementów liniowych, które mogą być przydatne do aktualizacji map topograficznych (obraz z prawej). Aktualizację mapy topograficznej można przeprowadzić cyfrowo bezpośrednio na ekranie monitora przy użyciu bogatego oprogramowania MicroStation Intergraph. Przykład takiego unaczęśnienia cyfrowej mapy topograficznej w skali 1:50 000 pokazano na ryc. 5. Jest to

wycinek mapy obrazowej z nałożoną sytuacją z mapy topograficznej w skali 1:50 000 rejonu osiedla Goław w Warszawie. W kolorze białym pokazana jest sytuacja z mapy topograficznej, w kolorze żółtym pokazano naniesioną sytuację ze zobrażeń satelitarnych, która powstała po roku 1983 (ulice i nowe budynki mieszkalne). Tak zaktualizowaną mapę można wydrukować (jeżeli będzie ona potrzebna użytkownikom). Ale najważniejszą jej zaletą jest to, że istnieje ona w postaci cyfrowej i może być udostępniana na nośnikach magnetycznych (dyskiety, taśmy magnetyczne w tym typu ExaByte, CD-ROM itp.) lub przesyłana za pomocą modemu i łączy telefonicznych. Ale w Polsce będzie to już wiek XXI.



Ryc. 5. Przykład cyfrowej aktualizacji mapy topograficznej w skali 1:50 000 na bazie mapy obrazowej. Kolorem białym pokazano sytuację z mapy topograficznej z roku 1983. Kolor żółty pokazuje ulice i budynki powstałe po roku 1983. Osiedle Goćław. Zdjęcie z monitora

Fig. 5. Example of digitally updated topographic map in scale 1:50 000 on the basis of satellite image map. Topographic features scanned from topomaps actual in 1983 are shown in white colour. In yellow colour new streets and houses in Goćław region are shown. Photo from CRT monitor

Literatura

- Canton J.Ph., 1993: Mass production of space maps using Spot data. *International Symposium ISPRS, ITC Enschede*, April 1993.
- Donnay P. i inni, 1992: *Development Urbain*. Université de Liège, Lab. SURFACES, Liege, Dec.
- Hough H., 1992: Satellite technology improves urban and regional planning. *Earth Observation Magazine*, August, str. 28-30.
- Kaczyński R. i inni, 1991: *Elaboration of Landsat TM for urban study*. Addis Abeba case study, UNDP/Ethiopian Mapping Authority, Addis Abeba, str. 30.

- Russian 2 meter digital satellite imagery available, 1992. *Earth Observation Magazine*, November, str. 10-11.
- Sollner R. i inni, 1993: Contribution by satellite cartography to the provision of basic data for regional and subject planning in Berlin and Brandenburg. *International Symposium ISPRS, ITC Enschede*, April 1993.

Maszynopis złożono w Redakcji: 1994.05.05.