

Michał Teodorowicz

Kraków

WIELKOSKALOWE ZDJĘCIA HELIKOPTEROWE MIASTA KRAKOWA  
I MOŻLIWOSCI ICH WYKORZYSTANIA W PRAKTYCE

Zamierzenia gospodarcze związane z planowaną przebudową "Krakowskiego Węzła Komunikacyjnego" postawiły w r.1968 geodezji zadanie dostarczenia aktualnych map centrum Krakowa /ok.200 ha/ w skali 1:500 w terminie 4 miesięcy. Dotrzymanie tego terminu warunkowało planowy przebieg prac projektowych. Wykonanie tego zadania w tak krótkim terminie z góry wykluczało możliwość zastosowania tradycyjnych, bezpośrednich metod pomiarów ze względu na ich pracochłonność w centrum ruchliwego miast o dużej ilości szczegółów sytuacyjnych. W grę mogły wchodzić jedynie metody fotogrametryczne. Jednak i tu nasunęły się pewne trudności w związku z zadaną skalą mapy. Dotychczas zdjęcia fotogrametryczne stosowane były do skal 1:5 000 do 1:1 000 i to przeważnie do opracowania map terenów rolno-leśnych i osiedli o luźnej zabudowie, gdzie nie występowały szczegóły o małych wymiarach, względnie mogły być one pominięte w treści map.

Skala mapy 1:5 000 predystynuje do tego, by wszystkie szczegóły sytuacyjne łącznie ze stosunkowo drobnymi ale bardzo istotnymi urządzeniami uzbrojenia ulic

zostały przedstawione z obowiązującą dokładnością na mapie. Zdjęcia lotnicze wykonane dla skali mapy 1:1000 powiększone do skali 1:500 nie posiadają tej wartości interpretacyjnej, która dałaby możliwość zadość uczynienia wyżej wymienionym wymogom co do treści, jak i dokładności mapy. Jedynie sześciokrotne powiększenie zdjęcia lotniczego gwarantuje ich właściwe wykorzystanie do wyczerpującego odczytania szczegółów i tym samym ograniczenia ewentualnych, bezpośrednich pomiarów uzupełniających do minimum.

W wypadku skali mapy 1:500, zdjęcia lotnicze powinny być więc wykonane przynajmniej w skali 1:3000.

Wykonanie zdjęć tak dużej skali, przy zastosowaniu posiadanych w kraju kamer oraz statków lotniczych było możliwe jedynie z helikoptera, posiadającego możliwość ograniczenia wysokości i prędkości lotu dożądanego minimum, uzależnionego od cyklu pracy kamery i żądanego pokrycia terenu zdjęciami.

Problem stosowania helikoptera do zdjęć wielkoskalowych był od dawna przedmiotem rozważań Głównego Urzędu Geodezji i Kartografii. Żywiono obawy co do ostrości i czytelności zdjęć wykonywanych przy drganiu konstrukcji śmigłowca; konstruowano urządzenia dodatkowe; wykonywano próby.

W procesie dojrzewiania rozwiązania zagadnienia zapotrzebowanie krakowskie podziało jak katalizator, przyspieszając go znacznie.

W śmigłowcu Mi4 zamontowano kamerę Wild RC-8 / $f=219$  mm, 18x18 cm/ umieszczając ją w pobliżu jego środka ciężkości. Dodatkowe urządzenia miały niwelować niepożądane drgania, jakie mogły się udzielać kamerze. Ponadto podłączono do kamery pompkę podciśnieniową na -

pędzaną silnikiem elektrycznym, którego praca została zsynchronizowana z pracą kamery. Zadaniem tego urządzenia było spłaszczanie filmu w kamerze w momencie ekspozycji, a więc wykonywanie czynności jaką w kamery, przy znacznie większych szybkościach lotu samolotu wykonuje strumień powietrza.

Zdjęcia wykonano w połowie września, przy niewielkim zachmurzeniu, na wysokości lotu ok. 400-500 m. a więc poniżej pułapu chmur, w skali 1:2 700. Plan nalotów przewidywał 60 % pokrycia podłużne zdjęć w szeregach i 30% pokrycie poprzeczne pomiędzy szeregami. Użytkowano więc stereogramy zezwalające na stereometryczne opracowanie mapy na autografach.

Na uwagę zasługuje fakt wykonania nalotów w kierunku północ-południe, w tym wypadku niezgodnym z zasadą wykonywania zdjęć lotniczych, ale podyktowanym zarządzeniem fotografowanego terenu i usytuowaniem głównego elementu zainteresowania, jakim była stacja główna PKP Kraków. Układ osi stacji był bardzo dogodnym elementem orientującym w utrzymywaniu helikoptera w planowanym kierunku lotu, co w dużej mierze przyczyniło się do uzyskania właściwego pokrycia terenu zdjęciami.

Pomimo obaw, zdjęcia uzyskano dobrej jakości i czytelności szczegółów.

Przed dokonaniem nalotu, celem podwyższenia czytelności zdjęć, zasygnalizowano drobne szczegóły sytuacyjne które ze względu na małe rozmiary, względnie małą kontrastowość z otoczeniem mogły być nieczytelne na zdjęciu. Białym lakierem pomalowano widoczne na powierzchni ulic naziemne elementy uzbrojenia przewodów podziemnych, jak np.: zawory i hydranty sieci wodociągowej, skrzynki zaworów sieci gazowej, pokrywy studni

kablowych sieci elektrycznych i inne urządzenia sieci kanalizacyjnej i centralnego ogrzewania. W ten sam sposób zasygnalizowano na stacji kolejowej punkty rozjazdów kolejowych, ukresy, krawężniki peronów itp. Również punkty osnowy geodezyjnej zostały na całym obszarze zdjęcia wyeksponowane. Znaki stosowane do sygnalizacji posiadały wymiary 20x20 cm. Na obszarze ok. 200 ha zaznaczono ogółem ok. 10 tys. punktów. Ilość ta wydawała się zbyt duża, jednak przy odczytywaniu zdjęć ten zabieg okazał się ekonomicznie uzasadniony, ponieważ dzięki niemu pomiary uzupełniające zostały ograniczone jedynie do uchwycenia szczegółów zasłoniętych listowiem drzew i radialnym kładem wysokich budynków. Natomiast na jezdniach i chodnikach ulic, gdzie ze względu na istniejący ruch pojazdów i pieszych pomiary byłyby uciążliwe i tym samym kosztowne, były one prawie zupełnie niepotrzebne, bo wszystkie szczegóły dzięki ich zasygnalizowaniu zostały bez trudności odczytane. Na podstawie uzyskanego doświadczenia można twierdzić, że nie zasygnalizowane kontury szczegółów na tle jezdni i chodników o wymiarach 5x5 cm są na zdjęciu zupełnie nieczytelne, natomiast o wym. 10x10 cm są wprawdzie słabo, ale już czytelne. Przy czym jakość obróbki materiału fotograficznego w zdecydowany sposób warunkuje walory interpretacyjne zdjęcia. Powinny one być optymalnie kontrastowe, nawet jeżeli zostało wykonane przy nieintensywnym naświetleniu słonecznym. Uniezależnienie nalotu przy zastosowaniu helikoptera od bezwzględniego warunku bezchmurnego nieba, posiada jeszcze tą zaletę, że zdjęcia wykonane przy lekkim zachmurzeniu, a więc przy świetle rozproszonym, pozbawione są głębokich cieni, które w mieście o wysokiej zabudowie utrud-

niają odczytanie szczegółów, jakie w obrębie tych cieni w momencie dokonywania zdjęcia się znalazły.

Zaciemnienia na zdjęciach występują jedynie w podwórkach całkowicie obudowanych kilkukondygnacyjnymi budynkami, bez względu na warunki świetlne w jakich wykonane były zdjęcia. One to stwarzają konieczność wykonania bezpośrednich pomiarów szczegółów znajdujących się w tych podwórkach.

Najkorzystniej zostają odtworzone na zdjęciu obrysy dachów budynków i z tego tytułu ich punkty załomu, które można odrzutować na powierzchnię ziemi, używane są jako punkty osnowy pomiarowej. Względem nich sposobem bezpośredniego pomiaru określane są przyzienia budynków, jako zasadniczy element mapy.

Czynności polowe geodety, zmierzające do zebrania dostatecznej ilości informacji służących do sporządzenia mapy sytuacyjnej na podstawie zdjęcia lotniczego ograniczają się do następujących zabiegów:

- wykonanie pomiarów uzupełniających w wyżej wspomnianych wypadkach,

- odczytanie zdjęcia polegającego na zidentyfikowaniu szczegółów odfotografowanych z terenem, stwierdzeniu rodzaju i przeznaczenia tych szczegółów oraz zaznaczeniu ich na powiększeniach zdjęć znakiem konwencjonalnym,

- zidentyfikowanie fotopunktów w terenie w rejonie zaplanowanym na zdjęciu oraz pomiar tych punktów w oparciu o osnowę geodezyjną.

Opracowanie kameralne metodą stereometryczną zostało wykonane na autografach firmy Wild typu AS.

Zdjęcia lotnicze zostały użyte do identyfikowania punktów niwelowanych metodą punktów rozproszonych

w oparciu o sieć niwelacyjną miasta. Duże wymagania dokładnościowe w określeniu rzędnych wysokości technicznego uzbrojenia ulic i urządzeń kolejowych dla celów projektowych były powodem zaniechania stereometrycznego opracowania mapy pod względem wysokościowym.

Rozpatrując jakość otrzymanej mapy pod względem dokładności nadmienia się, że wg założeń dokładność określenia położenia punktów sytuacyjnych na mapie powinien charakteryzować maksymalny błąd graficzny ujęcia punktu na powiększeniach zdjęć lotniczych wynoszący 0,3 mm. W skali 1:500 daje to  $\pm 0,15$  m. W tym błędzie graficznym należy widzieć również i błąd nawiązania ftopunktów do osnowy poligonowej I klasy.

Badania dokładności położenia punktów na mapie na podstawie bezpośredniego pomiaru ich w terenie, przeprowadzone dla ok. 400 punktów wykazały, że średni błąd położenia punktów sytuacyjnych względem punktów osnowy wynosi  $\pm 0,10$  m.

Wobec tego można twierdzić, że pod względem dokładności położenia punktów mapa w skali 1:500 sporządzona omawiają metodą nie ustępuje dokładnościom mapy sporządzonej na podstawie pomiarów bezpośrednich. Góruje nad nią natomiast jednolitością wyżej wymienionych dokładności i większą gwarancją ujęcia wszystkich szczegółów sytuacyjnych.

Na podstawie otrzymanych wyników z zadowoleniem można już stwierdzić, że zdjęcia wykonane z helikoptera na niskich pułapach dały możliwość dalszego rozwoju fotogrametrii w sporządzaniu wielkoskalowych map, tak bardzo pożądaných dla miast. Osiągnięcie to jest tym bardziej istotne, że znacznie zmniejsza czasokres powstawania map i obniża koszt ich produkcji ok. 40 %.

Niezależnie od wykorzystania wielkoskalowych zdjęć lotniczych dla celów geodezyjnych, bardzo chętnie korzystają z nich również urbaniści i projektanci. Po - większe zdjęcia do skali 1:500, lub nawet do 1:250 obserwowano bezpośrednio, lub stereoskopowo dają im większe możliwości wszechstronnej interpretacji szczegółów, aniżeli mapa geodezyjna przedstawiona w formie kreskowej i przy pomocy znaków konwencjonalnych, choć z matematyczną dokładnością rzutu pionowego, ale z ograniczoną możliwością oddziaływania na wyobraźnię.

M. Teodorowicz

LARGE SCALE PHOTOGRAPHS, TAKEN FROM THE HELICOPTERS,  
OF THE TOWN OF KRAKOW AND THE POSSIBILITY OF  
THEIR PRACTICAL USE

Summary

The article contains the results of experience gathered during work on preparing a map for the project of transforming the communication knot in the centre of the town of Kraków, scale 1:500, which was based on photographs taken from a helicopter. The map which was finally obtained is in no way less accurate than maps which are prepared by means of classical methods, it moreover surpasses them in that it is more uniform and guarantees a better grasp of every situational detail. Those photographs, 1:2 500 and 1:1 200 in scale and their enlargements, open up new possibilities in the photointerpretation of all the different problems which arise in a town of half a million inhabitants.