

**Jan Ziobro  
Ireneusz Ewiak**

## **MOZAIKOWANIE ORTOFOTOGRAFII**

### **Streszczenie**

Omówiono zasady i przedstawiono technologię mozaikowania ortofotografii w systemie ImageStation.

### **1. Wstęp**

Mozaikowanie ortofotografii jest czynnością czasochłonną zarówno, pod względem zaangażowania operatora jak i obciążenia komputera i ma ono istotny wpływ na jakość końcowego produktu, którym jest ortofotomapa.

Przyczyną, która nas skłoniła do napisania tego referatu są rozbieżne opinie panujące w środowisku fotogrametrycznym naszego kraju co do metody pozyskiwania ortofotomapy. Nasze doświadczenie w tym zakresie zweryfikowaliśmy podczas wytwarzania ortofotomap dla obiektów:

- Katowice, 56 zdjęć w skali 1:26 000, 48 arkuszy;
- „Miasto-Francja”, 90 zdjęć w skali 1:7 000, 130 arkuszy;
- „Miasto-Niemcy”, zdjęcia w skali 1:15 000, 40 arkuszy.

Powody, dla których należy naszym zdaniem mozaikować ortofotografie, i to w sposób wymagający znacznego nakładu pracy, są dwójakiego rodzaju: pierwszy to czynniki różnicujące barwę lub kontrast i jasność konturu terenowego, znajdującego się w pokryciu sąsiednich ortofotografii; drugi to wymagania stawiane ortofotomapie.

### **2. Analiza problemu**

Czynniki wpływające na obraz szczegółu terenowego można uszeregować ze względu na ich występowanie w kolejnych etapach pozyskiwania i przetwarzania obrazu cyfrowego, i tak:

Podczas nalotu fotogrametrycznego będą to:

- różny kąt odbicia światła od szczegółu terenowego;
- zniekształcenia perspektywiczne;
- różnice w obróbce fotochemicznej, w przypadku zdjęć wykonanych na innych rolkach filmu;

- inna pora dnia, a nawet roku dla różnych nalogów fotogrametrycznych pokrywających obiekt.

W procesie skanowania zdjęć są to zmienne parametry skanowania, które określa się niezależnie dla każdej partii zdjęć, wykonanych na innej rolce filmu lub w innym czasie. Dobór parametrów skanowania ma na celu odwzorowanie nieskończonej liczby tonów, występujących w danej partii zdjęć lotniczych na 256 stopniowej skali, a pośrednio ma on zapewnić dobre warunki dla automatycznego pomiaru współrzędnych. Natomiast problem różnic między poszczególnymi partiami zdjęć tworzących blok jako taki nie jest brany pod uwagę.

W trakcie wytwarzania ortofotografii działanie czynników różnicujących obraz jest nieznaczne, ale można by rozpatrywać wpływ funkcji wygładzających lub wyostrzających obraz.

W mozaikowaniu jest możliwość wprowadzenia zmian jasności do łączonych obrazów, w celu zmniejszenia różnic. Wykorzystuje się do tego narzędzia oddziałujące na cały obraz tak, że nie zapewnia to dokładnego usunięcia różnic dla każdego konturu terenowego.

Podsumowując, należy stwierdzić, że obraz tego samego konturu terenowego na łączonych ortofotografiach będzie się różnił, nawet dla tych otrzymanych z sąsiednich zdjęć w szeregu. Problem rozwiązuje wymaganie, aby linia szwu nie przecinała konturów terenowych a biegła ich granicami, to znaczy, na połączonych ortofotografiach obraz konturu w całości powinien pochodzić z jednego z łączonych obrazów.

Wymagania stawiane ortofotomapie, istotne dla tematu referatu, można zawrzeć w trzech punktach:

1. Ortofotografie należy wytwarzać i mozaikować w sposób, który będzie minimalizował wpływy błędów numerycznego modelu terenu; zniekształceń perspektywicznych oraz spadku jasności zdjęcia ku jego brzegom. Z powyższego wynika, że ortofotomapa powinna być tworzona tylko ze środkowych części zdjęć.
2. Obraz powinien być niezależny od podziału arkuszowego. Daje to użytkownikowi możliwość łączenia poszczególnych fragmentów arkuszy w inne, przy zachowaniu warunku, że styki poprzedniego podziału nie mogą być widoczne. Jest tu analogia do uzgodnienia styków przy opracowywaniu map kreskowych. Innym powodem tego postulatu jest wymagane niekiedy przez zleceniodawcę pracy, dostarczenie ortofotomapy w dwóch krojach i innych rozmiarach piksela.
3. Szew połączenia nie powinien być widoczny na obrazie. Wymaganie to wynika nie tylko z troską o estetykę, ale ma na celu zachowanie czytelności ortofotomapy. Szew przecinający kontur terenowy o znacznej powierzchni wytwarza dodatkowy pozorny kontur.

Z analizy czynników wpływających na obraz i wymagań stawianych ortofotomapie można wyciągnąć ogólne wnioski, co do metody pozyskiwania obrazu. Należy więc:

- wytwarzać ortofotografie tylko ze środkowych części zdjęć lotniczych;
- szwy prowadzić wzdłuż linii, które są granicami konturów terenowych;
- mozaikować ze sobą wszystkie ortofotografie, aby z tak otrzymanej jednej ortofotografii dla całego obiektu wycinać arkusze.

Wszystkie te postulaty zostały spełnione w opracowanej w IGIK technologii, przy czym trzeci z nich, nie dałby się zrealizować bezpośrednio ze względu na czas wykonania oraz wielkość zbiorów dyskowych. Poniżej opisujemy sposób postępowania, który pozwala zrealizować ideę połączenia ze sobą wszystkich ortofotografii, nie jednocześnie, ale etapami, i tak, że styki wszystkich wyciętych arkuszy są zgodne.

### 3. Technologia opracowana w IGIK

Sposób ten jest oparty o szczegółowy projekt przetwarzania, mozaikowania i wycinania. Jest on tworzony jako kartometryczny zbiór danych wektorowych w systemie MicroStation i zawiera:

- zasięgi i numery zdjęć lotniczych, które są uzyskiwane na podstawie wyników aerotriangulacji i są kartowane za pomocą jednego z programów modułu Photo-T;
- zasięgi arkuszy wraz z ich nazwami, które są kartowane na podstawie współrzędnych narożników;
- linie szwów, które są kreślone przez operatora.

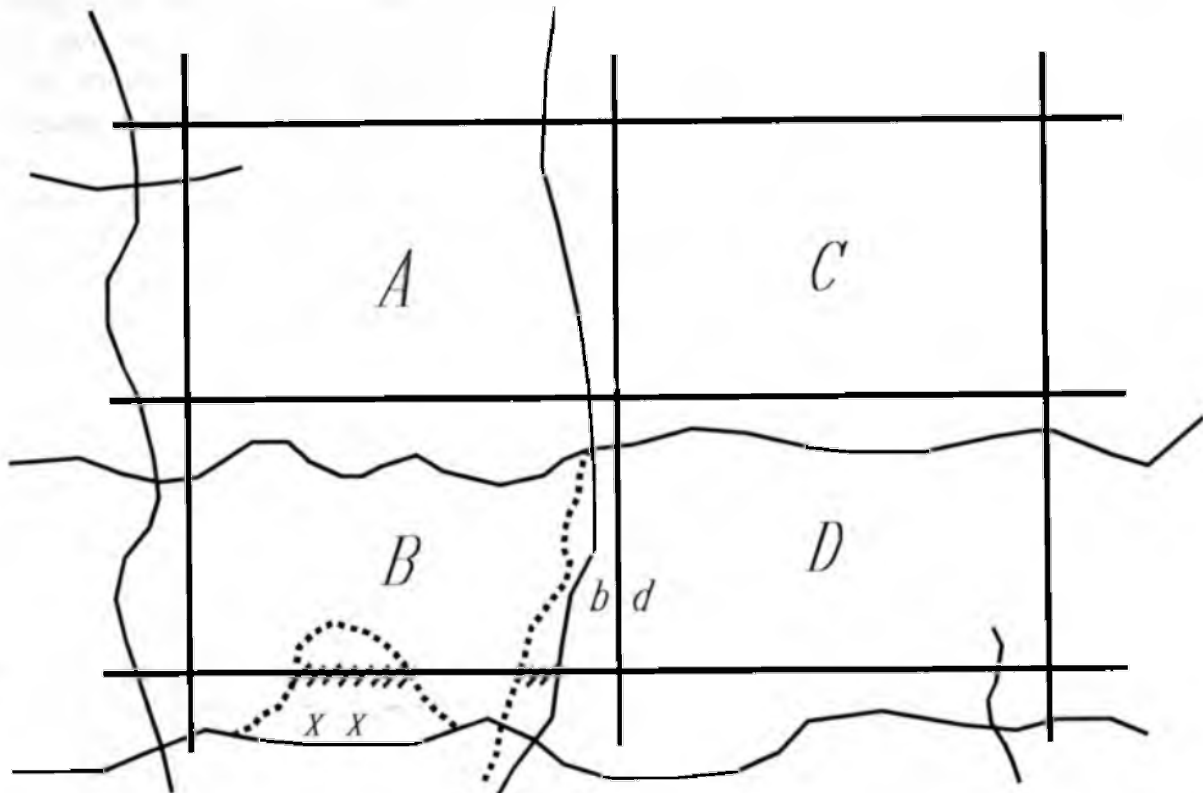
Projekt pozwala na osiągnięcie następujących szczegółowych celów:

- określenie zasięgów wytwarzanych ortofotografii, tak aby był przetwarzany tylko niezbędny obraz, zarówno dla tych otrzymywanych ortoresamplingiem, jak i tych otrzymywanych z kolejnych mozaikowań; dla tego celu na projekt jest wkartowywana siatka współrzędnych;
- planowanie przebiegu linii szwu, który powinien spełniać następujące warunki:
  1. biec po granicach konturów terenowych,
  2. biec środkiem pokrycia podłużnego lub poprzecznego;
  3. nie powinien przecinać wskazanych ramek;
  4. odcinki szwów, które stanowią w przybliżeniu boki prostokąta ograniczającego środkową część zdjęcia, raz wykreślone nie powinny ulegać zmianom;
- łatwe określanie współrzędnych obrazowych narożnika arkusza, w celu wycięcia go;
- podział pracy na dwa lub więcej komputerów.

Warunki 3 i 4 wynikają z założeń opisywanego sposobu i objaśniamy je poniżej. Dają one możliwość sukcesywnego wytwarzania, mozaikowania oraz wycinania, przy zachowaniu zgodności styków obrazu wszystkich arkuszy ortofotomapy obiektu i możliwie najmniejszej liczbie łączonych z sobą obrazów.

Na rys. 1 przedstawiamy typowy przebieg linii szwów względem ramek mapy w skali 1:5 000, w układzie „65”, dla obiektów opracowywanych ze zdjęć w skali 1:26 000, wykonanych w ramach projektu Phare.

Przedstawiony jest stan, gdy bieżąco opracowywanym arkuszem jest lewy-dolny, a arkusze po jego lewej stronie i poniżej (nie zostały pokazane na rysunku) już opracowano. Połączona para ortofotografii AB była już utworzona dla arkusza po lewej stronie bieżącego. Ortofotografie C i D zmozaikowano z sobą, a następnie CD z AB. Przy przebiegu linii szwów, tak jak to jest na rysunku, wycinany arkusz będzie pochodził tylko ze zmozaikowanych ortofotografii A,B,C i D. Na dysku komputera muszą się znajdować tylko zbiory z ortofotografiami A+B, C oraz D.



Rys. 1.

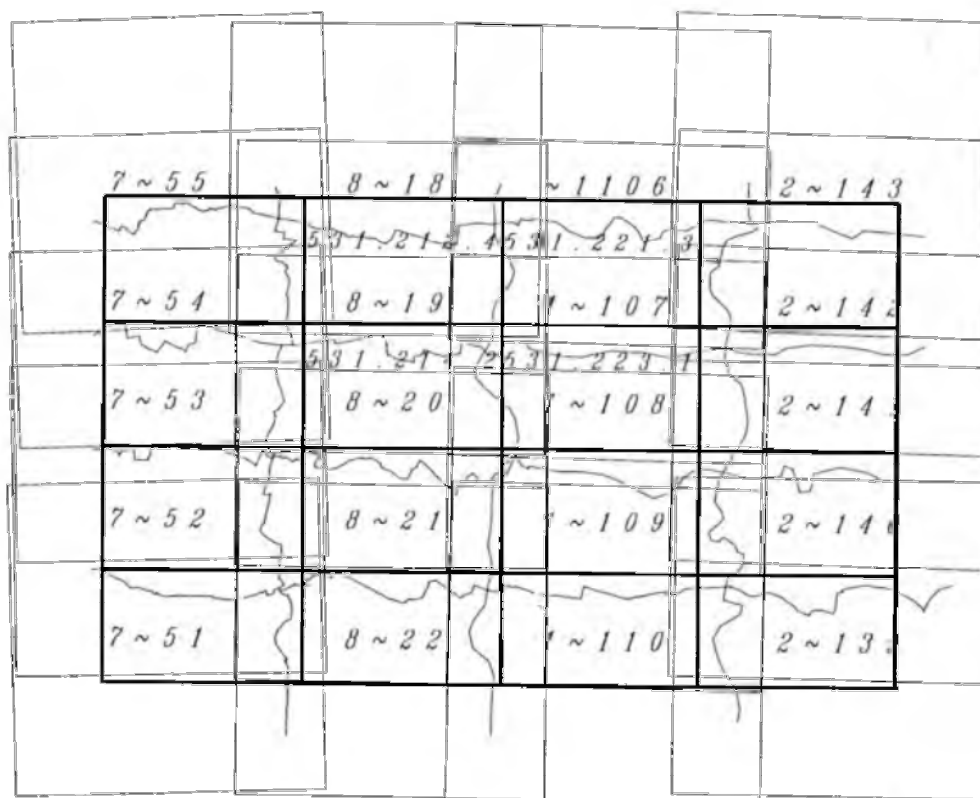
Warunek 3 - nie przecinania wskazanych ramek - można zilustrować następująco. Gdyby linia szwu poniżej bieżącego arkusza, oznaczona xx, miała przebieg pokazany linią przerywaną, obraz na styku bieżącego i dolnego pochodziłby z różnych niemozaikowanych ortofotografii, i powodowałby niezgodność styków (zakreskowany odcinek). Można tego uniknąć prowadząc linię szwu tak aby nie przecinała ramki (linia ciągła na rysunku), a gdy jest to niemożliwe należy zmozaikować 6 ortofotografii.

Warunek 4, mówiący że linia szwu w obszarze już wyciętych arkuszy nie powinna ulec zmianie w trakcie opracowania następných, jest również zilustrowany na rys. 1. Zmiana lini szwu bd (linia przerywana) już po wycięciu arkusza poniżej bieżącego, spowoduje niezgodność obrazu na stykach (zakreskowany odcinek). Obawa przed takim zdarzeniem jest uzasadniona, gdyż linie powstają sukcesywnie, są ze względów technicznych przerywane oraz niekiedy trudno przewidzieć ich dalszy przebieg, gdyż wymagałoby to wyświetlenia na ekranie kolejnego obrazu. Sytuacji takich można uniknąć starannie planując przebieg linii, szczególnie w obszarach wielokrotnego pokrycia obrazami.

Na rys. 2 przedstawiono fragment projektu wykonanego dla obiektu „Katowice”. W ramach tego projektu wytworzono 48 arkuszy 1:5 000 w układzie „65” z 56 zdjęć w skali 1:26 000. Ortofotografie były mozaikowane parami w szeregu, a następnie pary z sąsiednich szeregów były łączone z sobą. Dla opracowania każdego z bocznych arkuszy obiektu wymagane było połączenie czterech ortofotografii,

a dla jednoczesnego opracowania pary środkowych potrzebne było zmozaikowanie również czterech. Stosunek wymiarów arkusza ortofotomapy do wymiarów środkowej części zdjęcia na obiekcie Katowice był korzystny, gdyż wynosił około 1: 1, jak również korzystna była wzajemna orientacja ramek i osi szeregów. Jednak stosunek tych rozmiarów nie wynosił dokładnie 1:1, co spowodowało że dla opracowania 4 arkuszy połączono po 6 ortofotografii.

Rozmiar arkusza i rozmiar środkowej części zdjęcia są wielkościami szczególnymi dla opracowywanego obiektu. Jednak opisany sposób projektowania obowiązuje i dla innych obiektów. Dla projektu „Miasto-Francja” długość bazy fotografowania odpowiadała 1,5 szerokości arkusza, tak że z obrazu połączonych 4 ortofotografii wycinano jeden lub dwa arkusze.



Rys. 2

Należy stwierdzić, że możliwe jest ściśle spełnienie wcześniej wymienionych warunków poza jednym, mówiącym o tym, że mogą być wykorzystywane tylko obrazy środkowych części zdjęć. Trudność ta wynikać może z:

- wielkości konturów terenowych przy dużych skalach zdjęć lotniczych;
- stosunku wielkości arkusza do rozmiarów środkowej części zdjęcia oraz ich wzajemnej orientacji;
- w przypadku zdjęć Phare 1:26 000 (kopie diapozytywowe), dużego spadku jasności na brzegach oraz różnej barwy konturów.

W przypadkach niekorzystnych należy brać pod uwagę możliwość tworzenia ułamkowych arkuszy, które byłyby później łączone w całość.

#### 4. Podsumowanie

Uważamy, że opisany sposób, opracowany i stosowany w IGIK, spełnia spotykane w warunkach technicznych przetargów wymaganie, że „ortofotografie należy mozaikować tak dobrze jak to tylko możliwe”. Sądzymy, że zdjęcia celowane są podstawą do zmniejszenia nakładu pracy, jednak poprawny obraz ortofotomapy obiektu można uzyskać tylko na drodze starannego mozaikowania.

Autorzy

dr inż. Jan Ziobro

mgr inż. Ireneusz Ewiak

Instytut Geodezji i Kartografii

00-950 Warszawa, ul. Jasna 2/4

tel. (0-22) 828 02 69 w. 123

fax (0-22) 827 03 28

e-mail: ziobro@igik.edu.pl

rene@igik.edu.pl

Recenzował dr Zygmunt Paszotta