

Ireneusz Ewiak

## NIEKTÓRE ASPEKTY SKANOWANIA ZDJEĆ LOTNICZYCH ZA POMOCĄ SKANERA PS1-ZEISS

### Wstęp

Przedstawiono niektóre aspekty dotyczące techniki skanowania zdjęć lotniczych na skanerze PS1-Zeiss.

Owa technika to nie tylko sama obsługa skanera, związana z doбором odpowiednich parametrów skanowania, ale również prace przygotowawcze poprzedzające proces skanowania.

Umiejętność oceny jakości zeskanowanego obrazu jest dopełnieniem tej techniki.

Artykuł ten nie jest przepisem na skanowanie, lecz powinien zwrócić szczególną uwagę na te zagadnienia, które w procesie skanowania spełniają kluczową rolę.

### 1. Dane techniczne skanera PS1-ZEISS

Skaner PS1-Zeiss jest częścią składową systemu PhotoScan (PS1) Photo Digitizing System<sup>TM</sup>, charakteryzującego się wysoką rozdzielczością, wysoką precyzją radiometryczną i geometryczną, który zamienia informację fotograficzną pochodzącą z czarno-białych lub barwnych negatywów lub diapozytywów na obraz tonowy w postaci rastra.

System ten powstał przy udziale firm Intergraph oraz Carl Zeiss-Niemcy.

Skaner ten charakteryzują następujące dane techniczne:

- model IS 6745;
- rozdzielczość geometryczna  $1\mu\text{m}$ ;
- precyzja geometryczna  $< 2\mu\text{m}$  wzdłuż osi głównych skanera;
- szerokość pasa skanowania  $15.36\text{mm}$ ;
- detektor liniowy CCD-2048 pikseli;
- format diapozytywów lub negatywów  $26 \times 26\text{ cm}$ ;
- oświetlenie dyfuzyjne lampą halogenową  $250\text{W}$ ;
- apertura (piksel) skanowania  $7.5, 15, 22.5, 30, 60, 120\mu\text{m}$ ;
- rotacja skanowania  $\pm 10$  grad.;
- filtry barwne R, G, B oraz filtr przezroczysty.

## 2. Warunki zewnętrzne pracy skanera

Skaner PS1-Zeiss jest wysoce precyzyjnym urządzeniem wymagającym określonych warunków pracy. Pomieszczenie w którym umieszczony jest skaner powinno posiadać trwale i stabilne podłoże doskanale utrzymujące ciężar skanera. Konstrukcja skanera pozwala wyeliminować do pewnego stopnia wibracje pomiędzy podłogą a obudową skanera.

Jednakże pracujące z wysoką precyzją urządzenia optyczno-mechaniczne wymagają zachowania tak niskiego poziomu drgań podłoża jaki w danych warunkach jest możliwy do osiągnięcia.

Do osiągnięcia wymaganych dokładności skanera konieczne jest również zapewnienie w pomieszczeniu stałości temperatury w granicach 1 stopnia Celsjusza. Dlatego też zaleca się stosowanie w tych pomieszczeniach urządzeń klimatyzacyjnych. Skaner pracuje w zakresie temperatur od 15-25 stopni Celsjusza. Ustalając temperaturę roboczą należy pamiętać, iż nie może ona się zmieniać na kilka godzin przed kalibracją skanera oraz po kalibracji, aż do zakończenia skanowania.

Wilgotność w pomieszczeniu skanowania powinna mieścić się w zakresie 30%-80%.

W zależności od typu skanowanego zdjęcia oraz od wpływu wilgotności na geometrię fotograficznego filmu zakres ten może być mniejszy.

W celu uniknięcia gromadzenia się ładunków elektrycznych na powierzchni podłogi oraz powierzchni wyposażenia meblowego, powodujących szkodliwe dla pracy urządzeń elektronicznych skanera wyładowania elektryczne, należy pokrywać je antystatycznymi materiałami.

Zasilanie skanera z sieci powinno być zrealizowane poprzez oddzielne gniazdo elektryczne przyłączone do systemu stabilizującego UPS.

Pozostałe urządzenia elektryczne, będące na wyposażeniu tego samego pomieszczenia w którym znajduje się skaner, a w szczególności urządzenia emitujące fale radiowe, powinny być przyłączone do innego gniazda.

Do takich urządzeń możemy zaliczyć urządzenia klimatyzacyjne, komputery, plotery oraz lampy fluorescencyjne ze względu na silną emisję promieniowania.

Ze względu na bezpieczeństwo pracy oraz bezpieczeństwo urządzeń wewnętrznych skanera należy bezwzględnie dokładnie uziemić jego elementy metalowe.

Jednakowe warunki pracy przy skanowaniu serii zdjęć lotniczych zapewniają powtarzalność błędów jakie wprowadzają układy optyczno-elektroniczne skanera oraz same zdjęcia.

Zachowanie prawidłowych warunków pracy skanera pozwala na wydłużenie okresu ważności jego kalibracji do jednego roku. W takich warunkach skaner powinien spełniać następujące kryteria:

- przy minimalnej aperturze skanowania (tj.  $7.5\mu\text{m}$ ) dokładność położenia piksela w dowolnym miejscu na obrazie nie powinna przekraczać  $5\mu\text{m}$ ;
- radiometryczna precyzja powinna charakteryzować się błędem średnim na poziomie nie większym niż 5 stopni szarości, wyłączając szумы wprowadzane przez emulsję fotograficzną.

### 3. Zdjęcia lotnicze dla potrzeb skanowania

Zdjęcia lotnicze powinny znajdować się w pomieszczeniu, w którym panują takie same warunki zewnętrzne jak dla skanera na długo przed rozpoczęciem skanowania.

Najczęściej spotykane formaty zdjęć lotniczych to 18x18 cm oraz 23x23 cm o podłożu poliestrowym zapewniającym dobrą ich kartometryczność. Podłoże poliestrowe zastąpiło używane do niedawna grubsze podłoże trójoctanowe. Jednak zbyt cienkie podłoże sprawia, iż zdjęcie zwija się w rulon, sprawiając poważne utrudnienie dla operatora, którego zadaniem jest precyzyjne umieszczenie go na nośniku.

Ponieważ wraz ze wzrostem wysokości fotografowania maleją kontrasty między poszczególnymi elementami terenu, materiał fotograficzny powinien mieć przypisany właściwy współczynnik kontrastowości.

Znajomość wartości tego współczynnika jest wymagana w procesie skanowania.

Na powierzchni ziemi lub nieznacznie nad nią dostrzegane kontrasty są rzędu 1:100, 1:50 lub 1:30 w zależności od pory roku, stanu pogody i rodzaju krajobrazu. Dla właściwego ich oddania materiał powinien charakteryzować się współczynnikiem  $\gamma=0.65\pm 0.8$ .

Na wysokości około 1000m kontrasty te maleją od 1:10 do 1:5, a do prawidłowego ich oddania będzie potrzebny materiał fotograficzny o  $\gamma=0.9$ . Dla większych wysokości, wraz z dalszym spadkiem kontrastów potrzebny będzie materiał o  $\gamma=1.3\pm 1.8$  by oddać nieznaczne różnice między cieniami i światłami krajobrazu.

Wszystkie zdjęcia wykonane w tej samej serii (tj. tego samego dnia i na tej samej rolce filmu) powinny być sprawdzone pod względem metrycznym i fotograficznym. Wszelkie różnice dostrzegane pomiędzy zdjęciami tej samej serii, w znaczny sposób opóźniają proces skanowania ze względu na konieczność doboru parametrów skanowania oddzielnie dla każdego z nich.

O wartości zdjęcia pod względem fotograficznym decyduje łatwa jego czytelność, brak ziarnistości oraz nieznaczne zadymienie ogólne  $D_0$ . Istotne znaczenie dla dobrej czytelności ma rozpiętość gęstości optycznej między miejscami najjaśniejszymi  $D_{nj}$  i najciemniejszymi  $D_{nc}$  na całym zdjęciu, oraz kontrast na granicy poszczególnych pól jasnych i ciemnych.

Bardzo dobre negatywy powinny spełniać następujące warunki:

- gęstość optyczna zadymienia  $D_0 < 0.2D$ ;
- gęstość optyczna miejsc najjaśniejszych  $D_{nj} = D_0 + 0.2 \pm 0.7$ ;
- gęstość optyczna miejsc najciemniejszych  $1.2D < D_{nc} < 1.6$ ;
- kontrast fotograficzny na granicy pól jasnych i ciemnych  $\Delta D = 0.1 \pm 0.9$ .

Negatywy posiadające następujące cechy:

- gęstość optyczna zadymienia  $D_0 > 0.4D$ ;
  - gęstość optyczna miejsc najjaśniejszych  $D_0 + 0.8 < D_{nj} < D_0 + 0.1$ ;
  - gęstość optyczna miejsc najciemniejszych  $2.2 < D_{nc} < 0.8$ ;
  - kontrast fotograficzny na granicy pól jasnych i ciemnych  $1.9 < \Delta D < 0.5$ ;
- z punktu widzenia skanowania powinny być odrzucone.

W oparciu o bardzo dobre zdjęcia fotograficzne (wzorce) wykonuje się szereg testów do kalibracji skanera pozwalających na określenie wzorcowych współczynników skanowania.

Znaczne odstępstwa od tych współczynników w procesie skanowania świadczą o gorszej jakości negatywów lub diapozytywów i mogą je eliminować z procesu technologicznego.

W pewnym jednak stopniu skaner jest w stanie wyeliminować złą jakość zdjęcia lotniczego, tak aby otrzymać prawidłowy rastrowy obraz.

## 4. Skanowanie

### 4.1. Przygotowanie zdjęcia lotniczego do skanowania

Przed umieszczeniem na nośniku zdjęcie powinno być dokładnie oczyszczone przy pomocy materiału antystatycznego z kurzu i wszelkiego rodzaju zabrudzeń.

Porysowane zdjęcie z punktu widzenia jakości produktu nie nadaje się do skanowania.

Czyszczenie szklanych powierzchni nośnika skanera należy wykonywać wykorzystując do tego celu specjalne antystatyczne płyny. Zaleca się również maskowanie nie zajętej przez zdjęcie części nośnika skanera ze względu na refleksy świetlne fałszujące jakość obrazu. Maskowanie takie ma sens jedynie wtedy, gdy seria zdjęć ma jednakowe wymiary pozaramkowe.

Zdjęcie umieszcza się na nośniku skanera emulsją do układu optycznego w jego centralnej części.

Jeżeli na tak umieszczonym zdjęciu obraz jest odwrócony, to mówimy, iż jest ono prawidłowo czytelne (ang: *right-reading*), jeśli zaś obraz jest poprawny, to mówimy, że zdjęcie jest nieprawidłowo czytelne (ang: *wrong-reading*).

### 4.2. Apertura skanowania

Apertura skanowania określa stopień podziału obrazu na piksele, a tym samym decyduje o jego rozdzielczości.

Aby zachować informacje odfotografowane na zdjęciach lotniczych, charakteryzujących się zdolnością rozdzielczą ( $R$ ) wyrażoną w liniach/mm, należy skanować pikselem (aperturą) obliczoną według wzoru [Tinder, 1987]:

$$\text{Piksel[mm]} = 0.7/2R$$

Zdolność rozdzielcza czarno-białych zdjęć lotniczych wykonanych współczesnymi kamerami jest zawarta w przedziale 40+60 linii/mm.

Aby ją zachować zdjęcia należałoby skanować z aperturą nie przekraczającą  $10\mu\text{m}$ .

Jednakże wielkość apertury skanowania ma decydujący wpływ na wielkość pliku oraz czas skanowania. Pokazuje to tabela 1. w odniesieniu do czarno-białych i kolorowych diapozytywów o wymiarach 23x23cm zeskanowanych w formacie JPEG compressed ze współczynnikiem kompresji  $Q=25$ .

Tabela 1.

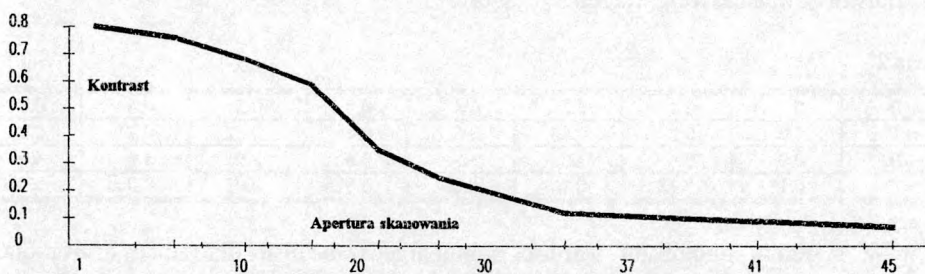
Apertura skanowania [ $\mu\text{m}$ ]	Color filter (R, G, B)		Clear filter (B & W)	
	Czas skanowania [min,sek]	Wielkość zbioru [MB]	Czas skanowania [min,sek]	Wielkość zbioru [MB]
7.5	105,35	531,102912	35,23	201,897216
15.0	35,14	147,577164	10,37	62,115592
22.5	33,28	66,421924	10,27	29,564372
30.0	21,20	38,353168	6,45	17,428700
60.0	12,37	10,392424	3,56	4,918680
120.0	11,27	3,396700	3,51	1,620744

Mała apertura skanowania powoduje wzrost stosunku sygnału do szumu w zeskanowanym obrazie.

Analizując funkcję przenoszenia kontrastu obrazu (MTF) przy skanowaniu zdjęć lotniczych (rys. 1) obserwujemy wyraźny spadek jej wartości dla apertury skanowania  $25\mu\text{m}$ , by stwierdzić, że dla apertury  $50\mu\text{m}$  wartość ta jest bliska zeru.

Z powyższych rozważań wynika, że dla zdjęć czarno-białych wykonanych nowoczesnymi kamerami na wysokorozdzielczych filmach należy stosować apertury skanowania  $15\mu\text{m}$ ,  $22.5\mu\text{m}$ , zaś dla zdjęć barwnych apertury  $22.5\mu\text{m}$ ,  $30\mu\text{m}$ .

Aperturę skanowania  $7.5\mu\text{m}$  wykorzystuje się głównie do celów pomiarowych przy skanowaniu znaczków tłowych (orientacja wewnętrzna, alignment). Aperturą  $60\mu\text{m}$  lub  $120\mu\text{m}$  skanuje się zdjęcia dla uzyskania obrazów kontrolnych (ang. *overview*) oraz do celów dokumentacyjnych.



Rys. 1: Funkcja przenoszenia modulacji

#### 4.3. Parametry transmisji zdjęcia lotniczego

Wynik skanowania jest funkcją współczynnika przepuszczalności  $T$  (transmisji własnej filmu), który wskazuje jaka część wiązki pierwotnej została przepuszczona przez zdjęcie, oraz współczynnika korekcji  $\gamma$  odpowiedzialnego za odtworzenie oryginalnych warunków naświetlania filmu podczas skanowania (odpowiednik współczynnika kontrastowości  $\gamma$ ).

Ustalenie wartości  $\gamma_c$  jest zadaniem priorytetowym w stosunku do określenia wartości transmisji własnej zdjęcia  $T_{max}$ ,  $T_{min}$ . Współczynnik  $\gamma_c$  jest definiowany jako kąt nachylenia krzywej liczonej dla danego filmu ze wzoru:

$$\gamma_c = D - \lg E$$

gdzie:  $D$  – gęstość optyczna filmu;  
 $E$  – naświetlenie filmu.

Współczynnik ten reguluje czułość systemu skanującego według wartości poziomów szarości występujących na skanowanym zdjęciu i jest stosowany w dwóch przypadkach:

- jeżeli do korekcji systemu skanującego używany znanej jego wartości dla konkretnego filmu
- jeśli wartość tego współczynnika wyznaczamy dynamicznie przez takie zmiany w zeskanowanym obrazie, aby pozwalał on rozróżniać szczegóły zarówno w bardzo jasnych miejscach jak i w cieniach oraz sprawiał miłe wrażenie dla oka.

Współczynnik  $\gamma_c$  wydatnie wpływa na rozjaśnienie obrazu w zakresie tonów średnich. Dla współcześnie stosowanych zdjęć standardy europejskie przyjmują wartość  $\gamma_c = 2.0$ .

Pomiędzy transmisją własną filmu  $T$  a gęstością optyczną  $D$  istnieje ścisła zależność:

$$D = \lg (1/T)$$

Tabela 2. zawiera odpowiadające sobie wielkości liczbowe gęstości optycznej oraz transmisji własnej filmu (przepuszczenia)

Tabela 2.

<b>D</b>	<b>0</b>	<b>0.1</b>	<b>0.2</b>	<b>0.3</b>	<b>0.4</b>	<b>0.5</b>	<b>0.6</b>	<b>0.7</b>
<b>T</b>	1.0	0.8	0.63	0.5	0.4	0.32	0.25	0.2
<b>D</b>	<b>0.8</b>	<b>0.9</b>	<b>1.0</b>	<b>1.3</b>	<b>1.6</b>	<b>2.0</b>	<b>3.0</b>	<b>4.0</b>
<b>T</b>	0.13	0.13	0.1	0.05	0.025	0.01	0.001	0.0001

W systemie PhotoScan wartości nominalne transmisji dla zdjęć czarno-białych wynoszą  $T_{max} = 0.63$  (diapozytyw) oraz  $T_{min} = 0.01$  (diapozytyw), zaś dla zdjęć barwnych odpowiednio  $T_{max} = 0.8$ ,  $T_{min} = 0.05$ .

Oznacza to, że skaner powinien przenosić wiernie cały zakres gęstości optycznej zarejestrowanej na filmie w przedziale  $0.1 \div 2.0D$  dla zdjęć czarno-białych oraz w przedziale  $0.1 \div 3.5D$  dla zdjęć barwnych. Wraz z informacją o gęstości optycznej skaner przenosi także szumy własne emulsji fotograficznej, których wartości należy uwzględnić przy ustalaniu wartości  $T_{max}$ ,  $T_{min}$ .

Wartości tych szumów dla wybranej gęstości optycznej i apertury skanowania przedstawia tabela 3.

Tabela 3.

	Gęstość optyczna D				Apertura skanowania
	0.4	0.5	0.6	0.7	
Wielkości szarów w wartościach D	0.058	0.060	0.070	0.080	7.5µm
	0.024	0.026	0.029	0.029	15.0µm
	0.013	0.015	0.018	0.019	30.0µm

W przypadku skanowania diapozytywów do precyzyjnego wyznaczania  $T_{max}$  może posłużyć wzór:

$$T_{max (new)} = \left( \frac{T_{max} - T_{min}}{255} \right) h_{max} + T_{min}$$

zaś do precyzyjnego wyznaczania  $T_{min}$  wzór:

$$T_{min (new)} = \left( \frac{T_{max} - T_{min}}{255} \right) h_{min} + T_{min}$$

gdzie:

$T_{max}$ ,  $T_{min}$  – wartości transmisji biorące udział w skanowaniu wstępnym;

$h_{max}$ ,  $h_{min}$  – maksymalny i minimalny poziom szarości odczytany z histogramu.

Transmisja  $T_{min}$  powinna być zawsze większa niż  $T_{max}/250$ , lecz nie mniejsza niż 0.005. Użycie ekstremalnie małej wartości  $T_{min}$  wymaga zakłócenia i szumy zeskanowanego obrazu nie dostarczając o nim żadnych przydatnych informacji.

Aby uzyskać prawidłowy obraz większość kopii diapozytywowych wykonanych w ostatnich latach w kraju wymaga użycia  $T_{max} < 0.1$  oraz  $T_{min} < 0.005$  dla  $\gamma_c = 2.0$  i nie powinny być sklasyfikowane jako materiały do skanowania.

#### 4.4. Obraz kontrolny (*overview*)

Chcąc zlokalizować położenie filmu na nośniku skanera oraz szybko znaleźć wybrane jego fragmenty, np. punkty kontrolne, warto posłużyć się obrazem kontrolnym (ang. *overview*).

Obraz kontrolny może być zapisany w zbiorze obrazowym tylko dla określonych formatów tego zbioru, o których mowa w dalszej części tego artykułu.

Overview odgrywa bardzo ważną rolę w automatyzacji procesów na etapie tworzenia ortofotomapy (orientacja zdjęcia, resampling) znacznie je przyspieszając.

W systemie PhotoScan możemy tworzyć obraz kontrolny w trzech różnych typach:

- Screen Sized – zawierający do 4 m pikseli w zależności od apertury skanowania oraz rozmiarów bloków strukturalnych w zbiorze obrazowym (*Tile Dimension*);
- 2x – którego wymiary w kierunku osi x jak i w kierunku osi y są dwukrotnie zmniejszone w stosunku do właściwego obrazu;
- Full Set – zawiera pełną liczbę możliwych obrazów kontrolnych, z których wymiary każdego stanowią połowę wymiarów poprzedniego obrazu kontrolnego.

W tabeli 4 przedstawiono wpływ typu obrazu kontrolnego na czas skanowania i wielkość zbioru obrazowego w formacie INGR Type65 dla dostępnych apertur w przypadku skanowania zdjęć czarno-białych.

Tabela 4.

Apertura skanowania [μm]	Full Set of Overviews		Screen Sized of Overviews	
	Czas skanowania [min,sek]	Wielkość zbioru [MB]	Czas skanowania [min,sek]	Wielkość zbioru [MB]
7.5	39,0	512,000000	35,19	512,000000
15.0	17,10	314,632400	10,35	236,900480
22.5	14,13	139,833808	10,31	105,292400
30.0	9,22	78,659472	6,41	59,920880
60.0	4,56	19,665632	3,53	15,675984
120.0	4,06	4,919888	3,50	4,617300

#### 4.5. Format zeskanowanego obrazu.

System PhotoScan pozwala zapisać na dysku zbiory w pięciu formatach;

- INGR Type65;
- JPEG compressed;
- Raw Ordered Tiled;
- TIFF Tiled;
- Super Tiles,

z których najpopularniejszymi są INGR Type65 oraz JPEG compressed.

Format INGR Type 65 opisuje zbiory nieskompresowane i podzielone w sposób nieuporządkowany na bloki strukturalne. Rozmiar każdego z tych bloków jest ściśle uzależniony od apertury skanowania i jest określony przez jednakową liczbę pikseli w długości i szerokości obrazu. W systemie PhotoScan posługujemy się sześcioma rozmiarami bloków strukturalnych: 32, 64, 128, 256, 512, 1024, z których podstawowym jest blok 128.

Format JPEG compressed różni się od formatu INGR Type65 jedynie tym, że bloki strukturalne na które został podzielony zbiór obrazowy są dodatkowo skompresowane.

Kompresja obrazów cyfrowych metodą JPEG podnosi wydajność technologii ze względu na ograniczenie wielkości przetwarzanych zbiorów obrazowych.

Wpływ kompresji na wielkość pliku obrazowego dla różnych apertur skanowania zdjęć czarno-białych przy kreowaniu obrazu kontrolnego typu Screen Sized przedstawia tabela 5.



Tabela 5.

Apertura Skanowania [μm]	INGR Type 65		JPEG compressed (Q=25)	
	Czas skanowania [min,sek]	Wielkość zbioru [MB]	Czas skanowania [min,sek]	Wielkość zbioru [MB]
7.5	35,19	512,000000	35,23	201,897216
15.0	10,35	236,900480	10,37	62,115592
22.5	10,31	105,292400	10,27	29,564372
30.0	6,41	59,920880	6,45	17,428700
60.0	3,53	15,675984	3,56	4,918680
120.0	3,50	4,617360	3,51	1,620744

Charakterystyczną cechą JPEG jest stratność powodująca degradację obrazu, która jest tym większa im większy stopień kompresji chcemy uzyskać, oraz kumulowanie się degradacji w przypadku powtórnej kompresji obrazu. W cyfrowych pomiarach fotogrametrycznych wykorzystuje się stopień kompresji w zakresie 1:3÷1:10.

Stopień kompresji określa współczynnik kompresji Q (współczynnik skalowania macierzy kwantyzacji) wyrażony jako stosunek wielkości pliku obrazowego skompresowanego do wielkości pliku bez kompresji lub jako odwrotność tego stosunku [Kern, Carswell, 1996].

Dla zdjęć czarno-białych optymalna wartość Q=20, zaś dla zdjęć barwnych Q=25.

#### 4.5. Ocena jakości zeskanowanego obrazu

Wynik skanowania powinien spełniać określone kryteria dotyczące geometrii i radiometrii obrazu.

Wymogi dotyczące geometrii obrazu:

- zeskanowany obraz musi charakteryzować się precyzją zgodną z precyzją skanera;
- zeskanowany obraz musi być wolny od dystorsji;
- maksymalna odchyłka przy wykonaniu orientacji wewnętrznej na pojedynczym znaczków tłowym nie może przekraczać 15μm (transformacja afiniczna).

Wymogi dotyczące radiometrii obrazu:

- obraz nie może zawierać smug, plam i kurzu;
- obraz musi być ostry, co oznacza, że dla znaczków tłowych maksymalna i minimalna gęstość optyczna jest reprezentowana tylko przez dwie wartości pikseli;
- dowolny fragment obrazu musi być kontrastowy;
- wyłączając czarne krawędzie obrazu (diapozytyw) musi być on reprezentowany przez więcej niż 75% poziomów szarości (0-255);
- obraz może być pozbawiony dowolnego poziomu szarości w zakresie do 5% pikseli, które go opisują;
- nie więcej niż 5 pikseli/10000 może być opisana stopniem szarości 0 lub 255 – piksel o tym stopniu szarości może wystąpić w obrazie jedynie przypadkowo.

## 5. Wnioski

Z punktu widzenia technologii skanowanie jest najważniejszym procesem na etapie pozyskiwania danych cyfrowych.

Wynik skanowania, który wpływa na jakość pozostałych produktów fotogrametrii cyfrowej zależy od wielu czynników związanych bezpośrednio lub pośrednio z procesem skanowania.

Stworzenie odpowiednich warunków zewnętrznych dla pracy skanera oraz odpowiednie przygotowanie materiałów fotogrametrycznych przyczynia się do wzrostu efektywności procesu skanowania.

Znajomość podstawowych zależności pomiędzy skanowanym zdjęciem a jego obrazem pozwala panować nad doбором odpowiednich współczynników decydujących o wierności tego odwzorowania.

Wskazane jest, aby wiedza ta została poparta doświadczeniem nabytym przy mniej lub bardziej skomplikowanych przypadkach skanowania.

## Literatura

1. Guethner T., 1987, *Podstawy fotografii*, PPWK, Warszawa 1987;
2. Herwig M., 1995, *Photogrammetric Scanners*, Photogrammetric Week, Stuttgart 1995;
3. Kern Ph. F., Carswell J.D., 1996, *An investigation into the use of JPEG image compression for digital photogrammetry*;
4. *Intergraph 1996: PhotoScan Ps1-Zeiss- user's guide*;
5. Wehrmann H., 1995: *Kalibrierung des Photoscanners RM1 Rastermaster*;
6. Wójcik S., 1989, *Zdjęcia lotnicze*, PPWK, Warszawa 1989.

Recenzował: dr inż. Krystian Pyka