

6

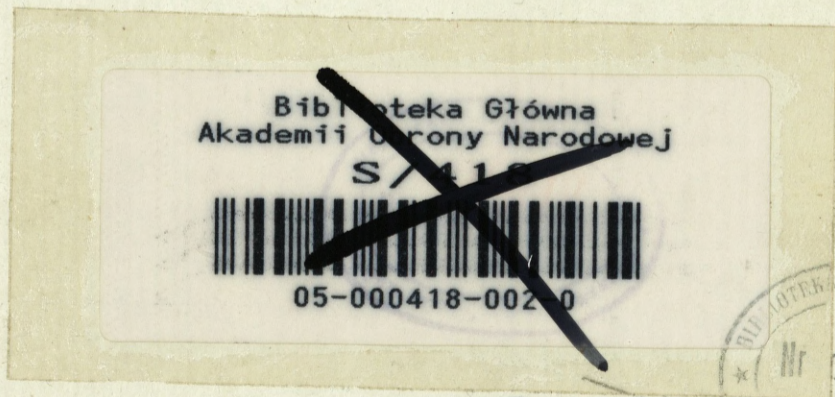
**AKADEMIA SZTABU GENERALNEGO**  
im. gen. broni K. Świerczewskiego

KATEDRA Nr 12

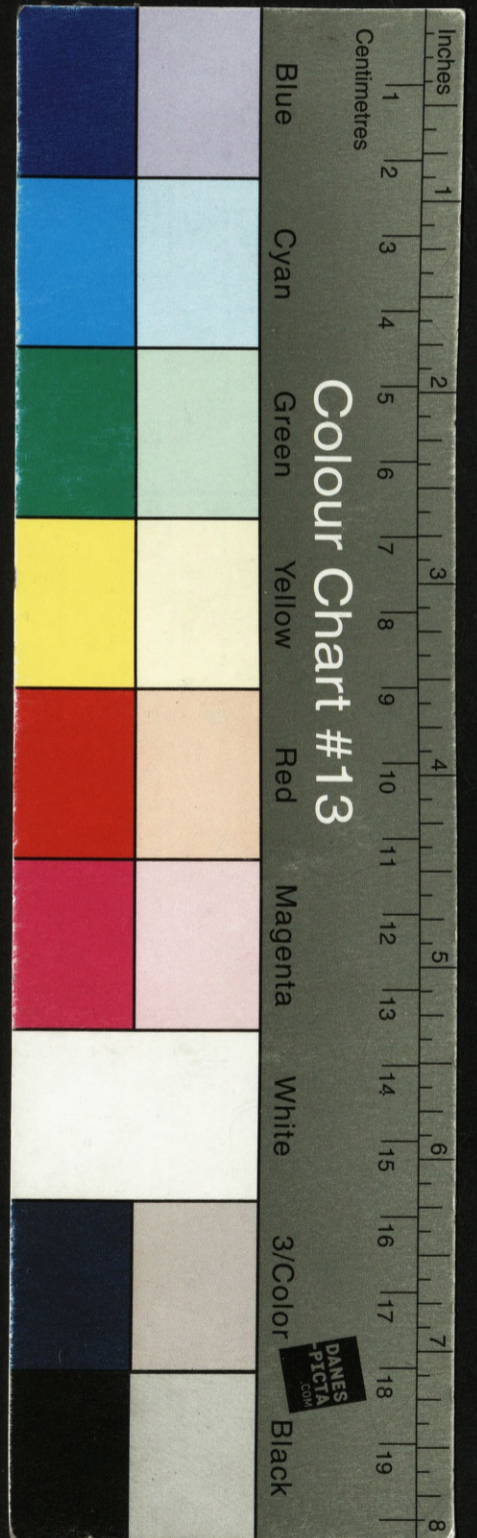
Egz. Nr 34

mjr dypl. Edmund PIECHOWICZ

**OPRACOWANIE ZDJĘĆ LOTNICZYCH**  
w sztabach ogólnowojskowych



61091



**A K A D E M I A S Z T A B U G E N E R A L N E G O**  
im. gen. broni K. Świerczewskiego

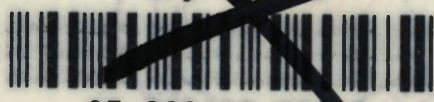
KATEDRA Nr 12

Egz. Nr 34

mjr dypl. Edmund PIECHOWICZ

**OPRACOWANIE ZDJĘĆ LOTNICZYCH**  
**w sztabach ogólnowojskowych**

Biblioteka Główna  
Akademii Obrony Narodowej  
S/418



05-000418-002 0

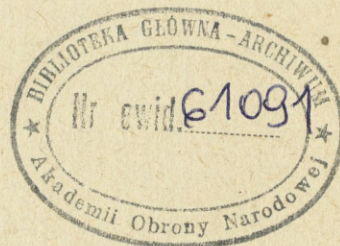


61091

AKADEMIA SZTABU GENERALNEGO  
im. generała broni K Swierozewskiego

---

TOPOGRAFIA WOJSKOWA



mjr dypl. Edmund PIECHOWICZ

OPRACOWANIE ZDJEĆ LOTNICZYCH

---

w sztabach ogólnowojskowych



---

Rembertow

październik

1962 r.

OPRACOWANIE ZDJEĆ LOTNICZYCH  
w sztabach ogólnowojskowych

Treść

	Str.
1. <u>Wojskowe znaczenie aerofotografii</u> . . . . .	3
<p>Czynniki wpływające na szerokie zastosowanie aerofotografii. Rozpoznanie nieprzyjaciela i terenu sponządzenie i unaczestnianie map. Aerotriangulacja. Kontrola zniszczeń. Kontrola maskowania i innych prac wojsk własnych. Kontrola wiadomości uzyskiwanych z innych źródeł rozpoznania.</p>	
2. <u>Podstawowe czynniki tworzące obraz fotograficzny.</u> . . . . .	14
<p>Światło. Błona fotograficzna. Kamery lotnicze. Główne dane niektórych kamer. /LAF/.</p>	
3. <u>Geometryczne właściwości zdjęcia lotniczego</u> . . . . .	27
<p>Rzut centralny i ortogonalny. Elementy orientacji wewnętrznej i zewnętrznej zdjęcia. Skala zdjęcia pionowego. Skala zdjęcia nieprzetworzonego /średnia/. Skala zdjęcia nachylonego.</p>	
4. <u>Opracowanie zdjęć lotniczych</u> . . . . .	38
<p>Ocena i przygotowanie zdjęć /negatywów/ do opracowania. Określanie rodzaju zdjęcia /pionowe czy nachylone/. Określenie kierunku północy na zdjęciu. Możliwości fotografowania małych przedmiotów terenowych. Rozmazanie obrazu. Sporządzenie fotoskicu. Metody odczytywania zdjęć. Metody przetwarzania zdjęć. Przenoszenie celów ze zdjęć pionowych na mapę. Przenoszenie celów ze zdjęć nachylonych na mapę. Wkreślanie zasięgu zdjęcia pionowego na mapę. Wykreślenie siatki kilometrowej na zdjęciach pionowych. Określanie współrzędnych celów na zdjęciach pionowych. Wykreślanie siatki kilometrowej na zdjęciach nachylonych. Określanie współrzędnych celów na zdjęciach nachylonych. Ewidencja zdjęć lotniczych.</p>	
5. <u>Środki rozpoznania aerofotograficznego państw zachodnich</u> . . . . .	79
<p>Poglądy na znaczenie aerofotografii. Współczesne kamery. Typy kamer pomiarowych i rozpoznawczych. Środki przenoszenia kamer. Dryfujące balony rozpoznawcze. Samoloty rozpoznawcze. Sztuczne satelity Ziemi. Wykaz kosmicznych zwiadowców wg stanu do II.1962 r.</p>	
6. <u>Podstawowe nazwy, określenia i oznaczenia używane w aerofotografii</u> . . . . .	96
7. <u>Literatura</u> . . . . .	106

## 1. WOJSKOWE ZNACZENIE AEROFOTOGRAFII

---

Fotografia jest nauką traktującą o teoretycznych i praktycznych metodach otrzymywania obrazów rzeczywistych przedmiotów za pośrednictwem promieni elektromagnetycznych na światłoczułych emulsjach. Częścią tej gałęzi wiedzy jest aerofotografia, czyli fotografia wykonana z dużych wysokości, z powietrza. Korzyści wynikające z uzyskania obrazu obiektów i ich wzajemnych zależności, na dużych obszarach terenu, z zaskakującą obiektywną dokładnością, doprowadziły do szerokiego jej zastosowania w metodach rozpoznania w wielu dyscyplinach nauki, szczególnie zaś w wojsku.

Współczesna technika bojowa i postęp w dziedzinie metod prowadzenia działań bojowych z wielokrotności wymagania stawiane rozpoznaniu zarówno w zakresie częstotliwości i szczegółowości dostarczanych danych jak i w przestrzennych wymiarach obszaru z którego muszą być dostarczone wiadomości. Wymaganiem tym sprostać może w dużym stopniu rozpoznanie powietrzne, którego podstawą jest aerofotografia. Miarodajne źródła zachodnie podają, że około 80% danych rozpoznawczych z operacyjnej strefy działań bojowych dostarcza im rozpoznanie lotnicze. Podobny zakres tych danych uzyskiwano już w drugiej wojnie światowej, gdzie w niektórych operacjach wojennych ilość wiadomości rozpoznawczych uzyskanych tą drogą dochodziła do 80%.

Z powyższego wynika, że rozpatrując zagadnienia aerofotografii należy widzieć nie tylko korzyści własne ale i w równej mierze możliwości nieprzyjaciela w rozpoznaniu naszych wojsk.

Znajomość istoty i możliwości tego rodzaju rozpoznania winna prowadzić jednocześnie do skutecznych metod i środków zmniejszających efektywność aerofotograficznego rozpoznania nieprzyjacielskiego.

Aerofotografia jest ściśle powiązana ze środkami przenoszenia kamer fotograficznych. Nie ma obecnie aerofotografii bez urządzeń, które wyniosłyby fotokamerę do góry w przestrzeń powietrzną. Uwzględniając powyższe do głównych czynników wpływających na szerokie zastosowanie aerofotografii należy zaliczyć:

- szybkie dostarczenie dokładnych informacji z dużych obszarów terenu, często niedostępnych dla innych rodzajów rozpoznania. Szybkość ta jest zależna od prędkości środków przenoszenia fotokamer, procesu obróbki fotolaboratoryjnej i opracowania fotogrametrycznego oraz możliwości obrony przeciwlotniczej npla;
- olbrzymi zasięg i zazwyczaj duża manewrowość, wynikające z możliwości środków przenoszenia fotokamer, które mogą być skierowane w inny rejon nawet w trakcie prowadzenia rozpoznania;
- dokumentalność i obiektywność dostarczanych informacji wykluczające subiektywizm i sugestie występujące często w wielu innych rodzajach rozpoznania, dając jednocześnie możliwość przechowywania ich w niezmiennym stanie na czas nieograniczony;
- dogodna forma i wysoce wyczerpująca treść wiadomości, wpływające również stąd, że zdjęcie pokazuje wzajemne związki i zależności obiektów i zjawisk występujących w terenie w czasie fotografowania;
- dokładna, trójwymiarowa pomiarowość w tym i dokładne określenie współrzędnych obiektów występujących na sfotografowanym terenie;
- możliwość rejestracji obrazu terenu w warunkach gdy oczy ludzkie nie są w stanie dokonać obserwacji ze względu na dużą prędkość, wysokość lotu, mgłę, noc lub niekiedy i maskowanie się nieprzyjaciela;
- możliwość badań na plastycznym, szczegółowym modelu /w zależności od skali/ sfotografowanego terenu w zaciszu gabinetu lub w terenie;
- możliwość opracowywania wiadomości bezpośrednio na zdjęciach i negatywach oraz wyświetlanie ich na ekranach lub kopiowanie w nieograniczonych ilościach zarówno metodą fotograficzną jak i poligraficzną;
- możliwość trwałego zarejestrowania procesów i sytuacji szybko zmieniających się w czasie i przestrzeni na dużych obszarach terenu, niemożliwych do pomiarowego ujęcia żadnymi innymi środkami;
- możliwość wykrycia nawet drobnych zmian w terenie przez porównanie zdjęć starszych i nowych;

- wysoce korzystna ekonomiczność tego rodzaju rozpoznania w stosunku do innych źródeł informacji o nieprzyjacielu i terenie.

Należy tu podkreślić, że aerofotografia jako utrwalony obraz dużej powierzchni terenu widzianego z góry staje się źródłem wiadomości o zjawiskach niepostrzegalnych innymi metodami. Zgodnie podkreślają to archeologowie w przypadkach gdzie poszczególne elementy jednostkowe nie mające jako takie istotnego znaczenia, na zdjęciach lotniczych w ilościowym obrazie wykazują zarys olbrzymich budowli lub ślady planowej działalności ludzkiej. Geolodzy podają, że uchwycenie granic tonacji odcieni roślinności lub gleby jest niekiedy bardzo trudne w warunkach naziemnych. Kartowanie zboczy wysokogórskich na płaszczyźnie równoległej do ich nachylenia jest wręcz niemożliwe bez zastosowania aerofotografii. Podobnie ma się rzecz z określeniem wielkości szkód wyrządzonych klęskami żywiołowymi, np. w czasie powodzi określenie zasięgu zalewu bez aerofotografii wymagałoby olbrzymiej ilości wykwalifikowanych sił i sprzętu.

Wymienione czynniki przedstawione w spojrzeniu wojskowym wpływają na pogląd, w odniesieniu do wszystkich gałęzi wiedzy, że tam gdzie przedmiotem badań jest teren oraz procesy zmienne w czasie i przestrzeni odbywające się w nim, aerofotografia jest nieodzownym środkiem pomocniczym. Rozpiętość zadań rozwiązywanych przy pomocy aerofotografii rozciąga się od archeologii do kosmologii, na stosowane nauki humanistyczne, ekonomiczne i przyrodnicze.

Kraje ekonomicznie rozwinięte fotografują obszar swojego terytorium /i nie tylko swojego, czego dowodem były balony z fotokamerami i samoloty RB-47 i U-2 wysyłane na terytorium obozu socjalistycznego/ co kilka lat zarówno dla potrzeb kartografii jak i przemysłu, komunikacji, leśnictwa i innych. Tego rodzaju metoda badań stosowana jest od lat także w takich krajach jak: Sjam, India, Pakistan, Indonezja i inne.

Rozwój omawianego działu fotografii doprowadził do powstania instytutów naukowo - badawczych zajmujących się aerofotogrametrią. Na wielu uniwersytetach i politechnikach w ramach studiów geograficznych i geologicznych wprowadzono

interpretację zdjęć lotniczych z wymiarem wielu godzin tygodniowo.

Już w 1909 r. powołany był do życia Międzynarodowy Instytut Fotogrametrii z siedzibą w Wiedniu.

Przytoczone uwagi mają na celu wykazać, że aerofotografia posiada szeroką i ustabilizowaną bazę naukową i techniczną nie tylko w wojsku.

Wykorzystanie aerofotografii w działaniach bojowych znalazło zastosowanie już w wojnie austriacko - włoskiej, posiada więc bogate tradycje sięgające początków drugiej połowy XIX wieku. Do obecnej chwili aerofotografia w wojsku znalazła zastosowanie w następujących głównych dziedzinach:

- rozpoznanie nieprzyjaciela i terenu;
- sporządzenie i aktualizacja map;
- aerotriangulacja;
- kontrola zniszczeń;
- kontrola maskowania i innych prac wojsk własnych;
- kontrola wiadomości uzyskanych z innych źródeł rozpoznania.

Rozpoznanie nieprzyjaciela i terenu jest fundamentalnym zadaniem całości rozpoznania wojskowego. Bez wiarygodnych i aktualnych danych tego rodzaju, niemożliwe jest planowanie i kierowanie współczesnymi działaniami bojowymi. Analiza istoty powietrznego rozpoznania fotograficznego na tle innych rodzajów rozpoznania wykazuje wiele dodatnich cech godnych wnikliwego potraktowania.

Bardziej wymownym jest porównanie zasięgu powierzchniowego, szczególnie jeśli weźmiemy pod uwagę, obszar terenu na jakim prowadzi się współczesną operację armijną, obejmujący kilkanaście a częściej kilkadziesiąt tysięcy kilometrów kwadratowych.

Podczas gdy większość jednostkowych komórek organizacyjnych różnych rodzajów rozpoznania dostarcza szczegółowych danych z kilkudziesięciu do kilkuset km<sup>2</sup> obszaru terenu, najczęściej na dobę, to w przypadku zastosowania aerofotografii myśliwski samolot rozpoznawczy jest w stanie dostarczyć szczegółowych danych z kilkuset km<sup>2</sup>. Stosując zaś małe skale zdjęć, dające jednak możliwość odczytania sytuacji taktycznej i terenu - ponad tysiąc km<sup>2</sup> obszaru. Bombowy samolot rozpoznawczy jest

w stanie dostarczyć dokładnych wiadomości z kilku tysięcy km<sup>2</sup> obszaru terenu przy jednym nalocie, wykonując zdjęcia w skali 1 : 10 000 - 1 : 12 000<sup>x/</sup>.

Ilość zdjęć wykonanych przez aparat unoszący fotokamery zależna jest głównie od długości lotu, ilości fotokamer i zapasu błony w kasetach. Aby poszerzyć fotografowany obszar terenu, przy jednym nalocie, samoloty rozpoznawcze posiadają automatycznie działające urządzenia wychylające fotokamery na obie strony osi lotu, pozwalając na 2 - 4 krotnie zwiększenie szerokości fotografowanego pasa. Konieczność maksymalnego wykorzystania lotu samolotu rozpoznawczego doprowadza w nowoczesnych rozwiązaniach konstrukcyjnych do takiego montowania fotokamer aby zapewnić jednoczesne fotografowanie pionowe w dół, w przód, na boki i do tyłu obejmując zasięg od horyzontu do horyzontu<sup>xx/</sup>.

Czas na uzyskanie danych o nieprzyjacielu i terenie od momentu otrzymania zadania, do uzyskania gotowych rezultatów może być bardzo różny, minimalnie około 4 do 8 godzin. W rzadkich wypadkach przy niewielkiej ilości zdjęć lotniczych lub tylko mokrych negatywach czas ten może być krótszy.

W pełniejszym uzmysłowaniu sobie czasu koniecznego na uzyskanie wiadomości za pomocą aerofotografii, może nam pomóc własne doświadczenie w amatorskiej fotografii. Istota obróbki fotolaboratoryjnej jest prawie taka sama tak w fotografii czarno-białej jak i kolorowej. Różnica wynika głównie z rozmiarów błony fotograficznej, urządzeń i prac. Współczesne największe fotokamery posiadają odległość obrazu /ogniskową/ nie rzadko przekraczającą 1000 mm, format kadru 23x46 cm lub 30x30 cm i kasetą z filmem pozwalającym na wykonanie kilkuset negatywów tego formatu. Ponieważ od zdjęć lotniczych wymagana jest duża dokładność, odbitki z negatywów wykonuje się z zasady metodą stykową, tak więc format odbitki jest taki sam jak negatywów.

x/ W rozważaniach przyjęto możliwości techniczne wszystkich środków rozpoznania. Możliwości taktyczne mogą zmienić omawiany wzajemny stosunek zarówno na korzyść jak i niekorzyść w zależności od założonych warunków.

xx/ Samolot rozpoznawczy U-2 wyposażony był w jedną kamerę o siedmiu obiektywach pozwalającą na fotografowanie pasa o szerokości 160-200 km. Ładunek filmu pozwalał na sfotografowanie trasy długości 3500 km.

Dokładność uzyskiwanych tą drogą wiadomości wyraża się w ich obiektywności, szczegółowości sięgającej granic zdolności rozdzielczej optyki fotokamery i błony oraz pomiarowości. W polowych warunkach przy użyciu lup do odczytywania pomiaru długości obiektów być mogą dokonywane z dokładnością 0,05 mm w skali zdjęcia, wysokości zaś w zależności od warunków fotografowania, skali zdjęcia i metody określenia wysokości ze zdjęć, nawet z dokładnością rzędu kilkunastu cm rzeczywistej wysokości.

Sporządzenie i unaczęśnianie map. Zdjęcia lotnicze znalazły tu najszersze zastosowanie i prawie całkowicie wyparły dawne tzw. stelikowe metody zdjęć terenu. Aerofotogrametria znacznie skraca czas potrzebny na prace terenowe, wydatnie zwiększa dokładność mapy, szczególnie terenów trudnodostępnych, obniżając jednocześnie koszt jej wykonania.

Dzięki aerofotografii zasadnicza część prac nad sporządzeniem i aktualizacją map odbywa się w przystosowanych pomieszczeniach, niezależniąc się tym od pory roku, czy pogody. Pozwala ona także na mechanizację a nawet automatyzację niektórych procesów udoskonalających proces produkcji. Opracowanie map topograficznych na cały obraz kraju jest przedsięwzięciem złożonym i kosztownym. Jeden arkusz mapy w skali 1: 25 000 wg. obliczeń kartografów amerykańskich wymaga 2 lat pracy i 15 000 dolarów. Trudności te ilustruje między innymi fakt, że takie państwo jak USA do 1951 r. posiadały pokrycie mapami topograficznymi na swoje terytorium tylko w około 50%. Nie znaczy to, że niedoceniana jest tam ta dziedzina. Stany Zjednoczone A.P. jak rzadko które państwo utrzymują w wielu swoich przedstawicielstwach zagranicznych attache geograficznych.

Mapy i ich aktualizacja /unaczęśnianie/ opracowuje się w okresie pokoju. Potrzeby natury wojskowej i ogólnogospodarczej wymagają unaczęśniania map w okresach co 5 lat dla rejonów o szybszym rozwoju ekonomicznym i co 10 lat dla pozostałych obszarów terenu. Powyższe informacje pomagają wyobrazić sobie zakres i masowość zastosowania aerofotografii.

Aerotriangulacja ma na celu określenie współrzędnych punktów na podstawie zdjęć lotniczych w oparciu o co najmniej dwa punkty znajdujące się na początku /zazwyczaj/ szeregu zdjęć

lotniczych, których współrzędne są znane. Metoda ta pozwala na znaczne skrócenie polowych robót geodezyjnych przy wykonywaniu map, szczególnie na obszarach na których wykonanie robót polowych jest połączone z dużymi trudnościami. W czasie działań bojowych metodę tę stosuje się do wyznaczania położenia /współrzędnych/ celów i punktów konturowych na terenie nieprzyjaciela. Fototriangulacja oparta jest na tej zasadzie, że kąty między kierunkami przechodzącymi w pobliżu lub przez środki zdjęć prawie pionowych są w przybliżeniu równe kątom odpowiadającym w terenie. Metoda fototriangulacji przestrzennej pozwala na uzyskanie oprócz współrzędnych "x" i "y", także i "z" /wyniosłość/ w odróżnieniu od fototriangulacji płaskiej określającej płaskie współrzędne punktów. Orientacyjne dokładności podają następujące przykłady :

1. Na szeregu zdjęć złożonych z 7 stereogramów w skali około 1 : 10 000 uzyskuje się wyniki: ze średnim błędem położenia  $\pm 0,3$  m i średnim błędem wyniosłości  $\pm 0,2$  m.
2. Szereg zdjęć złożony z 40 stereogramów w skali około 1 : 50 000 pozwala na określenie położenia punktu terenowego ze średnim błędem około 11 m i średnim błędem wyniosłości około 5 m.

Kontrola zniszczeń. Zwiększony zasięg środków rażenia /artyleria raketowa/wyeliminował część lotnictwa, które wykonując zadania dokonywały jednocześnie fotokontroli wyników działania. Potrzeby tego rodzaju rozpoznania znacznie wzrosły, ponieważ <sup>zachodzi</sup> obecnie konieczność kontroli nie tylko stopnia obezwładnienia przeciwnika ale i możliwości wykorzystania terenu, na który zostało wykonane uderzenie.<sup>x/</sup>

Podstawą kontroli zniszczeń jest aerofotografia, zarówno na terenie nieprzyjaciela jak i własnym, przede wszystkim w takim wypadku, gdy wiadomości te mają być dostarczone w krótkim czasie. Potrzebne informacje najdogodniej jest uzyskać metodą porównania zdjęć wykonanych przed i po dokonaniu zniszczeń.

x/ Możliwa tu jest kontrola radioaktywności terenu, szczególnie własnego, przez jednoczesne fotografowanie terenu i odczytu przyrządu określającego natężenie promieniowania. Sposób ten od dawna stosują geofizycy przy mierzeniu lokalnego pola magnetycznego Ziemi. Magnetometr ciągnięty na małej wysokości nad terenem za pomocą luźnego kabla połączonego z samolotem, pozwala na jednoczesne fotografowanie terenu i odczytu przyrządów.

Zdjęcia lotnicze wykonane w odpowiedniej skali pozwalają na określenie ogólnej ilości i rodzaju materiału, sprzętu oraz prac potrzebnych na odbudowę uszkodzonych obiektów, przewidzianych do wykorzystania w dalszych działaniach. Pozwala to na wcześniejsze przygotowanie odpowiednich sił i środków a tym samym i sprawniejsze wykonanie zadania.

Kontrola maskowania i innych prac wojsk własnych. Kontrola maskowania nie może ograniczyć się tylko do wzrokowych spostrzeżeń przede wszystkim dlatego, że nieprzyjaciel nie ograniczy się do obserwacji wzrokowej. Fotografia, szczególnie w podczerwieni inaczej "widzi" obiekty od ludzkiego oka. Dobrze zamaskowany rejon przed rozpoznaniem fotograficznym może być jednocześnie zupełnie nie zamaskowany przed lotniczym rozpoznaniem radiolokacyjnym. Ponadto duża ilość różnorodnych środków technicznego maskowania wymaga daleko większej kontroli niż miało to miejsce dotychczas, gdyż w wypadku niewłaściwego zastosowania lub niedostosowania do odpowiednich warunków terenowych fizyko-chemicznych i innych, mogą wywołać wręcz odwrotny skutek. Aby zapewnić skuteczne maskowanie należałoby przy jego kontroli zastosować wszystkie te metody rozpoznania, których użyłby nieprzyjaciel, co jak wiemy jest trudne do zrealizowania.

Zdjęcia lotnicze daje nieocenione usługi w opracowaniu metod maskowania wojsk a także przy szkoleniu w tej dziedzinie. Często też są wykorzystywane do kontroli prac fortyfikacyjnych oraz budowlanych i naprawczych wielu różnych obiektów terenowych.

Kontrola wiadomości uzyskiwanych z innych źródeł rozpoznania. Wiarogodne i pełne dane otrzymuje się po konfrontacji danych wielu rodzajów rozpoznania. Fotografia posiada tę dodatkową stronę, że ma stosunkowo mało luk podważających wiarogodność dostarczanych informacji. Dlatego też najbardziej nadaje się tam do zastosowania, gdzie wymagane jest potwierdzenie otrzymanych danych, możliwych do zdobycia tą drogą. Jest ona najczęściej dokumentem wykluczającym wątpliwości również i z tego względu, że zdjęcia można wykonać w różnych skalach, /w zależności od ogniskowej fotokamery lub wysokości lotu/ oraz różną techniką, jak podczerwień, radiolokacja, fotografia kolorowa lub panchromatyczna. Możliwość jednoczesnego fotografowania wieloma na raz rodzajami fotografii a następnie

porównanie tych różnych zdjęć ze sobą w niektórych przypadkach daje bardzo dobre wyniki. Dużą pomocą są zdjęcia lotnicze w przepytywaniu patroli rozpoznawczych i badaniu jeńców. Źródłem nowych danych mogą się one stać, w wyniku porównania ich z danymi innego rodzaju, rozpoznania i opar-  
tej na tym dedukcji.

Wprowadzenie na współczesne pola walki broni ją-  
drowej artylerii raketowej, nowoczesnej techniki i związa-  
nych z tym zmian w zasadach prowadzenia działań bojowych,  
stworzyło konieczność zmian również w dziedzinie rozpozna-  
nia wojskowego. Dlatego też między innymi szczególnym za-  
interesowaniem darzy się aerofotografię dążąc do wyeliminowa-  
nia lub ograniczenia jej stron ujemnych, którymi jest:

- zależność od warunków atmosferycznych i ilości natural-  
nego światła;
- długi proces obróbki fotolaboratoryjnej zwiększającej  
czas uzyskiwania danych;
- trudność w rozpoznaniu obiektów pozornych i dobrze za-  
maskowanych;
- niemożliwość uzyskania tego rodzaju danych jak numeracja  
jednostek, stan i system zaopatrzenia w żywność, wodę  
itp, oraz trudności otrzymaniu danych o stanie moralno-  
politycznym, wyszkoleniu, dyscyplinie itp.

Dążność do fotografowania w każdym czasie, niezależnie od  
warunków atmosferycznych, pory roku czy doby zaspakaja w  
coraz to większym stopniu fotografia w oparciu o radioloka-  
cję. Ekran panoramicznych wskaźników radiolokacyjnych z wi-  
docznym na nim obrazem terenu fotografowany jest przy pomocy  
odpowiedniej fotoprzystawki /dalsza obróbka fotolaboratoryj-  
na jest taka sama jak w normalnej fotografii/. Dokładność  
szczegółów jest tu jak dotychczas daleko mniejsza, naukowcy  
tej dziedziny zapowiadają jednak osiągnięcie wyników nie  
wiele ustępujących normalnej fotografii. W oparciu o takie  
zdjęcia opracowuje się obecnie mapy radiolokacyjne dla na-  
wigacji morskiej i powietrznej. Pod kierownictwem Polskiej  
Akademii Nauk opracowano już szczegółowe mapy radiolokacyjne  
toru wodnego Swinoujście - Szczecin. Duża ilość korzystnych  
cech tego rodzaju aerofotografii zapowiada szerokie jej  
użycie w rozpoznaniu wojskowym.

Fotografowanie w nocy przeprowadza się przy użyciu bomb błyskowych lub za pomocą nowych urządzeń dających silne, lecz krótkotrwałe błyski. Urządzenia takie, montowane na samolocie pozwalają przede wszystkim na wykonanie większej ilości zdjęć aniżeli ma to miejsce przy fotobombach, której wybuch pozwala na dokonanie tylko jednego naświetlenia kadru filmu w każdej kamerze przy czym ilość fotobomb załadcowanych na samolot ogranicza się najczęściej od kilku do kilkunastu. W rzadkich wypadkach fotografowanie nocne można przeprowadzać na tych samych zasadach co i w dzień /pełnią księżyca i odpowiednie warunki meteorologiczne/.

Długi proces obróbki fotolaboratoryjnej jest przysłowiowym "wąskim gardłem" aerofotografii. Mimo stosowania szybko działających wywoływaczy i utrwalaczy, mimo wprowadzania lotnych płynów przyspieszających wyschnięcie filmu lub odbitek proces ten jest jeszcze zbyt długotrwały.

Próby skrócenia czasu przeznaczanego na te prace idą w kierunku montowania fotolaboratoriów na samolotach wykonujących fotografowanie, co nie zawsze jest możliwe do wykonania ze względu na duży ciężar tych urządzeń lub krótki czas przebywania samolotu w powietrzu. Dużo oporów napotyka również pełna automatyzacja, ze względu na złożone procesy obróbki, zależność od warunków termicznych, jakości wody i roztworów. Doświadczony laborant obserwujący przy niepełnej automatyzacji najczęściej całokształt prac jest w stanie kierować tymi procesami według własnego doświadczenia.

Wydaje się jednak, że pełna automatyzacja prac fotolaboratoryjnych jest jedną z najlepszych dróg do przyspieszenia otrzymywania danych rozpoznania.

W stadium badań i prób znajduje się aerofotografia oparta na zjawiskach fotoelektrycznych jest to tak zwana kserografia lub sucha fotografia. Znalazła ona duże zastosowanie w poligrafii, rentgenografii i innych.

Kserografia pozwala na wyeliminowanie procesu fotolaboratoryjnego w dotychczasowym ujęciu, skracając tym czas na wykonanie odbitki nawet do kilkudziesięciu sekund. Ze względu na małą jeszcze czułość filmów kserograficznych w dziedzinie aerofotografii nie wyszła ona ze sfery doświadczeń.

Trudności w aerofotograficznym rozpoznaniu obiektów pozornych i dobrze zamaskowanych nie obce są i innym rodzajom rozpoznania. Pokonanie ich umożliwia w dużym stopniu jednocześnie fotografowanie przy pomocy fotografii panchromatycznej, kolorowej, w podczerwieni i radiolokacyjnej lub odpowiedniej ich kombinacji. Każda z tych fotografii przedstawia obraz w innym "świele" i inaczej aniżeli widzi go oko ludzkie. Obiekty nie maskowane mają jakiś względnie stały stosunek kontrastu rzeczywistego do kontrastu na wszystkich zdjęciach. Dla przykładu: była główna kwatera Hitlera w Kętrzynie, której schrony zamaskowane były sztucznym metalowym lasem, byłaby trudna do zaobserwowania lub odczytania na panchromatycznym zdjęciu lotniczym lub nawet barwnym. Bez większego jednak trudu możnaby wszystkie schrony odczytać na zdjęciach radiolokacyjnych lub w podczerwieni. Szczególnie wyraźny obraz byłby w tym wypadku na zdjęciach w podczerwieni, gdzie naturalna roślinność wyszłaby w tonie jasnym, wszelkie zaś zamaskowanie obiektów w tonie ciemnym.

Obiektom pozornym brak jest zazwyczaj dobrze czytelnych na zdjęciu oznak "życia" i działania. Znacząca polna walki lub cech działania takiego obiektu zazwyczaj bez większego wysiłku odczyta na zdjęciu pozorację. Z tych to względów, obiekty pozorne najlepiej jest rozmieszczać w miejscach opuszczonych przez wojska.

Spojrzenie na całość dziedziny wiedzy jaką jest fotografia na jej masowe naukowe i kulturalne zastosowanie /1/10 część światowej produkcji srebra zużywana jest dla celów fotograficznych/ pozwala nieomylnie sądzić o dalszym szybkim jej rozwoju, mimo iż do tego czasu nie udało się jeszcze rozwiązać wielu zagadek natury optycznej, chemicznej i fizycznej związanych z fotografią. W rozwoju tym aerofotografia bierze bezpośredni udział, rozwiązując swe specjalistyczne zagadnienia w nie mniejszym tempie i zakresie.

## 2. PODSTAWOWE CZYNNIKI TWORZĄCE OBRAZ FOTOGRAFICZNY

Obraz fotograficzny otrzymuje się przez działanie promieni elektromagnetycznych określonych długości fal na światłoczułą błonę fotograficzną. Aby otrzymać wyraźny obraz fotograficzny błona fotograficzna musi znajdować się w ciemni optycznej a światło tworzące obraz musi przejść przez układ soczewek /obiektyw/ skupiający promienie świetlne odbite od poszczególnych punktów fotografowanych powierzchni. Znajomość najistotniejszych właściwości światła /optyki/, błony fotograficznej /fotochemii/ i fotokamery /techniki fotograficznej/ ułatwia odczytywanie uwidocznionych na zdjęciu obiektów i zjawisk.

### S w i a t ł o

Światło stanowi odczuwany za pomocą oka bardzo mały wycinek promieniowania elektromagnetycznego. Źródłem światła są ciała ogrzane do wysokiej temperatury, przez co stają się przyczyną <sup>emisji fal</sup> promieni elektromagnetycznych rozchodzących się prostoliniowo z prędkością wynoszącą około 300 000 km/sek. Promienie te o długości fal od 0,00078 do 0,00036 mm trafiając na siatkówkę naszego oka wywołują wrażenie całego bogactwa widzialnych zjawisk. Ciała nierozżarzone widzimy tylko dzięki temu /wyłączając zjawiska luminescencji/, że odbijają one promienie idące od ciał świecących /słońce, żarówka, promień świecy/. Przyroda obdarzyła człowieka organem uczulonym na pasmo promieniowania elektromagnetycznego tych właśnie długości fal, być może dlatego, że są one najlepiej odbijane w środowisku w którym żyjemy.<sup>x/</sup>

Światło w jednorodnym środowisku, a więc i w atmosferze rozchodzi się prostoliniowo. Trafiając na przeszkodę, w zależności od jej charakteru, odbija się, zostaje pochłonięte i zamienione na ciepło lub przenika przez przeszkodę /np. przez szkło, soczewki/. Najczęściej jednak odbijanie, pochłanianie a nawet przenikanie występuje wspólnie. Obraz tworzony za pośrednictwem oka lub kamery uzyskuje się przez działanie niewielkiej ilości odbitych promieni z wiązki światła odbitego od poszczególnych

<sup>x/</sup> Różne stworzenia mogą być obdarzone organem wzroku uczulonym na inne długości fal. Np. żółw błotny ma uczulony wzrok na podczerwień, której w jego środowisku jest więcej aniżeli światła widzialnego.

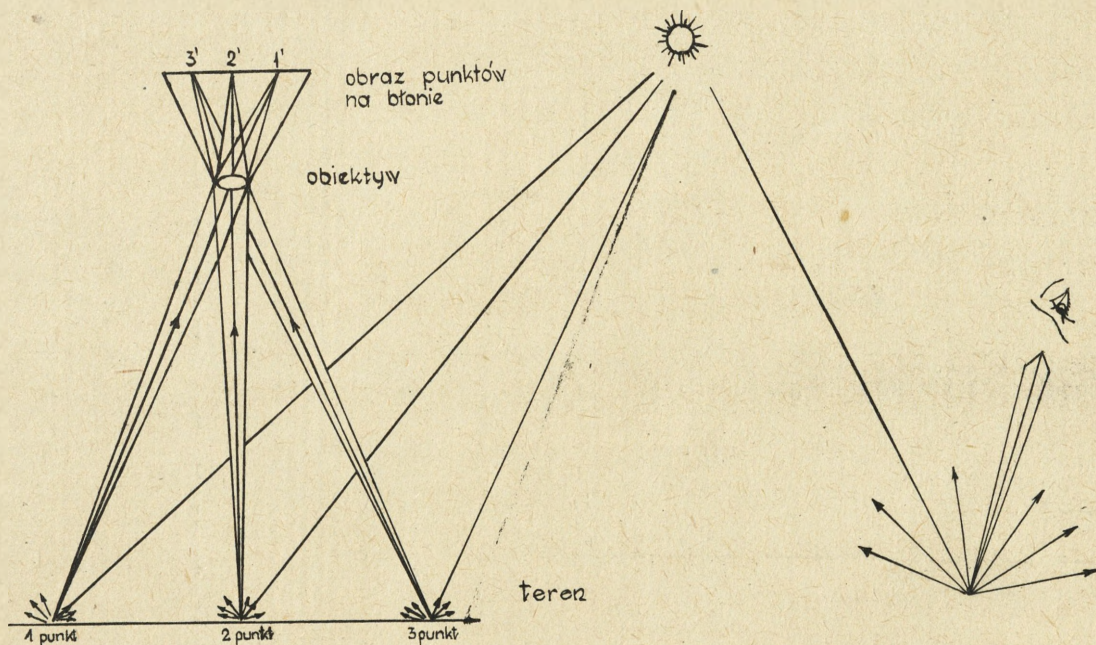
punktów przedmiotu.

Całość fal elektromagnetycznych ma jedną naturę. Różnią się one między sobą długością fal i ściśle z tą długością związaną częstotliwością drgań. Między prędkością fal elektromagnetycznych  $c$ , długością fali  $\lambda$  i częstotliwością drgań  $\nu$  zachodzi związek który określa się wzorem.

$$c = \lambda \nu$$

/2 - 1/

Różne długości fal mogą być wykryte przy pomocy specjalnych przyrządów jak radio, radiolokator, aparaty rentgenowskie, licznik Geigera-Mullera itp. Niektóre z nich działają na nasze zmysły, na skórę jak ciepło, na oko jako światło.

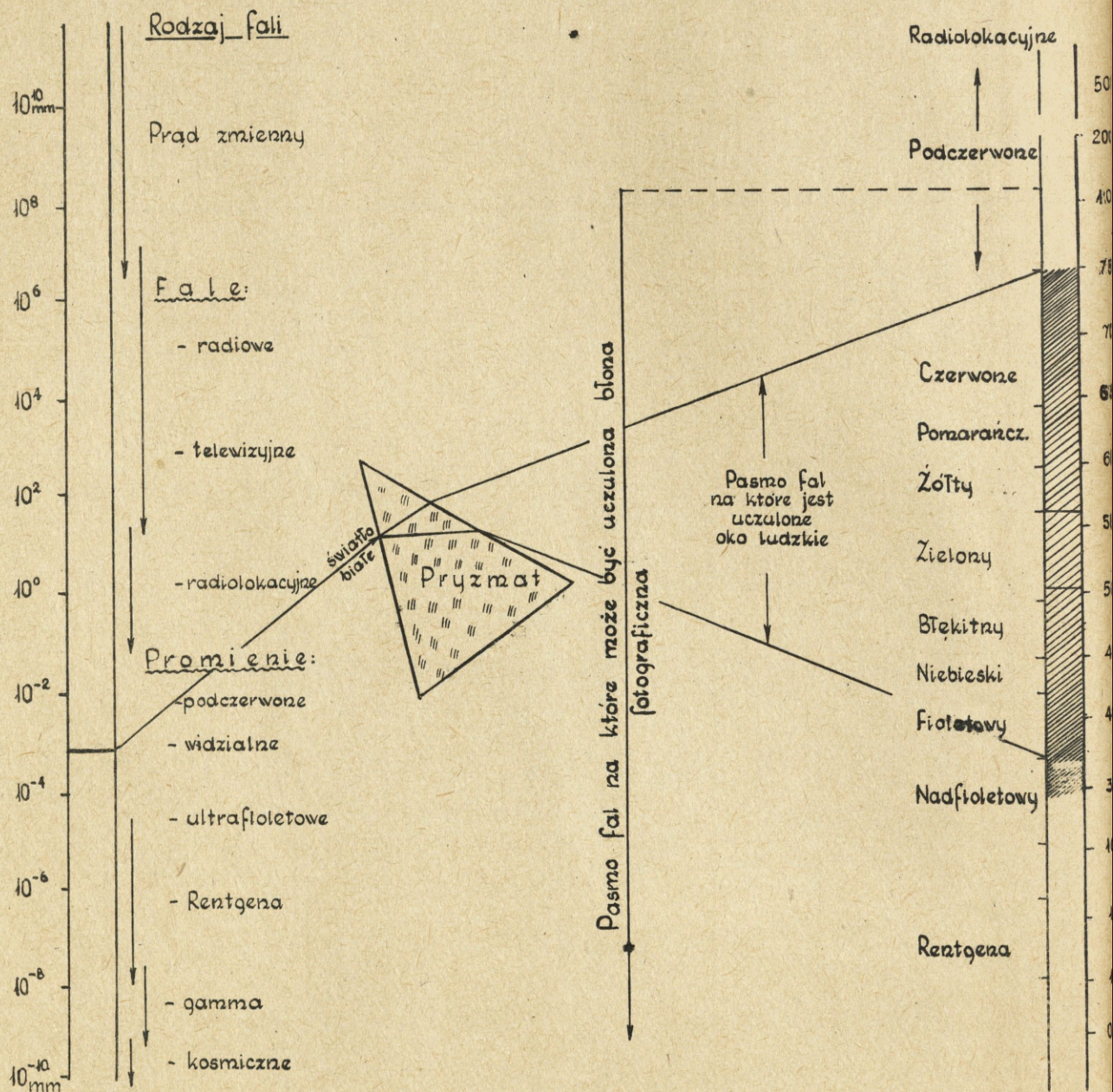


Rys. 2-1. Droga promieni tworzących obrazy punktów w kamerze i oku

Światło białe, według dotychczas panującej teorii Isaka Newtona /1642-1727/, składa się z siedmiu "jednorodnych kolorów". Wszystkie te kolory można otrzymać przepuszczając wąską smugę światła słonecznego przez pryzmat. Utworzony w ten sposób obraz widma /kolory tęczy/ pozwala wyróżnić

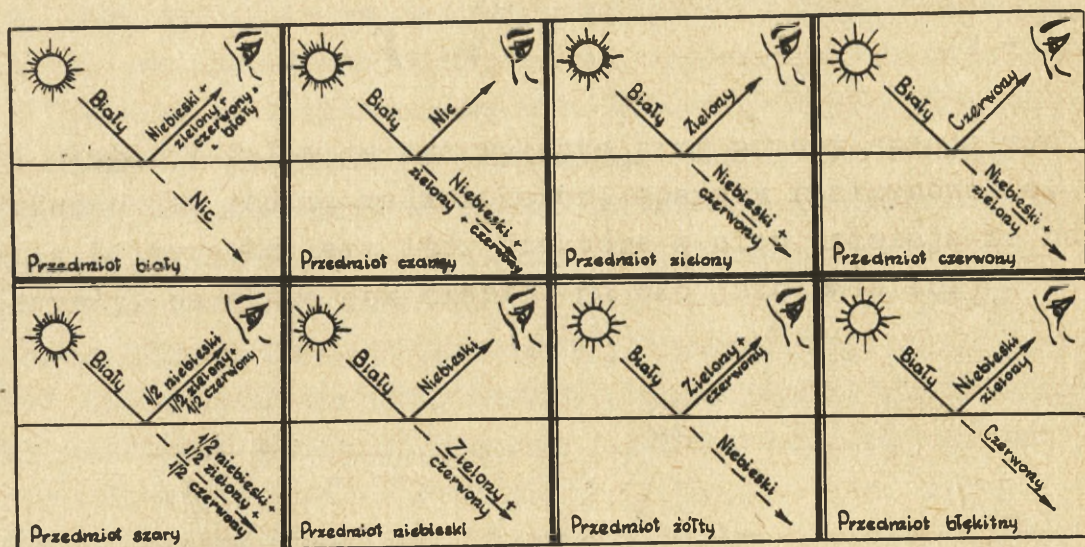
siedem wyraźnych rejonów, każdy z nich posiada określoną długość fal mierzoną zazwyczaj w milimikronach. Newton dowiódł, że barwne przedmioty widzimy w ich charakterystycznych kolorach tylko dlatego, że odbijają one pewne rejony białego światła /te które widzimy/, inne zaś pochłaniają.

Długość fali



Rys. 2-2. Rodzaje promieniowania elektromagnetycznego

I tak przedmioty koloru białego odbijają wszystkie długości fal widma, kolor czarny, pochłania wszystkie, a czerwony na przykład, odbija pasmo fal o długości właściwej czerwieni, pochłaniając pozostałe. Zachwianie proporcji promieniowania jaka występuje w świetle słonecznym wywołuje wrażenie światła barwnego.



Rys. 2-3. Odbijanie i pochłanianie promieni słonecznych w zależności od barwy przedmiotu<sup>x/</sup>

Po Newtonie inni uczeni odkryli, że łącząc światło tylko trzech barw, czerwonej, zielonej i niebieskiej można odtworzyć wszystkie kolory widma. Metoda polegająca na dodawaniu do siebie poszczególnych barw tzw. addytywna jest ostatnio wypierana z techniki fotograficznej i poligraficznej przez metodę subtraktywną polegającą na odejmowaniu /absorbacji/ różnych części widma. Tą metodą powstają kolory w naturze, gdzie część widma jest odejmowana poprzez pochłanianie go przez przedmioty.

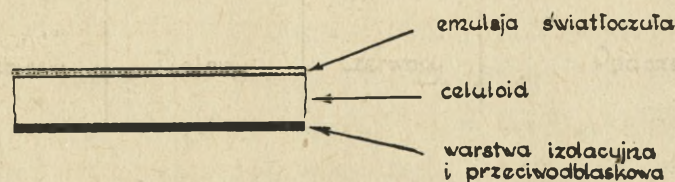
Ostatnie doświadczenia naukowców dowodzą, że oko rozróżnia barwy niezależnie od długości fal. Fale świetlne wywołujące odpowiednie kolory mogą nie być tej długości, którą przypisują im prawa klasycznej optyki. Doświadczenia te wniosły poważne zmiany do teorii powstawania kolorów opracowanej w 1672 r. przez Newtona i uznawanej /z niewielkimi zmianami/ do czasów obecnych.

x/ T. Cyprian "Fotografia" PWT - 1958.

Pasma fal elektromagnetyczny<sup>ch</sup> tworzące obraz na błonie fotograficznej jest daleko szersze od pasma fal widzialnych. Błony fotograficzne specjalnie uczulone /sensybilizowane/ osiągnęły dziś pasmo od 110 m $\mu$  do 1200 m $\mu$ . Promieniowanie elektromagnetyczne innych długości fal używane jest również do tworzenia obrazów jak np. radiolokacja, noktowizja lub rentgenografia. Stosowane są tu jednak inne metody często nie znajdujące zastosowania w aerofotografii.

### Błona fotograficzna

Część promieni światła odbitych od poszczególnych punktów przedmiotów poprzez obiektyw pada na błonę fotograficzną dając początek reakcjom tworzącym w dalszym procesie obraz fotograficzny. Krótkie zapoznanie z budową błony fotograficznej pozwoli lepiej zrozumieć istotę obrazu fotograficznego. Budowę takiej błony w najogólniejszych zarysach przedstawia rysunek.



Rys. 2-4. Schematyczny przekrój błony fotograficznej.

Najbardziej interesująca nas w tym składzie emulsja światłoczuła jest zawiesiną substancji światłoczułej w żelatynie. Grubość całej warstwy emulsji światłoczułej wynosi kilkanaście a niekiedy tylko kilka mikronów. Głównym składnikiem substancji światłoczułej są halogenki srebra /bromek, chlorek lub jodek srebra/. Są to krystaliczne ziarenka wielkości 0,1 do 0,3 mikrona luźno rozmieszczone w żelatynie. W całej grubości emulsji możnaby naliczyć 20-40 warstw krystalicznych ziarenek halogenków srebra.

W kryształkach tych znajdują się drobne zanieczyszczenia spowodowane związkami siarki zawartej w żelatynie. Te właśnie mikroskopijne zanieczyszczenia tworzą tak zwane czułe miejsca. Wskutek działania światła wokół czułych miejsc zachodzą określone zmiany chemiczne polegające na grupowaniu

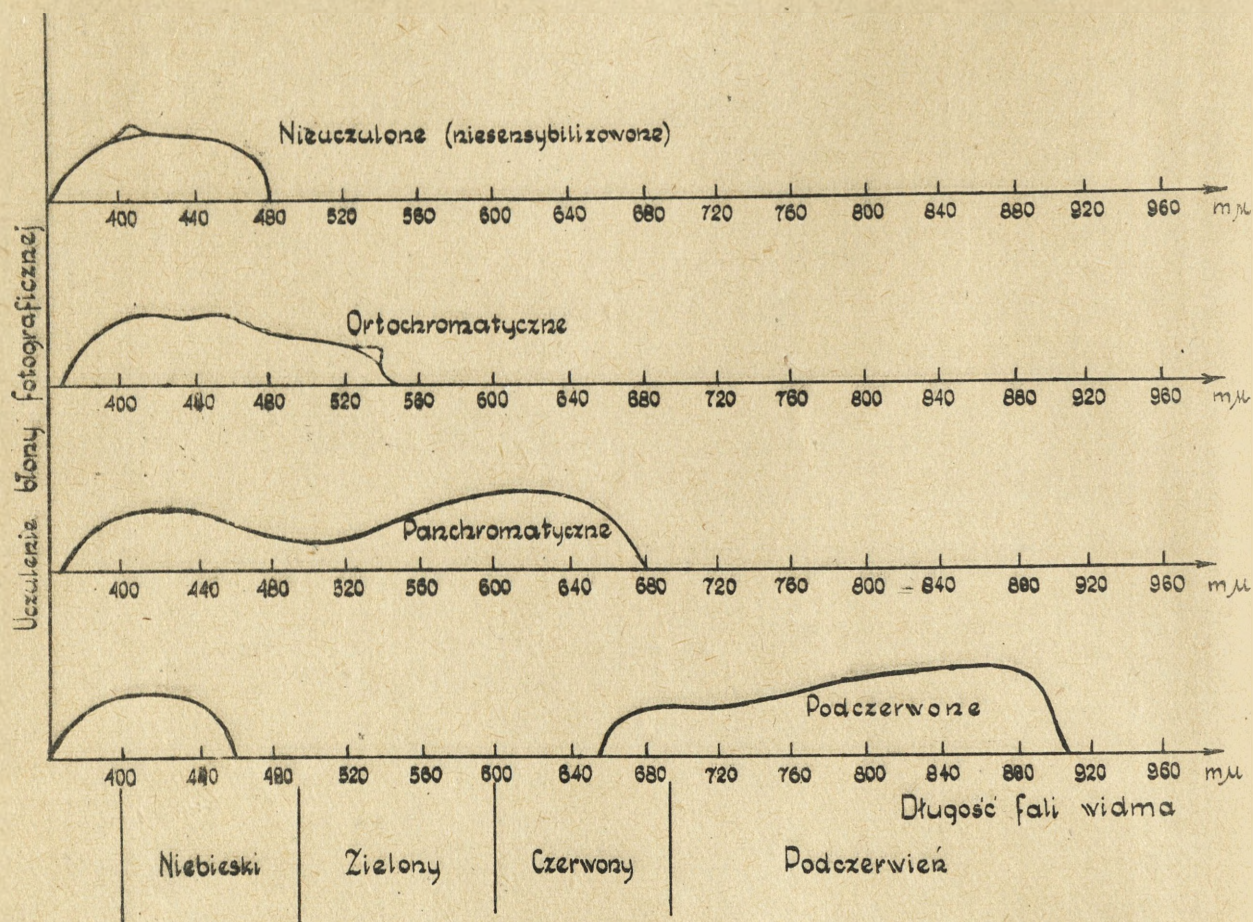
się metalicznego srebra, nie widoczne na zewnątrz gołym okiem /tzw, obraz utajony/. Droga chemicznego działania wywoływacza reakcja zapoczątkowana w czułych miejscach przenosi się na cały kryształek. Wywoływanie powoduje zredukowanie halogenku srebra do czarnego srebra metalicznego w ilościach widzialnych i utworzenia z niego obrazu. Działanie wywoływacza powodujące obfite wydzielanie się srebra zostaje przerwane za pomocą utrwalcza, który jednocześnie wypłukuje nienaświetlone kryształki halogenków srebra i utrwala uzyskany tą drogą negatywowo obraz fotograficzny.

Światłoczułość emulsji zależy jest głównie od rozmiarów kryształków srebra. Im większe kryształki tym większa światłoczułość. Zwiększenie wielkości kryształków wpływa jednocześnie w znacznym stopniu na zmniejszenie zdolności rozdzielczej błony fotograficznej, co jest szczególnie niekorzystne przy fotografowaniu z dużych odległości.

Błona fotograficzna inaczej reaguje na różne długości fal widzialnych aniżeli oko ludzkie. Dlatego też na podstawie fotografii czarno-białej trudno jest wyobrazić sobie jakiego koloru były przedmioty sfotografowane. Na niektórych rodzajach błon fotograficznych przedmiot czarny na czerwonym tle będzie miał jednakowy odcień a na odbitkach przedmiotu tego nie dostrzeżemy. Badania wykazały, że halogenki srebra czule są na tylko na promienie niebieskie, fioletowe i niewidzialne dla człowieka nadfioletowe. Cała pozostała część widma jest dla takiej kliszy "niewidzialna". Aby uczulić emulsję światłoczułą na inne długości lub szersze pasmo fal elektromagnetycznych, kryształki halogenków srebra pokrywa się odpowiednimi barwnikami adsorbującymi żądane promieniowanie. Czynność tę nazywamy sensybilizacją a adsorbowane na powierzchni kryształków barwniki - sensybilizatorami.

Niesensybilizowanych błon fotograficznych obecnie nie produkuje się. Najpowszechniejsze użycie ma błona panchromatyczna, pozostałe typy o różnym charakterze uczulenia stosowane są rzadko i tylko dla specjalnych celów.

Promieniowanie o większej długości fal posiada zazwyczaj większą przenikliwość, z tego też względu fotografowanie w promieniach ultrafioletowych nie jest stosowane w aerofotografii. Przy niewielkim zamgleniu lepsze efekty uzyskuje się



Rys. 2-5. Krzywe barwoczułości różnie sensybilizowanych emulsji światłoczułych.

stosując fotografowanie w paśmie podczerwieni. W czasie dużego zamglenia obraz terenu można uzyskać już tylko przy użyciu radiolokacji. Głównymi wadami błon uczulonych na podczerwień to: trudności w przechowywaniu /do 6 miesięcy a uczulone na pasmo sięgające 1050  $m\mu$  tylko do miesiąca i to w temperaturze poniżej  $0^{\circ}$ , mniejsza praktycznie światłoczułość i wrażliwość na wilgoć. Wzrost długości fal pociąga za sobą zmniejszenie zdolności rozdzielczej, a nie ma to jednak praktycznego znaczenia w granicach pasma fal widzialnych lub im bliskich.

Błony fotograficzne używane w aerofotografii przeznaczone do fotografowania kolorowego dzielą się na dwa zasadnicze rodzaje. Pierwsza to błona trójwarstwowa za pomocą której uzyskuje się zdjęcia kolorowe o barwach bardzo zbliżonych do

barw naturalnych fotografowanych obiektów. Emulsja takiej błony składa się z trzech zasadniczych warstw, z których każda uczulona jest na jedną z podstawowych barw.



- a - warstwa czuła na kolor niebieski;
- b - warstwa czółtego filtra;
- c - warstwa czuła na kolor niebieski i zielony;
- d - warstwa czuła na kolor czerwony;
- e - podłoże celulozowe;
- f - warstwa przeciwoodblaskowa

Rys. 2-6. Schematyczny przekrój barwnej błony fotograficznej

Z omówienia światła wiemy, że odpowiednie połączenie trzech barw podstawowych pozwala łatwo uzyskać całą gamę kolorów.

Drugim rodzajem błony fotograficznej przeznaczonej do fotografowania kolorowego /już nie w barwach naturalnych/ jest tzw. błona spektrostrefowa. Światłoczuła emulsja tej błony składa się z dwóch warstw. Każda z tych warstw może być uczulona na różne długości fal świetlnych w zależności od spektralnych właściwości fotografowanego krajobrazu. Najczęściej stosuje się warianty w której wierzchnia warstwa emulsji uczulona jest na światło czerwone dolna zaś na podczerwień lub też w innym często stosowanym - wierzchnia warstwa uczulona na światło zielone a dolna na podczerwień. Pozytywy wykonane z takich błon będą kolorowe, jednak widoczne na nich kolory będą daleko odbiegały od kolorów naturalnych. Pozytywowe materiały fotografii czarno-białej, trójkolorowej i spektrozonalnej są w swojej budowie podobne do opisanej budowy materiałów negatywowych.

Dominującą rolę w aerofotografii posiada błona panchromatyczna. Wszystkie inne posiadają swoiste cenne cechy lecz tylko w zastosowaniu do niektórych przypadków. Fotografia podczerwona i spektrostrefowa ułatwia odczytanie obiektów zamaskowanych, kolorowa ułatwia niekiedy odczytywanie przez to, że występuje na nich jeszcze jedna cecha demaskująca jaką jest barwa.

Głównymi wadami błon specjalnych jest ich stosunkowo mniejsza

czułość oraz zwiększone dokładności w skomplikowanej obróbce fotolaboratoryjnej, co zwiększa tym samym czas opracowania.

Czas opracowania dla błon o wymiarach 32x3000 cm łącznie z wykonaniem pozytywów wynosi orientacyjnie:

- panchromatyczna błona fotograficzna 2 do 3 godzin;
- barwna błona fotograficzna 10 do 12 godzin;
- spektrostrefowa błona fotograficzna 6 do 8 godzin.

Błony fotograficzne stosowane do fotografowania obrazów terenu z ekranów panoramicznych radiolokatorów oraz ekranów telewizyjnych /fotografia radiolokacyjna i telewizyjna/ są błonami panchromatycznymi. Obróbka ich niczym w zasadzie nie różni się od normalnej obróbki fotolaboratoryjnej materiałów panchromatycznych.

Odczytywanie obrazów terenu uzyskanych tą metodą wymaga zapoznania się z charakterem obrazu radiolokacyjnego i telewizyjnego.

Wśród omówionych podstawowych rodzajów błon fotograficznych istnieje duża ich różnorodność zależna od wielu czynników chemicznych czy technicznych. Zasada fotografii opiera się jednak o omówione główne zjawiska wyjąwszy fotografię elektryczną o której pokrótce wspomnimy. Spośród różnych kombinacji w dziedzinie błon fotograficznych duże nadzieje rokuje dyfuzyjny proces fotograficzny. Ze względu na małe dokładności uzyskiwane w tworzeniu obrazu tą metodą stosowano ją tylko w terrofotografii a szczególnie w fotografii amatorskiej. Zaletą tego procesu jest to, że już po upływie 1-2 minut od ekspozycji uzyskuje się gotowy pozytywny obraz, bez potrzeby jakiegokolwiek mokrej obróbki w ciemni fotolaboratoryjnej.

Proces ten w jak najogólniejszym uproszczeniu polega na tym, że przy jednoczesnym zarysowywaniu się obrazu negatywowego drogą dyfuzji na drugim podkładzie tworzy się obraz pozytywny. Między materiałem negatywnym a materiałem na którym tworzy się pozytyw znajduje się pasta wywołująco-utrwalająca. Umieszcza się ją w ampułkach przy każdym kadrze filmu tak aby po ekspozycji przez pęknięcie ampułki można było rozprowadzić pastę cienką warstwą na cały naświetlony kadr. Istnieje cały szereg rozwiązań procesu dyfuzyjnego w których w zależności od wariantu uzyskuje się dobry jakościowo

negatyw i pozytyw, dobry negatyw możliwy do dalszej reprodukcji przy słabym pozytywie lub też dobry pozytyw przy słabym jakościowo negatywie.

Metoda ta posiada jednak szereg braków. Najważniejsze z nich to niska światłoczułość, zmniejszona zdolność rozdzielcza, zastosowanie raczej w małych formatach zdjęć, mniejsza trwałość negatywów i pozytywów. Wiele firm produkujących materiały fotograficzne oraz czasopism fachowych donosi o coraz to lepszych osiągnięciach w tej dziedzinie.

Powyższe łącznie z korzyściami wynikającymi z szybkiego uzyskiwania gotowych negatywów i pozytywów pozwala sądzić o możliwym szerokim wykorzystaniu tej metody w rozpoznaniu aerofotograficznym.

Odmiernym rodzajem fotografii jest tak zwana sucha fotografia lub kserografia /z greckiego kseros = suchy i grapho = piszę/. Opiera się ona na procesach fizycznych /elektrofotografii/ a nie chemicznych jak normalna fotografia. Jest to młoda gałąź, pierwsze publikacje i patenty w dziedzinie kopiowania metodą kserograficzną opracowane w 1937 r. Dopiero jednak po wojnie spotkała się ona z żywym zainteresowaniem szczególnie wśród kół wojskowych. Wyniki doświadczeń dowiodły bowiem, że "błona" kserograficzna jest daleko mniej wrażliwa na promieniowanie jądrowe aniżeli normalna błona fotograficzna. Główną zaletą tej metody jest jednak szybkość otrzymywania odbitek, uwolnienie się od obróbki w płynnych odczynnikach i dużych ciemni oraz prosta obsługa. Dziedzina ta znajduje szerokie zastosowanie w pracach biurowych /kopiowanie różnych dokumentów/, drukarstwie, biurach konstrukcyjnych rentgenografii, przemyśle /defektoskopia materiałowa/ i wielu innych. Zalety i korzyści wynikające ze stosowania kserografii wywołały szerokie zainteresowanie a w ślad za tym i powstanie szeregu placówek naukowych jak na przykład specjalny instytut w Wilnie powstały w 1958 r. poświęcony wyłącznie zagadnieniom kserografii.

Kserograficzna metoda fotografowania, ujmując<sup>c</sup> bardzo ogólnie, polega na wykorzystaniu zjawisk elektrycznych zachodzących w półprzewodnikach /selen, siarka, antracen i inne/ pod wpływem działania światła. Płyta kserograficzna spełniająca rolę błony fotograficznej zbudowana jest z podłoża na

którym cienką warstewką /kilka do kilkudziesięciu mikronów/ nałożony jest półprzewodnik.

W mikrociemni warstewkę półprzewodnika naładowuje się elektrycznie, np. dodatnio. W czasie naświetlania takiej błony, półprzewodnik pod działaniem światła staje się przewodnikiem i w miejscach, na które pada więcej światła, bardziej rozładowuje się, w miejscach mniej naświetlonych traci mniej nagromadzonych ładunków, zaś w miejscach nie naświetlonych nie rozładowuje się w ogóle. W ten sposób uzyskuje się jakby utajony obraz elektryczny. "Wywołanie" obrazu polega na rozpyleniu na płycie drobnego pyłku, którego drobinki naładowania są odmiennymi ładunkami jak płyta.

Wzajemne przyciąganie się jonów o różnych ładunkach powoduje, że w pewnych miejscach /nie rozładowanych/ pyłku osiadzie więcej w innych mniej lub wcale. W ten sposób uzyskuje się obraz trwały na kilka godzin. Chcąc go utrwalić nagrzewa się taką fotografię w określonej temperaturze, powodując tym wtopienie się pyłku w podłożo. Wykonanie odbitek jest również daleko prostsze i szybsze od normalnego sposobu. Czas wykonania zdjęcia tą metodą trwa zaledwie kilka minut. Najwyższa dotychczas osiągnięta czułość, około 15-16 jednostek GOST /około 14 DIN/, jest jeszcze za niska aby można było ją stosować w aerofotografii. Nieoficjalne Źródła podają jednak, że metoda ta stosowana jest już od kilku lat w aerofotografii wojskowej.

Kamery lotnicze. W terminologii wojskowej - lotnicze aparaty fotograficzne /LAF/. Różnorodność zadań i warunków lotniczego rozpoznania fotograficznego sprawia, że istnieje wiele typów LAF. Wszystkie prawie, składają się z następujących zasadniczych części:

- korpus, służący do umieszczenia w nim stożka z obiektywem, migawką i ramką tłową;
- ładownik z błoną fotograficzną lub kliszami;
- urządzenie elektryczne służące do ogrzewania pewnych części LAF i zabezpieczenia jego pracy;
- interwalometr kierujący automatycznie pracą kamery a w wypadku umieszczenia jej na urządzeniu wychylającym do kierowania pracą i tego urządzenia.

Urządzenie wychylające /AKAFU/ umożliwia poziomowanie lub wy-

chylenie LAF, tak by przy jednym nalocie, jedną kamerą można było fotografować kilka szeregów. Na każdym zdjęciu odfotografują się 4 znaczki tłowe, pozwalające określić punkt główny zdjęcia a na marginesie lub w rogach odfotografuje się zazwyczaj libelę /poziomnicę/, zegar, nr kamery, kolejny nr zdjęcia, dokładną odległość ogniskową, wysokościomierz a niektóre kamery ponadto kompas oraz położenie linii horyzontu. Ze względu na przeznaczenie rozróżnia się lotnicze kamery pomiarowe i lotnicze kamery rozpoznawcze. Oba te rodzaje LAF ze względu na kąt rozwarcia dzielą się na:

- normalnokątne o kącie rozwarcia nie przekraczającym  $72^{\circ}$  / $80^{\circ}$ ; x/
- szerokokątne o kącie rozwarcia w granicach  $72^{\circ}$  do  $108^{\circ}$ ;
- nadszerokokątne o kącie rozwarcia przekraczającym  $108^{\circ}$  / $120^{\circ}$ ; x/

Kamery fotografujące panoramiczny ekran radiolokatora lub ekran telewizora noszą nazwę fotoprzystawki.

Samoloty rozpoznawcze posiadają od jednego do kilkunastu LAF. Przy lotach fotograficznych na małych wysokościach i dużych prędkościach stosuje się często szerokokątne kamery szczelinowe o otwartej migawce w postaci szczeliny i zsynchronizowanym z prędkością lotu przesuwem błony fotograficznej.

Niezależnie od wyżej przedstawionej klasyfikacji rozróżnia się kamery do fotografowania nocnego /NLAF/, kamery do fotografowania w promieniach podczerwonych, kamery jednoobiektywowe i wieloobiektywowe. Te ostatnie, zazwyczaj w nowszych rozwiązaniach mają z reguły jeden obiektyw dla zdjęć pionowych a pozostała dla nachylonych, obejmujących teren od horyzontu do horyzontu.

-----  
x/ W nawiasach podano wartości w gradach.  $1^{\circ}$  /grad/ = 1/400 kąta pełnego.  $1^{\circ} = 1,111^{\circ}$ .

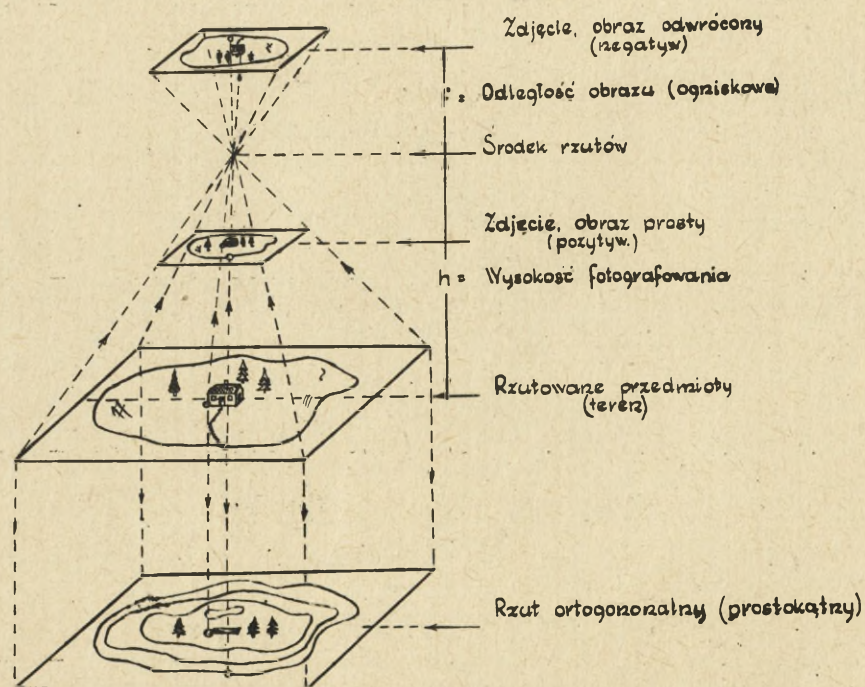
Główne dane niektórych IAF<sup>X</sup>/

Dane IAF	Ogniskowa w mm	Pojemność ładowni- nika dł. błony Ilość zdj.	Format zdjęć w cm.	Obiektyw Typ otwór wzgl.	Czasy naświet- lania w sek.	Ciężar w powie- trzu kg	U w a g i
AFa-IM	210	$\frac{9}{50}$ m	13x18	Industar-51 1 : 4,5	1/200-1/400	14	Fotografowanie dzienne s.mysl. i szturm.
AFa-33/20	200	$\frac{60}{190}$ m	30x30	Orion-1a 1 : 6,3	1/50-1/200	80	pomiar. i rozpozn. dzienny. Montuje się na bombowcach
AFa-33/50	500	-"-	-"-	Industar-A 1 : 5	1/75-1/300	92	rozpoznawczy dzienny
AFa-33/75	750	-"-	-"-	Telemar-2 1 : 6,3	-"-	95	- " -
AFa-33/100	1000	-"-	-"-	Telemar-7 1 : 7	1/75-1/200	104	- " -
AFa-BA/40	400	$\frac{9}{50}$ m	13x18	F-3 1 : 5	1/200-1/400	15	- " -
NAFA-3s	500	$\frac{28,5}{150}$ m	18x24	Industar 1 : 4,5	1/50	40	rozpozn., nocny
ASzcz AFa-2	701210	14-50 m	szer. bł. 24 cm	Russar-25/ Plazmat/ 1:3,5	nie ma	80	rozp., dzienny

x/ Dane takt.-techniczne nowszych typów IAF podane są w podręczniku "Taktyka rozpoznania powietrznego". Lot. 464/61.

### 3. GEOMETRYCZNE WŁAŚCIWOŚCI ZDJĘCIA LOTNICZEGO

Każde zdjęcie fotograficzne jest obrazem przedmiotów na płaszczyźnie przedstawionym w rzucie środkowym. Czyli, że wszystkie promienie tworzące obraz na błonie fotograficznej przechodzą przez jeden punkt - środek rzutów. W fotografii punkt ten odpowiada środkowi obiektywu kamery lotniczej. Płaszczyznę na którą rzutuje się obraz, nazywa się płaszczyzną obrazu /płaszczyzna błony fotograficznej/ albo płaszczyzną rzutów. W rzucie środkowym rozróżnia się dwa rodzaje obrazów, obraz prosty i odwrócony. Jeżeli płaszczyzna rzutów i rzutowany przedmiot /teren/ znajdują się po jednej stronie środka rzutów, wówczas na płaszczyźnie rzutów powstaje obraz prosty. Jeżeli płaszczyzna rzutów leży poza środkiem rzutów od rzutowanych przedmiotów, mamy do czynienia z obrazem odwróconym.

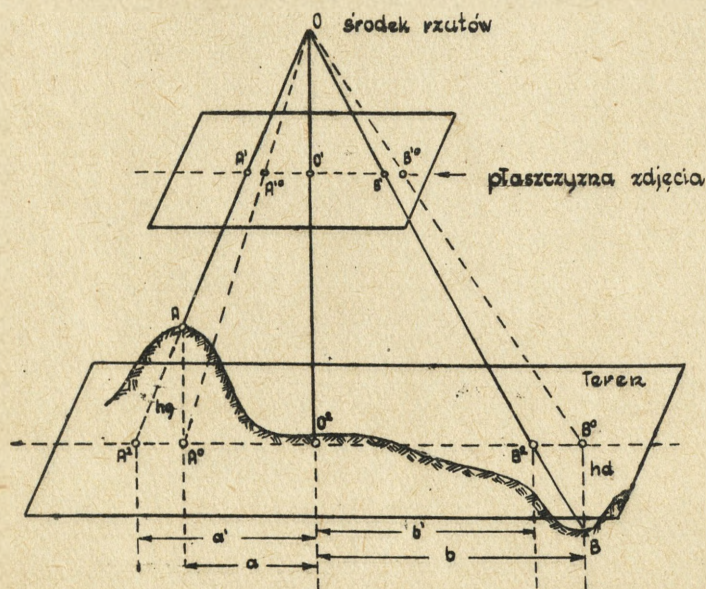


Rys.3-1. Schemat obrazu terenu w rzucie środkowym i prostokątnym

Z rysunku widać, że negatyw zdjęcia jest obrazem odwróconym a pozytyw, czyli odbitka stykowa z obrazem prostym.

Oko ludzkie widzi obrazy przedmiotów w rzucie środkowym. Zamienivszy oko ludzkie obiektywem kamery uzyskamy w zasadzie taki sam obraz perspektywiczny. Określanie rzeczywistych wymiarów i kształtów poszczególnych przedmiotów na podstawie zdjęć różni się od określenia tychże na podstawie mapy. Każda mapa topograficzna jest przedstawiana jako rzut ortogonalny /prostokątny/.

W rzucie ortogonalnym promienie rzutujące są do siebie równoległe a jednocześnie prostopadłe do płaszczyzny rzutu. Mapa jako zmniejszony obraz terenu w rzucie ortogonalnym przedstawia odległości proporcjonalnie do ich wielkości w terenie, a kąty równe odpowiadnim kątom w terenie. Pionowe zdjęcia lotnicze terenu płaskiego można rozpatrywać podobnie jak mapę, ponieważ różnice między takim zdjęciem a mapą będą z geometrycznego punktu widzenia znikome. Pomiarv odległości na podstawie pionowych zdjęć terenu pagórkowatego lub górskiego oraz przedmiotów wysokich wymagają uwzględnienia praw rzutu środkowego

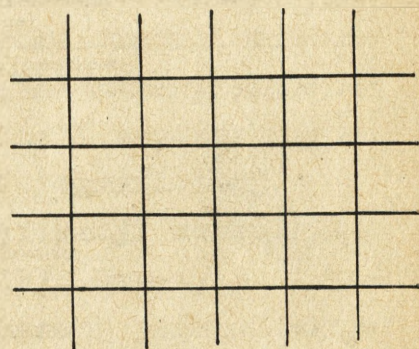
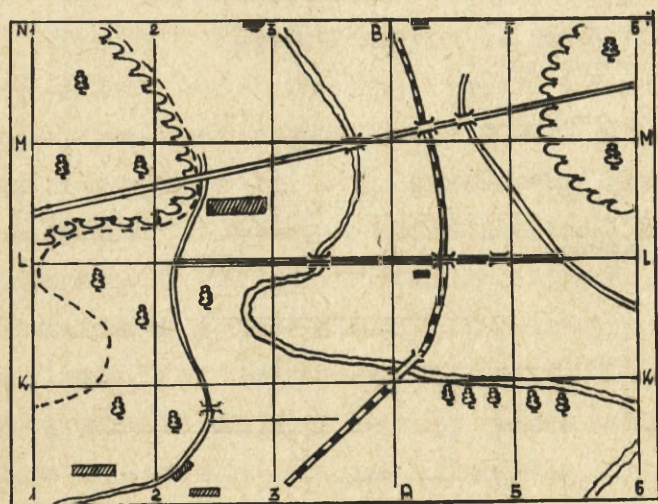
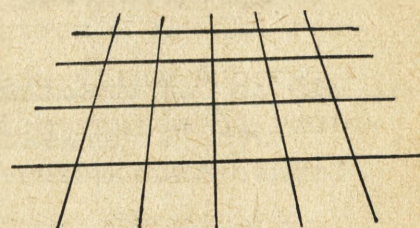
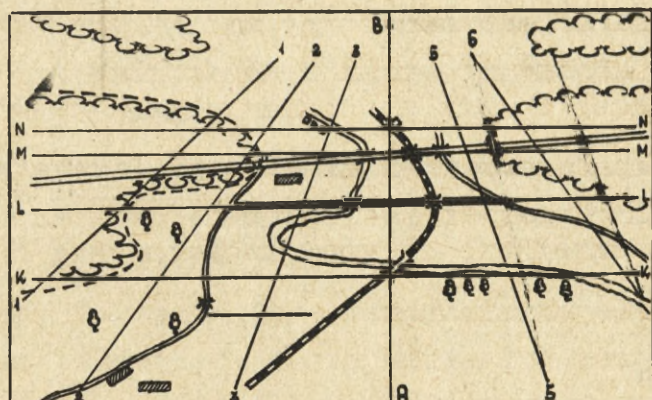


Rys.3-2. Linicve przesunięcie punktów spowodowane rzeźbą terenu

Na rys. 3-2. punkty A i B powierzchni terenu sdfotografowane będą w rzucie środkowym na pozytywie w punktach A' i B'. W pomniejszonym rzucie ortogonalnym te same punkty A i B odwzorowałyby się w punktach A'' i B''. Określają<sup>c</sup> rzeczywiste odległości mię-

dzy punktami  $\hat{O}A$  i  $\hat{O}B$  w rzucie ortogonalnym, uzyskamy w pierwszym przypadku  $\hat{O}A=a$  i  $\hat{O}B=b$ , podczas gdy w rzucie środkowym te same odległości będą inne;  $\hat{O}A = a'$  i  $\hat{O}B = b'$ .

Zdjęcia nachylone nie dają podobieństwa obrazu i jego rzutu jak to ma miejsce na zdjęciu pionowym, występują tu daleko większe przesunięcia liniowe punktów i zniekształcenia katowe.

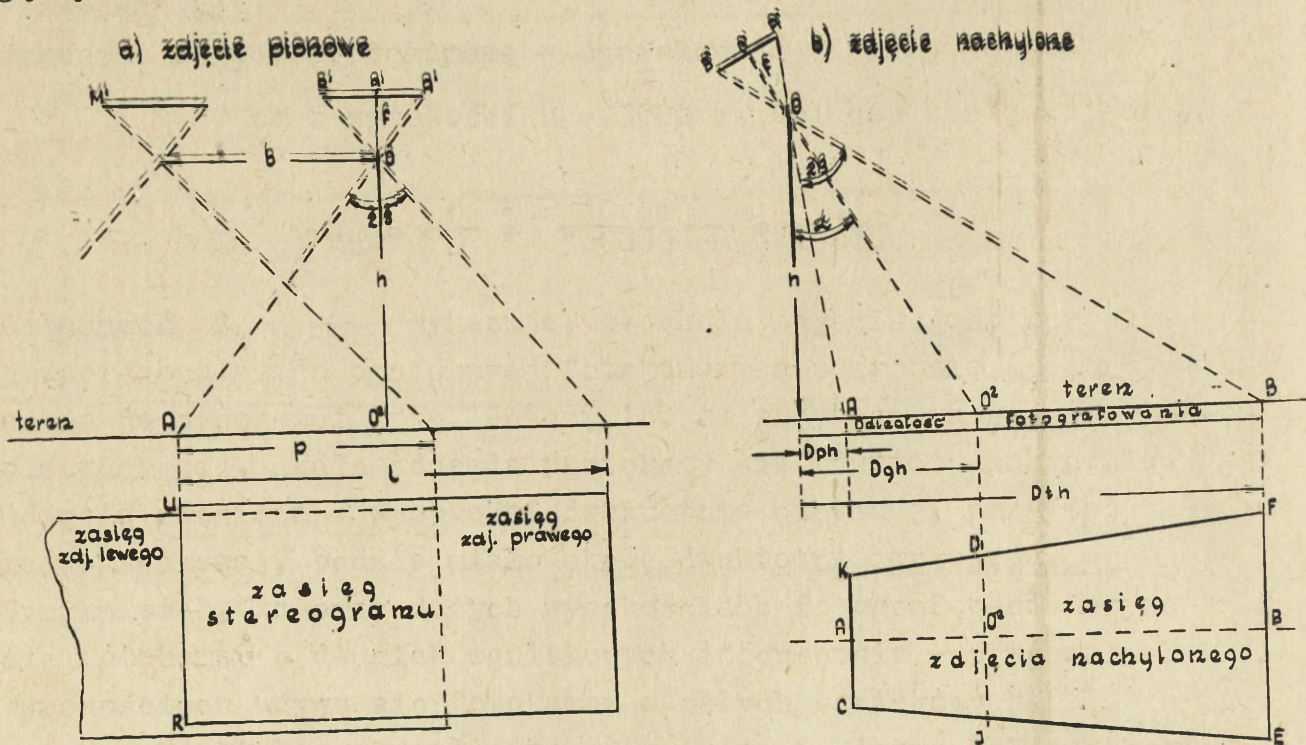


Rys. 3-3. Schematyczny obraz terenu i układ prostych na zdjęciu pionowym i nachylnym

Porównanie obrazów wykazuje, że skala zdjęcia nachylnego nieustannie maleje w kierunku linii horyzontu. Na zdjęciu pionowym skala jest jednolita.

Geometryczne zależności przestrzenne zdjęć określają elementy orientacji wewnętrznej i zewnętrznej zdjęcia lotniczego. Elementy orientacji wewnętrznej określają wzajemne położenie płaszczyzny obrazu i środka rzutów. Elementy orientacji zewnętrznej zdjęcia określają położenie środka rzutów /kamery/

w przestrzeni w przyjętym układzie współrzędnych oraz kierunek osi optycznej kamery. W zależności od charakteru opracowań fotogrametrycznych zdjęcia ilość tych danych i ich pochodne mogą być różne.



Rys.3-4. Niektóre elementy orientacji zdjęć lotniczych pionowych i nachylnych oraz podstawowe określenia

- F - ogniskowa /odległość obrazowa kamery/
- O' - punkt główny zdjęcia
- O - obiektyw kamery /środek rzutów/
- h - wysokość fotografowania
- l - zasięg liniowy zdjęcia
- b - baza zdjęć
- p - pokrycie podłużne zdjęć
- B'A' - odłona fotograficzna
- $2\beta$  - kąt rozwarcia kamery
- $\alpha$  - kąt nachylenia zdjęcia

- CK - odcinek sfotografowany na linii przedniego horyzontu zdjęcia
- DJ - odcinek sfotografowany na linii głównego horyzontu zdjęcia
- EF - odcinek sfotografowany na linii tylnego horyzontu zdjęcia
- RSTU i CEFK - zasięg powierzchniowy zdjęć
- Dph- odległość przedniego horyzontu
- Dgh- odległość głównego horyzontu
- Dth- odległość tylnego horyzontu

## Skala zdjęcia pionowego

Skalą zdjęcia pionowego, podobnie jak skalą mapy nazywamy stosunek długości odcinka na zdjęciu do rzeczywistej jego długości poziomej w terenie. Zdjęcia pionowe posiadają jedrolitą skalę na wszystkich kierunkach a kąty poziome na zdjęciu odpowiadają wartością tym samym kątom w terenie. Obliczając mianownik skali zdjęcia należy odległość w terenie /wziętą najczęściej z mapy/ podzielić przez długość tego samego odcinka na zdjęciu. Z rysunku - 3-4a widać że:

$$S_z = \frac{l}{m} = \frac{A'B'}{AB}, \quad / 3 - 1/$$

gdzie  $S_z$  -skala zdjęcia

$l$  -licznik skali

$A'B'$  -odcinek na zdjęciu /w dalszych obliczeniach  
oznaczać będziemy  $l'$  /

$AB$  -odcinek w terenie /w dalszych obliczeniach  
oznaczać będziemy  $l$  /

Obliczając mianownik skali  $m$  napiszemy:

$$m = \frac{l}{l'} \quad /3 - 2/$$

Ponieważ płaszczyzna zdjęcia jest pozioma /rys.3-4a / to odcinki  $AB$  i  $A'B'$  są od siebie równoległe, a więc trójkąt  $OAB$  jest podobny do trójkąta  $OA'B'$ .

Z tego wynika że:

$$\frac{A'B'}{AB} = \frac{f}{h}; \text{ czyli } S_z = \frac{f}{h}.$$

Ostatecznie możemy napisać, że:

$$S_z = \frac{l}{m} = \frac{l'}{l} = \frac{f}{h}.$$

Przykład 1.

Odległość od przejazdu kolejowego do skrzyżowania dróg na zdjęciu wynosi  $l' = 4$  cm; rzeczywista odległość w terenie  $l = 400$  m /może być mierzona w terenie lub z mapy/ stąd:

$$S_z = \frac{l'}{l} = \frac{4 \text{ cm}}{40000 \text{ cm}} = \frac{1}{10000}$$

Przykład 2.

Wykonano zdjęcie fotokamerą o ogniskowej

$f = 20 \text{ cm}$  z wysokości  $h = 3000 \text{ m}$ , Oblicza skalę zdjęcia.

$$S_z = \frac{f}{h} = \frac{20 \text{ cm}}{300000 \text{ cm}} = \frac{1}{15000}$$

Zależność  $S_z = \frac{f}{h}$  wykazuje, że skala zdjęcia jest wprost proporcjonalna do ogniskowej fotokamery a odwrotnie proporcjonalna do wysokości lotu. Znaczy to, że przy ogniskowej dwukrotnie większej, skala zdjęcia powiększy się również dwukrotnie. Zdjęcie zrobione z wysokości dwukrotnie większej, przy tej samej ogniskowej, będzie miało skalę dwukrotnie mniejszą.

Wynika stąd, że przy dużych wysokościach fotografowania używa się fotokamer o długich ogniskowych i odwrotnie - przy małych wysokościach używa się fotokamer o małych ogniskowych.

Praktyka wykazała, że odczytuje się łatwo takie obiekty które mają na zdjęciu wymiar nie mniejszy od  $1 \text{ mm}$  a przy odczytywaniu za pomocą lupy wymiar na zdjęciu nie powinien być mniejszy od  $0,5 \text{ mm}$ .

Dane te są najczęściej podstawą do określenia skali żądanych zdjęć.

Przykład 3.

Chcemy mieć takie zdjęcia, na których można by odczytać gołym okiem czołgi nieprzyjaciela.

Czołg  $l = 6 \text{ m}$ , warunek odczytania - obraz tegoż czołgu  $l' = 1 \text{ mm}$  na zdjęciu.

Skala winna wynosić  $S_z = \frac{1 \text{ mm}}{6 \text{ m}} = \frac{1}{6000}$  ;

Mając podaną ogniskową możemy obliczyć wysokość lotu samolotu jakiej nie powinien przekroczyć pilot w chwili wykonywania zdjęcia, dla zachowania postawionego warunku. Dla przykładu weźmy fotokamerę o ogniskowej  $f = 20 \text{ cm}$ . Wysokość lotu winna wynosić :

$$h = f \cdot S_z ; h = 20 \text{ cm} \cdot 6000 = 120000 \text{ cm} = 1200 \text{ m}.$$

Mając dane  $l = 6 \text{ m}$ ;  $l' = 1 \text{ mm}$  i  $f = 20 \text{ cm}$  z zależności

$$S_z = \frac{f}{h} = \frac{l'}{l}$$

można obliczyć, że:

$$h = \frac{f \cdot l}{l'} \quad \text{czyli } h = \frac{200 \text{ mm} \cdot 6000 \text{ mm}}{1 \text{ mm}} = 1200 \text{ m}$$

Przykład 4.

Zdjęcie wykonane z wysokości  $h = 200 \text{ m}$  kamerą o ogniskowej  $f = 10 \text{ cm}$ ; określić jakiej wielkości przedmioty będą na nim łatwo rozpoznawalne. Zakładając warunek dobrego odczytania  $l = 1 \text{ mm}$  otrzymamy:

$$l = \frac{h \cdot l'}{f}; \quad l' = \frac{200000 \text{ mm} \cdot 1 \text{ mm}}{100 \text{ mm}} = 2000 \text{ mm} = 2 \text{ m}.$$

Przykład 5.

Zdjęcie zostało wykonane fotokamerą o ogniskowej  $f = 21 \text{ cm}$  w skali  $1 : 8000$ . Obliczyć wysokość z jakiej wykonano to zdjęcie.

$$h = m \cdot f; \quad 8000 \cdot 21 \text{ cm} = 168000 \text{ cm} = 1680 \text{ m}.$$

Przykład 6.

Jaką powierzchnię obejmuje klisza formatu  $13 \times 18 \text{ cm}$  przy ogniskowej  $f = 40 \text{ cm}$  i wysokości  $h = 5000 \text{ m}$ .

Rozwiązanie: Skala zdjęcia wynosi:  $S_z = \frac{40 \text{ cm}}{500000 \text{ cm}} = \frac{1}{12500}$

Długość boków w terenie wynosi: 1.  $13 \text{ cm} \times 12500 = 1625 \text{ cm}$ .

2.  $18 \text{ cm} \times 12500 = 2250 \text{ cm}$ .

Powierzchnia terenu na zdjęciu wynosi:

$$1625 \text{ m} \times 2250 \text{ m} = 3656250 \text{ m}^2 = 365,6 \text{ ha}.$$

Powierzchnia terenu objęta zdjęciem równa jest iloczynowi kwadratu skali i powierzchni zdjęcia.

$$\text{Pow. terenu} = \left( \frac{40}{500000} \right)^2 \times 13 \text{ cm} \times 18 \text{ cm} = 3656250 \text{ cm}^2 = 365,625 \text{ ha}.$$

Podręczniki fotogrametrii podają często skalę mia-

nowaną zdjęć lotniczych zamiast skali liczbowej. Skala mianowana niektórych opracowaniach fotogrametrycznych znajduje szersze zastosowanie aniżeli liczbową.

Przykład tej samej skali jako liczbowej a/ i mianowanej b/.

a/ 1 : 12000;

b/ 120 m w 1 cm;

Zdjęcia nie przetworzone bardzo rzadko będą dokładnie pionowe, ponieważ trudno jest uniknąć wahań samolotu i drgań kamery w czasie ekspozycji. Skala zdjęć nie przetworzonych będzie więc różna w różnych punktach i na różnych kierunkach a każdy pomiar liniowy na takim zdjęciu obarczony będzie pewnym błędem. Jeżeli nachylenie zdjęcia jest nie duże, skalę określa się na dwu kierunkach możliwie prostopadłych i przecinających się możliwie blisko środka zdjęcia. Średnia arytmetyczna tych dwóch skal jest skalą średnią.

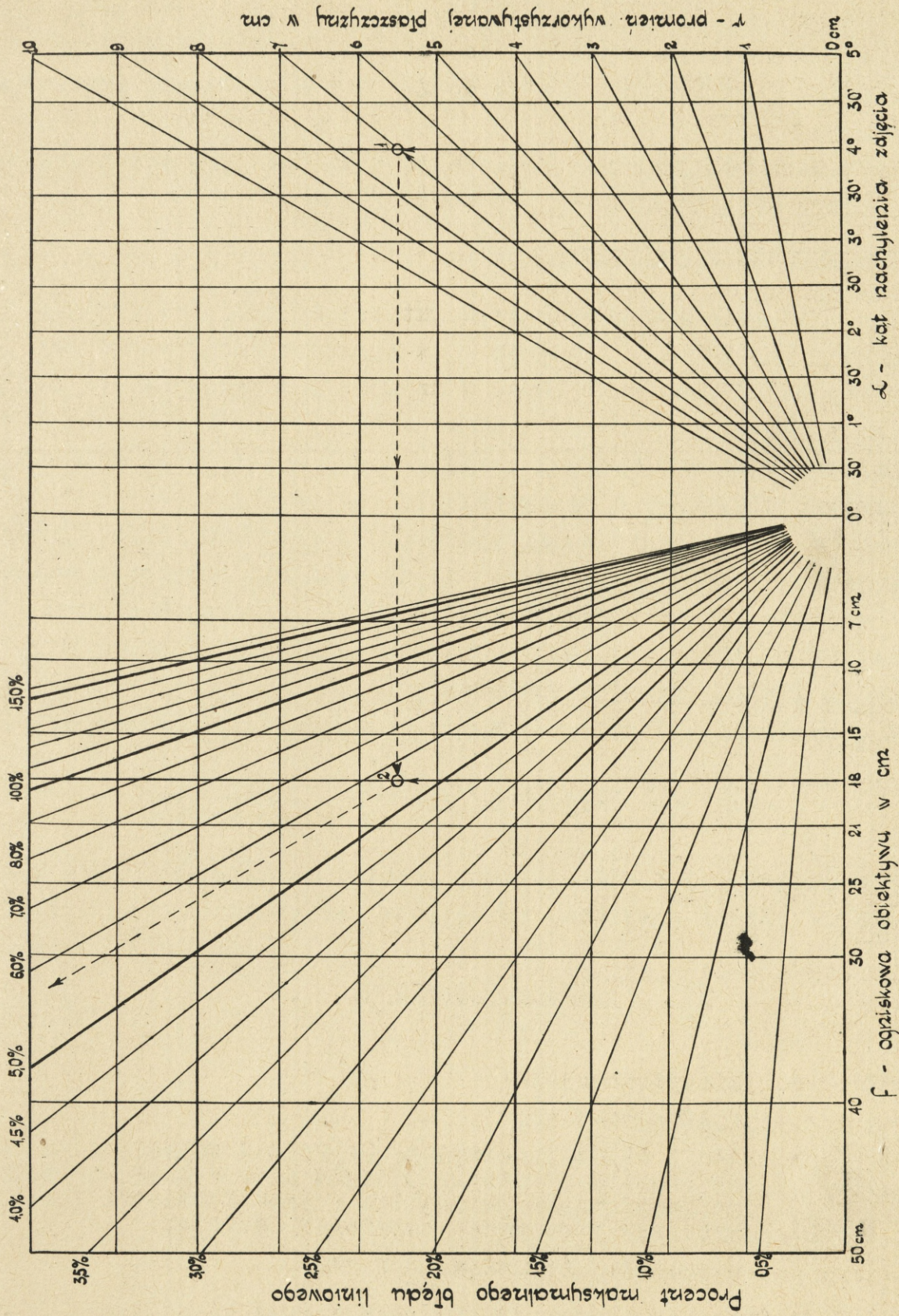
Każdy pomiar liniowy na takim zdjęciu obarczony będzie pewnym błędem i to tym większym im dalej od środka zdjęcia jest on dokonywany. Dla zorientowania się jakiej wielkości będą błędy przy posługiwaniu się średnią skalą na zdjęciach o różnym kącie nachylenia, wykonanych kamerami o różnej ogniskowej oraz w różnych odległościach od środka zdjęcia, podany jest wykres /rys. 3-5/.

Określenie maksymalnego błędu liniowego objaśnimy na przykładzie oznaczonym na wykresie rys. 3-5.

Jakim błędem obarczony będzie pomiar odcinka przy użyciu skali średniej, jeżeli odcinek jest mierzony w odległości około 7 cm od punktu głównego, na zdjęciu wykonanym kamerą o ogniskowej  $F = 18$  cm przy kącie nachylenia osi optycznej  $\alpha = 4^\circ$ ?

Szukając procentowej wielkości tego błędu określamy punkt przecięcia pionowej odpowiadającej  $\alpha = 4^\circ$  /oznaczenia a na dole z prawej/ z ukośną odległości od środka zdjęcia  $r = 7$  cm /punkt 1 na rys. 3-5/, następnie więdziemy wzdłuż prostej poziomej w lewo do przecięcia się z pionową odpowiadającą  $F = 18$  cm /punkt 2/, skąd ukośnie do góry, gdzie na podziałce odczytamy procentową wielkość błędu, w danym wypadku około 6%.

Wykres ten może służyć do innych obliczeń. Np. jaką kamerą należy wykonać zdjęcie aby przy kącie nachylenia  $\alpha = 3^\circ$  i odległości od środka zdjęcia  $r = 8$  cm, błąd nie przekraczał 3,5%?



Rys. 3-5. Wykres służący do określenia w procentach maksymalnego błędu liniowego przy wykorzystywaniu średniej skali nieprzetworzonego zdjęcia lotniczego.

Posługując się wykresem w podobny sposób uzyskamy  $f \approx 25$  cm. Rozpatrując wykres dojdziemy do wniosku, że wielkość błędu liniowego jest proporcjonalna do  $d$  i  $r$  a odwrotnie proporcjonalna do  $f$ .

Sposób na określenie czy zdjęcie jest pionowe czy też nachylo-  
ne podany jest na str. 40 wzór /4-1/.  $\angle$

### Skala zdjęcia nachylnego

Zdjęcia wykonane kamerą, której oś optyczna odchyliła się od pionu ponad  $3^\circ$  uważane są w opracowaniach fotogrametrycznych za zdjęcia nachylone. W działaniach bojowych, ze względu na szybkość opracowań, w niektórych wypadkach w sztabach jednostek ogólnowojskowych przyjmuje się metodę opracowań zdjęć pionowych dla zdjęć o nachyleniu do  $\alpha = 5^\circ$ .

Skala zdjęcia pionowego zmniejsza się w kierunku linii tylnego horyzontu. Wzdłuż linii równoległych do linii horyzontu skala nie zmienia się. Dlatego też skalę zdjęć lotniczych możemy określać na liniach głównego, przedniego i tylnego horyzontu oraz na liniach do nich równoległych.

Skalę na linii głównego horyzontu można obliczyć wg wzoru:

$$\frac{1}{m} = \frac{f}{E} \cos \alpha ; \text{ lub } m = \frac{h}{f \cos \alpha} \quad /3 - 3/$$

Skalę zdjęcia na dowolnej linii prostej na zdjęciu lecz równoległej do linii horyzontu na zdjęciu można obliczyć wg wzoru

$$\frac{1}{m} = \frac{f \cos \alpha - x \sin \alpha}{n} \quad /3 - 4/$$

gdzie:  $m$  - mianownik skali;

$f$  - ogniskowa w cm;

$x$  - odległość linii od linii głównego horyzontu na zdjęciu w cm, ze znakiem + jeżeli odległa jest w kierunku tylnego horyzontu i ze znakiem - jeżeli odległa jest w kierunku przedniego horyzontu zdjęcia;

$h$  - wysokość fotografowana w cm.

Przykład: Określić skalę zdjęcia nachylnego mając dane

$f = 50$  cm;  $h = 2000$  m;  $\alpha = 65^\circ$   $x = -2$  cm.

$$\frac{1}{m} = \frac{50 \cdot 0.42 + 2 \cdot 0.91}{200000} \approx \frac{1}{8770}$$

Posługując się zdjęciami nachylonymi najczęściej oblicza się i podaje w różnych dokumentach skalę głównego horyzontu.

#### 4. OPRACOWANIE ZDJĘĆ LOTNICZYCH

=====

Zdjęcia lotnicze mogą być dostarczone sztabom jednostek ogólnowojskowych w postaci luźnych, pojedynczych zdjęć, fotoszkiców lub fotomap. Zdjęcia przysłane w tej formie mogą być opracowane pod względem taktycznym i topograficznym bądź też w ogóle nie opracowane, zależnie od potrzeb jakim mają służyć zdjęcia w sztabach ogólnowojskowych, czasu jakim dysponuje jednostka wykonująca i opracowująca zdjęcia oraz całego szeregu innych czynników. Najlepszą formą dostarczenia danych z rozpoznania lotniczego jest odpowiednia mapa z nadrukiem sytuacji taktycznej i unacześnionej sytuacji terenowej lub fotomapa z wykreślonymi na niej interesującymi nas danymi. W działaniach bojowych chodzi najczęściej o jak najszybsze dostarczenie pełnych danych o nieprzyjacielu i terenie, najszybciej zaś można dostarczyć negatywy lub luźne odbitki zdjęć lotniczych. Opracowanie zdjęć w takim wypadku może się sprowadzać do następujących czynności:

1. Ocena zdjęć lub negatywów mająca na celu określenie ich przydatności do zamierzonych prac i określenie danych ułatwiających ich wykorzystywanie;
2. Sporządzenie fotoszkicu;
3. Odczytanie zdjęcia /negatywu/;
4. Przetworzenie zdjęcia i przeniesienie celu ze zdjęcia na mapę;
5. Naniesienie siatki współrzędnych na zdjęcie;
6. Określenie współrzędnych celu;
7. Ewidencjonowanie zdjęć.

Czynności te mogą mieć różny zasięg i dokładność, zmieniać kolejność lub też niektóre mogą być pomijane, w zależności od charakteru prac, czasu na opracowanie, posiadanych przyrządów itp.

#### Ocena i przygotowanie zdjęć /negatywów/ do opracowania

może obejmować:

- a/ ogólny przegląd;
- b/ aktualność zdjęć;
- c/ elementy orientacji wewnętrznej i zewnętrznej zdjęć;
- d/ skala zdjęć /przy zdjęciach nachylonych skala głównego a

- niekiedy i przedniego oraz tylnego horyzontu/;
- e/ kierunek północy na zdjęciach;
  - f/ identyfikacja terenu na zdjęciu i mapie /wykreślanie zasięgu zdjęć na mapie/;
  - g/ pokrycie podłużne i poprzeczne zdjęć oraz możliwości badań stereoskopowych;
  - h/ stosunek długości cieni przedmiotów do ich wysokości /tylko na zdjęciach wykonanych przy oświetleniu słonecznym/;
  - i/ wielkość obiektów możliwych do odczytania oraz wielkość obiektów dostrzegalnych na zdjęciach;
  - j/ wielkość rozmazania i jego kierunek.

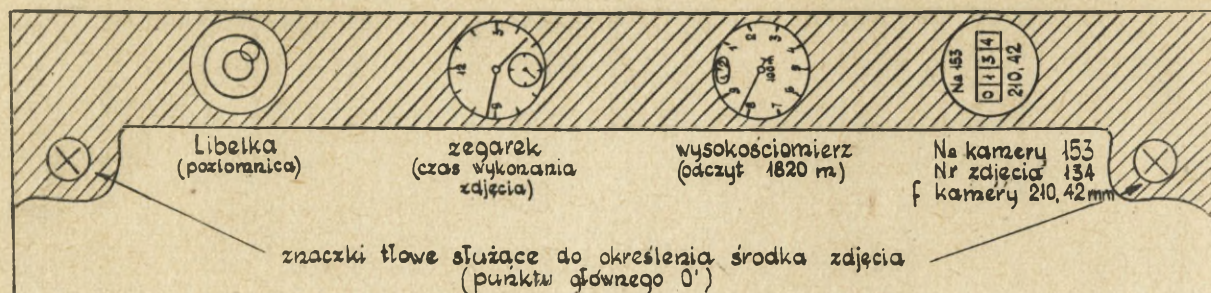
Ogólny przegląd zdjęć ma na celu określenie rodzaju zdjęcia /panchromatyczne, kolorowe, podczerwone, telewizyjne itp/ jakości ich wykonania, zadrapań i skaz technicznej obróbki i wielu innych, pozwalających uzmysłwić sobie dodatnie i ujemne cechy tych zdjęć oraz zastosować jak najlepszą metodę ich wykorzystania.

Oceniając aktualność zdjęć należy określić rok, miesiąc, dzień i godzinę fotografowania terenu. W opracowaniach dla potrzeb taktycznych celowym jest powiązanie z sytuacją taktyczną na polu walki w czasie fotografowania.

Z elementów orientacji wewnętrznej i zewnętrznej najczęściej potrzebne są dokładna ogniskowa kamery /f/, wysokość lotu /h/ oraz punkt główny zdjęcia /O %.

Oceniając skalę zdjęć określamy jaka jest wielkość 1 cm i 1 mm zdjęcia w terenie a na zdjęciach nachylonych wielkość tych jednostek na liniach głównego, przedniego i tylnego horyzontu.

Rodzaj zdjęcia /pionowe czy nachylone/ określa się na podstawie libelki, której obraz jest odfotografowany w rogu lub na marginesie zdjęcia. Margines zdjęcia wykonanego kamerą pomiarową /Wilde'a/ i wielkości na nim przedstawione podaje rys A-1.



Rys. 4-1. Margines zdjęcia wykonanego kamerą pomiarową /Wild a/

Libelka kamery pomiarowej posiada podziałkę /okręgi/ o dokładności najczęściej około  $0^{\circ},5$ , natomiast kamera rozpoznawcza posiada libelkę o dokładności podziałki około  $1^{\circ}$ .

Rodzaj zdjęcia pod względem nachylenia osi kamery w momencie wykonania zdjęcia można też określić za pomocą zależności.

Zdjęcie uznajemy za pionowe gdy:

$$m_I - m_{II} \leq 4 d : l_{\max}^{\circ} ; \quad /4 - 1/$$

gdzie:  $m_I$  - największy mianownik skali uzyskany w wyniku dwóch lub kilku obliczeń skali, na podstawie co najmniej czterech zidentyfikowanych punktów na zdjęciu i mapie;

$m_{II}$  - najmniejszy mianownik skali zdjęcia obliczony jak wyżej;

$d$  - dokładność pomiarów i prac graficznych na mapie w centymetrach /wynosi ona dla map w skali 1:10000 około 5 m /500 cm/ dla skali 1:25000 - 12,5 m; 1:50000 - 25 m itd./;

$l_{\max}^{\circ}$  - maksymalnej długości odcinek jaki można zmierzyć na danym zdjęciu w centymetrach.

#### Przykład

Określamy rodzaj zdjęcia o formacie 18x18 cm /najdłuższy odcinek w tym formacie ma 20 cm/ przy pomocy mapy w skali 1:25000. Krańcowo różne skale tego zdjęcia wynoszą 1:14130 i 1:13950. Według zależności /4-1/ otrzymamy

$$14130 - 13950 < /4 \cdot 1250/ : 20;$$

gdyż  $180 < 250$

Ponieważ w tym wypadku różnica mianowników  $m_I - m_{II}$  jest mniejsza od ilorazu czterokrotnej dokładności pomiarów, przez maksymalną długości odcinek na zdjęciu  $/4 d : \overset{!}{l}_{max}/$  - zdjęcie należy uznać za pionowe.

Kierunek północy na zdjęciu lotniczym można określić:

- wg cieni przedmiotów na zdjęciu i godziny wykonania zdjęcia;
- wg zorientowanego zdjęcia w stosunku do mapy;
- wg zorientowanego geometrycznie zdjęcia w terenie i kompasu.

Pierwszy sposób polega na wyliczeniu wielkości katowej przesunięcia cienia w czasie od godziny wykonania zdjęcia do godziny 12.00 czasu miejscowego. O godzinie 12.00 czasu miejscowego cienie przedmiotów wskazują kierunek północy.

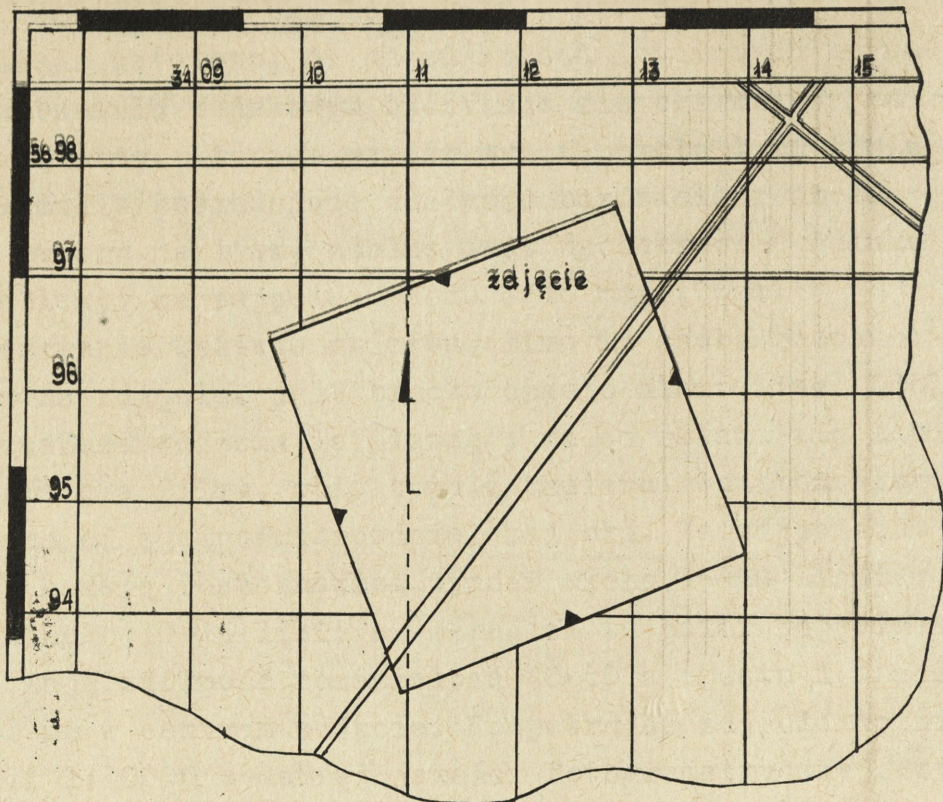
Wielkość przesunięcia katowego cienia przedmiotu w ciągu godziny wyniesie:  $360^\circ : 24 \text{ godz.} = 15^\circ / \text{godz.}$ ; w ciągu minuty wyniesie  $15^\circ : 60 \text{ min} = 0^\circ 15'$  czyli, że wielkość katowa cienia zmienia się o  $1^\circ$  w ciągu ~~minut~~ czasu.

Przykład: Zdjęcie zostało wykonane o godz. 9.20 czasu miejscowego. Aby otrzymać kierunek północy należy kierunek cienia przesunąć o  $40^\circ$  w odwrotnym kierunku do pozornego ruchu słońca /odwrotnie do kierunku przesuwania się cienia/, ponieważ różnica czasu między godziną 12.00 a 9.20 wynosi 2 godz. 40 minut, co w wartości katowej daje  $40^\circ$ .

Określenie kierunku północy na zdjęciu przy pomocy mapy obrazuje rysunek nr 4-2.

Jak widać na rysunku, po dokładnym zorientowaniu zdjęcia w stosunku do mapy wykreślamy na zdjęciu jedną z linii siatki kilometrowej. Jest to kierunek północy topograficznej. Na odwrocie zdjęcia należy podać w takim wypadku elementy orientacji mapy z uwzględnieniem zmian na rok bieżący. W wypadku gdy brak jest odpowiednich do wzajemnego zorientowania linii na zdjęciu i mapie można je wykreślić na podstawie dwóch zidentyfikowanych punktów, przy czym prosta wykreślona na mapie winna być odpowiedniej długości, tak aby nie została przykryta przyłożonym do mapy zdjęciem, na zdjęciu zaś winna się kończyć na skrajach zdjęcia.

Wykreślenie kierunku północy na zdjęciu za pomocą geometrycznie zorientowanego zdjęcia w terenie i busoli przeprowadza się podobnie jak wg mapy z tym, że linię na mapie zastępuje



Rys. 4-2. Określenie kierunku północy wg zidentyfikowanych i wzajemnie zorientowanych linii na zdjęciu i mapie.

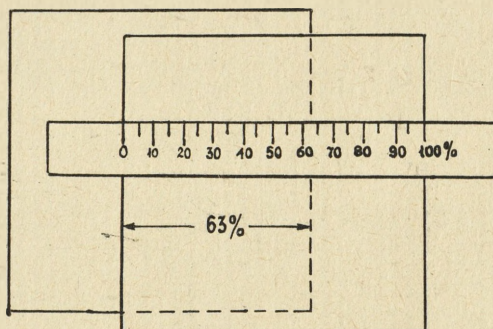
tu linia terenowa a linię siatki kilometrowej - prosta wytyczona przez igłę magnetyczną.

Identyfikacja terenu na zdjęciu i mapie ma na celu określenie dokładnie na mapie /lub w terenie/ obszaru jaki został sfotografowany na poszczególnych zdjęciach. Na odwrocie zdjęcia, lub w opisie załączonym do zdjęć podaje się zazwyczaj godło mapy, na której znajduje się zasięg sfotografowanego terenu. Dla zidentyfikowania zdjęcia z mapą należy uzmysłowić sobie jak duży /w przybliżeniu/ obszar zajmuje jedno zdjęcie na danej mapie. Następnie określić kierunek północy na zdjęciu i zorientować zdjęcie w stosunku do kierunku północy na mapie. Pamiętając, że przy zorientowanej wzajemnie mapie i zdjęciu kierunki na obu będą do siebie równoległe, łatwo już odszukać równoległe i podobne do siebie linie na mapie i zdjęciu. Na zdjęciu wybiera się wyraźne i jak najdłuższe linie terenowe co do których jest pewność, że powinny się znajdować również i na mapie. Po odzুকaniu podobnych linii

identyfikuje się mniejsze linie i punkty w celu upewnienia się co do identyczności terenu na mapie i zdjęciu.

W wypadku gdy teren przedstawiony na zdjęciach nie jest zlokalizowany przez podanie na odwrocie zdjęć lub w opisie godła mapy terenu fotografowanego, montuje się prowizoryczny fotoszkic z większej ilości zdjęć i identyfikuje się go na mapach w mniejszej skali.

Pokrycie podłużne i poprzeczne określa się za pomocą podziałki i długości odpowiadającej długości boku zdjęcia skierowanego wzdłuż osi lotu lub za pomocą obliczeń. Określanie pokrycia pionowych zdjęć lotniczych za pomocą podziałki podaje rysunek 4-3.



Rys. 4-3. Określenie pokrycia zdjęć za pomocą prowizorycznej podziałki.

Zdjęcia lotnicze, których pokrycie podłużne w szeregu przekracza 50% umożliwiają stereoskopowe badanie całego szeregu. Mniejsze od 50% pokrycie powoduje lukę stereofotogrametryczną, to znaczy, że w takim szeregu będą znajdowały się pasy terenu odwzorowanego na zdjęciach, których nie będzie można rozpatrywać stereoskopowo.

Stosunek długości cieni przedmiotów do ich wysokości jest stały na zdjęciu wykonanym w czasie pogody słonecznej. Uprzedniego jego określenie ułatwia odczytywanie i opracowanie zdjęć /sposoby określania tego stosunku podaje skrypt pt. "Odczytywanie zdjęć lotniczych" str.str. 17-19/.

Wielkość obiektów możliwych do odczytania oraz wielkość obiektów dostrzegalnych na zdjęciach określa się na podstawie skali zdjęcia, jakości fotogrametrycznej zdjęcia, zdolności rozdzielczej danego obrazu fotograficznego,

zdolności rozdzielczej oka ludzkiego i przyrządów optycznych. Doświadczalnie ustalono, że na zdjęciach lotniczych używanych w rozpoznaniu wojskowym odczytuje się bez większych trudności obiekty, których wymiar wynosi około 1 mm i więcej. Oko ludzkie posiadające zdolność rozdzielczą około 8 linii i przerw na 1 mm, zdolne jest zaobserwować daleko mniejsze obiekty na zdjęciu, rzędu  $1/16 \text{ mm} = 0,06 \text{ mm}$ . (2000) Jednak odczytanie takiego obiektu, mimo iż zaobserwowano jego obraz na zdjęciu, jest bardzo często niemożliwe. Zdolność rozdzielcza zdjęcia lotniczego, na co składa się zdolność rozdzielcza filmu, obiektywu i papieru światłoczułego jest większa od zdolności rozdzielczej oka. Na zdjęciach wykonanych kamerą rozpoznawczą wynosi około 15-30 linii w centrum i około 10-15 linii na skrajach zdjęcia. Zdjęcia pomiarowe mają zdolność rozdzielczą 40-60 a często i więcej linii na 1 mm w centrum zdjęcia. Rozpatrując zdjęcie lotnicze w skali 1:10000 o dobrej jakości fotogrametrycznej, wykonane kamerą rozpoznawczą możemy stwierdzić, że:

- możliwe jest odczytywanie obiektów o wielkości po szerokości lub długości 10 m i większych /1 mm . 10000 = 10 m/;
- możliwe jest zaobserwowanie /lub odczytanie za pomocą odpowiednich powiększających przyrządów optycznych/ na zdjęciu obiektów o wielkości 60 cm /0,06 mm . 10000 = 60 cm/;
- możliwe jest zaobserwowanie, już nie gołym okiem, ale za pomocą odpowiednich przyrządów optycznych, w centrum zdjęcia śladów obiektów o wielkości 20 cm /25 linii i przerw pozwala zanotować na zdjęciu oddzielne obiekty o wielkości 0,02 mm, 0,02 mm . 10000 = 20 cm/.

W ostatniej wojnie używane były przyrządy optyczne pozwalające na pomiar obrazu na zdjęciu z dokładnością do kilku tysięcznych mm. Takie precyzyjne pomiary pozwalały określić długość pojazdów z dokładnością rzędu kilku cm a za tym i ich typ. Pomiar obrazów armat pozwalał określić nawet ich typ i kaliber.

Wielkość rozmazania jest to wielkość liniowa powstająca na skutek ruchu samolotu w czasie naświetlenia błony fotograficznej. Wielkość ta będzie tym większa im większa będzie skala zdjęcia, prędkość przesuwania się terenu pod samolotem i czas naświetlenia błony. Każde zdjęcie wykonane z samolotu

lub zdjęcie obiektów będących w ruchu, posiada mniej lub więcej zamazany obraz. Zazwyczaj wielkość rozmazania jest tak mała, że nie można jej zauważyć gołym okiem, lecz przy dokładnych pomiarach obiektów ze zdjęć bardzo często się ją uwzględnia. Rozmazanie obrazu występuje tylko na kierunku lotu samolotu. Natomiast na kierunkach prostopadłych do osi lotu rozmazanie nie występuje a wymiary obrazów obiektów są tu ściśle proporcjonalne do ich rzeczywistych wymiarów. Wielkość rozmazania na zdjęciach wykonywanych z samolotów lecących z prędkością ponaddźwiękową jest często kompensowana przez automatycznie zsynchronizowany ruch błony fotograficznej w momencie ekspozycji z przesuwaniem się terenu pod samolotem. Rozmazanie  $\Delta_l$  / jest iloczynem prędkości lotu w metrach na sek /V m/sek/ przez czas ekspozycji /E/;

$$\Delta_l = V \text{ m/sek} \cdot E; \quad /4 - 2/$$

Przykład : Obliczyć jaka będzie wielkość rozmazania przy prędkości lotu 600 km/godz /166 m/sek/ przy naświetlaniu w czasie 1/300 sek.

Podstawiając dane do wzoru /4-2/ otrzymamy:

$$\Delta_l = 166 \text{ m/sek} \cdot \frac{1}{300} = 0,55 \text{ m};$$

### Sporządzenie fotoszkiecu

Fotoszkiec jest obrazem fotograficznym zmontowanym z luźnych zdjęć pionowych lub nachylonych dopasowanych wzajemnie według sytuacji terenowej przedstawionej na zdjęciach. Sporządzenie fotoszkiecu prowizorycznego ułatwia wiele prac, między innymi:

- identyfikację terenu na zdjęciach i mapie;
- określenie na mapie rejonu objętego zasięgiem posiadanych zdjęć;
- określenie pokrycia podłużnego i poprzecznego;
- interpretację nieprzyjaciela i terenu, ponieważ przedstawia usytuowanie rozpatrywanego obiektu w stosunku do innych położonych na dalszych zdjęciach;
- orientowanie sztabów lub zainteresowanych w położeniu wykrytych celów i innych obiektów;
- podział zdjęć lotniczych między pododdziały w zależności od ich położenia w terenie itp.

Ujemną stroną fotoszkieców jest niemożliwość jednoczesnego wykorzystania zdjęć do badań stereoskopowych mimo, iż mogą one posiadać dostateczne ku temu pokrycie. Niewystarczającą dokładność fotoszkiecu nie pozwala na wykorzystanie go do prac pomiarowych. Dlatego też fotoszkie służy najczęściej do ogólnej orientacji.

Montaż fotoszkiecu prowizorycznego rozpoczyna się w kolejności zgodnej z kolejnością fotografowania, to jest na zdjęcie z numerem najmniejszym /lub pierwszym/ nakłada się zdjęcie następne, dopasowując je sytuacją terenową. Dopasowane zdjęcie unieruchamia się ciężarkami, spinaczami lub pluskiewkami, po czym montuje się następne zdjęcia szeregu. Zdjęcie następnego szeregu montuje się kolejno na zdjęcia pierwszego szeregu zgrywając je na pokryciu poprzecznym. Po wykonaniu nakazanych prac na zmontowanym fotoszkiecu lub wykonaniu schematu prowizorycznego montażu albo kafi ewidencyjnej zdjęć, pozwalającej orientować się w położeniu poszczególnych zdjęć, fotoszkie taki można rozmontować. Zdjęcia z rozmontowanego fotoszkiecu prowizorycznego można użyć do opracowań stereoskopowych lub fototriangulacji. Natomiast zdjęcia z fotoszkiecu na którym są one podcinane lub obrywane i podklejane nie mogą być już użyte do tych celów. Montowanie takiego fotoszkiecu zaczyna się nie według kolejnej numeracji zdjęć a od środkowego zdjęcia środkowego szeregu, do skrajów sfotografowanej płaszczyzny.

Zdjęcia podkleja się na kartonie po uprzednim podcięciu lub oberwaniu. Przy podcinaniu lub obrywaniu zdjęć do podklejenia należy pamiętać, że obraz terenu jest najdokładniej odwzorowany w środkowej części każdego zdjęcia. Dlatego też obrywanie lub obcinanie powinno się dokonywać zachowując w całości środkowe części zdjęcia, unikając też przecinania interesujących nas ważnych obiektów. Przy obrywaniu zdjęć warstwę emulsji zdjęcia należy lekko nadciąć, tak aby rwany był tylko papier /podłoże/ a nie emulsja.

Posiadając tylko jeden komplet zdjęć wykonuje się raczej fotoszkie prowizoryczny, bez obcinania poszczególnych zdjęć, szczególnie wtedy gdy późniejsze opracowania mają być przeprowadzone przy pomocy stereoskopu.

Zdjęcia nachylone montuje się w fotoszkiecu podobnie

jak zdjęcia pionowe. W trudniejszych wypadkach gdy skale sąsiednich zdjęć znacznie się różnią, lub gdy zdjęcia wykonywane były ze skrętu - zdjęcia dopasowuje się głównie obiektami leżącymi na linii, wzdłuż której wykonywano fotografowanie.

### Odczytanie zdjęcia

Odczytanie zdjęcia jest jednym z podstawowych przedsięwzięć w opracowaniu zdjęć lotniczych. Metody odczytywania zdjęć mogą być:

- kameralne;
- polowe.

Odczytywanie kameralne polega na tym, że zdjęcie odczytuje się w pomieszczeniu bez jednoczesnego wglądu w teren przedstawiony na zdjęciu.

W działaniach bojowych najczęściej stosowane jest odczytywanie kameralne.

Odczytywanie polowe polega na jednoczesnym oglądzie obrazu obiektu na zdjęciu i rzeczywistego obiektu w terenie. Położenie odczytanego obiektu określa się odpowiednim znakiem taktycznym lub topograficznym na zdjęciu lub mapie. Tego rodzaju odczytywanie, zwane często uczytelnianiem zdjęć, stosuje się na terenie własnym w celu sporządzania map i innych prac. Na zdobytym terenie przeciwnika prowadzi się też tą metodą kontrolę wyników odczytywania kameralnego.

Różnorodność zagadnień jakie rozwiązywane są w procesie rozpoznania wojskowego przy pomocy zdjęć lotniczych, wielkie ilości sprzętu bojowego, urządzeń, budowli i zasad ich taktycznego wykorzystania wyklucza możliwość wyszkolenia uniwersalnego odczytywacza. Zadania te przekraczają możliwości jednego człowieka. Konieczne jest wyszkolenie grup odczytywaczy w poszczególnych rodzajach wojsk, w których każdy z odczytywaczy wyspecjalizowany byłby w odczytywaniu innych rodzajów uzbrojenia, sprzętu i budowli inżynierskich.

Nie istnieje metoda naukowego odczytywania zdjęć lotniczych w ogóle. Wszystkie sposoby, zasady, klucze mogą mieć tylko rzeczowo wąsko ograniczoną wartość użytkową. Odczytywacz winien mieć mnóstwo wiadomości specjalistycznych

z dziedziny, której obiekty odczytuje na zdjęciu.

### Przetwarzanie zdjęć i przenoszenie celów ze zdjęcia na mapę

Najwygodniejszym zdjęciem do opracowania jest zdjęcie posiadające jednolitą skalę, a więc zdjęcie dokładnie pionowe. Często koniecznym jest też, aby poszczególne zdjęcia szeregu lub powierzchni miały jednakową skalę. Wykonanie takich zdjęć w powietrzu jest niemal niemożliwe ze względu na trudności dokładnego utrzymania kamery w ściśle pionowym położeniu osi optycznej oraz wykonanie lotu na dokładnie niezmiennej wysokości. Do opracowań fotogrametrycznych zdjęcia takie należy przetworzyć.

Proces przekształcania obrazu nachylonego zdjęcia lotniczego na obraz pionowego zdjęcia lotniczego oraz doprowadzenie obrazu zdjęcia do zadanej, jednolitej skali, nazywany jest w fotogrametrii przetwarzaniem. W praktyce używane jest:

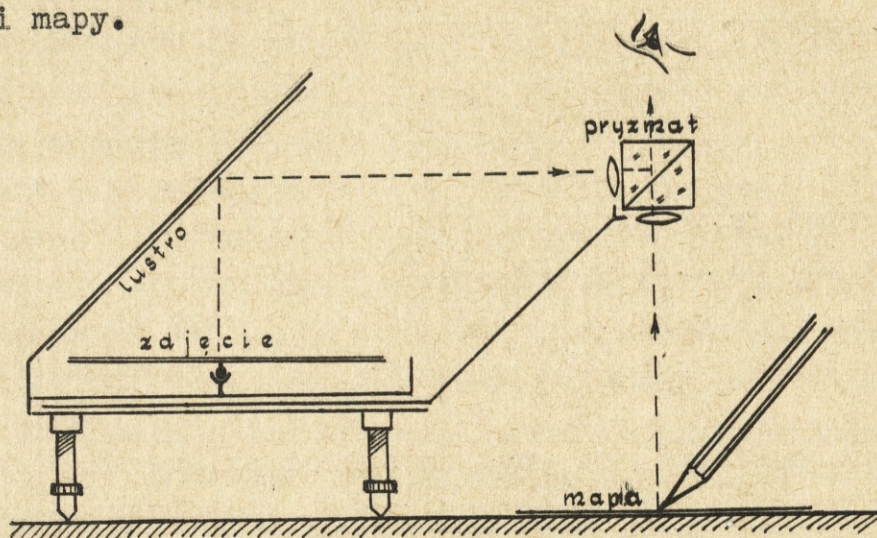
- fotomechaniczne przetwarzanie zdjęcia lotniczego;
- optyczno-graficzne przetwarzanie zdjęcia lotniczego;
- graficzne przetwarzanie zdjęcia lotniczego.

Fotomechaniczne przetwarzanie zdjęcia lotniczego przeprowadzane jest za pomocą przyrządu zwanego przetwornikiem, o konstrukcji podobnej jak w powiększalniku, znanym nam z fotografii amatorskiej.

W przetworniku płaszczyzny kliszy, obiektywu i ekranu mogą wzajemnie zmieniać kąty i odległości położenia. Możliwość zmiany kątów i odległości tych płaszczyzn, pozwala na zestrojenie /doprowadzenie do pokrycia się/ obrazów punktów przerzutowanych z negatywu na ekran z naniesionymi nań, w odpowiedniej skali fotopunktami. Na tak ułożonym ekranie nasświetla się materiał światłoczuły. Uzyskany w ten sposób pozytyw będzie miał żadaną skalę, będzie też zdjęciem pionowym.

Przetwarzanie optyczno-graficzne może być przeprowadzane w sztabach ogólnowojskowych za pomocą prostych przyrządów zwanych prostownikami. Przyrząd ten może służyć jednocześnie jako przenośnik do przenoszenia celów ze zdjęcia pionowego lub nachylonego na mapę a także do przenoszenia siatki kilometrowej z mapy na te zdjęcia.

Przyrząd ten pozwala na przenoszenie nie tylko punktów ale i całych konturów widzianych w polu widzenia przenośnika. Patrząc jednym okiem przez pryzmat widzi się jednocześnie obraz zdjęcia i mapy.



Rys. 4-4. Prostownik-przenośnik.

Przed przystąpieniem do pracy na tym przyrządzie należy wybrać 4 punkty na zdjęciu i 4 identyczne punkty na mapie tworzące czworobok wokół sytuacji, którą nanosimy na mapę. Wybrane 4 punkty na zdjęciu i mapie zgrywamy za pomocą ruchomego stolika na którym rłożono zdjęcie, oraz za pomocą pokręteł na nóżkach przyrządu. Dla zapewnienia ostrości widzenia przyrząd wyposażony jest w oddzielny komplet soczewek zbliżających lub oddalających, które zakłada się w dolnej części pryzmatu. Po zestrojeniu obrazów zdjęcia i mapy, tak aby przez pryzmat widać było jednolitą sytuację, oprowadzamy ołówkiem na mapie linie sytuacyjne widziane na zdjęciu. Istnieje duża ilość typów prostowników i przenośników, jednak prawie wszystkie opierają się na podobnej zasadzie. Wykorzystując je należy pamiętać o odpowiedniej proporcji oświetlenia zdjęcia i mapy. Niedotrzymanie tego warunku prowadzi do tego, że w pryzmacie widzieć będziemy wyraźny obraz zdjęcia, podczas gdy obraz mapy może być ledwo widoczny, lub odwrotnie. Ilość dochodzącego światła reguluje się odpowiednim ustawieniem przyrządu do źródła światła lub przesłanianiem /dłonią, kartką/ światła padającego na zdjęcie lub mapę.

W przetwarzaniu graficznym nie używa się żadnych przyrządów a tylko proste przybory kreślarskie. Metody przetwarzania graficznego są najstarsze spośród wszystkich metod

przetwarzania wykorzystywanych w opracowaniu zdjęć i unaczestnieniu map lub planów. Ujemną stroną graficznego przetwarzania jest stosunkowo mała dokładność/do opracowań fotogrametrycznych, w opracowaniach przeprowadzonych w sztabach ogólnowojskowych całkowicie wystarczą / oraz dość żmudne prace kreślarskie. Ze względu jednak na ich prostotę, są one podstawowymi w opracowaniach przeprowadzanych we wszystkich jednostkach poza fotogrametrycznymi i topograficznymi, które wyposażone są etatowo w przetworniki lub prostowniki.

Zagadnienie przetwarzania graficznego ściśle wiąże się z przenoszeniem celów ze zdjęcia na mapę. Metody są tu jednakowe i dlatego omówimy je w następnym rozdziale.

### Przenoszenie celów ze zdjęć na mapę

#### A. Przenoszenie celów ze zdjęć pionowych

Obiekty odczytane na zdjęciu lotniczym przenosi się na mapę w celu określenia ich współrzędnych lub zorientowania się jakie miejsce zajmują przenoszone obiekty w całej sytuacji taktycznej i topograficznej przedstawionej na mapie. Odczytane cele przenosi się na mapę po określeniu metody przenoszenia celu, a ta zależna jest głównie od stwierdzenia czy zdjęcie jest pionowe, czy też nachylone. Sposoby określenia rodzaju zdjęcia pod względem nachylenia osi optycznej podane są na str. 40 wzór /4-1/. W wypadkach wątpliwych oraz gdy przenosi się małą ilość celów można stosować metody przenoszenia obiektów ze zdjęć nachylonych na mapę, ponieważ metody te mogą być stosowane tak na zdjęciach nachylonych jak i na pionowych. Metody przenoszenia obiektów ze zdjęć pionowych na mapę nie mogą być zastosowane w przypadku zdjęć nachylonych.

Przeniesienie celów ze zdjęcia pionowego na mapę można wykonywać jednym z następujących sposobów:

1. za pomocą zidentyfikowanych punktów leżących blisko celu;
2. za pomocą współrzędnych biegunowych;
3. za pomocą podziałki proporcjonalnej;
4. za pomocą cyrkla proporcjonalnego;
5. za pomocą przezroczystej kalki;
6. za pomocą siatek identyfikacyjnych.

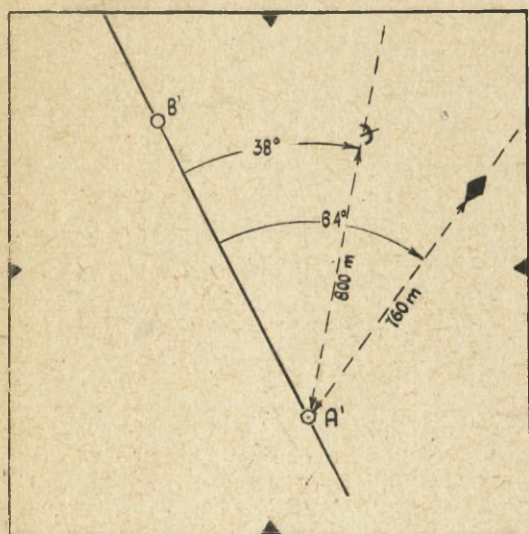
Sposoby wymienione pod pozycjami 1-5 wykorzystuje się przy przenoszeniu pojedynczych lub niewielkiej ilości celów. Przenoszenie większej ilości celów ze zdjęcia na mapę, lub całych sytuacji, wymaga stosowania siatek identyfikacyjnych.

1. Przenoszenie celu ze zdjęcia na mapę za pomocą zidentyfikowanych punktów leżących blisko celu.

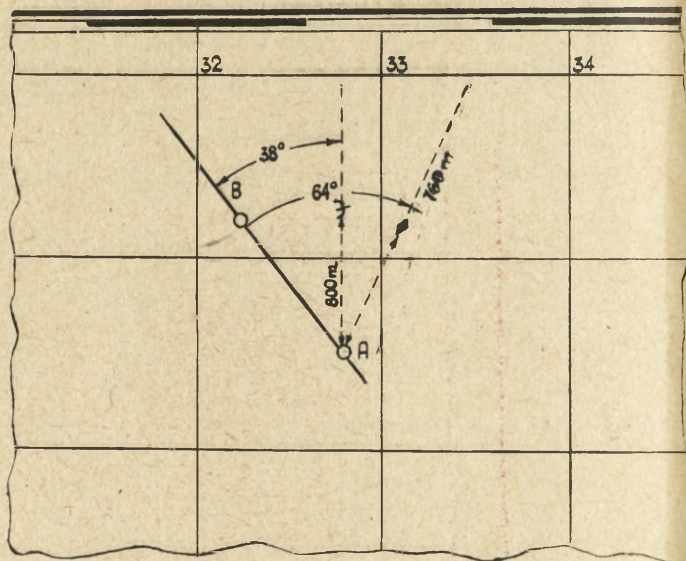
Sposób ten stosuje się w wypadku gdy na zdjęciu i mapie znajduje się duża ilość punktów łatwych do zidentyfikowania, a położenie tych punktów w stosunku do celu pozwala na dokładne określenie położenia celu na mapie. Cel może leżeć w takim wypadku na linii terenowej w połowie odległości między dwoma zidentyfikowanymi punktami, na przecięciu się prostych łączących 4 zidentyfikowane punkty itp.

2. Przenoszenie celu za pomocą współrzędnych biegunowych

Sposób ten polega na wyborze zidentyfikowanej linii i punktu na zdjęciu i mapie z którego określa się na zdjęciu azymut biegunowy na przenoszony punkt. Azymut mierzy się od zasadniczego kierunku, którym może być linia terenowa przebiegająca przez punkt bieguna, lub linia na inny zidentyfikowany punkt. Na wykreślonym na zdjęciu kierunku azymutu mierzy się odległość od bieguna do celu. Czynności na mapie prowadzą się do wykreślenia azymutu ze zidentyfikowanego punktu i kierunku oraz odłożeniu na nim odległości pomierzonej na zdjęciu.



Zdjęcie



Mapa

Rys. 4-5. Przenoszenie celów ze zdjęcia na mapę sposobem współrzędnych biegunowych

Z rysunku nr 4-5 łatwo wywnioskować że gdybyśmy ponadto określili na zdjęciu azymuty z punktu B' na przenoszony cele i wykreślili je z punktu B na mapie, to przecięcie linii azymutów wyznaczyłoby położenie celów na mapie, bez potrzeby uciekania się do pomiarów odległości.

### 3. Przenoszenie celów za pomocą podziałki proporcjonalnej

Jak sugeruje nazwa, przy przenoszeniu celów za pomocą tego sposobu konieczne jest uprzednie wykreślenie podziałki proporcjonalnej. Podziałkę proporcjonalną buduje się na zidentyfikowanych punktach na zdjęciu i mapie, położonych na zdjęciu możliwie najdalej od siebie i po przekątnej zdjęcia. Odległość między punktami na zdjęciu odkłada się na prostej poziomej, tę samą odległość wziętą z mapy odkłada się z końca odległości wziętej ze zdjęcia, wykreślając ją prostopadle do odcinka określonego ze zdjęcia.

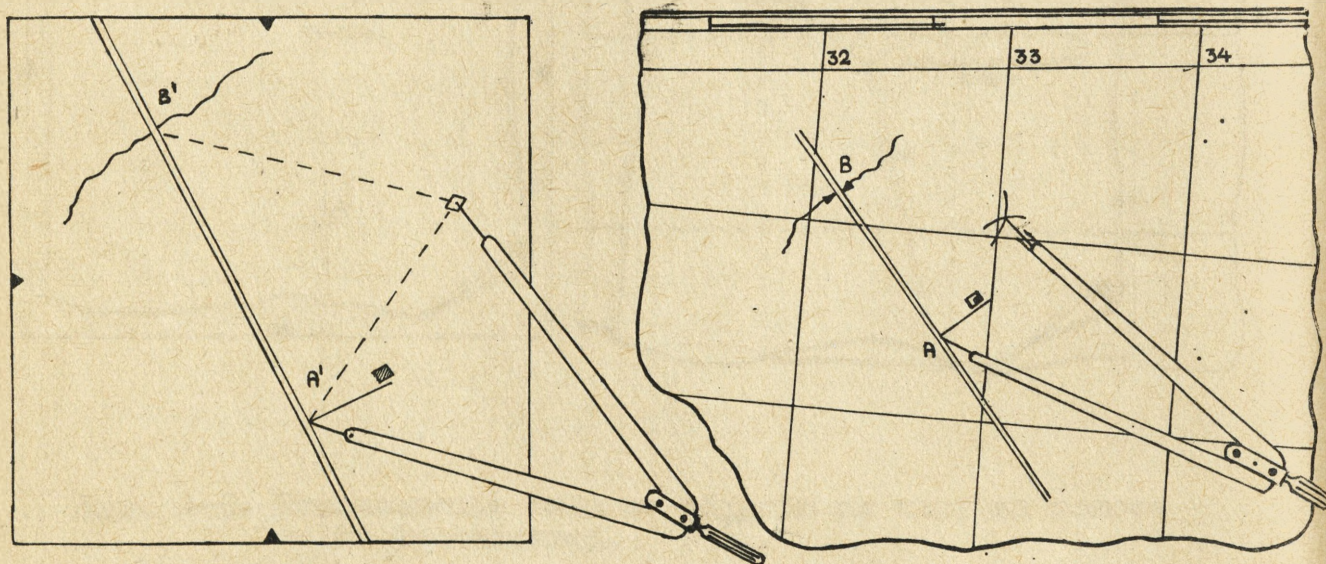
Początek odległości wziętej ze zdjęcia łączy się prostą z wierzchołkiem prostopadłej wziętej z mapy, tak jak wskazuje rysunek nr 4-6.



cia się z prostą  $A'B$  /cyrkiel w pozycji 2/. Ta sama odległość na zdjęciu odpowiada rozwarości nóżek cyrkla  $A'C$  /cyrkiel w pozycji 1/.

Kolejność pracy przy przenoszeniu celów, po wykreśleniu podziałki proporcjonalnej jest następująca:

- wybrać dwa odległe punkty na zdjęciu  $A'B$  /i zidentyfikować je na mapie  $AB$ ;
- odległość z punktu  $A$  do przenoszonego celu na zdjęciu zredukować na podziałce proporcjonalnej;
- zredukowaną odległością zakreszyć łuk z punktu  $A$  na mapie;
- czynność 2. i 3. wykonać identycznie z punktów  $B'$  i  $B$ ;
- przecięcie wykreślonych łuków określa położenie celu na mapie, tam też należy wykreślić odpowiednim znakiem położenie celu.



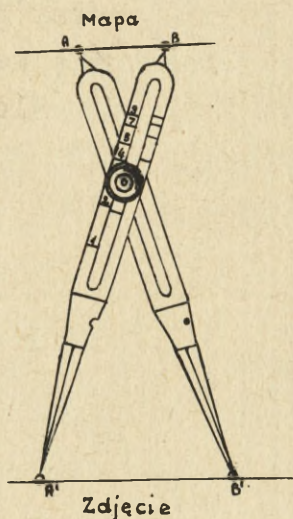
Rys. 4-7. Przenoszenie celu ze zdjęcia na mapę za pomocą podziałki proporcjonalnej.

Przenosząc cel tym sposobem należy zwracać uwagę aby punkt celu na mapie znalazł się po tej samej stronie odcinka  $AB$  co i na zdjęciu.

#### 4. Przenoszenie celów za pomocą cyrkla proporcjonalnego

Postępuje się tu w ten sam sposób jak za pomocą podziałki proporcjonalnej, z tym że nie potrzebna jest tu już

podziałka proporcjonalna. Odległość na zdjęciu ujmowana w nóżki cyrkla, zredukowana jest jednocześnie drugą parą nóżek. Oczywiście pod warunkiem, że stosunek obu skal został dobrze ustawiony na skali cyrkla.



Rys. 4-8. Cyrkiel proporcjonalny

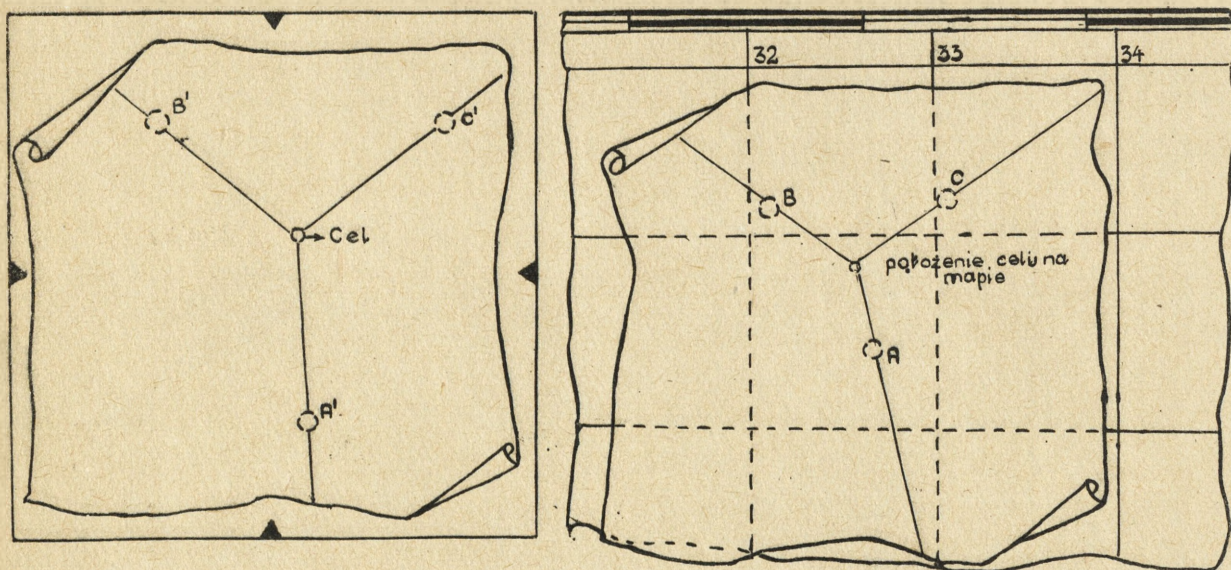
Ustawienie stosunku proporcji można przeprowadzać przez bezpośrednie ujęcie odległości na zdjęciu w nóżki cyrkla i jednocześnie wpasowanie tejże samej odległości wziętej z mapy w drugą parę nóżek. Inny sposób polega na matematycznym wyliczeniu proporcji i ustawieniu jej na podziałce cyrkla, np.: zdjęcie z którego przenosimy cel ma skalę 1:7800, mapa zaś skalę 1:25000, stąd kreskę osi cyrkla nastawimy na podziałkę 3,2 ponieważ  $25000 : 7800 = 3,2$ . Ustawiony w ten sposób cyrkiel, każdy odcinek na zdjęciu ujmowany w dłuższe nóżki cyrkla, redukuje do odpowiedniego odcinka na mapie i odwrotnie - każdą odległość wziętą z mapy powiększa jednocześnie do tej samej odległości na zdjęciu.

#### 5. Przenoszenie celu za pomocą kalki

Sposób ten znany także pod nazwą metody Bołotowa, oparty jest na tej samej zasadzie co i określenie swojego położenia na mapie za pomocą kalki /sposobem Bołotowa/. Różnica polega tylko na tym, że teren został zastąpiony zdjęciem. Do przeniesienia celu ze zdjęcia na mapę konieczne jest wybranie co najmniej trzech par zidentyfikowanych punktów /najlepiej jeśli punkty będą położone wokół celu/, no i oczywiście kalka.

Kolejność czynności jest tu następująca:

- wybrać co najmniej 3 identyczne punkty na zdjęciu i mapie;
- przykryć zdjęcie kalką i wykreślić na niej proste od środka celu na zidentyfikowane punkty;
- przenieść kalkę na mapę i tak nią przesuwając, aż odpowiednio proste przetną się ze zidentyfikowanymi punktami na które były wykreślone;
- nakłuć kalkę w miejscu celu /na styku trzech prostych/. Ślad nakłucia na mapie określa położenie celu.



Rys. 4-9. Przenoszenie celu ze zdjęcia na mapę za pomocą kalki technicznej.

W wypadku gdy zidentyfikowane punkty nie są położone wokół celu jak na rys 4-9, lecz umieszczone w bok od celu, punktów tych należy wybrać co najmniej cztery.

Omówione wyżej sposoby przenoszenia celów nie wyczerpują całego szeregu różnych sposobów. Nie przedstawione tu inne sposoby przenoszenia celów opierają się na wymienionych wyżej zasadach lub ich kombinacji.

Małą ilość obiektów przenosimy ze zdjęcia lotniczego na mapę poprzednio poznanymi metodami.

W celu przeniesienia większej ilości punktów stosujemy ekonomiczniejsze metody, wykreślając siatki identyfikacyjne oparte na

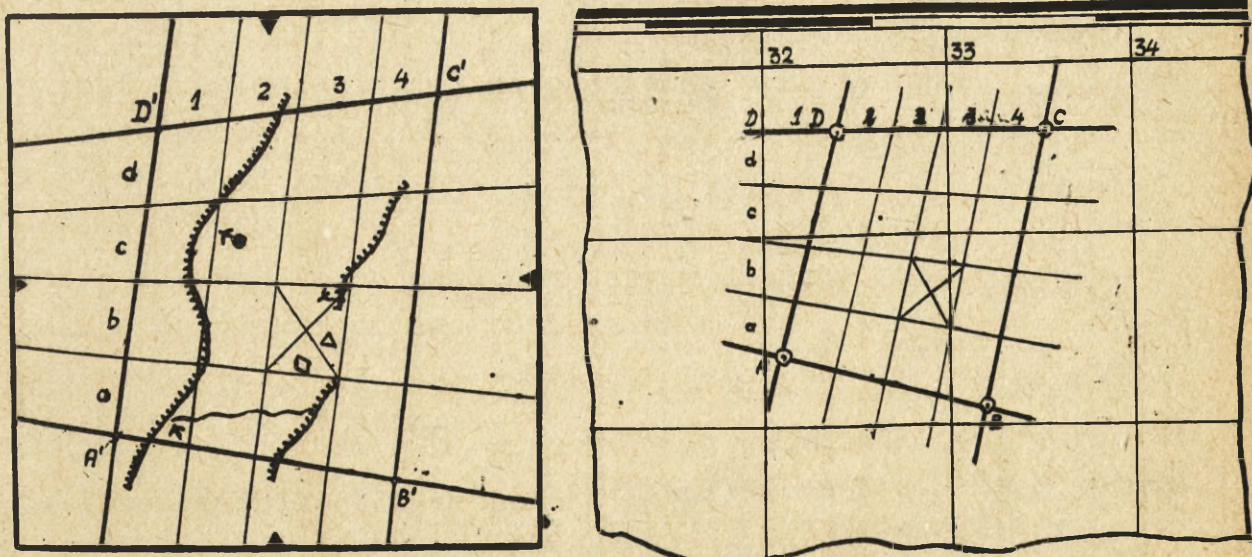
czterech, trzech lub dwóch zidentyfikowanych punktach na mapie i zdjęciu.

a/ Siatka identyfikacyjna czteropunktowa

Siatkę opartą na czterech zidentyfikowanych punktach na zdjęciu i mapie buduje się w następujący sposób:

- cztery zidentyfikowane punkty, położone możliwie najdalej od siebie na zdjęciu i mapie, połączyć w czworobok;
- przeciwległe boki czworoboku podzielić na jednakową ilość odcinków /części/, dzieląc boki najpierw na pół, otrzymane odcinki jeszcze na połowę itd. aż do zamierzonej dokładności;
- przeciwległe punkty podziału połączyć liniami prostymi, przedłużając je w miarę potrzeby poza granice czworoboku;
- opisać siatkę identyfikacyjną literami i cyframi.

Te same czynności wykonuje się na mapie i zdjęciu w oparciu o zidentyfikowane punkty stosując taki sam podział na odpowiednich bokach czworoboku /rys. 4-10/.



Rys.4-10. Przenoszenie celów ze zdjęcia na mapę za pomocą czteropunktowej siatki identyfikacyjnej.

Mając wykreślone siatki identyfikacyjne możemy przy pomocy poszczególnych kratek przenieść ze zdjęcia na mapę większą ilość celów, a nawet całe sytuacje. W wypadku potrzeby niektóre oczka siatki identyfikacyjnej możemy zagęścić przez dalszy podział tak jak na rys. nr 10 kratka b3.

Przy dużej ilości przenoszonych szczegółów i znacznego zagęszczenia siatki, w celu uniknięcia pomyłek, wskazaniem jest stosowanie oznaczeń skupów i pasów literami i cyframi jak na szachownicy.

#### b/ Siatka identyfikacyjna trzypunktowa

Siatkę identyfikacyjną opartą na trzech zidentyfikowanych punktach wykreśla się wtedy, gdy na zdjęciu i mapie dają się zidentyfikować tylko trzy pary odpowiednio położonych punktów.

Kolejność pracy:

- połączyć liniami 3 zidentyfikowane punkty tak, aby utworzyły trójkąt  $A'B'C'$  na zdjęciu i trójkąt  $ABC$  na mapie;
- bok  $A'C'$  na zdjęciu i  $AC$  na mapie podzielić na dowolną ilość równych odcinków;
- z miejsc podziału przeprowadzić linie równoległe do jednego z boków  $B'C'$  oraz z tych samych punktów podziału równoległe do drugiego boku  $A'B'$ , podobne czynności wykonać na mapie.



Rys.4-11. Przenoszenie celów ze zdjęcia na mapę za pomocą trzypunktowej siatki identyfikacyjnej.

Dla przeniesienia obiektów leżących poza trójkątem  $A B C$  można poszerzyć siatkę przez wykreślenie prostych na całe zdjęcie, wzdłuż przekątnych poszczególnych oczek.

c/ Siatka identyfikacyjna dwupunktowa

Siatkę dwupunktową wykreśla się mając dwa zidentyfikowane punkty na zdjęciu i mapie, na zasadzie zbliżonej do układu współrzędnych prostokątnych /rys.4-12/.

Kolejność czynności:

- połączyć linią prostą na zdjęciu zidentyfikowane dwa punkty  $A'B'$ ;
- z punktów  $A'$  i  $B'$  wykreślić prostopadłe do prostej  $A'B'$ ;
- odcinek  $A'B'$  podzielić na dowolną ilość równych części, a na prostych prostopadłych wykreślonych z punktów  $A'$  i  $B'$  odłożyć odcinki tej samej długości;
- końce otrzymanych odcinków połączyć prostymi.

Analogiczne czynności wykonujemy na mapie w oparciu o te same zidentyfikowane punkty terenowe.



Rys.4-12. Przenoszenie celów ze zdjęcia na mapę za pomocą dwupunktowej siatki identyfikacyjnej.

Podział prostych prostopadłych, dla przeprowadzenia równoległych do  $A'B'$  linii siatki można też przeprowadzić za pomocą podziałki proporcjonalnej lub cyrkla proporcjonalnego.

W pracy przy przenoszeniu obiektów należy przestrzegać dokładnego i cienkiego kreślenia wszelkich linii pomocniczych /siatki, opisy/, które po wykorzystaniu wytrzeć miękką gumką nie naruszając sytuacji na zdjęciu i mapie.

Przy wszelkich pracach doskonalących, celem oszczędności zdjęć lotniczych i map siatki identyfikacyjne można kreślić na kalce technicznej. Siatki budowane na czterech i trzech punktach są dokładniejsze od siatek dwupunktowych.

W praktyce aby nie zaciemnić sytuacji kreśli się siatki identyfikacyjne raczej o większych oczkach stosując dodatkowy podział niektórych oczek siatki.

Technika przenoszenia obiektów za pomocą siatek identyfikacyjnych może być różna i zależy zwykle od wymaganej dokładności oraz posiadanego czasu i przyborów. W celu uzyskania dokładniejszych wyników można posługiwać się dodatkowo cyrklem proporcjonalnym lub podziałką proporcjonalną.

#### B. Przenoszenie celów ze zdjęć nachylonych na mapę

Graficzne opracowanie zdjęć nachylonych jest bardziej złożone od graficznego opracowania zdjęć pionowych. Zasadniczą trudność wpływa stąd, że nachylone zdjęcie lotnicze posiada różną skalę na różnych odcinkach. Spowodowane jest to nachyleniem płaszczyzny zdjęcia do płaszczyzny fotografowanego terenu. Niemniej jednak między figurą na płaszczyźnie terenu a jej rzutem środkowym na płaszczyźnie zdjęcia zachodzi ściśle zależność zwana kolineacją /jednokreślnością/. Każdemu punktowi terenu odpowiada tylko jeden punkt płaszczyzny zdjęcia, a każdej prostej przechodzącej przez ten punkt leżącej w płaszczyźnie terenu, odpowiada tylko jedna prosta w płaszczyźnie zdjęcia.

Najprostszymi metodami przenoszenia celów ze zdjęcia na mapę są:

- 1/ metoda papierkowa /nieharmonicznych stosunków/;
- 2/ metoda siatek identyfikacyjnych.

Pierwsza z tych metod służy do przenoszenia raczej pojedynczych celów, druga zaś do przenoszenia większej ilości.

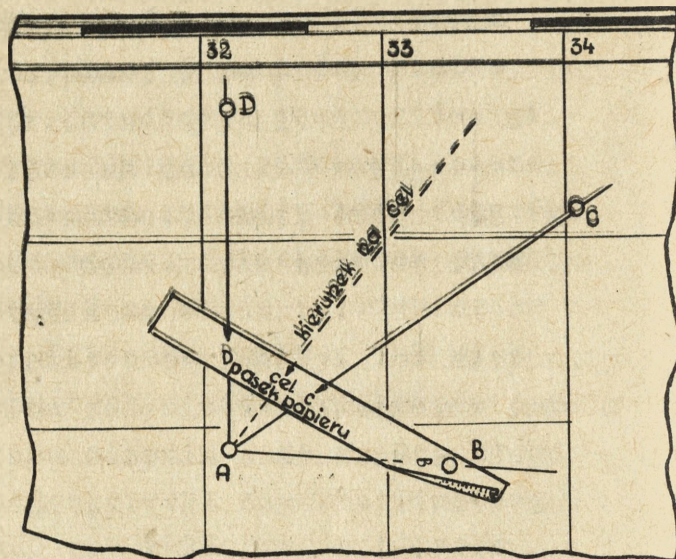
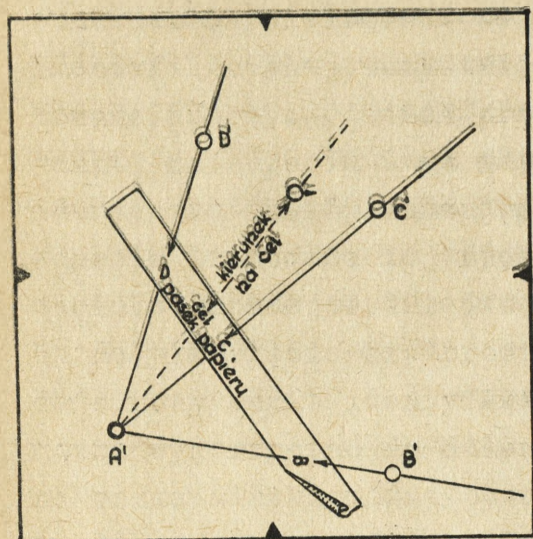
Do przenoszenia punktu ze zdjęcia nachylonego na mapę należy zawsze wybrać minimum 4 zidentyfikowane punkty na zdjęciu i mapie.

Cztery zidentyfikowane pary punktów pozwolą odtworzyć położenie dowolnej ilości dalszych punktów na zdjęciu i mapie; stosując znane twierdzenie, że cztery pary punktów określają zależność rzutową dwóch płaszczyzn /o ile żaden z trzech punktów nie leży na jednej prostej/.

Na powyższej zasadzie oparte jest również prostowanie zdjęć, czyli doprowadzenie do żądanej jednolitej skali zarówno metodą graficzną, optyczno-graficzną jak i fotomechaniczną.

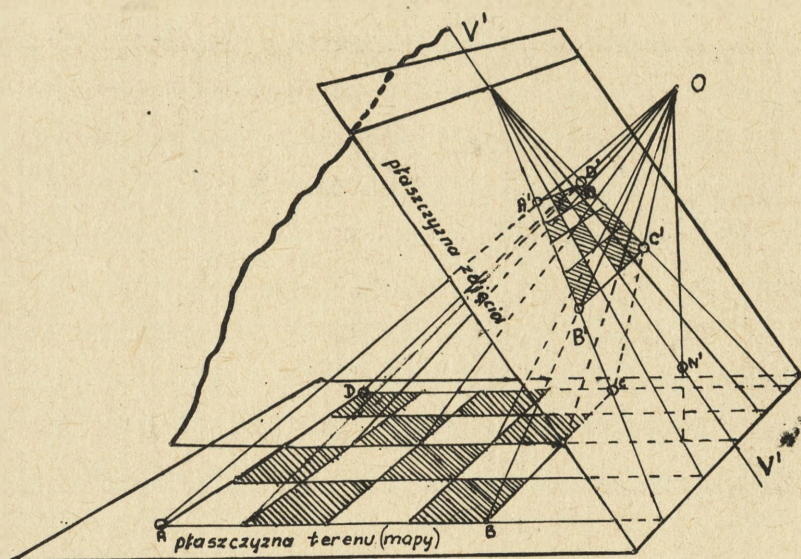
Stosując metodę papierkową wykonuje się kolejno następujące czynności:

- wybór czterech wspólnych punktów na zdjęciu /A', B', C' i D'/ i na mapie /A, B, C, D/, możliwe tak położonych aby przenoszony cel znalazł się w czworoboku utworzonym na wybranych punktach;
- przyjmując jeden z punktów za początkowy /np. A' na zdjęciu i A na mapie/ wykreślić zeń proste na pozostałe punkty a na zdjęciu ponadto prostą na przenoszony cel;
- na krawędzi paska papieru, przyłożonego na zdjęcie tak aby przecinał wykreślone proste, zaznaczyć punkty przecięcia promieni;
- tak oznaczony pasek papieru przenosimy na mapę, zgrywając zaznaczone na pasku punkty z odpowiednimi prostymi wykreślonymi z punktu A' /na mapie z punktu A/;
- zaznaczyć na mapie punkt określający kierunek na cel, prosta wykreślona z punktu A na zaznaczony na mapie punkt określi kierunek na cel;
- aby uzyskać drugi kierunek na cel, któryby przecinając wykreślony kierunek określił położenie celu, wszystkie wymienione czynności powtarza się z innego punktu np. B' na zdjęciu i B na mapie.



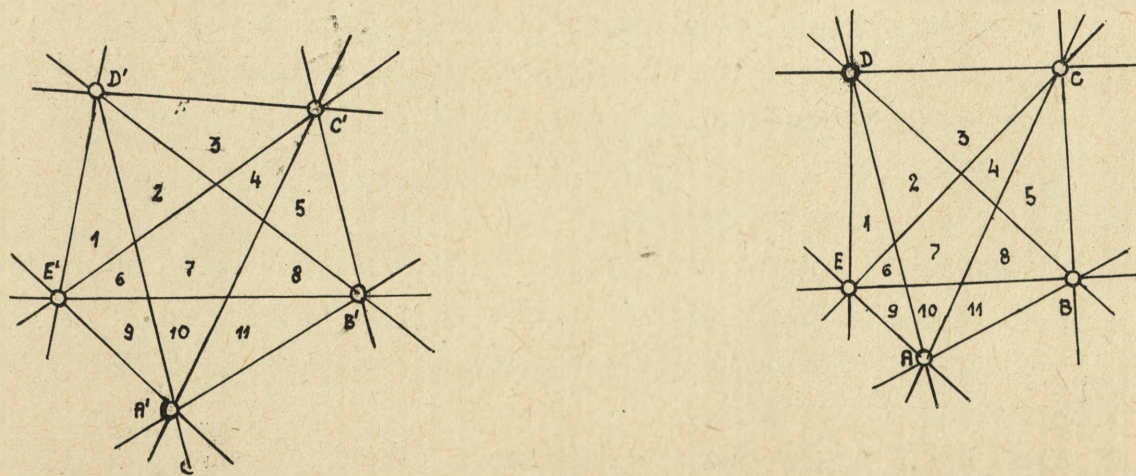
Rys. 4-13. Prznoszenie celu ze zdjęcia na mapę metodą papierkową.

W celu kontroli prawidłowości przeniesienia celu czynności można powtórzyć z innego punktu np. C' i C. Przy pewnych niedokładnościach kreślenia zamiast punktu przecięcia trzech prostych w miejscu położenia celu może wyjść trójkąt. Jeżeli żaden z jego boków nie przekracza 1 mm na mapie, to cel oznacza się w środku trójkąta, w przeciwnym wypadku należy sprawdzić identyfikację punktów i pracę wykonać od nowa. Siatki identyfikacyjne wykreśla się w wypadku przenoszenia większej ilości obiektów lub całych sytuacji, ze zdjęcia na mapę.



Rys. 4-14. Rzut obrazu czworoboku ze zdjęcia nachylonego na płaszczyznę terenu /mapy/.

Zasada prostowania nachylonego zdjęcia lotniczego /lub rzutowania obrazu terenu ze zdjęcia nachylonego na mapę/ przedstawiona jest na rys. 4-14. Odpowiednie zgranie czterech par punktów /ABCD na mapie i A'B'C'D' na zdjęciu/ geometrycznie współzależnia rozmieszczenie całej pozostałej sytuacji na zdjęciu i mapie. Opierając się na tej zasadzie konstruuje się graficznie siatki identyfikacyjne.



Rys.4-15. Najprostsza siatka identyfikacyjna /wielopunktowa/

Najprostszymi siatkami identyfikacyjnymi są siatki wielopunktowe oparte o co najmniej pięć zidentyfikowanych punktów. Na wielopunktowej /co najmniej 5 punktów/ siatce identyfikacyjnej wszystkie proste przechodzą przez zidentyfikowane punkty. Odcinek prostej przecinający zidentyfikowane punkty na zdjęciu i na mapie przecina na całej swej długości identyczne punkty na zdjęciu i na mapie. Jakiegokolwiek punkty zdjęcia leżące na tej prostej będą i na mapie rozmieszczone na odcinku prostej opartej o zidentyfikowane punkty. Tak więc każde przecięcie się prostych opartych o zidentyfikowane punkty daje nowy punkt identyfikacyjny na zdjęciu i na mapie, który można wykorzystać do dalszego zagęszczenia siatki. Poszczególne oczka siatki można ponumerować aby wykluczyć możliwość omyłek w przenoszeniu celów.

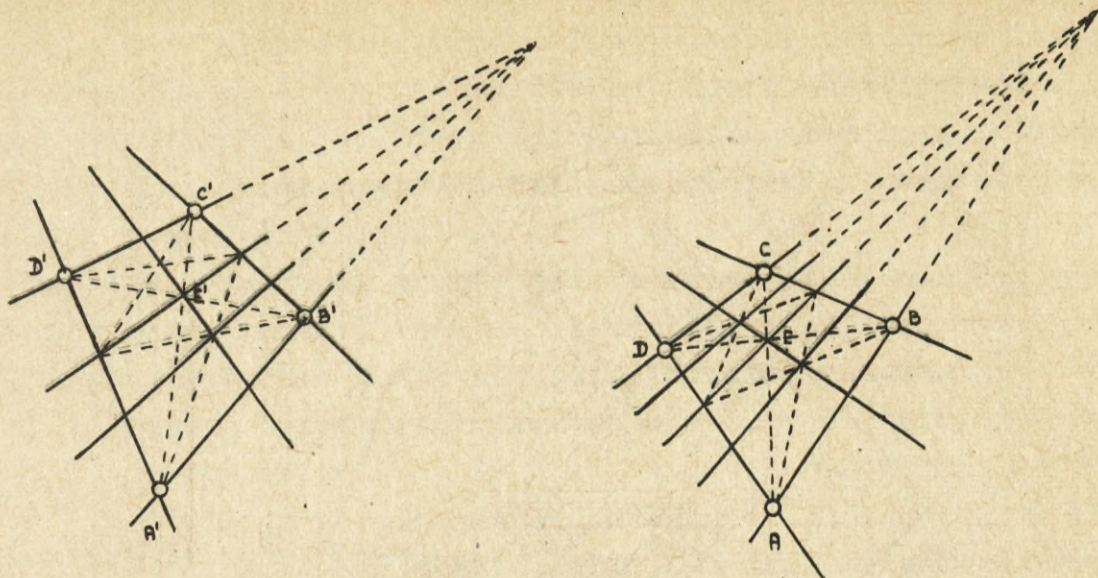
Siatka taka nie jest wygodna w użyciu ponieważ odpowiednie figury siatki na zdjęciu nie są podobne do figur na mapie, a bardzo często znacznie się różnią co jest przyczyną wielu omyłek.

Siatki czteropunktowe są najbardziej typowe i najczęściej stosowane przy przenoszeniu obiektów ze zdjęcia nachylonego na mapę. Budowa ich, jak poprzednio mówiliśmy, jest oparta na zasadach geometrii wykreślonej.

Na podstawie czterech zidentyfikowanych punktów budujemy czworobok, łącząc odpowiednio poszczególne punkty ABCD /rys. 4-16/. Kształt czworoboku na zdjęciu jest często znacznie różny od jego kształtu na mapie. Sposób budowy siatki zależy od formy czworoboku i tak:

1. - jeżeli przedłużenia przeciwległych boków czworoboku wyznaczy punkt ich zbiegu na zdjęciu /zbieżne przeciwległe boki/ - to przyjmujemy punkt zbiegu za podstawę do wykreślenia siatki /rys. 4-16/ na równi z punktami ABCD;
2. - jeżeli przeciwległe boki czworoboku są równoległe lub zbliżone do równoległych i istnieje trudność bezpośredniego wyznaczenia punktu zbiegu na zdjęciu wówczas zachodzi konieczność wyznaczenia prostej na punkt zbiegu /rys. 4-17/.

Kolejność pracy przy wykreślaniu siatki identyfikacyjnej czteropunktowej o zbieżnych przeciwległych bokach jest następująca:



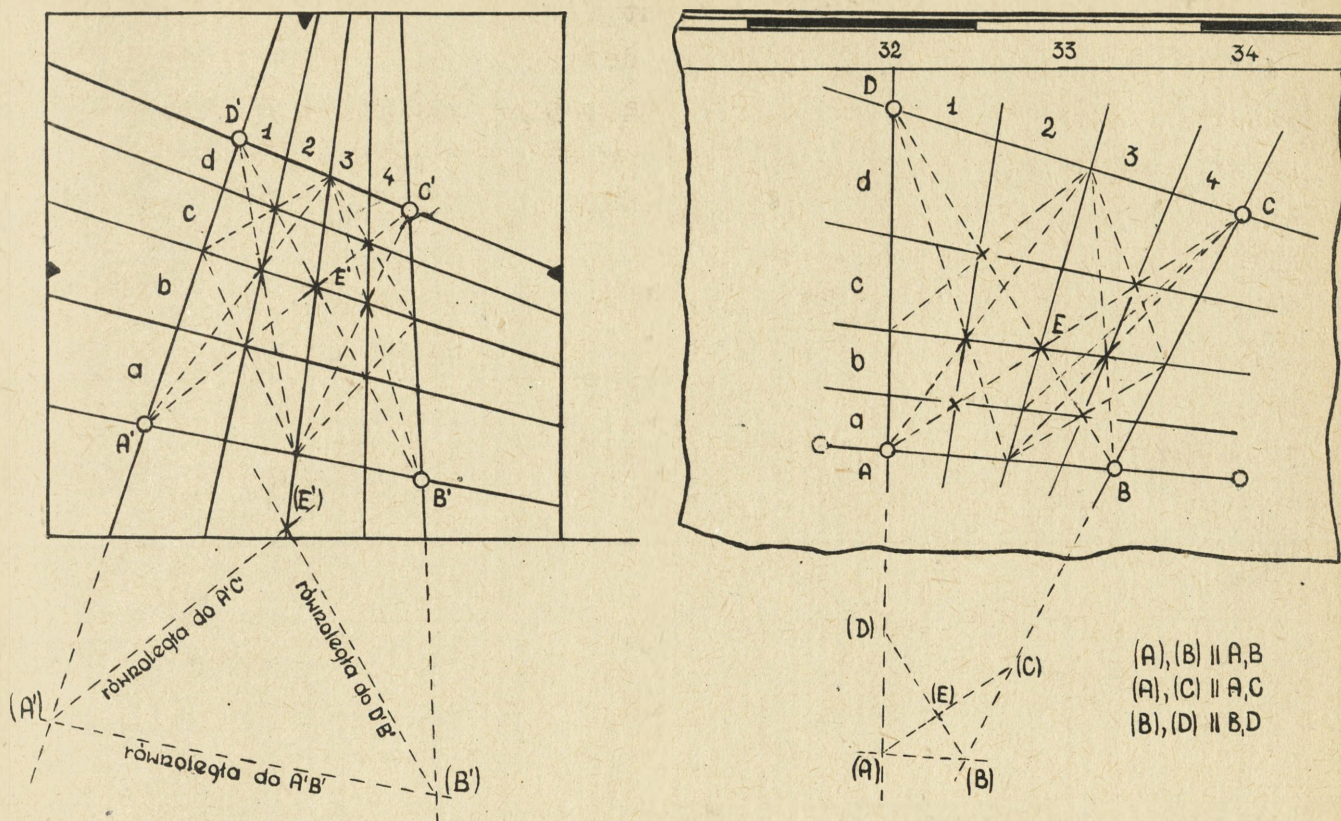
Rys. 4-16. Budowa siatki identyfikacyjnej z zbieżnych bokach przeciwległych.

- identyfikujemy cztery punkty na mapie /A,B,C,D/ i zdjęciu /A', B', C', D'/;
- na bazie tych punktów wykreślamy czworoboki /ABCD i A'B'C'D'/;
- wykreślamy przekątne w czworoboku<sup>ch</sup>, a ich przecięcia się wyznaczają punkty E i E';
- przedłużamy przeciwległe zbieżne boki tak by wyznaczyły własne punkty zbiegu;
- łączymy punkty zbiegu z przecięciem się przekątnych /E lub E'/ w wyniku tego podziału wewnątrz dużego czworoboku powstaną dwa małe czworoboki;
- w powstałych czworobokach wyznaczamy punkty przecięcia się ich przekątnych, które po połączeniu z punktami zbiegu wyznaczają dalsze linie siatki identyfikacyjnej.

Dalsze zagęszczenie siatki identyfikacyjnej polega na odpowiednim łączeniu punktów przecięcia się przekątnych w nowo powstałych czworobokach. Stopień zagęszczenia siatki zależy od dokładności i ilości przechoszonych obiektów. Analogiczne czynności wykonujemy przy wykreśleniu siatki na mapie.

Obiekty przenosimy wrysowując ich położenie względem linii siatki identyfikacyjnej /"na oko"/. Cyrkiel redukcyjny i podziałka proporcjonalna nie mają tutaj zastosowania ze





Rys. 4-18. Budowa siatki identyfikacyjnej o odległym punkcie zbiegu boków przeciwległych.

- identyfikujemy cztery punkty na zdjęciu  $A'B'C'D'$  i mapie ABCD;
- na bazie zidentyfikowanych punktów wykreślamy czworoboki  $A'B'C'D'$  i ABCD;
- wykreślamy przekątne czworoboków, ich wzajemne przecięcie się wyznaczy punkt  $E'$  i E;
- przedłużamy przeciwległe boki  $A'D'$  i  $B'C'$  aż do skraju zdjęcia /odległość dowolna/, podobnie boki Ad i Bc na mapie;
- na przedłużonym boku BC zaznaczamy, w dowolnej odległości punkt /B'/, z którego wykreślamy równoległą do boku  $B'A$  i  $B'D'$  przecięcie się jej z prostą równoległą do  $A'C'$  z punktu /A'/ wyznaczy punkt /E'/;
- prosta E /E'/ podzieli czworobok na dwa czworoboki, których przekątne wyznaczą dodatkowo dwa punkty, służące do dalszego podziału czworoboku;
- dalsza budowa siatki identyfikacyjnej polega na odpowiednim łączeniu przecięcia przekątnych w nowopowstałych czworobokach.

Celem objęcia siatką identyfikacyjną całego zdjęcia lotniczego, można na podstawie zidentyfikowanych czterech punktów, przenieść na mapę, metodą papierkową, cztery rogi zdjęcia lotniczego, lub jeżeli to wystarczy, proste na zdjęciu wykreślać nie tylko między punktami a na całą powierzchnię zdjęcia.

#### Wykreślenie zasięgu zdjęcia na mapę

Dla wielu celów konieczne jest wykazanie na mapie w dużej skali obszaru terenu pokrytego posiadanymi zdjęciami, jak i granic poszczególnych zdjęć, wykreślonych na mapie. Najprostsze sposoby wkreślenia zasięgu zdjęcia na mapę są następujące:

- 1/ wpasowanie na mapę czworoboku zdjęcia wykreślonego w skali mapy;
- 2/ zaznaczanie na mapie rogów zdjęcia z-a pomocą cyrkla proporcjonalnego lub podziałki proporcjonalnej.

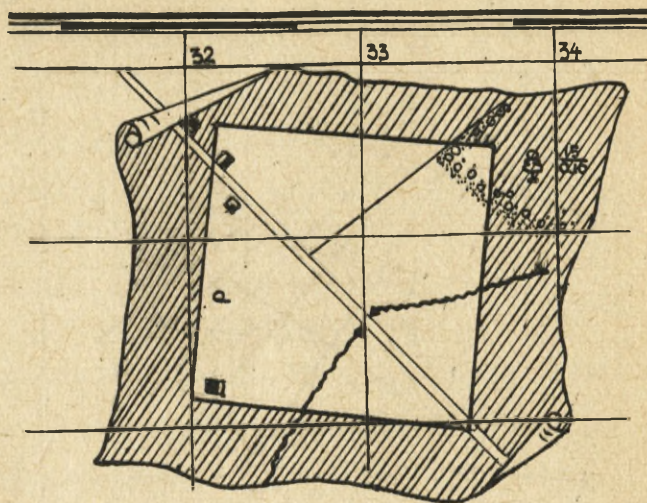
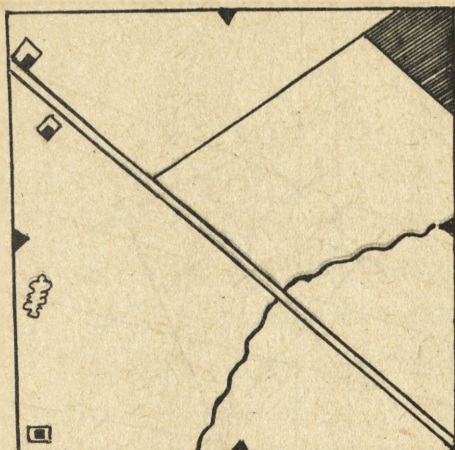
Oba te sposoby rozpatrujemy w zastosowaniu do pionowych zdjęć lotniczych.

Pierwszy sposób jest najłatwiejszy i zajmuje najmniej czasu przy wkreśleniu na mapę zasięgu zdjęć o jednakowej skali i jednakowego formatu. Dokładność wkreślenia zasięgu tym sposobem dla potrzeb ogólnowojskowych jest wystarczająca. Polega ona tym, że wykreślamy na przezroczystej kalce kwadrat lub prostokąt o bokach zdjęcia wykreślonych w skali mapy. Wykreślona figura geometryczna jest właściwie zasięgiem zdjęcia, należy ją tylko dopasować do mapy tak aby wszystkie zidentyfikowane przedmioty na zdjęciu i mapie znalazły się w wykreślonym czworoboku zdjęcia. Po dopasowaniu przekłuwa się rogi prostokąta lub dowiązuje się kalkę do mapy.

Rozpatrzmy ten sposób na przykładzie. Zdjęcie, którego zasięg mamy wykreślić na mapie w skali 1:25000 posiada format 18x18 cm i skalę 1:10000. Obliczenie wykazuje, że bok kwadratu tego zdjęcia będzie miał na mapie wymiar:

$$\frac{18 \text{ cm} \cdot 10000}{25000} = 7,2 \text{ cm}$$

Wykreślony lub wycięty w kalce technicznej kwadrat wpasujemy na mapie.



Rys. 4-19. Wkreślenie zasięgu zdjęcia na mapę metodą wpasowania czworoboku wykreślonego w skali mapy.

Zaznaczanie na mapie rogów zdjęcia za pomocą cyrkiła proporcjonalnego lub podziałki proporcjonalnej wykonuje się identycznie jak przenoszenie celów ze zdjęcia na mapę. Zamiast celów przenosi się tu poszczególne rogi zdjęcia /patrz str. 52 /.

Wkreślanie zasięgu zdjęć nachylonych na mapę wykonuje się metodą papierkową /patrz str. 62 / traktując rogi zdjęcia jako punkty do przeniesienia na mapę.

#### Wykreślenie siatki kilometrowej na zdjęciach pionowych i określenie współrzędnych celów

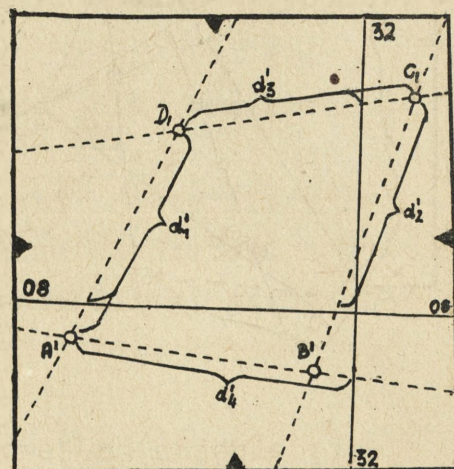
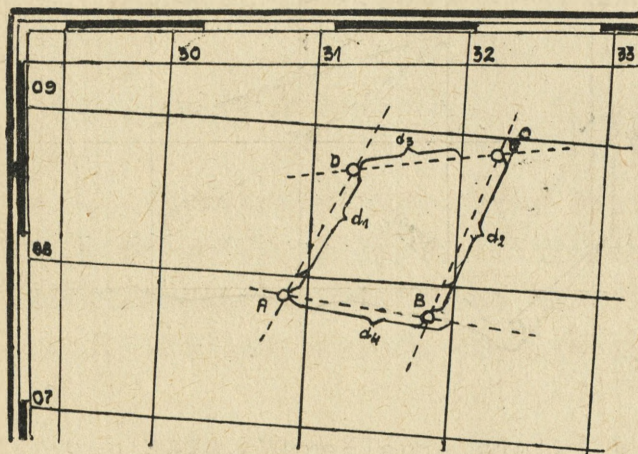
Często zachodzi konieczność określania współrzędnych punktów bezpośrednio ze zdjęć lotniczych. Niekiedy mniej czasu zajmuje przeniesienie siatki kilometrowej na zdjęcie, aniżeli przeniesienie wszystkich celów ze zdjęcia na mapę dla określenia ich współrzędnych. Ma to miejsce wówczas, gdy zdjęcie wykonano w małej skali /1:15000, 1:20000/ i znajduje się na nim dużo celów. Siatkę kilometrową na zdjęcia lotnicze nanosi się z map topograficznych. Najprostszymi sposobami przeniesienia siatki kilometrowej z mapy na zdjęcie są następujące:

- 1/ wg zidentyfikowanych punktów przez które przechodzą linie siatki kilometrowej;

- 2/ zaznaczaniem na zdjęciu skrzyżowań linii siatki kilometrowej cyrklem proporcjonalnym lub za pomocą podziałki proporcjonalnej;
- 3/ wg czworoboku zbudowanego na czterech zidentyfikowanych punktach;
- 4/ za pomocą okręgu wykreślonego na podstawie dwóch zidentyfikowanych punktów i przeniesienia kątów między promieniami przebiegającymi przez przecięcie okręgu z liniami siatki kilometrowej;
- 5/ za pomocą wcięć na skrzyżowania linii siatki kilometrowej wykonanych przy użyciu kalki technicznej.

Pierwszy sposób polega na odszukaniu na zdjęciu tych punktów z mapy, przez które na mapie przebiegają linie siatki kilometrowej. Dla każdej linii siatki kilometrowej należy zidentyfikować co najmniej dwa punkty.

Sposób zaznaczania na zdjęciu skrzyżowań linii siatki kilometrowej jest oparty na tej samej zasadzie co przenoszenie celów ze zdjęcia na mapę /patrz str. 50 / z tym, że przenosimy tu punkty z mapy na zdjęcie a nie odwrotnie jak to ma miejsce przy przenoszeniu celów ze zdjęcia na mapę.

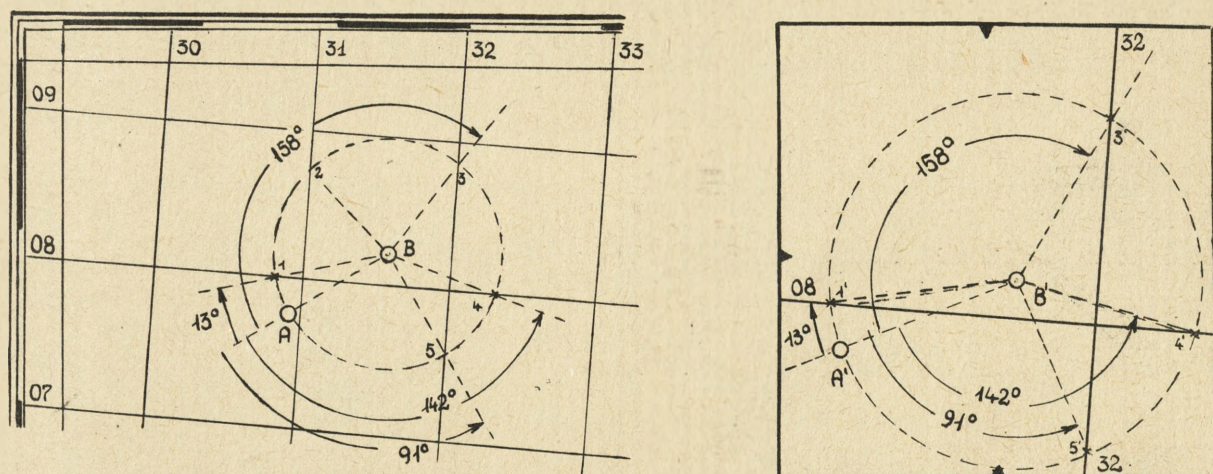


Rys. 4-20. Wkreślenie siatki kilometrowej na pionowe zdjęcie lotnicze metodą czworoboku zbudowanego na czterech zidentyfikowanych punktach.

Sposób ten polega na odkładaniu odległości od zidentyfikowanych punktów do poszczególnych linii siatki kilometrowej, wzdłuż prostych kreślonych przez zidentyfikowane punkty. Odległość z

punktu A do linii 32 /d4/ wzdłuż prostej AB odkładamy na zdjęciu po uprzednim przeliczeniu w skali zdjęcia jako odcinek  $d'_4$ . Drugi punkt przez który przebiega linia 32 określamy w taki sam sposób na prostej  $D'C'$ . Wykreślona na podstawie tych punktów prosta będzie linią siatki kilometrowej. Podobnie nanosimy linie pozostałe.

Wykreślanie siatki kilometrowej przy pomocy okręgu zakreślonego promieniem opartym na dwóch zidentyfikowanych punktach polega na przeniesieniu na zdjęcie odpowiednich kątów z mapy, zawartych między promieniem opartym na zidentyfikowanych punktach a prostymi biegnącymi od środka kąta do przecięcia się obwodu koła z liniami siatki kilometrowej.



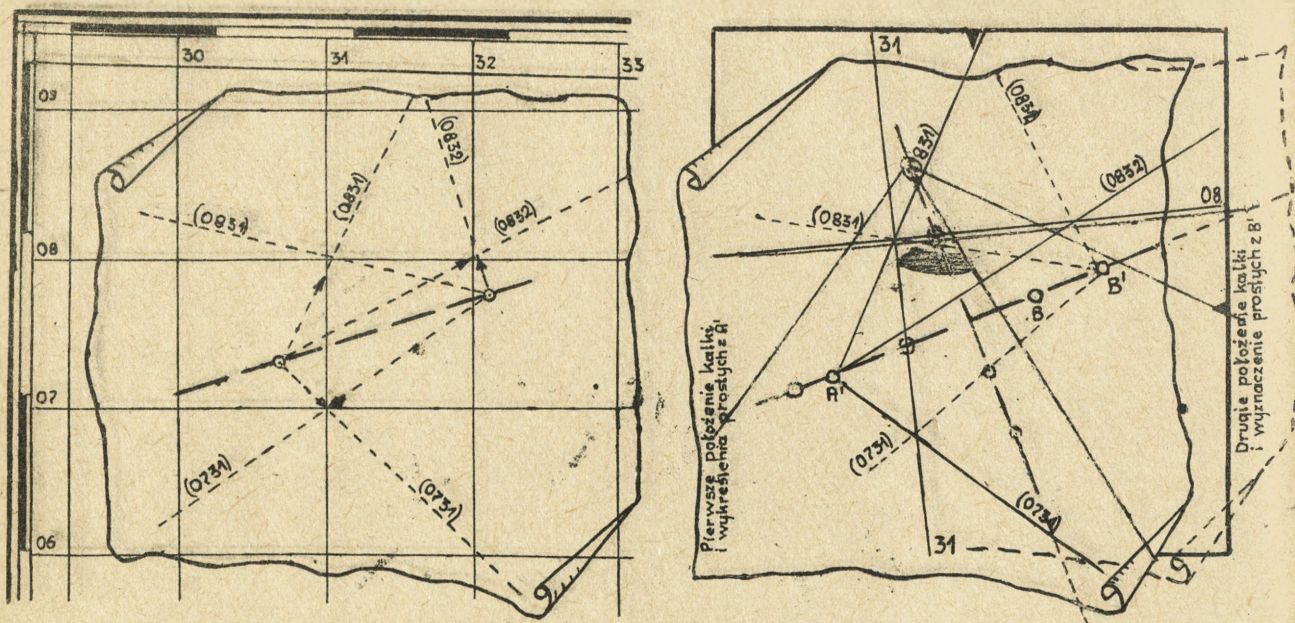
Rys.4-21. Wkreślenie siatki kilometrowej na pionowe zdjęcie lotnicze metodą okręgu wykreślonego na podstawie dwóch zidentyfikowanych punktów.

AB i  $A'B'$  są punktami zidentyfikowanymi i tworzą promień okręgu. Jak widać na rysunku najlepiej jest wybierać punkty jak najdalej leżące od siebie, jednak ten punkt, wokół którego kreślimy okrąg winien być położony możliwie najbliżej środka zdjęcia. Kąty między promieniami dokładniej i wygodniej jest przemieścić przy pomocy kąta technicznej a nie bezpośrednim pomiarem za pomocą kątomierza. W celu przeniesienia siatki kilometrowej na zdjęcie tym sposobem należy:

- wykreślić okręgi kół promieniem AB na mapie i  $A'B'$  na zdjęciu;

- przyłożyć kalkę do mapy i wykreślić na podstawie zaznaczonych punktów AB prostą i okrąg;
- wykreślić z punktu A proste na punkty przecięcia się okręgu z liniami siatki kilometrowej;
- przyłożyć kalkę do zdjęcia tak aby punkt B pokrył się z punktem A a prosta AB z prostą A'B';
- zaznaczyć na okręgu wykreślonym na zdjęciu przecięcia prostych z kalki z okręgiem na zdjęciu, opisując otrzymane punkty liczbami zanotowanymi na prostych wykreślonych na kalce;
- po odjęciu kalki wykreślić proste siatki kilometrowej.

Dla wykreślenia siatki kilometrowej sposobem wcięć, skrzyżowań linii siatki kilometrowej za pomocą kalki technicznej, potrzebne są dwa zidentyfikowane punkty.



Rys.4-22. Wkreślenie siatki kilometrowej na zdjęcie pionowe za pomocą kalki technicznej.

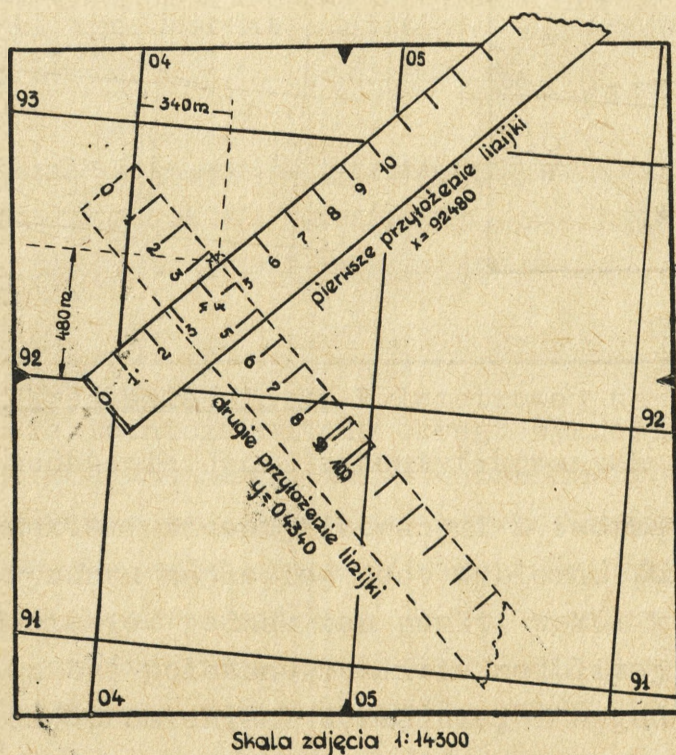
Na przyłożonej do mapy kalce zaznaczamy punkty A i B łącząc je prostą, po czym z punktu A i B wykreślamy proste na punkty skrzyżowania siatki kilometrowej, opisując te proste przybliżonymi współrzędnymi.

Następnie przykładamy tę kalkę do zdjęcia w ten sposób aby punkt

A pokrył się z punktem A' na zdjęciu a prosta AB znalazła się na prostej A'B'. Wykreślone na kalce proste przenosimy na zdjęcie. Na wykreślonych w ten sposób prostych na zdjęciu będą się znajdowały punkty przecięcia siatki kilometrowej, jednak aby je dokładnie określić czynność tę należy powtórzyć z punktu B na mapie i punktu B' na zdjęciu.

Jest jeszcze wiele sposobów na przeniesienie siatki kilometrowej z mapy na zdjęcie, oparte są one jednak na zasadach, które były zastosowane w omówionych powyżej sposobach.

Pewną trudność napotyka się przy określaniu współrzędnych punktów na zdjęciu o nierównych skalach np: 1:13750, 1:8500 itd. W pierwszym przypadku otrzymamy siatkę kilometrową o długości boku 7,27 cm w drugim zaś 11,7 cm. Określanie współrzędnych w takich przypadkach ułatwia się w następujący sposób.



Rys. 4-23. Określenie współrzędnych na zdjęciu za pomocą linijki.

Określając wielkość przykładamy linijkę w ten sposób aby 0 cm znajdowało się na linii 92 a 10 cm na linii 93.

Przy takim przyłożeniu 10 cm odcinka linijki każdy milimetr będzie miał wartość 1/100 boku kwadratu siatki kilometrowej a każdy centymer 1/10 tego boku.

Aby określić odległość punktu od linii 92 należy tak przyłożoną linijkę przesuwac, aż jej brzeg zetknie się z określonym punktem. Wartości w cm i mm wyrażają odległość w metrach od linii 92 siatki kilometrowej.

Wielkość  $y$  określa się podobnie przykładając linijkę 0 cm na linii 04 a 10 cm na linii 05 tak aby określony punkt znajdował się na brzegu linijki, na której odczytuje się wielkość  $y$ . Jeżeli bok kwadratu siatki kilometrowej jest większy od 10 cm wówczas przykładamy linijkę 0 cm i 20 cm, otrzymamy wówczas wartości dla 1 mm - 5 m a dla 1 cm - 50 m. W podobny sposób określa się współrzędne geograficzne z mapy przy pomocy linijki.

#### Wykreślanie siatki kilometrowej na zdjęciach nachylonych i określanie współrzędnych celów

Zdjęcia lotnicze wykonane kamerami umieszczonymi na urządzeniu wychylającym /AKAFU/, oprócz środkowego szeregu, będą zdjęciami nachylonymi. W rozpoznaniu fotograficznym terenu zajętego przez nieprzyjaciela daleko łatwiej jest wykonywać zdjęcia nachylone aniżeli pionowe.

Z tych też względów większość zdjęć wykorzystywanych w rozpoznaniu wojskowym to zdjęcia nachylone.

Wykreślenie siatki kilometrowej na nachylone zdjęcia lotnicze można przeprowadzić wieloma sposobami. Najprostszymi z nich są:

1/ wg zidentyfikowanych punktów przez które przechodzą linie siatki kilometrowej;

2/ metodą papierkową /nieharmonicznych stosunków/.

Pierwszy sposób polega na wyszukaniu co najmniej dwóch punktów na linii siatki kilometrowej na mapie i odszukanie tychże punktów na zdjęciu. Przez tak zidentyfikowane punkty wykreśla się na zdjęciu linie siatki kilometrowej.

Drugi sposób, metoda papierkowa, jest oparty na identycznych zasadach jak metoda papierkowa przy przenoszeniu celów ze zdjęcia na mapę /patrz str. 61 / z tym, że przenosi się tu punkty z mapy na zdjęcie a nie odwrotnie jak w poprzednim.

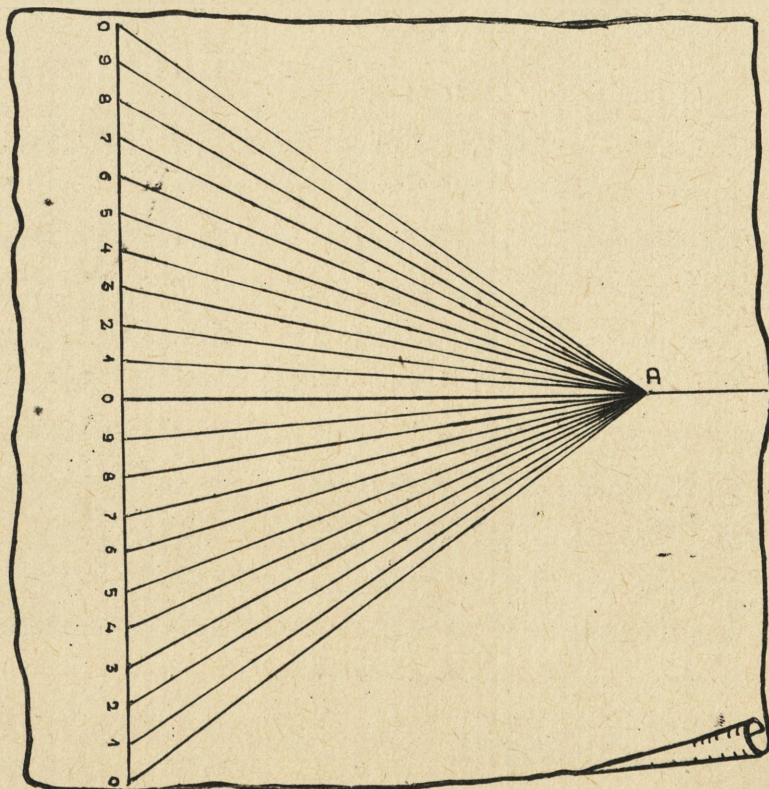
Punktami do przeniesienia z mapy na zdjęcie będą tu przecięcia odpowiednich linii siatki kilometrowej. Sposobem tym przenosi się na zdjęcie tylko skrajne linie siatki, pozostałe linie leżące bliżej środka zdjęcia wykreśla się sposobem przekątnych, podobnie jak w siatkach identyfikacyjnych.

Ze względu na dużą ilość kreśleń, które zaciemniałyby rysunek mapy lub obraz zdjęcia, wszystkie kreślenia wykonuje się nie bezpośrednio na mapie i zdjęciu, lecz na kławkach technicznych na nie nałożonych.

Określanie współrzędnych ze zdjęć nachylonych z wykreśloną na nich siatką kilometrową przeprowadza się zazwyczaj za pomocą specjalnego współrzędnika. Sposoby pomiaru stosowane na zdjęciach pionowych i mapach nie mają tu zastosowania, gdyż siatka kilometrowa nie ma tu formy kwadratów, lecz czworoboków o różnej długości boków.

Współrzędnik wykonuje się na przezroczystej kalce lub na płycie celuloidowej w następujący sposób:

Odcinek długości 10 cm podzielić na 20 różnych części. Ze środka odcinka wykreślić prostopadłą o długości 6-7 cm.



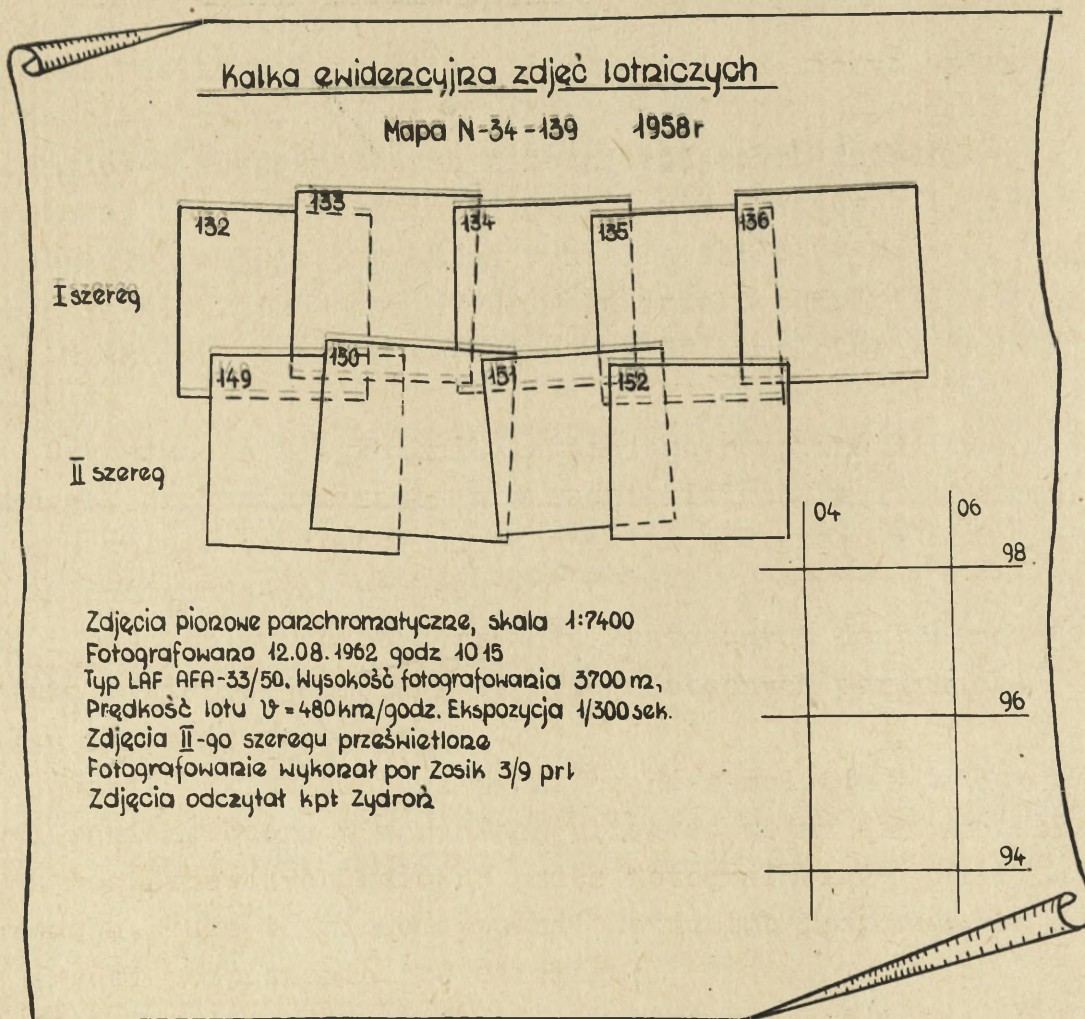
Rys. 4-24. Współrzędnik do określania współrzędnych celów na zdjęciach nachylonych.



waniu zdjęć najlepszym sposobem jest porównanie zdjęć starych ze zdjęciami nowego fotografowania, lub porównywaniu zdjęć wykonanych różną techniką /panchromatyczne, podczerwone, radiolokacyjne itd/. Ewidencja i segregacja zdjęć ma na celu szybkie poinformowanie o rodzaju zdjęcia i jaki teren jest na nim sfotografowany oraz szybkie odzyskanie potrzebnego zdjęcia lub fotoszkiwu. Zdjęcia można ewidencjonować w odpowiednich książkach podobnie jak mapy, na mapach lub na kalkach technicznych. Najwygodniejsze jest ewidencjonowanie na mapach, najłatwiej jest odzyskać właściwe zdjęcie.

Skala mapy ewidencyjnej zdjęć lub mapy użytej do sporządzenia kalki ewidencyjnej zależna jest od formatu i skali zdjęć. Fotoszkiwu ewidencjonuje się na mapach w mniejszej skali. Mapa lub kalka ewidencyjna zdjęć w zależności od przewidywanych prac może zawierać w legendzie:

- rodzaj i skalę zdjęć;
- zasięg poszczególnych zdjęć lub fotoszkiwów z numerem wypisanym w górnym lewym rogu;
- czas fotografowania /rok, miesiąc, dzień i godzina/;
- typ LAF, którym wykonano fotografowanie;
- wielkości elementów zewnętrznych zdjęcia;
- procent pokrycia podłużnego i poprzecznego zdjęć;
- inne dane wynikające z przeznaczenia zdjęć lub konkretnej sytuacji.



Rys. 4-26. Kalka ewidencyjna zdjęć lotniczych /jeden z wariantów/.

W wypadku gdy teren fotografowany był kilkakrotnie lub w różnych skalach zasięg zdjęć można wskreślać na tę samą kalkę lecz innym kolorem, podobnie i opis. Jeżeli kilka zasięgów z różnego fotografowania zaciemniałyby przejrzystość treści, należy stosować kilka map lub kalk.

## 5. ŚRODKI ROZPOZNANIA AEROFOTOGRAFICZNEGO PAŃSTW ZACHODNICH

=====

Popularną wśród kół wojskowych państw zachodnich jest teza, że współczesne środki rażenia zdolne są dotrzeć do każdego punktu na polu walki a nawet na całej kuli ziemskiej z precyzyjną dokładnością. Zdolne są też skutecznie zniszczyć każdy cel. Najpoważniejszym brakiem jest tu jednak rozpoznanie, które winno wykryć i określić położenie celu, podać jego dokładne współrzędne. Bez tych danych trudno jest mówić o celności i skuteczności rażenia, szczególnie w obecnie pojętych warunkach prowadzenia działań bojowych.

Tym też między innymi uzasadnia się zwiększone zainteresowanie rozpoznaniem wojskowym, przy głównym nacisku na środki i metody rozpoznania dające najlepsze rezultaty. Za jeden z tych środków, którego wysokie walory zostały historycznie udokumentowane, uważana jest aerofotografia.

Historycznym już dowodem powyższego są między innymi częste wzmianki pamiętnikowe gen. Eisenhowera. Wspominając przygotowania do operacji "Overlord" pisze on między innymi: "Fotografia lotnicza wykrywała najdrobniejsze szczegóły przygotowań obronnych i zaczepnych a nasza technika osiągnęła taki poziom, że wojska w przeciągu kilku godzin otrzymywały zdobyte tą drogą informacje".<sup>x/</sup>

Przykładem powszechnego użycia fotografii lotniczej w 1944 i 1945 r. może być również interpelacja złożona w parlamencie angielskim tycząca dużych sum pieniężnych azygnowanych na potrzeby lotniczej służby fotograficznej. Trudno się temu dziwić, jeżeli w ciągu miesiąca sierpnia 1944 r. jedna eskadra techniczno-fotograficzna skrzydła lotnictwa rozpoznawczego wykonała 3 miliony zdjęć lotniczych. Jednostki techniczno-fotograficzne 9 amerykańskiej armii lotnictwa taktycznego wspierając w 1944 r. operację w Normandii wykonały około 10 milionów zdjęć lotniczych.<sup>xx/</sup> Ilość samolotów na rozpoznanie wynosiła w ubiegłej wojnie :

- hitlerowskie lotnictwo - około 20% ogólnej ilości wykonanych samolotolotów;

x/ D.H. Eisenhower "Krucjata w Europie" MON-1959 s. 594.  
xx/ Wojskowy Przegląd Lotniczy nr 7 z 1954 r.

- lotnictwo Stanów Zjednoczonych - 15-18% ogólnej ilości wykonanych samolotolotów;
- lotnictwo Wielkiej Brytanii - 15-18% ogólnej ilości wykonanych samolotolotów.

Ilość samolotów rozpoznawczych zabezpieczających działania armii polowej USA i współdziałającego z nią lotnictwa taktycznego w ubiegłej wojnie i w Korei wynosiła około 60 maszyn, przy praktycznie stosowanym średnim reżimie 3 samolotolotów na dobę. Niezbędne minimum określano na 30 samolotów rozpoznawczych.

Organizacja i wykonanie lotniczego rozpoznania fotograficznego, przy niezmiennej w zasadzie istocie aerofotografii, będzie się różnić od tegoż rozpoznania prowadzonego w ubiegłej wojnie, z następujących przyczyn:

- ilość i częstotliwość otrzymywania koniecznych danych rozpoznania o nieprzyjacielu i terenie w obecnych warunkach działań znacznie wzrosnie;
- zastępowanie rakiet zastąpi pewną część samolotów bombowych i myśliwskich, które w warunkach ubiegłej wojny dostarczały danych rozpoznawczych zarówno przez fotografowanie jak i obserwację, lukę tę winno wypełnić lotnictwo rozpoznawcze i inne środki rozpoznania powietrznego;
- zmniejszone możliwości lotów na terytorium przeciwnika ze względu na skuteczność technicznych środków obrony przeciwlotniczej zwiększają wymagania zarówno pod względem ilości dostarczanych przy jednym nalocie informacji, jak i danych taktyczno-technicznych samych samolotów rozpoznawczych;
- wzrosła różnorodność i jakość środków komunikacyjnych na które można wmontować kamery fotograficzne. Instaluje się je na samolotach różnych typów, śmigłowcach, balonach, rakietach, pociskach i satelitach. Doprowadziło to do znacznego rozwoju aerofotografii we wszystkich jej działach, technice, optyce i chemii fotograficznej;
- rozwój metod i techniki maskowania jak i potrzeby uniezależnienia fotografowania od warunków atmosferycznych i ciemności stworzyły konieczność jednoczesnego fotografowania w różnych skalach i różnymi sposobami /zdjęcia panchromatyczne, w podczerwieni, kolorowe, telewizyjne i radiolokacyjne/;
- znacznie wzrosną wymagania w zakresie rozpoznania aerofotogra-

ficznego w nocy zarówno ze względu na zwiększone ruchy wojsk w tym czasie, jak i powszechne uznanie znaczenia zaczepnych działań nocnych;

- zainstalowanie na samolocie rozpoznawczym dodatkowych urządzeń jak: aparatura przesyłania obrazów na odległość, urządzenia do wywoływania i utrwalania filmów a nawet robienia odbitek, urządzenia do wyrzucania na spadochronach zasobników z naświetlonym filmem na z góry określony punkt, zastosowanie magnetofonów do notowania wyników rozpoznania wzrokowego itp., znacznie skróci czas otrzymywania danych rozpoznania uzyskiwanych tą drogą.

Lotnicze rozpoznanie fotograficzne zyskało sobie ostatnimi czasy popularność i znaczenie również ze względu na sukcesy aerofotografii w innych gałęziach wiedzy. Na przestrzeni kilku lat nastąpił tak duży skok w wykorzystaniu aerofotografii, że niektórzy naukowcy państw zachodnich sugerowali pojawienie się nowych, mniej lub więcej samodzielnych kierunków badań takich jak: "Fotogeologia", "fotogeografia", "fotoarcheologia" i inne. Ostatecznie jednak słusznie zgodzono się, że jest to jedna z metod badawczych. Podobnie uważa się i w kołach wojskowych - fotorozpoznanie nie jest jakimś samodzielnym, specjalistycznym działem rozpoznania. Jest to jedna ze skuteczniejszych metod rozpoznania, której efekty w postaci zdjęć lotniczych wykorzystywane mogą być od drużyny czy sekcji do sztabów kierujących działaniami strategicznymi.

Zgodne są też poglądy zarówno nasze jak i zachodnie, że odczytanie zdjęcia lotniczego najlepiej przeprowadzi nie specjalista w dziedzinie aerofotografii, którego bardziej interesuje strona techniczna czy chemiczna, a specjalista z dziedziny zjawisk uwidocznionych na zdjęciu lotniczym. Inaczej mówiąc najlepszym odczytywaczem sytuacji taktycznej na zdjęciu lotniczym jest taktyk, warunki komunikacji najlepiej odczyta spec w dziedzinie komunikacji, rozbudowę inżynierską obrony dokładnie odczyta oficer wojsk inżynierskich aniżeli fotograf znający zdjęcia lotnicze "od podszewki".

### Współczesne kamery fotograficzne

Rozwój fotokamer przeznaczonych do fotografowania z

powietrza datuje się od połowy XIX wieku. Konstruktorzy starali się dostosować je do warunków jakie stwarza fotografowanie z balonów na uwięzi, latawców a nawet gołębi, współcześnie wyodrębnia się dwa rodzaje fotokamer ze względu na ich przeznaczenie; fotokamery pomiarowe stosowane w kartografii i fotokamery rozpoznawcze przeznaczone do rozpoznania wojskowego. Wymagania stawiane fotokamerom rozpoznawczym wynikają z charakteru współczesnych środków rozpoznania powietrznego. Wysoki pułap lotu wymaga kamer o długich ogniskowych. Ponieważ od długości ogniskowej uzależniona jest zdolność rozdzielcza obrazu /im dłuższa ogniskowa tym mniejsza zdolność rozdzielcza/, zwiększa się wymagania natury optycznej.

Loty na niskim pułapie wymagają stosowania obiektywów szerokokątnych dla objęcia fotografowaniem jak największej płaszczyzny terenu.

Czas naświetlania winien być bardzo krótki, stąd specjalne wymagania od optyki fotograficznej, czułości błon fotograficznych i konstrukcji migawek. Zabezpieczenie przed rozmazaniem obrazu na skutek dużych prędkości osiąga się w nowszych konstrukcjach przez urządzenie powodujące zsynchronizowane przesunięcie błony fotograficznej w momencie ekspozycji. Dostosowanie kamer do fotografowania w nocy wymaga wyposażenia ich w fotokomórki synchronizujące moment błysku fotobomby z otwarciem przesłony lub specjalne nasadki na obiektyw albo cały tubus, przystosowane do fotografowania w podczerwieni.

W celu uzyskania dobrej jakości zdjęć i automatycznego kierowania całym systemem fotokamer na samolocie rozpoznawczym jedna z amerykańskich firm opracowała specjalne elektroniczne urządzenie. Zabezpiecza ono kierowanie kamerami przy fotografowaniu z małych i dużych wysokości.

Można je stosować do fotokamer o ogniskowych od 75 mm do 915 mm i formatów kadru od 6 x 6 cm do 23 x 46 cm. Przed wylotem samolotu na rozpoznanie maszynie dostarcza się dane: ogniskową, światłoczułość błony, kąt nachylenia osi optycznej i otwór względny każdej fotokamery.

Tuż przed wykonaniem zdjęć dostarcza się jeszcze dane prędkości i wysokości lotu. Dalsze kierowanie pracą fotokamer, zarówno w dzień jak i w nocy, łącznie z określeniem momentu zrzucania i

wybuchu fotobomby, urządzenie to wykonuje samodzielnie.<sup>x/</sup>

W armiach państw zachodnich znajdują się obecnie różne typy i rodzaje fotokamer. Od małych, ręcznych, półautomatycznych do fotokamer o wysokiej jakości montowanych na specjalnych żyroskopowych stanowiskach zabezpieczających przed drganiami samolotu, pozwalających wykonywać zdjęcia niemal dokładnie pionowo.

Niektóre z tych kamer podaje tabela.

Tabela 5-1.

Typy kamer pomiarowych i rozpoznawczych

Kraj	Typ fotokam.	Ognisko- wa w mm	Czasy na- świetl. w sek.	Format kadru/od- bitki/cm	Ilość zdjęć w zał. lub dł. błony	Przeznaczenie
1	2	3	4	5	6	7
USA	KC-1	152	1/10 do 1/500	23x23	450 z.	Kartograficzny, wysokie właściwości optyczne. Obiektyw "Planigon II" o sile światła 1:6,3.
USA	Nr- 216	152		23x23	120 m	Rozpoznawczy, posiada urządzenie kompensują- ce rozmazanie obrazu.
USA	K-36	305 lub 610		23x46	ok. 250 z.	Rozp. nocne z dużych wy- sokości, kompensacja rozmazania obrazu.
USA	S-11	100; 305; 508; lub 1016	ciągły			Rozp. dziennie-nocne. Mi- gawki szczelinowe posia- da 4 wzajemnie wymienne stożki. Wykonuje zdjęcia stereoskopowe z wysokości do 300 m przy prędkoś- ciach do 4800 km/.
USA	F-402	915	do 1/550	23x46	150 m x 24cm	Rozp. z dużych wysokości. Kompensacja rozmazania przy przesuwie błony z szybkością do 8,5 cm/sek. Waga niezaład. ok. 34,5 kg.

x/ Electrical Engineering. December 1955 r.

1	2	3	4	5	6	7
Anglia	F-52	508; 915 lub 1016	1/150 do 1/1000	17,8x 21,6	250- 500 z.	Rozp.może posiadać jeden z trzech stożków o różnych ogniskowych
	F-96	5 wariantów od 152 do 1220		23x23	152 m lub 305 m	Rozp.z wys.sięgającej 30 km kompensacja obrazu. Może wykonywać zdjęcia przy prędkościach ponad 2 Ma
	F-85	2 obiektywy 915	częściowo cią-gły	23x76	305 m	Rozp.obejmuje kąt 90° /po 45° w jedną i drugą stronę od osi lotu/. Synchronizacja z przesuwającym się obrazem terenu.
NRF	P-50	500	1/25 do 1/300	30x30	190 z.	Rozpoznawczy, przeznaczony do zdjęć pionowych
NRF	RMK-C11	210; 300 lub 500	1/50 do 1/300	18x18	285 z.	Kartograf.przeznaczony do zdjęć pionowych.

Fotokamery stosowane na sztucznych satelitach ziemi posiadają format kadru od 35x26 mm do 127x127 mm przy ogniskowych od 200 do 500 mm. Ogniskowe mogą być zmienne, co osiąga się przez luźne montowanie soczewek obiektywu pozwalające na zmianę odstępów między nimi. System fotooptyczny o zdolności rozdzielczej wynoszącej około 60 linii na 1 mm pozwala na rozróżnienie obiektów o wielkości 100 m z wysokości 800 km. Rozpoznanie i fotografowanie radiolokacyjne z wys. 300 km rozróżnia obiekty o wielkości nie mniejszej jak 1 km. Przy orbicie dwugodzinnej tj. z wysokości około 1700 km kamerą o ogniskowej 200 mm można objąć pas terenu o szerokości około 1000 km. Sfotografowanie takiego pasa wokół kuli ziemskiej wymagałoby około 50 takich zdjęć a dla całej powierzchni ziemi trzeba by w przybliżeniu 1500 zdjęć.

Dla rozpoznania w promieniach podczerwonych opracowywana jest aparatura dla sztucznych satelitów, która będzie mogła wykonać "mapę termiczną" ziemi, na której można będzie odróżnić obiekty, których temperatura jest większa o 1°, od otoczenia.

Zamierzenia w dziedzinie rozpoznania fotograficznego podał w 1959 r. szef oddziału rozpoznania fotograficznego w "Wright Air Development Centre". Według niego za pomocą satelitów "Samos" będzie można osiągnąć:

- w 1962 roku przy pełnym świetle dziennym z 500 kilometrowej wysokości fotografie powierzchni Ziemi z możliwością wykrycia celów w wymiarze 7 stóp /około 2 m/;
- w 1965 roku fotografie powierzchni Ziemi w takich samych warunkach, lecz w nocy przy świetle gwiazd;
- w 1970 roku przy tej samej wysokości i oświetleniu fotografie celów o średnicy 60 cm, co w zasadzie przedstawia granicę możliwości w tej dziedzinie.<sup>x/</sup>

#### Srodki przenoszenia kamer

Decydującą rolę wśród całego zespołu środków mających za zadanie rozpoznanie aerofotograficzne, są urządzenia komunikacji powietrznej zdolne do przenoszenia fotokamer. Bez nich aerofotografia nie małaby obecnie racji bytu. Współcześnie w celach szpiegowskich wykorzystywane były dryfujące balony rozpoznawcze i samoloty. Ich zadania w okresie pokojowym przejęły od 1960 r. sztuczne satelity Ziemi. W rozważaniach tego tematu należy pamiętać, że w myśl obowiązujących doktryn rozpoznanie strategiczne prowadzone jest bez przerwy, tak w okresie pokoju, jak i w czasie wojny. Zasady te są konsekwentnie realizowane. Czasopisma zachodnie podają, że od 1950 r. do połowy 1960 r. siły powietrzne USA dokonały ponad 80 prób naruszenia rejonów terytorialnych Związku Radzieckiego, przyznając przy tym, że czwarta część z ilości wszystkich tych prób zakończyła się przykrym niepowodzeniem. Oficjalne oświadczenia rządowe o zaniechaniu naruszania powietrznych rejonów terytorialnych państw demokracji ludowej dla celów szpiegowskich nie oznacza rezygnacji z nich w ogóle. Świadczą o tym powszechnie znane programy systemów szpiegostwa kosmicznego o wdzięcznej nazwie "Samos" i "Midas", które - nie kładźmy się - nie omijają również terenów Polski.

x/ Jak dotąd program ten kuleje już u samych podstaw, czego dowodem jest eksplozja rakiety nośnej satelity "Samos III" przy wystrzeliwaniu tego satelity w październiku 1961 r.

### Dryfujące balony rozpoznawcze

Dryfujące balony rozpoznawcze znane i u nas stąd, że stracono ich kilka nad terytorium Polski. Pojemność ich wynosiła ponad 1500 m<sup>3</sup>, nośności około 700 kg. Wyposażenie takiego balonu składało się z dwóch kamer o ogniskowych około 15 cm fotografujących teren jednocześnie na dwie taśmy filmowe o szerokości 23 cm każda. Wyposażenie uzupełniające składało się z fotokomórki blokującej kamery w czasie niedogodnym do fotografowania /noc, mgła/; urządzenia służącego do orientacji zdjęcia i identyfikacji terenu sfotografowanego na zdjęciu /aparatus fotografujący jednocześnie wskazania kompasu magnetycznego, zegarka, położenia słońca i wysokości lotu/, urządzenia radioc odbiorczego służącego do kierowania lotem balonu w pionie w rejonie lądowania lub zrzucenia zasobnika z filmem. Balony te mogły według pobieżnych obliczeń fotografować trasę o długości 3000-4000 km, szerokości 40-50 km i więcej w skali około 1 cm = 1 km, z pokryciem podłużnym pozwalającym na stereoskopowe odczytywanie tych zdjęć. Do przelotu balonów wykorzystywane były prądy powietrzne, przepływające w określonych porach roku na wysokości 13-20 km w stałym kierunku, z prędkością 100-300 km/godz. Prawdopodobnie ze względu na nieopłacalność tej metody rozpoznania, obecnie wykorzystanie jej zostało wstrzymane.

### Samoloty rozpoznawcze

Rozpoznanie powietrzne, prowadzone w okresie działań bojowych opiera się głównie na samolotach i śmigłowcach różnych rodzajów i typów. Cechą charakterystyczną tego rodzaju środków komunikacji, znajdujących się obecnie na wyposażeniu wojsk państw zachodnich, jest ich duża różnorodność. Zaplanowane w USA ich unowocześnienie i standaryzacja przewiduje wprowadzenie w wojskach lądowych od 1970 r. tylko 6-8 typów śmigłowców i samolotów. Wymagania współczesnego pola walki nakazują wyprodukowanie specjalnych typów samolotów rozpoznawczych. Argumentuje się to następującymi względami:

- stosowane dotychczas w rozpoznaniu samoloty bombowe i myśliwskie bez większych przeróbek konstrukcyjnych poza wymontowaniem uzbrojenia i niekiedy wydłużeniem części nosowej nie

- sprostają obecnie wymaganiom ponieważ samoloty rozpoznawcze działają zazwyczaj pojedynczo lub w dużych odległościach od siebie, stwarzając tym samym łatwy cel dla obrony przeciwlotniczej przeciwnika;
- wykonanie zadania dla samolotów bombowych kończy się w zasadzie nad celem, zadania samolotu rozpoznawczego kończy się z chwilą dostarczenia kaset z filmem i meldunków w określonym rejonie na własnym terenie;
  - wiadomości uzyskane przez samolot rozpoznawczy oczekiwane są najczęściej nie na lotnisku, z którego samolot startował, a w innym rejonie, bardzo często niedogodnym do lądowania samolotów bombowych czy myśliwskich;
  - konieczność zapewnienia ciągłości rozpoznania nakazuje rezygnację, ze stałych lotnisk o długich pasach startowych ze względu na łatwość ich wykrycia i zniszczenia;
  - lotnictwo rozpoznawcze dywizji i armii wojsk lądowych winno mieć możliwość startu i lądowania w rejonie ich działania;
  - współczesny samolot rozpoznawczy powinien prowadzić rozpoznanie również w takich rejonach, gdzie przelot człowieka byłby niemożliwy ze względu na promieniowanie jądrowe, bądź ewentualne działanie bojowych środków chemicznych czy bakteriologicznych.

Wymaganiom tym mają sprostać bezzałogowe samoloty rozpoznawcze oraz śmigłowce znajdujące się na wyposażeniu wojsk lądowych. Te ostatnie są o tyle mniej dogodne, że dostarczają najczęściej zdjęć wykonywanych z nad własnych pozycji a więc nachlonych, trudniejszych do wykorzystania i częściej uboższych w treść od zdjęć pionowych wykonywanych pionowo nad celem.

Dużo uwagi poświęca się bezzałogowym samolotom rozpoznawczym konstruowanym najczęściej na bazie latających celów. Dla ogólnej orientacji tabel <sup>5-2</sup> podaje dane taktyczno-techniczne niektórych samolotów bezzałogowych.

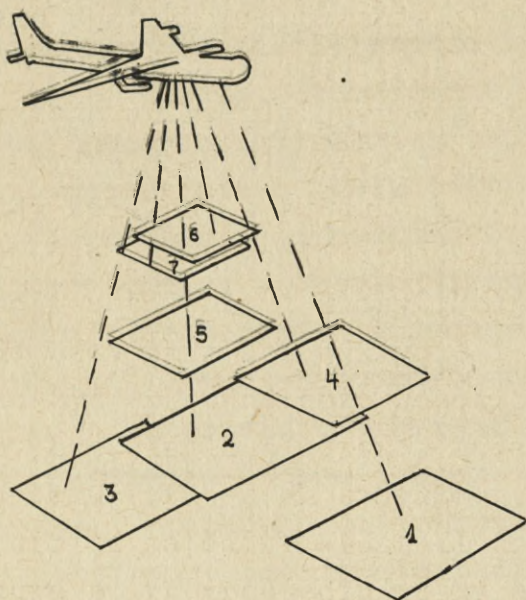
Tabela 5-2.

Kraj	Typ samolotu	Rodzaj silnika	Prędkość lotu km/h	Zasięg działania min.	Wzrost pilota	Waga samolotu	Prędkość wznoszenia	Prędkość zwalnia	Pięta	Ciepłota
USA	RP-71 SD-1	łokowy	300	40-60 min. lotu	3,5	4,08	0,3	4600 do 6000	204 loco	
USA	SPY SD-2	"	550	45 min.	4,05	4,09	1,1	15200	605 startowy	
USA	Snooper SD-3	"	-	160 km	3,35	4,55	-	-	450 startowy	
USA	Swallow SD-4	odrzułowy	1280	ok. 300 km	3,35	9,57	-	18200	1360 w locie	
USA	Pairchild SD-5	"	800	120 min.	7,3	11,0	2,44	1380	3850 startowy	
USA	Beechcraft Model 1013	łokowy	418	75 min.	3,81	4,57	1,06	6950	363 w locie	
USA	RP-77D	odrzułowy	660	60 min.	5,8	4,51	1,88	13600	454 startowy	
Włochy	Meteor PL/ARF	łokowy	400	60 min.	3,64	3,39	0,65	8000	170 startowy	
Holandia	Avioland AT-21	odrzułowy	345	70 min.	3,6	5,5	1,0	5000	300 startowy	

Szereg państw jak Anglia, Francja, Japonia, Australia posiada bezzałogowe samoloty rozpoznawcze własnej konstrukcji. Samoloty te startują z lekkich, przewoźnych wyrzutni zerowych. Lot ich jest zdalnie sterowany lub programowany. Często też jest jednoczesne stosowanie na takim samolocie urządzeń zdalnego i programowego sterowania. Lądowanie odbywa się na spadochronach na rozkaz ze stanowiska dowodzenia w dowolnym rejonie. W zależności od typu samolotu, warunków meteorologicznych i zadań, aparatura rozpoznawcza może się składać z urządzeń fotograficznych, radiolokacyjnych, telewizyjnych oraz fotografowania lub wykrywania w podczzerwieni. Ponadto mogą posiadać urządzenia natychmiastowego przekazywania na stanowisko dowodzenia lub notujące zdobyte wiadomości rozpoznawcze.

Samoloty te w zależności od typu przeznaczone są do rozpoznania pola walki, rozpoznania taktycznego i na głębokich tyłach, niezależnie od pory doby, natężenia promieniowania jądowego czy warunków atmosferycznych. Użytek ich jest wielorazowy.

Samoloty rozpoznawcze z ludzką załogą są z zasady niewielką przeróbką samolotów łącznikowych, myśliwskich lub bombowych. Osiągi taktyczno-techniczne tych samolotów w wersji rozpoznawczej są nieco większe na skutek wmontowania dodatkowych zbiorników paliwa zamiast bomb a często i uzbrojenia. W celu zwiększenia zasięgu rozpoznania stosowane jest także tankowanie w powietrzu lub wysyłanie szybkiego samolotu rozpoznawczego z samolotu matki. Po wykonaniu fotografowania samolot ten przymocowuje się w locie do samolotu wysyłającego.



Rys.5-1. Schemat fotografowania wykonywanego jednocześnie z samolotu rozpoznawczego RB-47 B

Objaśnienia:

1. Fotografowanie skośne w przód wzdłuż osi lotu.
2. Fotografowanie pionowe.
- 3 i 4. Fotografowanie skośne z prawa i lewa od osi lotu.
5. Fotografowanie w dużej skali.
- 6 i 7. Fotografowanie o dużym pokryciu zdjęć /powyżej 60%/ przeznaczane do badań stereoskopowych.

Samoloty te, w zależności od ich typu i stojących przed nimi zadań, mogą być wyposażone w różne fotokamery w ilości do kilkunastu. Np. na samolot RB-47B można wmontować 16 fotokamer, przy czym siedem z nich może wykonywać zdjęcia jednocześnie.

Specjalne samoloty rozpoznawcze produkowane są wśród państw kapitalistycznych tylko przez USA. Oddziały lotnicze wyposażone w tego rodzaju samoloty przeznaczone są do prowadzenia lotniczego rozpoznania strategicznego w okresie pokoju i występują najczęściej pod płaszczykiem cywilnych instytucji naukowych. Do najbardziej znanych typów tego rodzaju samolotów należą U-2 i RB-57D. Podstawowe dane taktyczno-techniczne tych samolotów podaje tabela 2.5-3.

Tabela 5-3

Typ samolotu	Prędk. km/h	Zasięg w km	Pułap km	Wymiary w m		Ciężar kg	Zapas paliwa litry
				rozp.	dług.		
Lockheed U-2	900- 1000	6500	20-22	ok.24	-	ok. 21000	6000
RB-57D Canberra	900	6000	22	ok. 32,5	20,4	-	10200

Samolot RB-57D posiada kilka wersji o różnym przeznaczeniu. I tak RB-57D, jednomiejscowy przeznaczony do fotografowania w dzień, RB-57D1, jednomiejscowy przeznaczony do rozpoznania radiolokacyjnego i wykonywania map radiolokacyjnych terenu. RB-57D2, dwumiejscowy przeznaczony do rozpoznania radiotechnicznych środków wojskowego znaczenia.

Strącenie samolotów typu U-2 i RB-47 wykazało, że samoloty te nie mogą już spełnić pokładanych w nich nadziei. W związku z tym prowadzi się intensywne prace nad nowymi samolotami rozpoznawczymi o szybkościach ponaddźwiękowych i niespotykanym dotychczas pułapie, oraz badania w wykorzystaniu kosmosu do rozpoznania celów naziemnych.

Do najbardziej rozreklamowanych samolotów rozpoznawczych należą RB-70 projektowany na bazie strategicznego bombowca Nord Amerikan B-70 oraz U-3 różniący się od swego poprzednika U-2 pułapem mającym sięgać 33 km ponaddźwiękową prędkością i specjalnymi kamerami fotograficznymi.

RB-70 według projektowanych danych będzie miał rozpiętość około 35 m, długość 52 m i ciężar w locie 230 ton. Pułap ponad 24 km, zasięg 10000-13000 km bez dodatkowego tankowania oraz prędkość około 3 Ma. Oprócz tego Amerykanie zaplanowali pierwszy start raketoplanu na 1965 rok. Projekt ten znany pod nazwą "Dyna-Soar" przewiduje, że będzie to bombowiec a później i samolot zwiadowczy z ludzką załogą wychodzący na pomocą raketowych przyspieszaczy na wysokości nawet orbitalne.

#### Sztuczne satelity Ziemi

Znane niepowodzenia z samolotami rozpoznawczymi typu U-2 i RB-47 spowodowały przeniesienie głównego wysiłku roz-

poznania strategicznego w okresie pokoju na wykorzystanie sztucznych satelitów. Stany Zjednoczone AP przywiązują wielką wagę do kosmicznego systemu rozpoznania. Uważają oni, że wojna z nieograniczonym użyciem broni jądrowej w pierwszym etapie zacznie się od nagłego uderzenia jądrowego na stanowiska wyrzutni rakiet międzykontynentalnych, lotniska lotnictwa strategicznego, zakłady związane z produkcją broni jądrowej i inne cele o decydującym dla prowadzenia wojny znaczeniu.

W myśl tej koncepcji ustalenie i klasyfikacja celów napadu jądrowego a przede wszystkim ich wykrycie i określenie dokładnego położenia winno być wykonane dużo wcześniej, a ich rozwój i dyslokacja winny być ciągle śledzone. Zadanie to wykonywane jest za pomocą systemu sztucznych satelitów, zapoczątkowane wprowadzeniem na orbitę satelity Midas II dn. 24.5.1960 r. Rozpoznanie wojskowe po rozpoczęciu wojny a raczej w drugim etapie prowadzone będzie głównie za pomocą wszelkiego rodzaju samolotów.

System kosmicznego rozpoznania wojskowego znany początkowo pod nazwą "Pied Piper" a następnie "Sentry" od 1959 r. rozdzielono na dwa programy, MIDAS i SAMOS. MIDAS /Missile Defense Alarm System/ pracujący na zasadzie wykrywania źródeł fal podczerwonych ma za zadanie wykrywanie wyrzutni rakiet międzykontynentalnych. System ten ma się składać z 12 satelitów.<sup>x/</sup> SAMOS /Satellite And Missile Observation System/ za pomocą fotografowania wykrywa i określa położenie baz rakietowych, lotnisk, zakładów przemysłowych, ośrodków administracyjno-politycznych i innych.

Program dalszego rozwoju tego systemu przewiduje objęcie całej kuli ziemskiej rozpoznaniem dostarczającym danych w postaci aerofotografii w niczym nie ustępujących w swej dokładności od zdjęć lotniczych wykonywanych obecnie z samolotów. Zakłada się, że pod wieloma względami /jak np. aerofotografowanie nocne/ wyniki te będą nawet daleko lepsze.

Tego rodzaju zamierzenia wkraczają jednak w dziedziny naukowe jeszcze nie poznane a ich naukowe hipotezy są czasami niemał

-----  
x/ Podana ilość nie obejmuje satelitów translacyjnych służących do przekazywania informacji.

krańcowo różne. x/

Przeznaczony dla celów cywilnych meteorologiczny satelita TIROS /Television and Infra Red Observation Satellite/ może mieć pod wieloma względami również i wojskowy charakter. Wykrycie takich satelitów jest przy współczesnym stanie techniki bardzo trudne, szczególnie w okresie zbierania informacji /okres przekazywania zdobytych informacji na ziemię zwiększa możliwość wykrycia/.

Zniszczenie kosmicznego zwiadowcy znajduje się jeszcze w sferze życzeń. Jest dalekie od rozwiązania tak w fizycznym jak i prawnym aspekcie. Sytuacja taka umożliwia potajemne wprowadzanie na orbity szpiegowskich satelitów. Brytyjskie czasopismo "Flight" z marca 1962, zarzuca Stanom Zjednoczonym potajemne wystrzelenie 5 sztucznych satelitów typu "Samos" i "Midas" w dniach 22 listopada i 22 grudnia 1961 r. oraz 21, 27 lutego i 7 marca 1962 r. "Flight" podaje, że przemilczenie ich przez USA oraz nie podanie ich opisu i danych elementów orbity jest naruszeniem norm międzynarodowych przyjętych formalnie także przez USA.

-----  
x/ Przykładem może tu służyć międzynarodowy zjazd naukowców fotografii zorganizowany przez Królewskie Towarzystwo Fotograficzne w Londynie /7-9.XII.1960 r./. Prognozy zwiększenia czułości błon fotograficznych podawane przez uczestników zjazdu wahały się od 4000 do 100 razy a referujący to zagadnienie delegat Polski prof. Witold Romer twierdził, że czułość błon fotograficznych można zwiększyć nie wyżej jak 10 razy. /Fotografia nr 4/1961 r./.

WYKAZ KOSMICZNYCH ZWIADOMCÓW  
 wyposażonych w aparaturę aerofotograficzną, telewizyjną lub urządzenia  
 oparte na wykorzystaniu fal podczerwonych. / stan do połowy lutego 1962 r. /

1	2	3	4	5	Elementy orbity w okresie				10
					6	7	8	9	
Nazwa i oznaczenie wg nomenklatury międzynarodowej	Okres lotu	Masa kg	Wymiary cm /maks/	Nachyl. do horyz. w perigeum	Odległość od powierzchni Ziemi	Wysokość nad powierzchnią Ziemi	okres obiegu min.	U w a g i	
satel. wprowadz na orbitę									
Ziunika III 1959 /teta/ 1	4.10.59. do 20.5.60.	435	stożek ścięty $\emptyset$ 96,3	76,4°	4800	458000	22700	Przeznaczony do badań naukowych. I automatyczna stacja międzyplanetarna. 2 fotokamery o $F=200$ mm i $F=500$ mm sformatowały drugą stronę Księżyca.	
Dane "Ziunika III" zamieszczono tylko w celach porównawczych									
Tiros I 1960 /beta/ 2	1.8.60. w obiegu na 26.9.61.	122,5	walec $\emptyset$ 48,3 $\emptyset$ podst. 106,7	48,3°	691,5	752,2	99,2	Badania meteorologiczne. Zdjęcia chmur i Ziemi ze pomocą 2 kamer telewizyjnych.	
Midas II 1960 /zeta/ 1	24.5.60. w obiegu na 26.9.61.	2268	walec 670 $\emptyset$ podst. 152	33°	470	515	94,3	Przeznaczenie wojskowe. Wykrywanie silnych źródeł promieni podczerwonych /odpalenie rakiet wybuchy jądrowe/.	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
38	Tiros II 1960 $\pi$ /pi/1	23.11.60. w obiegu na 26.9.61.	127	walec 48 $\emptyset$ podst. 107,6	48,5	623	729	98,2	Badania meteorologiczne. Zdjęcia chmur i Ziemi. Badania w celu o podzermień. Możliwe wykonać około 7000 zdjęć w ciągu miesiąca
42	Samos II 1961 $\alpha$ /alfa/1	31.1.61. w obiegu na 26.9.61.	1860	671x152	97,4	475	553	94,9	Przeznaczenie wojskowe. Wywiad przez fotografowanie pow. Ziemi. Następcą U-2. Fotopaparatura zajmuje w nim pow. 105x120 cm.
	Tiros III	12.7.61. w obiegu na 26.9.61.	129	walec 48,3 $\emptyset$ podst. 106,7	47,8	742	815	100,4	/Jak Tiros II/
	Midas III	12.7.61. w obiegu na 26.9.61.	1588	914x152	91,17	3354	3536	161,5	/Jak Midas II/
	Midas IV	21.10.61.				2100	3380	172	/jak Midas II/
	Tiros IV	8.2.62.	130			przeciętna ok. 640		ok. 97	/Jak Tiros II/

6. Podstawowe nazwy, określenia i oznaczenia używane w  
aerofotografii

N a z w a	Oznaczenie	Określenie
Aerofotografia /fotografia lotnicza/		- dział fotografii zajmującej się teoretycznymi i praktycznymi zagadnieniami uzyskiwania fotograficznych obrazów terenu ze swobodnych stanowisk nad ziemią.
Aerofotogrametria /fotogrametria lotnicza/		- dział fotogrametrii, w którym do pracowań używa się fotografometrycznych zdjęć lotniczych.
Aerotriangulacja /fototriangulacja/		- wyznaczanie współrzędnych punktów osnowy, fotogrametrycznej na podstawie zdjęć fotogrametrycznych.
Autograf		- przyrząd umożliwiający opracowanie trójwymiarowe /xyz/ na podstawie stereogramów.
Baza zdjęcia	b	- odcinek prostej łączącej stanowiska dwóch sąsiednich zdjęć fotogrametrycznych.
Błona fotograficzna kolorowa		- trójwarstwowa błona fotograficzna umożliwiająca w procesie fotograficznym uzyskanie zdjęć terenu lub przedmiotów w barwach prawie naturalnych.
Błona fotograficzna parchromatyczna		- jednowarstwowa błona fotograficzna o wyrównanym uczuleniu na wszystkie barwy umożliwiająca uzyskanie zdjęć czarno-białych.
Błona fotograficzna spektrostrefowa		- dwuwarstwowa błona fotograficzna umożliwiająca w procesie fotograficznym uzyskanie zdjęć terenu w barwach znacznie odbiegających od naturalnych.
Cykl pracy kamery lotniczej		- zespół czynności wykonywanych przez mechanizm kamery w ustalonej kolejności do robienia zdjęcia.

N a z w a	Oznaczenie	Określenie
Dopuszczalne rozmazanie obrazu		- graniczna wielkość rozmazania obrazu nie mająca praktycznie wpływu na dokładność opracowania zdjęć.
Efekt ortoskopowy		- efekt stereoskopowy, w wyniku którego powstaje normalny model przestrzenny.
Efekt pseudoskopowy		- efekt stereoskopowy, w wyniku którego powstaje odwrócony model przestrzenny.
Efekt stereoskopowy		- model przestrzenny powstający w wyobraźni przy obserwacji dwuocznego stereogramu w takich warunkach, że każdym okiem obserwuje się tylko jedno zdjęcie.
Ekspozycja	E	- proces poddawania emulsji światłoczułej działaniu promieni świetlnych w kamerze.
Elementy orientacji wewnętrznej zdjęcia		- dane określające wzajemne położenie płaszczyzny rzutów i środka rzutów w kamerze lotniczej.
Elementy orientacji zewnętrznej zdjęcia		- dane określające położenie kamery lotniczej w stosunku do przyjętego układu współrzędnych w momencie wykonywania zdjęcia.
Elementy orientacji zewnętrznej /bezwzględnej/ modelu przestrzennego		- dane określające położenie modelu przestrzennego w przyjętym układzie współrzędnych x, y, z.
Fotogrametria		- nauka obejmująca metody wyznaczania rzeczywistych rozmiarów, kształtu i położenia przestrzennego przedmiotów na podstawie ich obrazu fotograficznego.
Fotogrametria dwuobrazowa /stereofotogrametria/		- dział fotogrametrii w którym do opracowań używa się stereoskopowych zdjęć fotogrametrycznych

N a z w a	Oznaczenie	Określenie
Fotogrametria jednoobrazowa /F. Płaska/		- dział fotogrametrii, w którym do opracowań używa się pojedynczych zdjęć fotogrametrycznych.
Fotogrametria naziemna /terrofoto-grametria/		- dział fotogrametrii, w którym do opracowań używa się fotogrametrycznych zdjęć naziemnych.
Fotomapa /fotoplan/		- zestaw przetworzonych zdjęć lotniczych odpowiednio przygotowanych, ułożonych i naklejonych na planszy.
Fotoprzy- stawka		- kamera do wykonywania zdjęć obrazów z ekranu panoramicznego radiolokatora lub z ekranu telewizora.
Fotopunkt	F	- zidentyfikowany na zdjęciu punkt sytuacyjny o znanych współrzędnych.
Fotoreambu- rator		- przyrząd do unaczęśniania map, przy wykorzystaniu zdjęć lotniczych.
Fotoszkic		- zestaw odbitek stykowych zdjęć lotniczych odpowiednio przyciętych, ułożonych i naklejonych /przymocowanych/ na planszy.
Fototopogra- fia		- dział geodezji, obejmujący opracowanie map przy zastosowaniu fotogrametrii
Fototriangu- lacja płas- ka /triangu- lacja ra- dialna/		- wyznaczanie płaskich współrzędnych punktów osnowy fotogrametrycznej, oparte na pomiarze kierunków z punktu centralnego zdjęcia.
Fototriangu- lacja prze- strzenna		- wyznaczanie na przyrządach uniwersalnych, przestrzennych współrzędnych punktów osnowy fotogrametrycznej na podstawie zdjęć stereoskopowych.
Główna pionowa zdjęcia	V V'	- kraweź przecięcia głównej płaszczyzny pionowej z płaszczyzną zdjęcia.
Główna pozio- ma zdjęcia	L L'	- linia pozioma zdjęcia przechodząca przez jego punkt główny

N a z w a	Oznaczenie	Określenie
Główna płaszczyzna pionowa		- płaszczyzna pionowa przechodząca przez główną oś kamery
Główna płaszczyzna pozioma		- płaszczyzna pozioma przechodząca przez środek rzutów
Interwalometr		- przyrząd regulujący samoczynnie cykl pracy kamery
Jakość fotografometryczna zdjęcia		- zespół cech decydujących o przydatności lub nieprzydatności zdjęć do opracowań fotografometrycznych.
Kamera lotnicza	LAF	- kamera pomiarowa lub rozpoznawcza przystosowana do wykonywania zdjęć lotniczych.
Kamera pomiarowa		- kamera do wykonywania zdjęć fotograficznych do celów pomiarowych
Kamera normalno-kątna		- kamera, której kąt rozwarcia nie przekracza 80°
Kamera szeroko-kątna		- kamera, której kąt rozwarcia mieści się w granicach 80° - 120°
Kamera nadszeroko-kątna		- kamera, której kąt rozwarcia przekracza 120°
Kamera lotnicza nocna	NLAF	- kamera lotnicza do fotografowania terenu w nocy
Kamera szczelinowa		- kamera lotnicza do ciągłego fotografowania terenu na błonie fotograficznej, przesuwającej się stale z prędkością równą prędkości przesuwającego się obrazu terenu.
Kąt kierunkowy osi zdjęcia		- kąt zawarty między rzutem prostokątnym głównej osi kamery na płaszczyznę poziomą i przyjętym kierunkiem którym może być np. kierunek północny
Kąt rozwarcia kamery		- kąt o wierzchołku w punkcie głównym obrazowym kamery, którego ramiona obejmują średnicę koła opisanego na prostokącie zdjęcia /przekątna zdjęcia/.

1	2	3
Korpus kamery		- część kamery służąca do umieszczenia w niej stożka i ładownika
Linia głównego horyzontu zdjęcia	$H_g H_g$	- krawędź przecięcia płaszczyzny poziomej przechodzącej przez punkt główny zdjęcia
Linia przedniego horyzontu zdjęcia	$H_p H_p$	- krawędź przecięcia płaszczyzny poziomej z płaszczyzną zdjęcia na linii jego największej skali.
Linia tylnego horyzontu zdjęcia	$H_t H_t$	- krawędź przecięcia płaszczyzny poziomej z płaszczyzną zdjęcia na linii jego najmniejszej skali.
Lot fotogrametryczny		- lot do wykonania zdjęć fotogrametrycznych
Lot fotorozpoznawczy		- lot do wykonania zdjęć fotorozpoznawczych
Luka bezwzględna w zdjęciach /przerwa bezwzględna/		- część terenu fotografowanego nieodwzorowana na żadnym zdjęciu
Luka fotogrametryczna w zdjęciach /przerwa fotogrametryczna/		- część terenu fotografowanego dla której pokrycie podłużne lub poprzeczne zdjęć jest mniejsze od ustalonego minimum.
Ładownik kamery		- część kamery w której umieszcza się błonę fotograficzną lub kliszę
Model przestrzenny		- obraz przestrzenny sfotografowanego przedmiotu lub terenu, powstały przy obserwacji stereogramu
Nachylenie zdjęcia lotniczego		- kąt, który w momencie fotografowania tworzy kierunek pionu z osią zdjęcia lub płaszczyzną zdjęcia z płaszczyzną terenu uważanego za poziomy
Nadir		- nigdy niewidoczny przeciwległy zenitowi punkt sfery niebieskiej, znajdujący się w kierunku pionowym pod nami.

1	2	3
Odczytywanie zdjęć lotniczych /taktyczne/		- oznaczenie na zdjęciu lotniczym przedmiotów sytuacji taktycznej lub obiektów mających znaczenie wojskowe
Odczytywanie zdjęć lotniczych /fotograficzne/		- oznaczenie na zdjęciu lotniczym przedmiotów sytuacji mających stanowić treść mapy.
Odległość głównego horyzontu	$H_{gh}$	- odległość pozioma w głównej płaszczyźnie pionowej od nadirowej środka rzutów do linii terenowej odwzorowanej na linii głównego horyzontu zdjęcia.
Odległość przedniego horyzontu	$D_{ph}$	- odległość pozioma w głównej płaszczyźnie pionowej od nadirowej środka rzutów do linii terenowej odwzorowanej na linii przedniego horyzontu
Odległość tylnego horyzontu		- odległość pozioma w głównej płaszczyźnie pionowej od nadirowej środka rzutów do linii terenowej odwzorowanej na linii tylnego horyzontu zdjęcia
Odległość obrazu kamery /ogniskowa kamery/	$f_k$	- odległość punktu głównego obrazowego obiektywu kamery od płaszczyzny ramki tylnej
Odległość ogniskowa obrazowa /ogniskowa/	$f$	- odcinek skierowany, którego początek leży w punkcie głównym obrazowym, a koniec w ognisku obrazowym
Odległość ogniskowa przedmiotowa /ogniskowa przedmiotowa/		- odcinek skierowany, którego początek leży w punkcie głównym przedmiotowym, a koniec - w ognisku przedmiotowym
Odstęp zdjęć /odstęp zdjęć w czasie/	$\Delta t$	- okres czasu między wykonaniem dwóch kolejnych zdjęć lotniczych w szeregu
Osnowa fotogrametryczna polowa		- sieć punktów wyznaczonych geodezyjnie w terenie stanowiąca podstawę do opracowań fotogrametrycznych

1	2	3
Os główna kamery		- prostopadła poprowadzona ze środka rzutów do płaszczyzny ramki tłowej.
Os lotu		- linia w przestrzeni wzdłuż której odbywa się lot
Os zdjęcia		- os optyczna kamery w momencie fotografowania
Paralaksa podłużna	$P_x$	- różnica współrzędnych tłowych obrazów tego samego punktu na zdjęciach stereogramu /Os x w kierunku bazy zdjęcia/.
Paralaksa poprzeczna	$P_y$	- różnica współrzędnych tłowych y obrazów tego samego punktu na zdjęciach stereogramu /Os x w kierunku bazy zdjęcia/
Podkład do przetwarzania zdjęć lotniczych		- punkty osnowy fotogrametrycznej naniesione na papier kreślarski, papier itp.
Pokrycie podłużne zdjęć	$p$	- pokrycie między dwoma kolejnymi zdjęciami jednego szeregu
Pokrycie poprzeczne zdjęć	$q$	- pokrycie między dwoma sąsiednimi szeregami zdjęć
Pomiar stereoskopowy		- pomiar wykonywany przy opracowaniach fotogrametrycznych z wykorzystaniem efektu stereoskopowego
Prędkość lotu	$V$	- rzeczywista prędkość samolotu po torze względem niezakłóconego powietrza
Prędkość podróżna	$V_{pdr}$	- prędkość samolotu względem ziemi, wyrażająca się wzorem $V_{pdr}=V+V_w$ , w którym $V_w$ oznacza składową prędkość wiatru na kierunek prędkości lotu
Projekt lotu fotogrametrycznego		- mapa z wykreślonymi na niej projektowanymi osiami lotu, uzupełniona danymi potrzebnymi do wykonania lotu fotogrametrycznego
Promień główny		- promień rzutujący przechodzący przez punkt główny zdjęcia

1	2	3
Promień rzutu- jący		- w rzucie środkowym: prosta przechodząca przez środek rzutów i punkt przedmiotu
Przetwarza- nie foto- mechaniczne zdjęcia lotni- czego		- przetwarzanie zdjęcia lotniczego za pomocą optycznego rzutowania na ekran i utrwalania jego obrazu na materiale światłoczułym
Przetwarza- nie zdjęcia lotniczego		- przekształcanie zdjęcia lotniczego w taki sposób, aby obraz terenu odpowiadał zdjęciu pionowemu w żądanej skali
Przetwarza- nie graficzny ję zdjęcia lotniczego		- przetwarzanie zdjęcia lotniczego za pomocą konstrukcji graficznych
Przetwarza- nie optyczno- graficzne zdję- cia lotniczego		- przetwarzanie zdjęcia lotniczego za pomocą rzutowania optycznego z wykreśleniem otrzymanego obrazu
Przetwornik		- przyrząd do fotomechanicznego przetwarzania zdjęć
Punkt główny zdjęcia	O'	- spodek prostopadłej opuszczonej z głównego punktu obrazowego obiektywu kamery na płaszczyznę zdjęcia
Punkt izocen- tryczny /wier- nokątny/ zdję- cia	I'	- punkt przebicia płaszczyzny zdjęcia przez dwusieczną kąta utworzonego przez główną oś kamery i linię pionową przechodzącą przez środek rzutów.
Punkt nadiro- wy zdjęcia	N'	- punkt przebicia płaszczyzny zdjęcia prostą pionową przechodzącą przez środek rzutów
Punkt wysoko- ściowy na zdję- ciu /Z-punkt/	Z	- zidentyfikowany na zdjęciu punkt jedynie o znanej wysokości
Rama tłowa		- ramka umieszczona w kamerze w płaszczyźnie obrazu, zawierająca znaczki tłowe
Rozmazanie obrazu	$\Delta$	- wielkość liniowa przesunięcia obrazów punktu na zdjęciu, spowodowanego ruchem samolotu w czasie naświetlania

1	2	3
Skręcenie zdjęcia		- kąt między kierunkami głównej osi poziomej lub pionowej zdjęcia i kierunkami osi tłowych
Stereogram		- dwa zdjęcia tego samego terenu lub przedmiotu wykonane w ten sposób, że przy obserwacji zdjęć uzyskuje się efekt stereoskopowy.
Stereomikrometr		- przyrząd do pomiaru paralaksy podłużnej
Stereoskop		- przyrząd ułatwiający uzyskiwanie efektu stereoskopowego przy obserwacji stereogramu
Stożek kamery		- część kamery zawierająca ramkę tłową i obiektyw z migawką
Szereg zdjęć		- szereg kolejnych zdjęć wykonanych wzdłuż osi lotu
Szeregowe zdjęcia lotnicze		- zdjęcia lotnicze wykonane z określonym pokryciem podłużnym
Srodek rzutów kamery		- wierzchołek wiązki promieni rzutujących, leżących w głównym punkcie obrazowym obiektywu kamery
Wiązka promieni		- zbiór prostych w przestrzeni, przechodzących przez wspólny punkt
Współrzędne tłowe	$x, y$	- współrzędne punktów umieszczone na zdjęciu w układzie osi tłowych tego zdjęcia
Wysokość fotografowania	$h_f$	- wysokość lotu fotogrametrycznego odniesienia do średniego poziomu fotografowanego terenu
Wysokość lotu bezwzględna	$h_g$	- wysokość lotu odniesiona do średniego poziomu morza
Wysokość zdjęcia	$h_z$	- wysokość zdjęcia nad terenem w momencie fotografowania
Zasięg liniowy zdjęcia lotniczego	$l$	- długość linii w terenie odpowiadająca bckowi zdjęcia

1	2	3
Zasięg powierzchni zdjęcia lotniczego	s	- powierzchnia terenu objętego zdjęciem lotniczym
Zdjęcia stereoskopowe		- zdjęcia fotograficzne /negatywy/ lub pozytywy/ wykonywane w sposób umożliwiający tworzenie z nich stereogramów
Zdjęcia lotnicze		- zdjęcie fotograficzne wykonane kamerą ze swobodnego stanowiska nad ziemią
Zdjęcie lotnicze nachylone		- zdjęcie lotnicze wykonane przy odchyleniu głównej osi kamery ponad 3° od pionu
Zdjęcie lotnicze pionowe		- zdjęcie lotnicze wykonane przy odchyleniu głównej osi kamery od 0° do 3° od pionu
Zdjęcie podczerwone		- zdjęcie fotograficzne wykonane przy wykorzystaniu promieni podczerwonych, zamiast promieni świetlnych
Zdjęcie powierzchniowe		- zdjęcie posiadające wzajemne pokrycie podłużne /w szeregu/ i poprzeczne /między szeregami/
Zdjęcie radiolokacyjne		- zdjęcie fotograficzne obrazu terenu lub przedmiotu z ekranu panoramicznego radiolokatora
Zdjęcie spektrostrefowe		- zdjęcie fotograficzne kolorowe w barwach niezgodnych z rzeczywistością wykonane przy użyciu fotograficznej błony spektrostrefowej
Zdolność rozdzielcza obrazu fotograficznego		- maksymalna ilość linii na jednym milimetrze którą można rozróżnić na zdjęciu fotograficznym, będąca wynikiem zdolności rozdzielczej obiektywu i emulsji
Zespół zdjęć		- wszystkie zdjęcia wykonane dla pokrycia określonego obszaru
Znaczkę tłowe		- znaczkę umieszczone w płaszczyźnie ramki, tłowej kamery, wyznaczające układ współrzędnych tłowych.

LITERATURA

Do rozdz. 1. Wojskowe znaczenie aerofotografii

- 1-1. J.T. Steward  
Air power. The decisive force in Korea. New York - 1957.
- 1-2. C. Babington - Smith  
Air spy. The story of photo intelligence in world war II.  
New York - 1957.
- 1-3. J.H. Gavin  
Wojna i pokój w erze przestrzeni międzyplanetarnej.  
MON-1961.
- 1-4. D.T. Weber.  
Rozpoznanie lotnicze w wojnie jądrowej.  
Wojsk. Przegl. Zagraniczny Nr 5/1961 r.
- 1-5. Geograficzeskij sbornik VII. Woprosy aerofotosiemki.  
Akademia Nauk ZSRR - 1955

Do rozdz. 2. Podstawowe czynniki tworzace obraz fotograficzny

- 2-1. T. Cyprian. Fotografia. PWT-1958.
- 2-2. R. Niemczyński. Zasady fotografii. PWT-1957.
- 2-3. Fototopografia /Podręcznik/ MON-1956.
- 2-4. W. Romer. Najwyższa czułość w fotografii dziś i jutro.  
Fotografia Nr 4/1961 r.
- 2-5. L. Infeld. Nowe drogi nauki. Wiedza Powsz. 1957.

Do rozdz. 3. Geometryczne właściwości zdjęcia lotniczego

- 3-1. M.B. Piasecki. Fotogrametria PPWK-1958.
- 3-2. A.I. Szerszeń. Aerofotosiemka. Moskwa-1958 r.
- 3-3. B. Hallert. Photogrammetry. New York-1960.
- 3-4. J.W. Popojkow. W.A. Wołkow. Topografia cz. II. Moskwa-1959.
- 3-5. Pozycja 2-3.

Do rozdz. 4. Opracowanie zdjęć lotniczych

- 4-1. P.S. Pasza i N.F. Pietin. Ispolzowanie aerospimkow w  
wojskach. Moskwa-1957.
- 4-2. G.J. Pawłow i E.K. Sinielszczykow. Fotogrametria  
MON-1955.
- 4-3. A. Dobrowolskij i S. Aleksandrow. Aerofototopografia.  
Moskwa-1939.
- 4-4. Aerofotosiemka gorodow i gorodskich posiełkow.  
Moskwa-1953.
- 4-5. Map and aerial photograph reading. London-1951.

Do rozdz.5. Środki rozpoznania aerofotograficznego państw zachodnich

- 5-1. "Wojskowy Przegląd Zagraniczny" Nr Nr 3,4 i 5/1961 r.
- 5-2. "Wojskowy Przegląd Lotniczy" Nr 2/1962 r.
- 5-3. "Missiles and Rockets" Nr 1/1961 r.
- 5-4. "Flugwelt" Nr 1/1962 r.
- 5-5. A.Sternfeld. Sztuczny księżyc. PWN-1957.

Do rozdz.6. Podstawowe nazwy, określenia i oznaczenia używane w aerofotografii

- 6-1. Polska Norma. PN-60/N-02220 zgłoszona przez GUGiK i ustanowiona jako norma zalecana od dnia 1 lutego 1961 r.
- 6-2. Odczytywanie zdjęć lotniczych. /Podręcznik/ MON-1955.
- 6-3. Fototopografia /Podręcznik/ MON-1956 /Poz.2-3/.
- 6-4. Pozycja 4-2.

Uwaga: Wszystkie pozycje oprócz pozycji 6-1 można wypożyczyć w bibliotekach jawnych ASG.

Wykonano w 110 egz.

Egz.nr. 1-100 Bibl.Jawna  
Egz.nr. 101-110 Topografia  
Wyk.:mjr PIECHOWICZ  
Druk: PK, dn.25.9.62  
Nr.ks. 102/B/WW.  
CW-O-XV-1638.

