Grey Scale #13
Part Code ST1316
DANES-PICTA.COM
Colour Chart #13
DANES-PICTA.COM

AKADEMIA
OBRONY NARODOWEJ

Kpt. mgr inż. Przemysław MĄDRZYCKI

TAKTYCZNA I TECHNICZNA KONCEPCJA AUTOMATYZOWANIA ROZPOZNANIA POWIETRZNEGO

Rozprawa doktorska

60965

Biblioteka Główna
Akademii Obrony Narodowej
V/4334
05-004334-001-0

WARSZAWA 2000

-AKADEMIA OBRONY NARODOWEJ-
WYDZIAŁ WOJSK LOTNICZYCH I OP

-INSTYTUT TECHNICZNY WOJSK LOTNICZYCH-

BIBLIOTEKA GŁÓWNA - ARCHIWUM
Nr ewid. 60965
II
Akademii Obrony Narodowej

Kpt. mgr inż. Przemysław MĄDRZYCKI

TAKTYCZNA I TECHNICZNA KONCEPCJA AUTOMATYZOWANIA ROZPOZNANIA POWIETRZNEGO

ROZPRAWA DOKTORSKA

BIBLIOTEKA GŁÓWNA
Nr ewid.
Działu Zbiorów Jawnych Akademii ON

WARSZAWA 2000

SPIS TREŚCI:

	Str.
WSTĘP	
1. ASPEKTY METODOLOGICZNE PRZEPROWADZONYCH BADAŃ	7
1.1 Geneza problemu badawczego	7
1.1.1 Aspekt integracji systemu rozpoznania i systemu dowodzenia	9
1.1.2 Wyniki studiów problemu badawczego	16
1.2 Cele badań	18
1.3 Hipotezy robocze	19
1.4 Przedmiot badań i zadania badawcze	20
1.5 Metody badawcze i przebieg badań	21
2. ANALIZA STANU SYSTEMU ROZPOZNANIA POWIETRZNEGO WLOP	22
2.1 Ogólna charakterystyka systemu rozpoznania powietrznego	22
2.2 Rozpoznanie powietrzne na tle rozwoju lotnictwa polskiego	28
2.3 Statki powietrzne wykorzystywane do prowadzenia rozpoznania powietrznego w lotnictwie RP	33
2.4 Urządzenia rozpoznania obrazowego wykorzystywane w systemie rozpoznania powietrznego	34
2.5 Zasobniki rozpoznawcze	34
2.6 Urządzenia wykorzystywane do obróbki fotochemicznej	34
2.7 Urządzenia wykorzystywane do interpretacji	35
2.8 Polowe pracownie fotograficzne i fotointerpretacyjne	35
2.9 Zadania i zasady funkcjonowania służb rozpoznania i interpretacji w lotnictwie RP	35
2.9.1 Przebieg procesu interpretacji	44
2.9.2 Obiekty rozpoznania i zakres ich interpretacji	47
2.10 Ocena stanu systemu rozpoznania powietrznego oraz potrzeby automatyzowania jego etapów na podstawie ankiet przeprowadzonych w wybranych środowiskach	48
2.10.1 Omówienie wyników badań ankietowych	48
2.10.2 Wnioski z badań ankietowych	50

3. ROZPOZNANIE POWIETRZNE NATO 52

3.1 Rola rozpoznania powietrznego w systemie rozpoznania wojskowego armii państw NATO 52

3.2 Statki powietrzne wykorzystywane do prowadzenia rozpoznania 55

3.3 Bezpilotowe środki rozpoznawcze 55

3.4 Urządzenia rozpoznania obrazowego 57

3.4.1 Lotnicze aparaty fotograficzne 57

3.4.2 Kamery elektro-optyczne 59

3.4.3 Termalne urządzenia rozpoznawcze 60

3.5 Zasobniki rozpoznawcze 63

3.6 Urządzenia telemetryczne 63

3.7 Urządzenia wykorzystywane do obróbki fotochemicznej 65

3.8 Urządzenia wykorzystywane do interpretacji 65

3.8.1 Optyczne zestawy interpretacyjne 65

3.8.2 Telewizyjne zestawy interpretacyjne 66

3.8.3 Komputerowe zestawy interpretacyjne 67

3.9 Polowe pracownie interpretacyjne 68

3.10 Zadania i zasady funkcjonowania ośrodków interpretacji w Bundeswehrze 71

3.10.1 Ośrodek interpretacji Kolonia - Wahn 71

3.10.2 Ośrodek interpretacji Fürstenfeldbruck 78

3.10.3 Normatywne uwarunkowania dotyczące zasad funkcjonowania ośrodków.interpretacyjnych 79

3.10.4 Obiekty rozpoznania i zakres ich interpretacji według wymagań NATO 80

3.11 Fizyczne i technologiczne uwarunkowania pozyskiwania danych obrazowych i ich interpretacji 81

3.12 Wnioski 96

4. POSTULOWANY ROZWÓJ I AUTOMATYZOWANIE SYSTEMU ROZPOZNANIA POWIETRZNEGO WLOP 99

4.1 Koncepcja i możliwości automatyzowania podsystemu pozyskiwania danych rozpoznawczych 99

4.1.1 Możliwości modernizowania wyposażenia samolotu Su-22 99

4.1.2 Wykorzystanie nowego samolotu do realizacji zadań rozpoznawczych 111

4.1.3 Zastosowanie bezpilotowych środków rozpoznawczych 115

4.2 Wykorzystanie technik cyfrowego przetwarzania obrazu i danych w celu automatyzowania podsystemu interpretacji i dystrybucji 120
4.2.1 Stanowisko Interpretacji Danych Rozpoznawczych 120
4.2.2 Baza danych Airbase 125
4.2.3 Koncepcja zmiany sposobu dystrybucji danych rozpoznawczych 142
4.3 Nowe możliwości pozyskiwania danych rozpoznawczych 146
4.4 Wpływ postulowanych zmian techniczno-organizacyjnych na taktykę prowadzenia działań rozpoznawczych 146

ZAKOŃCZENIE I WNIOSKI OGÓLNE 152

BIBLIOGRAFIA

ZAŁĄCZNIK (oddzielny tom)

WSTĘP

Na konferencji w Madrycie która odbyła się 08.07.1997 oficjalnie zaproponowano Polsce przystąpienie do struktur Paktu Północnoatlantyckiego (NATO). Propozycja ta była efektem przemian społeczno - politycznych jakie zaszły w Polsce w ostatnim dziesięcioleciu oraz uwieńczeniem kilkuletnich starań o włączenie nas do zachodnich struktur bezpieczeństwa.

W marcu 1999 roku staliśmy się pełnoprawnym członkiem Paktu. Fakt ten jest niezwykle istotny z punktu widzenia bezpieczeństwa państwa. Nakłada to jednocześnie na nas szereg obowiązków. Jednym z nich jest konieczność dostosowania poszczególnych elementów systemu obrony kraju do standardów obowiązujących w NATO. Proces restrukturyzacji polskiej armii trwa już od kilku lat. Przeprowadzane się daleko idące zmiany w strukturach organizacyjnych, systemach dowodzenia, wyposażeniu i uzbrojeniu.

Jednym z istotniejszych problemów do rozwiązania jest uzyskanie interoperacyjności [1)] sił powietrznych. Ściśle wiąże się to z koniecznością modernizacji polskiego systemu rozpoznania powietrznego[2)]. Jak dowodzą bowiem analizy współcześnie prowadzonych operacji wojskowych - w miarę wzrostu ruchliwości wojsk uzyskanie powodzenia jest coraz bardziej uzależnione od posiadania aktualnych i dokładnych informacji o przeciwniku. Z tego właśnie względu dla ich pozyskania i analizy stosuje się najnowocześniejsze osiągnięcia techniki i technologii. Samo zaś prowadzenia rozpoznania powietrznego , przez zachodnich taktyków zostało wyodrębnione jako osobny, szczególny rodzaj działań bojowych **[26.]**.
Obecny stan polskiego lotnictwa i całego systemy rozpoznania powietrznego jest wręcz katastrofalny. Przestarzałe statki powietrzne, nieliczne urządzenia rozpoznawcze, archaiczny sposób interpretacji i dystrybucji pozyskanych danych. Ponadto w 1997 roku rozwiązany został jedyny pułk rozpoznania taktycznego w Sochaczewie.

Mając świadomość wagi jaką przykłada się w armiach NATOwskich do właściwego i efektywnego funkcjonowania systemów rozpoznania można stwierdzić że konieczna jest szybka i gruntowna modernizacja systemu rozpoznania powietrznego w polskim lotnictwie. Modernizacja ta musi objąć zarówno statki powietrzne, urządzenia rozpoznawcze jak i sposoby opracowywania i dystrybucji efektów końcowych.

---

1) Interoperacyjność - zdolność do przyjmowania w skład swego ugrupowania, elementów innych narodowych systemów OP,
- zdolność danego systemu do działań poza własnym ugrupowaniem, z siłami OP innego państwa,
- zdolność do wykorzystania rodzajów służb wzajemnie przemieszczonych w systemie oraz umożliwienie im efektywnego wspólnego działania.

Wg Dictionary of Military and Associated Terms - Dep. Obrony USA, Waszyngton 1987, str. 194.

2) Rozpoznanie powietrzne - ogół przedsięwzięć mających na celu zdobywanie informacji o nieprzyjacielu, terenie , pogodzie za pomocą aparatów latających w przestrzeni powietrznej.
Encyklopedia Techniki Wojskowej, Wydawnictwo MON, Warszawa 1978, str 594.

Konieczne będzie również wprowadzenie określonych elementów lub procedur automatyzujących funkcjonowanie systemu w wybranych etapach. Taki właśnie stan rzeczy skłonił autora do podjęcia poszukiwań sposobów poprawy sytuacji w jakiej znalazł się system rozpoznania powietrznego w lotnictwie polskim. Zdając sobie sprawę ze złożoności problematyki autor podejmując badania szczególną uwagę poświęcił rozpoznaniu obrazowemu[1)] oraz podsystemowi interpretacji[2)] i dystrybucji uzyskanych wyników.

Zgodnie z założonym celem w rozprawie zawarto rozdział metodologiczny oraz dwa rozdziały merytoryczne. W Rozdziale I autor przedstawił powody podjęcia badań, cel badań, zadania badawcze oraz swoje hipotezy. Rozdział zawiera także opis zastosowanych metod badawczych oraz przebieg badań.

Rozdział II zawiera ocenę stanu faktycznego systemu rozpoznania powietrznego funkcjonującego w lotnictwie polskim. Dla porównania , w Rozdziale III przedstawiono również informacje o metodach i środkach technicznych wykorzystywanych w systemach rozpoznania powietrznego armii wybranych państw.

Efektem końcowym podjętych badań jest Rozdział IV pracy. Zawiera on koncepcję automatyzowania rozpoznania powietrznego oraz zbiór postulatów dotyczących jego modernizowania. Zgromadzone materiały badawcze które ze względu na swoją objętość nie mogły być włączone do pracy, przedstawiono w ZAŁĄCZNIKU.

Podczas prowadzenia badań autor korzystał z wiedzy i doświadczenia ekspertów z: Dowództwa WLOP, Akademii Obrony Narodowej, Wojskowej Akademii Technicznej, Instytutu Technicznego Wojsk Lotniczych, Ośrodka Weryfikacji DW MSZ, Wojskowego Ośrodka Geodezji i Teledetekcji, JW 1300, JW 5576, JW 1642, Ośrodka Weryfikacji Bundeswehry w Kolonii (Niemcy) , Ośrodka Szkolenia Specjalistów Rozpoznania w Fűrstenfeldbruck (Niemcy). We wszystkich tych Instytucjach autor spotykała się ze zrozumieniem i uzyskiwał pomoc i poparcie. Życzliwość okazywana przez pracowników w/w Instytucji stanowiła dodatkowy doping do realizacji zamierzonego celu.

---

1) Rozpoznanie obrazowe - *rozpoznanie wykorzystujące takie techniki zdalnego zbierania informacji o otaczającej nas rzeczywistości, które pozwalają zebraną informację przedstawić w postaci obrazu, zbliżonego swym wyglądem do klasycznego zdjęcia fotograficznego , lecz zawierającego często zupełnie inną informację.*
KACZYŃSKI R, MROCZEK S, SANECKI J.: *Rozpoznanie obrazowe*, Wydawnictwo MON, WARSZAWA 1982.

2) Interpretacja - *przejście z języka symbolicznego zapisu, odpowiedniego dla operatora, na język zewnętrzny.* Słownik Języka Polskiego, PWN, WARSZAWA 1989.

1.ASPEKTY METODOLOGICZNE PRZEPROWADZONYCH BADAŃ

1.1 Geneza problemu badawczego

Autor z zagadnieniami rozpoznania powietrznego zetknął się podczas studiów w Wojskowej Akademii Technicznej gdzie realizował pracę magisterską nt." Modernizacja lotniczego panoramicznego aparatu fotograficznego". Podjęcie pracy w Zakładzie Rozpoznania Powietrznego Instytutu Technicznego Wojsk Lotniczych pozwoliło na dalsze pogłębianie wiedzy o tej dziedzinie. Tematyka realizowanych prac naukowo - badawczych oraz studiowanie literatury tematu ukierunkowało ostatecznie zainteresowania autora na zagadnienia lotniczego rozpoznania obrazowego oraz interpretacji i dystrybucji jego wyników.

Rozpoznanie[1)] zawsze odgrywało i nadal odgrywa bardzo ważną rolę w przygotowaniu i prowadzeniu działań bojowych. Wiarygodne i aktualne informacje na temat rozmieszczenia sił przeciwnika , jego uzbrojenia i terenu działania pozwalają na optymalny dobór sił i środków oraz wykorzystanie elementu zaskoczenia. Dlatego też od wieków trwa nieustanny rozwój tej dziedziny oraz rywalizacja z dziedziną przeciwstawną -maskowaniem [2)].

Współcześnie w każdych nowoczesnych siłach zbrojnych funkcjonuje kilka systemów rozpoznania. Rozwój sił zbrojnych oraz wykształcenie się różnych ich rodzajów spowodowało powstanie systemów rozpoznania : powietrznego, morskiego, chemicznego, artyleryjskiego, itd. Trudno jednoznacznie stwierdzić które z systemów rozpoznania mają największe znaczenie. Bezsprzecznie jednak, w ostatnim trzydziestoleciu, najdynamiczniej rozwijającymi były systemy rozpoznania powietrznego i kosmicznego. Systemy te bowiem umożliwiają pozyskiwanie szerokiego zakresu różnorodnych informacji z dużego obszaru terenu. Dzięki nim można również pozyskiwać informacje o obiektach leżących w głębi terenu przeciwnika **[45.]** . Możliwości te nabierają szczególnego znaczenia w świetle współczesnej koncepcji prowadzenia działań zbrojnych **[19.]**.Ostatnie konflikty zbrojne, (szczególnie w Zatoce Perskiej) dowiodły, że uzyskanie przewagi jest możliwe dzięki serii precyzyjnych uderzeń na kluczowe punkty systemu obrony lub gospodarcze cele strategiczne przeciwnika.

---

1) Rozpoznanie - *zdobywanie, analizowanie i ocenianie informacji o nieprzyjacielu, terenie, warunkach meteorologicznych i rejonie przyszłych działań niezbędnych do skutecznego prowadzenia wojny, operacji lub walki; Jeden z najważniejszych rodzajów zabezpieczenia bojowego i operacyjnego działań.*
Leksykon Wiedzy Wojskowej, Wydawnictwo MON, WARSZAWA 1979.

2) Maskowanie - *różnorodne przedsięwzięcia mające na celu zabezpieczenie działań bojowych wojsk realizowane dla wprowadzenia npla w błąd przez ukrycie wojsk własnych, sprzętu bojowego, obiektów fortyfikacyjnych i tyłowych, działań wojsk i zamiarów dowództwa. Jeden z czynników decydujących o wielkości strat ponoszonych przez strony walczące. Na maskowanie składa się maskowanie bezpośrednie i operacyjne. Maskowanie na współczesnym polu walki wymaga uwzględnienia wszelkich środków i sposobów prowadzenia rozpoznania przez stronę przeciwną.*
Mała Encyklopedia Wojskowa, Wydawnictwo MON, WARSZAWA 1970.

Dlatego też " Utworzenie jednolitego systemu rozpoznania i dowodzenia OP RP, kompatybilnego z systemami OP NATO" stanowi pierwsze z zadań szczegółowych wymienianych w " Zasadniczych zadaniach WLOP zapewniających osiągnięcie interoperacyjności OP " **[12.]** . Oczywiście chodzi o "system rozpoznania " rozumiany szeroko, jako zbiór poszczególnych systemów funkcjonujących w WLOP[1]. Określenie to w swej treści zawiera również system rozpoznania powietrznego.

Zdaniem autora, nie należy oczekiwać że w najbliższym czasie będziemy zdolni prowadzić rozpoznanie kosmiczne lub powietrzne na wymaganym w NATO poziomie. Z pewnością jednak będziemy mogli uzyskiwać wyniki rozpoznania powietrznego czy kosmicznego prowadzonego przez inne państwo. Rodzi to uzasadnioną wątpliwość czy będziemy w stanie skorzystać z uzyskanych materiałów ? Czy będziemy w stanie interpretować i wykorzystać informacje pozyskane i rejestrowane przez telewizyjne lub termalne urządzenia rozpoznawcze ? Przy obecnym stanie urządzeń rozpoznawczych i interpretacyjnych z pewnością nie. Uzyskanie kompatybilności[2] systemów rozpoznania powietrznego wymagać więc będzie nie tylko ujednolicenia standardów wyposażenia rozpoznawczego czy procedur wykonywania lotów. Zmiany muszą zajść w znacznie szerszym zakresie i dotyczyć również w wyposażenia naziemnych struktur systemu rozpoznania oraz zasad ich funkcjonowania.

Dane rozpoznawcze dostarczane przez polski system rozpoznania powietrznego muszą być bowiem tak samo wiarygodne[3] dla użytkownika jak dane pochodzące z systemów innego państwa. Będzie to jednak możliwe dopiero wtedy, gdy będziemy w stanie je pozyskać i dostarczyć odbiorcy w wymaganym w armiach NATOwskich : czasie i formie. Przy obecnym stanie funkcjonowania systemu oraz jego wyposażenia technicznego, nie mamy nawet możliwości wykonania wszystkich procesów naziemnych wymaganych normami. Trudno więc nawet mówić o spełnieniu norm czasowych. Podobnie przedstawia się problem opracowania meldunku końcowego w żądanej formie i sposobu jego przekazywania. Będąc obecnie członkiem europejskiego systemu bezpieczeństwa jesteśmy więc zmuszeni do podjęcia zdecydowanych kroków w kierunku poprawy stanu systemu rozpoznania powietrznego. Zdaniem autora jednym z możliwych do zastosowania rozwiązań może być automatyzowanie wybranych procesów realizowanych przez system rozpoznania powietrznego.

---

1) Każdy system rozpoznania (powietrznego, kosmicznego, artyleryjskiego czy inny) może być traktowany jako system autonomiczny i jednocześnie jako podsystem systemu rozpoznania wojskowego.

2) Kompatybilność - *zdolność co najmniej dwóch podsystemów do bezkolizyjnego egzystowania i funkcjonowania w tym samym systemie OP realizującym niesprzeczne cele, wzajemnie spojonym informacyjnie oraz powiązanym funkcjonalnie.*
Wg Dictionary of Military and Associated Terms - Dep. Obrony USA, WASZYNGTON 1987, str 194.

3) Wiarygodne - *godne zaufania, nie budzące wątpliwości, pewne, autentyczne.*
Słownik Współczesnego Języka Polskiego, Wydawnictwo WILGA, WARSZAWA 1996.

1.1.1 Aspekt integracji systemu rozpoznania i systemu dowodzenia

Jednym z najstarszych zapisów świadczących o prowadzeniu rozpoznania i wykorzystywaniu uzyskanych informacji jest opis przygotowań do bitwy pod MEGIDDO (kwiecień 1503 lub 1504 pne.) Po wysłuchaniu planu dotarcia do Megiddo rozegrania bitwy opracowanego przez faraona Tutmosisa III Rada Wojenna odpowiedziała :

" Jakże można iść drogą , która jest bardzo wąska? Przecież przyszli i zawiadomili (wywiadowcy prowadzący rozpoznanie), *że wrogowie stoją obok i jest ich bardzo dużo. Koń będzie musiał iść za koniem, a człowiek za człowiekiem ..... Przecież są jeszcze dwie inne drogi. Jedna droga - dogodna dla nas wszystkich, ona prowadzi na Thaanach, a oto druga droga która prowadzi na północ do Dżefty.*

Burzliwa dyskusja nad planem została przerwana :

.." i wtedy dostarczono wiadomości o tym znienawidzonym wrogu. I znów rozpatrzyli plan o którym mówili wcześniej **[75.]** .

Wielokrotnie jeszcze przynoszono meldunki o przeciwniku. Były one dostarczane do namiotu faraona regularnie bez względu na porę dnia i nocy. Na ich podstawie Tutmosis podjął decyzję o dotarciu do Megiddo drogą bardzo wąską i trudną do przebycia. Dzięki temu uzyskano pełne zaskoczenie i zwycięstwo nad siłami koalicji antyegipskiej. Analiza powyższego cytatu pozwala stwierdzić że w wojskach egipskich wydzielono odpowiednie siły których zadaniem było pozyskiwanie i analizowanie informacji o przeciwniku i terenie planowanych działań. W skład tych sił wchodzili: **zwiadowcy** (zajmujący się pozyskiwaniem wszelkich możliwych informacji i opracowaniem ich w formie ustnego meldunku), **łącznicy** (przekazujący meldunki lub rozkazy) oraz **użytkownicy** (Rada Wojenna - stanowiąca element systemu dowodzenia analizująca i wykorzystująca pozyskane informacje).

Działania rozpoznawcze prowadzono w sposób **ciągły** (meldunki dostarczano wielokrotnie) i **skryty** (przeciwnik nie zauważył zwiadowców). Pozyskane informacje były **wiarygodne** (odzwierciedlały rzeczywistą sytuację). Dzięki nim wojska Tutmosisa uzyskały powodzenie (działania rozpoznawcze były **efektywne**). Powyższe fakty świadczą iż w wojskach egipskich funkcjonował system informacyjny[1)] mogący stanowić pierwowzór dla współczesnych systemów rozpoznania.

Od tamtego czasu zmieniły się wielokrotnie koncepcje i sposoby prowadzenia walki. Powstały nowe rodzaje wojsk i nowe środki bojowe. Ale nawet dzisiaj, u progu XXI wieku

---

1) System informacyjny - *zorganizowany zespół środków technicznych oraz ludzkich, którego zadaniem jest pobieranie, przechowywanie, przesyłanie, przetwarzanie i rozpowszechnianie informacji.*
Encyklopedia Techniki - Automatyka, Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, WARSZAWA 1972.

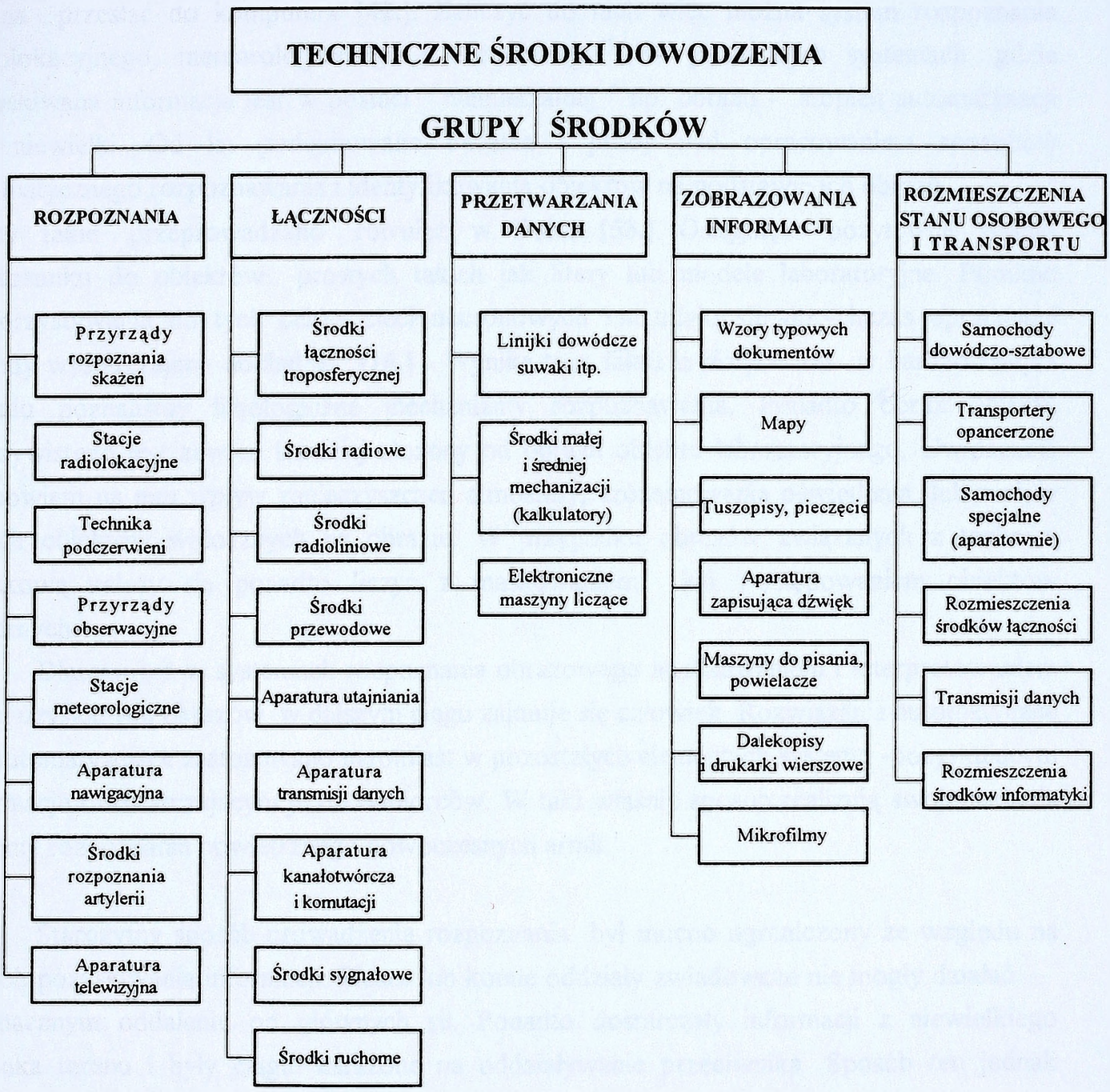
można dostrzec ślady rozwiązań z przed ponad trzech tysięcy lat. W każdym bowiem współczesnym systemie rozpoznania wojskowego można wyodrębnić trzy zasadnicze elementy: **pozyskujący** informacje, **analizujący** je i **dostarczający** je do odbiorców.
Niezmienny również pozostał ścisły związek systemu rozpoznania z systemem dowodzenia.

Ciągły postęp naukowo - techniczny umożliwiał wprowadzanie na wyposażenie wojsk coraz nowszego i doskonalszego sprzętu i uzbrojenia. Powodowało to zmiany sposobów prowadzenia działań bojowych i wymuszało rozwój systemu dowodzenia. Na przełomie XVI i XVII wieku powstały zalążki sztabów. Początkowo pełniły one rolę technicznego pomocnika Stopniowo jednak przekształciły się w pomocniczy organ dowodzenia **[18.]** przejmując na siebie część obowiązków ciążących dotychczas na dowódcy. Wśród nich znalazły się zadania związane z analizowaniem danych rozpoznawczych koniecznych do podjęcia decyzji.
Z czasem wymagania co do ilości i jakości danych rozpoznawczych zaczęły rosnąć. Dowodzenie nowo powstałymi rodzajami wojsk (artylerią, wojskami chemicznymi, lotnictwem) wymagało posiadanie informacji rozpoznawczych o odmiennej treści i zakresie. Powstały więc " specjalistyczne " systemy rozpoznania działające na korzyść danego rodzaju wojsk (rozpoznania artyleryjskiego, chemicznego, powietrznego i inne).Szczególnym okresem dla rozwoju sztuki wojennej, systemów dowodzeni i rozpoznania jest wiek XX.
W żadnym z dotychczasowych okresów historii ludzkości nie prowadzono działań zbrojnych na tak wielką skalę. Ich szybkość oraz rozległość obszaru na jakich się odbywały wymusiły konieczność automatyzowania określonych procesów dowodzenia. Skutkiem tego konieczne stało się automatyzowanie istniejących systemów rozpoznania oraz ich wzajemne integrowanie. Jednym z pierwszych takich rozwiązań zastosowano w trakcie II Wojny Światowej.

W 1939 roku na wschodnim i południowo wschodnim wybrzeżu Anglii uruchomiono system rozpoznawczych urządzeń radarowych wykrywający niemieckie samoloty. Anteny urządzeń zamontowane były na masztach o wysokości 120 metrów.
Urządzenia radiolokacyjne określały automatycznie dwa parametry : odległość i kierunek lotu. W wyniku kolejnych pomiarów i obliczeń uzyskiwano również wysokość lotu i prędkość. Dane uzyskane z urządzeń rozpoznawczych, wyniki obliczeń oraz meldunki z naziemnych punktów obserwacyjnych przekazywano do Stanowiska Dowodzenia. Zastosowane rozwiązanie umożliwiało wprowadzenie do walki odpowiednich jednostek lotnictwa myśliwskiego i dokładne naprowadzenie ich na cel **[29.]**

Ogromny wpływ na zwiększenie zakresu automatyzowania procesów dowodzenia i rozpoznania miał postęp w elektronice. Wynalezienie tranzystora (1947 r.), układu scalonego (1958 r.) oraz opracowanie maszyny cyfrowej umożliwiło powstanie nowych urządzeń rozpoznawczych (noktowizyjnych, kamer telewizyjnych, termalnych, itd.) oraz zwiększenie zakresu ich integracji z tworzącymi się zautomatyzowanymi systemami dowodzenia **[84.]**.Współcześnie, urządzenia rozpoznawcze funkcjonujące w różnych systemach rozpoznania zostały całkowicie włączone do struktury zautomatyzowanych systemów dowodzenia i zaliczone do grupy stosowanych środków **[84. str.18.]**(rys.1.).

Klasyfikacja technicznych środków dowodzenia



Rys.1. Klasyfikacja technicznych środków dowodzenia

Funkcjonujące współcześnie systemy rozpoznania na skutek ich zróżnicowania osiągnęły obecnie różny stopień automatyzacji [1)]. Wynika to ze specyfiki informacji które pozyskują oraz uwarunkowań technicznych. Największy stopień osiągnęły te systemy które pozyskują informacje " mierzalne ", czyli takie które w sposób bezpośredni i automatyczny można przesłać do komputera **[42.]**. Zaliczyć do nich więc można system rozpoznania radiolokacyjnego, meteorologicznego i chemicznego[2)]. W pozostałych systemach, gdzie pozyskiwana informacja jest w postaci " niemierzalnej " np. obrazu - stopień automatyzacji jest niewielki. Od lat podejmowano badania i próby nad opracowaniem sposobów automatycznego rozpoznawania i identyfikowania obiektów na podstawie ich obrazu.
Próby takie przeprowadzano również w Polsce **[53.]**. Osiągnięto pozytywne wyniki w stosunku do obiektów prostych takich jak litery lub modele laboratoryjne. Pomimo wykorzystywania do tych celów sieci neuronowych nie udało się dotychczas opracować metody wystarczająco dokładnej **[16.]** . Wynika to z faktu iż dotychczas w bardzo małym stopniu poznaliśmy fizjologiczne mechanizmy rozpoznawania. Ponadto obraz obiektu rzeczywistego jest zawsze bardziej złożony od obrazu obiektu laboratoryjnego. Uwidacznia się bowiem na nim wpływ zanieczyszczeń atmosfery, zróżnicowania oświetlenia, lub wpływ innych obiektów widocznych na obrazie. W przypadku obrazów związanych z techniką wojskową należy się ponadto liczyć z maskowaniem lub występowaniem obiektów pozornych.

Dlatego też w systemach rozpoznania obrazowego analizowaniem i interpretowaniem treści uzyskanych obrazów w dalszym ciągu zajmuje się człowiek. Rozwiązania automatyczne lub automatyzujące zastosowano natomiast w pozostałych elementach systemu -pozyskującym informacje i dostarczającym je do odbiorców. W taki właśnie sposób realizują swoje zadania systemy rozpoznania powietrznego nowoczesnych armii.

Starożytny sposób prowadzenia rozpoznania był mocno ograniczony ze względu na sposób pozyskiwania informacji. Piesze lub konne oddziały zwiadowcze nie mogły działać w znacznym oddaleniu od głównych sił. Ponadto dostarczały informacji z niewielkiego wycinka terenu i były ciągle narażone na oddziaływanie przeciwnika. Sposób ten jednak wykorzystywany był aż do XVIII wieku.

---

1) Automatyzacja - *działalność o charakterze technicznym, gospodarczym i organizacyjnym zmierzająca do wprowadzenia metod i środków automatyki w rozmaite dziedziny życia. Obejmuje działalność produkcyjną, przetwarzanie informacji, łączność, transport, technikę wojskową itd.*
Encyklopedia Techniki, Wydawnictwo Naukowo - Techniczne, WARSZAWA 1994.

2) W 1998 roku zakończono pracę nada konstrukcją Zestawu automatycznego rozpoznania skażeń INARA zabudowanym na śmigłowcu W 3 . W skład systemu wchodzą Zespół Pobierania Próbek Aerozoli, gazosygnalizator, i radiometr lotniczy. Zestaw w sposób automatyczny pobiera próbki powietrza, wykrywa rodzaj skażeń oraz określa jego stopień. Praca realizowana była przez ITWL i WIChIR.
Przypis autora.

Według autora przełomowym momentem w historii rozwoju systemu rozpoznania wojskowego było wynalezienie balonu. Umożliwił on zwiększenie zasięgu rozpoznania przez prowadzenie obserwacji z powietrza. Fakt ten może być uznany również jako powstanie systemu rozpoznania powietrznego. Pierwszy balon wzniósł się w powietrze w 1783 roku. Jego wynalazca Montgolfier stwierdził m.in. "... *położenie i ruchy nieprzyjacielskiej armii lub okrętu można będzie śledzić na odległości 25 do 30 mil*". Dowództwo armii francuskiej szybko dostrzegło korzyści płynące z tego wynalazku i podjęło badania nad jego rozwojem. W efekcie prac , pod przewodnictwem fizyka COUTELLE'A, powstał pierwszy balon obserwacyjny. Został on nazwany "Zuchwały" (L'Enrteprenant). Do 1794 roku sformowano dwie kompanie lotników balonowych którzy w czasie bitwy pod Fleurus i oblężenia twierdzy Charleroi prowadzili wzrokowe rozpoznanie powietrzne na korzyść artylerii. Wkrótce inne państwa poszły w ślady Francuzów i formowały własne balonowe jednostki obserwacyjne. Pozyskiwanie informacji odbywało się metodą obserwacji wzrokowej lub z wykorzystaniem lornetek. Meldunki rozpoznawcze składano w formie pisemnej lub ustnej **[32.]**.

Równolegle z rozwojem statków powietrznych trwały badania nad zupełnie nową dziedziną sztuki - fotografią. Od czasu wynalezienia przez J.N. NIEPCEA i L.J DAQUERRA w 1811 roku metody otrzymywania obrazu na płytce miedzianej pokrytej warstwą srebra - fotografia stale rozwijała się. Kolejnych odkryć w dziedzinie uzyskiwania obrazu dokonali :L.J DAQUERR, TALBOT, ARCHER i Le GRAY. Dzięki ich wynalazkom, w roku 1854 można już było otrzymać obraz bardzo dobrej jakości. Na szklaną płytę nanoszono kollodium z azotanem srebra i jodkiem potasowym i uzyskiwano światłoczuły jodek srebra. Stosując właśnie tą metodę (zwaną kollodionową) , w 1858 roku Francuz G.T. TOURNACHON wykonał pierwsze zdjęcie z balonu. Ten właśnie fakt według autora jest drugim punktem zwrotnym w rozwoju rozpoznania powietrznego. Pojawiło się bowiem pierwsze urządzenie rejestrujące obraz. Fotografia lotnicza szybko uzyskała ogromną przewagę nad dotychczas stosowaną - metodą rozpoznania wzrokowego. Umożliwiała ona zobrazowanie dużego obszaru terenu w sposób obiektywny. Ponadto skracała do niezbędnego minimum czas pobytu nad rozpoznawanym terenem **[47.]**.

Zaledwie dwa lata później ,w trakcie wojny secesyjnej (1860 - 1865) prowadzenie rozpoznania powietrznego z wykorzystaniem aparatów fotograficznych było już zjawiskiem powszechnym . Dalszy rozwój systemu rozpoznania powietrznego umożliwiło skonstruowanie aparatu fotograficznego na błonę zwojową[1)] i samolotu. Zwiększyło to wydatnie ilość pozyskiwanych informacji oraz skróciło czas wykonywania zadań rozpoznawczych.

Pojawienie się aparatu fotograficznego i wykorzystanie go jako technicznego środka rozpoznawczego spowodowało rozbudowę istniejącego systemu o elementy realizujące funkcje charakterystyczne dla fotografii lotniczej.

---

1) Do czasu wynalezienia błony zwojowej na podłożu celuloidowym używano głównie płyt szklanych wymienianych każdorazowo po wykonaniu zdjęcia. Przypis autora.

Obraz fotograficzny rejestruje się bowiem w sposób " utajony " **[85.]**. Oznacza to że aby uzyskać go w formie "widzialnej" dla ludzkiego oka konieczne jest poddanie go odpowiednim procesom chemicznym. Dlatego też konieczne stało się włączenie do istniejącej struktury systemu rozpoznania powietrznego laboratoriów fotochemicznych w których filmy lotnicze były wywoływane, utrwalane, płukane i suszone. Zwiększenie ilości zdjęć jakie można było wykonać przy pomocy aparatu na błonę zwojową oraz wzrost zapotrzebowania na informację pozyskiwane drogą lotniczego rozpoznania fotograficznego spowodowały konieczność stworzenia zespołów ludzkich zajmujących się "odczytywaniem " treści zdjęć. Odbiorców efektów rozpoznania interesowało bowiem nie tylko uzyskane zdjęcie lotnicze, ale również wszelkie inne informacje jakie można na jego podstawie uzyskać. Proces ten, nazwany fotointerpretacją [1)] , polegał na stwierdzeniu czy: na zobrazowaniu rozpoznawanego terenu znajduje się interesujący obiekt, jakiego rodzaju jest to obiekt, jakie są jego współrzędne, jaki jest jego stan. Wszelkie uzyskane informacje wraz z wykonanymi zdjęciami przedstawiano w formie fotoszkicu[2)].

Jedną z najistotniejszych wad fotografii lotniczej jest długi czas oczekiwania na pozyskane dane. Wynika to z konieczności stosowania długotrwałych procesów fotochemicznych i interpretacyjnych. Dlatego też po opracowaniu przez konstruktorów urządzeń optoelektronicznych - umożliwiających natychmiastowe uzyskanie obrazu, w krótkim czasie znalazły one zastosowanie w rozpoznaniu powietrznym. Gwałtowny rozwój konstrukcji nowych urządzeń rozpoznawczych nastąpił jednak dopiero po opracowaniu przetwornika obrazu opartego o matrycę CCD[3)]. Właśnie w oparciu o nią stworzone zostały dwa nowe typy urządzeń rozpoznawczych - kamery rozpoznawcze CCD i urządzenia termalne[4)]. Nowe urządzenia znacznie rozszerzyły zakres prowadzenia rozpoznania powietrznego. Pozwoliły bowiem na natychmiastowe uzyskiwania obrazu, oraz prowadzenie rozpoznania obrazowego w złych warunkach pogodowych w dzień i w nocy **[50.]** .

---

1) Fotointerpretacja - *dział fotogrametrii zajmujący się odczytywaniem obiektów i zjawisk fotografowanych na materiale fotograficznym (zdjęcia, negatywy) oraz badaniem ich współzależności i tendencji rozwojowych..* Leksykon Wiedzy Wojskowej, Wyd. MON 1979 str. 120.

2) Fotoszkic - *Zestaw odbitek stykowych zdjęć lotniczych, odpowiednio przyciętych, ułożonych i naklejonych na planszy.* Słownik Języka Polskiego, PWN, Warszawa 1996 str. 571.

3) CCD- *(Charge Coupled Devices) monolityczny układ funkcjonalny realizowany w technice MOS tzw. przyrządów o sprzężeniu ładunkowym. Działa na zasadzie magazynowania ładunków nośników mniejszościowych w dołach potencjału które przemieszczają się wraz z tymi ładunkami. Wykorzystywany w liniach opóźniających, konwerterach czasu, przetwornikach obrazu.*
MARCINIAK W.: Przyrządy półprzewodnikowe i układy scalone, Wydawnictwo Naukowo - Techniczne WARSZAWA 1984.

2) Urządzenia termalne - ze względu na sposób pozyskiwania obrazu można je podzielić na kamery termalne oraz skanery termalne (rejestrujące promieniowanie podczerwone z kierunku poprzecznego do kierunku lotu). Przypis autora.

Ponadto urządzenia termalne, dzięki obrazowaniu obszarów o temperaturze wyższej niż temperatura tła, umożliwiły pozyskanie dodatkowych informacji na temat rozpoznawanego obiektu **[49.]**.

Kamery telewizyjne i urządzenia termalne oprócz swoich niewątpliwych zalet posiadają również wady mające istotny wpływ na efektywność ich stosowania. Do podstawowych wad zaliczyć należy niską zdolność rozdzielczą [1)] (w porównaniu ze zdolnością rozdzielczą fotografii lotniczej) oraz konieczność rejestracji obrazów na taśmach magnetycznych[2)] . Dlatego też po początkowym okresie "bezkrytycznego zachwytu" nad możliwościami nowych urządzeń i negowaniu celowości stosowania fotografii lotniczej - szybko powrócono do stosowania w rozpoznaniu powietrznym aparatów fotograficznych. Współcześnie w celu maksymalizacji ilości pozyskiwanych danych rozpoznawczych stosuje się najczęściej wszystkie trzy grupy urządzeń rozpoznawczych. Zabudowane są one integralnie w kadłubie samolotu, bądź w specjalnym podwieszanym zasobniku. Rozwiązanie zasobnikowe jest stosowane zdecydowanie częściej. Wynika to z możliwości wykorzystanie tego samego zasobnika na różnych typach samolotów.

Stosowanie kilku rodzajów różnych urządzeń rozpoznawczych, rejestrujących obrazy w odmienny sposób spowodowało istotne zmiany i rozwój struktur naziemnych odpowiedzialnych za interpretację pozyskanych obrazów.

Współczesne środki rozpoznawcze są w stanie zarejestrować ogromne ilości informacji. Tylko sam aparat fotograficzny może wykonać od kilkudziesięciu do kilkuset zdjęć lotniczych. Pokładowe rejestratory urządzeń telewizyjnych bądź termalnych umożliwiają zapis przeciętnie 120 minut nagrania. Tak ogromne ilości analizowanych obrazów oraz ciągle rosnące wymagania co do szybkości przekazywania efektów końcowych i ich wiarygodności, spowodowały że ośrodki interpretacji zaczynają odgrywać kluczową rolę w systemie rozpoznania powietrznego. Odbiorcom nie wystarczają już bowiem informacje że na rozpoznawanym terenie znajdują się dane obiekty. Żądają określenia np.: stanu gotowości do realizacji zadań bądź oszacowania czasu jej osiągnięcia **[90.]**. Spełnienie żądań tego typu wymaga posiadania dobrze wyszkolonego i doświadczonego zespołu interpretatorów , efektywnych mechanizmów analizy obrazów rozpoznawczych oraz dostępu do bogatych baz danych o rozpoznawanych obiektach.

Dlatego też coraz częściej poszczególne ośrodki interpretacyjne pozostają w ciągłej łączności z wydzielonym ośrodkiem centralnym , który jest jednocześnie bankiem danych dla nich i innych użytkowników informacji rozpoznawczych.

---

1) Zdolność rozdzielcza - *wielkość określająca maksymalną zdolność układu optycznego do tworzenia rozróżnialnych obrazów małych elementów badanego przedmiotu.*
WÓJCIK S.: Zdjęcia lotnicze, Państwowe Przedsiębiorstwo Wydawnictw Kartograficznych, WARSZAWA 1989.

2) Skanery termalne starszej konstrukcji np.: RS 710E, VKA 702, RD 702 Texas Instruments rejestrują obraz na taśmie fotograficznej. Przypis autora.

Rozwiązanie takie zastosowano podczas przygotowania i prowadzenia operacji " Pustynna Burza". Głównym bankiem danych pochodzących z rozpoznania kosmicznego i powietrznego był Ośrodek Kontroli Rozpoznania Departamentu Obrony USA Onisuka w Kaliforni. Dane rozpoznawcze pochodzące z satelit KH -11, Lacross oraz samolotów U -2 i SR - 71 dostarczano do Ośrodka dzięki wojskowym satelitom telekomunikacyjnym SDS i TRDS. W Ośrodku poddawano je tematycznej selekcji i analizie. Dzięki łączności satelitarnej przetworzone dane były dostępne szerokiemu gronu odbiorców **[50.]**.

Śledząc historię systemu rozpoznania powietrznego można zauważyć dwie charakterystyczne tendencje rozwojowe. Pierwsza z nich dotyczy ewolucji konstrukcji statków powietrznych i urządzeń rozpoznawczych. Wszelkie działania podejmowane przez konstruktorów miały za cel zapewnienie skrytego i bezpiecznego lotu w rejon rozpoznania oraz zebrania maksymalnej ilości informacji w trakcie jednego przelotu **[63.]**. Druga natomiast dotyczy rozwoju urządzeń i metod interpretacji pozyskanych danych. Ze względu na ilość i różnorodność współczesnych materiałów rozpoznawczych, efektywność ich interpretacji w coraz większym stopniu wpływa na wiarygodność całego procesu rozpoznania. Dlatego też ciągle opracowuje się nowe urządzenia i metody zapewniające szybszą, głębszą i efektywniejszą analizę obrazów. Ma to na celu "wyciśnięcie" z obrazu rozpoznawczego jak największej ilości różnych informacji i dostarczenie ich w jak najkrótszym czasie - wszystkim zainteresowanym. Właśnie ta tematyka znajduje się w centrum zainteresowania autora.

Ze względu na kryzys panujący w polskim przemyśle lotniczym oraz zacofanie w dziedzinie optoelektroniki, należy się liczyć z koniecznością zakupu nowych samolotów i urządzeń rozpoznawczych. Nie jest jednak do końca przesądzone czy konieczne będzie również zakupienie pozostałych elementów systemu (np. wyposażenia interpretacyjnego). W tej zaś dziedzinie mamy zaś bogate tradycje i osiągnięcia **[53.]**. Intencją więc autora było zapoznanie się z najnowszymi urządzeniami i technikami interpretacji stosowanymi w wybranych państwach NATO. Pozwoliło to na konfrontację z osiągnięciami w tej dziedzinie polskich jednostek naukowo - badawczych. Wnioski z konfrontacji posłużyły do wypracowania koncepcji automatyzowania wybranych etapów rozpoznania powietrznego, którą autor zamieścił w Rozdziale IV.

1.1.2 Wyniki studiów problemu badawczego

Podzielając poglądy wielu teoretyków wojskowych autor uważa iż, współcześnie planowanie jakichkolwiek działań bojowych bez prowadzenia rozpoznania powietrznego jest ryzykowne **[75.]**. W literaturze tematu można znaleźć wystarczająco dużo opisów klęsk poniesionych z powodu zaniedbań w tej dziedzinie. Szybkość prowadzenia współczesnych działań wymaga posiadania bardzo sprawnego i efektywnego systemu rozpoznania powietrznego. Ogromne ilości informacji rozpoznawczych dostarczanych przez samoloty rozpoznawcze, bezpilotowe środki i satelity powodują jednak spowolnienie procesów interpretacyjnych i sygnalizowany przez wielu autorów "nadmiar informacji" **[19.]**. Autor

uważa iż, rozwiązaniem tego problemu jest nowoczesny i efektywny naziemny podsystem interpretacji i dystrybucji danych rozpoznawczych. Znaczenie tego podsystemu w ostatnim dwudziestoleciu bardzo wzrosło. Stało się to na skutek zastosowania na pokładzie rozpoznawczych statków powietrznych i bezpilotowych środków rozpoznawczych - urządzeń transmisji obrazu. Dzięki tym urządzeniom obrazy pochodzące z kamer telewizyjnych i urządzeń termalnych mogą być przesyłane do naziemnych stanowisk odbiorczych w czasie rzeczywistym. Tym samym czas dostępu do uzyskanych danych został skrócony o czas powrotu statku powietrznego z rejonu rozpoznania na lotnisko. W takim stanie rzeczy, przy coraz powszechniejszym stosowaniu urządzeń transmisyjnych, w niedalekiej przyszłości jedynie czas interpretacji i dystrybucji danych będzie decydował o wiarygodności prowadzonego rozpoznania.

Zdaniem autora , dalszy rozwój konstrukcji rozpoznawczych statków powietrznych i urządzeń rozpoznawczych będzie ugruntowywał dominującą rolę podsystemu interpretacji i dystrybucji danych w systemie rozpoznania powietrznego. Paradoks ten ma swoje potwierdzenie. Współcześnie eksploatuje się już na świecie kilkadziesiąt typów bezpilotowych środków rozpoznawczych **[44.]**. Ze względów technicznych mogą one wykonywać loty rozpoznawcze o ograniczonym zasięgu. Sterowanie takim statkiem powietrznym odbywa się z naziemnego stanowiska , które jest jednocześnie ośrodkiem interpretacji i dystrybucji danych rozpoznawczych. Tym samym ciężar wykonania zadania rozpoznawczego został przeniesiony na personel naziemny. Działania konstruktorów idą jednak dalej - w kierunku całkowitego wyeliminowania człowieka z kabiny rozpoznawczego statku powietrznego. Oficjalnie wiadomo już o kilku zaawansowanych projektach badawczych[1)] bezpilotowych samolotów rozpoznawczych dalekiego zasięgu. Według założeń konstruktorów będą one mogły realizować zadania wykonywane dotychczas przez rozpoznawcze, załogowe statki powietrzne. Realizacja tych projektów umożliwi całkowite zautomatyzowanie procesu pozyskiwania danych rozpoznawczych oraz postawi jeszcze większe wymagania co do szybkości i efektywności procesów interpretacji i dystrybucji .

Studiując polską literaturę tematu autor zauważył iż proces modernizowania polskiego systemu rozpoznania powietrznego jest często postrzegany z punktu widzenia modernizowania jedynie statków powietrznych i urządzeń rozpoznawczych. Śledząc jednocześnie tendencje rozwojowe w systemach rozpoznania powietrznego innych państw autor doszedł do wniosku, iż bezwzględną koniecznością jest również gruntowna modernizacja podsystemu interpretacji i wprowadzenie procedur automatyzujących jego funkcjonowanie. Działania modernizacyjne muszą przebiegać na płaszczyźnie taktycznej jak i organizacyjno - technicznej mając na celu spełnienie wymogów normatywnych dotyczących rozpoznania powietrznego stawianych członkom NATO.

Powyższy stan rzeczy zrodził u autora szereg pytań , które stały się głównymi problemami badawczymi podjętej pracy:

---

1) W 1997 roku poddawano próbom w locie konstrukcje:SILVER ARROW, GAASI GNAT 750, VALKYRIE, TIER II, HERON. Przypis autora.

1. Jaki jest rzeczywisty stan polskiego systemu rozpoznania powietrznego ?

2. Jakie są wymagania użytkowników informacji rozpoznawczych wobec podsystemów pozyskiwania , interpretacji i dystrybucji ?

3. Jak funkcjonują systemy rozpoznania powietrznego wybranych państw NATO ?

4. Jakie wymogi normatywne NATO muszą spełniać poszczególne podsystemy ?

5. Jakie etapy pozyskiwania i interpretowania informacji o obiektach rozpoznania powietrznego wymagają modernizowania ?

6. Jakie są możliwości automatyzowania rozpoznania powietrznego w oparciu o urządzenia dostępne w kraju ?

7. Jakie są możliwości automatyzowania rozpoznania powietrznego w oparciu o urządzenia importowane?

Analiza powyższych problemów pozwoliła autorowi na określenie celów badań.

1.2 Cele badań

Głównym celem badań jaki autor wytyczył sobie na podstawie analizy problemu naukowego to:

Określenie możliwości i zakresu zastosowania w Siłach Zbrojnych RP rozwiązań automatyzujących wybrane etapy rozpoznania powietrznego.

Stosownie do celu głównego ustalono szczegółowe cele badań:

A. Poznanie wymagań normatywnych NATO dotyczących zasad funkcjonowania wybranych podsystemów systemu rozpoznania powietrznego.

B. Poznanie stosowanych rozwiązań technicznych automatyzujących funkcjonowanie systemów rozpoznania powietrznego innych państw.

C. Określenie zakresu koniecznych zmian w funkcjonowaniu polskiego systemu rozpoznania powietrznego w celu spełnienia wymogów normatywnych NATO.

D. Określenie możliwości automatyzowania systemu w oparciu o osiągnięcia krajowych ośrodków naukowo - badawczych.

Ostatecznym celem badań było dla autora sformułowanie szeregu postulatów dotyczących zakresu i sposobu modernizowania i automatyzowania rozpoznania powietrznego w WP. Postulaty te wraz z propozycjami zastosowań konkretnych rozwiązań technicznych przedstawiono w formie taktyczno - technicznej koncepcji.

1.3 Hipotezy robocze

Dysponując zasobem wiedzy o systemie rozpoznania powietrznego w WP autor nie miał trudności ze sformułowaniem hipotez dotyczących aktualnego stanu systemu. Znacznie trudniejsze było wysuwanie przypuszczeń dotyczących możliwości i sposobu jego reformowania. Ta właśnie część hipotez była modyfikowana w trakcie badań i w miarę poznawania rzeczywistości. Sformułowane przez autora hipotezy robocze brzmią następująco:

Funkcjonujący w WP system obrazowego rozpoznania powietrznego nie zapewnia aktualności i wiarygodności dostarczanych informacji.

Polskie lotnictwo rozpoznawcze wykorzystuje do pozyskiwania informacji głównie lotnicze aparaty fotograficzne i nieliczne urządzenia rozpoznania radioelektronicznego. Zasadniczymi , ogólnie znanymi, wadami fotografii są : zależność jakości wykonanego zdjęcia od warunków oświetlenia i długotrwały proces fotochemiczny konieczny do uzyskania obrazu. Ponadto przez lata nie prowadzono żadnych prac rozwojowych w naziemnych strukturach interpretacyjnych. Efektem tego jest długi czas interpretacji i opracowywania meldunku końcowego. Powyższe fakty pozwalają domniemać iż rozwój w WP systemu rozpoznania powietrznego zatrzymał się na etapie z początku lat pięćdziesiątych. Wobec szybkości prowadzenia współczesnych działań bojowych można więc przypuszczać że informacje dostarczane odbiorcom mogą już nie odzwierciedlać rzeczywistej sytuacji na rozpoznanym terenie.

Wymagania normatywne NATO dotyczące zasad funkcjonowania systemu rozpoznania powietrznego i jego związku z systemem dowodzenia wymuszą konieczność gruntownej modernizacji polskiego systemu i zmianę zasad jego funkcjonowania.

Powszechnie znany jest ścisły związek systemu rozpoznania powietrznego z systemem dowodzenia. Z chwilą zaś wstąpienia do NATO Polska zobligowana jest do dostosowania swego systemu dowodzenia do standardów zachodnich, w celu umożliwienia realizacji zadań. Wiązać się to będzie z wdrożeniem i stosowaniem m.in. określonej formy dokumentów, meldunków, itp. Obecny sposób i forma dystrybucji wyników rozpoznania powietrznego nie spełniają szeregu wymogów normatywnych, nie wspominając już nawet o ich wiarygodności.

Jest więc wysoce prawdopodobne, że szybka i gruntowna modernizacja wszystkich elementów systemu rozpoznania powietrznego stanie się bardzo istotnym czynnikiem w procesie dostosowawczym.

Podjęte w kraju prace naukowo - badawcze pozwolą na modernizowanie lub automatyzowanie wybranych elementów systemu rozpoznania powietrznego.

W ubiegłym pięcioleciu szereg jednostek naukowo - badawczych podjęło pracę nad opracowaniem urządzeń lub podsystemów które mogą znaleźć zastosowanie w systemie rozpoznania powietrznego (Instytut Lotnictwa, Instytut Techniczny Wojsk Lotniczych, Wojskowy Ośrodek Geodezji i Teledetekcji, Wojskowa Akademia Techniczna). Realizowane prace ze względu na kłopoty finansowe znajdują się na różnym etapie zaawansowania. Zaangażowanie zespołów badawczych oraz duże potrzeby armii rokują jednak nadzieje na dokończenie prac i wdrożenie do produkcji. Realizacja polskich projektów badawczych i ich wdrażanie ma podwójne znaczenia dla kraju i armii. Po pierwsze umożliwia rozwój polskiej myśli technicznej i ośrodków naukowych. Po drugie uniemożliwia całkowite uzależnienie się od wyrobów i technologii importowanych.

Zastosowanie w procesie interpretacji danych rozpoznawczych - urządzeń i metod wykorzystujących cyfrowe przetwarzanie obrazu, umożliwi jego automatyzowanie i znacznie przyśpieszy ten proces.

W polskim systemie rozpoznania powietrznego interpretacja materiałów odbywa się głównie z zastosowaniem urządzeń optycznych (lupy i szkła powiększające). Metoda ta jest żmudna i czasochłonna. Istnieje możliwość wykorzystania cyfrowego przetwarzania obrazów w procesie interpretacji , przy jednoczesnym zachowaniu sposobu klasycznego. Połączenie tych dwu metod umożliwi: zwiększenie zakresu i możliwości analizy obrazów, automatyzowanie procesów interpretacyjnych oraz opracowywanie meldunków końcowych i ich dystrybucję zupełnie nową metodą. Wpłynie to na szybsze udostępnienie pozyskanych informacji wszystkim zainteresowanym w określonej formie.

1.4 Przedmiot badań i zadania badawcze

Przedmiotem badań podjętych przez autora jest funkcjonujący w WP system rozpoznania powietrznego. Ze względu na rozległość problematyki autor szczególnie skoncentrował się na podsystemie interpretacji danych rozpoznawczych. Podstawowymi zadaniami badawczymi jakie postawił sobie autor było:

- poddanie dokładnej analizie struktur organizacyjnych oraz stanu wyposażenia technicznego polskiego systemu rozpoznania powietrznego,
- porównanie poszczególnych podsystemów polskich z odpowiadającymi im podsystemami

funkcjonującymi w innych krajach,
- określenie, w jakim stopniu wymagania użytkowników informacji z rozpoznania są zaspokajane przez funkcjonujący system,
- określenie jakie elementy lub procesy w systemie rozpoznania powietrznego nie spełniają wymagań standardów NATO,
- ocenienie możliwości wykorzystania efektów niektórych prac prowadzonych przez krajowe ośrodki naukowo - badawcze, dla modernizowania lub automatyzowania rozpoznania powietrznego.

1.5 Metody badawcze i przebieg badań

Przystępując do badań autor miał świadomość złożoności obiektu badań - systemu rozpoznania powietrznego. Dlatego też proces badawczy rozpoczął od analizy literatury tematu. Wnioski z analizy pozwoliły na wytypowanie elementów systemu mających zasadniczy wpływ na jego funkcjonowanie. Elementy te autor przyjął jako schemat obserwacyjny będący podstawą dla zastosowania następnej metody badawczej. Wykorzystując schemat i stosując metodę obserwacyjną autor badał strukturę i funkcjonowanie systemu w lotniczych Jednostkach Wojskowych prowadzących rozpoznanie powietrzne (JW 1300, JW 5576, JW 1642) oraz ośrodkach zagranicznych (Kolonia , Kijów). Poczynione obserwacje i zebrane doświadczenia pozwoliły na wykorzystanie metody porównawczej. Dzięki niej określono zasadnicze różnice pomiędzy analogicznymi elementami systemów : obcych i krajowego.
Niezwykle istotne również, z punktu widzenia badań były opinie "użytkowników" i "dostarczycieli" informacji rozpoznawczych. Aby je pozyskać autor zastosował metodę ankietową wykorzystując do tego celu dwa rodzaje ankiet. Jedną skierował do "użytkowników" tzn. personelu dowódczego, szefów rozpoznania , pracowników Wydziału Rozpoznania i WRE DWLOP, pracowników Zarządu II SG. Drugą ankietę skierowano do personelu "dostarczającego" informacje tzn. pilotów, nawigatorów, pracowników ośrodków interpretacji. Wyniki ankiet pozwoliły na określenie wymagań co do jakości, treści i formy przekazywanych danych oraz realnych możliwości spełnienia ich. W trakcie badań możliwe było również zastosowanie metody eksperymentalnej. Autor jest współtwórcą Stanowiska Interpretacji Danych Rozpoznawczych (wcześniejsza nazwa Skomputeryzowane Stanowisko Fotointerpretatora). Urządzenie to powstało w formie modelu użytkowego w Pracowni Rozpoznania Powietrznego ITWL. Celem potwierdzenia słuszności przyjętych założeń konstrukcyjnych przeprowadzono eksperyment polegający na przeprowadzeniu interpretacji zdjęć lotniczych nową metodą . Interpretację, stosując metodę klasyczną i nowe urządzenie - naprzemiennie, wykonywali specjaliści z wybranych JW w obecności przedstawicieli innych instytucji.

Autor zdaje sobie sprawę, iż zastosowane metody badawcze i zakres przeprowadzonych badań umożliwiły poznanie jedynie części złożonej problematyki funkcjonowania systemu, ale ma nadzieję iż pozwoliły na osiągnięcie założonych celów.

2. ANALIZA STANU SYSTEMU ROZPOZNANIA POWIETRZNEGO WLOP

Podstawą analizy stanu systemu rozpoznania powietrznego w lotnictwie RP była ocena ilościowa i jakościowa najważniejszych elementów i podsystemów wchodzących w jego skład. Prowadząc badania w wybranych JW wykonujących zadania rozpoznawcze, zgodnie z opracowanym schematem obserwacyjnym, autor zapoznał się ze stanem i możliwościami : statków powietrznych wykorzystywanych do prowadzenia rozpoznania, urządzeń rozpoznawczych i urządzeń interpretacyjnych. Pozwoliło to na wypracowanie oceny systemu z punktu widzenia możliwości pozyskiwania danych rozpoznawczych , ich interpretowania i dystrybucji uzyskanych wyników. W trakcie badań autor miał również możliwość poznania opinii personelu naziemnego i latającego na temat obecnego stanu i perspektyw rozwoju systemu. Uzyskane opinie i wyniki ankiety przeprowadzonej w środowisku " dostarczycieli " informacji rozpoznawczych stanowiły istotny materiał badawczy. Porównanie go bowiem z wynikami ankiety przeprowadzonej wśród " użytkowników " informacji rozpoznawczych pozwoliło na wyciągnięcie wniosków co do rzeczywistych możliwości zaspokojenia ich potrzeb przez system rozpoznania powietrznego w obecnym kształcie.

2.1 Ogólna charakterystyka systemu rozpoznania powietrznego

W systemie rozpoznania powietrznego podobnie jak w każdym systemie rozpoznania wojskowego można wyróżnić trzy podstawowe elementy składowe : pozyskujący, przetwarzająco - interpretujący oraz przekazujący. Elementy te podlegają ciągłej ewolucji i obecnie osiągnęły wysoki stopień nasycenia urządzeniami technicznymi. Dlatego też, zdaniem autora, bardziej odpowiednie będzie stosowanie określenia" podsystemy ". Schemat systemu rozpoznania powietrznego oraz najistotniejsze elementy techniczne wchodzące w jego skład przedstawiono na rys. 2. Oczywiście jest to schemat bardzo uproszczony gdyż ogranicza się jedynie do przedstawienia elementów i procesów zachodzących dla rozpoznania fotograficznego - jako podstawowego sposobu prowadzenia rozpoznania w lotnictwie RP.

Podsystem pozyskiwania

Zadaniem podsystemu pozyskiwania jest zdobycie i zarejestrowanie wszelkich możliwych informacji. W tym celu wykorzystywane są statki powietrzne oraz urządzenia rozpoznawcze. Możliwości stosowanych statków powietrznych decydują o ilości i jakości wykorzystywanych urządzeń rozpoznawczych, zasięgu prowadzonego rozpoznania oraz sposobie wykonania lotu rozpoznawczego.

Urządzenia rozpoznawcze decydują o ilości i jakości pozyskanych informacji oraz sposobie funkcjonowania pozostałych dwu podsystemów. Współczesne urządzenia rozpoznawcze rejestrują informacje w różny sposób i na różnych nośnikach informacji. Najczęściej stosuje się błonę fotograficzną lub taśmę magnetyczną. W obu przypadkach

BIBLIOTEKA GŁÓWNA
Dział Zbiorów Jawnych - Akademii ON

zarejestrowany obraz nie nadaje się bezpośrednio do wykorzystania przez odbiorców. Konieczne jest jego przetworzenie do postaci w jakiej będzie mógł być dalej przekazany. Dlatego też w strukturze systemu rozpoznania wraz z pojawieniem się fotografii lotniczej powstał podsystem przetwarzania i interpretacji.

Podsystem przetwarzania i interpretacji

Zadaniem tego podsystemu jest przetworzenie obrazu zarejestrowanego przez urządzenia rozpoznawcze do formy akceptowanej przez odbiorców. Każdy z rodzajów urządzeń rozpoznawczych wymaga innych procesów i metod przetwarzania. Inne metody stosuje się w odniesieniu do obrazu zarejestrowanego na taśmie magnetycznej, a inne w odniesieniu do obrazu zarejestrowanego na błonie fotograficznej. Najbardziej charakterystyczne i rozpowszechnione są jednak metody i procesy związane z rozpoznaniem fotograficznym. W trakcie przetwarzania obrazów rozpoznawczych zarejestrowanych na błonach fotograficznych można wyodrębnić dwa procesy : obróbkę fotochemiczną i fotointerpretację.

Obróbka fotochemiczna

Obróbka fotochemiczna jest nierozerwalnie związana z fotografią. Obraz w aparacie fotograficznym uzyskuje się dzięki oddziaływaniu światła na materiał światłoczuły. Światło, odbijane przez fotografowany obiekt, poprzez obiektyw aparatu pada na błonę fotograficzną. Emulsja światłoczuła błony zawiera srebro bromowe, które pod wpływem promieni świetlnych zamienia się w srebro metaliczne tworząc "obraz utajony". Obraz jest więc rejestrowany w formie zmian struktury chemicznej warstwy światłoczułej **[85.]** . Aby uzyskać obraz rzeczywisty, błonę należy poddać wywołującej i utrwalającej kąpieli w odpowiednich roztworach chemicznych. Wywoływanie polega na przemianie srebra metalicznego w "ziarna srebrowe" o włóknisto- gąbczastej strukturze i ciemnym zabarwieniu. Stopień uzyskanego zaczernienia "ziaren" zależy od natężenia oświetlenia czasu oddziaływania światła na emulsję. Uzyskany po wywołaniu obraz negatywowy jest jednak nietrwały. Dlatego też błonę poddaje się następnie utrwalaniu tzn. stosując roztwory tiosiarczanu sodu- wypłukuje się resztki światłoczułych soli srebra. Po kąpieli utrwalającej błonę dokładnie płucze się w wodzie oraz suszy **[17.]**. Tak uzyskane obrazy negatywowe można dzięki, powiększalnikom lub kopiarkom, przedstawić w formie zdjęć pozytywowych. Aby jednak skrócić do niezbędnego minimum czas oczekiwania na efekty rozpoznania, natychmiast po wypłukaniu, mokrą jeszcze błonę fotograficzną poddaje się fotointerpretacji.

SYSTEM ROZPOZNANIA POWIETRZNEGO

PODSYSTEM POZYSKIWANIA

PODSTAWOWE ELEMENTY:
- statki powietrzne;
- urządzenia rozpoznawcze;

ZADANIA:
- pozyskiwanie danych; rozpoznawczych;

PROCESY:
- wykonaie lotu rozpoznawczego;
- wykrycie, rozpoznanie lub identyfikacja obiektów;
- zarejestrowanie zobrazowań obiektów;
- złożenie meldunku radiowego lub ustnego po wylądowaniu.

PODSYSTEM PRZETWARZANIA I INTERPRETACJI

PODSTAWOWE ELEMENTY:
- urządzenia do obróbki fotochemicznej;
- urządzenia do fotointrpretacji;

ZADANIA:
- przetworzenie uzyskanych zobrazowań do postaci wymaganej przez odbiorców;
- fotointerpretacja;

PROCESY:
- obróbka fotochemiczna;
  - wywołanie;
  - utrwalenie;
  - płukanie;
  - suszenie;
  - proces pozytywowy;
- fotointerpratacja;
  - wykrycie, rozpoznanie, identyfikacja obiektów;
  - przywiązanie zdjęcia do terenu;
  - określenie współrzędnych obiektów;
  - wykonanie koniecznych pomiarów fotogrametrycznych;
  - określenie innych cech zgodnie z oczekiwaniami odbiorcy.

PODSYSTEM PRZEKAZYWANIA

PODSTAWOWE ELEMENTY:
- środki łączności

ZADANIA:
- opracowanie końcowej formy meldunku z rozpoznania;
- dystrybucja wyników;

PROCESY:
- wykonanie, powielanie, opisanie fotoszkiców;
- opracowanie meldunku;
- dostarczenie dokumentów lub meldunków do odbiorców

Rys.2. Schemat systemu rozpoznania powietrznego

Fotointerpretacja

Fotointerpretacja - polega na odczytywaniu obiektów i zjawisk sfotografowanych na materiale fotograficznym oraz badaniu ich współzależności i tendencji rozwojowych **[37.str.120]**. Odbiorców danych rozpoznawczych nie interesuje jedynie sam uzyskany obraz , ale wszelkie informacje jakie można na jego podstawie uzyskać. Dlatego też interpretator musi stwierdzić czy na zobrazowaniu występuje interesujący obiekt, określić jego rodzaj, stan i współrzędne geograficzne. Aby określić czy na zobrazowaniu znajduje się interesujący obiekt i stwierdzić jednoznacznie jakiego rodzaju jest to obiekt , interpretator musi wyróżnić go z treści zobrazowania i rozpoznać lub zidentyfikować dzięki znajomości jego indywidualnych cech demaskujących.

Każdy obiekt ma swoje charakterystyczne cechy demaskujące , różniące go od innych obiektów. Cechy te można podzielić na bezpośrednie i pośrednie **[60.]**.

Bezpośrednie cechy demaskujące - są nieprzerwanie związane z rozpoznawanym obiektem. Zaliczyć do nich należy : kształt , wymiary , tonację (gęstość zaczernienia) lub barwę zobrazowania obiektu.

Pośrednie cechy demaskujące - są to cechy związane czasowo z obiektem lub są charakterystyczne dla określonej klasy lub grupy obiektów. Są to : cień własny obiektu , cień padający , wzajemne rozmieszczenie obiektów , oznaki działalności , temperatura obiektu. Pośrednie i bezpośrednie cechy demaskujące są za sobą ściśle powiązane . Dobre wyniki interpretacji materiałów rozpoznawczych osiąga się uwzględniając obie grupy cech i ich wzajemne powiązanie.

Kształt - odzwierciedla zarys zewnętrzny , kontury lub objętość obiektu. Większość obiektów rozpoznaje się według kształtu . Znając kształt rzeczywisty obiektu można wyodrębnić go na interpretowanym materiale rozpoznawczym. Dokładność i szczegółowość interpretacji jest związana z wielkością obiektu i skalą uzyskanych zobrazowań. Zobrazowania wykonane w dużej skali pozwalają na bardziej precyzyjne i szczegółowe odzwierciedlenie kształtu obiektu i pozostałych cech demaskujących.

Wymiary - zależą od skali zobrazowania . Przy małej skali rozpoznawany obiekt o małych wymiarach może być zarejestrowany w postaci nieinterpretowalnego punktu. W miarę zwiększania skali zobrazowania uzyskujemy większą dokładność i szczegółowość interpretacji. Znajomość rzeczywistych wymiarów obiektu jest istotna w procesie interpretacji materiałów rozpoznawczych. Prawidłowe ich określenie pozwala na identyfikację celu po przez wyróżnienie go z pośród innych o podobnym kształcie lecz innych wymiarach. Zależność wymiarów obiektu od skali zobrazowania jest określona wzorem :

$$L = l \cdot m \qquad [1.]$$

gdzie : L - rzeczywisty wymiar obiektu;
l - wymiar obiektu na zobrazowaniu;
m - skala zobrazowania.

Rzeczywiste wymiary obiektu L można również określić przez porównanie rzeczywistych wymiarów innego znanego obiektu L_1 uwidocznionego na tym samym zobrazowaniu wg. zależności

$$L = l\frac{L_1}{l_1} \qquad [2.]$$

gdzie : L - rzeczywisty wymiar obiektu L;
l - wymiar obiektu L na zobrazowaniu;
L_1 - rzeczywisty wymiar obiektu L_1;
l_1 - wymiar obiektu L_1 na zobrazowaniu.

Tonacja - określana jest stopniem zaczernienia warstwy światłoczułej na błonie fotograficznej lub stopniem szarości na magnetycznych nośnikach informacji. Obiekt na zobrazowaniu może być wykryty (przy zastosowaniu kryterium tonacji) tylko w przypadku gdy jego tonacja jest różna od tła zobrazowania . Tonacja zobrazowania jest zależna od wielu czynników . Zaliczyć do nich należy : struktury powierzchni obiektu , kąta padania promieni słonecznych , wilgotności względnej powietrza , rodzaju nośnika informacji i jego stopnia uczulenia .

Cień - jest cechą demaskującą występującą okresowo. Cień obiektu pozwala na uzupełnienie informacji o kształcie i wymiarach interpretowanego obiektu. Może być również skutecznym czynnikiem maskującym - przysłaniając obiekty na które pada. W trakcie interpretacji mamy do czynienia z dwoma rodzajami cieni : cień własny (nieoświetlona część obiektu) i cień padający (rzucony przez obiekt na powierzchnię ziemi). Długość cienia rzuconego może być wyznacznikiem wysokości h obiektu wg. wzoru :

$$h = l_c \cdot m \cdot tg\phi \qquad [3.]$$

gdzie : h - rzeczywista wysokość obiektu;
l_c - długość cienia na zobrazowaniu;
m - skala zobrazowania;
ϕ - kąt padania promieni słonecznych

Cienie przedmiotów są proporcjonalne do ich wysokości co pozwala określić wysokość przedmiotu przez porównanie długości jego cienia z długością cienia innego przedmiotu o znanej wysokości wg. wzoru:

$$h_2 = \frac{h_1 l_2}{l_1} \qquad [4.]$$

gdzie : h_1, h_2 - wysokości przedmiotów;
l_1, l_2 - odpowiednie długości cieni na zobrazowaniu.

Obrys cienia zawiera informacje o kształcie obiektu . Przy padaniu na powierzchnię nierówną ulega jednak zniekształceniu . Kierunek padania cienia jest jedną z ważniejszych cech identyfikacyjnych ponieważ pozwala na orientację obiektu w stosunku do stron świata.

Wzajemne rozmieszczenie obiektów - pozwala określić rzeczywiste znaczenie rozpoznawanego obiektu nawet wtedy , gdy inne cechy demaskujące nie są wyróżnialne. Kryterium to jest stosowane przy identyfikacji celów złożonych, o rozbudowanej infrastrukturze . Oparte jest o analizę związków strukturalnych i systemowych zachodzących pomiędzy elementami składowymi identyfikowanego celu . Dla zastosowania tego kryterium konieczna jest znajomość przeznaczenia i przypuszczalny skład techniczny infrastruktury obiektu .

Oznaki działalności - są cechą demaskującą bazującą na zmianach zaistniałych w rozpoznawanym terenie powstałych na skutek transportu lub rozlokowania w nim ruchomych obiektów przeciwnika Na podstawie oceny oznak działalności można ocenić przypuszczalne rozmiary obiektu , stan rozbudowy inżynieryjnej oraz mobilność obiektu.

Po przeanalizowaniu wszelkich możliwych indywidualnych cech demaskujących obiektu, interpretator powinien określić położenie obiektu. Określenia położenia obiektów interpretator dokonuje w oparciu o przywiązanie treści zobrazowania rozpoznawczego do mapy . Polega to na odszukaniu na zobrazowaniu charakterystycznych obiektów terenowych uwidocznionych również na mapie, wykonaniu koniecznych pomiarów i przeliczeń fotogrametrycznych oraz naniesieniu na mapę położenia wykrytego obiektu.

Fotointerpretacja jest procesem złożonym, żmudnym i czasochłonnym. Wymaga od interpretatora skupienia i zaangażowania. Interpretator dysponuje wprawdzie wspomagającymi urządzeniami technicznymi (szerzej przedstawionymi w Rozdziale II), ale w dalszym ciągu niezwykle istotnymi są : wiedza fachowa, intuicja i doświadczenie.

Podsystem przekazywania

Zadaniem tego podsystemu jest opracowanie końcowej formy meldunku z rozpoznania oraz jego dystrybucja do odbiorców w określonej formie. Analizując sposób funkcjonowania systemu rozpoznania powietrznego w lotnictwie RP można dojść do wniosku iż rola i zadania tego podsystemu są podrzędne w porównaniu z pozostałymi dwoma. W przypadku wykorzystywania bowiem rozpoznania fotograficznego - jako podstawowego rodzaju

rozpoznania rola zadania podsystemu przekazywania sprowadzają się do opracowania określonej liczby fotoszkiców i dostarczenia ich odbiorcom. Analizując natomiast sposób funkcjonowania nowoczesnego systemu rozpoznania wykorzystującego różne rodzaje urządzeń rozpoznawczych, można dojść do zgoła odmiennych wniosków.

Najczęściej, podsystemy przetwarzania i przekazywania są ze sobą ściśle związane i współpracują ze sobą w oparciu o sieć informatyczną. Interpretacja materiałów rozpoznawczych pochodzących z różnego rodzaju urządzeń odbywa się przy pomocy nowoczesnych urządzeń interpretacyjnych. Wymiana danych lub całych obrazów pomiędzy podsystemami odbywa się dzięki sieci lub transmisji radiowej. Zapewnia to szybkie opracowanie meldunku oraz jego szybką dystrybucję bez konieczności posługiwania się dokumentami materialnymi. Dlatego też współczesny podsystem przekazywania jest wyposażony w systemy informatyczne i łączności najnowszej generacji.

2.2. Rozpoznanie powietrzne na tle rozwoju lotnictwa polskiego

Powstanie i rozwój systemu rozpoznania powietrznego są nierozerwalnie związane z rozwojem lotnictwa polskiego. Obecny stan systemu jest wynikiem ewolucyjnych zmian zachodzących w sferze techniki i koncepcji jej wykorzystania na polu walki na przestrzeni wielu lat. Nie można więc przystępować do oceny stanu bez poznania również i historycznych uwarunkowań, które w dużej mierze miały wpływ na obecny kształt systemu rozpoznania powietrznego i koncepcji jego wykorzystywania.

W nocy z 4 na 5 listopada 1918 roku grupa lotników wraz z oddziałem POW opanowała lotnisko Lewandówka pod Lwowem. Wczesnym rankiem, po zamalowaniu oznak lotnictwa austriackiego i zastąpieniu ich biało - czerwonymi pasami - samolotem rozpoznawczym Offag wystartowała załoga w składzie : porucznik obserwator Janusz de BEAURAIN, i porucznik pilot Stefan BASTYR. Załoga otrzymała zadanie przeprowadzenia rozpoznania terenu w rejonie Lwowa i złożenia meldunku komendantowi lwowskiej POW kapitanowi STACHNIEWICZOWI. Lot, który w późniejszym okresie został uznany za pierwszy lot bojowy lotnictwa polskiego był więc lotem rozpoznawczym **[87.]**. Po opanowaniu kolejnych lotnisk : w Krakowie, Lwowie, Przemyślu i Warszawie przystąpiono do organizowania zalążków polskiego lotnictwa. Zdobyte samoloty nie nadawały się co prawda do formowania eskadr bojowych ze względu na wiek i stan techniczny, ale były magnesem przyciągającym z armii zaborczych polski personel lotniczy. W krótkim czasie na zdobyte lotniska dotarli wyszkoleni piloci, obserwatorzy i mechanicy mający często doświadczenie wojenne (np. por. pil. STEMNIEWICZ - d-ca eskadry wywiadowczej, ppor. obs. B. KWIECIŃSKI, sierż obs. A. PŁACHTA, por. obs. Janusz de BEAURAIN). Większość przybyłych obserwatorów była absolwentami Szkół Obserwatorów funkcjonujących

w wojskach zaborczych w : Toruniu, Wrocławiu, Wiener - Neustadt i Bydgoszczy. Stan posiadania polskiego lotnictwa wydatnie poprawił się po zdobyciu lotniska Ławica - 6 lutego 1919 roku. Przejęto wtedy ponad 200 samolotów z czego większość stanowiły jedne z najlepszych samolotów rozpoznawczych LVG- v. Opierając się na strukturze i etatach niemieckich eskadr polowych mianowany dowódcą ppor. pil. W. PNIEWSKI zaczął organizować Stację Lotniczą Ławica. Zdobyty sprzęt pozwolił na utworzenie 1 i 2 Wielkopolskiej Eskadry Wywiadowczej. W skład każdej eskadry wchodziło 6 samolotów rozpoznawczych i 2 myśliwskie. Po utworzeniu w marcu 1919 roku trzeciej eskadry stan personelu lotnictwa wynosił : 70 pilotów, 40 obserwatorów i 188 mechaników. W czerwcu w Ławicy utworzono Oficerską Szkołę Aeronautów i Obserwatorów która kształciła również pilotów i obserwatorów balonowych **[36.]** . Pierwszy start balonu obserwacyjnego odbył się w lipcu 1919 roku. Kolejna szkoła obserwatorów została zorganizowana w Warszawie na lotnisku mokotowskim . Była to Oficerska Szkoła Obserwatorów Lotniczych która powstała na bazie przybyłej w maju wraz z lotnictwem armii generała Hallera - Szkoły Obserwatorów Lotniczych. Pierwszym komendantem został por. obs. W. SZANDOROWSKI, natomiast instruktorami i wykładowcami byli w większości oficerowie francuscy. W lutym 1920 roku Szkołę przeniesiono do Torunia i nadano nazwę: Szkoła Obserwatorów i Strzelców Samolotowych. Do 6 kwietnia 1920 roku Szkołę ukończyło 71 obserwatorów. Szkolenie trwało 8 miesięcy i obejmowało : orientowanie się w powietrzu, rozpoznanie, aerofoto, radiotelegrafię, broń i strzelanie, bombardowanie, łączność (zachowano oryginalną pisownię). Szkoła wyposażona była w samoloty rozpoznawcze, lotnicze aparaty fotograficzne oraz radiostacje. Zajęcia praktyczne prowadziło 10 pilotów - instruktorów **[33.]**. Należy zwrócić uwagę na bardzo szeroki zakres szkolenia jakiemu poddawani byli kandydaci na obserwatorów lotniczych. Oprócz elementów związanych z prowadzeniem rozpoznania jak aerofoto czy rozpoznanie- program obejmował również elementy z programu szkolenia pilota. Wynikało to z ówczesnego podziału ról w samolocie. Ze względu na wykonywane zadania i ich wagę - dowódcą załogi był bowiem obserwator. Formalne usankcjonowanie takiego podziału ról znalazło swój wyraz w "Regulaminie lotnictwa " opracowanego w 1934 roku. Wartym podkreślenia jest ponadto fakt, iż obserwatorem mógł zostać jedynie oficer. Powyższe fakty świadczą o wadze jaką już na początku tworzenia się lotnictwa przywiązywano do właściwego wyszkolenia obserwatorów i realizacji przez nich zadań rozpoznawczych.

W latach dwudziestych krystalizowała się koncepcja organizacji lotnictwa jako rodzaju sił zbrojnych oraz jego zastosowania w walce. Szczególny wkład w rozwój teorii użycia lotnictwa (również rozpoznawczego) miał Sergiusz ABŻÓŁTOWSKI.

Ze względu na słabe uzbrojenie posiadanych samolotów miały one spełniać początkowo zadania rozpoznawcze. Znalazło to odzwierciedlenie w rozkazie Sztabu Generalnego Naczelnego Dowództwa WP ze stycznia 1921 roku. Rozkaz ten ustalał strukturę organizacyjną oraz miejsca bazowania poszczególnych eskadr lotniczych przedstawioną w tabeli 1.

Tabela 1

Numer Dywizjonu	Miejsce stacjonowania	Skład
I	Warszawa	8 eskadra wywiadowcza 16 eskadra wywiadowcza 1 eskadra wywiadowcza
II	Łuck	6 eskadra wywiadowcza
III	Lwów	5 eskadra wywiadowcza 7 eskadra myśliwska
IV	Brześć Litewski	18 eskadra myśliwska 3 eskadra wywiadowcza 12 eskadra wywiadowcza
V	Bydgoszcz	13 eskadra myśliwska 15 eskadra myśliwska
VI	Kraków	10 eskadra wywiadowcza
VII	Grudziądz	14 eskadra wywiadowcza

W 1923 roku Ówczesny Szef Departamentu Lotnictwa - francuski generał Armand LEVEQUE opracował "Raport o stanie i perspektywach rozwoju lotnictwa". Raport przewidywał wydzielenie rodzajów lotnictwa w zależności od planowanych zadań. Oprócz lotnictwa myśliwskiego i niszczycielskiego(wykonującego bombardowania nocne) miało istnieć lotnictwo liniowe którego zadaniem miało być prowadzenia obserwacji i rozpoznania oraz działań myśliwskich nocnych. Do 1926 roku trwał jednak okres zmian i reorganizacji. Ministrowie Spraw Wojskowych zmieniali się 8 razy natomiast Szefowie Departamentu Lotnictwa 4 razy. Taki stan rzeczy uniemożliwiał opracowanie spójnej i długofalowej koncepcji rozwoju lotnictwa jako rodzaju sił. Następca generała LEVEQUE - generał Włodzimierz ZAGÓRSKI również miał koncepcję tworzenia i wykorzystywania lotnictwa rozpoznawczego. Planował on utworzenie dywizyjnych i armijnych eskadr rozpoznawczych. Całość Wojsk Lotniczych miało stanowić 200 eskadr lotniczych z tego 110 eskadr rozpoznawczych. Planowaną obsadę personelu latającego stanowić miało 2780 pilotów, 1066 obserwatorów i 670 strzelców. Jak wynika z tych liczb udział lotnictwa i personelu rozpoznawczego był bardzo znaczny w całości planowanych sił. Ten plan jak i szereg poprzednich nie doczekał się całkowitej realizacji. Podobny los spotkał również plan rozwoju lotnictwa opracowany i opublikowany w "Memoriale" w marcu 1928 roku przez kolejnego Szefa Departamentu Lotnictwa generała Ludomira RAJSKIEGO.

W latach dwudziestych i trzydziestych rozwinęło się kilka silnych ośrodków naukowo- badawczych i wytwórni sprzętu lotniczego. Opracowano w nich szereg udanych konstrukcji lotniczych. Prowadzona jednak polityka "wiecznej reorganizacji" polskiej armii powodowała że lotnictwo (i inne rodzaje sił zbrojnych) dysponowało w większości sprzętem przestarzałym i słabo wyposażonym. W dniu 1 września 1939 roku polskie lotnictwo rozpoznawcze dysponowało 71 samolotami dalekiego rozpoznania (R XIII , Czapla) oraz 84

samolotami bliskiego rozpoznania (Karaś i kilka Mew). Niemieckie lotnictwo rozpoznawcze stanowiło natomiast 344 samoloty dalekiego rozpoznania i 310 samoloty bliskiego rozpoznania **[26.]**.

W trakcie II wojny światowej lotnictwo polskie odrodziło się u wschodnich i zachodnich aliantów. Wśród formowanych jednostek lotniczych nie zabrakło również pułków lotnictwa rozpoznawczego. W marcu 1943 roku sformowano 318 Gdański Dywizjon Myśliwsko- Rozpoznawczy. Dywizjon stacjonował na Bliskim Wschodzie i w składzie 8 Armii brał udział w kampanii włoskiej i bitwie o Ankonę. Dywizjon wyposażony był w samoloty Hurricane Ic i II oraz Spitfire V i IX . Wchodząc w skład 285 skrzydła rozpoznawczego (Desert AF) realizował zadania rozpoznawcze (rozpoznanie wzrokowe i fotograficzne) oraz kierowania ogniem artylerii. Dywizjonem dowodzili kolejno: mjr L. W IELOCHOWSKI kpt. Z. MOSZCZYŃSKI, kpt W. BEREŻECKI. Do 1946 roku Dywizjon stacjonował na lotnisku Tisano gdzie został rozformowany **[31.]**.

Lotnictwo polskie na wschodzie do jesieni 1944 roku nie posiadało jednostki organizacyjnej lotnictwa rozpoznawczego. W listopadzie tego roku utworzono jednak Dowództwo Lotnictwa WP z siedzibą w Zamościu. W jego składzie funkcjonował Oddział Rozpoznawczy oraz 5 kompania aerofotograficzna i pluton fotograficzny. Do lotnictwa włączono: 13 pułk lotnictwa transportowego, 12 pułk sanitarny, 17 pułk łączności, 15 pułk samodzielny (zapasowy) i 14 pułk zwiadowczo - korygujący. Ten ostatni, będący w stadium organizowania, miał realizować zadania rozpoznawcze oraz korygowania ognia artylerii. Wyposażony był samoloty Ił - 2 i Po - 2. W kwietniu 1945 roku pułk został przebazowany na lotnisko Sanniki gdzie , po zakończeniu wojny, zostaje rozformowany nie osiągając zdolności bojowej **[26.]**.

Przez następne lata struktury lotnictwa LWP nie przewidują oddziałów lotnictwa rozpoznawczego. Dopiero w 1950 roku przy Dowództwie Wojsk Lotniczych powstaje Oddział Rozpoznawczy zawierający Wydział Rozpoznawczy i Wydział Lotniczej Służby Fotograficznej. Ze stacjonującego na lotnisku Ławica 7 pułku bombowców nocnych zostaje wydzielona i sformowana samodzielna eskadra lotnictwa rozpoznawczego. Eskadra wyposażona była w samoloty Pe - 2. Powtórnie więc w historii polskiego lotnictwa lotnisko Ławica stało się ważnym ośrodkiem organizacyjnym lotnictwa rozpoznawczego. Do 1954 roku eskadra zostaje rozbudowana i już jako 21 pułk lotnictwa zwiadowczego wyposażona w samoloty MiG - 15, LiM - 2, Ił - 28 i Ił - 28R. Lotniskiem bazowania staje się Sochaczew. W tym również roku wprowadzono wojskową oznakę "Wzorowy Zwiadowca Lotniczy".

Powstanie w 1955 roku Układu Warszawskiego i rozbudowa struktur lotnictwa polskiego spowodowały wzrost zapotrzebowania na informacje pochodzące z rozpoznania powietrznego a co za tym idzie zwiększenie jednostek organizacyjnych lotnictwa rozpoznawczego. W1963 roku stworzono 32 pułk lotnictwa rozpoznania artyleryjskiego. Pułk bazował w Bydgoszczy i Inowrocławiu. Był wyposażony w samoloty LiM - 2 i śmigłowce SM - 1. W Powidzu natomiast na bazie 33 pułku lotnictwa bombowego stworzono 33 pułk lotnictwa rozpoznania ogólnego. Loty wykonywano na samolotach Ił - 28R.

Do końca lat sześćdziesiątych trwało rozbudowywanie struktur lotnictwa rozpoznawczego. Do wykonywania lotów rozpoznawczych wykorzystywano głównie samoloty Ił - 28, Ił - 28R, LiM - 2, Ił - 14 oraz śmigłowce SM - 1 i Mi - 2. Śmigłowce znalazły zastosowanie w tworzonym w tamtym czasie lotnictwie wojsk lądowych. Na bazie śmigłowca Mi - 2 stworzono również bardzo interesującą konstrukcję śmigłowca rozpoznawczego wyposażonego lotniczego aparaty fotograficznego AFA 33/75. Zabudowa aparatu umożliwiała wykonywanie fotografii skośnej dalekiego zasięgu **[104.]**. Obróbkę fotochemiczną oraz interpretację filmów lotniczych zapewniały stałe i polowe pracownie interpretacyjne (PLF - 2) **[17.]**.

Lata siedemdziesiąte to , według autora, okres największego rozkwitu lotnictwa rozpoznawczego i jego struktur organizacyjnych. Do eksploatacji weszły wówczas nowoczesne (na owe czasy) samoloty MiG - 21R wraz z zasobnikami D i R oraz samoloty Su - 20 z zasobnikiem rozpoznawczym KKR. Środki te umożliwiały wykonywanie lotów rozpoznawczych i pozyskiwanie informacji w każdych warunkach pogodowych w dzień i w nocy. Możliwe stało się również (nie stosowane do tego czasu) prowadzenie rozpoznania radioelektronicznego. Pojawiły się również rozwiązania konstrukcyjne krajowych ośrodków naukowo - badawczych - zasobniki FOBOS i SATURN oraz rodzina polowych pracowni interpretacyjnych FOTON. Do 1977 roku, co dwa lata odbywały się Centralne Taktyczno - Bojowe Zawody Rozpoznania Powietrzne.

W kwietniu 1976 roku powstał w Poznaniu Ośrodek Opracowywania Wyników Rozpoznania Powietrznego **[10.]**. Zadaniem Ośrodka w początkowym okresie działalności było opracowywanie wyników rozpoznania powietrznego dla Wojsk Lotniczych, Instytucji Centralnych MON oraz związków taktycznych Wojsk Lądowych. Ośrodek został wyposażony w polowe pracownie interpretacyjne FOTON, co umożliwiło realizację zadań w warunkach polowych. Funkcjonowanie Ośrodka było wielokrotnie bardzo wysoko oceniane przez dowództwa rozlicznych ćwiczeń. Wpłynęło to na rozszerzenie zakresu wykonywanych prac o działalność dydaktyczną. Personel Ośrodka zaczął prowadzić szkolenia z zakresu fotointerpretacji, fotogrametrii i obróbki fotochemicznej. Bardzo wysoki poziom wyszkolenia personelu oraz nowoczesne, jak na tamte czasy, wyposażenie - umożliwiały realizację szerokiego zakresu prac interpretacyjnych na korzyść różnych rodzajów wojsk i instytucji. Sposób funkcjonowania i posiadane wyposażenie interpretacyjne stanowiły bardzo interesujące i nowoczesne rozwiązanie organizacyjno - techniczne. Niestety 30.03.1999 roku Ośrodek zakończył swoją działalność.

Ostatnie dwudziestolecie nie było niestety korzystnym okresem dla lotnictwa rozpoznawczego. Dotkliwy kryzys gospodarki kraju dał się odczuć i w tej dziedzinie. Statki powietrzne i urządzenia rozpoznawcze wychodzące z eksploatacji nie były zastępowane nowymi.. Ich sprawność techniczna była utrzymywana raczej dzięki osobistemu zaangażowaniu personelu niż racjonalnej gospodarce materiałowo - technicznej. W ubiegłym dwudziestoleciu podejmowano wprawdzie prace naukowo badawcze i konstrukcyjne nad opracowaniem nowych urządzeń rozpoznawczych bądź interpretacyjnych, ale najczęściej nie

kończyły się one wdrożeniami. Powodem takiego stanu rzeczy był oczywiście brak finansów. W efekcie projekty konstrukcji bezpilotowego środka rozpoznawczego czy wyposażenia rozpoznawczego samolotu I - 22 M 95 zakończono na etapie prac studyjnych **[52.]**. Podobny los spotkał projekt konstrukcyjny nowej pracowni interpretacyjnej FOTON 5 i Telewizyjnego Zestawu Interpretacyjnego. Prace te zostały wstrzymane na etapie partii próbnej urządzeń.

Powyższe czynniki spowodowały że pomimo przyjęcia Polski do NATO i uzyskania nieskrępowanego dostępu do nowoczesnych urządzeń i technologii nasz system rozpoznania powietrznego jest delikatnie mówiąc "przestarzały". Całkowity brak nowoczesnych urządzeń rozpoznawczych powoduje że nie jesteśmy w stanie prowadzić rozpoznania powietrznego metodami innymi niż fotografia lotnicza. Nie posiadamy również żadnego wyposażenia interpretacyjnego pozwalającego na analizę materiałów rozpoznawczych zarejestrowanych np. na taśmach magnetycznych.

Taki stan rzeczy budzi uzasadnione obawy o przyszłość polskiego systemu rozpoznania powietrznego. Zdaniem autora nie należy się spodziewać w najbliższej przyszłości radykalnej poprawy sytuacji. Zakup nowych statków powietrznych i urządzeń rozpoznawczych jest przedsięwzięciem niezwykle kosztownym. Tym bardziej należy więc prowadzić prace badawcze nad określeniem możliwości i zastosowaniem rozwiązań krajowych w szczególności w dziedzinie interpretacji materiałów rozpoznawczych. Pozwoli to bowiem na przygotowanie się do efektywnego wykorzystywania materiałów rozpoznawczych pochodzących z nowoczesnych urządzeń rozpoznawczych, oraz opracowanie urządzeń umożliwiających ich interpretację.

2.3 Statki powietrzne wykorzystywane do prowadzenia rozpoznania powietrznego w lotnictwie RP

W lotnictwie RP do prowadzenia rozpoznania powietrznego wykorzystywane są samoloty **MiG-21**, **TS-11 "ISKRA"**, **An-28 RM**, **Su-22 M4**, oraz śmigłowiec **Mi-2R**. Żaden z tych statków powietrznych nie był początkowo przeznaczony do realizacji zadań rozpoznawczych. Dzięki przeprowadzonym modernizacjom wyposażenia zostały one przystosowane do przenoszenie urządzeń rozpoznawczych lub zasobników. W większości są to konstrukcje wyeksploatowane. Ich wyposażenie awioniczne (poza AN-28 RM) odzwierciedla stan techniki w tej dziedzinie z początku lat siedemdziesiątych. Ze względu na objętość materiałów dotyczących ich konstrukcji, charakterystyki oraz dane taktyczno-techniczne zamieszczono w ZAŁĄCZNIKU .

2.4 Urządzenia rozpoznania obrazowego wykorzystywane w systemie rozpoznania powietrznego RP

Podstawowymi urządzeniami służącymi do pozyskiwania obrazowych danych rozpoznawczych są lotnicze aparaty fotograficzne. Poza jednym wyjątkiem (UA-47) wszystkie te urządzenia umożliwiają prowadzenie rozpoznania fotograficznego jedynie w dzień. W istotny sposób ogranicza to możliwości pozyskiwania danych obrazowych.

W lotnictwie RP wykorzystywane są aparaty kadrowe: **AFA - 39**, **AFA BAF -21S**, **AFA 33/75 M**; szczelinowy **ASzczAFA - 5M**; panoramiczny: **PA - 1** oraz nocny **UA - 47**. Posiadamy również jeden egzemplarz aparatu **A 87 PW** umożliwiającego wykonywanie zdjęć skośnych dalekiego zasięgu. Autor uczestniczył a pracach analitycznych mających na celu opracowanie koncepcji zabudowy aparatu na pokładzie samolotu An-28. Aparat po dokonaniu koniecznych sprawdzeń do dnia dzisiejszego jest przechowywany w Instytucie Technicznym Wojsk Lotniczych. Pozostałe konstrukcje przedstawionych aparatów umożliwiają wykonywanie zdjęć kadrowych, szczelinowych i panoramicznych. Część aparatów liczy już ponad trzydzieści lat. Ze względu na objętość zebranego materiału, charakterystyki wszystkich aparatów oraz ich dane techniczne autor zamieścił w ZAŁĄCZNIKU.

2.5 Zasobniki rozpoznawcze

W lotnictwie rozpoznawczym eksploatuje się cztery typy zasobników rozpoznawczych są to : **ZFD " FOBOS "," SATURN "**, zasobnik **" D "**oraz **" KKR "**. Najstarszy z nich, zasobnik "D" był wykorzystywany przez samoloty MiG-21R. Obecnie po ich wycofaniu z eksploatacji zasobniki ze względu na stan techniczny zostaną najprawdopodobniej skasowane. Zasobniki ZFD " FOBOS " i " SATURN " zostały opracowane w kraju. Są jednak bardzo rzadko wykorzystywane. Najnowocześniejszym, choć liczącym ponad dwadzieścia lat, zasobnikiem jest zasobnik "KKR". Początkowo był on wykorzystywany przez samolot Su-20. Obecnie po ich kasacji jest stosowany pod samolotem Su-22. Zasobniki mogą eksploatować jedynie cztery zmodernizowane samoloty Su-22. Ze względu na objętość zebranego materiału, charakterystyki wszystkich zasobników oraz ich dane techniczne autor zamieścił w ZAŁĄCZNIKU.

2.6 Urządzenia wykorzystywane do obróbki fotochemicznej

Film lotniczy poddaje się procesom: wywoływania, utrwalenia, płukania i suszenia. Dzięki temu uzyskuje się zobrazowania negatywowe. W celu otrzymania zobrazowań pozytywowych konieczne jest kopiowanie obrazu na papier fotograficzny i poddania papieru takim samym procesom. Wszystkie etapy przetwarzania zobrazowań realizowane są w urządzeniach ściśle do tego celu przeznaczonych. Należą do nich: **wywoływaczki**, **suszarki** oraz **kopiarki zdjęć**. Należy stwierdzić że większość tych urządzeń przedstawia sobą poziom

rozwiązań technicznych z okresu międzywojennego. Poza jednym wyjątkiem: procesorem fotochemicznym VERSAMAT zakupionym w 1998 roku dla 7 plbr w Powidzu, wszystkie te urządzenia muszą być obsługiwane ręcznie. Fakt ten ma określone znaczenia dla szybkości i jakości realizowanych procesów. Ze względu na objętość zebranego materiału, charakterystyki urządzeń stosowanych do obróbki fotochemicznej oraz ich dane techniczne autor zamieścił w ZAŁĄCZNIKU .

2.7 Urządzenia wykorzystywane do interpretacji

Rozpoznawcze dane obrazowe poddawane są analizie i interpretacji. Procesy te odbywają się z wykorzystaniem : **przeglądarek filmów, stereoskopów** lub **lup optycznych**. Konstrukcja tych urządzeń jest niezmienna od czasu zastosowania fotografii do realizacji zadań rozpoznawczych. Urządzenia występujące na wyposażeniu polskich ośrodków interpretacji liczą najczęściej ponad trzydzieści lat. Są już bardzo wyeksploatowane i często zdekompletowane. Jedynym nowocześniejszym urządzeniem interpretacyjnym (występującym niestety w ograniczonej ilości) jest Telewizyjny Zestaw Interpretacyjny. Zestaw ten został opracowany w Instytucie Technicznym Wojsk Lotniczych przy współudziale autora **[68.]**. Szczegółowe dane dotyczące eksploatowanych urządzeń interpretacyjnych, ze względu na ich objętość zamieszczono w ZAŁĄCZNIKU.

2.8 Polowe pracownie fotograficzne i fotointerpretacyjne

Polowe pracownie stanowią nieodłączny element podsystemu przetwarzania i interpretacji danych rozpoznawczych. Umożliwiają one realizację wszelkich koniecznych procesów w warunkach polowych i oderwaniu od stałej struktury logistycznej. Projekty pracowni eksploatowanych obecnie powstały w Instytucie Technicznym Wojsk Lotniczych. Od początku lat siedemdziesiątych opracowano pięć podstawowych wersji pracowni FOTON. W międzyczasie, na zapotrzebowania różnych użytkowników opracowano kilka odmian różniących się od wersji podstawowych. Współcześnie najczęściej eksploatowane są pracownie **FOTON 2, FOTON 3** lub **3A , FOTON 4**. Ostatnia wersja pracowni **FOTON 5**, wyposażona w Telewizyjny Zestaw Interpretacyjny została wykonana jedynie w wersji partii próbnej. Dwa egzemplarze znajdują się w 7 plbr w Powidzu. Szczegóły dotyczące konstrukcji poszczególnych wersji pracowni oraz ich wyposażenia zamieszczono w ZAŁĄCZNIKU.

2.9 Zadania i zasady funkcjonowania służb rozpoznania i interpretacji w lotnictwie RP

W trakcie prowadzenia badań autor przebywał w jednostkach lotniczych prowadzących rozpoznanie lotnicze. Zapoznał się tam z zadaniami realizowanymi przez poszczególne służby rozpoznana, zasadami ich funkcjonowania oraz wyposażeniem. Podczas

pobytu autor również przeprowadził badania ankietowe. Aby uzyskać jak największe zróżnicowanie materiału badawczego, autor celowo wybrał jednostki lotnicze posiadające różne statki powietrzne. Pozwoliło to na zapoznanie się ze specyfiką działania służb interpretacji oraz uwarunkowań jakie wnoszą stosowanie różnych statków powietrznych i urządzeń rozpoznawczych. Autor przebywał w JW 5576 w Siemirowicach oraz w JW 1462 w Powidzu. Wyniki badań zamieszczono poniżej.

JW 5576 - SIEMIROWICE

Jest jednostka podległa Dowództwu Lotnictwa Marynarki Lotniczej. W jej składzie znajdują się dwie eskadry lotnicze: rozpoznawcza i patrolowo- ratownicza. Podczas pobytu autora w jednostce trwała reorganizacja struktur organizacyjnych w wyniku których pluton foto został wydzielony ze struktur eskadry i włączony do struktur batalionu zaopatrzenia. Struktura organizacyjna służb rozpoznania została przedstawiona na rys. 3.



Rys.3. Struktura organizacyjna służb rozpoznania

Stan osobowy personelu latającego oraz wyposażenie przedstawiono poniżej:

	ESKADRA A		ESKADRA B	
PILOCI :		12		19
NAWIGATORZY :		12		-
SP :	TS 11	8	An-2	6
	TS 11R	6	An -28 RM	1

WYPOSAŻENIE SP :

TS 11	An-2
- 3 aparaty A 39	- AFA BAF -21s
	- GPS SHIPMATE 5500

ESKADRA A

TS 11R
- 3 aparaty A 39
- GPS SHIPMATE 5500
- radar obserwacji sektorowej RDS - 81

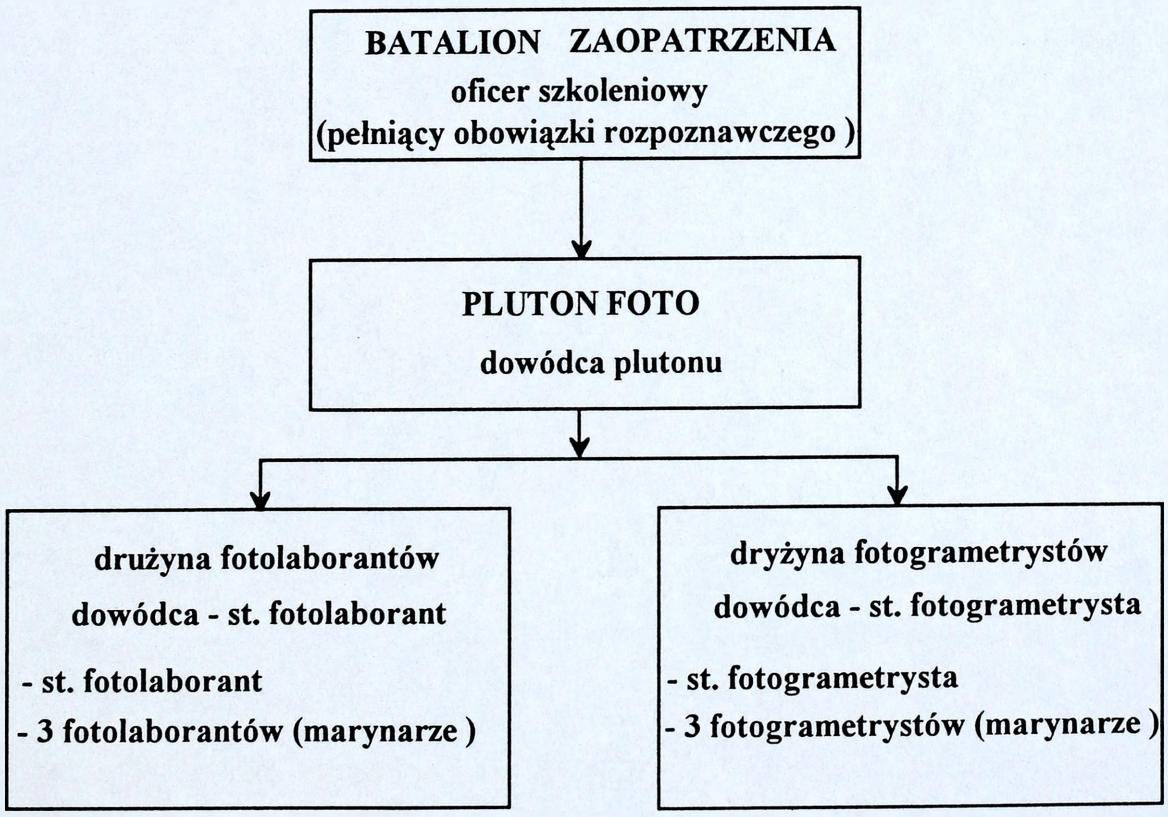
ESKADRA B

An -28 RM
- AFA 39zA
- system nawigacji satelitarnej KNL 90
- radar obserwacji sektorowej RDS - 81
- system nawigacji obszarowej KNS 81
- system poszukiwania rozbitków CHELTON
- transponder KT 76
- celownik PKW
- system radarowy ARS 100

ILOŚĆ LAF :

A 39	54	1
AFA BAF -21s	-	29

Struktura organizacyjna służb foto przedstawiona została na rys. 4.



Rys. 4. Struktura organizacyjna służb foto

Wyposażenie fotolaboratoryjne:

W trakcie badań autor zgodnie ze schematem obserwacyjnym zwracał szczególną uwagę na wyposażenie służące do obróbki fotochemicznej filmów lotniczych i wyposażenie interpretacyjne eksploatowane w ośrodkach interpretacji. Oczywiście w spisie wyposażenia umieszczono jedynie sprzęt podstawowy nie zamieszczając drobnego (kuwety, maskownice itp.)

Wywoływaczki
PP -7 M Wywoływaczka ręczna do filmów lotniczych 8 cm.
PP -4 M Wywoływaczka ręczna do filmów lotniczych 8 i 19 cm.
RPP -1 Wywoływaczka ręczna do filmów lotniczych 32 cm.
AMPP -2 Automatyczna wywoływaczka do filmów lotniczych 19 cm.
UPP - 1 Wywoływaczka ręczna do filmów o szerokości 16 i 35 mm.
WF KM Wywoływaczka ręczna do filmów o szerokości 35 mm.

Suszarki
PUSF - 7 Suszarka automatyczna do filmów lotniczych.
APSO - 5 Suszarka elektryczna do zdjęć.
RSB - 3 Suszarka bębnowa do filmów lotniczych.
SF - 11 Suszarka elektryczna płaska jednostronna do zdjęć.
SF - P Suszarka elektryczna dwustronna do zdjęć.
SF - 80 Suszarka do filmów lotniczych.
UTK - 24 Suszarka elektryczna szafkowa do filmów i płyt.

Kopiarki
KP - 10 Kopiarka do zdjęć.
KP - 30 Kopiarka stykowa do zdjęć lotniczych 30 x 40 cm.
DELBA Kopiarka stykowa do zdjęć lotniczych 18 x 24 cm.
APN - 1 Automatyczny przyrząd do naświetlania zdjęć.
KROKUS COLOR Powiększalnik do zdjęć z negatywu 6 x 9 cm.
MAGNITARUS Powiększalnik do zdjęć z negatywu 13 X 18 cm

Wyposażenie interpretacyjne :

Zestaw fotointerpretatora.
LUZ Przenośnik pryzmatyczny.
Krzywomierz.
KOMPAS.
PDNK - 4K przyrząd do odczytywania filmów.
Lupa fotograficzna 3x.
Lupa fotograficzna 5x.
NDL - 2 Lupy grametryczne do odczytywania zdjęć .
SLZ - 2 Stereoskop optyczno - lustrzany z paralaksą.
SL Okulary stereoskopowe.
SG - 3 Stół grametryczny.
KIN - 105 Numerator ręczny.
CP Cyrkiel redukcyjny.
SKALA Komplet kreślarski.

Polowe pracownie:

FOTON 4 - 1 szt

Harmonogram realizowanych czynności :

W trakcie realizacji zadań personel ośrodka interpretacji obowiązuje harmonogram realizowanych czynności.
Czas trwania poszczególnych procesów przedstawia się następująco :

- demontaż aparatów i transport do laboratorium - 7 min (film o szerokości 19cm - 25min)
- procesy fotochemiczne - 20 ÷ 25 min
- przeglądanie błony - wyszukanie obiektu punktowego - 2 min
- przeglądanie płaszczyzny (kilku błon) - 5 ÷ 25 min
- wstępna interpretacja z mokrego negatywu (wykrycie obiektu i opracowanie meldunku ustnego) - 20 min
- dokładna interpretacja - 60 min

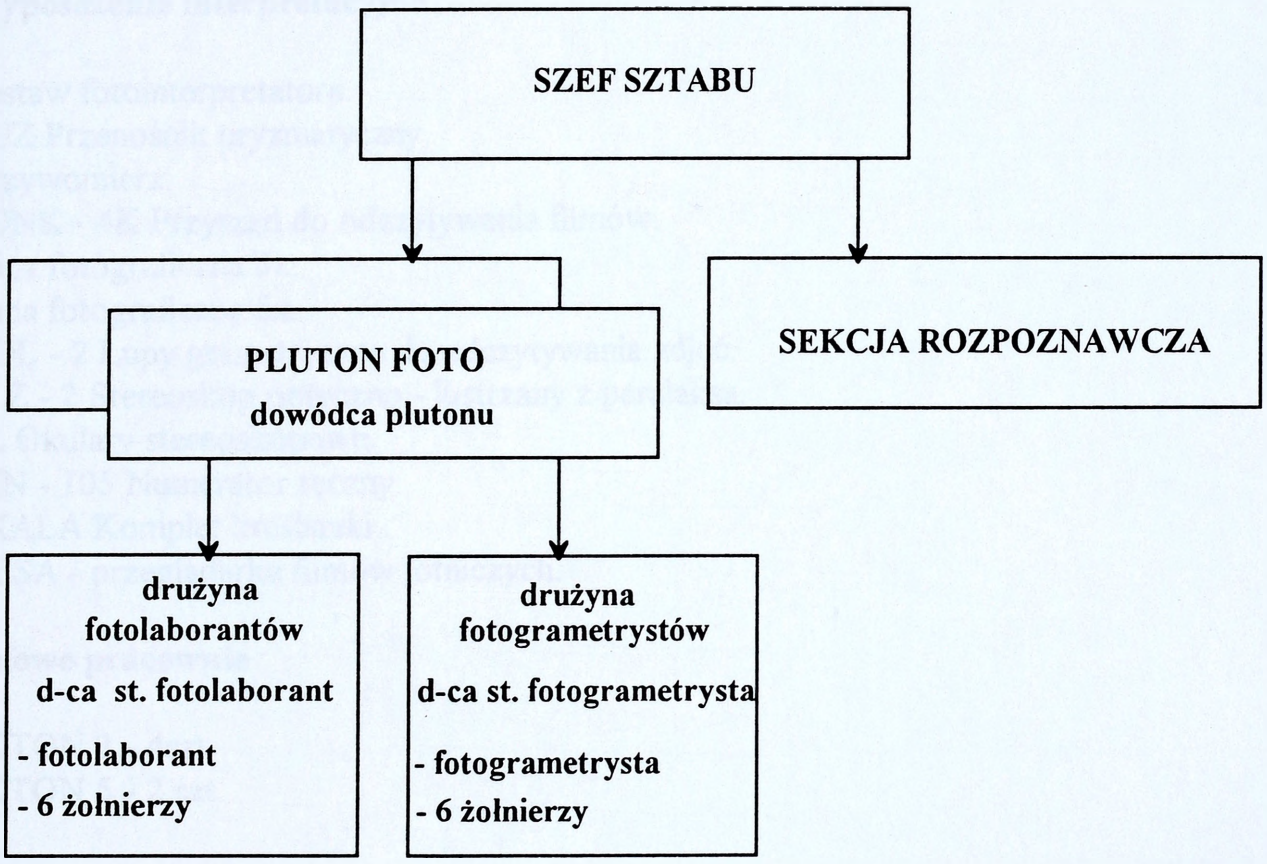
Łatwo więc stwierdzić że meldunek ze wstępnej interpretacji pojedynczego negatywu sporządza się dopiero po ok.50 minutach. Meldunek ten w swojej treści zawiera zazwyczaj jedynie informacje o wykryciu obiektu. Bardziej szczegółowy meldunek zawierający dane odczytane podczas dokładnej interpretacji sporządza się dopiero po kolejnych 60 minutach. Według opinii interpretatorów trudno jest jednak zachować reżim czasowy w stosunku do procesów interpretacyjnych. Przestarzałe urządzenia wywołujące nie zapewniają powtarzalności procesów fotochemicznych. W wyniku tego filmy są trudne do interpretowania na skutek złej obróbki fotochemicznej. Trudności w interpretowaniu powoduje również brak elementarnych pomocy w postaci danych taktyczno - technicznych lub danych obrazowych o obiektach. Jedyne materiały pomocnicze jakie są do dyspozycji interpretatorów to JANE'S z 1979 roku oraz album sylwetek okrętów wojennych opracowany z materiałów własnych.

W przypadku konieczności opracowania meldunku w formie fotoszkicu proces dodatkowo przedłuża się.

- wykonanie odbitki jednego zdjęcia - 5 min
- wykonanie fotoszkicu z jednego zdjęcia - 5 min
  (określenie współrzędnych z karty fotografowania)
- wykonanie fotoszkicu płaszczyzna - 60 ÷ 180 min
  (określenie współrzędnych obiektów z mapy 1 : 25 000)

JW 1462 - POWIDZ

Po rozwiązaniu plrt w Sochaczewie 7 plbr w Powidzu został ostatnim pułkiem rozpoznawczym w Wojskach Lotniczych. Pułk eksploatuje samoloty Su - 22. Cztery z nich są przystosowane do stosowania zasobnika KKR. Jeden z zasobników KKR, ze względu na swój stan techniczny, został już rozkompletowany i służy jako "magazyn części zamiennych" dla pięciu pozostałych. Biorąc pod uwagę intensywność eksploatacji [1] należy się spodziewać dalszego pogorszenia stanu technicznego elementów wyposażenia zasobników. Struktura organizacyjna służb rozpoznania została przedstawiona na rys. 5.



Rys.5. Struktura organizacyjna służb rozpoznania.

Wyposażenie fotolaboratoryjne:

Wywoływaczki

PP -7 M Wywoływaczka ręczna do filmów lotniczych 8 cm.
PP -4 M Wywoływaczka ręczna do filmów lotniczych 8 i 19 cm.
RPP -1 Wywoływaczka ręczna do filmów lotniczych 32 cm.
AMPP -2 Automatyczna wywoływaczka do filmów lotniczych 19 cm.
VERSAMAT - procesor fotochemiczny.

---

1) W 1998 roku zaplanowano realizację 40 zadań rozpoznawczych NARCYZ. W pierwszym kwartale wykonano : 39 filmów lotniczych i 710 zdjęć. Przypis autora.

Suszarki
APSO - 5 Suszarka elektryczna do zdjęć.
SF - 12 Suszarka elektryczna płaska jednostronna do zdjęć.
KP - 8 Kopiarka do zdjęć.
PUSF - 7 Suszarka automatyczna do filmów lotniczych.
SF - 80 Suszarka do filmów lotniczych .
SBF -1 Suszarka elektryczna .

Kopiarki
UKPŁ Kopiarka automatyczna.
KF -190M Kopiarka do zdjęć.
COLORADO - kopiarka automatyczna do filmów i zdjęć.

Wyposażenie interpretacyjne :

Zestaw fotointerpretatora.
LUZ Przenośnik pryzmatyczny.
Krzywomierz.
PDNK - 4K Przyrząd do odczytywania filmów.
Lupa fotograficzna 3x.
Lupa fotograficzna 5x.
NDL - 2 Lupy grametryczne do odczytywania zdjęć.
SLZ - 2 Stereoskop optyczno - lustrzany z paralaksą.
SL Okulary stereoskopowe.
KIN - 105 Numerator ręczny.
SKALA Komplet kreślarski.
VESA - przeglądarka filmów lotniczych.

Polowe pracownie :

FOTON 2 - 4szt.
FOTON 5 - 2 szt.

Harmonogram realizowanych czynności :

W trakcie realizacji zadań personel ośrodka interpretacji jest zobowiązany do przestrzegania określonych norm czasowych obowiązujących na poszczególne procesy. Czas trwania poszczególnych procesów w zależności od stosowanego filmu przedstawiono w tabelach 2 i 3. Podane normy czasowe nie uwzględniają czasu koniecznego do przewiezienia filmów zdjętych z aparatów fotograficznych do ośrodka interpretacji lub polowej pracowni fotochemicznej. W przypadku Powidza czas ten wynosi od 5 do 10 minut. Jak wynika z tabeli, pierwszych meldunków sporządzonych po wstępnej interpretacji mokrego negatywu można się spodziewać po ok.50 minutach. Opracowanie meldunku ostatecznego w postaci fotoszkicu zawierającego wyniki dokładnej interpretacji zajmuje od 2 do 3 godzin. W 1998 roku ośrodek interpretacji został wyposażony w nowoczesne urządzenia służące do obróbki fotochemicznej i interpretacji filmów lotniczych. Należą do nich : procesor fotochemiczny VERSAMAT, kopiarka COLORADO,

przeglądarka VESA, densytometr i sensytometr. Urządzenia te zostały zakupione nie tyle ze względu na bieżące potrzeby Jednostki, ale z myślą o realizacji misji obserwacyjnych w ramach "Traktatu o Otwartych Przestworzach". Dzięki temu ośrodek interpretacyjny jest bliski spełniania wymagań norm NATO dotyczących wymaganego wyposażenia. Niestety rozbudowa ośrodka ograniczyła się jedynie do nowego wyposażenia. Ośrodek nie dysponuje żadną literaturą fachową lub aktualnymi danymi technicznymi na temat interpretowanych obiektów.

Tab. 2. Normy czasowe opracowania wyników fotografowania lotniczego (w minutach)

filmy lotnicze o szerokości 8 cm z perforacją

Lp.	Wykonywane czynności	Czas opracowania w minutach na ocenę dobrą					Uwagi
		Długość filmu w metrach					
		5	10	20	30	do 120	
		Liczba zdjęć w sztukach					
		1	5	10	20	30	
1	Obróbka fotochemiczna filmu lotniczego (czarno -białego/barwnego) oraz sporządzenie fotomeldunku z mokrego negatywu	18 64	24 70	32 105	40 135	Za każde następne 10m filmu powyżej 30m dolicza się po 8 30	Czasy dotyczą odczytania pierwszego obiektu taktycznego za każdy następny dolicza się po 5min.
2	Suszenie filmu lotniczego (czarno -białego/barwnego)	5 5	10 10	15 15	20 20	Za każde następne 10m filmu dolicza się 5min.	
3	Opracowanie fotoszkicu ze zdjęć czarno-białych/ barwnych (kopiowanie, montaż, odczytanie, opis).	29 122	34 120	41 142	56 194	100 295	Za każde następne 10 zdjęć dolicza się po 17 40
4	Łączny czas opracowania wyników fotografowania lotniczego materiałów czarno-białych/ barwnych.	52 191	68 212	88 262	118 349	166 450	

Tab. 3. Normy czasowe opracowania wyników fotografowania lotniczego (w minutach)

filmy lotnicze o szerokości 8 cm bez perforacji do (PA-1)

Lp.	Wykonywane czynności	Czas opracowania w minutach na ocenę dobrą					Uwagi
		Długość filmu w metrach					
		5	10	19			
		Liczba zdjęć w sztukach					
		1	5	10	20	50	
1	Obróbka fotochemiczna filmu lotniczego (czarno -białego/barwnego) oraz sporządzenie fotomeldunku z mokrego negatywu	18 64	24 70	32 103			Czasy dotyczą odczytania pierwszego obiektu taktycznego, za każdy następny dolicza się po 5min.
2	Suszenie filmu lotniczego (czarno -białego/barwnego)	5 5	10 10	15 15			
3	Opracowanie fotoszkicu ze zdjęć czarno-białych/ barwnych (kopiowanie, montaż, odczytanie, opis).	28 120	32 123	36 140	46 192	98 285	Za każde następne 10 zdjęć dolicza się po 16 36
4	Łączny czas opracowania wyników fotografowania lotniczego materiałów czarno-białych/ barwnych.	51 189	66 209	81 258	91 310	143 403	

Interpretatorzy korzystają z opracowanych przez siebie albumów zdjęciowych oraz przestarzałego i wyeksploatowanego wyposażenia. Obawy wzbudza również ilość interpretatorów. Podczas pobytu autora ośrodek dysponował jedynie trzema, w pełni wyszkolonymi interpretatorami. Ilość ta jest stanowczo za mała. Niestety po rozwiązaniu Ośrodka Opracowywania Danych z Rozpoznania Powietrznego w Poznaniu żadna z jednostek organizacyjnych w Wojskach Lotniczych nie prowadzi szkolenia w tej dziedzinie.

2.9.1 Przebieg procesu interpretacji

Przebieg poszczególnych procesów został odtworzony na podstawie obserwacji autora poczynionych podczas realizacji rzeczywistych zadań rozpoznawczych.

Obróbka fotochemiczna filmów

Po zakończeniu lotu rozpoznawczego filmy są dostarczane do ośrodka interpretacyjnego. Film po wyjęciu z aparatu zostaje wywołany, utrwalony, wypłukany i wysuszony w procesorze fotochemicznym VERSAMAT. Jego zastosowanie pozwoliło na skrócenie czasu obróbki filmu o długości 60 metrów do 15 minut. Jest to ogromny postęp w stosunku do długotrwałości procesów realizowanych w wywoływaczkach ręcznych. Ponadto dzięki procesorowi wyeliminowano konieczność prowadzenia interpretacji "z mokrego negatywu" w trakcie której, łatwo było uszkodzić wilgotną emulsję filmu.

Przeglądanie filmu i wstępna interpretacja

Wywołany film przegląda się, a wybrane kadry poddaje wstępnej interpretacji. Procesy te mają na celu jedynie wykrycie lub potwierdzenia występowania określonego obiektu na zobrazowaniu. Odbywają się na przeglądarce filmów z wykorzystaniem lup optycznych lub metodą "pod światło". W trakcie wstępnej interpretacji - analiza treści zobrazowania prowadzona jest w bardzo wąskim zakresie. Określane są jedynie : fakt występowania określonego obiektu na zobrazowaniu oraz jego położenie geograficzne. Dużą pomocą dla określania współrzędnych geograficznych jest "karta fotografowania" którą pilot dostarcza wraz z filmem. Przykład takiej karty przedstawiono na rys. 6. Po określeniu koniecznych danych opracowywany jest fotomeldunek.

Opracowanie fotomeldunku

Fotomeldunek jest sporządzany przez dowódcę drużyny fotogrametrystów na podstawie wyników wstępnej interpretacji. Zawiera on najczęściej informacje o wykryciu obiektu, jego rodzaju, liczebności oraz położeniu. Ma on formę meldunku ustnego przekazywanego drogą radiową lub telefoniczną. W zależności od postawionego zadania odbiorcą meldunku jest oficer rozpoznawczy eskadry lub inny wskazany użytkownik.

Interpretacja dokładna

W zależności od postawionego zadania, analizę materiałów rozpoznawczych prowadzi się w wąskim zakresie (interpretacja wstępna) bądź w szerszym (interpretacja dokładna). Interpretacja dokładna polega na określeniu wszelkich cech charakterystycznych dla poszczególnych kategorii

obiektów rozpoznania. Zakres interpretacji obiektów rozpoznania przedstawiono w punkcje 2.9.2. Jeżeli negatyw jest dobrej jakości i umożliwia wykrycie, rozpoznanie i identyfikację zobrazowanych obiektów, to interpretacja wykonywana jest z oryginału filmu. Wymaga to jednak od interpretatora specjalnych predyspozycji i bardzo dobrego wyszkolenia. Analizuje on bowiem zobrazowanie o małych rozmiarach (np. 7x7cm) ma którym znajdują się małe i bardzo małe obiekty przedstawione w postaci negatywowej. Jeżeli jakość negatywu lub jego skala uniemożliwiają taki sposób interpretacji realizuje się ją na podstawie zobrazowań pozytywowych. Przy pomocy powiększalnika lub kopiarki wykonuje się wybrane zdjęcia. Są one znacznie łatwiejsze do analizowania ze względu na prezentację obrazu w "naturalnej" tonacji czarno-białej. W razie konieczności istnieje również możliwość powiększenia wybranego fragmentu zobrazowania. Wykonanie odbitek jest jednak procesem czasochłonnym. Składają się bowiem na niego : kopiowanie z negatywu, wywoływanie, utrwalanie, płukanie i suszenie odbitek. Otrzymane zdjęcia poddawane są analizie z wykorzystaniem lup optycznych lub stereoskopów. Na interpretację dokładną składają się: zorientowanie zobrazowania, przywiązanie jego treści do mapy, identyfikacja obiektów oraz wykonanie koniecznych pomiarów.

Zorientowanie zobrazowania

Proces ten polega na określeniu na zobrazowaniu kierunku północnego. Niezwykle pomocne są w tym procesie informacje podawane przez pilota lub zawarte w "karcie fotografowania" określające np. kurs w trakcie wykonywania zdjęć. W przypadku ich braku może być zastosowany stary sposób polegający na określeniu kierunku podania cienia wybranego obiektu. Odniesienie go do czasu wykonania zdjęcia i położenia słońca nad horyzontem pozwala na wyznaczenie kierunku północnego z dużym przybliżeniem. Sposób ten jest już rzadko wykorzystywany ale daje pogląd na rozległość wiedzy jaką powinien dysponować interpretator.

Określenie kierunku północnego na zobrazowaniu jest wstępnym procesem przywiązania jego treści do mapy, oraz umożliwia określenie azymutów charakterystycznych punktów które będą wykorzystywane w dalszych procesach.

Przywiązanie treści zobrazowania do mapy

Proces ten polega na jednoznacznym określeniu na mapie fotografowanego terenu i odniesieniu go do stron świata. Wykonuje się to odszukując na zdjęciu i mapie odpowiadające sobie punkty charakterystyczne. Im więcej punktów, tym większa dokładność określenia położenia lub współrzędnych obiektów rozpoznania. Przyjmuje się iż zobrazowanie zostało przywiązane gdy odszukano dwa wspólne punkty charakterystyczne oraz określono kierunek północny (zorientowano zdjęcie), lub kiedy liczba wspólnych punktów charakterystycznych jest równa lub większa niż trzy. Dzięki przywiązaniu treści zobrazowania, w dalszych etapach analizy, określa się współrzędne geograficzne każdego interpretowanego obiektu. Wykonuje się to również w przypadku konieczności przeniesienia położenia wykrytych obiektów na mapę.

KARTA FOTOGRAFOWANIA Nr 112

Część I:

DANE FOTOGRAFOWANIA

SAMOLOT 1223 Nr TS11 AKAFU —

TYP LAF AFA 39 f 500

EKSPOZYCJA 1/100 sek. filtr żółty

PRZYSŁONA 5,5

BŁONA TYP fotograf. Nr emulsji

DATA PRODUKCJI CZUŁOSC 27 DIN

mł. chor. Kolek

mechanik urządzeń fotograficznych

PILOT mjr Stachurski NAWIGATOR kpt Zybe

DATA FOTOGR. 12.04 DGodz. od 13[30] do 13[40]

LĄDOWANIE Godz. 14 Min. 00

REJON Wyrzysk, Brdy, Wys Pom

H fotograf. 500 W fotogr. 420

WARUNKI METEO 9/10 6 km

mjr Stachurski

/Dowódca załogi, stopień, nazwisko/

Data 12.04 Godz. 14[00]

rejestr
kopia
Archiwum
Tr

13[30]
13[50]

ODC. A1 do karty foto Nr 112

Nr s-tu 1223 Pilot mjr Stachurski

Nawigator kpt Zybe Godz fotog. 13[30]

Data fotografowania 12.04.85

ODC. A2 do karty foto Nr 112

Nr s-tu 1223 Pilot mjr Stachurski

Nawigator kpt Zybe Godz. fotogr. 13[30]

Data fotograf. 12.04.85

ODC. BL do karty foto Nr 113

Nr s-tu 1223 Pilot mjr Stachurski

Nawigator kpt Zybe Godz. fotogr. 13[30]

Data fotografowania 12.04.85

ODC. BP do karty foto Nr .....

Nr s-tu ..... Pilot .....

Nawigator ..... Godz. fotogr. .....

Data fotograf. .....

ODC. PL do karty foto Nr .....

Nr s-tu ..... Pilot .....

Nawigator ..... Godz. fotogr. .....

Data fotograf. .....

ODC. PP do karty foto Nr .....

Nr s-tu ..... Pilot .....

Nawigator ..... Godz. fotogr. .....

Data fotograf. .....

ODC. P_EL do karty foto. Nr .....

Nr s-tu ..... Pilot .....

Data fotograf. .....

ODC. P_EP do karty foto Nr .....

Nr s.tu ..... Pilot .....

Nawigator ..... Godz. fotogr. .....

Data fotograf. .....

Rys.6. Karta fotografowania

Identyfikacja

Identyfikacja polega na określeniu, przy pomocy wszelkich urządzeń interpretacyjnych, znaczenia obiektu i jego stanu rzeczywistego **[17.]**. W jej trakcie określane są wszelkie możliwe cechy demaskujące obiektu. Na ich podstawie interpretator określa : rodzaj. klasę, podklasę i typ obiektu[1] (np. rodzaj - statek powietrzny, klasa - samolot, podklasa - rozpoznawczy, typ - SR 71) Zgodnie z postawionym zadaniem określa również inne charakterystyki obiektu . Uzyskane wyniki stanowią bazę do wyciągnięcia uogólnionych wniosków dotyczących stanu obiektu, charakterystyk ilościowych i jakościowych, oraz sporządzenia kalkulacji możliwości obiektu wynikających z określonej sytuacji taktycznej.

Wykonanie i dystrybucja fotoszkicu.

Po zakończeniu interpretacji sporządza się fotoszkic będący formą materialnego meldunku z rozpoznania. Fotoszkic może tworzyć jedno zdjęcie, lub kilka zdjęć odpowiednio sklejonych na kartonie. Na fotoszkicu, przy pomocy narzędzi kreślarskich, umieszcza się informacje o: skali zdjęć, dniu i godzinie wykonania zdjęć, jednostce i załodze realizującej zadanie. Wszelkie wykryte i rozpoznane obiekty zaznacza się oraz numeruje. Wszelkie szczegółowe opisy obiektów, określone współrzędne lub wyniki pomiarów fotogrametrycznych zamieszcza się na kartonie fotoszkicu. Po zarejestrowaniu - fotoszkic przekazuje się odbiorcy w określony przez niego sposób.

Należy stwierdzić iż proces opracowywania fotoszkicu jest jednym z bardziej uciążliwych w całym procesie przetwarzania danych rozpoznawczych.

Mając na celu: zwiększenie możliwości interpretacji i dystrybucji danych rozpoznawczych, autor opracował nową metodę analizy opartą o cyfrowe przetwarzanie obrazu. Koncepcję jej wykorzystania wraz z proponowanym rozwiązaniem technicznym przedstawiono w Rozdziale IV.

2.9.2 Obiekty rozpoznania i zakres ich interpretacji

Według krajowych kryteriów zawartych w **[17.]**, do obiektów rozpoznania powietrznego zalicza się: środki rakietowo - jądrowe różnego przeznaczenia, obiekty systemu OPL, obiekty wojsk lądowych, lotniska, obiekty morskie, rubieże i obiekty obronne, składy, środki dowodzenia wojskami, obiekty przemysłowe, obiekty komunikacji kolejowej oraz teren. W stosunku do każdego z rodzajów tych obiektów określony jest odmienny zakres prowadzonej interpretacji. Ze względu na objętość materiału, charakterystykę poszczególnych obiektów rozpoznania oraz zakresy ich interpretacji zamieszczono w ZAŁĄCZNIKU.

---

1) *Rodzaj* - kategoria klasyfikacji charakteryzująca ogólnie wszystkie obiekty wchodzące w skład rodzaju sił.
Klasa - kategoria klasyfikacji charakteryzująca ogół obiektów o przybliżonych zadaniach bojowych ale różniących się rozmiarami i charakterystykami taktyczno - technicznymi.
Podklasa - kategoria klasyfikacji charakteryzująca ogół obiektów różnych typów realizujących jednakowe zadania i mających zbliżone wymiary, dane taktyczno - techniczne i kształt.
Typ - kategoria klasyfikacji charakteryzująca całokształt jednorodnych obiektów o jednakowych danych taktyczno - technicznych, rozmiarach , kształcie itd.
Fotografowanie lotnicze Dowództwo Wojsk Lotniczych Lot. 1481/72, Poznań 1974, str. 194.

2.10 Ocena stanu systemu rozpoznania powietrznego oraz potrzeby automatyzowania jego etapów na podstawie wyników ankiet przeprowadzonych w wybranych środowiskach.

W trakcie analizy problemu badawczego autorowi nasunęło się wiele pytań na których odpowiedzi trudno było znaleźć w literaturze tematu. Pytania te autor zebrał i opracował w postaci dwu ankiet (ZAŁĄCZNIK). Ankieta pierwsza skierowana została do pilotów oraz personelu naziemnego: interpretatorów, fotolaborantów i fotointerpretatorów wybranych JW. W stosunku do tej grupy ankietowanych, ze względu na charakter wykonywanej pracy, autor przyjął określenie "dostarczyciele" Ankietę drugą skierowano do osób wykorzystujących wyniki przeprowadzonego rozpoznania w : Oddziale Rozpoznania i WRE DWLOP, Zarządzie Rozpoznania i WRE SG WP, Zakładzie Rozpoznania Obrazowego WAT, Pracowni Rozpoznania Powietrznego ITWL. Tę grupę autor określił jako "użytkowników" danych rozpoznawczych.

Zastosowana metoda badań pozwoliła poznać autorowi opinię tych środowisk na temat stanu poszczególnych elementów systemu rozpoznania powietrznego. Wyniki ankiet pozwoliły również określić wymagania stawiane systemowi rozpoznania powietrznego przez użytkowników informacji rozpoznawczych. Dzięki skonfrontowaniu opinii o obecnym stanie systemu z życzeniami i wymaganiami użytkowników , autor mógł określić i wytypować wybrane podsystemy które można i należy modernizować lub automatyzować.

2.10.1 Omówienie wyników badań ankietowych

Ze względu na uzyskaną ilość materiału badawczego wyniki badań ankietowych opracowano w formie wykresów słupkowych i zamieszczono w ZAŁĄCZNIKU . Autor omówił poniżej uzyskane wyniki dotyczące najistotniejszych problemów prowadzenia rozpoznania powietrznego. Badania prowadzone były w dwu grupach: "dostarczycieli" i "użytkowników".

Wśród "dostarczycieli" największy procent (65%) stanowili piloci. Niepokojąco zaś niski wynik (zaledwie 18%) autor uzyskał w stosunku do liczebności interpretatorów. Ze względu na fakt iż część pilotów również deklarowała wykonywanie zadań interpretacji - rzeczywista ilość tych specjalistów jest jeszcze mniejsza. Wynik ten jest bardzo niepokojący. Brak odpowiednio wyszkolonych interpretatorów może bowiem zaważyć na prawidłowym funkcjonowaniu podsystemu przetwarzania i interpretacji. Równie niepokojący wynik uzyskano na pytanie dotyczące ilości osób gromadzących dane i opracowujących prognozy. W pierwszym przypadku uzyskano wynik - 4% , w drugim - 0%.świadczy to iż pozyskane dane są "odczytywane" a nie interpretowane. Praktyczne oznacza to iż ośrodki interpretacji nie użytkują danych z wcześniej przeprowadzonych rozpoznań. Uniemożliwia to określenie zmian jakie zaszły na rozpoznawanym terenie. Można więc stwierdzić, że dane rozpoznawcze zdobyte z dużym nakładem sił i środków są mało efektywnie wykorzystywane. Na taki stan rzeczy mają również wpływ: stosowane statki powietrzne (samolot szkolny - 68%), urządzenia rozpoznawcze (aparat fotograficzny dzienny-85%) i urządzenia interpretacyjne (szkła powiększające i lupy - 70%). Według ankietowanych szczególnie zła sytuacja panuje w zakresie wyposażenia podsystemu przetwarzania i interpretacji (65%).

Odnotowano tu całkowity brak nowoczesnych urządzeń: podstawowe urządzenia do pomiarów fotogrametrycznych (zaledwie 17%), telewizyjne zestawy interpretacyjne - 0%, komputerowe zestawy interpretacyjne - 0%. Zakres interpretowanych obiektów jest natomiast bardzo szeroki i zróżnicowany. Przeważają jednak duże obiekty powierzchniowe: lotniska - 70%, porty - 44%. Przy braku nowoczesnych urządzeń i technik interpretacji nie może więc dziwić długi czas realizacji zadań deklarowany przez ankietowanych pilotów i interpretatorów: 1 godzina - 35%, kilka godzin - 18%. Pozyskane dane są przekazywane głównie w czasochłonnej do wykonania postaci fotoszkicu (60%). W takim stanie rzeczy dość zaskakująca jest ocena wiarygodności danych z rozpoznania : 80% wiarygodności - 46 %, 60% wiarygodności - 18%. Wynik ten, według autora, wynika z oceny ankietowanych według obowiązujących w kraju norm czasowych. Można więc stwierdzić iż w systemie rozpoznania powietrznego jest świadomość tragicznego stanu poszczególnych podsystemów lecz pomimo tego panuje swoista atmosfera "samozadowolenia". Być może powodem tego stanu jest brak możliwości konfrontowania możliwości naszego systemu rozpoznania z możliwościami systemu innych krajów.

"Użytkownicy" danych rozpoznawczych wśród których przeprowadzono badania stanowili bardzo zróżnicowaną grupę. Ponad 40% ankietowanych zadeklarowało stałe wykorzystywanie danych rozpoznawczych w swojej pracy. wśród formy meldunku z którymi mają do czynienia przeważają: fotoszkic 80% lub zdjęcie lotnicze - 84%. Pozyskane dane wykorzystywane są głównie do szkolenia (86%). W małym natomiast stopniu służą do opracowywania prognoz (18%). Czas dostępu "użytkowników" do pozyskanych danych waha się od godziny (35%) do kilku godzin(30%). W skrajnych przypadkach dane są dostępne dopiero po 24 godzinach (15%). Długotrwałość oczekiwania na wyniki końcowe jest spowodowana wymaganą przez użytkowników dużą szczegółowością informacji. Oprócz faktu wykrycia i rozpoznania obiektu "użytkownicy" wymagają również dokładnego określenia współrzędnych geograficznych (56%) . Pomimo uświadamiania sobie niedostatków technicznych podsystemu pozyskiwania oraz przetwarzania i interpretacji - większość "użytkowników" ocenia uzyskiwane dane z wiarygodne w 80% (45 % ankietowanych). Wśród najbardziej pożądanej formy przekazywania danych wśród "użytkowników" pierwszeństwo uzyskały: dostęp do komputerowej bazy danych i bezpośredni przekaz obrazu. Zdjęcia satelitarne chce otrzymywać zaledwie 25% badanych. Informacje z rozpoznania powinny być dostępne: natychmiast (47%) lub po kilku minutach (45%). Podobnie jak w przypadku "dostarczycieli" - "użytkownicy" złego stanu upatrują głównie w niedostatecznym wyposażeniu rozpoznawczym SP oraz ubogim wyposażeniu interpretacyjnym. Dobrze natomiast są oceniane: sposób prowadzenia rozpoznania oraz wyszkolenie pilotów i interpretatorów. Ankietowani uważają że rozpoznanie powietrzne powinno być prowadzone w oparciu o eskadry rozpoznawczych SP (50%) lub jednostki organizacyjne BŚR (68%). Najmniej "użytkowników" widzi konieczność funkcjonowania pułków lotnictwa rozpoznawczego. Rozpoznanie powietrzne według uzyskanych wyników powinno być prowadzone stale (60%) i w każdych warunkach pogodowych (97%).

2.10.2 Wnioski z badań ankietowych

Wyniki ankiet przeprowadzonych w środowiskach "dostarczycieli" i "użytkowników" danych rozpoznawczych potwierdziły poglądy autora na stan w jakim znalazł się system rozpoznania powietrznego w WP. Niestety, wnioski z nich wypływające nie są zbyt optymistyczne. Podstawowym statkiem powietrznym realizującym zadania rozpoznawcze jest samolot TS-11 Iskra R wyposażony w lotnicze aparaty fotograficzne. Lot rozpoznawczy trwa przeciętnie ok. 60 minut. Oznacza to że po wykonaniu zdjęć filmy dotrą do laboratorium fotochemicznego dopiero po ok. 30 minutach. Obróbka fotochemiczna filmów oraz ich interpretacja realizowane są z wykorzystaniem urządzeń i metod analogicznych jak przed II Wojną Światową, co powoduje opóźnienie w procesie dystrybucji uzyskanych wyników. Wyniki przeprowadzonego rozpoznania podlegają dystrybucji w formie meldunku ustnego, zdjęcia lotniczego lub fotoszkicu. Formy fotograficzne są czasochłonne w opracowaniu co uniemożliwia dostarczenie ich w krótkim czasie do dużej liczby odbiorców jednocześnie. Tym samym dostępność danych rozpoznawczych jest mocno ograniczona.

Ankietowani głównych przyczyn małej efektywności systemu rozpoznania powietrznego upatrują w: zbyt ubogim wyposażeniu rozpoznawczym statków powietrznych, niewłaściwych rodzajach statków powietrznych wykorzystywanych do zadań rozpoznawczych, zbyt ubogim wyposażeniu interpretacyjnym służb naziemnych oraz niewłaściwym sposobie i formie dystrybucji wyników rozpoznania.

Z wyników ankiety przeprowadzonej wśród "użytkowników" jasno wynika iż dane rozpoznawcze są przez nich powszechnie i często wykorzystywane szczególnie w trakcie szkolenia. "Użytkownicy" żądają dostarczenia bardzo szerokiego zakresu informacji o wysokim stopniu szczegółowości. Wymaga to prowadzenia bardzo wnikliwej interpretacji pozyskanych danych. Jednocześnie niewielki procent respondentów wykorzystuje informacje z poprzednio wykonanych lotów rozpoznawczych do oceny zmian jakie zaszły w międzyczasie. Świadczy to o mało racjonalnym wykorzystaniu pozyskanych danych i braku bazy danych gromadzących pozyskane informacje. "Użytkownicy" postulują również zmianę formy opracowywania i dystrybucji danych rozpoznawczych. Według nich bezpośredni przekaz obrazu i dostęp do bazy danych o rozpoznanych obiektach powinny zastąpić fotoszkic.

Poprawę obecnej sytuacji według respondentów będzie można uzyskać dzięki : wykorzystywaniu do zadań rozpoznawczych statków powietrznych których konstrukcja i wyposażenie jest ściśle do tego celu przeznaczone, wprowadzeniu do eksploatacji bezpilotowych środków rozpoznawczych, opracowaniu i wprowadzeniu do eksploatacji nowych urządzeń interpretacyjnych. Urządzenia te powinny zapewnić wszechstronną i wnikliwą interpretację materiałów rozpoznawczych rejestrowanych na różnych nośnikach oraz odbiór i interpretację transmisji obrazów. Zmieniony powinien zostać również system dystrybucji danych rozpoznawczych. Stworzenie bazy danych gromadzącej obrazy i informacje o rozpoznawanych

obiektach pozwoli na racjonalne ich wykorzystanie oraz udostępnianie ich wielu odbiorcom jednocześnie.

Wyniki badań prowadzonych przez autora, opinie "dostarczycieli" i "użytkowników" danych rozpoznawczych przemyślenia i wyciągnięte wnioski pozwoliły autorowi na opracowanie koncepcji automatyzowania wybranych etapów rozpoznania powietrznego. Koncepcję tę przedstawiono w Rozdziale IV niniejszej pracy.

3. ROZPOZNANIE POWIETRZNE NATO

3.1 Rola rozpoznania powietrznego w systemie rozpoznania wojskowego armii państw NATO

Taktycy zachodni traktują prowadzenie zadań rozpoznawczych - jako odrębnej, specyficznej formy zadań bojowych **[26.]**. Przyjęto również zasadę iż taktyczne rozpoznanie powietrzne jest realizowane na korzyść wszystkich rodzajów sił zbrojnych **[28.]**. W armiach państw NATO w ramach systemu rozpoznania wyodrębniono następujące sposoby pozyskiwania informacji :

- rozpoznanie obrazowe (Imagery Intelligence - IMINT),
- rozpoznanie radioelektroniczne (Signals Intelligence - SIGINT).

Rozpoznanie radioelektroniczne obejmuje swoim zakresem :

- rozpoznanie radiowe (Communication Intelligence - COMINT),
- rozpoznanie radiotechniczne (Electronic Intelligence - ELINT),
- rozpoznanie sygnałów elektromagnetycznych (Foreign Instrumentations Signals Intelligence - FISINT).

Wykorzystując te sposoby pozyskiwania informacji możliwe jest prowadzenie rozpoznania **pierwotniego** i **wtórnego**.

Rozpoznanie pierwotne - polega na ciągłym pozyskiwaniu danych dotyczących liczebności , aktywności i możliwości potencjalnego przeciwnika. Pozyskane informacje powinny umożliwiać wypracowanie wstępnej oceny zagrożenia z jego strony. W trakcie prowadzenia rozpoznania pierwotnego wykorzystywane są pasywne środki radioelektroniczne, satelity rozpoznawcze lub rozpoznawcze SP dalekiego zasięgu. Zadaniem ich jest pozyskanie danych rozpoznawczych z jak największego obszaru przeciwnika. Przykładem rozpoznania pierwotnego mogą być misje obserwacyjne prowadzone w ramach "Traktatu o Otwartych Przestworzach " . Pozyskane informacje podlegają szczegółowej selekcji i analizie. W przypadku konieczności ich uzupełnienia prowadzone jest rozpoznanie wtórne.

Rozpoznanie wtórne - polega na pozyskiwaniu szczegółowych danych rozpoznawczych o obiektach wybranych na podstawie rozpoznania pierwotnego. Prowadzi się je przy pomocy rozpoznawczych statków powietrznych i bezpilotowych środków rozpoznawczych.

Rozpoznanie powietrzne jest postrzegane jako podstawowy element systemu rozpoznania wojskowego armii NATO. Tak wysoką rangę zawdzięcza zdolności pozyskiwania ogromnej ilości informacji dotyczących terenu i obiektów przeciwnika oraz możliwościom przestrzennym i manewrowym. Dlatego też jest prowadzone " .. *nieprzerwanie*

zarówno w okresie pokoju, narastanie zagrożenia i prowadzenia działań wojennych, niezależnie od układów politycznych i stosunków międzynarodowych. " **[28.]**.

W zależności od zakresu, głębokości, użytych środków i przeznaczenia informacji rozpoznanie powietrzne można podzielić na strategiczne, operacyjno-taktyczne i taktyczne.

Rozpoznanie strategiczne - jest prowadzone jako element rozpoznania pierwotnego z wykorzystaniem rozpoznawczych statków powietrznych dalekiego zasięgu wyposażonych w specjalistyczne aparaturę rozpoznawczą. Urządzenie rozpoznawcze muszą zarejestrować wszelkie możliwe dane i obrazy z obszaru leżącego w głębi terenu przeciwnika. Często odbywa się to z dużych wysokości lub bez naruszania przestrzeni powietrznej przeciwnika. Dlatego też do tego celu wykorzystywane są aparaty fotograficzne klasy LOROP, radary boczne z syntetyzowaną aperturą i pasywne rozpoznawcze środki radioelektroniczne. Rozważane są również możliwości stosowania bezpilotowego środka rozpoznawczego którego zasięg i długotrwałość lotu umożliwią prowadzenie rozpoznania strategicznego.

Rozpoznanie operacyjno-taktyczne jest prowadzone w węższym zakresie niż strategiczne. Ukierunkowane jest głównie na pozyskiwanie danych o konkretnych obiektach przeciwnika, dając możliwość oceny sytuacji i wypracowania decyzji na szczeblu związków operacyjno-taktycznych. W zależności od podległości sił rozpoznania oraz głębokości jego prowadzenia, w ramach rozpoznania operacyjno-taktycznego wyróżnia się:

- taktyczne rozpoznanie powietrzne (Tactical Air Reconnaissance) - do 1200 km,
- obserwację pola walki (Battlefield Reconnaissance) - do 150 km,
- powietrzne rozpoznanie morskie (See Air Reconnaissance),
- nadzorowanie przestrzeni powietrznej.

Taktyczne rozpoznanie powietrzne jest prowadzone w celu pozyskana danych dotyczących położenia przeciwnika jego zamiarów oraz oceny skutków działania wojsk własnych. Informacje te służą do wypracowania decyzji na szczeblach operacyjno - taktycznych i taktycznych. W zależności od celu prowadzenia rozpoznania taktycznego podzielono je na wstępne, poprzedzające, bezpośrednie i kontrolne.

Wstępne - prowadzone jest w trakcie pokoju, w okresie przygotowania do działań oraz w trakcie operacji. Jego celem jest pozyskanie informacji o rozmieszczeniu wojsk oraz ważnych obiektów o znaczeniu strategicznym (obiektów OPL lub środków przenoszenia broni jądrowej).

Poprzedzające - prowadzone jest w celu uaktualnienia pozyskanych wcześniej informacji, kontroli stanu i wykorzystania wykrytych obiektów, potwierdzenia celowości wykonania uderzenia oraz określenia odpowiedniego dla tego celu - czasu.

Bezpośrednie - wykonywane jest bezpośrednio przed uderzeniem na wytypowane obiekty (zazwyczaj 15 do 20 minut). Jego celem jest ostateczne potwierdzenie celowości uderzenia oraz czasu jego wykonania. Ponadto załoga realizujące rozpoznanie bezpośrednie prowadzi rozpoznanie pogody i sytuacji powietrznej.

Kontrolne - jest prowadzone w celu określenia stopnia zniszczenia lub uszkodzenia obiekty po wykonanym uderzeniu. Zazwyczaj prowadzone jest w kilka minut po nim.

W zależności od charakteru rozpoznawanych obiektów taktyczne rozpoznanie powietrzne można prowadzić :powierzchniowo (w odniesieniu do dużych obszarów przeciwnika), liniowo (w odniesieniu do szlaków komunikacyjnych), punktowo (w odniesieniu do określonych obiektów rozpoznania).

Obserwacja pola walki - stanowi uzupełnienie rozpoznania powietrznego prowadzonego przez taktyczne lotnictwo rozpoznawcze. Obserwację pola walki prowadzą głównie siły i środki lotnictwa wojsk lądowych (śmigłowce i bezpilotowe środki rozpoznawcze). Pozyskane informacje służą wykrywaniu i lokalizacji celów uderzeń rakietowo- artyleryjskich, koordynacji działań śmigłowców szturmowych oraz określeniu możliwości przeprowadzenia desantów taktycznych.

Powietrzne rozpoznanie morskie - jest prowadzone przez lotnictwo morskie nad terenem własnych wód terytorialnych jak i nad terenem wód terytorialnych przeciwnika. W zależności od obszarów i obiektów powietrzne rozpoznanie morskie obejmuje: rozpoznanie powierzchni akwenów (wykrywanie i lokalizacja jednostek pływających), rozpoznanie pod powierzchnią akwenów (lokalizacja łodzi podwodnych), obserwację przestrzeni powietrznej, rozpoznanie wybrzeży.

Konflikty zbrojne jakie miały miejsce w ubiegłym dziesięcioleciu dowiodły że rozpoznanie powietrzne wciąż odgrywa dominującą rolę w systemie rozpoznania wojskowego. Spodziewany jest również ciągły wzrost jego znaczenia. Zakłada się, iż ponad 50 % informacji pozyskiwanych na współczesnym polu walki będzie pochodziło z systemów rozpoznania powietrznego. Wojna w Zatoce Perskiej, która miała wykazać wyższość systemów rozpoznania satelitarnego paradoksalnie stała się powodem powrotu do starych sposobów pozyskiwania danych rozpoznawczych. . W celu porównania systemów rozpoznania powietrznego funkcjonujących w WP i armiach innych państw NATO dokonano analizy poszczególnych elementów tworzących poszczególne podsystemy. Zgodnie z przyjętą konwencją przedstawiono: statki powietrzne wykorzystywane do prowadzenia rozpoznania, urządzenia rozpoznawcze, wyposażenie fotochemiczne i interpretacyjne naziemnych ośrodków oraz zasady ich funkcjonowania.

3.2 Statki powietrzne wykorzystywane do prowadzenia rozpoznania

Statki powietrzne wykorzystywane do prowadzenia rozpoznania powietrznego stanowią bardzo rozległą rodzinę konstrukcji. Część z nich od początku była projektowana z założeniem wykorzystania do zadań rozpoznawczych. Część z nich została do ich realizacji adoptowana poprzez wprowadzenie odpowiednich modyfikacji. Dlatego też różnią się pomiędzy sobą miejscem zabudowy urządzeń rozpoznawczych i zakresem ich integracji z systemami pokładowymi. Należy jednak stwierdzić że ze względu na wagę przykładaną do prowadzenia zadań rozpoznawczych, statki powietrzne wykorzystywane do tych celów są wyposażane w najnowocześniejsze rozwiązania systemów awionicznych. Autor przeanalizował konstrukcje i wyposażenie samolotów: **Lockheed U-2, RF4C-Phantom, RF-18D Hornet, Tornado, Mirage III, Mirage F1CR, Lockheed F-117A** oraz śmigłowców: **Bell OH-58 A Kiowa, Puma HC-1, SA 342B GAZELLE, MBB Kawasaki BK-117, UH-1H Iroquis.** Ze względu na objętość zgromadzonego materiału został on zamieszczony w ZAŁĄCZNIKU.

3.3 Bezpilotowe środki rozpoznawcze

Pierwsze prace konstrukcyjne nad bezpilotowymi środkami rozpoznawczymi (BŚR) podjęto już na przełomie lat pięćdziesiątych i sześćdziesiątych. W literaturze tematu jako pierwszą konstrukcję, która została wdrożona do produkcji wymienia się amerykański BŚR Ryan - 147 (BQM - 34 "Firebee"). Powstał on w maju 1962 roku [7.]. W dwa lata później, na Okinawie stacjonowała już pierwsza amerykańska bojowa jednostka organizacyjna BŚR. Doświadczenia zdobyte podczas wojny w Wietnamie oraz pozytywne wyniki zastosowania spowodowały że BŚR stały się uznanym i chętnie stosowanym środkiem rozpoznania powietrznego. Duży wkład w rozwój konstrukcji ma również Izrael, który stosował BŚR masowo w czasie wojny w 1973 i 1982 roku. Obecnie bezpilotowymi środkami rozpoznania dysponują : Stany Zjednoczone, Rosja, Izrael, RPA, Argentyna, Australia, Kanada, Niemcy, Francja, W. Brytania, Włochy, Belgia, Republika Czeska, Bułgaria, Irak i Chiny. Należy się jednak spodziewać iż w najbliższym czasie liczba państw posiadających konstrukcje własne lub zakupione znacznie się powiększy.

System rozpoznania powietrznego oparty o bezpilotowy środek rozpoznawczy umożliwia prowadzenie wielozakresowego rozpoznania powietrznego (fotograficznego, telewizyjnego termalnego) niezależnie od warunków pogodowych oraz oświetlenia. Do niewątpliwych zalet zaliczyć ponadto należy : możliwość transmisji obrazu i danych w czasie rzeczywistym, dokładność lokalizacji wykrytych obiektów rzędu 200 m, możliwość sterowania ręcznego (przez operatora) lub wykonywanie lotu po zadanej trasie oraz pełną mobilność całości systemu. Wartym podkreślenia jest również dużo niższy koszt wytworzenia i eksploatacji środka w porównaniu z samolotem rozpoznawczym. Konstrukcje bezpilotowych środków rozpoznawczych różnią się pomiędzy sobą wieloma szczegółami. Wpływa na to

różnorodność sposobów ich wykorzystywania i przeznaczenie materiałów rozpoznawczych które pozyskują. Ze względu na zasięg prowadzonego rozpoznania i szczebel zastosowania można je podzielić na dwie podstawowe grupy.

Bezpilotowe środki rozpoznawcze dla zastosowań taktycznych

Zadaniem tej klasy środków jest :

- prowadzenie rozpoznania powietrznego z wykorzystaniem fotograficznych, telewizyjnych, termalnych lub radioelektronicznych urządzeń rozpoznawczych,
- prowadzenie walki radioelektronicznej obezwładniającej łączność w punktach dowodzenia oraz zakłócającej systemy naprowadzania środków przeciwlotniczych,
- wskazywanie lub podświetlanie wiązką laserową pojedynczych celów przeciwnika.

Często także wykorzystywane są jako swoista "przynęta" która wlatując w przestrzeń powietrzną przeciwnika powoduje uaktywnienie się radiotechnicznych środków obrony przeciwlotniczej.

Dla celów taktycznych wykorzystuje się większość konstrukcji bezpilotowych środków rozpoznawczych. Wynika to z ich zasięgu - ograniczonego zasięgiem urządzeń sterujących i transmisyjnych do ok.100 km, oraz długotrwałości lotu - od kilku minut do kilku godzin. Podstawowe dane techniczne taktycznych BŚR zamieszczono ZAŁĄCZNIKU . Wśród tej kategorii BŚR, obok klasycznej - najliczniejszej, można jeszcze wyodrębnić dwie interesujące grupy konstrukcji :

mikro - konstrukcje te są zbliżone wymiarami bardziej do dużego modelu niż statku powietrznego (rozpiętość skrzydeł ok. 3 m, długość ok. 2.5 m). Wyposażenie rozpoznawcze ze względu na wagę - ograniczone do minimum (kamera TV lub LLLTV). Szczegółowe dane o konstrukcjach należących do tej grupy zamieszczono w ZAŁĄCZNIKU.

pilotowane/bezpilotowe - konstrukcje ta powstała z myślą o wielofunkcyjnym wykorzystaniu do celów rozpoznawczo - patrolowych małego statku powietrznego.W tym celu w istniejący - klasyczny układ sterowania zabudowano urządzenia sterowania zdalnego. Takie rozwiązanie umożliwia wykonywanie lotów rozpoznawczych lub patrolowych lub w razie konieczności wykorzystanie jako środka bezpilotowego. Start i lądowanie odbywają się w sposób klasyczny, co oprócz rozmiarów konstrukcji jest istotną niedogodnością. Zaletą tego rozwiązania jest możliwość różnorodnych zastosowań (także jako środka transportu) oraz zwiększony (w stosunku do innych grup konstrukcji) udźwig aparatury rozpoznawczej.

Bezpilotowe środki rozpoznawcze dla zastosowań operacyjnych

Zadaniem tej klasy środków jest :

- prowadzenie rozpoznania powietrznego z wykorzystaniem fotograficznych, telewizyjnych, termalnych lub radioelektronicznych urządzeń rozpoznawczych, w odległości do 1000 km od linii frontu,
- prowadzenie obserwacji węzłów komunikacyjnych oraz innych ważnych obiektów operacyjnych i strategicznych na zapleczu przeciwnika,
- realizowanie ciągłych zadań patrolowych dużych obszarów terenu,
- prowadzenie podsłuchu radiowego przeciwnika,
- zapewnienie łączności satelitarnej w patrolowanym terenie.

Obecnie jedynie kilka państw (przodujących w konstrukcjach BŚR) posiada i wykorzystuje bezpilotowe środki rozpoznawcze dla celów operacyjnych. Wpływa na to wysoki koszt stosowanej aparatury rozpoznawczej oraz konieczność wykonania pokrycia konstrukcji w technologii stealth. Stratedzy amerykańscy uważają jednak iż w najbliższym pięcioleciu szereg państw opracuje bądź zakupi bezpilotowe środki rozpoznawcze dla zastosowań operacyjnych . Szczegółowe dane taktyczno - techniczne wybranych strategicznych środków zamieszczono w ZAŁĄCZNIKU.

3.4 Urządzenia rozpoznania obrazowego

3.4.1 Lotnicze aparaty fotograficzne

Pomimo rozwoju innych rodzajów urządzeń rozpoznawczych - aparaty fotograficzne nadal są podstawowym elementem wyposażenia rozpoznawczych statków powietrznych. Lotnicze aparaty fotograficzne z powodzeniem stosują armie krajów dysponujących najnowocześniejszymi rozpoznawczymi urządzeniami optoelektronicznymi i rozwiniętą techniką wojskową. Dowodzi to że rozpoznanie fotograficzne jest ciągle traktowane na równi z pozostałymi metodami pozyskiwania danych. Na taki stan rzeczy niewątpliwy wpływ mają : stosunkowo niskie koszty eksploatacji i bardzo dobra jakość uzyskiwanych zobrazowań. Rozpoznawcze statki powietrzne krajów należących do NATO są wyposażone w kilka rodzajów konstrukcji aparatów fotograficznych. Zaliczyć do nich należy: aparaty kadrowe, panoramiczne oraz aparaty LOROP wykonujące zdjęcia skośne dalekiego zasięgu.

3.4.1.1 Aparaty kadrowe

Aparaty kadrowe są standardowym wyposażeniem rozpoznawczych statków powietrznych. Współczesne konstrukcje charakteryzują się wysokim stopniem

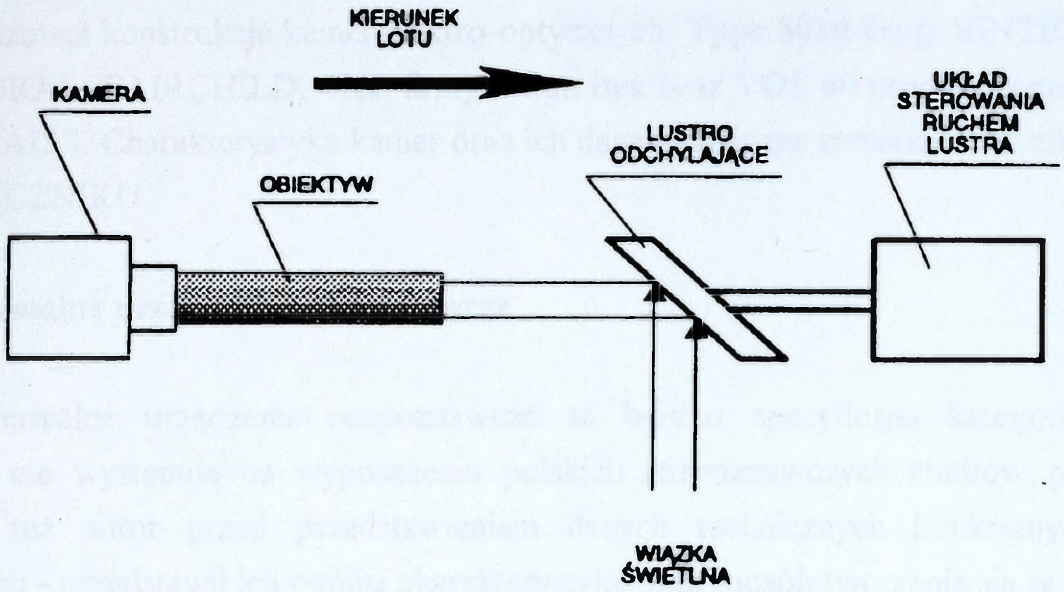
zautomatyzowania. Wyposażone są najczęściej w automatyczne układy doboru parametrów ekspozycji w zależności od warunków oświetlenia. Często spotykanym rozwiązaniem jest również integracja aparatu z pokładowym systemem nawigacyjnym. Dzięki temu jednocześnie z ekspozycją obrazu na krawędzi filmu nanoszone są dane dotyczące współrzędnych statku powietrznego w chwili wykonania zdjęcia, jego prędkość i wysokość. Informacje te są niezwykle użyteczne w dalszych procesach interpretacji uzyskanych zdjęć. Aparaty eksploatowane przez armie innych państw NATO różnią się od stosowanych w Polsce - szerokością używanych filmów. Zachodnie aparaty wykorzystują filmy o szerokościach: 70 mm, 126 mm i 240 mm. Najczęściej stosowanymi filmami są EK 3412 produkowane przez firmę KODAK oraz PAN 200 niemieckiej firmy AGFA. Autor przeanalizował konstrukcje aparatów kadrowych firmy OMERA: **AA6.61, AA6.62, AA3.33, AA3.35, AA1.16.1** oraz **KS-87** produkowanego przez firmę FAIRCHILD. Dane techniczne aparatów oraz ich charakterystyka zamieszczone zostały w ZAŁĄCZNIKU.

3.4.1.2 Aparaty panoramiczne

Aparaty panoramiczne, dzięki możliwości rejestrowania obrazu terenu: "od horyzontu - do horyzontu" są stosowane często i chętnie . Najczęściej są zabudowywane w zasobnikach rozpoznawczych. Aparaty panoramiczne umożliwiają zobrazowania dużego obszaru, ale uzyskane zobrazowania nie nadają się prowadzenia dokładnej interpretacji i pomiarów fotogrametrycznych. Jest to efektem charakterystycznego zniekształcania obrazu w strefach "przyhoryzontalnych". Dlatego też najczęściej są stosowane w połączeniu z aparatami kadrowymi. które są tej wady pozbawione. Autor przeanalizował konstrukcje aparatów panoramicznych firmy OMERA: **AA6.40, AA3.51**; firmy VINTEN: **Type 751, Type 900** oraz aparatu **KS-153** produkowanego przez niemiecką firmę KARL ZAISS. Dane techniczne aparatów oraz ich charakterystyka zamieszczone zostały w ZAŁĄCZNIKU.

3.4.1.3 Aparaty LOROP

Rozwój sposobów i środków obrony przeciwlotniczej sprawił, że przeprowadzenie lotu rozpoznawczego bezpośrednio nad terenem przeciwnika jest coraz trudniejsze. Ponadto rozpoznanie powietrzne prowadzone w warunkach pokoju powinno odbywać się bez naruszania obcej przestrzeni powietrznej. Z tych właśnie względów opracowano urządzenia rozpoznawcze umożliwiające pozyskiwanie informacji o przeciwniku bez konieczności wykonania lotu nad rozpoznawanym terenem. W zakresie rozpoznania obrazowego do tego celu wykorzystywane są aparaty fotograficzne wykonujące fotografię skośną dalekiego zasięgu LOROP (ang. LOng Range Oblique Photography). Aparaty te posiadają bardzo charakterystyczny układ optyczny. Wyposażone są w obiektywy o bardzo długiej ogniskowej i lustrzany układ odchylania wiązki świetlnej . Sposób fotografowania przedstawia rys. 7.



Rys. 7. Sposób fotografowania przez aparat klasy LOROP.

Aparaty LOROP dzięki zastosowaniu obiektywu o tak dużej ogniskowej mogą wykonywać zdjęcia terenu lub obiektów znajdujących się w odległości nawet kilkudziesięciu kilometrów, na trawersie statku powietrznego . Rozmiary obiektywu powodują jednak konieczność umieszczenia aparatu w zasobniku podwieszanym. Autor przeanalizował konstrukcje aparatów LOROP: **AA38.100** firmy OMERA, **KA-102** firmy Litton Itek, **Type 690** firmy VINTEN oraz **KS-147A** produkowanego przez Recon/Optical. Charakterystykę tych aparatów oraz ich dane techniczne zamieszczono w ZAŁĄCZNIKU.

3.4.2 Kamery elektro - optyczne

Kamery elektro - optyczne są najnowszym typem urządzeń wykorzystywanych w rozpoznaniu obrazowym. Konstrukcja ta powstała w wyniku nieustannego dążenia do opracowania urządzenia rejestrującego obraz o jakości zbliżonej do fotograficznej i udostępniającego ten obraz " odbiorcom " w jak najkrótszym czasie. Opracowanie nowego rodzaju detektora (w postaci " linijki " półprzewodników) i zastąpienie nim klasycznej matrycy obrazowej pozwoliło na spełnienie wymogów wysokiej jakości obrazu i krótkiego czasu dostępu. Kamery elektro - optyczne są jednak bardzo drogie. Według informacji jakie autor uzyskał podczas prezentacji urządzeń rozpoznawczych w firmie CARL ZEISS w Oberkochen - koszt wytworzenia kamery elektro - optycznej jest ośmio krotnie wyższy niż dobrej jakości lotniczego aparatu fotograficznego. Dlatego też urządzenia te nie występują powszechnie na wyposażeniu rozpoznawczych statków powietrznych. Wartym podkreślenia jest ponadto fakt iż do zapisu i interpretacji pozyskanych obrazów konieczne jest stosowanie zupełnie odmiennych urządzeń niż w przypadku klasycznych kamer telewizyjnych czy termalnych. Można więc dojść do wniosku iż nie należy się spodziewać szybkiego zastąpienia

dotychczas stosowanych urządzeń rozpoznawczych kamerami elektro - optycznymi. Autor przeanalizował konstrukcje kamer elektro-optycznych: **Type 8010** firmy VINTEN, **F-979LE** firmy LORAL- FAIRCHILD, **4KL** firmy Litton Itek oraz **VOS 60** produkowanej przez firmę KARL ZAISS. Charakterystyka kamer oraz ich dane techniczne zamieszczone zostały w ZAŁĄCZNIKU.

3.4.3 Termalne urządzenia rozpoznawcze

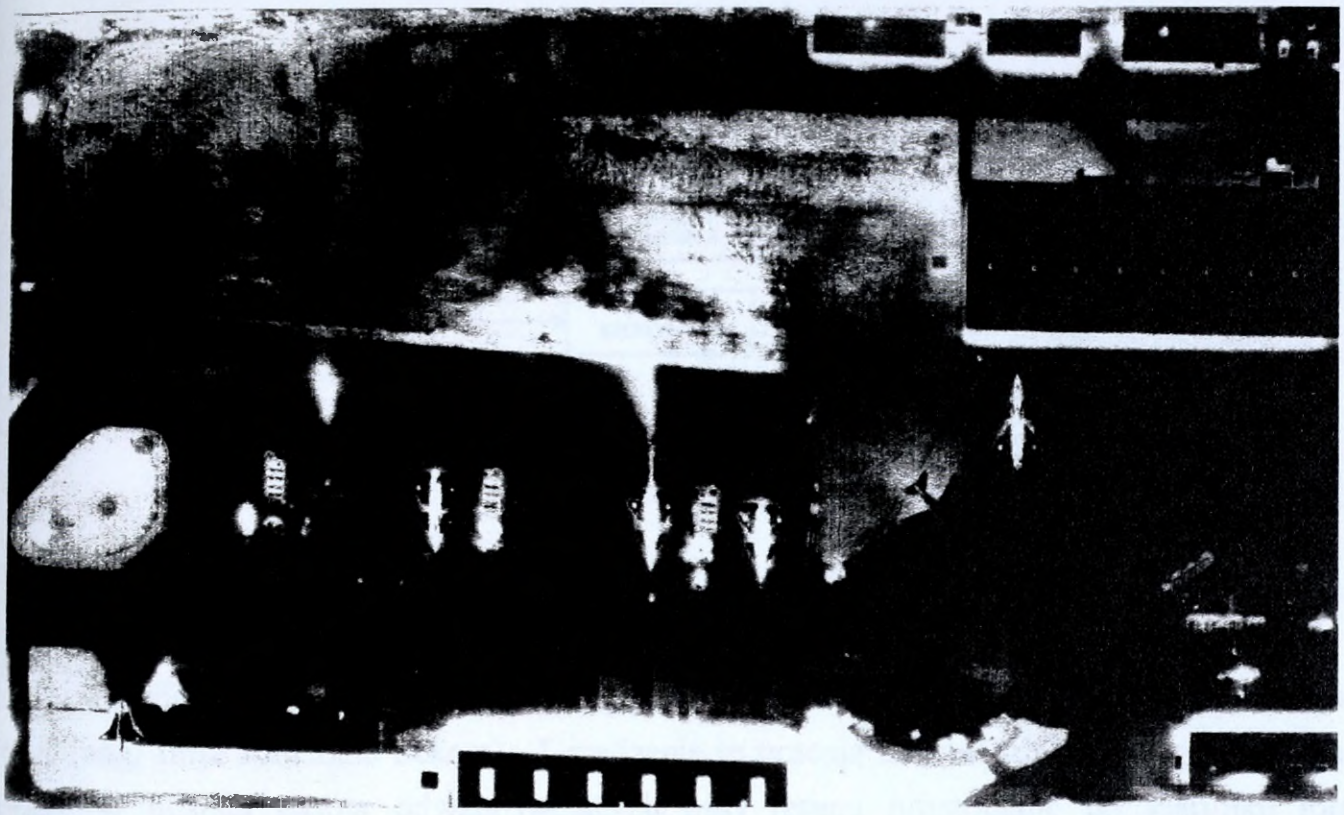
Termalne urządzenia rozpoznawcze są bardzo specyficzną kategorią urządzeń. Niestety nie występują na wyposażeniu polskich rozpoznawczych statków powietrznych. Dlatego też autor przed przedstawieniem danych technicznych konkretnych urządzeń termalnych - przedstawił ich ogólną charakterystykę oraz sposób tworzenia się w nich obrazu.

Ogólna charakterystyka urządzeń

Pierwszym urządzeniem umożliwiającym otrzymanie obrazu termalnego był ewaporograf. Opracowano go już w 1929 roku. Obraz uzyskiwano na specjalnym kartonie pokrytym olejem. W tych miejscach kartonu gdzie zobrazowany był obiekt o wyższej temperaturze olej odparowywał szybciej. Jakość uzyskiwanego obrazu była bardzo niska, ale sam efekt stanowił bodziec do dalszych badań naukowych w tej dziedzinie.

Kolejnym urządzeniem umożliwiającym uzyskanie obrazów termalnych był zwykły aparat fotograficzny. Udoskonalanie składu chemicznego emulsji światłoczułej filmów pozwoliło na przesunięcie górnego zakresu uczulenia filmów z 720 nm do 830 nm. W tym zakresie uczulenia uzyskuje się już dobrej jakości obrazy obiektów których temperatura jest wyższa od temperatury " tła ".

Istotą zobrazowania termalnego jest zamiana energii cieplnej wypromieniowywanej przez każde ciało, którego temperatura jest wyższa od zera absolutnego, na sygnały których dalsza obróbka umożliwia wizualizację. W zależności od temperatury ciała wypromieniowuje ono fale elektromagnetyczne o różnej długości. Dlatego też zobrazowanie termalne jest tak cennym materiałem obrazowym. Oprócz klasycznych cech charakterystycznych takich jak kształt czy wymiary, zawiera bowiem cały szereg dodatkowych danych określających stan obiektu. Spowodowało to że urządzenia termalne szybko znalazły zastosowanie w diagnostyce technicznej i rozpoznaniu powietrznym. Dzięki nim uzyskano możliwość: prowadzenia rozpoznania w nocy i złych warunkach pogodowych, wykrywania obiektów zamaskowanych przed rozpoznaniem fotograficznym czy wzrokowym, określania stanu zobrazowanych obiektów dzięki innemu zabarwieniu elementów ciepłych (np. gorący silnik samolotu, komin statku itp.). Przykład zobrazowania termalnego zarejestrowanego na filmie fotograficznym - podczerwonym przedstawiono poniżej.

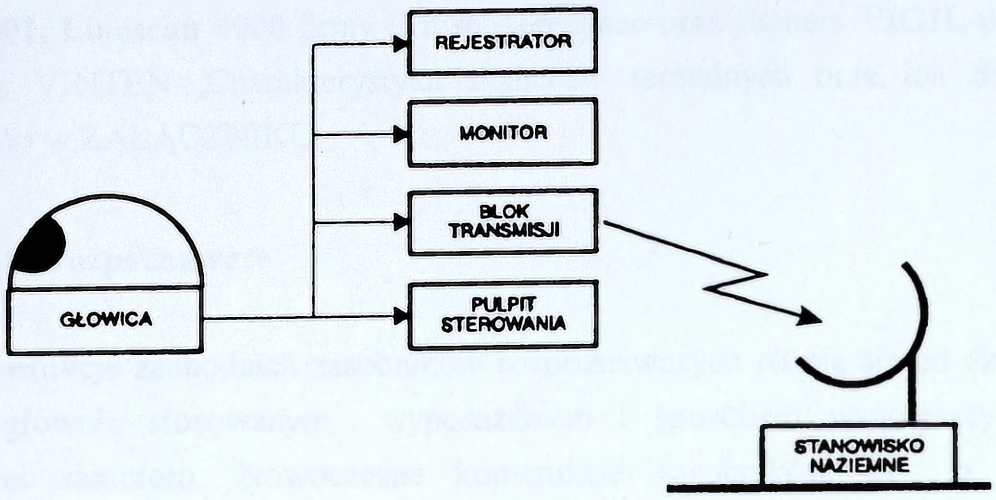


Rys.8. Zobrazowanie termalne zarejestrowane przez skaner RS 710 na filmie fotograficznym. Elementy "gorące" występują w jaśniejszej barwie.

Dynamiczny rozwój elektroniki i półprzewodników umożliwił stworzenie detektorów promieniowania termalnego. Wykonane są one w formie matrycy (podobnie jak w kamerach telewizyjnych CCD) lub tzw. linijki gdzie poszczególne elementy są ustawione jeden za drugim. Do wykonania elementów detektora używa się: siarczku ołowiu, selenku ołowiu, antymonku indu, stopów germanu i rtęci, germanu i miedzi lub germanu i cynku. Fizyczne uwarunkowania pozyskiwania i interpretacji obrazów termalnych przedstawiono szerzej w punkcie 3.11.

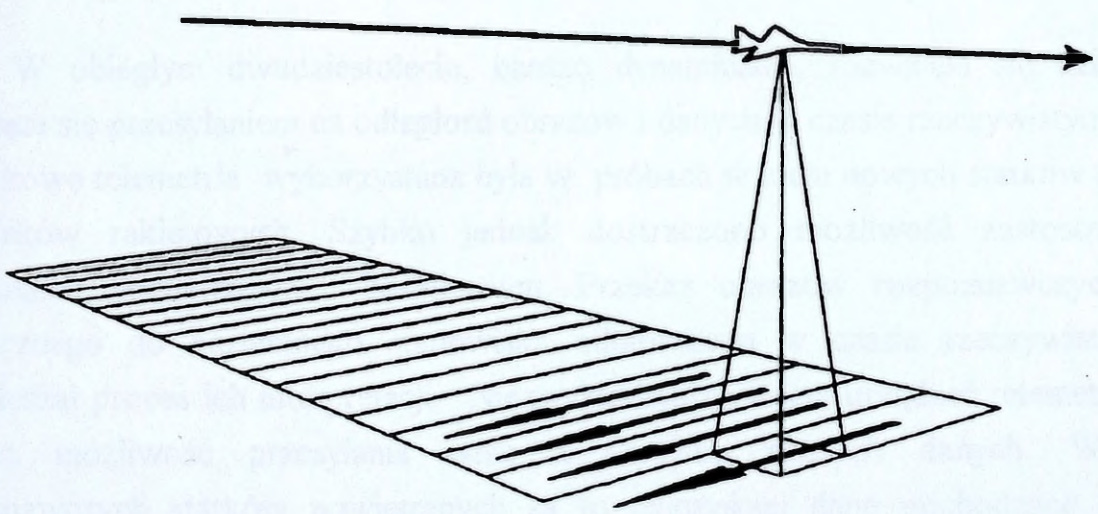
Współcześnie jako wyposażenie rozpoznawczych statków powietrznych znajdują się dwa podstawowe typy urządzeń termalnych : kamery i skanery termalne.

Kamery termalne stanowią zazwyczaj element wyposażenia zasobników rozpoznawczych samolotów. Śmigłowce rozpoznawcze wykorzystują je łącznie z kamerami telewizyjnymi zabudowanymi na jednej platformie montażowej stabilizowanej giroskopowo. Kamery wraz z platformą i dalmierzem laserowym tworzą pokładowy system obserwacyjno - rozpoznawczy. Dodatkowymi elementami system są : pulpit sterowania z monitorem i rejestrator magnetyczny. Schemat systemu obserwacyjno - rozpoznawczego przedstawiony jest na rys.9. Autor przeanalizował konstrukcje następujących systemów obserwacyjno-rozpoznawczych: **MMS** firmy MCDONNELL DOUGLAS, **ISTEC** firmy ISTEC Inc, **Chlio** firmy TRT - THOMSON, **PACIS** firmy OFFICINE GALLILEO GALIFLIR, **TYPE 221** firmy FERRANTI. Charakterystyka urządzeń oraz ich dane techniczne zamieszczono w ZAŁĄCZNIKU.



Rys. 9. Schemat systemu obserwacyjno - rozpoznawczego

Drugim rodzajem termalnych urządzeń rozpoznawczych są skanery podczerwieni IRLS (ang. Infra Red Line Scaner). Urządzenie te pracują na zasadzie liniowego tworzenia obrazu w postaci pasów odwzorowujących pasy terenu prostopadłe do kierunku lotu. Możliwość skanowania "od horyzontu do horyzontu" uzyskuje się dzięki zastosowaniu okładu optycznego złożonego z obiektywu i lustra obrotowego lub pryzmatu. Sposób skanowania terenu przedstawiony jest na rys. 10.



Rys. 10. Sposób skanowania terenu

Skanery termalne są głównie wykorzystywane przez samoloty i bezpilotowe środki rozpoznawcze. Najczęściej stanowią jeden z elementów wyposażenia zasobnika rozpoznawczego. Obecnie spotyka się dwa rodzaje skanerów. Starsze wykorzystują do rejestracji obrazów błonę fotograficzną. Nowsze rozwiązania stosują już zapis obrazu na taśmie magnetycznej. Te ostatnie umożliwiają natychmiastowe zobrazowanie rozpoznawanego terenu na monitorze pokładowym lub transmisję obrazu w czasie rzeczywistym do naziemnych stanowisk interpretacyjnych. . Autor przeanalizował konstrukcje stosowanych skanerów

termalnych: **VKA - 702, RD-702, RS-710, RS-710E** firmy Texas Instruments; **Linescan 214, Linescan 401, Linescan 4000** firmy British Aerospace oraz skanera **VIGIL** produkowanego przez firmę VINTEN. Charakterystyka skanerów termalnych oraz ich dane techniczne zamieszczono w ZAŁĄCZNIKU.

3.5 Zasobniki rozpoznawcze

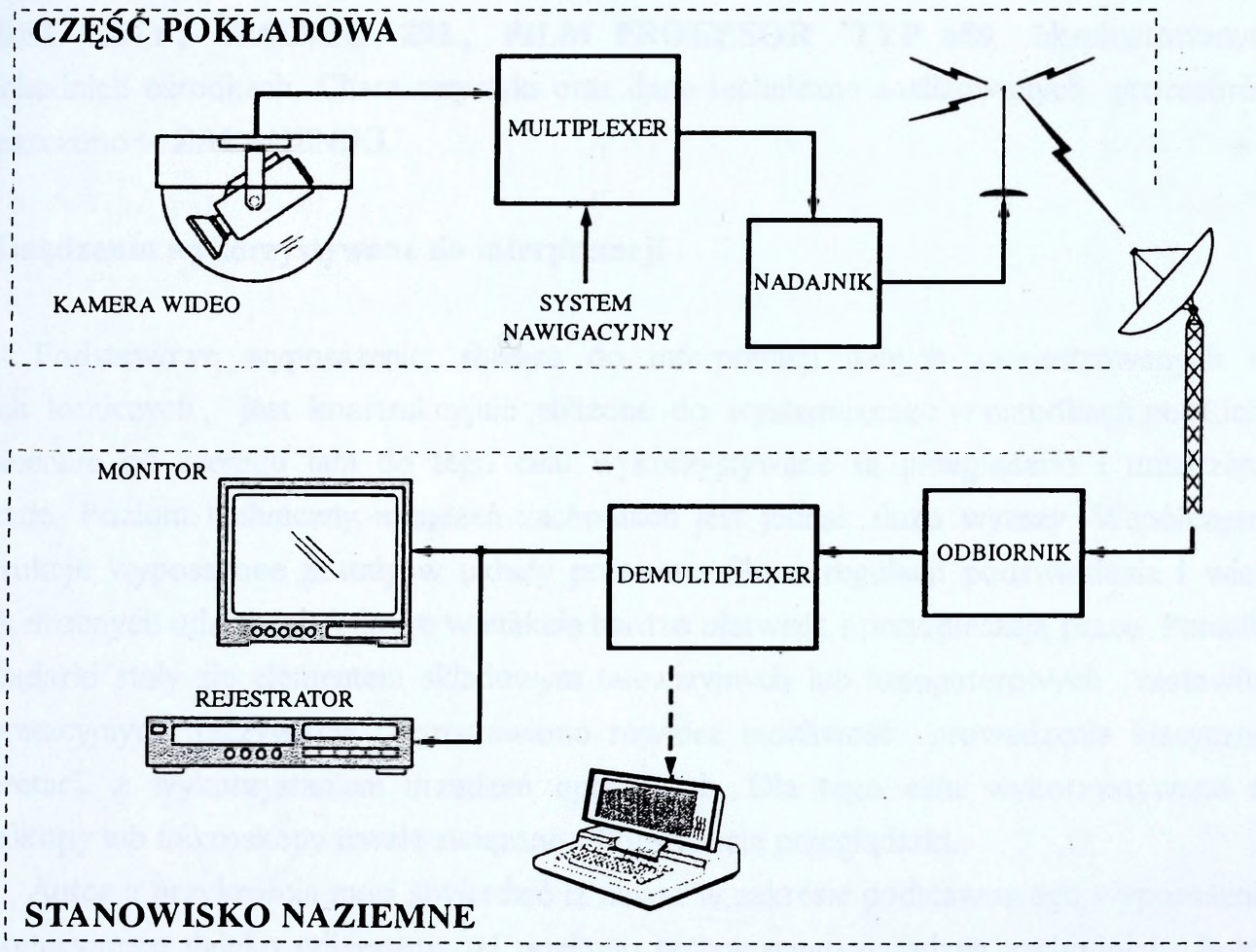
Konstrukcje zachodnich zasobników rozpoznawczych różnią się od eksploatowanych w Polsce głównie stosowanym wyposażeniem i sposobem współpracy z systemami pokładowymi samolotu. Nowoczesne konstrukcje zasobników są z nimi bowiem zintegrowane. Dzięki temu, zobrazowania pozyskiwane przez kamery lub skanery mogą być zobrazowane na monitorze pokładowym a dane pilotażowo nawigacyjne łączone z wybranymi zdjęciami lub fragmentami zapisu na taśmie magnetycznej. Autor zapoznał się z konstrukcją oraz wyposażeniem następujących zasobników stosowanych przez inne kraje NATO: **GAF Recce Pod** firmy MBB, **ATARS** firmy MC DONNELL DOUGLAS i LORAL, **RED BARON** i **GREEN BARON** firmy FFV, **TARPS** firmy Fairchild, **VICON - 18 ,VICON - 57** firmy VINTEN oraz **SAMSON**. Charakterystyka zasobników oraz stosowanego w nich wyposażenia wraz z danymi technicznymi zamieszczone zostały w ZAŁĄCZNIKU.

3.6 Urządzenia telemetryczne

W ubiegłym dwudziestoleciu, bardzo dynamicznie, rozwinęła się dziedzina nauki zajmująca się przesyłaniem na odległość obrazów i danych w czasie rzeczywistym - telemetria. Początkowe telemetria wykorzystana była w próbach w locie nowych statków powietrznych i pocisków rakietowych. Szybko jednak dostrzeżono możliwość zastosowania jej w rozpoznaniu powietrznym i kosmicznym. Przekaz obrazów rozpoznawczych ze statku powietrznego do naziemnego stanowiska odbiorczego w czasie rzeczywistym znacznie przyspieszał proces ich interpretacji. Niezwykle istotną zaletą urządzeń telemetrycznych jest również możliwość przesyłania wraz z obrazem różnych danych. W przypadku rozpoznawczych statków powietrznych są to najczęściej dane pochodzące z komputera pokładowego lub systemu nawigacyjnego dotyczące położenia jego samego lub wykrytego obiektu. Ogólny schemat łącza telemetrycznego przedstawiono na rys. 11. W skład łącza telemetrycznego wchodzą: źródła sygnału VIDEO (kamery lub skanery termalne), multiplexer, blok nadawczy, antena nadawcza, antena odbiorcza, demultiplexer, rejestrator magnetyczny i monitor.

Sygnał wideo generowany przez urządzenia rozpoznawcze jest podawany do multiplexera który ma możliwość syntezy kilku różnych sygnałów. W nim następuje połączenie sygnału wizyjnego z sygnałami z systemu nawigacyjnego lub komputera pokładowego. Połączone sygnał po przez blok nadawczy oraz antenę są transmitowane do stanowiska naziemnego . Odebrane przez antenę odbiorczą podlegają rozdzieleniu

w demultiplexerze. Sygnał wideo zostaje podany na monitor i rejestrator natomiast dane cyfrowe są obrazowane w komputerze. Ten skrócony i bardzo uproszczony opis sposobu działania łącza nie oddaje ogromnej złożoności problemu. Literatura tematu **[34.]** jednoznacznie zwraca uwagę iż decydującą rolę dla właściwego funkcjonowania łącza stanowią urządzenia naziemne. Ze względu na demaskujące właściwości transmisji, moc pokładowych urządzeń nadawczych została ograniczona do niezbędnego minimum. Tym samym konieczne stało się zastosowanie w stanowisku naziemnym bardzo czułych i selektywnych anten kierunkowych. Wpływa to na wysokość kosztów ponoszonych na opracowanie łącza telemetrycznego. Jedną z istotnych wad łącza jest ograniczony zasięg transmisji. Dostępne autorowi materiały szacują zasięg transmisji na ok. 100 km.



Rys. 11. Schemat łącza telemetrycznego

Niestety nigdy informacje te nie są odnoszone do wysokości z jakiej transmisja ma miejsce. Celem zwiększenia zasięgu stosuje się transmisję danych lub obrazów pomiędzy samolotami w powietrzu. Sposób taki zastosowany został na samolotach Tornado.

Dane dotyczące konstrukcji lub parametrów technicznych urządzeń telemetrycznych zastosowanych w rozpoznaniu są bardzo rzadko publikowane. Wiąże się to z ochroną przed możliwością zakłócenia przekazu lub "przechwycenia" przez przeciwnika. Autorowi udało się jednak uzyskać informacje o urządzeniach stanowiących pokładową część łącza oraz stosowanych częstotliwościach transmisji. W ZAŁĄCZNIKU zamieszczono charakterystyki,

dane techniczne oraz wykorzystywane częstotliwości urządzeń nadawczych: **T300 S/L, T400 S/L, T700 S/L, T800 S/L, ST400, HE 1502 VP, HE 1508 VP-G2, HE 1520 VP**; odbiorników: **RCC-300 L/S, RCC-300 SYN, GSR 100/200/300 SYN**; multiplexera: **VM-101 FM** i demultiplexera: **VSD-100**.

3.7 Urządzenia wykorzystywane do obróbki fotochemicznej

W zachodnich ośrodkach interpretacji podstawowym elementem wyposażenia są procesory fotochemiczne. Obróbka ręczna filmów (spotykana w ośrodkach polskich) została całkowicie zaniechana. Dzięki temu wyeliminowano możliwość niewłaściwej obróbki filmu i całkowicie zautomatyzowano proces obróbki fotochemicznej. Autor miał możliwość zapoznania się z konstrukcjami procesorów **GEVATONE 66, KODAK PROCESSOR MODEL 1611 , WAINCO 292 , FILM PROCESOR TYP 650** eksploatowanych w zachodnich ośrodkach. Charakterystyki oraz dane techniczne analizowanych procesorów zamieszczono w ZAŁĄCZNIKU.

3.8 Urządzenia wykorzystywane do interpretacji

Podstawowe wyposażenie, służące do interpretacji danych zarejestrowanych na filmach lotniczych , jest konstrukcyjnie zbliżone do występującego w ośrodkach polskich. Niezmiennie od szeregu lata do tego celu wykorzystywane są przeglądarki i urządzenia optyczne. Poziom techniczny urządzeń zachodnich jest jednak dużo wyższy. Współczesne konstrukcje wyposażone zostały w układy przesuwu filmu, regulacji podświetlenia i wiele innych drobnych udogodnień, które w efekcie bardzo ułatwiają i przyspieszają pracę. Ponadto przeglądarki stały się elementem składowym telewizyjnych lub komputerowych zestawów interpretacyjnych. Oczywiście pozostawiono również możliwość prowadzenia klasycznej interpretacji z wykorzystaniem urządzeń optycznych. Dla tego celu wykorzystywane są stereoskopy lub mikroskopy trwale związane z konstrukcją przeglądarki.

Autor z przykrością musi stwierdzić iż nawet w zakresie podstawowego wyposażenia interpretacyjnego daleko odbiegamy od poziomu technicznego urządzeń zachodnich. Autor przeprowadził analizę konstrukcji przeglądarek wykorzystywanych przez zachodnie ośrodki interpretacyjne. Charakterystyka oraz dane techniczne przeglądarek: **BOFORS AIT - 100, HYCON AR - 106, VINTEN 657, VINTEN 666, SINGER 787 - 3, SINGER 787 - 2 SINGER 787 - 1, RICHARDS LTMS** zamieszczono w ZAŁĄCZNIKU.

3.8.1 Optyczne zestawy interpretacyjne

Optyczne zestawy interpretacyjne stanowią podstawowe wyposażenie służące do analizy filmów i zdjęć lotniczych. W ich skład wchodzą : przeglądarki filmów, lupy lub szkła powiększające oraz stereoskopy. Wykorzystując te urządzenia, interpretator analizuje

pozyskane dane obrazowe zgodnie ze schematem przedstawionym na rys. 12. Optyczny sposób interpretacji sprawdza się w przypadku interpretowania niewielkiej liczby kadrów filmu lub obiektów prostych.. Jest jednaki mało efektywny w przypadku obiektów złożonych lub zamaskowanych. Dlatego też są one traktowane jako niezbędnym uzupełnienie nowoczesnych telewizyjnych lub komputerowych zestawów interpretacyjnych. W ZAŁĄCZNIKU przedstawione zostały charakterystyki i wyposażenie eksploatowanych zestawów: **VINTEN, SINGER 797, SINGER CV - 2A, SINGER MK - 913/G**.

3.8.2 Telewizyjne zestawy interpretacyjne

Wraz ze wzrostem ilości materiałów rozpoznawczych pojawiła się konieczność opracowania nowocześniejszych i efektywniejszych urządzeń interpretacyjnych. Na ich powstanie i rozwój miało również wpływ wykorzystanie do rejestrowania obrazów - taśmy magnetycznej. Obraz zapisany na taśmie nie mógł być bowiem analizowany i interpretowany przy pomocy starych metod i urządzeń. Dlatego też na początku lat osiemdziesiątych opracowano telewizyjne zestawy interpretacyjne. Służą do analizy materiałów zarejestrowanych na błonach fotograficznych i przeglądania materiałów zarejestrowanych na taśmach magnetycznych przez telewizyjne lub termalne urządzenia rozpoznawcze. W skład zestawu wchodzą najczęściej : przeglądarka błon fotograficznych; kamera (kamery) CCD; monitor (monitory); odtwarzacz taśmy magnetycznej; videoprinter i łącze transmisyjne.

Zastosowanie techniki telewizyjnej w procesie interpretacji umożliwia :

- interpretację obrazów zarejestrowanych na taśmie magnetycznej;
- szybsze przeglądanie błon fotograficznych;
- szybsze odszukanie kadru zawierającego obiekt do interpretacji;
- natychmiastowe powiększenie całego kadru i zobrazowanie go na monitorze;
- natychmiastowe powiększenie wybranego fragmentu kadru i zobrazowanie go na monitorze;
- natychmiastową zmianę kontrastu i jaskrawości obrazu według indywidualnych potrzeb interpretatora;
- nagranie interpretowanych obrazów na taśmę magnetyczną lub wydruk na videoprinterze;
- zobrazowanie interpretowanego materiału na kilku monitorach jednocześnie;
- natychmiastowe przekazywanie obrazu rozpoznawanego obiektu oraz innych informacji do kilku odbiorców jednocześnie.

Schemat funkcjonalny procesu interpretacji z wykorzystaniem telewizyjnego zestawu interpretacyjnego przedstawiony jest na rys. 13.

Z punktu widzenia sposobu rozpoznawania obiektu na obrazie - telewizyjne zestawy interpretacyjne nie wnoszą wielu nowych możliwości. Natychmiastowe powiększenia obrazu oraz regulacje kontrastu i jaskrawości przyspieszają proces odszukania wybranego kadru i wydatnie poprawiają komfort pracy interpretatora , ale sam proces wyszukiwania cech charakterystycznych obiektu jest analogiczny jak w przypadku zestawu optycznego.
Niewątpliwą zaletą zestawu telewizyjnego jest natomiast wydatne przyspieszenie odszukiwania kadrów zawierających interesujący obiekt z pośród innych, oraz zwiększenie ilości odbiorców którzy mogą uzyskać tą samą informację - jednocześnie. Charakterystyki oraz dane techniczne telewizyjnych zestawów interpretacyjnych: **VICON 80** i **OERLIKON REVI - 2**, z którymi autor zapoznał się, zamieszczono w ZAŁĄCZNIKU.

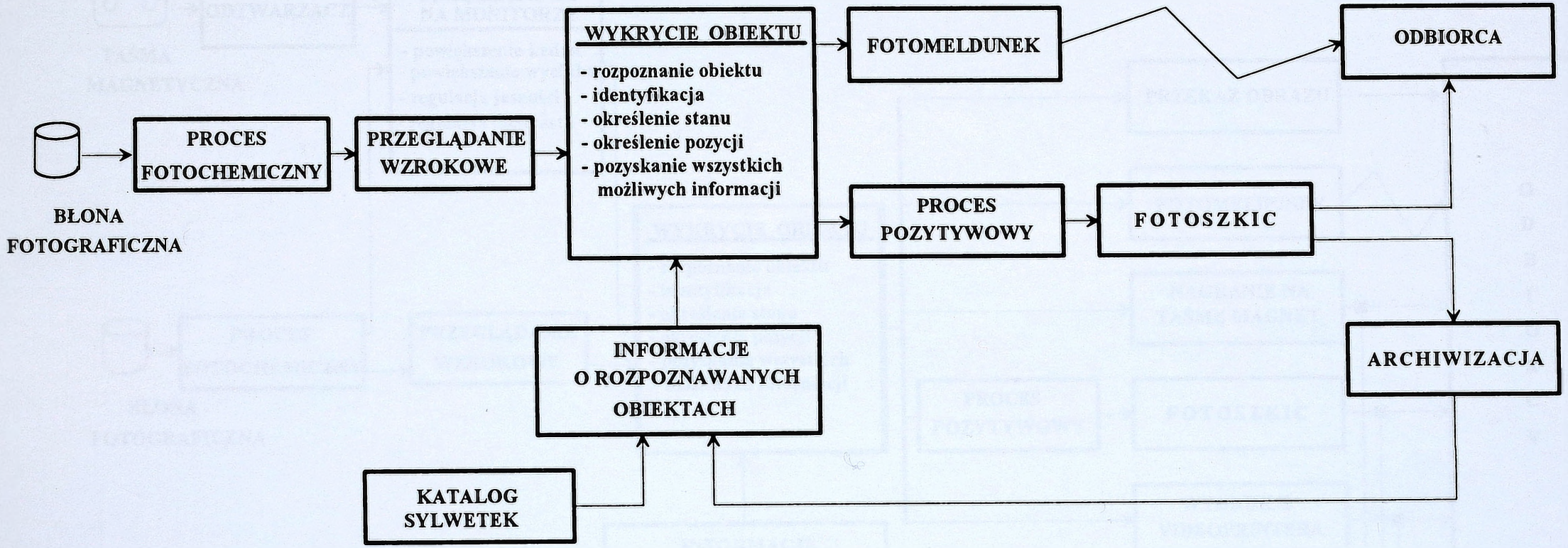
3.8.3 Komputerowe zestawy interpretacyjne

Urządzenia te stanowią najnowsze osiągnięcie w dziedzinie konstrukcji urządzeń interpretacyjnych. Łączą w sobie możliwości interpretacyjne zestawów telewizyjnych z mocą obliczeniową komputera. Początkowe ich zastosowanie dotyczyło jedynie odczytywania informacji nanoszonych na krawędzi zdjęcia. Informacje te były naświetlane w postaci specjalnego kodu i zawierały dane pochodzące z systemu nawigacyjnego statku powietrznego. Najczęściej były to: współrzędne wykonanego zdjęcia, kurs oraz wysokość lotu. Specjalna przystawka w połączeniu z komputerem pozwalała w szybki sposób deszyfrować kod na rzeczywiste wartości parametrów lotu. W późniejszym okresie, dzięki możliwości wprowadzenia obrazu do pamięci komputera zaczęto dokonywać transformacji pozyskanych obrazów. Operacje te miały za cel likwidowanie zniekształceń powstałych na skutek zmiany położenia przestrzennego samolotu w trakcie fotografowania. Kolejnym krokiem było dostosowania skali zdjęcia do skali mapy. Na bazie informacji naświetlonych na zdjęciu komputer określał jego skalę i dokonywał transformacji do żądanej. Pozwoliło to na natychmiastowe przywiązywanie treści zobrazowania do mapy i przyspieszenie interpretacji.
W wyniku opracowywania szybszych i nowocześniejszych komputerów oraz nowych algorytmów przetwarzania obrazów możliwości zestawów ciągle rosły. Współczesne zestawy w niczym nie przypominają już tych z przed kilkunastu lat. Są wyposażone w bogatą bibliotekę algorytmów i programów. Pozwalają na natychmiastowe uzyskanie zobrazowania pozytywowego , płynną zmianę jego skali , likwidowanie zniekształceń geometrycznych i filtrowanie obrazów. Umożliwiają interpretację i analizę obrazów zarejestrowanych na taśmach magnetycznych. Ponadto są wykorzystywane jako urządzenia łączności dzięki możliwości pracy w sieci komputerowej. Należy jednak stwierdzić, iż dostępna literatura tematu nie podaje przykładów konkretnych rozwiązań technicznych ani dokładnych opisów możliwości komputerowych zestawów. Pomimo długich poszukiwań autorowi udało się znaleźć ogólne opisy możliwości jedynie czterech urządzeń. . Dwa z nich firmy FAIRCHILD są przedstawicielami starszej generacji. Kolejne konstrukcje firmy VINTEN i RICHARDS - VIDARS są dużo nowocześniejsze. Niestety dostępne autorowi opisy urządzenia były bardzo

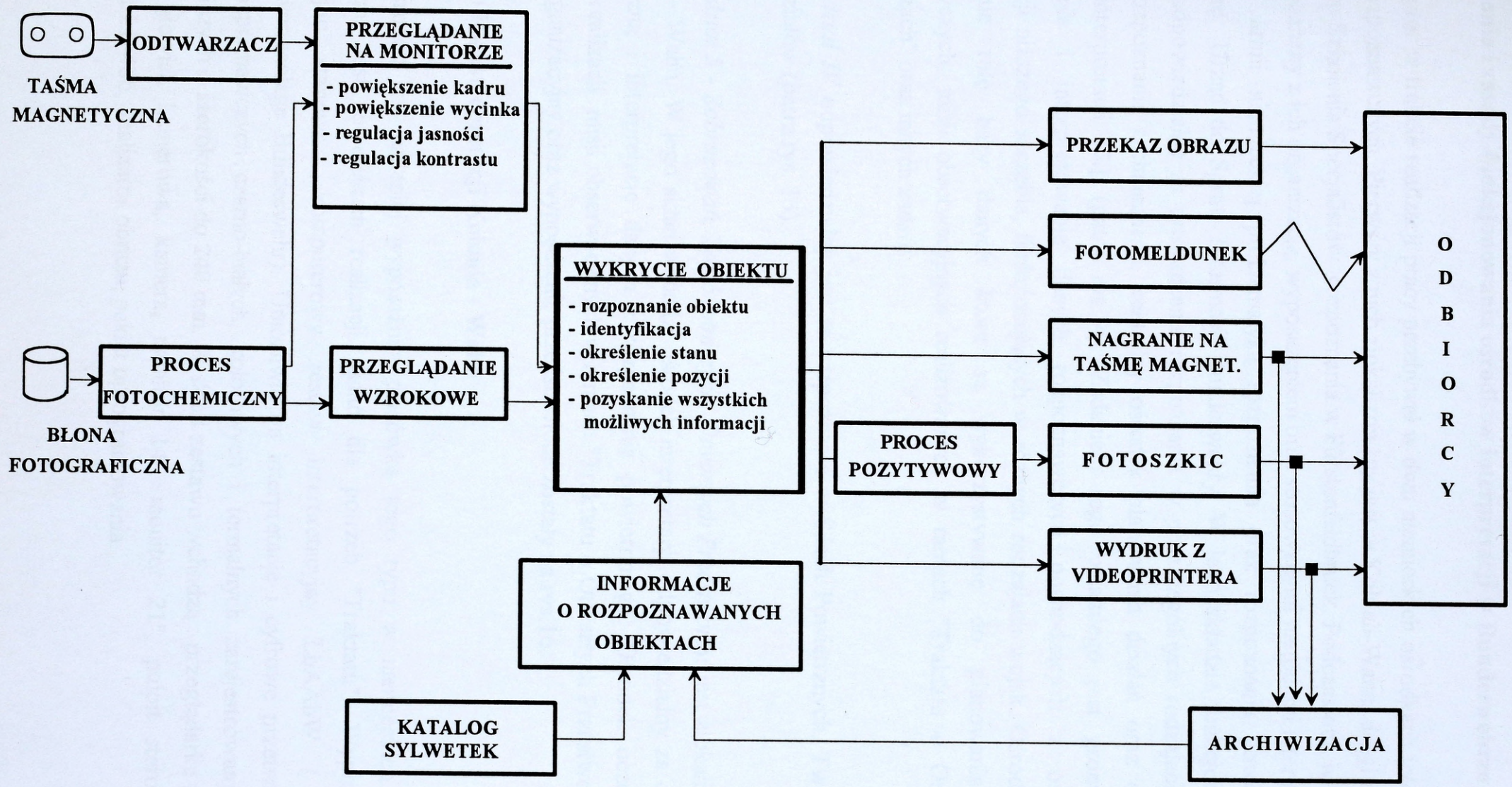
skromne i ogólnikowe. Charakterystykę zestawów: **FAIRCHILD**, **FAIRCHILD IIS**, **RICHARDS - VIDARS** i **MIIRS** opracowaną na podstawie dostępnych materiałów przedstawiono w ZAŁĄCZNIKU.

3.9 Polowe pracownie interpretacyjne

Zachodnie polowe pracownie interpretacyjne, podobnie jak polskie FOTONY, są traktowane jako nieodłączny element współczesnego systemu rozpoznania powietrznego. Zachodnie pracownie są konstruowane na bazie kontenerów które mogą być transportowane rzutem kołowym lub transportem lotniczym. Starsze modele pracowni, posiadają wyposażenie zbliżone do stosowanego w pracowniach FOTON. Nowsze jednak zasadniczo od nich się różnią. Pracownie zachodnie są wyposażone w nowoczesne urządzenia interpretacyjne oraz urządzenia łączności radiowej jak i satelitarnej. Są zdolne do odbioru transmisji radiowej obrazu z rozpoznawczych statków powietrznych jak i natychmiastowego przekazywania opracowanych wyników końcowych do odbiorców. Szczegóły dotyczące sposobu dystrybucji wyników rozpoznania w opisach pracowni zazwyczaj są pomijane lub podawane bardzo ogólnikowo. W ZAŁĄCZNIKU zamieszczono charakterystyki, dane techniczne oraz skład wyposażenia stosowanego w polowych pracowniach interpretacyjnych: **VICON 40**, **MARS** oraz **RMEF**.



Rys. 12. Schemat funkcjonalny interpretacji materiałów rozpoznawczych z wykorzystaniem optycznego zestawu interpretacyjnego



Rys. 13. Schemat funkcjonalny interpretacji materiałów rozpoznawczych z wykorzystaniem telewizyjnego zestawu interpretacyjnego

3.10 Zadania i zasady funkcjonowania ośrodków interpretacji w Bundeswehrze

Autor w trakcie realizacji pracy przebywał w dwu niemieckich ośrodkach interpretacji danych rozpoznawczych. Pierwszy z nich zlokalizowany jest w Kolonii-Wahn, drugi natomiast w Ośrodku Szkolenia Specjalistów Rozpoznania w Fűrstenfeldbruck. Podczas obu wizyt autor został zapoznany z ich organizacją, wyposażeniem oraz stosowanymi metodami interpretacji.

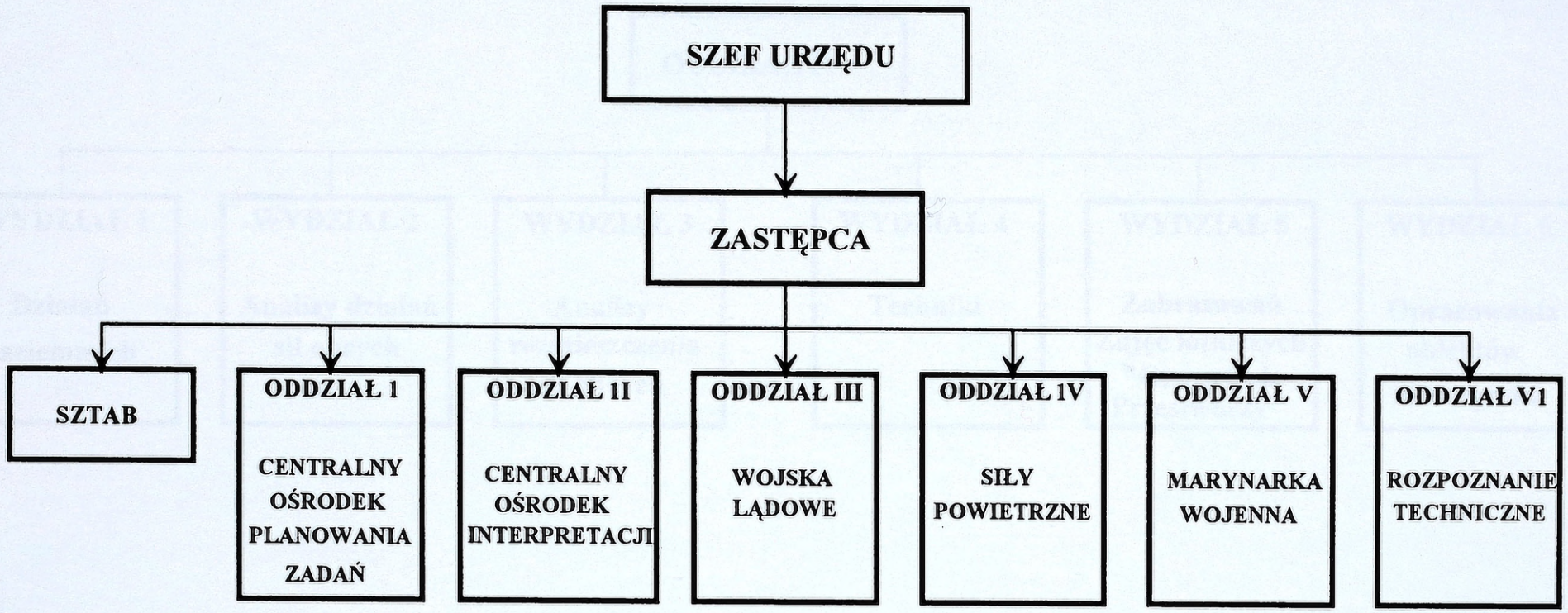
W armii niemieckiej problematyką rozpoznania oraz rozpoznania powietrznego zajmuje się Urząd do Spraw Informacji Bundeswehry. W jego składzie funkcjonują trzy oddziały odpowiedzialne za prowadzenie rozpoznania w poszczególnych rodzajach wojsk, oddział rozpoznania technicznego, centralny ośrodek planowania działań oraz centralny ośrodek interpretacji **[5.]** (patrz rys.14). Zadaniem tego ostatniego jest gromadzenie, analizowanie i interpretowanie danych rozpoznawczych pochodzących z ośrodków interpretacji niższego szczebla, funkcjonujących w różnych rodzajach wojsk. Ośrodek pełni jednocześnie rolę bazy danych które są wykorzystywane do planowania zadań rozpoznawczych, misji obserwacyjnych realizowanych w ramach "Traktatu o Otwartych Przestworzach" oraz innych zadań.

Oddział IV odpowiedzialny jest za rozpoznanie w Siłach Powietrznych. Tworzy go sześć Wydziałów (patrz rys. 15).

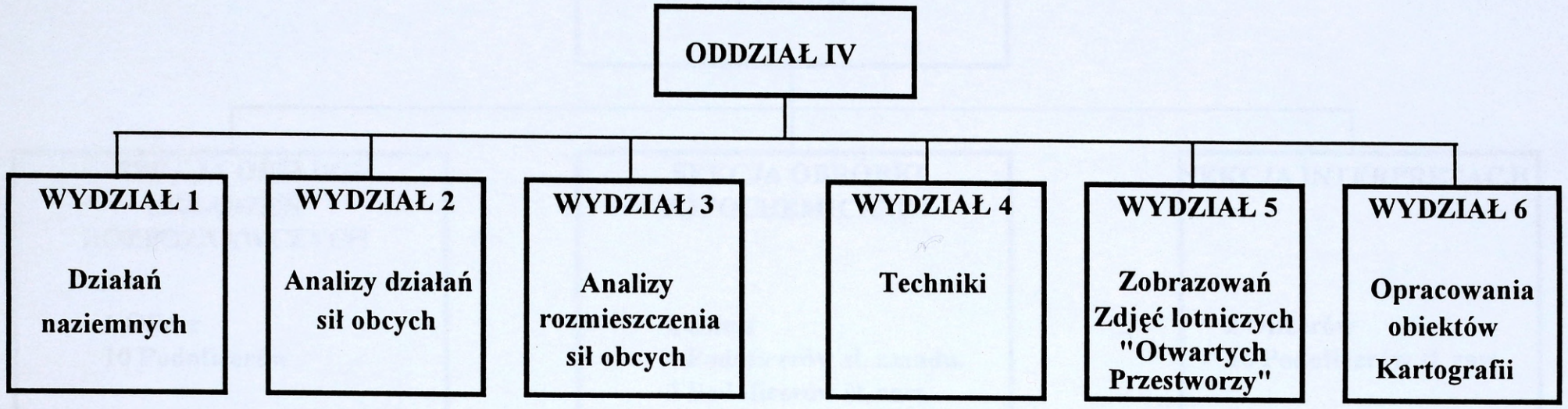
Wydział 5 - Zobrazowań, Zdjęć lotniczych, Otwartych Przestworzy, jest zlokalizowany w Kolonii - Wahn. W jego skład wchodzi ośrodek interpretacji odpowiedzialny za obróbkę fotochemiczną i interpretację danych z rozpoznania powietrznego. Ośrodek uczestniczy również w realizacji misji obserwacyjnych w ramach "Traktatu o Otwartych Przestworzach". Schemat organizacyjny oraz wyposażenie przedstawione zostały na rys.16.

3.10.1 Ośrodek interpretacji Kolonia - Wahn

Ośrodek jest najlepiej wyposażoną placówką tego typu w niemieckich Siłach Powietrznych. Jest to efektem realizacji zadań dla potrzeb "Traktatu". Wyposażenie interpretacyjne stanowi komputerowy zestaw interpretacyjny LbAAbW (niem. Luftbildauswerteanlage Bundeswehr). Umożliwia on interpretację i cyfrowe przetwarzanie obrazów rozpoznawczych czarno-białych, kolorowych i termalnych zarejestrowanych na filmach lotniczych o szerokości do 240 mm. W skład zestawu wchodzą : przeglądarka filmów lotniczych, głowica kamerowa, kamera, monitor 14", monitor 21", pulpit sterowania, komputer DELL 486, analizator obrazu, pakiet oprogramowania.



Rys. 14. Schemat organizacyjny URZĘDU SŁUŻB INFORMACJI BUNDESWEHRY



Rys. 15. Schemat organizacyjny ODDZIAŁU IV (SIŁY POWIETRZNE) URZĘDU SŁUŻB INFORMACJI BUNDESWEHRY

WYDZIAŁ 5

SEKCJA OBSŁUGI URZĄDZEŃ ROZPOZNAWCZYCH

1 Oficer
10 Podoficerów

WYPOSAŻENIE

3 aparaty fotograficzne LMK 2015
3 kamery elektrooptyczne VOS 60

SEKCJA OBRÓBKI FOTOCHEMICZNEJ

1 Oficer
4 Podoficerów sł. zasadn.
2 Podoficerów sł. zaw.

WYPOSAŻENIE

procesor VERSAMAT 1140L
kopiarka filmów
kopiarka zdjęć
densytometr
kliny sensytometryczne 21 stopni

SEKCJA INTERPRETACJI

2 Oficerów
10 Podoficerów sł. zaw.

WYPOSAŻENIE

przeglądarki filmów

zestaw interpretacyjny filmów lotniczych LbAABw

Rys. 16. Skład osobowy i struktura WYDZIAŁU 5

Przebieg procesu interpretacji

Po zakończeniu procesów fotochemicznych, suche negatywy zostają dostarczone do sekcji interpretacji gdzie są analizowane przy pomocy zestawu komputerowego. Przebieg procesu interpretacji został odtworzony na podstawie obserwacji poczynionych przez autora podczas analizy materiałów z lotów obserwacyjnych nad terenem Niemiec.

Wstępna selekcja materiałów

Negatywy poddawane wstępnej selekcji. W zależności od znaczenia obiektów, ilości filmów lub doświadczenia interpretatorów filmy lub poszczególne kadry zostają przypisane poszczególnym zespołom interpretacyjnym.

Przywiazanie treści zdjecia do mapy

Komputer w pamięci posiada dwie mapy wektorowe Niemiec o skalach 1 : 5 000 i 1 : 200 000. Ma również możliwość wczytania z CD wybranych map krajów Europy lub świata w tych samych skalach. Znając przybliżony rejon rozpoznania interpretator wywołuje na monitorze komputera wybrany fragment mapy, natomiast na analizowanym negatywie - odszukuje widoczne, charakterystyczne obiekty terenowe. Następnie tak umieszcza negatyw na przeglądarce, aby jego położenie pokrywało się ze zobrazowaniem mapy na monitorze. Dzięki głowicy kamerowej i kamerze uzyskuje się duże powiększenie obrazu negatywowego który jest zobrazowany na monitorach 14 i 21 ". Głowica kamerowa poruszając się wraz z kamerą w płaszczyźnie poziomej X, Y generuje na monitorze 21" znacznik położenia centralnego kamery. Znacznik ten ma kształt krzyża i jest zawsze wyświetlany na środku ekranu monitora 21". Interpretator przesuwając w płaszczyźnie poziomej głowicą kamerową ustawia znacznik położenia centralnego na charakterystycznym obiekcie terenowym. Jednocześnie wykorzystując manipulator kulowy na ekranie monitora komputerowego ustawia znacznik komputerowy na punkcie mapy odpowiadającym obiektowi na negatywie. Położenie głowicy kamerowej i znacznika na mapie zostają zapamiętane. Identyczny proces wykonuje się w stosunku do innego charakterystycznego punktu terenowego. Według interpretatorów niemieckich wystarczające jest przywiązania treści negatywu w oparciu o dwa punkty terenowe, ale w celu poprawy dokładności często wykonują przywiązanie w stosunku do trzech lub czterech punktów. Proces ten trwa od kilku sekund do kilkudziesięciu sekund.

Uzgodnienie skali mapy i zobrazowania

Dzięki zapamiętaniu położenia X, Y kamery i znaczników na mapie oraz odpowiedniemu interfejsowi następuje "sprzęgnięcie" ruchów głowicy kamerowej z ruchem znacznika komputerowego na ekranie monitora obrazującym mapę. Dzięki temu każde

przesunięcie głowicy w trzech osiach powoduje: ruch znacznika na mapie, odczyt bieżących wartości współrzędnych i dopasowanie skali mapy do skali zdjęcia na monitorze. Po "sprzęgnięciu", na ekranie monitora komputerowego interpretator może natychmiast odczytać współrzędne geograficzne każdego obiektu wskazanego na analizowanym negatywie.

Wybór obiektów interpretacji

Wybór obiektów do interpretacji jest uzależniony od postawionego zadania. W pierwszej kolejności interpretowane są obiekty złożone, dobrze rozróżnialne na zobrazowaniu. Następnie - obiekty proste lub słabo rozróżnialne.

Powiększanie zobrazowania

Przejście do interpretowania obiektów o małych i bardzo małych rozmiarach niesie ze sobą konieczność powiększenia fragmentu zobrazowania. Uzyskuje się to przez obniżenie położenia głowicy. Zmiana skali interpretowanego zobrazowania automatycznie powoduje zmianę skali mapy na monitorze komputera. Dzięki temu określenie współrzędnych jest możliwe nawet podczas analizowania bardzo małego wycinka negatywu.

Wykrycie obiektu

Wykrycie obiektu następuje już w trakcie wstępnej selekcji materiałów. Według kryteriów niemieckich wykrycie oznacza stwierdzenie występowania na zobrazowaniu jakiegoś interesującego obiektu. Jeżeli jakość zobrazowania nie pozwala na określenie większej ilości cech identyfikacyjnych wykrycie jest jedynie traktowane jako potwierdzenie występowania na rozpoznawanym terenie nowego obiektu o określonych współrzędnych geograficznych. Jeżeli techniczne możliwości urządzeń interpretacyjnych pozwalają na prowadzenie dalszej analizy obrazu wykonuje się ją w celu rozpoznania obiektu.

Rozpoznanie obiektu

Rozpoznanie obiektu polega na określeniu wszelkich możliwych cech identyfikacyjnych obiektu i jego właściwości w celu spełnienia wymagań zawartych w dokumencie STANAG 3596 *Air Reconnaissance Requiresting and Target Reporting Guide* zgodnie ze szczegółowymi wymaganiami zawartymi w kodzie B. Treść tej normy zostanie omówiona w dalszej części pracy. Korzystając z indywidualnych cech charakterystycznych każdego obiektu, interpretator musi określić : typ obiektu i położenie, jego stan, prowadzoną działalność, rodzaj i lokalizację obrony obiektu. Do realizacji tego zadania niemieccy interpretatorzy wykorzystują klasyczne metody optyczne (powiększenie optyczne, stereoskopię) oraz nowoczesne metody cyfrowego przetwarzania obrazów. Do tych ostatnich

zaliczyć można : wykonywanie konwersji "negatyw-pozytyw", wprowadzanie na zobrazowanie palet kolorów, zmianę kontrastu i jaskrawości zobrazowania, stosowanie filtrów poprawiających ostrość zobrazowania. Umożliwia to zestaw komputerowy i jego oprogramowanie. Przetwarzanie cyfrowe jest stosowane gdy metody klasyczne nie dają rezultatu. Według opinii interpretatorów niemieckich w ponad 50 % przypadków uzyskuje się pozytywne efekty.

Realizacja wymagań szczegółowych

W zapotrzebowaniu na przeprowadzenie rozpoznania użytkownik określa cel jego prowadzenia. Służą do tego cztery litery kodowe: A, B, C i D. Oznaczenia te są jednocześnie określają zakres interpretacji jakiemu będą poddane wykryte i rozpoznanie obiekty. Litera A oznacza konieczność wykrycia i zinterpretowania nowego obiektu. Litera B - zmian jakie zaszły od czasu ostatniego rozpoznania. Litera C - wymaga przeprowadzenia interpretacji pod kątem określenia informacji użytecznych dla przeprowadzenia ataku. Interpretator musi ponadto określić konieczne do tego celu środki. Litera D służy do oznaczenia konieczności oszacowania przez interpretator zniszczeń. Realizacja tych wymagań wymaga od interpretatora rozszerzenia zakresu analizy pozyskanych danych i wyciągnięcie właściwych wniosków. W tym celu konieczny jest dostęp do bogatej bazy danych o obiektach oraz wyników poprzednich rozpoznań. Dla interpretatorów niemieckich ogromną pomocą są dane i zobrazowania znajdujące się w centralnym ośrodku interpretacyjnym.

Opracowanie i dystrybucja raportu końcowego

Raport końcowy stanowi uwieńczenie pracy zespołu interpretatorów. W celu ujednolicenia formy i treści raportów przyjęto jeden wzorzec tego dokumentu. Wzorzec ten jest zawarty w normie STANAG 3596 *Air Reconnaissance Requiresting and Target Reporting Guide*. Oznaczenia kodowe przyczyn prowadzenia rozpoznania A,B,C i D oprócz zakresu prowadzenia interpretacji określają również wymaganą treść raportu. W zależności od przyczyn prowadzenia rozpoznania raport powinien zawierać: dla kodu A - wszystkie podpunkty kategorii (interpretacja wszystkich cech: podstawowych i dodatkowych), dla kodu B - zakreślone podpunkty kategorii (interpretacja cech podstawowych), dla kodu B z wymaganiami dodatkowymi- zakreślone podpunkty kategorii i wskazane (interpretacja cech podstawowych i dodatkowych wskazanych), dla kodu C - tylko wskazane podpunkty i dla kodu D - wszystkie podpunkty zawarte w Dodatku A do normy. Szczegółowe wyjaśnienie podpunktów kategorii celów zamieszczono w punkcie 3.10.4.

W zależności od potrzeb i ustaleń raport końcowy może zastać przekazany w formie wydruku komputerowego lub z wykorzystaniem sieci komputerowej. W przypadku wydruku komputerowego częstą praktyką jest dołączenie fragmentu mapy z zaznaczeniem

rozpoznanych i zinterpretowanych obiektów. Niemiecki zestaw interpretacyjny dzięki "sprzężeniu" interpretowanego zobrazowania z mapą umożliwia ponadto naniesienie na mapę znaków graficznych. Wydruk mapy z naniesionymi znakami lub opisem słownym może być zrealizowany nawet w trakcie interpretowania zobrazowania.

3.10.2 Ośrodek interpretacji Fűrstenfeldbruck

Ośrodek ten jest zlokalizowany w Fűrstenfeldbruck w Ośrodku Szkolenia Specjalistów Rozpoznania. Oprócz funkcji szkoleniowych realizuje on zadania interpretacyjne materiałów pozyskanych przez w niemiecki bezpilotowy środek rozpoznawczy CL-289. W Ośrodku Szkolenia kształci się specjalistów w trzech kierunkach: obróbka fotochemiczna materiałów fotograficznych, eksploatacja pokładowych urządzeń rozpoznawczych i interpretacja danych rozpoznawczych.

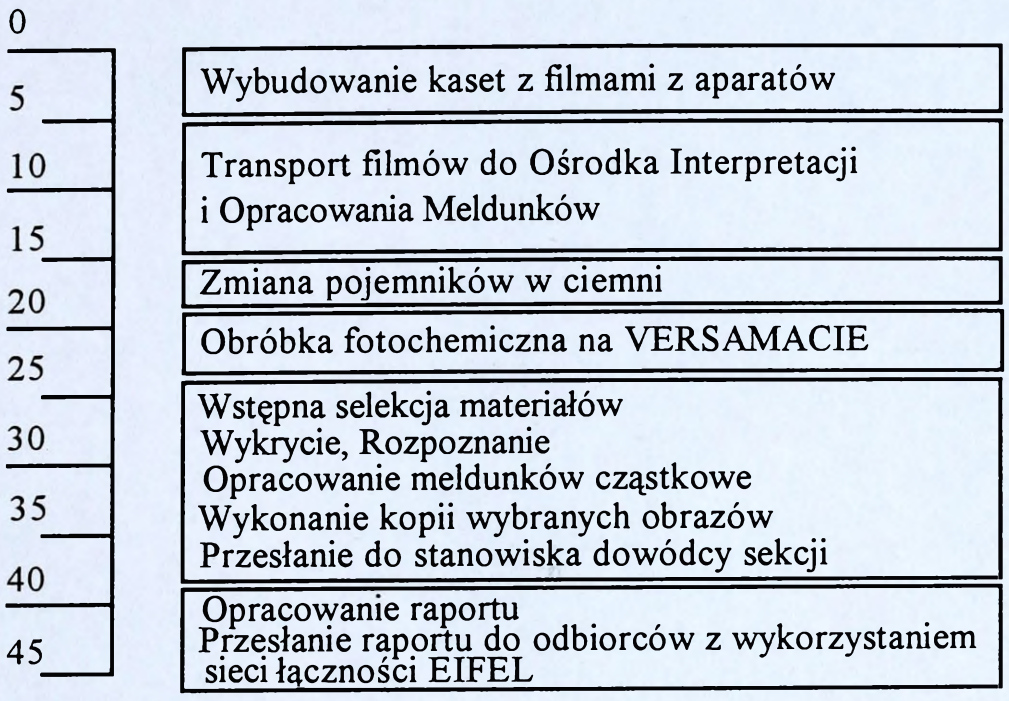
Wszystkie czynności personelu naziemnego są realizowane według harmonogramu obowiązującego we wszystkich ośrodkach interpretacyjnych Sił Powietrznych Bundeswehry. Harmonogram ten przedstawiony został na rys. 17.

Filmy lotnicze zostają wybudowane z lotniczych aparatów fotograficznych i dostarczone do Ośrodka Interpretacji i Opracowania Meldunków (RAMA - niem. Recce Auswerte und Melde Anlage). Proces ten trwa do 14 minut. Z filmu zostaje odcięty nie naświetlony odcinek o długości ok. 1m. Na odcinku tym zostaje naświetlony klin sensytometryczny o 21 stopniach szarości. Próbny odcinek poddawany jest obróbce fotochemicznej a następnie jest odczytywany przy pomocy densytometru. Pomiary stopnia zaczernienia na poszczególnych stopniach klina pozwalają na wykreślenie krzywej charakterystycznej filmu. Kształt uzyskanej krzywej umożliwia określenie optymalnych wartości temperatury i czasu kąpieli fotochemicznych w procesorze. Dzięki tym czynnościom eliminuje się możliwość niewłaściwej obróbki fotochemicznej i utratę informacji zawartych na filmie. Po określeniu optymalnych parametrów obróbki cały film jest wywoływany, utrwalany i suszony w procesorze VERSAMAT. Powyższe czynności trwają do 11 minut.

Po 25 minutach od chwili zdjęcia filmów z aparatu negatyw trafia do ośrodka interpretacji, gdzie w trakcie przeglądania dokonywana jest wstępna selekcja zobrazowań. Wybrane fragmenty filmu zostają przydzielone poszczególnym zespołom interpretacyjnym. Każdy z czterech zespołów tworzą dwie osoby z których jedna zajmuje się analizowaniem obrazu, a druga wykorzystując komputer sporządza meldunek cząstkowy. W zależności od postawionego zadania obrazy wprowadza się bo pamięci komputera dołączając je do meldunku lub wykonuje się ich kopie pozytywowe. Opracowane materiały zostają przesłane dzięki sieci komputerowej do stanowiska dowódcy sekcji. Powyższe czynności nie powinny trwać dłużej niż 15 minut. Dzięki połączeniu wszystkich stanowisk siecią komputerową dowódca sekcji może na bieżąco śledzić i nadzorować przebieg procesów na każdym zestawie interpretacyjnym. Po otrzymaniu wszystkich meldunków cząstkowych dowódca na swoim

stanowisku dokonuje ich sprawdzenia, opracowuje raport końcowy oraz wykorzystując sieć łączności EIFEL przesyła go do odbiorców. Ten etap pracy trwa do 5 minut.

Odpowiedni podział i organizacja pracy w poszczególnych sekcjach i zespołach interpretacyjnych umożliwiają dostarczenie końcowego raportu z rozpoznania wraz z wybranymi zobrazowaniami już po 45 minutach od chwili wybudowania kasety z filmem.



Rys.17. Harmonogram realizacji procesów interpretacyjnych w eskadrze rozpoznawczej

3.10.3 Normatywne uwarunkowania dotyczące zasad funkcjonowania ośrodków interpretacyjnych

Zasadnicze postanowienia dotyczące realizacji zadań rozpoznawczych i procesów interpretacyjnych zawarte zostały w następujących dokumentach:

ATP-26(A) *Air Reconnaissance Inteligence Reporting Nomenclature*,

STANAG 3596 *Air Reconnaissance Requiresting and Target Reporting Guide*,

STANAG 3781 *Reconnaissance Cross Servicing*,

STANAG 3277 *Air Reconnaissance Requiresting/Task Forms*,

STANAG 3377 *Air Reconnaissance Inteligence Report Forms*,

W czasie pisania niniejszej pracy w kraju dostępne były jedynie trzy pierwsze normy w wersji angielskiej. Autor poczynił starania o sprowadzenie dwu pozostałych, ale do chwili obecnej nie są one osiągalne. Autor w sposób skrótowy omówił treść i wymagania zawarte w dokumentach ATP - 26 (A) i STANAG 3781, natomiast ze względu na istotę treści - dokonał przekładu na język polski normy STANAG 3596.

ATP - 26 (A) - Dokument ten normuje nazewnictwo stosowane do opisu poszczególnych elementów lub całych obiektów rozpoznania. Dzięki temu możliwe jest uzyskanie pełnej

jednoznaczności określeń używanych w raportach z rozpoznania. Dokument składa się z 8 sekcji poświęconych nazwom stosowanym do opisu poszczególnych obiektów rozpoznania:
A - Drogi, Tory, Tory wodne.
B - Marynarka Wojenna.
C - Wojska Lądowe.
D - Statki powietrzne/Lotniska.
E - Instalacje.
F - Cechy charakterystyczne i właściwości terenu.
G - Cywilne obiekty przemysłowe.
H - Elektronika.

W każdej sekcji normy przedstawiono poszczególne obiekty lub cechy charakterystyczne tych obiektów, ich ilustracje lub zdjęcia lotnicze , stosowne nazewnictwo i właściwy numer identyfikacyjny. Ze względu na objętość normy autor poprzestał na przedstawieniu w ZAŁĄCZNIKU jedynie sekcji B.

STANAG 3781 - określa ogólne wymagania jakie powinno spełniać lotnisko oraz jego infrastruktura naziemna, aby możliwe było odtworzenie gotowości bojowej rozpoznawczego statku powietrznego. Norma szczególny nacisk kładzie na urządzenia umożliwiające obróbkę fotochemiczna filmów lotniczych (łącznie z próbnym naświetlaniem klina sensytometrycznego celem określenia parametrów obróbki) oraz urządzenia interpretacyjne .

STANAG 3596 - jest bardzo ważną normą z punktu widzenia funkcjonowania ośrodków interpretacji. W normie tej zawarto bowiem wymagania dotyczące zakresu interpretacji poszczególnych obiektów oraz formy opracowywania meldunku końcowego.

3.10.4 Obiekty rozpoznania i zakres ich interpretacji według wymagań NATO

Według normy STANAG 3596 *Air Reconnaissance Requiresting and Target Reporting Guide* w NATO przyjęto 17 kategorii obiektów rozpoznania. Należą do nich : (01) Lotniska, (02) Systemy rakietowe, (03) Instalacje elektroniczne, (04) Koszary / Obozy/ Kwatery główne, (05) Magazyny i instalacje remontowe , (06) Działania bojowe, (07) Przeprawy rzeczne / Środki przeprawowe, (08) Żegluga, (09) Rozpoznanie dróg, (10) Rozpoznanie terenu, (11) Pas wybrzeża, (12) Mosty, (13) Instalacje wodne, (14) Porty / Przystanie, (15) Urządzenia kolejowe, (16) Instalacje przemysłowe, (17) Elektrownie.

W stosunku do każdej kategorii celów określono najistotniejsze cechy które należy przeanalizować podczas interpretacji i zawrzeć w raporcie. Cechy te podzielono na cechy podstawowe i dodatkowe. Stanowią one podpunkty kategorii poszczególnych celów zawartych w normie. Cechy podstawowe zostały wyróżnione w treści normy poprzez ich zakreślenie. Ze względów edycyjnych autor do ich wyróżnienia w swoim tłumaczeniu normy

użył podkreśleń. Norma precyzuje cztery przyczyny prowadzenia rozpoznania. Zostały im przyporządkowane następujące litery:

A - wykrycie lub rozpoznanie nowych celów,

B - zmiany jakie zaszły w wykrytych lub rozpoznanych celach,

C - planowanie ataku / rekomendowane uzbrojenie,

D - oszacowanie uszkodzeń celu.

W zależności od dalszych oznaczeń występujących w zapotrzebowaniu interpretator prowadzi analizę materiałów w zakresie cech podstawowych (zakreślonych) lub podstawowych i dodatkowych. Oznaczenia kodowe i wymagania dodatkowe występują zawsze po oznaczeniu kategorii celu planowanego do rozpoznania. Dane te są podawane w zapotrzebowaniu na rozpoznanie i mają przykładową formę :

KAT 01 B podpunkty 6 i 7.

Oznacza to że interpretację należy prowadzić w celu określania zmian jakie zaszły na wskazanym lotnisku. W trakcie interpretacji należy określić cechy podstawowe (zakreślone) oraz dodatkowe nr. 6 i 7. Wymaganie tej normy stanowią jednocześnie wytyczne do formy sporządzania końcowego raportu z rozpoznania. Autor dokonał przekładu treści normy i zamieścił go w ZAŁĄCZNIKU.

3.11 Fizyczne i technologiczne uwarunkowania pozyskiwania danych obrazowych i ich interpretacji

W rozpoznaniu obrazowym podstawowym źródłem informacji jest promieniowanie elektromagnetyczne odbite lub promieniowane. W zależności od wykorzystywanego zakresu długości fal stosuje się odmienne metody i urządzenia rejestrujące. Przyjęty podział promieniowania oraz urządzenia wykorzystywane do rejestracji promieniowania przedstawiono w tabeli 4.

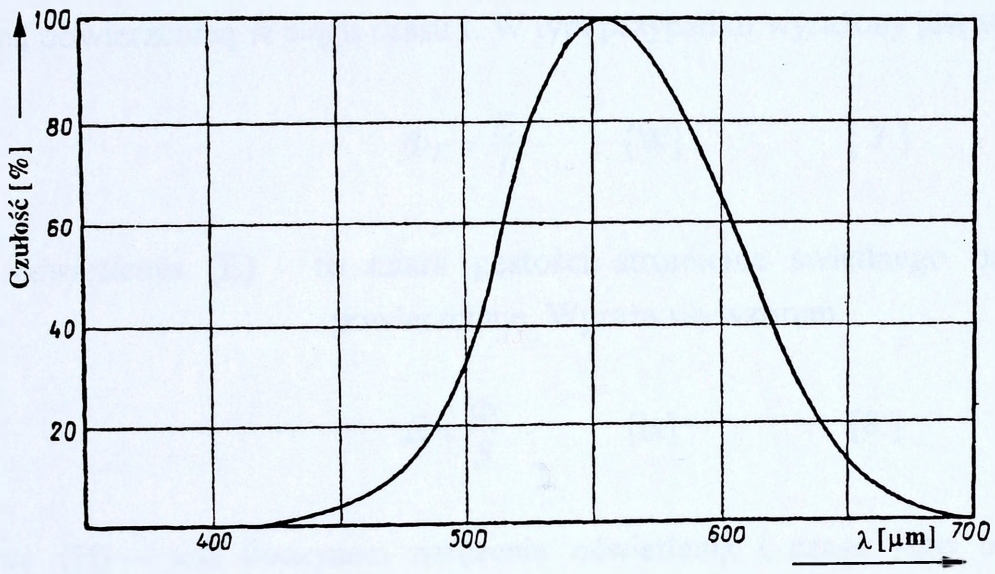
Tab.4

Rodzaj promieniowania	**X**	**UV**	**Widzialne**	**IR**	**Mikrofalowe**
Częstotliwość	$3 \cdot 10^{19} \div 3 \cdot 10^{16}$	$3 \cdot 10^{16} \div 8 \cdot 10^{14}$	$8 \cdot 10^{14} \div 4 \cdot 10^{14}$	$4 \cdot 10^{14} \div 5 \cdot 10^{11}$	$5 \cdot 10^{11} \div 6 \cdot 10^{8}$
Długość fali	10 pm÷10 nm	10 nm÷380 nm	380 nm÷760 nm	760 nm÷600μm	600 μm÷50 cm
Urządzenia rejestrujące	Fotograficzne i optoelektroniczne: aparaty fotograficzne, kamery			Termalne: skanery, kamery	Radiolokacyjne

W powietrznym rozpoznaniu obrazowym wykorzystywane są głównie dwa zakresy promieniowania: widzialny i podczerwony. W dalszej części autor przedstawi podstawowe uwarunkowania fizyczne i technologiczne mające wpływ na pozyskiwanie danych rozpoznawczych i ich interpretację.

3.11.1 Zakres promieniowania widzialnego

Promieniowanie widzialne stanowi jedynie drobny wycinek spektrum promieniowania elektromagnetycznego. Jest jednak najważniejsze z punktu widzenia prowadzenia rozpoznania powietrznego. Wynika to z faktu iż ponad 70 % wszelkich informacji odbieranych przez ludzki mózg dociera tam dzięki wzrokowi **[100]**. Krzywą czułości spektralnej ludzkiego wzroku przedstawiono na rys. 18.



Rys. 18. Krzywa czułości wzroku

Oko ludzkie jako odbiornik promieniowania jest bardzo selektywne. Ze wszystkich źródeł promieniowania elektromagnetycznego wybiera jedynie widzialne i ocenia je według składu widmowego. Reakcja oka na bodźce świetlne nie jest możliwa do jednoznacznego zdefiniowania wielkościami fizycznymi **[27.]**. Dlatego też wszystkie parametry charakteryzujące fizjologię widzenia oparto o jednostki fotometrii świetlnej odniesione do wzorcowego źródła światła. Do jednostek tych należą: natężenie oświetlenia, strumień świetlny, natężenie oświetlenia, naświetlenie, luminancja, jaskrawość i kontrast.

Natężenie oświetlenia (I) - określa stosunek strumienia świetlnego Φ do kąta przestrzennego w jakim się rozchodzi. Wyraża się wzorem :

$$I = \frac{\Phi}{\omega} \qquad [5.]$$

Strumień świetlny (Φ) - jest mocą energii świetlnej ocenianej według ocenianej według zdolności wrażenia świetlnego u człowieka. Wyraża się wzorem:

$$\Phi = A \int_{\lambda=0,4}^{\lambda=0,75} E(\lambda, T)V(\lambda)d\lambda \qquad [\mathrm{lm}] \qquad [6.]$$

Gdzie :

$A \cong 660\left[\frac{lm}{W}\right]$ - równoważnik fotometryczny promieniowania służący do porównania energii promieniowania z intensywnością wrażenia wzrokowego.

E(λ, T) - widmowy rozkład energii wypromieniowanej przez źródło światła.
V(λ) - statystyczna krzywa czułości widmowej oka.
λ - długość fali.

Strumień może być również utożsamiony jako ilość energii promienistej E przechodzącej przez pewną powierzchnię w ciągu czasu t. W tym przypadku wyrażony jest wzorem:

$$\Phi_E = \frac{E}{t} \qquad [W] \qquad [7.]$$

Natężenie oświetlenia (E) - to miara gęstości strumienia świetlnego padającego na powierzchnię. Wyraża się wzorem:

$$E = \frac{\Phi}{S} \qquad [lx] \qquad [8.]$$

Naświetlenie (H) - jest iloczynem natężenia oświetlenia i czasu jego oddziaływania na powierzchnię. Jeżeli natężenie oświetlenia nie zmienia się w czasie, Naświetlenie wyraża się wzorem:

$$H = E \cdot t \qquad [lx \cdot s] \qquad [9.]$$

Luminancja (L) - określa promieniowanie świetlne powierzchni zależne od jej pola, wartości wypromieniowanego strumienia świetlnego i kierunku wypromieniowania (odbicia). Wyrażona jest wzorem:

$$L = \frac{E}{S \cdot \cos\alpha} \qquad [nit] \qquad [10.]$$

Gdzie:

α - kąt pomiędzy normalną do powierzchni świecącej (odbijającej) i kierunkiem rozchodzenia (odbicia) promieni świetlnych.

Jaskrawość (B) - jest miarą subiektywnego wrażenia jakie wywołuje strumień świetlny padający na powierzchnię siatkówki oka. Wyraża się wzorem:

$$B = k \cdot L \qquad [nit] \qquad [11.]$$

Gdzie:

k - współczynnik proporcjonalności związany z wymiarami oka wyrażony wzorem:

$$k = \frac{Sz}{L_o^2} \qquad [12.]$$

S_z - pole źrenicy oka (średnica oka zazwyczaj 2 ÷ 8 mm).

L_o^2- głębia oka (zazwyczaj 18mm).

Kontrast (K) - jest parametrem charakteryzującym możliwość wyróżnienia obiektu z tła. Jest to możliwe jedynie w przypadku zróżnicowania ich luminancji. Wyrażony jest wzorem:

$$K = \frac{L_{ob} - L_t}{L_{ob}} \quad \text{dla } L_{ob} > L_t \qquad [13.]$$

Gdzie:

L_{ob} - luminancja obiektu.

L_t- luminancja tła.

Na jakość zobrazowania rozpoznawczego mają również wpływ tłumienność atmosfery oraz skład widmowy oświetlenia związany z kątem padania promieni słonecznych. Wielkość oświetlenia docierającego do detektora wyraża się wzorem:

$$L = \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} E'(\lambda, T) V(\lambda) d\lambda \qquad [14.]$$

Gdzie:

E'(λ,T) -określa promieniowanie dochodzące do powierzchni Ziemi dla temperatury barwowej T= 5750^0 K wyrażone zależnością:

$$E'(\lambda, z) = \frac{1.195 \cdot 10^{20}}{\lambda^5 \cdot e^{\frac{25}{\lambda}}} e^{-\frac{4.15}{10^3 \cdot \lambda^4} \int_0^1 (298 - 98x) \cdot e(9.02 - 2.97)x \frac{dx}{z}} \qquad [15.]$$

V(λ) - funkcja uczulenia wzroku.

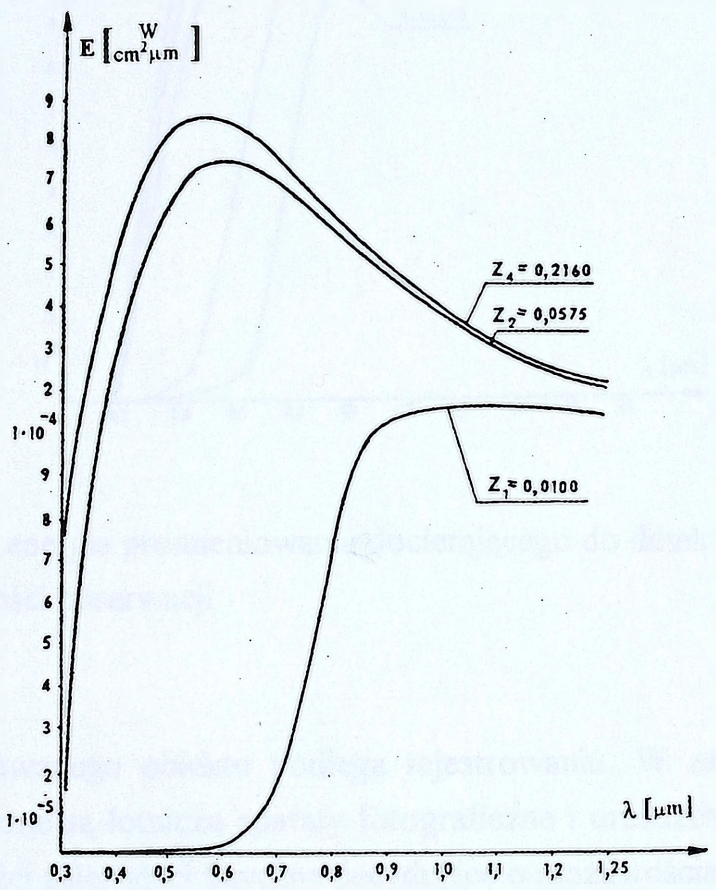
λ_1, λ_2 - granice uczulenia wzroku.

λ – długość fali.

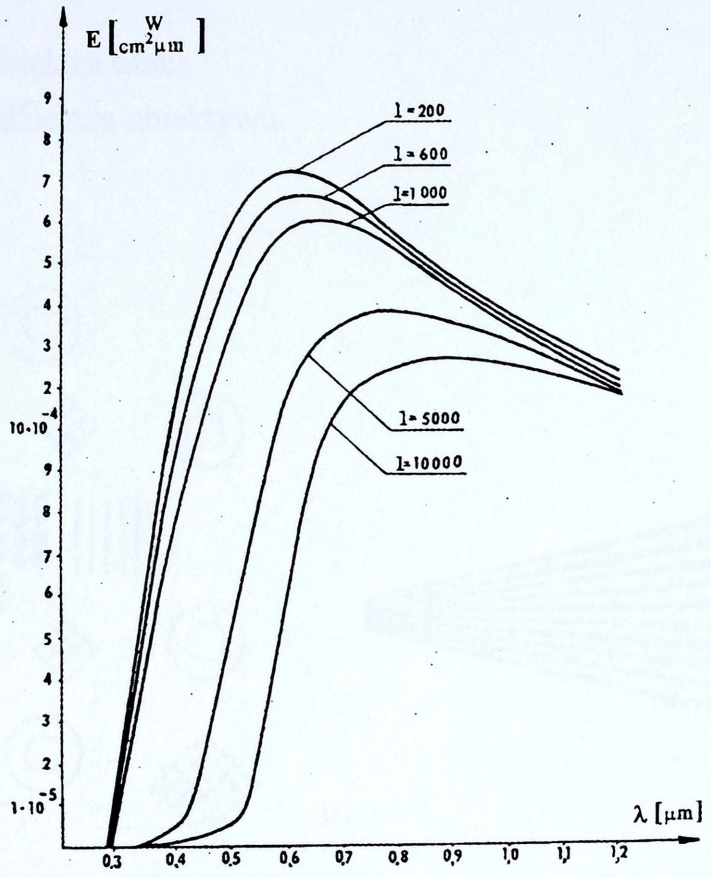
z - cosinus kąta nachylenia promieni słonecznych do płaszczyzny Ziemi.

x - parametr położenia przestrzennego obiektu.

Ze względu na niejednorodność atmosfery, i jej składu, różne stężenie cząsteczek zanieczyszczeń oraz zmiany współczynnika załamania promieni świetlnych, powyższe wzory są wynikiem przyjęcia szeregu uproszczeń **[108.]**. Wobec ciągle zmieniającego się składu atmosfery oraz rosnącego zanieczyszczenia bardziej wiarygodne są wyniki bezpośrednich pomiarów. Zależność energii słonecznej docierającej do powierzchni ziemi od kąta padania promieni oraz od odległości obserwacji przedstawiono na rys. 19 i 20.



Rys. 19. Skład i energia promieniowania docierającego na Ziemię w zależności od kąta padania promieniowania świetlnego



Rys. 20. Skład i energia promieniowania docierającego do detektora w zależności od odległości obserwacji

Obraz rozpoznawanego obiektu podlega rejestrowaniu. W zakresie widzialnym do tego celu wykorzystywane są lotnicze aparaty fotograficzne i urządzenia opto-elektroniczne. Autor przedstawił poniżej zależności fizyczne decydujące o możliwościach i jakości rejestracji.

Lotnicze aparaty fotograficzne

Podstawowym parametrem charakteryzującym aparat jest zdolność rozdzielcza. Według **[27.]** jest to wielkość określająca zdolność tworzenia rozróżnialnych obrazów elementów leżących w małej odległości od siebie. Zazwyczaj zdolność rozdzielcza jest określana przy pomocy celi kalibracyjnych przedstawionych na rys 21. a, b, c. W zależności od użytego celu zdolność rozdzielcza może być wyrażona: ilością linii rozróżnialnych na powierzchni 1mm (cel kalibracyjny a), miarą kątową (cel kalibracyjny b) oraz rozmiarami rozróżnialnego obiektu np.: 1m z odległości 100 km (cel kalibracyjny c). W przypadku rejestracji obrazu metodą fotograficzną należy jednak uwzględnić zdolność rozdzielczą obiektywu oraz zdolność rozdzielczą materiału fotograficznego. Wynikową zdolność układu "obiektyw - materiał fotograficzny" opisuje wzór Moroza- Istomina:

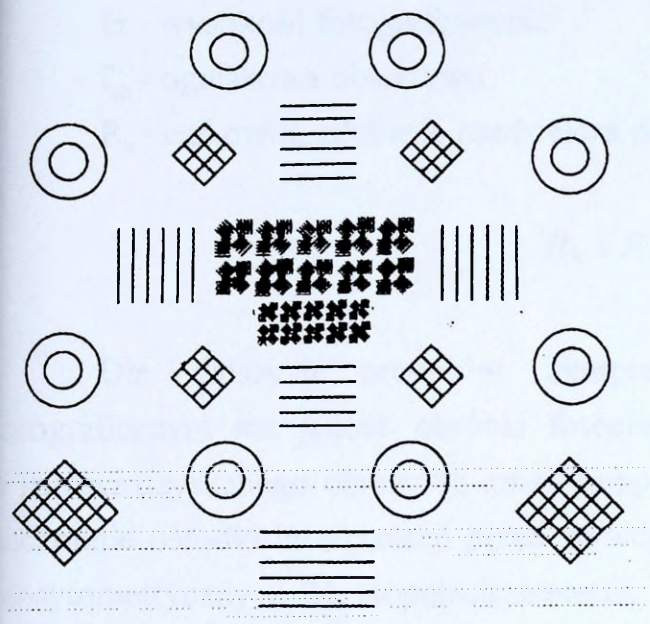
$$R_c = R_f\left(\frac{K}{2-K}\right)^{0.36}\left[1 - e^{-\frac{R_{ob}}{R_f}\left(\frac{2-K}{K}\right)^{0.36}}\right] \qquad [16.]$$

Gdzie:

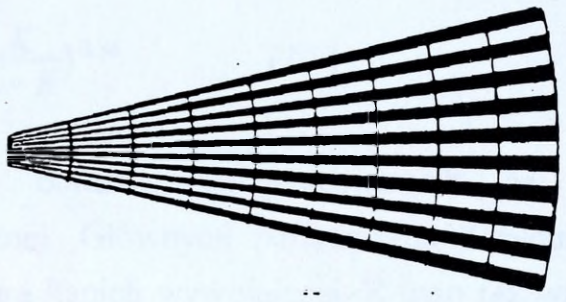
R_f - zdolność rozdzielcza filmu.

R_{ob} - zdolność rozdzielcza obiektywu.

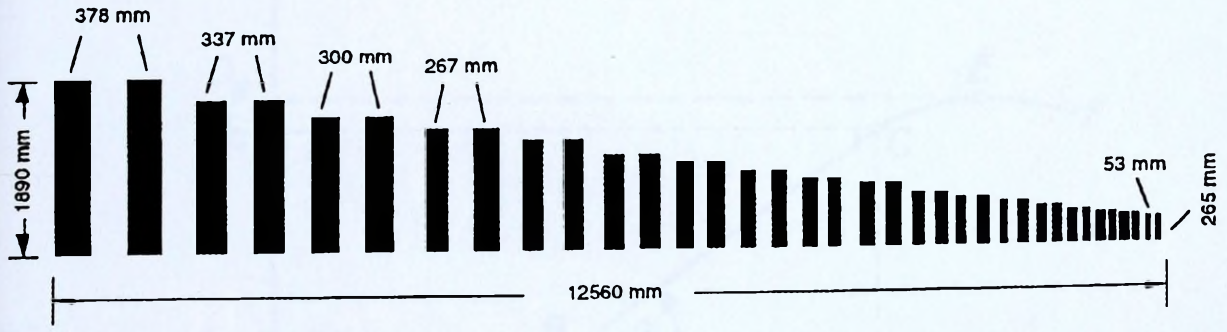
K - kontrast.



a.



b.



c.

Rys. 21. Cele kalibracyjne

Dla przypadku idealnego, gdy kontrast K=1 wzór przyjmuje wartość uproszczoną:

$$R_c = R_f(1 - e^{-\frac{R_{ob}}{R_f}}) \qquad [17.]$$

Dla obliczeń bardzo uproszczonych można również zastosować zależność:

$$R_c = \frac{1}{R_f} + \frac{1}{R_{ob}} \qquad [18.]$$

Często w odniesieniu do całkowitej zdolności rozdzielczej używa się określenia terenowa zdolność rozdzielcza gdyż na jej podstawie można obliczyć minimalne wymiary obiektu na zobrazowaniu stosując zależność:

$$A_{\min} = \frac{H}{2R_k \cdot f_{ob}} \qquad [19.]$$

Gdzie:

A_{min} - minimalny rozmiar obiektu w terenie.

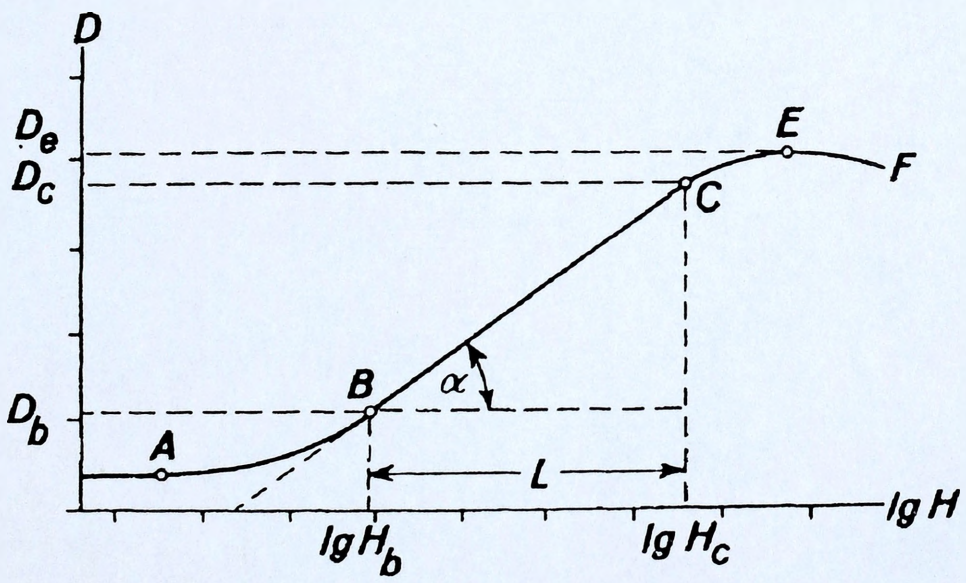
H - wysokość fotografowania.

f_{ob} - ogniskowa obiektywu

R_k - całkowita zdolność rozdzielcza dla kontrastu rzeczywistego obliczana ze wzoru:

$$R_k = R_{K=1}(\frac{K}{2-K})^{0.36} \qquad [20.]$$

Dla dalszych procesów interpretacji obrazów zarejestrowanych na filmie fotograficznym ma jakość obróbki fotochemicznej. Głównymi parametrami decydującymi o jakości uzyskanego obrazy są czas i temperatura kąpieli wywołującej. Z tego tez względu zachodnie ośrodki interpretacji przed wywołaniem filmu naświetlają na jego fragmencie klin sensytometryczny o 21 stopniach szarości. Po jego wywołaniu wykorzystując densytometr określane są wartości gęstości optycznej zaczernienia w zależności od naświetlenia H. Wyniki pomiarów tworzą krzywą charakterystyczną filmu przedstawioną na rys. 22.

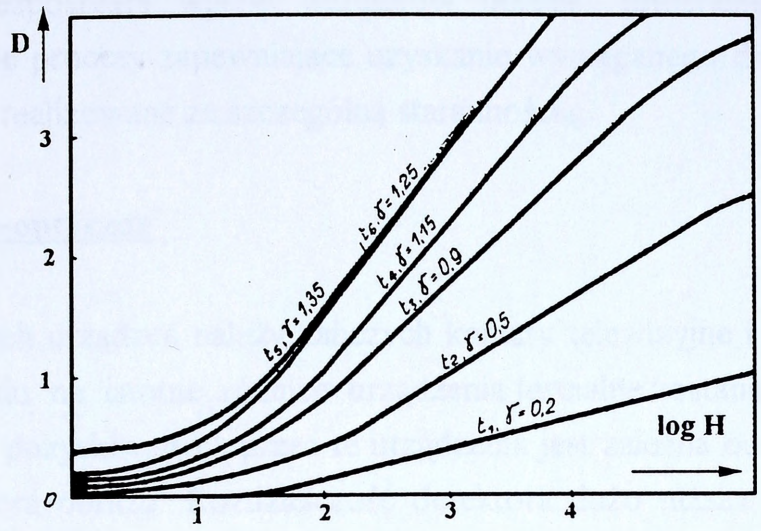


Rys. 22. Krzywa charakterystyczna

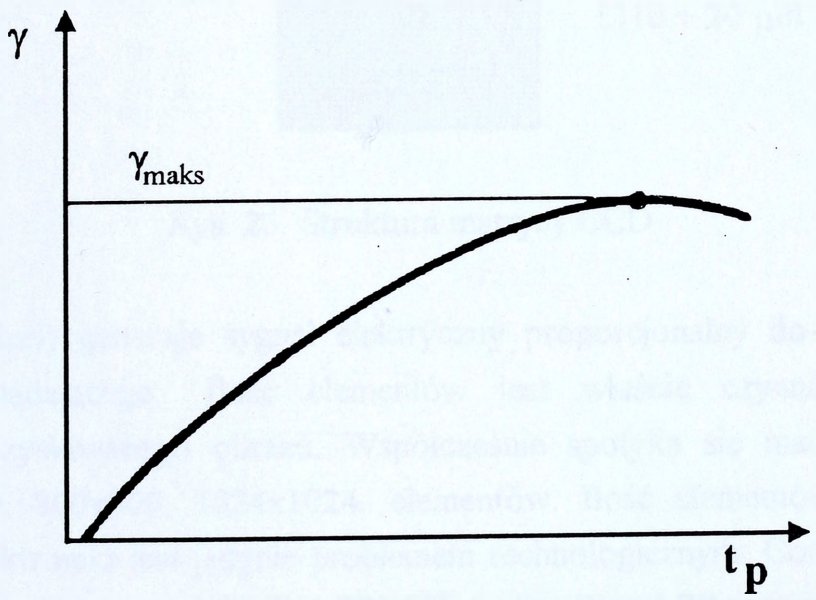
Tangens kąta nachylenia stycznej do prostoliniowej części charakterystyki jest określany jako współczynnik kontrastowości filmu γ.

$$\gamma = \tan\alpha \qquad [21.]$$

Jego wartość jest ściśle zależna od parametrów kąpieli. Zależności te ilustrują wykresy na rysunkach 23 i 24.



Rys. 23. Wpływ czasu wywoływania na wartość współczynnika kontrastowości ($t_1 < t_2 < t_3 ...$)



Rys. 24. Zależność współczynnika kontrastowości od czasu wywoływania

Jak z nich wynika w zależności od zadanej temperatury i czasu wywoływania można uzyskać różne współczynniki kontrastowości filmu. Ma to bezpośrednie znaczenia dla możliwości wyróżnienia obiektu z tła, gdyż różnica zaczernienia tła i obiektu wyraża się wzorem:

$$\Delta D = \gamma \lg \frac{L_t}{L_{ob}} \qquad [22.]$$

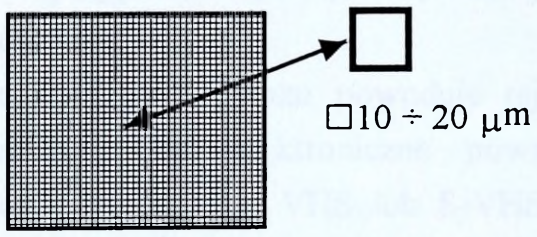
Natomiast kontrast obiektu i tła na uzyskanym zobrazowaniu wyraża się zależnością:

$$K = 1 - 10^{-\gamma \lg \frac{L_t}{L_{ob}}} \qquad [23.]$$

Ze względu na bezpośredni wpływ warunków obróbki fotochemicznej na możliwości interpretacji wszelkie procesy zapewniające uzyskanie wymaganego dla filmu współczynnika kontrastowości - są realizowane ze szczególną starannością.

Urządzenia elektro-optyczne

Do grupy tych urządzeń należy zaliczych kamery telewizyjne i termalne oraz skanery termalne. Ze względu na istotne różnice urządzenia termalne zostaną omówione oddzielnie. Jakość zobrazowań pozyskiwanych przez te urządzenia jest zależna od zdolności rozdzielczej obiektywu i detektora obrazu. Rozdzielczość detektora dużo niższa więc głównie ona ma decydujący wpływ. Detektor stanowi matryca światłoczułych elementów CCD. Jej struktura przedstawiona jest na rys.25.



Rys. 25. Struktura matrycy CCD

Każdy element (pixel) generuje sygnał elektryczny proporcjonalny do wartości natężenie promieniowania padającego. Ilość elementów jest właśnie czynnikiem decydującym o rozdzielczości uzyskiwanego obrazu. Współcześnie spotyka się matryce o strukturach 320x512, 640x860, 800x800, 1024x1024 elementów. Ilość elementów w mozaice przy zaawansowaniu elektroniki jest jedynie problemem technologicznym. Coraz częściej również stosuje się detektory w postaci "linijki" SPRITE (ang.: Signal PRocessing In The Element). Detektor ten umożliwia uzyskanie zobrazowań o jakości zbliżonej do fotograficznej.

W przypadku urządzeń elektro-optycznych podstawowe ograniczenia rozdzielczości i interpretacji stwarza system wizualizacji i rejestracji obrazów. Obraz pochodzący z tych urządzeń może być zobrazowany na monitorze telewizyjnym. Obraz telewizyjny powstaje z nałożenia dwu półobrazów złożonych z przeplatających się linii poziomych. W zależności od standardu liczba tych linii może być równa : 625 lub 525. Liczba tych linii decyduje o rozdzielczości odtwarzanego obrazu. Ze względów konstrukcyjnych część z linii jest wykorzystywana do innych celów niż tworzenie obrazu. W efekcie tego w standardzie europejskim mamy do dyspozycji jedynie 575 linii obrazowych **[57.]**. W konstrukcjach monitorów przyjęto stosunek długości boków ekranu:

$$\frac{L_H}{L_V} = \frac{4}{3} \qquad [24.]$$

Zakładając więc że rozdzielczość w kierunku pionowym jest taka sama jak w kierunku poziomym oraz wielkość obrazowanego elementu jest zbliżona do grubości linii, uzyskamy maksymalną zdolność uzyskiwaną na ekranie:

$$R_H = \frac{4}{3} R_V \qquad [25.]$$

Dla standardu europejskiego rozdzielczość te wynoszą odpowiednio:

R_H (zdolność w kierunku poziomym) 766 elementów

R_V (zdolność w kierunku pionowym) 575 elementów.

Powstawanie obrazów na monitorze oraz ich jakość są uwarunkowane wieloma innymi czynnikami : szumy detektora, wzmacniaczy itp. W uproszczeniu można jednak przyjąć iż jedynie dla detektora o strukturze elementów 575x575 telewizyjny sposób wizualizacji obrazu nie pogorszy jego rozdzielczości. W przypadku większej liczby elementów matrycy - monitor będzie ograniczał jakość uzyskanych zobrazowań.

Jeszcze większą utratę rozdzielczości obrazu powoduje rejestracja go na taśmie magnetycznej. Współczesne urządzenia opto-elektroniczne powszechnie wykorzystują rejestratory magnetyczne pracujące w standardzie VHS lub S-VHS. W przypadku VHS, zdolność rozdzielcza zarejestrowanego obrazu wynosi ok. 260 linii obrazu telewizyjnego. Rejestracja w systemie S-VHS umożliwia uzyskanie rozdzielczości ok.450 linii. Jak wynika z powyższego - największe ograniczenia w jakości interpretowanych obrazów wprowadzają nie urządzenia rozpoznawcze, ale sposób ich rejestracji i wizualizacji.

3.11.2 Zakres promieniowania termalnego

W tym zakresie wykorzystywane są kamery i skanery termalne. Sposób pozyskiwania i rejestracji obrazów jest analogiczny jak w przypadku urządzeń elektro-optycznych zakresu widzialnego. Zasadnicze różnice dotyczą natomiast rodzaju rejestrowanego promieniowania i materiałów wykorzystywanych do produkcji detektora.

Każde ciało o temperaturze wyższej od zera absolutnego jest źródłem promieniowania termalnego. Zależność zdolności emisyjnej promieniowania od długości fali i temperatury źródła opisuje prawo Plancka:

$$E(\lambda, T) = \frac{2C_1}{\lambda^5} \frac{1}{e^{\frac{C_2}{\lambda T}} - 1} \qquad [26.]$$

Gdzie:

$C_1 = 5.88 \cdot 10^{-13}$ W·cm.

$C_2 = 1.438$ cm·K.

Zgodnie z prawem Stefana-Boltzmana, emitancja energetyczna ciała równa jest:

$$E_M(T) \cong \sigma T^4 \qquad [27.]$$

Temperatura ciała jest więc czynnikiem decydującym o emitancji promieniowania i długości fal. Właśnie te zależności są wykorzystywane przez urządzenia termalne. Pozyskiwanie zobrazowań jest możliwe dzięki detektorom promieniowania. Do wykonania elementów detektora używa się: siarczku ołowiu, selenku ołowiu, antymonku indu, stopów germanu i rtęci, germanu i miedzi lub germanu i cynku. Detektory muszą być chłodzone do temperatury bliskiej zera absolutnego. W tym celu stosuje się ciekły azot lub hel. Detektor reaguje na kontrast temperaturowy określony zależnością:

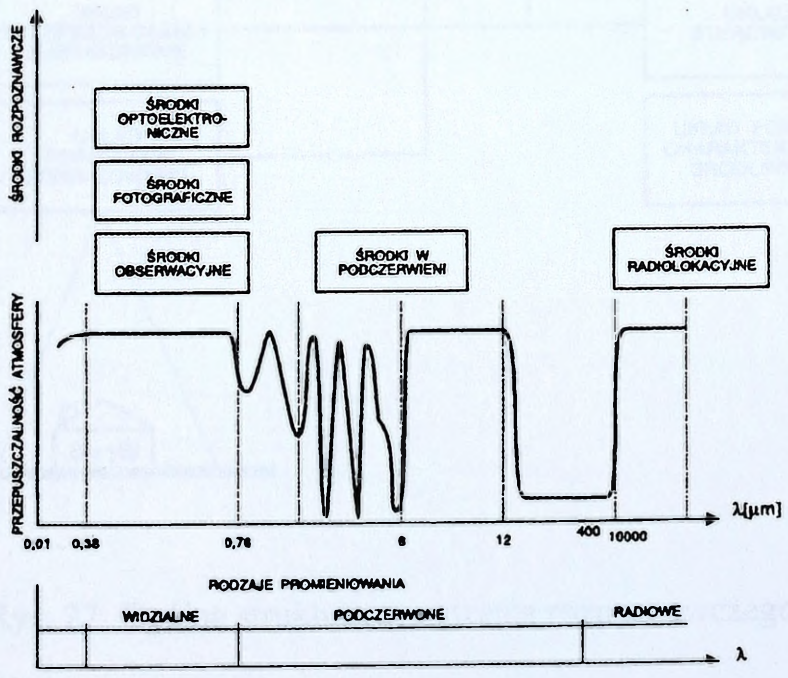
$$K_T = \frac{E_{Mo} - E_{Mt}}{E_{Mo} + E_{Mt}} \qquad [28.]$$

Gdzie E_M - emitancje odpowiednio: obiektu i tła.

Właściwości detektora determinujące zakres i możliwości jego zastosowania określają dwa podstawowe parametry: czułość spektralna i rozdzielczość temperaturowa.

Czułością spektralną określa się określony obszar widma promieniowania elektromagnetycznego w którym detektor reaguje na różnicę promieniowania obiektu i " tła ".

Rozdzielczością temperaturową określa się natomiast najmniejszą różnicę temperatur obiektu i " tła " na którą detektor zareaguje. Wykorzystanie aparatury termalnej jest ściśle powiązane z przepuszczalnością atmosfery przedstawioną na rys.26.



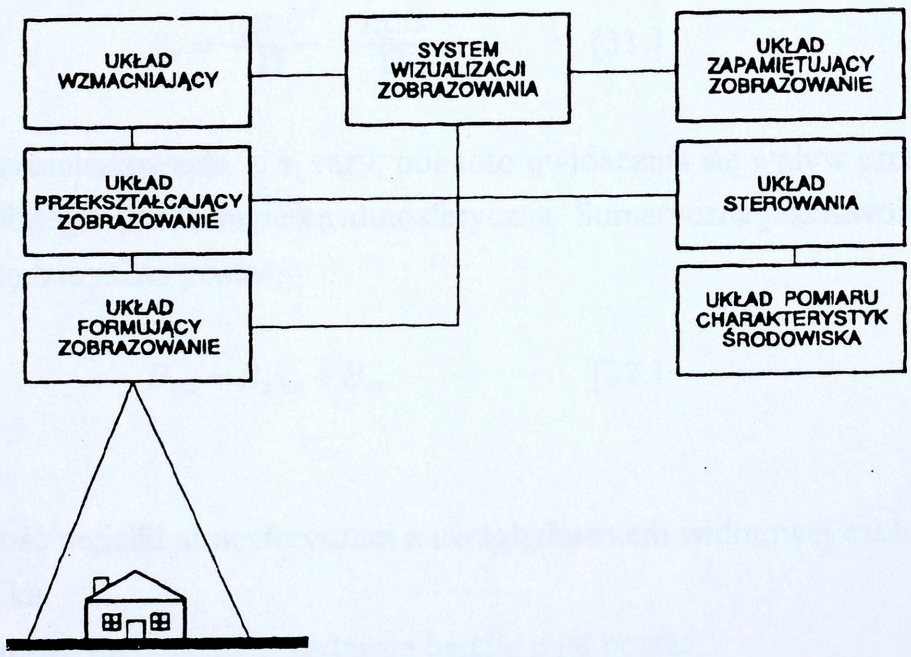
Rys. 26. Wykres przepuszczalności atmosfery

Jak wynika z wykresu atmosfera przepuszcza promieniowanie podczerwone w dwu przedziałach długości 3 ÷ 5 μm i 8 ÷ 14 μm. Z tego też względu konstruktorzy detektorów koncentrują się w swoich pracach głównie na tych dwu przedziałach potocznie nazywanych "oknami ". Przeprowadzone badania pozwoliły stwierdzić że do rejestracji obrazu obiektów

charakteryzujących się dużą różnicą temperatury najodpowiedniejszy jest pierwszy przedział przepuszczania . Przepuszczalność w tym przedziale ten jest jednak mocno uzależniona od występowania zwiększonej wilgotności (zamglenia). Dlatego też w urządzeniach rozpoznawczych wykorzystuje się głównie przedział drugi $8 \div 14$ μm mniej wrażliwy na zakłócenia tego typu.

3.11.3 Ogólny model matematyczny pozyskiwania sygnału przez urządzenie rozpoznawczego

Przedstawione uwarunkowania tworzenia obrazów w różnych typach urządzeń świadczą iż proces ten jest zależny od wielu czynników. Od szeregu lat podejmowane są jednak prace badawczo naukowe mające na celu zautomatyzowanie procesów rozpoznawania lub identyfikacji obiektów rozpoznania powietrznego **[63.]**. Dotychczas nie udało się nikomu opracować metody wystarczająco dokładnej. Prace te pozwoliły jednak na opracowanie ogólnych modeli matematycznych opisujących wybrane procesy pozyskiwania zobrazowań. Jako podstawowy uważany jest model pozyskiwania sygnału przez urządzenia rozpoznawcze o strukturze przedstawionej na rysunku 27.



Rys. 27. Ogólna struktura urządzenia rozpoznawczego

Promieniowanie własne lub odbite od rozpoznawanego obiektu można scharakteryzować jego jaskrawością:

$$B = \frac{\varepsilon\sigma\delta^4}{\Pi} + \frac{\rho E}{\Pi} \qquad [29.]$$

Gdzie:

ε, ρ – współczynniki promieniowania padającego i odbitego od obiektu.

σ - stała Stefana - Bolzmana.

δ - temperatura obiektu.

E - natężenie promieniowania.

Przyjmując że urządzenie rozpoznawcze rejestruje promieniowania w ograniczonym zakresie promieniowana: od λ_1 do λ_2 oraz wprowadzając współczynnik wykorzystanie promieniowania η równy:

$$\eta = \frac{\left[\int_{\lambda_1}^{\lambda_2} b_\lambda \cdot \varphi_\lambda d\lambda\right]}{\int_{-\infty}^{+\infty} b_\lambda d\lambda} \qquad [30.]$$

Gdzie:

b_λ - widmowa jaskrawość obiektu.

φ_λ - względna widmowa czułość urządzenia.

Otrzymamy ostatecznie zredukowaną jaskrawość obiektu:

$$B_z = \frac{\eta\varepsilon\sigma\delta^4}{\Pi} + \frac{\eta\rho E}{\Pi} \qquad [31.]$$

Atmosfera osłabia promieniowania o τ_a razy, ponadto uwidacznia się wpływ promieniowania rozproszonego i odbitego przez mgiełkę atmosferyczną. Sumaryczna jaskrawość obiektu na wejściu odbiornika będzie miała postać:

$$B_{od} = B_z\tau_a + B_m \qquad [32.]$$

Gdzie:

B_m - jaskrawość mgiełki atmosferycznej z uwzględnieniem widmowej czułości odbiornika.

W efekcie, sygnał rejestrowany przez urządzenie będzie miał postać:

$$Z = \varphi B_{od} + Z_o + Z_{sz} \qquad [33.]$$

Gdzie:

φ - całkowita czułość odbiornika.

Z_o - składowa stała sygnału.

Z_{sz} - zmienna losowa składowa sygnału uwarunkowana szumami odbiornika, wzmacniacza. fluktuacjami atmosfery itd.

Można przyjąć iż składowa zmienna losowa ma rozkład normalny z zerowym matematycznym oczekiwaniem i dyspersją D_z

$$D_z = \varphi\frac{\eta\rho}{\Pi}D_E + \varphi L_z D\tau_a + D_{od} + D_w + \ldots \qquad [34.]$$

Gdzie:

D_E- dyspersja fluktuacji natężenia oświetlenia wywołana losowymi zmianami oświetlenia.

$D_{\tau a}$ - dyspersja fluktuacji współczynnika przepuszczania atmosfery.

D_{od} - dyspersja szumów odbiornika.

D_w - dyspersja szumów wzmacniacza.

Zarejestrowany obiekt będzie rozróżnialny od tła na zobrazowaniu gdy występuje zróżnicowanie sygnałów od nich pochodzących. Zróżnicowanie to określane jest jako kontrast sygnałowy i ma postać:

$$K_o = \frac{Z_{ob} - Z_t}{Z_{ob} + Z_t} \qquad [35.]$$

Gdzie:

Z_{ob} - sygnał pochodzący od obiektu

Z_t - sygnał pochodzący od tła

Podstawiając (wzór na Z) uzyskamy wartość kontrastu wymaganego do wyróżnienia obiektu:

$$K_o = \frac{K + \frac{Z'_{sz}}{\varphi\tau_a[B_{ob}+B_t]}}{1 + \frac{2[\varphi B_m + Z_o] + Z'_{sz}}{\varphi\tau_{a[B_{ob}+B_t]:2}}} \qquad [36.]$$

Gdzie:

K - wyjściowy kontrast obiektu.

Z'_{sz} - sumaryczny szum pomiarów promieniowania obiektu i tła z zerowym matematycznym oczekiwaniem i podwójną dyspersją.

Powyższy model według **[62.]** został zweryfikowany w odniesieniu do promieniowania widzialnego.

3.12 Wnioski

Analizując stan systemu rozpoznania powietrznego innych krajów NATO, łatwo dostrzec jak wielką wagę przywiązuje się jego właściwego funkcjonowania. Świadczą o tym nie tylko stosowane urządzenia rozpoznawcze, ale również rozwiązania organizacyjno - techniczne zwiększające wykorzystywanie i dostępność pozyskanych danych.

Nowoczesne zasobniki rozpoznawcze zawierają różnorodne urządzenia rozpoznania obrazowego pracujące w zakresie widzialnym i podczerwieni. Dzięki temu uzyskano możliwość pozyskiwania danych niezależnie od warunków pogodowych, pory dnia lub nocy. Urządzenia termalne oprócz możliwości wykrycia i rozpoznania obiektów maskowanych pozwalają również na wyciągnięcie wniosków dotyczących stanu wykrytego obiektu. Konfiguracje urządzeń w zasobniku zapewniają pozyskanie maksymalnej ilości informacji w trakcie jednego przelotu nad rozpoznawanym terenem. Stosowane rozwiązania konstrukcyjne zwiększają wiarygodność pozyskiwanych danych i prawdopodobieństwo wykrycia obiektów . Należy również podkreślić daleko idącą integrację urządzeń rozpoznawczych z systemami pokładowymi statku powietrznego. Dzięki temu uzyskano możliwości natychmiastowego określania współrzędnych obiektów rozpoznania. Urządzenia rozpoznawcze (głównie kamery termalne) wydatnie zwiększają natomiast możliwości wykonywania lotów na małej i bardzo małej wysokości dzięki zobrazowaniu terenu na monitorze pokładowym pilota. Takie rozwiązanie jest szczególnie przydatne w trakcie pokonywania OPL przeciwnika i w złych warunkach pogodowych.

W celu przyspieszenie procesu przekazywania pozyskanych danych wykorzystywane są nowoczesne rozwiązania bazujące na urządzeniach łącza telemetrycznego lub systemie transmisji danych LINK 16. Zapewnia to dostarczenie wszystkich danych obrazowych do naziemnych ośrodków interpretacyjnych w czasie rzeczywistym. Jednocześnie możliwe jest transmitowanie wybranych danych do grupy uderzeniowej w powietrzu w ramach rozpoznania poprzedzającego.

Daleko idące zmiany armie innych krajów NATO wprowadziły również w podsystemie przetwarzania i interpretacji. Zmiany te dotyczą nie tylko stosowania nowych urządzeń interpretacyjnych. Analizując zasady funkcjonowania ośrodków interpretacji łatwo zauważyć wprowadzenie szczegółowych unormowań dotyczących kategorii obiektów rozpoznania , zakresu ich interpretacji oraz sposobów i form dystrybucji. Świadczy to o ciągłym dążeniu do zwiększenia integracji systemu rozpoznania obrazowego z systemem dowodzenia. Przyjęte rozwiązania zapewniają szybszą interpretację pozyskanych danych, ich dystrybucję w różnorodnej formie, zwiększenie grona użytkowników oraz efektywności ich wykorzystania. Odejście od materialnej formy meldunku z rozpoznania na rzecz przekazu elektronicznego stworzyło ponadto możliwości zastosowania różnorodnych technik elektronicznego przetwarzania i archiwizowania.

Niestety, na tle urządzeń i rozwiązań stosowanych w systemach rozpoznania obrazowego innych krajów NATO, stan naszego systemu nie prezentuje się zbyt dobrze.

Przystępując do badań autor był w pełni świadom iż stan polskiego systemu rozpoznania powietrznego jest bardzo zły. Niestety uzyskane wyniki badań pozwalają stwierdzić iż jego stan jest wręcz katastrofalny. Należy się wręcz zastanowić, czy szczątkowe elementy struktur organizacyjnych dysponujące ponad trzydziestoletnim wyposażeniem można nazwać systemem?

Przez szereg lat problem modernizowania i rozwijania systemu rozpoznania powietrznego był traktowany jedynie werbalnie. Jedynym rzeczywistym działaniem w tym kierunku było przystosowanie samolotów Su-22 do eksploatowania zasobnika rozpoznawczego "KKR". Zdaniem autora działanie to miało na celu nie tyle modernizację czy poprawę warunków prowadzenia rozpoznania , ale zachowanie możliwości jego realizacji w ogóle. Polskie lotnictwo wojskowe może realizować zadania lotniczego rozpoznania obrazowego w oparciu jedynie o samoloty TS-11 Iskra i Su-22. Konstrukcja, wyposażenie oraz możliwości tych samolotów, oględnie mówiąc, mocno odbiegają od poziomu jaki powinny prezentować samoloty realizujące tak odpowiedzialne zadania.

Podobnie przedstawia się sytuacja w dziedzinie urządzeń rozpoznawczych którymi dysponujemy. Obecnie możemy eksploatować jedynie lotnicze aparaty fotograficzne AFA-39 i PA-1. Pozwalają one na prowadzenie jedynie lotniczego rozpoznania fotograficznego w dzień. Nocny aparat fotograficzny UA-47 występujący w zasobniku "KKR" ze względu na archaiczny sposób działania nie może być bowiem brany pod uwagę jako urządzenie rozpoznawcze spełniające wymagania współczesnych działań.

Znacznie gorzej przedstawia się natomiast sytuacja w dziedzinie wyposażenia fotochemicznego i interpretacyjnego. Wszelkie czynności związane z obróbką fotochemiczną filmów realizowane są ręcznie. Interpretacja odbywa się z wykorzystaniem prymitywnych i wiekowych urządzeń, całkowicie bez dostępu do nowoczesnych materiałów pomocniczych Stosowany sposób opracowywania meldunku końcowego w formie fotoszkicu jest niezwykle czasochłonny. Powoduje to iż informacje zawarte w fotoszkicu są najczęściej już nieaktualne w chwili przekazywania odbiorcom. Ponadto podczas pobytu w ośrodkach interpretacji autor zauważył jeszcze jeden objaw katastrofalnego stanu systemu rozpoznania powietrznego. Jest nim brak możliwości szkolenia interpretatorów. W marcu 1999 roku rozwiązano Ośrodek Opracowywania Wyników Rozpoznania Powietrznego w Poznaniu szkolący dotychczas specjalistów w tej dziedzinie. Tym samym od ośrodków interpretacji, bez odpowiedniej selekcji, kierowani są zupełnie przypadkowi żołnierze[1)]. Tymczasem właściwy dobór człowieka o określonych predyspozycjach do realizacji zadań interpretacyjnych jest często podstawowym warunkiem ich prawidłowego wykonania.

---

1) Do jednego z ośrodków został skierowany muzyk z rozwiązywanej orkiestry wojskowej. Przypis autora.

Wobec takiego stanu rzeczy, zdaniem autora, realizacja zadań rozpoznawczych w ramach krajowego systemu obrony będzie miała za zadanie raczej potwierdzenie że system jeszcze funkcjonuje, a nie zdobycie nowych doświadczeń lub informacji.

Stan systemu rozpoznawczego przedstawia się jeszcze gorzej jeżeli oceniać się go będzie z punktu widzenia wymagań i norm NATO. Należy stwierdzić iż żaden z elementów systemu nie odpowiada konkretnym wymaganiom. Samoloty Su-22 zostały wprawdzie wyposażone w system identyfikacji IFF kompatybilny z systemem NATO, ale nie dokonano integracji w zakresie modu kryptograficznego (Mod 4). Samoloty nie zostały ponadto przystosowane do współpracy z zachodnimi systemami lądowania TACAN **[56.]**. Tym samym możliwości ich uczestnictwa w rzeczywistych operacjach powietrznych NATO są problematyczne.

Urządzenia rozpoznawcze eksploatowane w kraju nie spełniają wymagań normatywnych **[91.]** głównie ze względu na stosowaną w nich szerokość filmu lotniczego. Tym samym nie jest możliwe odtworzenie gotowości bojowej polskiego samolotu rozpoznawczego w oparciu o NATOwską strukturę logistyczną . Również na polskim lotnisku nie jesteśmy w stanie odtworzyć gotowości bojowej zachodniego samolotu rozpoznawczego zgodnie z obowiązującymi normami **[92.]**. Jest to spowodowane nie tylko różną szerokością używanych filmów, ale również brakiem podstawowych urządzeń wspomagających eksploatację nowoczesnych urządzeń rozpoznawczych.

Największe jednak rozbieżności pomiędzy istniejącym stanem rzeczy a wymaganiami normatywnymi NATO zachodzą w procesie interpretacji danych rozpoznawczych. Możliwości interpretacyjne polskich ośrodków interpretacyjnych ograniczają się jedynie do analizy materiałów fotograficznych. Ani personel, ani wyposażenie specjalistyczne nie zapewniają przeprowadzenia interpretacji materiałów zarejestrowanych na taśmach magnetycznych (nie wspominając nawet o bezpośrednich przekazach obrazu ze statku powietrznego). Również w procesie interpretacji materiałów fotograficznych stosowane metody i urządzenia nie zapewniają wymaganego normą poziomu realizacji zadania. W takim stanie rzeczy jest wielce prawdopodobne że w przypadku udostępnienia nam materiałów rozpoznawczych pozyskanych przez samolot innego członka NATO - nie będziemy w stanie nawet właściwie ich wykorzystać.

Tragiczny stan polskiego systemu rozpoznania powietrznego ma więc znacznie głębsze podłoże niż tylko braki w technicznym wyposażeniu statków powietrznych. Stan ten wymaga przeprowadzenia gruntownych zmian techniczno - organizacyjnych w całym systemie.

Dlatego też w Rozdziale IV autor zawarł propozycje dotyczące nie tylko zastosowania nowoczesnych urządzeń czy systemów, ale również wprowadzenia określonych procedur i rozwiązań systemowych automatyzujących wybrane procesy rozpoznania powietrznego.

4. POSTULOWANY ROZWÓJ I AUTOMATYZOWANIE ELEMENTÓW SYSTEMU ROZPOZNANIA POWIETRZNEGO WLOP

W trakcie realizacji pracy ustalono iż istnieją możliwości wprowadzenia rozwiązań technicznych lub procedur automatyzujących wybrane procesy. Rozwiązanie te w istotny sposób muszą przyspieszyć i usprawnić pozyskiwanie danych rozpoznawczych oraz ich interpretację i dystrybucję. Zgodnie z umownym podziałem systemu rozpoznania powietrznego na podsystemy: pozyskiwania, interpretacji i dystrybucji autor opracował koncepcję ich rozwoju i automatyzacji. Opracowano również analizę możliwości zastosowania konkretnych rozwiązań technicznych opracowanych w kraju i za granicą. Propozycje te zostały przedstawione w niniejszym rozdziale w formie postulatów.

Mając na względzie uzyskanie kompatybilności polskiego systemy rozpoznania powietrznego z systemami innych krajów należących do NATO poniższe koncepcje oparte zostały o wybrane wymagania normatywne NATO.

4.1 Koncepcja i możliwości automatyzowania podsystemu pozyskiwania danych rozpoznawczych.

W podsystemie pozyskiwania danych kluczową rolę odgrywają statki powietrzne wykorzystywane do prowadzenia rozpoznania, ich wyposażenie oraz taktyka ich stosowania. Jak wynika z analizy przeprowadzonej w Rozdziale 2, możliwości pozyskiwania danych są bardzo ograniczone. Stan ten jest spowodowany zbyt mała ilością rozpoznawczych statków powietrznych i ich przestarzałym i ubogim wyposażeniem. Biorąc dodatkowo pod uwagę ustalenia dotyczące wykorzystywania polskich samolotów w ramach operacji powietrznych NATO, możliwości prowadzenia rozpoznania zostają jeszcze bardziej zawężone. Jedynym typem samolotu który może być brany pod uwagę jest Su-22. Wobec ciągłego braku decyzji dotyczącej zakupu nowych statków powietrznych dla lotnictwa Sił Zbrojnych autor przyjął samolot Su-22 wraz z zasobnikiem KKR jako obiekt automatyzowania.

4.1.1 Możliwości modernizowania wyposażenia samolotu Su-22

W trakcie przygotowania i realizacji lotu rozpoznawczego, w sposób automatyczny lub zautomatyzowany realizowane jest jedynie sterowanie i lot po zadanej trasie . Pozostałe czynności muszą być realizowane ręcznie. Sterowanie automatyczne w samolocie Su-22 zapewnia system sterowania SAU-22. System ten ściśle współpracuje z systemem nawigacyjno-celowniczym PrNK-54 który umożliwia wykonanie lotu po zadanej wcześniej trasie. Wprowadzenie punktów trasy i zaprogramowanie jej w pamięci pokładowej maszyny cyfrowej CWM - 20 odbywa się przy pomocy perforowanych kart lub ręcznie

z wykorzystaniem pulpitu PPK-23. Oba sposoby są czasochłonne. Ten sposób programowania trasy nie zapewnia możliwości jej zmiany w trakcie lotu. Każda zmiana punktu trasy lub wprowadzenie nowej wymagają bowiem przeprowadzenia obliczeń nawigacyjnych i wydrukowania nowej karty perforowanej. Tym samym w trybie automatycznym możliwe jest wykonanie lotu po jednej zadanej trasie. Pozostał czynności realizowane w trakcie przygotowania i wykonywania lotu muszą być wykonywane ręcznie.

W celu zautomatyzowania procesu przygotowania samolotu Su-22 do lotu po zadanej trasie autor postuluje wykorzystanie Urządzenie Wprowadzania Danych UWD-1 opracowanego w Instytucie Technicznym Wojsk Lotniczych .

4.1.1.1 Urządzenie Wprowadzania Danych UWD-1

Urządzenie to ściśle współpracuje z pokładowym systemem PrNK-54. Jego zadaniem jest automatyczne przygotowanie danych nawigacyjnych koniecznych do zaprogramowania dowolnej trasy lotu **[74]**. W skład urządzenia wchodzą: kartometr nawigacyjny, komputer PC perforatorka kart PA-80, drukarka, oprogramowanie NEXUS oraz łącze transmisji szeregowej RS-232C. Schemat blokowy urządzenia przedstawiony jest na rys. 28.

Zasadniczym elementem urządzenia jest kartometr przeznaczony do odczytywania współrzędnych wybranych punktów trasy bezpośrednio z mapy. Działanie kartometru polega na bieżącym odczytywaniu położenia "myszy" w polu roboczym i przekazywaniu go do wyświetlacza i komputera. Dzięki takiemu rozwiązaniu jest możliwe : automatyczne odczytanie z mapy współrzędnych prostokątnych lub geograficznych dowolnie wybranego punktu, automatyczne odczytanie z mapy azymutów oraz odległości pomiędzy dowolnymi punktami, przesłanie przez interfejs wszelkich danych koniecznych do wydrukowania na perforatorce PA-80 kart perforowanych i wydrukowanie opracowanego planu lotu.

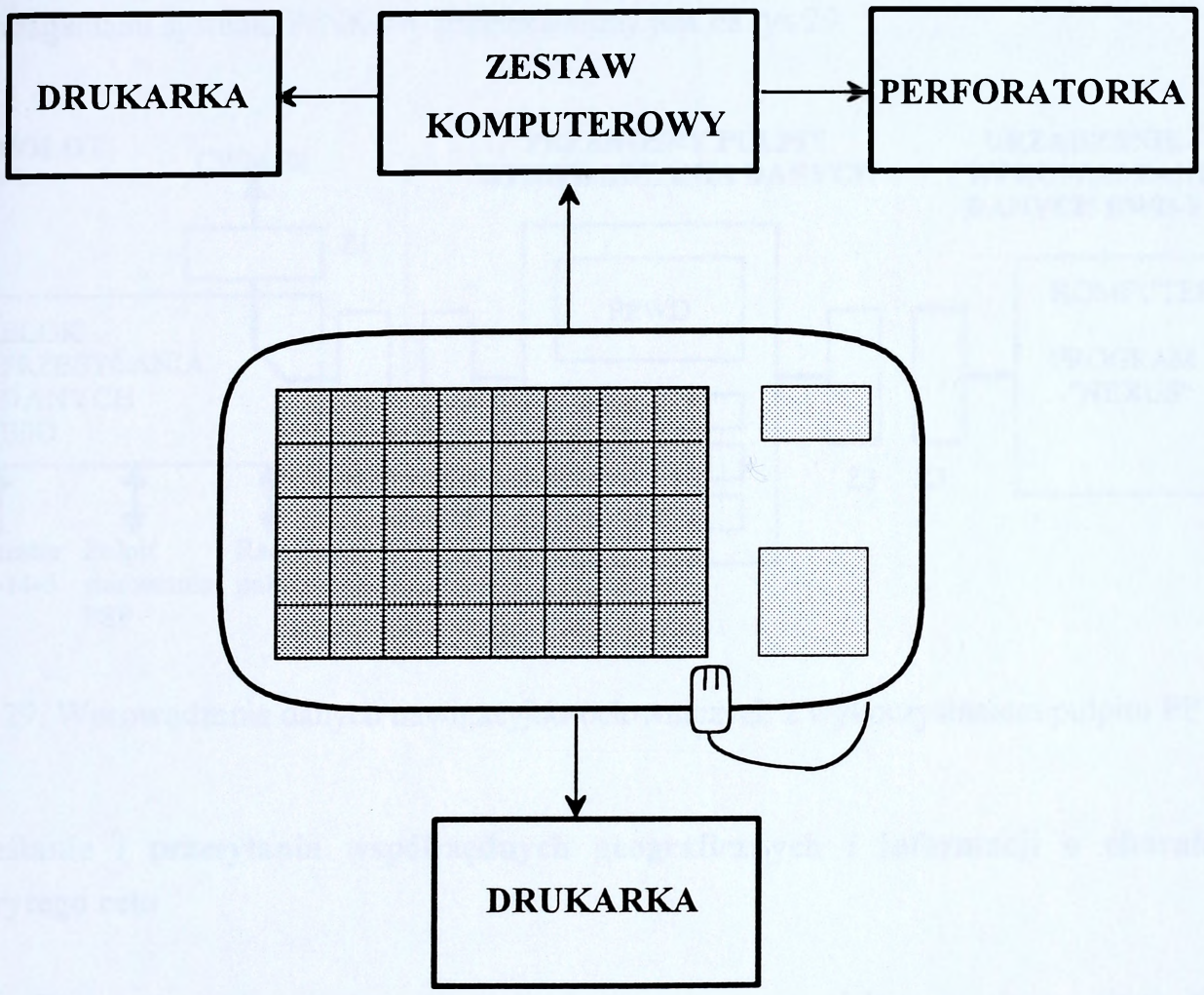
Urządzenie Wprowadzania Danych UWD-1 całkowicie zautomatyzowało proces przygotowania trasy lotu. Jest ono również istotnym elementem nowego projektu opracowanego w ITWL którego wdrożenie postuluje autor.

4.1.1.2 System wprowadzania danych do pokładowej maszyny cyfrowej CWM-20 oraz odczytu i przesyłania współrzędnych geograficznych celu dla statku powietrznego Su-22M4 (WOP)

Proponowany przez autora system umożliwia: określanie i przesyłanie drogą radiową współrzędnych geograficznych i innych informacji o rozpoznanym celu do stanowiska naziemnego lub innych samolotów będących w powietrzu.

System wprowadzania, odczytu i przesyłania danych nawigacyjnych składa się z: urządzenia wprowadzania danych UWD-1, przenośnego pulpitu wprowadzania danych PPWD, bloku przesyłania danych nawigacyjnych BPD, pulpitu sterowania pilota PSP, pulpitu

dowodzenia PD. Blok przesyłania danych nawigacyjnych BPD i pulpit sterowania pilota PSP stanowią wyposażenie samolotu. Pulpit sterowania znajduje się w kabinie. Wykorzystywany jest do odczytu i przesyłaniu współrzędnych geograficznych i informacji dodatkowych wykrytego celu. Blok BPD zamontowany jest w miejsce zdemontowanego pulpitu PPK.



Rys. 28.Schemat blokowy Urządzenia Wprowadzania Danych UWD-1

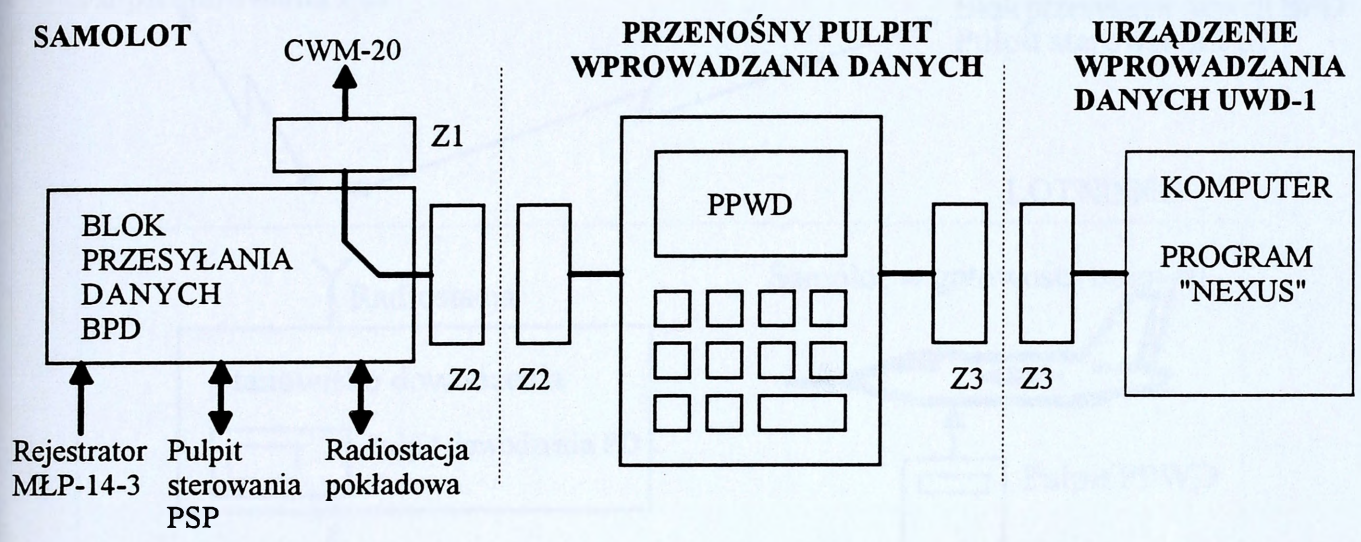
Znajdują się na nim przełączniki trybu pracy i kontroli podobnie jak na pulpicie PPK oraz złącza pozwalające połączyć blok BPD z pulpitem pilota PSP systemem PrNK-54 i radiostacją pokładową.

Przenośny pulpit wprowadzania danych PPWD jest wykorzystywany tylko w trybie wprowadzania danych nawigacyjno - celowniczych do CWM-20. Wykorzystywany jest przez SIL w czasie przygotowania samolotu do lotu. Pulpit dowodzenia PD współpracuje z radiostacją naziemną kierownika lotów i jest umieszczony w jego pomieszczeniu.

System wprowadzania, odczytu i przesyłania danych WOP może pracować w dwu trybach pracy: wprowadzanie danych nawigacyjno-celowniczych i określanie i przesyłanie współrzędnych geograficznych oraz informacji o charakterze wykrytego celu.

Tryb wprowadzania danych nawigacyjno-celowniczych

Dane celowniczo-nawigacyjne, konieczne do zaprogramowania trasy zostaną przygotowane w systemie UWD-1 i łączem transmisji danych przekazane do przenośnego pulpitu wprowadzania danych PPWD. Pulpit ten zastąpi stary pulpit PPK i umożliwi wprowadzenia zaprogramowanych danych bezpośrednio do pokładowej maszyny cyfrowej CWM-20. Dzięki temu karty perforowane zostaną całkowicie wyeliminowane. Schemat zmodernizowanego systemu wprowadzania danych nawigacyjno - celowniczych zgodnie z wymaganiami systemu PrNK-54 przedstawiony jest na rys.29.



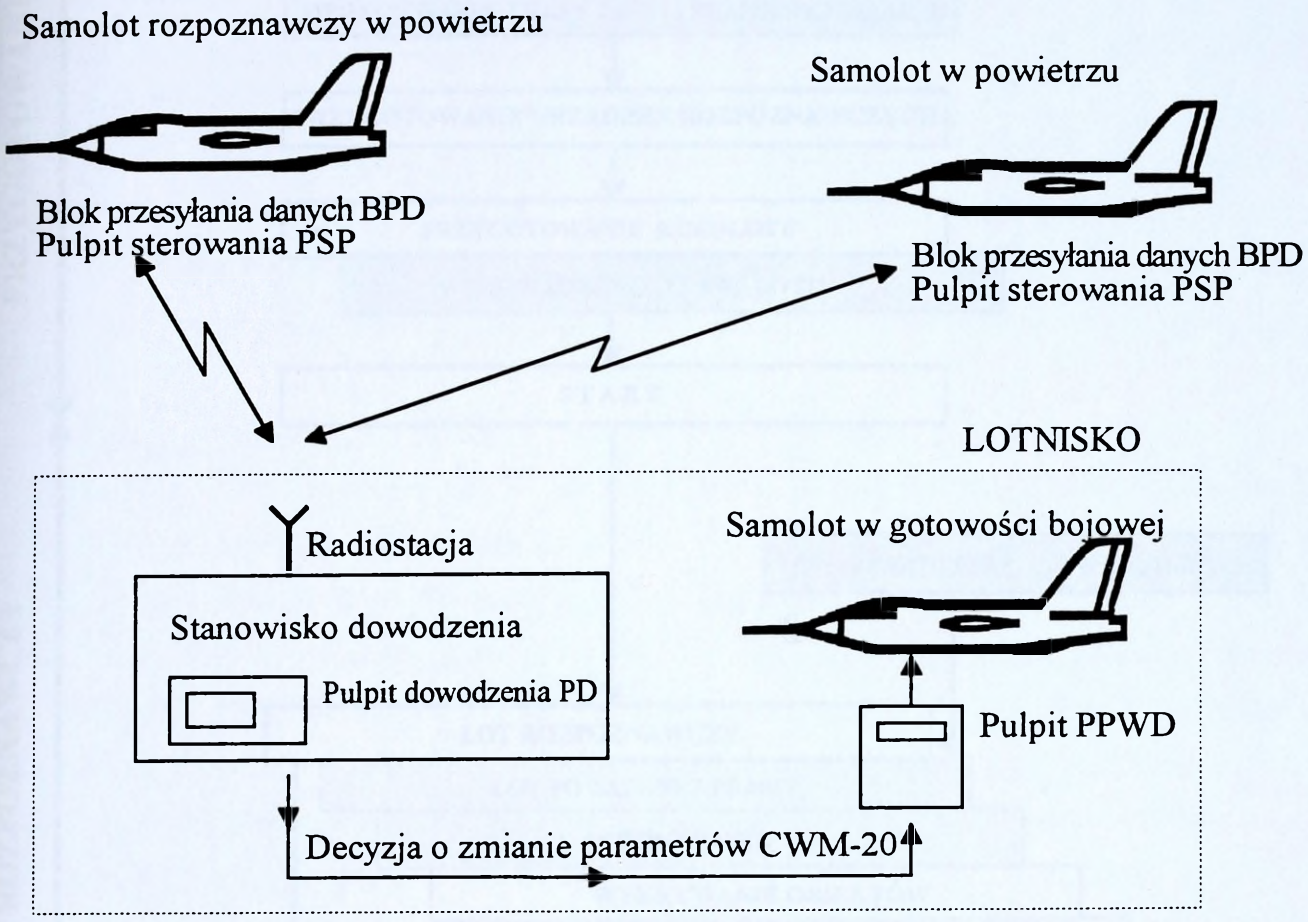
Rys. 29. Wprowadzanie danych nawigacyjno-celowniczych z wykorzystaniem pulpitu PPWD

Określanie i przesyłania współrzędnych geograficznych i informacji o charakterze wykrytego celu

Po namierzeniu obiektu rozpoznania przy pomocy dalmierza laserowego KLON i naciśnięciu przez pilota przycisku "ПРИВЯЗКА", współrzędne geograficzne celu są wyliczane w pamięci kompleksu nawigacyjno-celowniczego . Następnie przesyłane są cyklicznie w kodzie szeregowym do rejestratora magnetycznego MŁP-14-3, gdzie podlegają rejestracji. Dane te są jednocześnie monitorowane i zapamiętywane w bloku przesyłania danych BPD. Informacja o współrzędnych celu uzupełniona numerem burtowym samolotu, identycznym z numerem ustawionym w modzie 2 transpondera IFF systemu "SUPRAŚL", poddawana jest modulacji częstotliwościowej FFSK i cyklicznie przesyłana do wejścia m.cz. radiostacji pokładowej.

W trybie przesyłania możliwe więc będzie przekazanie współrzędne geograficznych namierzonego obiektu oraz danych o jego rodzaju (stacja radiolokacyjna, stanowisko OPL, umocnienia ziemne, pojazdy opancerzone itp). Klasyfikacja obiektów może być wprowadzona w postaci numeru określającego typ obiektu w pulpicie sterowania PSP w kabinie. Dane te mogą być przesyłane drogą radiową pomiędzy samolotem rozpoznawczym i stanowiskiem dowodzenia oraz pomiędzy stanowiskiem dowodzenia i innymi samolotami. Analiza

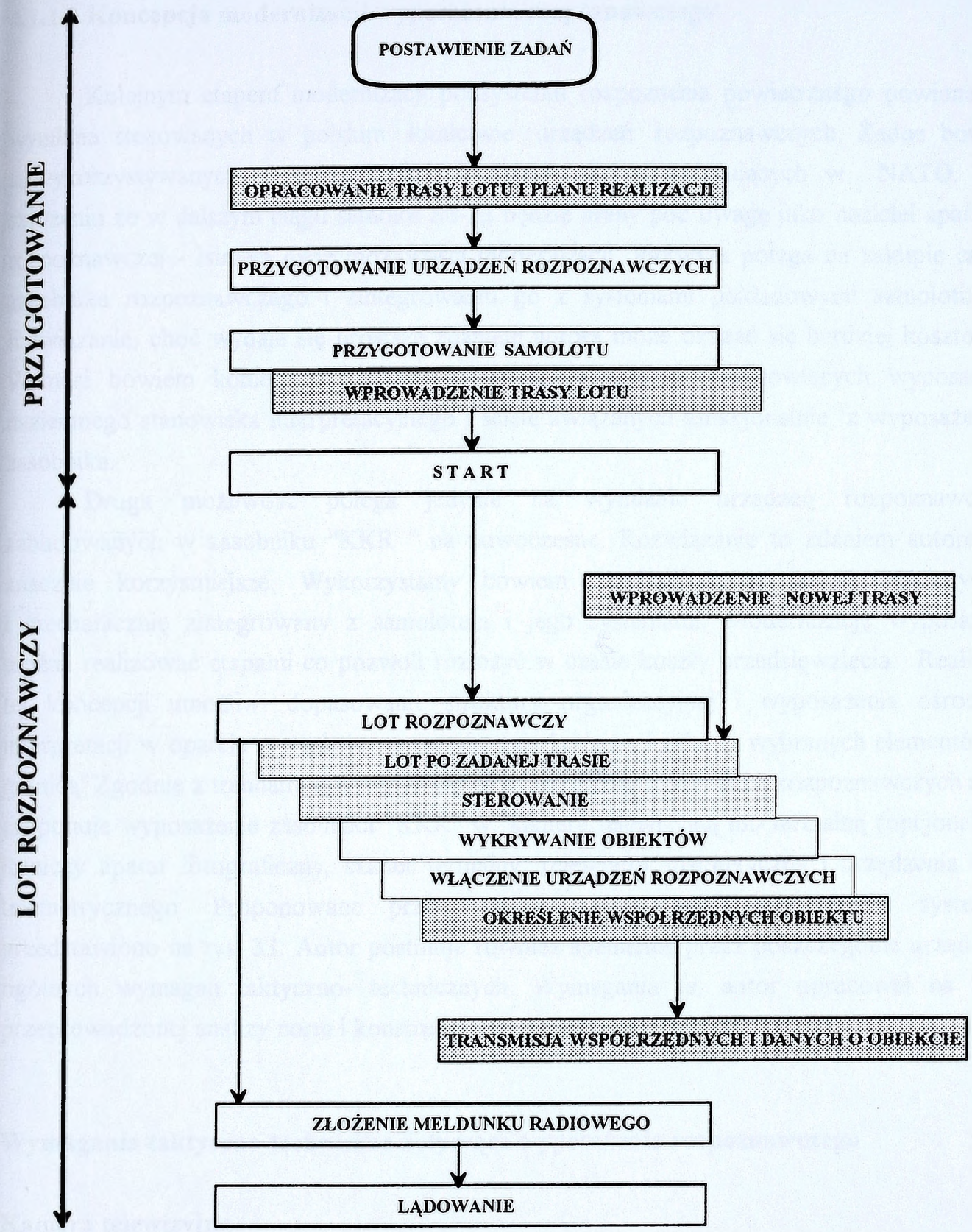
odebranych informacji na stanowisku dowodzenia, umożliwi wprowadzenie współrzędnych wykrytych celów do pokładowych maszyn cyfrowych CWM samolotów znajdujących się na ziemi oraz dostosowanie typu uzbrojenia do rodzaju atakowanego obiektu. Schemat funkcjonalny systemu WOP przedstawiono na rys. 30.



Rys. 30. Schemat funkcjonalny systemu wprowadzania odczytu i przesyłania danych WOP

Autor sądzi iż projekt ten jest niezwykle interesujący. Jego realizacja nie wymaga bowiem wprowadzenia głębokich zmian zarówno w konstrukcji samolotu jak i w wyposażeniu naziemnym. W oparciu o krajowe rozwiązania można zautomatyzować proces określania współrzędnych wykrytego lub rozpoznanego celu i przekazywania tych danych do stanowiska naziemnego. W polskim systemie rozpoznania powietrznego możliwość ta byłaby absolutną nowością znacznie przyspieszającą realizację procesów interpretacyjnych.

Na rys.31 przedstawiono wpływ wprowadzonej modernizacji wyposażenia na automatyzowanie określonych czynności realizowanych w trakcie lotu rozpoznawczego. Kolorem jaśniejszym zobrazowano stan przed modernizacją wyposażenia. Kolorem ciemniejszym wyróżniono procesy które zostaną automatyzowane dzięki jej przeprowadzeniu. Autor postuluje przyjęcie do realizacji omówionego projektu.



Rys. 31. Czynności realizowane w trakcie lotu rozpoznawczego. Samolot Su-22 z zasobnikiem "KKR" i zmodernizowanym wyposażeniem pokładowym

4.1.1.3 Koncepcja modernizacji wyposażenia rozpoznawczego

Kolejnym etapem modernizacji podsystemu rozpoznania powietrznego powinna być wymiana stosowanych w polskim lotnictwie urządzeń rozpoznawczych. Żadne bowiem z wykorzystywanych obecnie nie spełnia standardów obowiązujących w NATO. Przy założeniu że w dalszym ciągu samolot Su-22 będzie brany pod uwagę jako nosiciel aparatury rozpoznawczej - istnieją dwie możliwości modernizacji. Pierwsza polega na zakupie całego zasobnika rozpoznawczego i zintegrowaniu go z systemami pokładowymi samolotu. To rozwiązanie, choć wydaje się prostsze zdaniem autora może okazać się bardziej kosztowne. Wymusi bowiem konieczność zakupu niezbędnych urządzeń stanowiących wyposażenie naziemnego stanowiska interpretacyjnego i ściele związanych funkcjonalnie z wyposażeniem zasobnika.

Druga możliwość polega jedynie na wymianie urządzeń rozpoznawczych zabudowanych w zasobniku "KKR " na nowoczesne. Rozwiązanie to zdaniem autora jest znacznie korzystniejsze. Wykorzystamy bowiem zasobnik który jest już elektrycznie i mechanicznie zintegrowany z samolotem i jego systemami. Modernizację wyposażenia można realizować etapami co pozwoli rozłożyć w czasie koszty przedsięwzięcia. Realizacja tej koncepcji umożliwi dopasowanie struktury organizacyjnej i wyposażenia ośrodków interpretacji w oparciu o techniczne rozwiązania krajowe i zakupy wybranych elementów za granicą. Zgodnie z trendami konstrukcyjnymi w dziedzinie zasobników rozpoznawczych autor proponuje wyposażenie zasobnika "KKR" w: kamerę telewizyjną lub termalną (opcjonalnie), lotniczy aparat fotograficzny, skaner termalny, rejestrator magnetyczny i urządzenia łącza telemetrycznego. Proponowane przez autora rozmieszczenie urządzeń i systemów przedstawiono na rys. 33. Autor postuluje również spełnienie przez poszczególne urządzenia ogólnych wymagań taktyczno- technicznych. Wymagania te, autor opracował na bazie przeprowadzonej analizy norm i konstrukcji zasobników zachodnich.

Wymagania taktyczno-techniczne dotyczące wyposażenia rozpoznawczego

Kamera telewizyjna

Kamera telewizyjna powinna umożliwiać obserwację przedniej półsfery w warunkach dziennych. Obraz z kamery (kolorowy lub czarno-biały) powinien być zobrazowany na monitorze pokładowym w czasie rzeczywistym. W zależności od wybranej konstrukcji powinna zapewniać płynną zmianę kąta widzenia lub obrazowanie terenu w dwu stałych kątach (szerokim i wąskim). Kamera powinna być wyposażona w przetwornik obrazu klasy SPRITE. Uzyskane zobrazowanie powinno zapewnić : wykrycie obiektu wielkości czołgu z odległości nie mniejszej niż 6 km, rozpoznanie z odległości nie mniejszej niż 4 km przy kontraście obiektu 30% **[64.]**. Kamera powinna generować sygnał wyjściowy standardu PAL 625 linii/50 Hz. Współpraca kamery z rejestratorem magnetycznym powinna odbywać się

zgodnie z wymogami normy STANAG 7024 *Imagery Air Reconnaissance Tape Recorder Standard* . Proponowane miejsce zabudowy - przednia część zasobnika. W zależności od przyjętego rozwiązania kamera powinna być stosowana wymiennie z kamerą termalną zabudowywaną na tym samym stanowisku montażowym.

Kamera termalna

Kamera termalna (stosowana wymiennie z kamerą telewizyjną) powinna umożliwić uzyskanie zobrazowań termalnych z przedniej półsfery w warunkach nocnych i złej pogody. Obraz z kamery powinien być zobrazowany na monitorze pokładowym w czasie rzeczywistym. W zależności od wybranej konstrukcji powinna zapewniać płynną zmianę kąta widzenia lub obrazowanie terenu w dwu stałych kątach (szerokim i wąskim). Czułość spektralna detektora: 8÷12 mm. Rozdzielczość temperaturowa: nie gorsza niż 0.1^0 C.
Detektor mozaikowy lub klasy SPRITE. System chłodzenia detektora - elektryczny. Kamera powinna generować sygnał wyjściowy standardu PAL 625 linii/50 Hz. Współpraca kamery z rejestratorem magnetycznym powinna odbywać się zgodnie z wymogami normy STANAG 7024 *Imagery Air Reconnaissance Tape Recorder Standard* . Proponowane miejsce zabudowy - przednia część zasobnika - zamiennie z kamerą telewizyjną.

Lotniczy aparat fotograficzny

Lotniczy aparat fotograficzny powinien spełniać wymagania normy STANAG 3178 *Rolled Air Framing Camera Standard Image Format Sizes* dotyczących rozmiarów stosowanego filmu. W zależności od wybranej konstrukcji powinien wykonywać zdjęcia pionowe, panoramiczne lub skośne boczne dalekiego zasięgu. Aparat powinien zapewniać wykonywanie zdjęć w zakresie wysokości lotu 200 ÷ 1 000 m i prędkości lotu 800 ÷ 1 000 km/h. Jego konstrukcja powinna umożliwiać kompensację poruszenia obrazu w zakresie prędkości i wysokości lotu nosiciela oraz uzyskanie pokrycia podłużnego pomiędzy kolejnymi kadrami do 60 %. Dobór parametrów ekspozycji powinien odbywać się w sposób automatyczny. Aparat powinien mieć możliwość nanoszenia na wykonane zdjęcia informacje o współrzędnych w sposób zgodny z normą STANAG 3599 *Edge Numbering Of Films For Air Reconnaissance*. Proponowane miejsce zabudowy - przednia, dolna część zasobnika (zamiast aparatu PA-1).

Skaner termalny

Skaner termalny powinien zapewniać pozyskiwanie panoramicznych zobrazowań termalnych w trakcie lotu w nocy i złych warunkach pogodowych. Minimalny kąt panoramowania 160^0 . Parametry techniczne urządzenia muszą zapewniać wykonanie zobrazowań z wysokości lotu 100 ÷ 3 000 przy prędkości lotu 800 ÷ 1 000. Skaner powinien mieć możliwość rejestrowania uzyskanych zobrazowań na rejestratorze magnetycznym. Czułość spektralna detektora: 8÷12 mm. Rozdzielczość temperaturowa: nie gorsza niż 0.1^0 C. Detektor klasy SPRITE. System chłodzenia detektora - elektryczny. Skaner powinien

generować sygnał wyjściowy standardu PAL 625 linii/50 Hz. Współpraca skanera z rejestratorem magnetycznym powinna odbywać się zgodnie z wymogami normy STANAG 7024 *Imagery Air Reconnaissance Tape Recorder Standard* . Proponowane miejsce zabudowy - środkowa, dolna część zasobnika.

Rejestrator magnetyczny

Rejestrator magnetyczny powinien umożliwiać rejestracje sygnałów analogowych pochodzących z kamery telewizyjnej, termalnej lub skanera termalnego. Zapis informacji powinien odbywać się na taśmach magnetycznych o szerokościach i standardzie zapisu zgodnych z normą STANAG 7024 *Imagery Air Reconnaissance Tape Recorder Standard* . Czas rejestracji obrazów nie mniejszy niż 90 minut. W zależności od przyjętego rozwiązania urządzenie może rejestrować również inne dane cyfrowe generowane przez systemy pokładowe samolotu. Struktura zapisu sygnałów powinna być zgodna z wymaganiami normy STANAG 7023 AR *Air Reconnaissance Imagery Data Architecture.* Proponowane miejsce zabudowy rejestratora - tylnia, górna część zasobnika. Miejsce zabudowy powinno być dobrane w sposób umożliwiający łatwy dostęp do rejestratora w celu wymiany kasety lub kopiowania zapisu.

Urządzenia łącza telemetrycznego

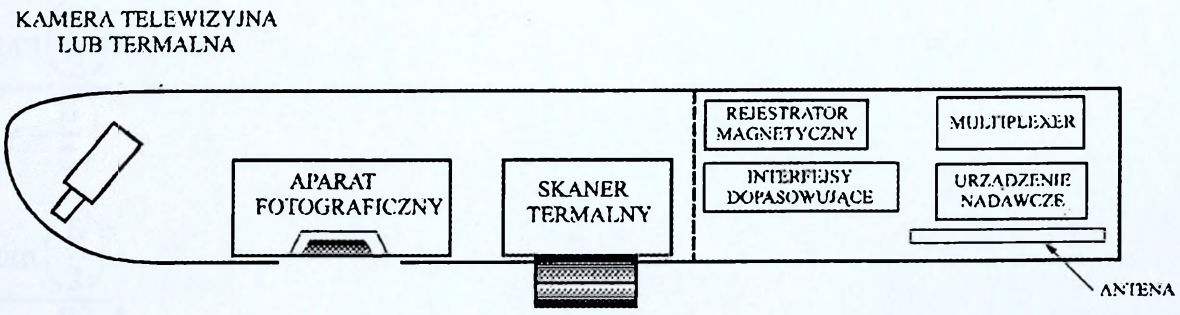
Łącze telemetryczne powinno zapewnić transmisję obrazu i innych danych do stanowiska naziemnego w czasie rzeczywistym. W zależności od przyjętego rozwiązania w skład łącza powinny wchodzić: nadajnik wraz z anteną dookólną (transmisja tylko obrazu) lub nadajnik, antena dookólna, urządzenia syntezujące (multiplexery łączące przekazywany obraz z danymi) oraz interfejsy dopasowujące urządzenia telemetryczne z systemami pokładowymi. Transmisja powinna odbywać się w jednym z dwu pasm częstotliwości wykorzystywanych przez NATO do tego celu: 1435-1535 MHz lub 2185-2485 MHz. Praca urządzeń syntetyzujących i końcowy sygnał transmisji powinny spełnić wymagania zawarte w normie STANAG 7023 AR *Air Reconnaissance Imagery Data Architecture*. Urządzenia powinny być zabudowane w tylnej części zasobnika. Miejsce zabudowy anteny powinno być dobrane w sposób zapewniający maksymalny zasięg transmisji. Moc nadajnika oraz montaż anteny powinny zapewnić minimalny zasięg transmisji 40 km (przy wykorzystaniu kierunkowej anteny odbiorczej na stanowisku naziemnym).

W powyższych wymaganiach (z powodów oczywistych) autor nie zawarł ogólnych wymogów które muszą spełnić wszelkie urządzenia lotnicze (napięcia zasilania, odporność na przeciążenia, udary itp.)

Propozycje nowego wyposażenia rozpoznawczego

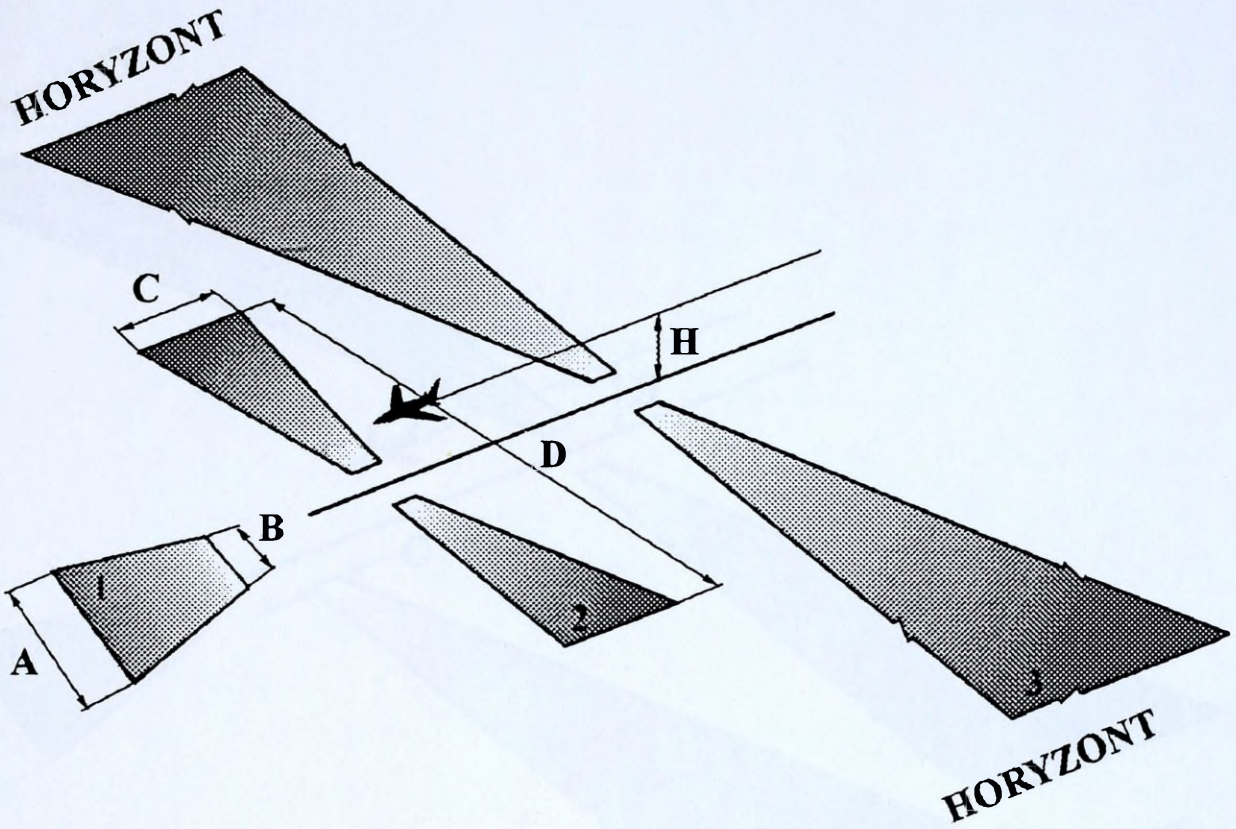
Analizując konstrukcje i dane techniczne urządzeń rozpoznawczych oraz ich przydatność dla automatyzowania podsystemu pozyskiwania autor opracował koncepcję nowego wyposażenia zasobnika "KKR". Zgodnie z założeniami przedstawionymi wcześniej autor proponuje jako nowe wyposażenie rozpoznawcze zastosować: **aparat fotograficzny KS-153, kamerę telewizyjną Hitachi, kamerę termalną Ferranti IR18 MKII, skaner termalny LINESCAN 4000, rejestrator magnetyczny VCR 2768, multiplexer VM-101, nadajnik wideo/telemetryczny ST 400, interfejsy dopasowania, antenę dookólną.**
Dane techniczne poszczególnych urządzeń zamieszczone zostały w ZAŁĄCZNIKU.
Proponowane rozmieszczenie urządzeń przedstawiono na rys.32.

Zastosowanie takiej konfiguracji urządzeń umożliwi prowadzenie rozpoznania powietrznego w każdych warunkach pogodowych w dzień i w nocy. Zastosowanie kamery telewizyjnej lub termalnej pozwoli pilotowi prowadzić obserwację w przedniej półsferze co zapewni wcześniejsze wykrycie interesującego obiektu. Takie rozwiązania ponadto ułatwi wykonywanie lotów w warunkach nocnych i złej pogodzie. Proponowany aparat fotograficzny jest najnowszym produktem firmy KARL ZAISS. Autor miał możliwość bezpośredniego zapoznania się z jego konstrukcją podczas pobytu w Oberkochen. Zdaniem autora jest to obecnie najlepszy i najnowocześniejszy rozpoznawczy aparat fotograficzny. Jego konstrukcja umożliwia uzyskiwanie zdjęć panoramicznych lub skośnych dalekiego zasięgu praktycznie bez charakterystycznych da tego rodzaju fotografii - zniekształceń.



Rys. 32. Rozmieszczenie nowego wyposażenia rozpoznawczego w zasobniku "KKR"

W zależności od zastosowanego wariantu wyposażenia rozpoznawczego strefy pokrycia terenu przez poszczególne środki będą przedstawiały się jak na rys. 33.



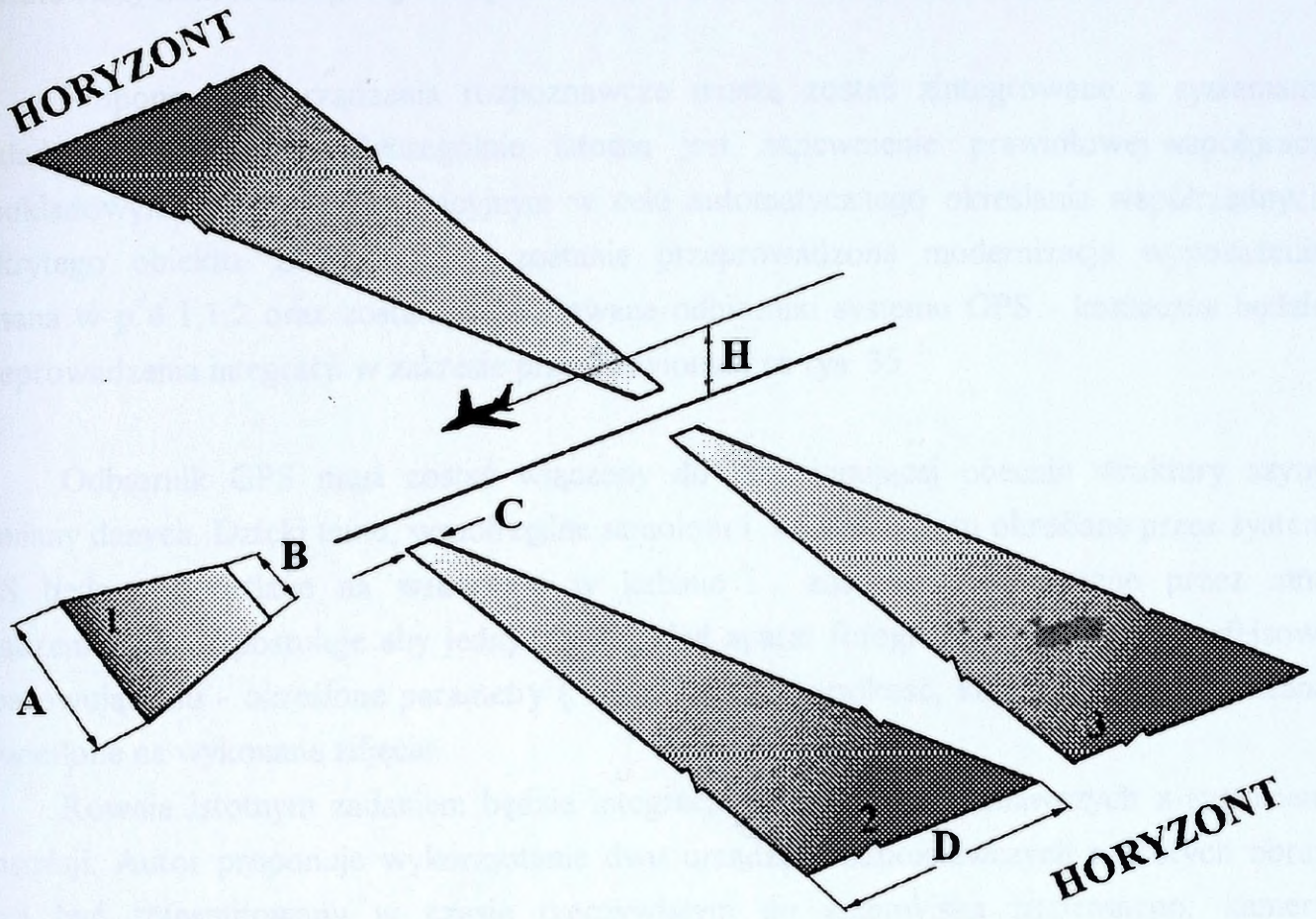
Rys. 33. Strefy pokrycia terenu przez urządzenia rozpoznawcze.
Aparat KS-153 w wersji panoramicznej

Gdzie:
1- Strefa pokrycia terenu przez kamerę telewizyjną lub termalną;
2 - Strefa pokrycia terenu przez aparat KS-153 w wersji do zdjęć panoramicznych;
3 - Strefa pokrycia terenu przez skaner termalny;

$$A = \frac{2H \cdot \tan\left(\frac{\beta}{2}\right)}{\cos\left(\gamma + \frac{\beta}{2}\right)};$$

$$B = \frac{2H \cdot \tan\left(\frac{\beta}{2}\right)}{\cos\left(\gamma - \frac{\beta}{2}\right)};$$

H - wysokość lotu;
β - kąt widzenia obiektywu kamery telewizyjnej lub termalnej;
γ - kąt odchylenia osi optycznej obiektywu mierzony od pionu w kierunku lotu;
C = 0.9 H;
D = 2.6 H;



Rys. 34. Strefy pokrycia terenu przez urządzenia rozpoznawcze
Aparat KS-153 w wersji do zdjęć skośnych dalekiego zasięgu

Gdzie:

1- Strefa pokrycia terenu przez kamerę telewizyjną lub termalną;
2 - Strefa pokrycia terenu przez aparat KS-153 w wersji do zdjęć skośnych dalekiego zasięgu;
3 - Strefa pokrycia terenu przez skaner termalny;

$$A = \frac{2H \cdot \tan\left(\frac{\beta}{2}\right)}{\cos\left(\gamma + \frac{\beta}{2}\right)};\ C = \frac{2H \cdot \tan\left(\frac{\alpha}{2}\right)}{\cos\left(\delta - \frac{\alpha}{2}\right)}$$

$$B = \frac{2H \cdot \tan\left(\frac{\beta}{2}\right)}{\cos\left(\gamma - \frac{\beta}{2}\right)};\ D = \frac{2H \cdot \tan\left(\frac{\alpha}{2}\right)}{\cos\left(\delta + \frac{\alpha}{2}\right)}$$

H - wysokość lotu
β - kąt widzenia obiektywu kamery telewizyjnej lub termalnej;
γ - kąt odchylenia osi optycznej obiektywu mierzony od pionu w kierunku lotu;
α - kąt widzenia obiektywu aparatu fotograficznego;
δ - kąt obrotu głowicy aparatu mierzony od pionu.

Postulowany zakres integracji urządzeń rozpoznawczych i systemów pokładowych.

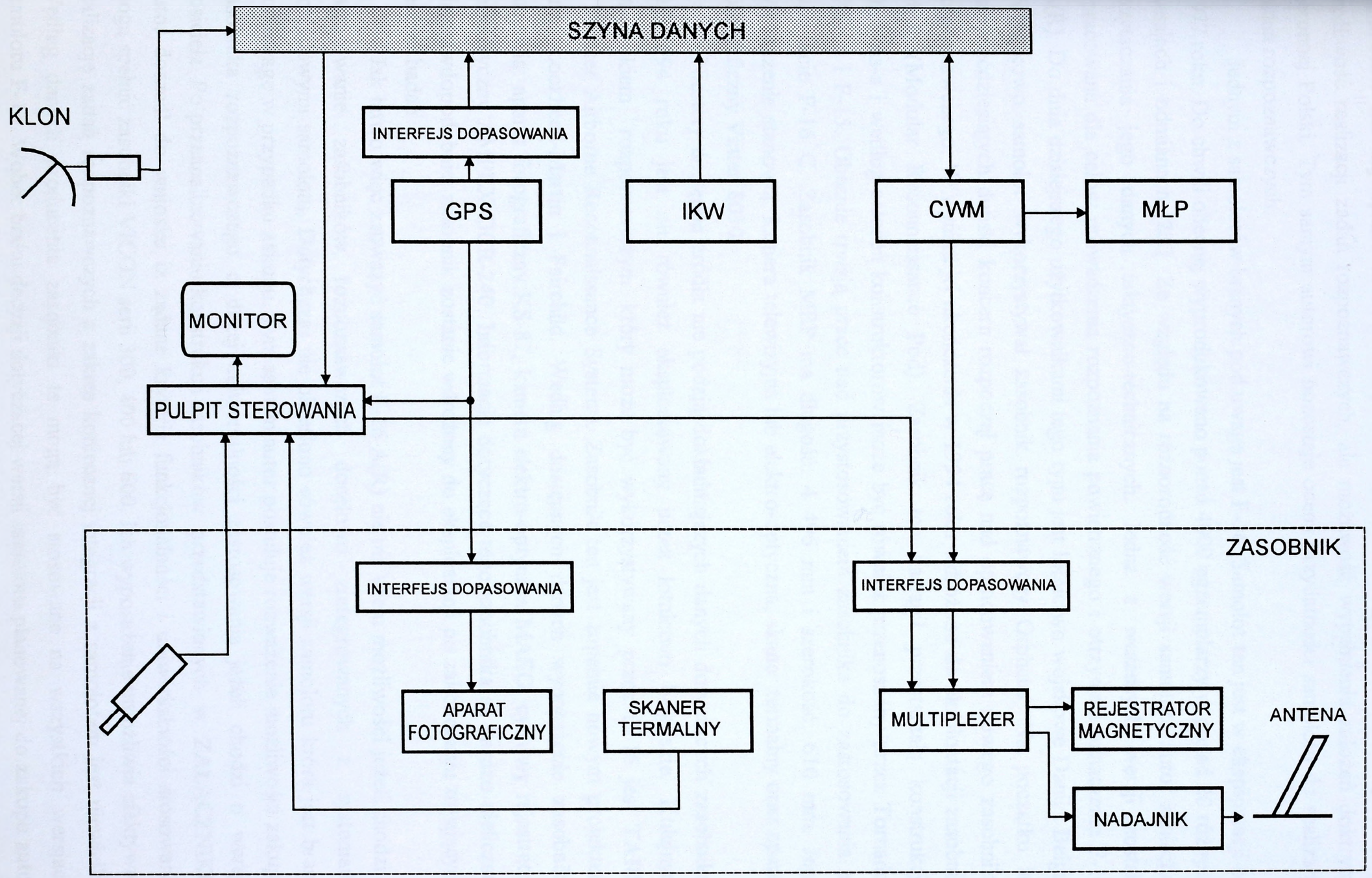
Proponowane urządzenia rozpoznawcze muszą zostać zintegrowane z systemami pokładowymi samolotu. Szczególnie istotne jest zapewnienie prawidłowej współpracy z pokładowym systemem nawigacyjnym w celu automatycznego określania współrzędnych wykrytego obiektu. Zakładając że zostanie przeprowadzona modernizacja wyposażenia opisana w p 4.1.1.2 oraz zostaną zabudowane odbiorniki systemu GPS - konieczne będzie przeprowadzenia integracji w zakresie przedstawionym na rys. 35.

Odbiornik GPS musi zostać włączony do funkcjonującej obecnie struktury szyny wymiany danych. Dzięki temu, współrzędne samolotu i wysokość lotu określane przez system GPS będą wyświetlane na wskaźniku w kabinie i zostaną wykorzystane przez inne urządzenia. Autor postuluje aby jednym z nich był aparat fotograficzny. Dzięki interfejsowi dopasowującemu - określone parametry (współrzędne, wysokość, kurs, data, czas) zostaną naświetlone na wykonane zdjęcie.

Równie istotnym zadaniem będzie integracja urządzeń rozpoznawczych z systemem transmisji. Autor proponuje wykorzystanie dwu urządzeń rozpoznawczych z których obraz może być transmitowany w czasie rzeczywistym do stanowiska naziemnego: kamery telewizyjnej lub termalnej oraz skanera termalnego. Obraz z obu tych urządzeń, może być zobrazowany na monitorze pokładowym w zależności od potrzeb i woli pilota. Transmitować do stanowiska naziemnego można natomiast obraz jedynie z jednego wybranego źródła. Dlatego też autor postuluje przyjęcie rozwiązania polegającego na transmitowaniu do stanowiska naziemnego sygnału, który w danej chwili jest zobrazowany na monitorze pokładowym. Takie rozwiązanie umożliwi bowiem jednoznaczne przywiązanie współrzędnych geograficznych określanych przez pokładowe systemy nawigacyjne do sygnału wizyjnego.
Przełączenie źródeł sygnału dokonane przez pilota na pulpicie sterującym musi więc jednocześnie przełączyć urządzenia określające współrzędne geograficzne. Kamera telewizyjna lub termalna wymagają bowiem współpracy ze pokładowym dalmierzem laserowym Klon. Natomiast dla skanera termalnego korzystniejsza będzie współpraca z systemem GPS. Oba sygnały (wizyjny i współrzędne) po przez interfejsy dopasowujące zostaną podane do multiplexera, który dokona ich syntezy i przekaże dalej do rejestratora magnetycznego i nadajnika.

4.1.2 Wykorzystanie nowego samolotu do realizacji zadań rozpoznawczych

Jedną z możliwości poprawy stanu podsystemu pozyskiwania jest wykorzystanie do prowadzenia rozpoznania powietrznego nowego samolotu. Od szeregu lat prowadzone są analizy mające na celu wytypowanie samolotu który będzie eksploatowany w polskich Siłach Zbrojnych.



Rys. 35. Schemat postulowanej integracji systemów pokładowych z urządzeniami rozpoznawczymi

Na obecnym etapie analiz trudno jest jednoznacznie stwierdzić który z rozpatrywanych typów samolotów ma największe szanse. Priorytetem wyboru nie będzie bowiem z pewnością możliwość realizacji zadań rozpoznawczych, ale możliwość wypełnienia założeń doktryny obronnej Polski. Tym samym autorowi pozostaje ocena przydatności samolotu do realizacji zadań rozpoznawczych.

Jednym z samolotów branych pod uwagę jest F-16. Samolot ten jest w eksploatacji od 1977 roku. Do chwili obecnej wyprodukowano ponad 4000 egzemplarzy w ponad 20 różnych wersjach i odmianach **[23.]**. Ze względu na różnorodność wersji samolotu autor zaniechał przytaczania jego danych taktyczno-technicznych. Jedna z wczesnych wersji została opracowana dla celów prowadzenia rozpoznania powietrznego i otrzymała oznaczenie F-16 A(R). Do dnia dzisiejszego użytkownikami tego typu jest lotnictwo wojskowe Danii i Belgii. Początkowo samolot wykorzystywał zasobnik rozpoznawczy Orpheus. Na początku lat dziewięćdziesiątych duński koncern rozpoczął pracę nad opracowaniem nowego zasobnika rozpoznawczego. W wyniku jej ukończenia w 1994 roku wdrożono do eksploatacji zasobnik MRP (Modular Reconnaissance Pod). Zasobnik ten zastąpił przestarzałą konstrukcję Orpheus-a i według założeń konstruktorów może być również przenoszony przez Tornado, F/A-18 i F-15. Obecnie trwają prace nad przystosowaniem zasobnika do zastosowania na samolocie F-16 C. Zasobnik MRP ma długość: 4 496 mm i szerokość: 610 mm. Jego wyposażenie stanowią: kamera telewizyjna lub elektro-optyczna, skaner termalny oraz aparat fotograficzny Vinten 8010.

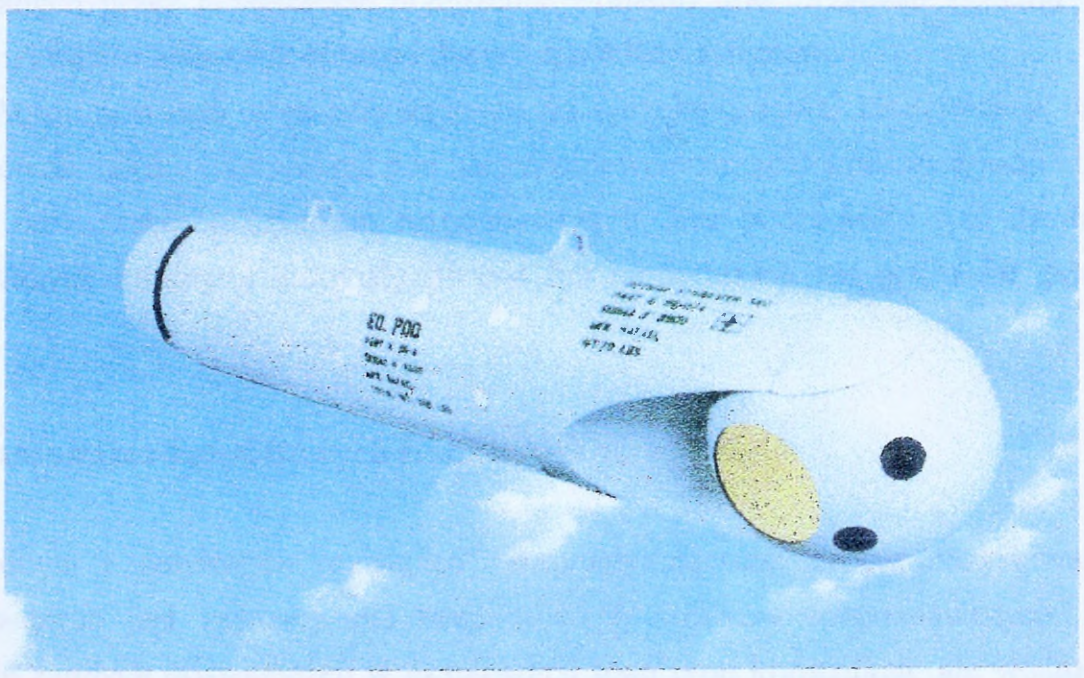
Niestety dostępne źródła nie podają dokładniejszych danych dotyczących zasobnika. Od 1994 roku jest on również eksploatowany przez lotnictwo belgijskie. Kolejnym zasobnikiem rozpoznawczym który może być wykorzystywany przez F- 16 jest **TARS** (Theater Airborne Reconnaissance System). Zasobnik ten jest zupełnie nowym projektem firm: Lockheed-Martin i Fairchild. Według dostępnych danych wyposażenie zasobnika stanowią: aparat fotograficzny KS-87, kamera elektro-optyczna MAEO, cyfrowy rejestrator magnetyczny AMPEX DCR-240. Informacje dotyczące tego zasobnika są bardzo nieliczne. Najprawdopodobniej zasobnik zostanie wdrożony do eksploatacji po zakończeniu trwających jeszcze badań.

Jak łatwo więc zauważyć samolot F-16 A(R) nie ma wielu możliwości jeżeli chodzi o zastosowanie zasobników rozpoznawczych docelowo zintegrowanych z systemami pokładowymi samolotu. Dotychczas nie określono również wersji samolotu która jest brana pod uwagę w przypadku zakupu. Tym samym autor postuluje rozważenie możliwości zakupu zasobnika rozpoznawczego o dużej uniwersalności zastosowania jeżeli chodzi o wersję nosiciela. Po przeanalizowaniu konstrukcji zasobników przedstawionych w ZAŁĄCZNIKU autor doszedł do wniosku iż żądane kryteria funkcjonalności i uniwersalności stosowania mogą spełnić zasobniki VICON serii 300, 400 lub 600. Ich wyposażenie umożliwia efektywną realizację zadań rozpoznawczych a zakres koniecznej integracji z samolotem jest niewielki. Według danych producenta zasobniki te mogą być stosowane na wszystkich wersjach samolotu F-16. Wobec braku decyzji dotyczącej wersji samolotu planowanej do zakupu autor

postuluje przyjęcie opcji zakupu zasobnika VICON 300 lub 400. Takie rozwiązanie zapewni prowadzenie rozpoznania powietrznego w dzień i w nocy niezależnie od ostatecznej, zakupionej wersji samoloty F-16. Istnieje jednakże jeszcze jedna możliwość zapewnienia prowadzenia rozpoznania obrazowego przez samolot F-16. Pozyskiwanie rozpoznawczych danych obrazowych zapewnia również zasobnik nawigacyjno-celowniczy LITENING firmy RAFAEL

Zasobnik nawigacyjno-celowniczy LITENING (RAFAEL)

Zasobnik jest wykorzystywany na samolotach F-16 wersji C lub D. Jest przeznaczony do wykrywania celów ataku w zakresie widzialnym i podczerwieni, podświetlania wiązką laserową oraz wypracowania danych balistycznych dla przeprowadzenia ataku.



Rys. 36. Zasobnik nawigacyjno - celowniczy LITENING

Długość zasobnika wynosi: 208 cm, a jego ciężar- 200 kg. W skład wyposażenia wchodzą: kamera termalna, kamera telewizyjna, dalmierz/podświetlacz laserowy, korelacyjny układ śledzenia celu oraz platforma stabilizująca. Zasobnik LITENING może być stosowany w dzień i w nocy. Zastosowano w nim kamera termalna pracuje w zakresie 8 ÷ 12 μm i posiada trzy kąty widzenia (1.5^0 x 2^0; 4.5^0 x 6^0; 18^0 x 24^0). Kamera telewizyjna może obrazować rozpoznawany teren w dwu kątach widzenia: (1.5^0 x 2^0; 4.2^0 x 5.6^0). Do podświetlania celu i pomiaru odległości do niego służy laser o mocy 80 MJ w impulsie. Obecnie jest to jeden z najnowocześniejszych zasobników tej klasy na świecie. Zastosowane w nim urządzenia rozpoznawcze zapewniają pozyskanie danych obrazowych nie tylko dla przeprowadzenia ataku ale również dla prowadzenia rozpoznania obrazowego. Współpraca z dalmierzem laserowym oraz systemem nawigacyjnym zapewnia automatyczne określenie współrzędnych

wykrytego obiektu. Zasobnik nie jest wprawdzie wyposażony w rejestrator magnetyczny, ale samolot na którym może być stosowany posiada pokładowy system transmisji danych LINK 16. Tym samym będzie możliwe dokonanie transmisji danych i obrazu do stanowiska naziemnego. W przypadku decyzji o zakupie dla polskiego lotnictwa wojskowego wersji C lub D samolotu F-16 autor postuluje rozważenia możliwości zakupu zasobnika LITENING. Spełni on bowiem nie tylko swoje podstawowe zadania celowniczo-nawigacyjne ale również będzie mógł być wykorzystany do zadań rozpoznawczych. Istotnymi wadami proponowanego rozwiązania jest możliwość stosowania zasobnika jedynie na najnowszych wersjach C i D oraz wysoka cena urządzenia.

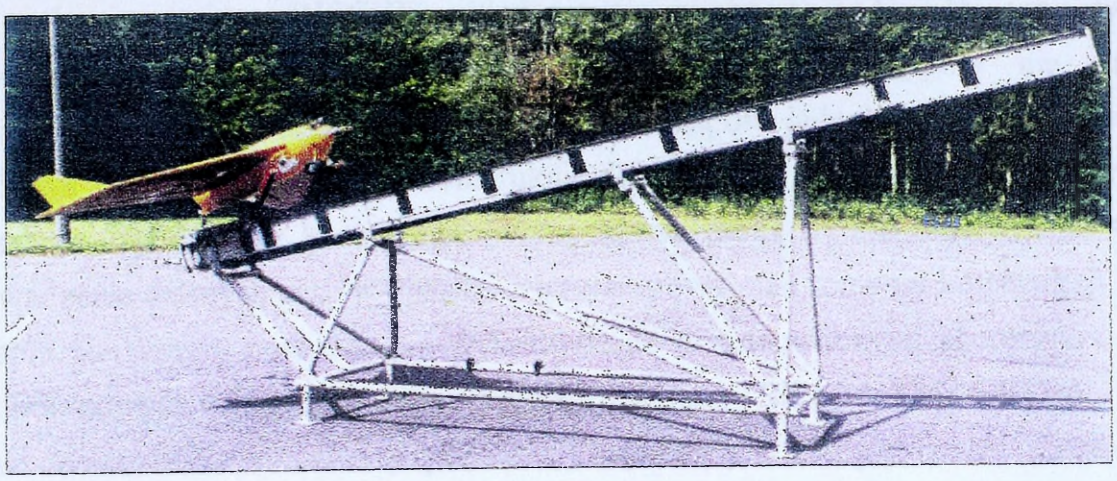
Należy ponadto stwierdzić że niezależnie od przyjętej do realizacji koncepcji wyposażenia rozpoznawczego samolotu F-16, konieczne będzie natychmiastowa modernizacja naziemnego wyposażenia interpretacyjnego. Żaden z elementów tego wyposażenia eksploatowanego obecnie w kraju nie zapewni bowiem interpretacji danych obrazowych rejestrowanych przez nowoczesne urządzenia. Ponadto brak urządzeń systemu LINK 16 uniemożliwi odbiór transmisji obrazu i danych z pokładu samolotu.

Autor postuluje więc przystąpienie do natychmiastowej modernizacji wyposażenia naziemnych ośrodków interpretacji pod kątem zapewnienia możliwości przyjęcia i interpretacji danych z nowoczesnych urządzeń rozpoznawczych. Bez poczynienia tych działań żadna z proponowanych koncepcji automatyzowania lub modernizacji nie przyniesie oczekiwanych efektów.

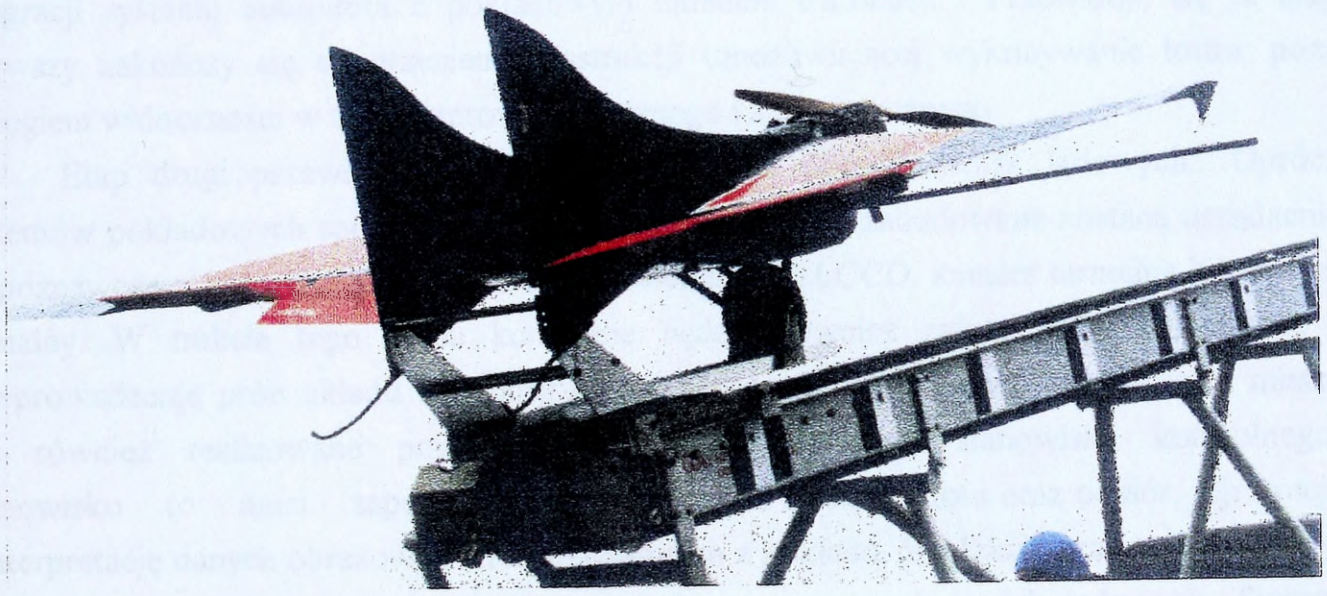
4.1.3 Zastosowanie bezpilotowych środków rozpoznawczych

Jednym z możliwych rozwiązań automatyzujących proces pozyskiwania danych rozpoznawczych jest zastosowanie bezpilotowych środków rozpoznawczych. Nie mamy wprawdzie żadnych doświadczeń w eksploatacji tego typu konstrukcji, ale według literatury tematu, ich wykorzystanie w trakcie ostatnich konfliktów zbrojnych było oceniane pozytywnie.

Duże zainteresowanie bezpilotowymi środkami rozpoznawczymi spowodowało opracowanie w kraju kilku koncepcji konstrukcji tego typu. Oczywiście decydując się na użytkowania tego typu środka można rozważyć zakupienie całego systemu. Zdaniem autora celowym jest jednak rozwijanie własnej konstrukcji płatowca bezpilotowego środka. W ubiegłym pięcioleciu na łamach literatury popularnonaukowej pojawiały się wzmianki o pracach nad BŚR "SOWA" czy "VECTOR". Prace te obecnie znajdują się na różnych etapach realizacji. Najbardziej zaawansowane wydają się jednak być dwie konstrukcje opracowane w Instytutu Technicznego Wojsk Lotniczych: "FALCON" i "WAMPIR".



Rys. 37. BŚR "FALCON"



Rys. 38. BŚR "WAMPIR"

Dane taktyczno - techniczne:

	BŚR "WAMPIR"	BŚR "FALCON"
Rozpiętość	- 240 cm	250 cm
Długość	- 200 cm	130 cm
Masa startowa	- 65 kg	12.5 kg
Prędkość maksymalna	- 200 km/h	90 km/h
Prędkość minimalna	- 100 km/h	40 km/h
Czas lotu	- 120 min	30 min
Udźwig	- 10 kg	5 kg
Start	- z wyrzutni lub samolotowy	z wyrzutni
Lądowanie	- klasyczne	na spadochronie lub klasyczne.

Obie konstrukcje wykonane zostały w wersji prototypowej. BŚR "WAMPIR" został wyposażony w kamerę wideo BISCHE, układ transmisji obrazu JAVELIN oraz system sterowania zdalnego GRAUPNER MC-24. Przedstawionych prototypów nie można oczywiście traktować jako ostatecznych propozycji. Stanowią one jednak mocna podstawę do dalszych prac nad opracowaniem kilku konstrukcji docelowych. W zależności bowiem od potrzeb przyszłego użytkownika konstrukcje i wyposażenie mogą się znacznie różnić. Autor postuluje prowadzenie dalszych prac w oparciu o trzy-etapowy plan rozwoju konstrukcji.

W etapie pierwszym postuluje się wykorzystanie przedstawionych prototypów jako latających, jednorazowych celów do treningu strzelań z rakiet STRZAŁA-2M i GROM. Pozwoli to na doskonalenie konstrukcji płatowca i wyrzutni, oraz opanowanie możliwości sterowania ręcznego. Realizację tych celów zapewni system sterowania zdalnego zabudowany obecnie. Jednocześnie zostaną zakupione, zabudowane i wypróbowane systemy: autopilota umożliwiającego wykonanie lotu prostoliniowego w trybie autonomicznym oraz radiowy system sterowania o zasięgu około 40 km. W tym etapie konieczne będzie przeprowadzenie integracji systemu autopilota z pokładowym układem transmisji . Przewiduje się iż etap pierwszy zakończy się stworzeniem konstrukcji umożliwiającej wykonywanie lotów poza zasięgiem widoczności w trybie sterowania ręcznego i automatycznego.

Etap drugi przewiduje opracowanie BŚR dla potrzeb wojsk lądowych.. Oprócz systemów pokładowych sprawdzonych w poprzednim etapie zabudowane zostaną urządzenia rozpoznawcze : kamera niskiego poziomu oświetlenia LLLCCD, kamera termalna lub skaner termalny. W trakcie tego etapu konieczne będzie również zakupienie, zabudowanie i przeprowadzenie prób układu transmisji obrazu. Jednocześnie z rozwojem płatowca muszą być również realizowane prace konstrukcyjne naziemnego stanowiska kontrolnego. Stanowisko to musi zapewniać pełny nadzór nad realizacją lotu oraz odbiór, rejestrację i interpretację danych obrazowych transmitowanych z pokładu. W efekcie prac realizowanych w tym etapie powinien powstać system spełniający wymagania wojsk lądowych. System powinien zapewniać prowadzenie rozpoznania powietrznego w zakresie widzialnym i podczerwieni oraz transmisję zobrazowań w czasie rzeczywistym z odległości ok 40 km.

Realizacja etapu trzeciego pracy będzie uzależniona od zapotrzebowania na bezpilotowy środek rozpoznawczy o zasięgu lotu ponad 100 km. Dla celu opracowania środka tej klasy konieczne będzie stworzenie konstrukcji płatowca umożliwiającej długotrwały lot oraz udźwig dodatkowego wyposażenia pokładowego. Przystępując bowiem do realizacji tak ambitnego zamierzenia należy się liczyć z koniecznością zastosowania dodatkowo komputera pokładowego, systemu łączności satelitarnej oraz systemów transmisji obrazu o daleko większym zasięgu. Ciągły brak pieniędzy na badania techniki lotniczej oraz stała degradacja polskiego przemysłu lotniczego utwierdzają jednak autora w mniemaniu że realizacja trzeciego etapu prac nie będzie możliwa. Tym samym zdaniem autora należy się skoncentrować na możliwościach zrealizowania etapu drugiego.

W efekcie kontynuacji prac i dalszego rozwoju przedstawionych konstrukcji możemy dysponować, bezpilotowym środkiem rozpoznawczym o wysokim stopniu automatyzacji

realizowanych procesów. Na rys .39 przedstawiono poszczególne etapy realizacji zadania rozpoznawczego przez BŚR. Postulowany zakres automatyzowania wyróżniono kolorem szarym.

4.1.3.1 Postulowany skład i wyposażenie systemu rozpoznania opartego o BŚR

Właściwa realizacja zadania rozpoznawczego przez BŚR wymaga stworzenia systemu w skład którego powinny wchodzić następujące elementy:

- bezpilotowy środek rozpoznawczy

Podstawowa jednostka organizacyjna systemu powinna eksploatować od jednej do pięciu w pełni wyposażonych konstrukcji. Ich transport odbywa się w samochodzie w którym jednocześnie będą przygotowywane do lotu. Na czas transportu wyposażenie rozpoznawcze powinno być przechowywane w specjalnych pojemnikach. W przypadku BŚR o większych wymiarach konstrukcja musi mieć możliwość rozmontowania. Wyposażenie środka powinny stanowić: autopilot, system nawigacyjny (inercjalny lub satelitarny), komputer pokładowy, urządzenia rozpoznawcze (kamera telewizyjna, termalna lub skaner termalny), urządzenia łącza telemetrycznego. Urządzenia rozpoznawcze powinny spełniać wymagania taktyczno-techniczne przedstawione w punkcie 4.1.1.3.

- katapulta (wyrzutnia)

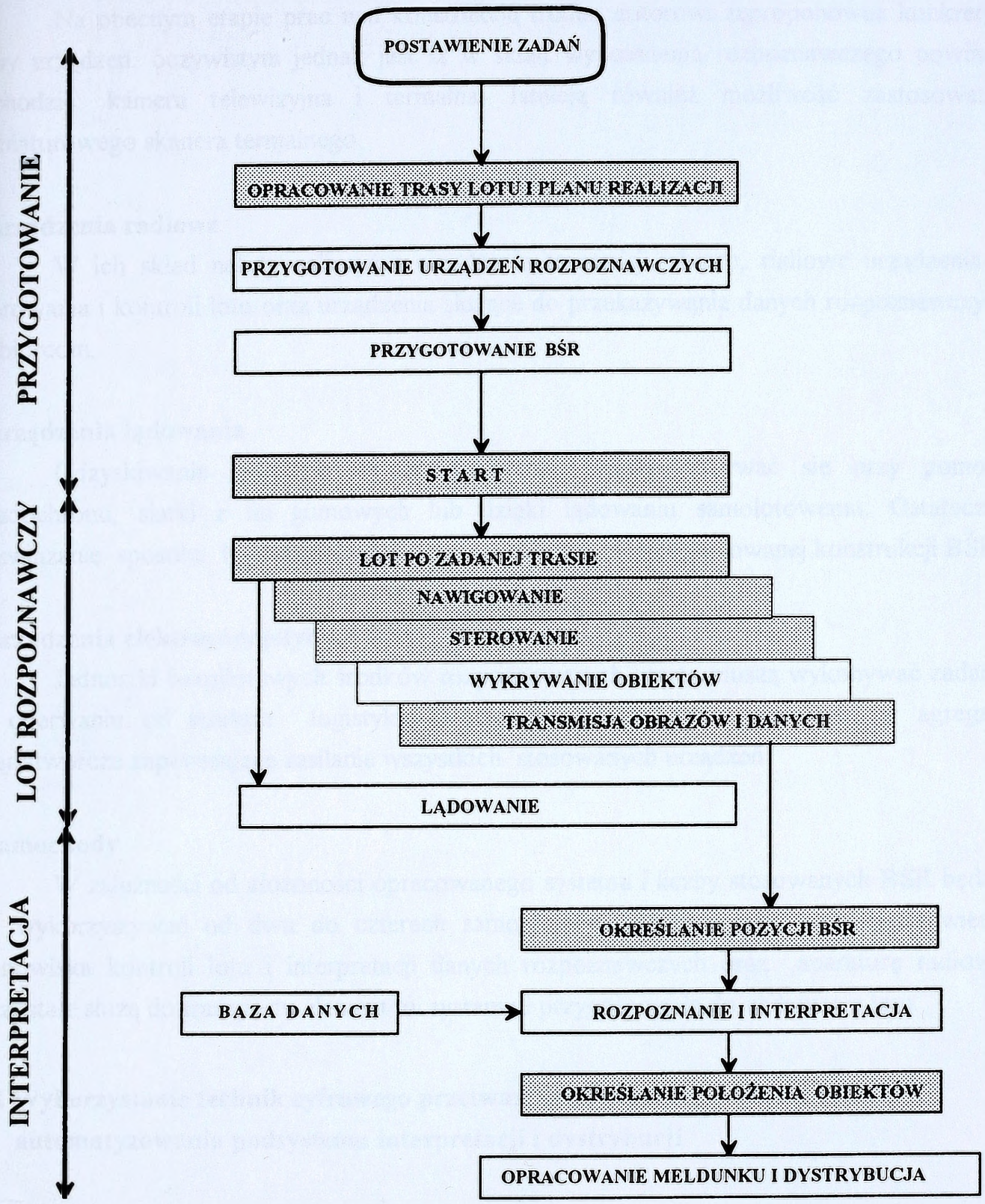
Zakładając iż rozwój konstrukcji będzie przebiegał na bazie prototypów BŚR "WAMPIR" lub "FALCON" dla celów startu możliwe będzie wykorzystanie katapulty eksploatowanej w ITWL.

- stanowisko kontroli lotu

Powinno zapewnić przygotowanie i zaprogramowania trasy lotu, ręczne sterowanie oraz nadzór na prawidłowością realizacji misji. Kontroler lotu powinien mieć możliwość kontrolowania: bieżących warunków lotu (prędkość, wysokość, położenie geograficzne), urządzeń sterujących lotem oraz aparaturą rozpoznawczą. Na swoim stanowisku musi posiadać zobrazowanie pozyskane przez urządzenia zabudowane w BŚR oraz cyfrową mapę rozpoznawanego terenu. Stanowisko powinno być funkcjonalnie połączone stanowiskiem interpretacji danych rozpoznawczych.

- stanowisko interpretacji danych rozpoznawczych

Stanowisko powinno umożliwić odbiór, rejestrację i interpretację danych obrazowych transmitowanych z bezpilotowego środka. Ponadto musi zapewnić możliwość opracowania meldunku końcowego z rozpoznania. W jego skład powinny wejść urządzenia odbiorcze łącza telemetrycznego , rejestrator magnetyczny oraz komputerowy zestaw interpretacyjny. Autor postuluje zastosowanie do tego celu Stanowisko Interpretacji Danych Rozpoznawczych które zostanie przedstawione w dalszej części pracy.



Rys.39. Etapy realizacji zadania rozpoznawczego przez BŚR

- urządzenia rozpoznawcze

Na obecnym etapie prac nad konstrukcją trudno autorowi zaproponować konkretne typy urządzeń. oczywistym jednak jest iż w skład wyposażenia rozpoznawczego powinny wchodzić: kamera telewizyjna i termalna. Istnieją również możliwość zastosowania miniaturowego skanera termalnego.

- urządzenia radiowe

W ich skład należy zaliczyć : urządzenia transmisji obrazu, radiowe urządzenia sterowania i kontroli lotu oraz urządzenia służące do przekazywania danych rozpoznawczych odbiorcom.

- urządzenia lądowania

Odzyskiwanie BŚR po wykonanym locie może odbywać się przy pomocy spadochronu, siatki z lin gumowych lub dzięki lądowaniu samolotowemu. Ostateczne rozwiązanie sposobu lądowania będzie jednak uzależnione od opracowanej konstrukcji BŚR.

- urządzenia elektroenergetyczne

Jednostki bezpilotowych środków rozpoznawczych często muszą wykonywać zadania w oderwaniu od struktur logistyki. Dlatego też muszą być wyposażone w agregaty prądotwórcze zapewniające zasilanie wszystkich stosowanych urządzeń.

- samochody

W zależności od złożoności opracowanego systemu i liczby stosowanych BŚR będzie się wykorzystywać od dwu do czterech samochodów. Jeden z nich powinien zawierać stanowiska kontroli lotu i interpretacji danych rozpoznawczych oraz aparaturę radiową. Pozostałe służą do transportu elementów systemu i przygotowania do wykonania lotu.

4.2 Wykorzystanie technik cyfrowego przetwarzania obrazu i danych w celu automatyzowania podsystemu interpretacji i dystrybucji

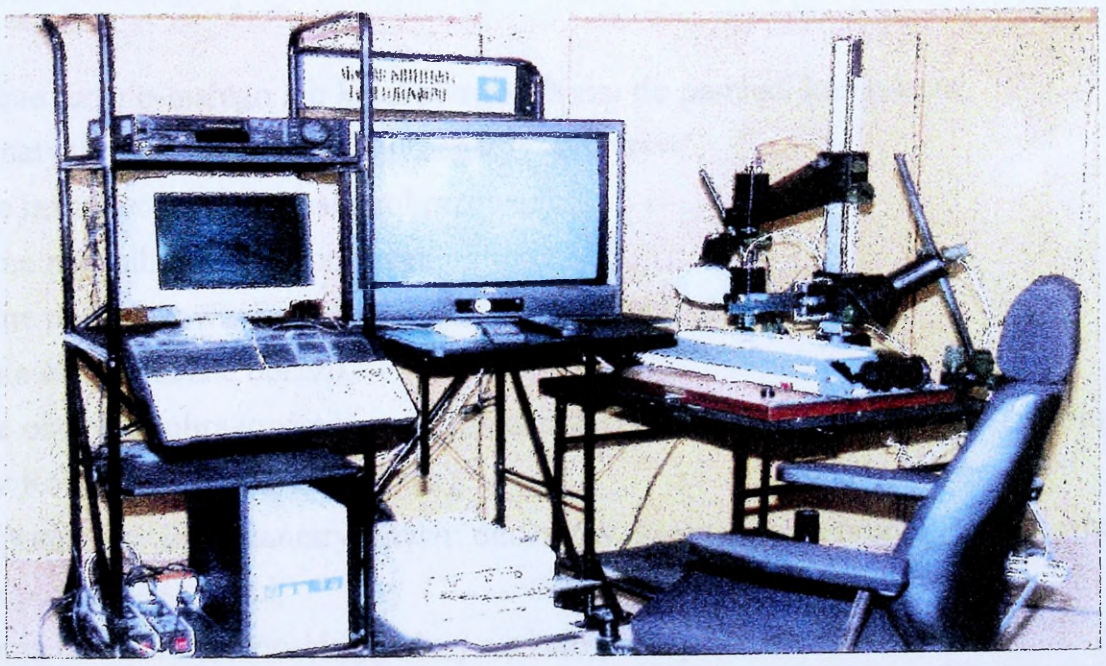
4.2.1 Stanowisko Interpretacji Danych Rozpoznawczych

Równie istotne jak modernizowanie wyposażenia rozpoznawczego jest zautomatyzowanie podsystemu interpretacji i dystrybucji uzyskanych wyników. Możliwości takie istnieją w zakresie obróbki fotochemicznej filmów i interpretacji danych obrazowych. Całkowite zautomatyzowanie obróbki fotochemicznej filmów lotniczych jest obecnie możliwe dzięki użytkowaniu procesorów fotochemicznych. Autor przedstawił urządzenia tego typu w poprzednim rozdziale. Dlatego też w tej części pracy poprzestanie jedynie na postulowaniu wprowadzenia tych urządzeń na wyposażenie polskich ośrodków interpretacyjnych. Jest to bowiem pierwszy krok w celu przyspieszenia interpretacji i spełnienia wymogów norm

dotyczących ich wyposażenia. Jedną z możliwości zautomatyzowania pozostałych procesów jest zastosowanie technik i algorytmów cyfrowego przetwarzania obrazów.

Autor jest współkonstruktorem Stanowiska Interpretacji Danych Rozpoznawczych. Dzięki nowej metodzie interpretacji opracowanej przez autora [**46.**] urządzenie to umożliwia realizację zupełnie nowych procesów analizy obrazów i danych o rozpoznawanych obiektach. W obecnym kształcie umożliwia ono :

- analizę i interpretację materiałów rozpoznawczych zarejestrowanych na filmach fotograficznych o szerokości max. 320mm;
- analizę i interpretację materiałów rozpoznawczych zarejestrowanych na taśmach magnetycznych w systemie VHS lub S-VHS i standardzie PAL/MESECAM , NTSC 4.43 , NTSC 3.58;
- zarejestrowanie i interpretację obrazu transmitowanego z rozpoznawczego statku powietrznego;
- wspomaganie procesów analizy obrazów przez zastosowanie ich przetwarzania cyfrowego;
- wykonywanie pomiarów fotogrametrycznych bez konieczności stosowania dodatkowych urządzeń;
- wspomaganie procesów rozpoznania przez wykorzystanie bazy danych o obiektach;
- opracowywanie meldunków końcowych z przeprowadzonego rozpoznania;
- sterowanie urządzeniami peryferyjnymi przekazującymi opracowane meldunki.



Rys. 40. Stanowisko Interpretacji Danych Rozpoznawczych

W skład Stanowiska wchodzą następujące urządzenia i elementy:

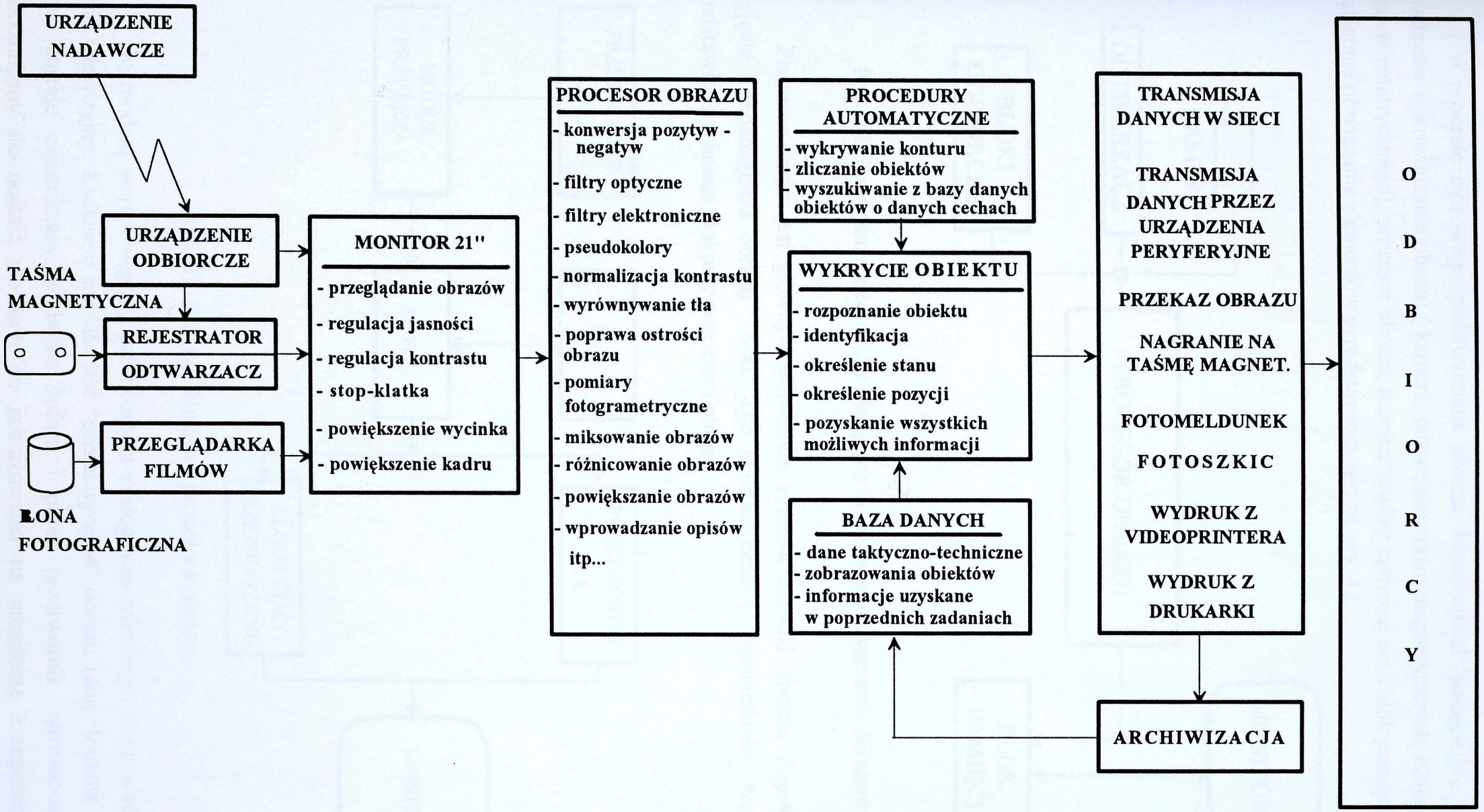
- monitor wstępnej analizy 21",
- magnetowid wielosystemowy,
- monitor analizy cyfrowej 15",
- dwie kamery telewizyjne CCD 500 z obiektywami TEVIDON 1,5/25 i TV ZOOM 12,5 - 75,
- przeglądarka błon fotograficznych wraz ze statywem kamerowym,
- komputer IBM PC,
- analizator obrazu,
- pulpit sterowania,
- oprogramowanie systemowe,
- oprogramowanie przetwarzania obrazu,
- baza danych o obiektach.

Stanowisko zachowuje wszelkie możliwości interpretacji przy pomocy metod tradycyjnych. Schemat funkcjonalny nowego procesu interpretacji przedstawiono na rys. 41 .

Przegląd zobrazowań i interpretacja wstępna odbywają się na monitorze telewizyjnym. Takie rozwiązanie umożliwia uzyskanie nawet 60-krotnego powiększenia wybranego wycinka kadru z filmu lotniczego bez utraty jego czytelności. Zobrazowanie zakwalifikowane do interpretacji szczegółowej jest wizualizowane na monitorze analizy cyfrowej. Od tej chwili wybrany obraz może być poddawany przetwarzaniu cyfrowemu. Dzięki specjalistycznemu oprogramowaniu analizatora obrazu możliwe jest :

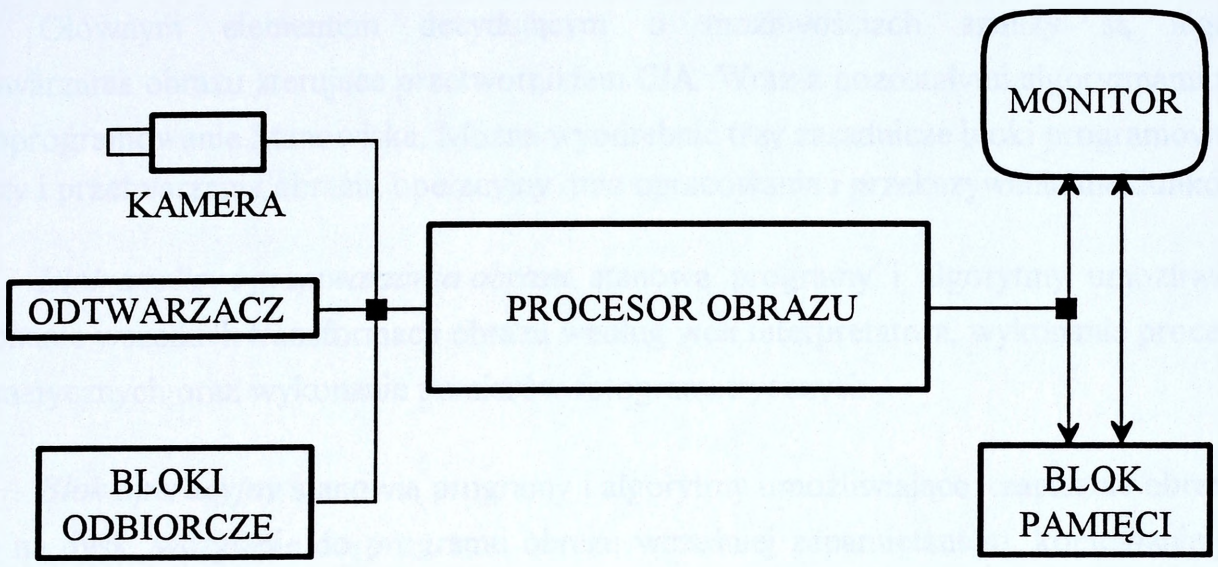
- wprowadzenie czarno-białego lub kolorowego obrazu do pamięci komputera,
- wykonanie natychmiastowej konwersji "negatyw-pozytyw",
- regulowanie jaskrawości i kontrastu zobrazowania,
- automatyczne normalizowanie kontrastu,
- automatyczne normalizowanie tła (usunięcie tzw. "szumu obrazowego"),
- powiększenie elektroniczne obrazu,
- poprawienie ostrości zobrazowania przez zastosowanie filtrów elektronicznych (według algorytmów Robertsa, Sobela, Laplasiana),
- wykonanie pomiarów fotogrametrycznych: odcinków, kątów, powierzchni, powierzchni o określonym poziomie szarości,
- wprowadzenie na obraz czarno-biały jednej z ośmiu palet pseudokolorów.

Możliwości programowe zapewniają również realizację złożonych procedur automatycznych:
- wykrywanie konturów lub krawędzi obiektów,
- określanie ilości i położenia wyszukanych obiektów,
- wyszukiwanie obiektów o określonych parametrach geometrycznych,
- wykrywanie zmian jakie zaszły na rozpoznawanym terenie w okresie czasu.



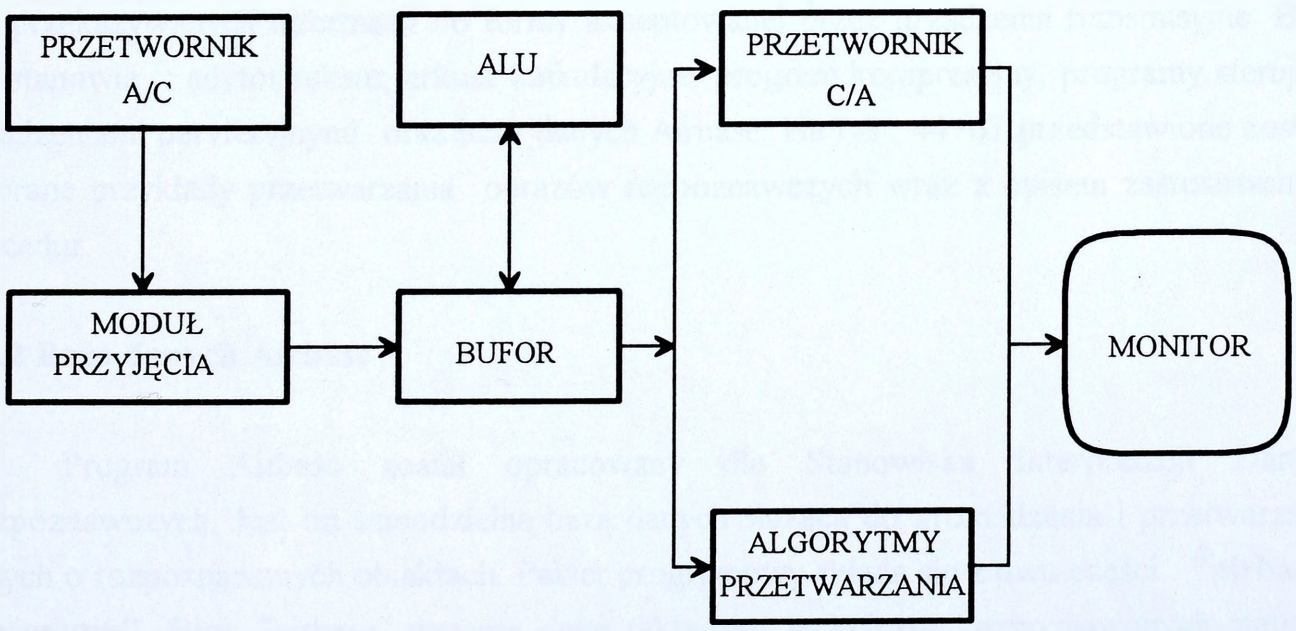
Rys. 41 . Schemat funkcjonalny interpretacji prowadzonej nową metodą

W procesie cyfrowego przetwarzania obrazu biorą udział następujące elementy : urządzenia wprowadzania obrazu (kamera, odtwarzacz taśm magnetycznych, bloki odbiorcze łącza telemetrycznego), procesor obrazu, monitor analizy cyfrowej oraz blok pamięci. Wzajemne powiązanie elementów przedstawione jest na rys. 42.



Rys. 42. Powiązanie elementów biorących udział w przetwarzaniu obrazów

Procesor obrazu jest głównym elementem systemu obróbki obrazu. Zapewnia on : przyjęcie i zapamiętanie obrazu , oraz jego przetworzenie i wyświetlanie . Na rys. 43 przedstawiono schemat blokowy procesora obrazu.



Rys. 43. Schemat blokowy procesora obrazu.

Do modułu wejściowego, z przetwornika analogowo-cyfrowego, doprowadzony jest sygnał telewizyjny. Zadaniem modułu jest "przechwycenie" obrazu (ang. framme grabber). Obraz zostaje zapamiętany w bloku bufora i przez przetwornik cyfrowo-analogowy przekształcony do postaci możliwej do zobrazowania na monitorze komputera. Obraz

zapamiętany w buforze może zostać poddany różnym przekształceniom dzięki algorytmom zawartym w module ALU (ang. Aritmetic Logic Unit). Moduł ten jest odpowiedzialny za wykonywanie arytmetycznych i logicznych operacji na macierzy funkcji szarości uzyskanej w procesie dyskretyzacji obrazu.

Głównym elementem decydującym o możliwościach analizy są algorytmy przetwarzania obrazu sterujące przetwornikiem C/A. Wraz z pozostałymi algorytmami tworzą one oprogramowanie Stanowiska. Można wyodrębnić trzy zasadnicze bloki programowe : analizy i przetwarzania obrazu, operacyjny oraz opracowania i przekazywania meldunków.

Blok analizy i przetwarzania obrazu stanową programy i algorytmy umożliwiające: wykonanie wszelkich transformacji obrazu według woli interpretatora, wykonanie procedur automatycznych oraz wykonanie pomiarów fotogrametrycznych.

Blok operacyjny stanowią programy i algorytmy umożliwiające :zapisanie obrazu jako pliku na dysk, wczytanie do programu obrazu wcześniej zapamiętanego, kopiowanie plików zawierających zapamiętane obrazy, zmieniania nazw plików zawierających zapamiętane obrazy, usuwanie plików zawierających zapamiętane obrazy, drukowanie, kopiowanie plików zawierających zapamiętane obrazy na inne nośniki .Programy te, najczęściej do wykonywania powyższych operacji ,wykorzystują system operacyjny komputera.

Blok opracowania i przekazywania wyników stanowią programy i algorytmy umożliwiające : kompresję obrazów, opracowanie i redakcję meldunków w trybie tekstowym, dołączenie wyników wykonanych pomiarów fotogrametrycznych, konwersję treści meldunku lub przekazywanych informacji do formy akceptowanej przez urządzenia transmisyjne. Blok ten stanowią : edytor tekstu, arkusz kalkulacyjne, program kompresyjny, programy sterujące urządzeniami peryferyjnymi oraz baza danych Airbase. Na rys.: 44÷67 przedstawione zostały wybrane przykłady przetwarzania obrazów rozpoznawczych wraz z opisem zastosowanych procedur.

4.2.2 Baza danych Airbase

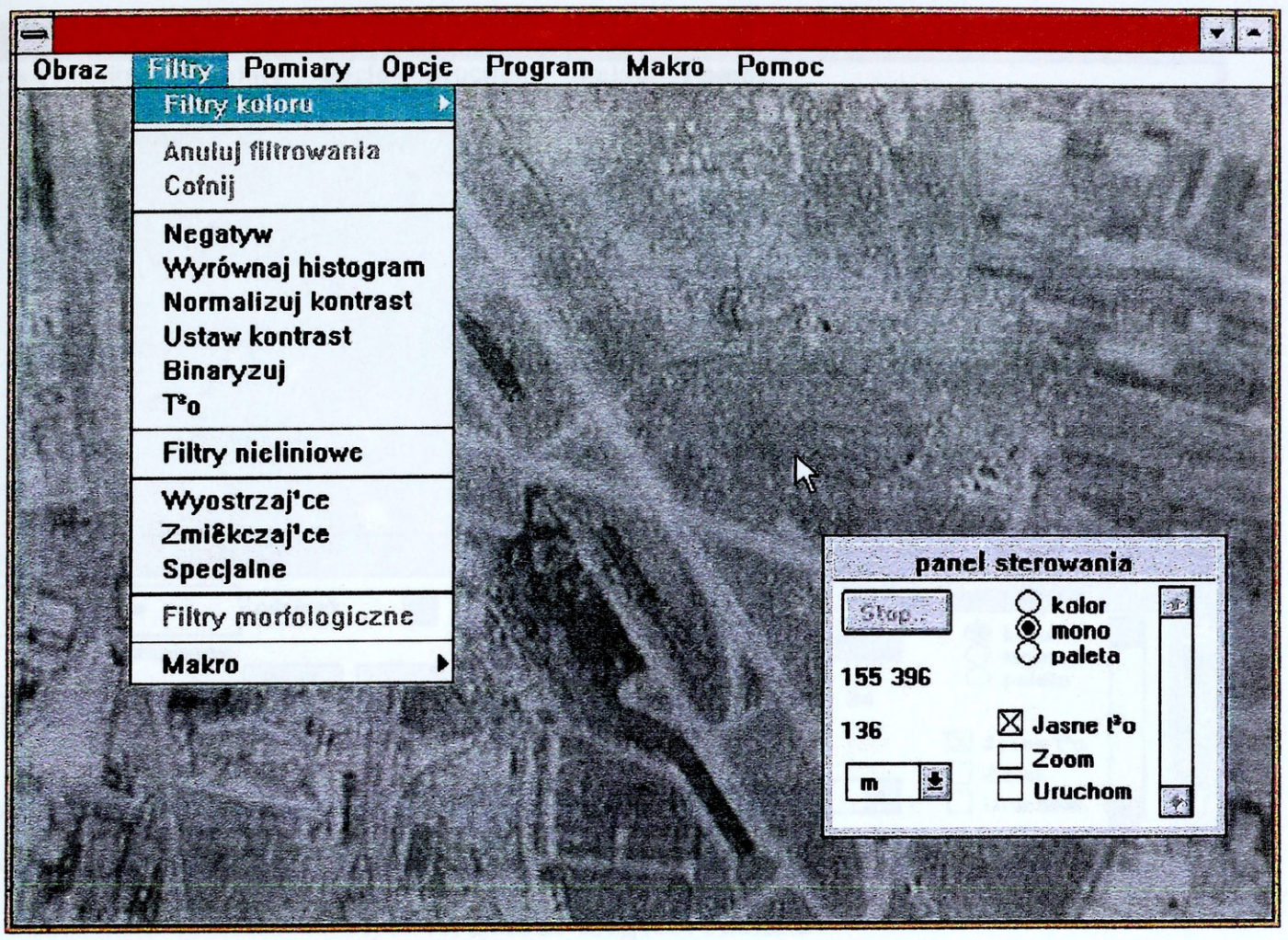
Program Airbase został opracowany dla Stanowiska Interpretacji Danych Rozpoznawczych. Jest on samodzielną bazą danych służącą do gromadzenia i przetwarzania danych o rozpoznawanych obiektach. Pakiet programowy składa się z dwu części : **"airbase"** i **"ciemnia"**. Blok "airbase" zawiera dane taktyczno techniczne rozpoznawanych statków powietrznych oraz umożliwia przeprowadzanie na nich operacji typowych dla bazy danych. Menu bloku "airbase" zawiera listę danych taktyczno - technicznych obiektów oraz przyciski funkcyjne umożliwiających wykonanie następujących operacji: F1-*wyszukanie*, F2- *wstawianie* F3-*redakcja*, F4-*usuwanie*, F5-*drukowanie*, F6-*trasa*, F7-*zestaw*, F8-*swop*, F9-*data/czas*, F10 - *lista*.

Funkcja *wyszukiwanie* umożliwia szybkie wyszukanie danych taktyczno - technicznych obiektu o zadanej nazwie. Dane nowego obiektu oraz jego nazwa mogą być dodane do listy obiektów dzięki opcji *wstawianie.* Mogą być również uaktualniane, zmieniane lub usuwane dzięki funkcjom: *redakcja* i *usuwanie*. Zawartość całej bazy danych lub dane wybranego obiektu mogą zostać wydrukowane. W trakcie opracowywania bazy przewidziano możliwość współpracy z mapą. W celu zasymulowania tej operacji wprowadzona została mapa konturowa Polski oraz współrzędne geograficzne większych miast. Mapa ta jest wywoływana opcją: *trasa*. Oprogramowanie bazy umożliwia porównanie danych taktyczno - technicznych dwu wybranych obiektów. Realizuje to funkcja *zestaw*. Wyniki operacji przedstawiane są w formie wykresu słupkowego lub tabeli. Funkcja *swop* (system wyszukiwania obiektów wg. parametrów) umożliwia wyszukanie w bazie obiektów spełniających określone parametry. Działanie *swop* polega na przeszukaniu bazy i wybraniu z niego obiektów spełniających zadane kryteria. Jako kryteria wyboru przyjęto: napęd (wybór: odrzutowy, turbośmigłowy, tłokowy), liczbę silników (wybór: 1, 2, 3, 4), kształt skrzydła (wybór: delta, zmienne, trapez, kaczka, klasyczne), usterzenie ogonowe (wybór: pojedyncze, podwójne), kadłub (wybór: klasyczny, rama, skrzydło). Funkcja ta znacznie zawęża zakres analizy obiektów oraz przyspiesza czas interpretacji rozpoznawanego obiektu. Wywołanie funkcji *lista* powoduje wyświetlenie nazw wszystkich obiektów znajdujących się w bazie. Z wyświetlonej listy można dokonać wyboru określonego obiektu.

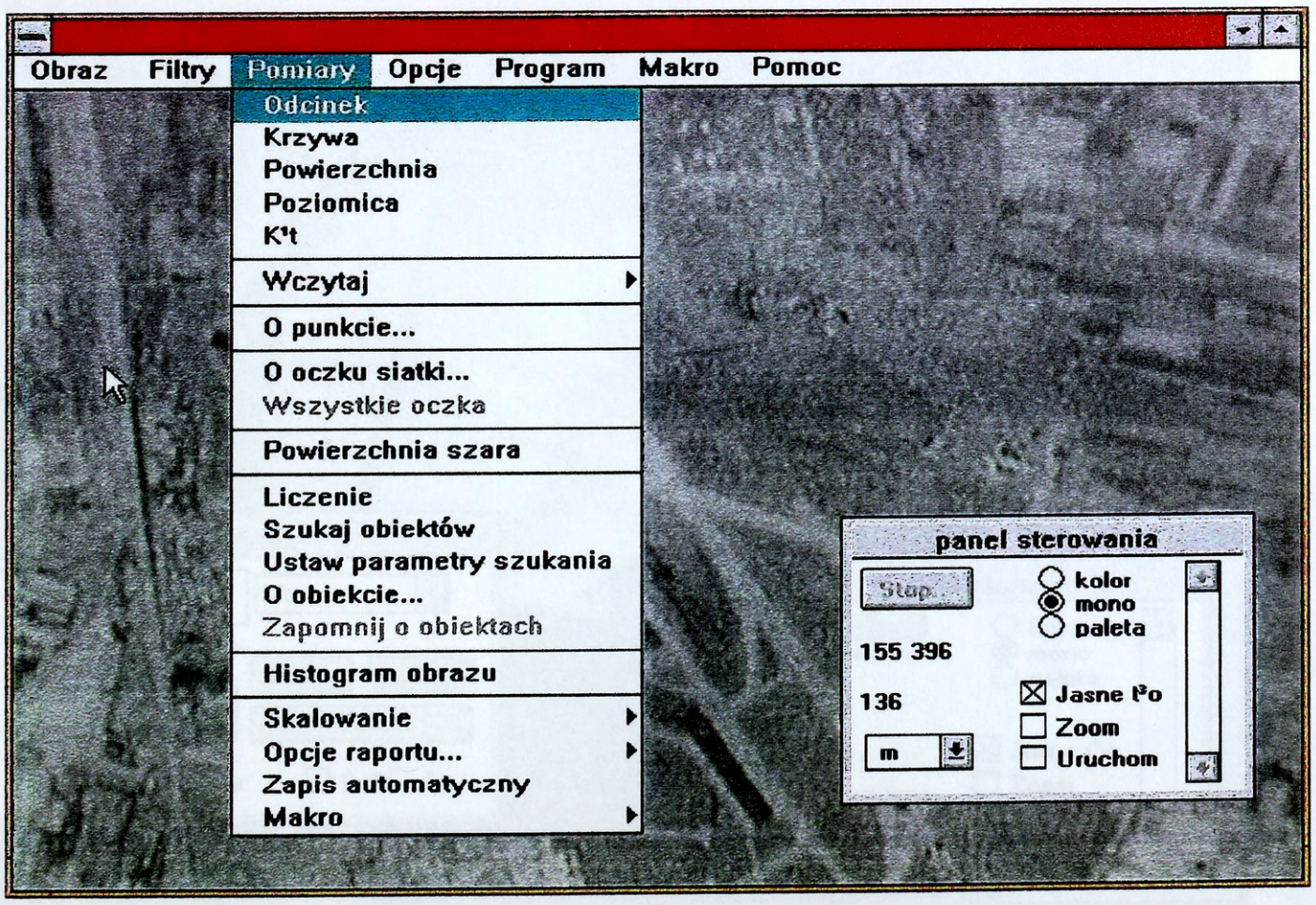
Blok programowy **"ciemnia"** umożliwia gromadzenie zobrazowań obiektów, których dane taktyczno - techniczne znajdują się w **"airbase"**. Zobrazowania te, w trakcie interpretacji, mogą być porównane z obrazem rozpoznawanego obiektu. Na rys.: 68÷72 przedstawiono przykładowe wydruki z programu Airbase.

Stanowisko w swojej obecnej formie posiada wiele możliwości dalszego rozwoju . Jedną z nich jest np.: automatyzacja określania współrzędnych na pozyskanym zobrazowaniu. Oprogramowanie zestawu umożliwia automatyczne wprowadzenie wybranego współczynnika skalowania dla określonego zobrazowania. Dzięki transmisji z samolotu: obrazu, wysokości lotu, kursu oraz współrzędnych wykonanego zobrazowania możliwe jest opracowania procedury zapewniającej automatyczne przywiązanie do mapy i określenie skali zobrazowania. Zapewni to wyznaczenie współrzędnych każdego zobrazowanego obiektu w czasie rzeczywistym. Kolejnym etapem rozwoju powinno być również opracowanie mapy cyfrowej która mogłaby być wykorzystywana przez Stanowisko. W istotny sposób usprawniłoby to interpretację i umożliwiło zautomatyzowanie określania współrzędnych na pozyskanych zobrazowaniach nawet bez danych transmitowanych z samolotu.

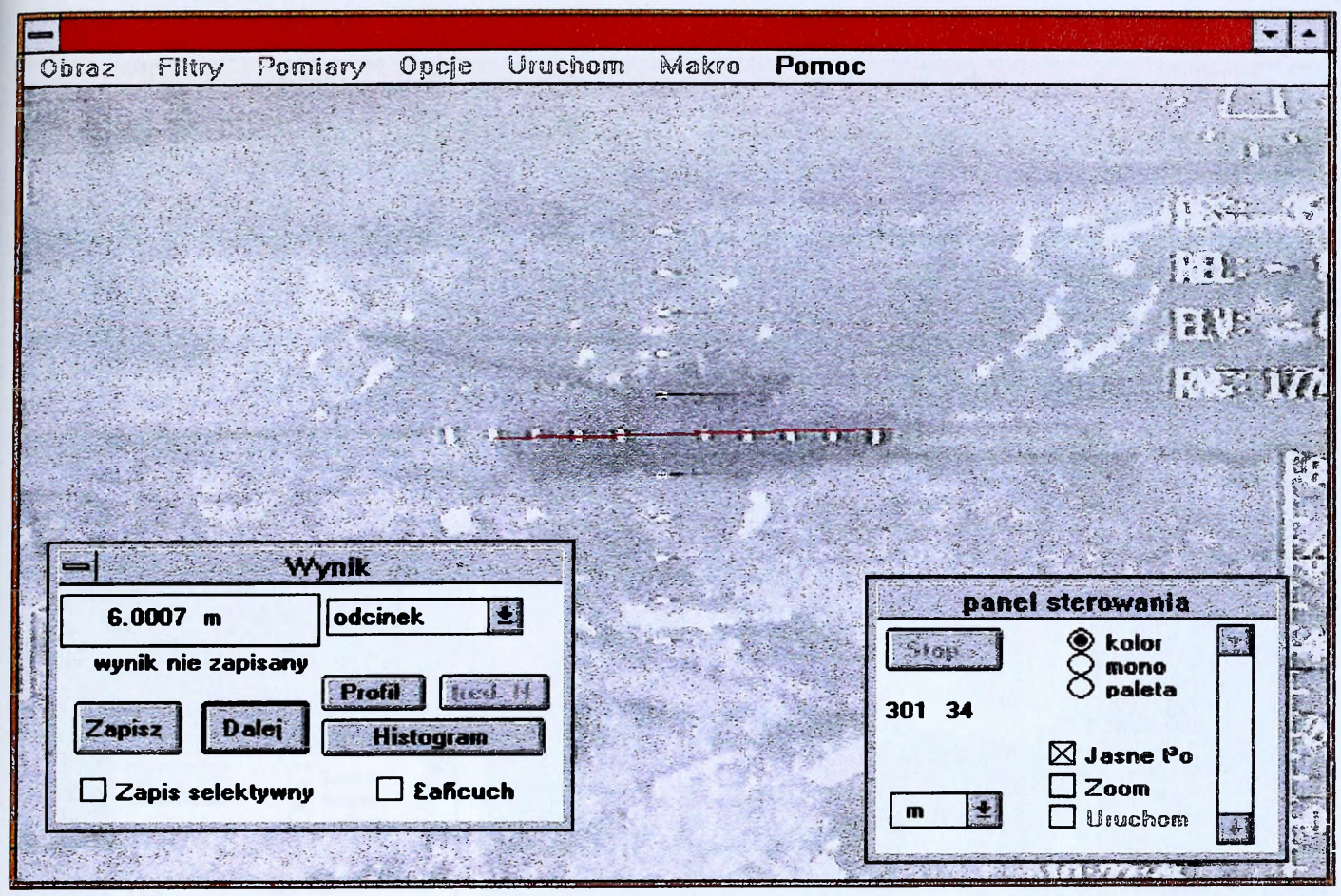
Założenia konstrukcyjne Stanowiska i nowa metoda interpretacji zostały zweryfikowane podczas prób z udziałem interpretatorów z jednostek lotniczych oraz badań głowicy obserwacyjno - rozpoznawczej MSIS w których autor uczestniczył. Opinie specjalistów dotyczące Stanowiska i nowej metody interpretacji zawarte zostały w ZAŁĄCZNIKU.



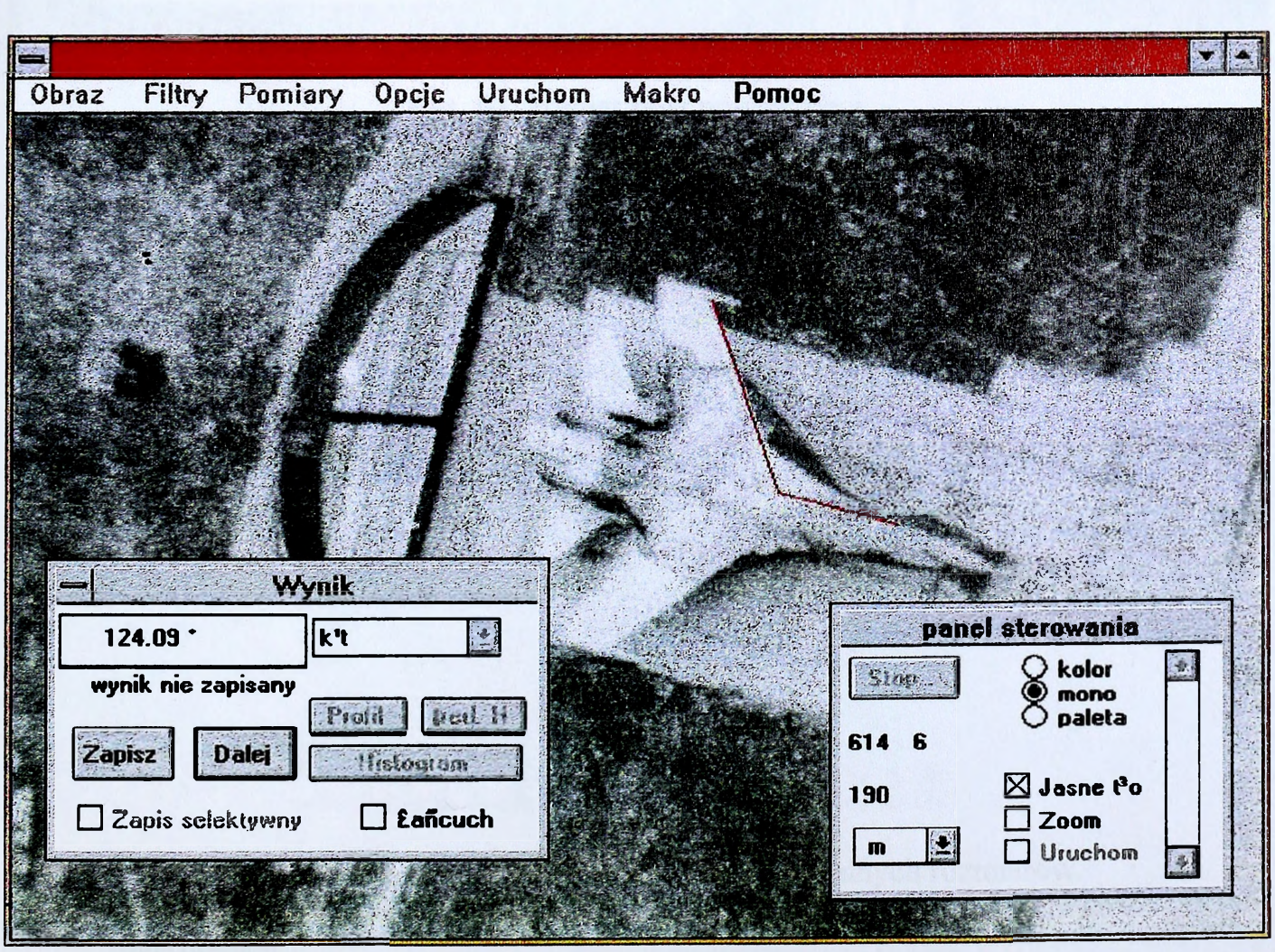
Rys. 44. Opcje filtrowania obrazów



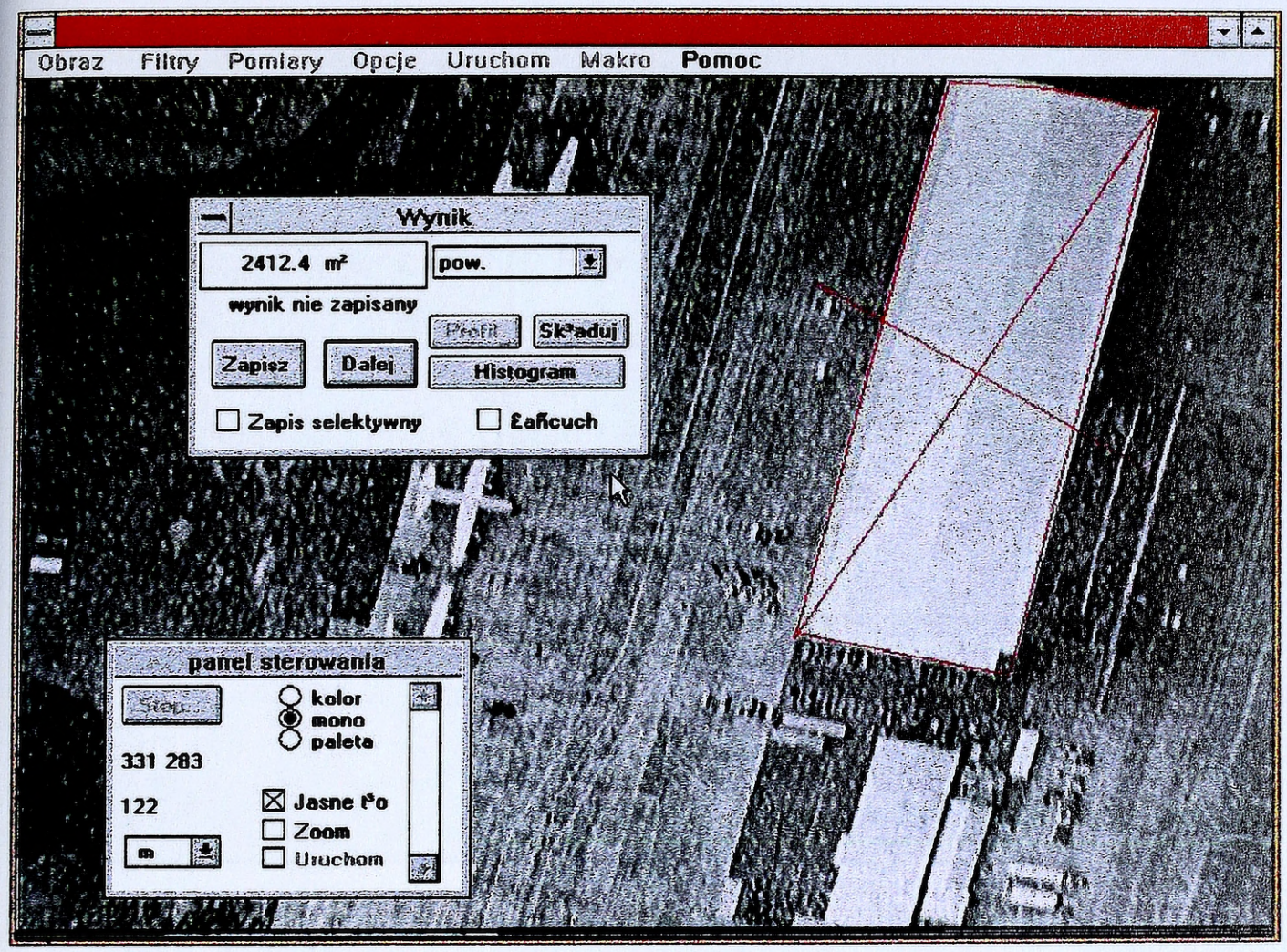
Rys. 45. Opcje wykonywania pomiarów i skalowania obrazów



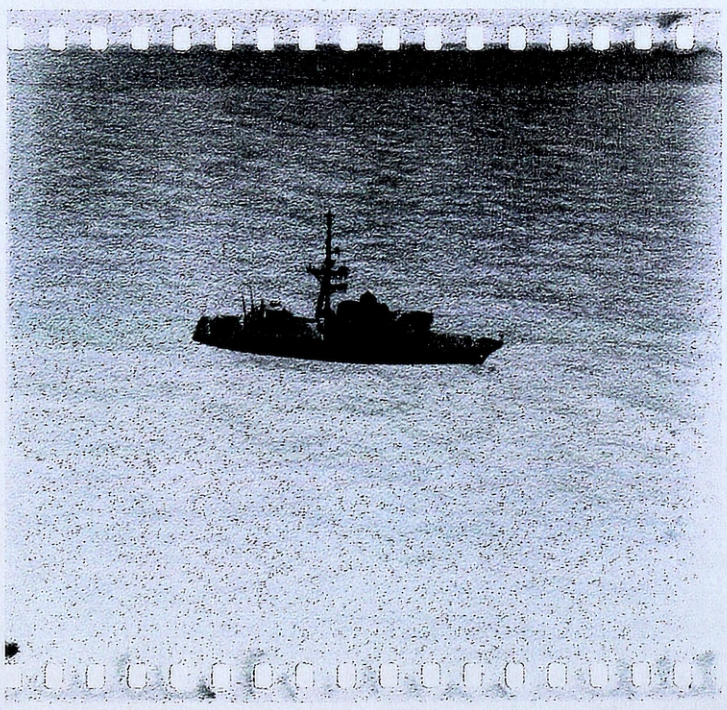
Rys. 46. Pomiar długości odcinka



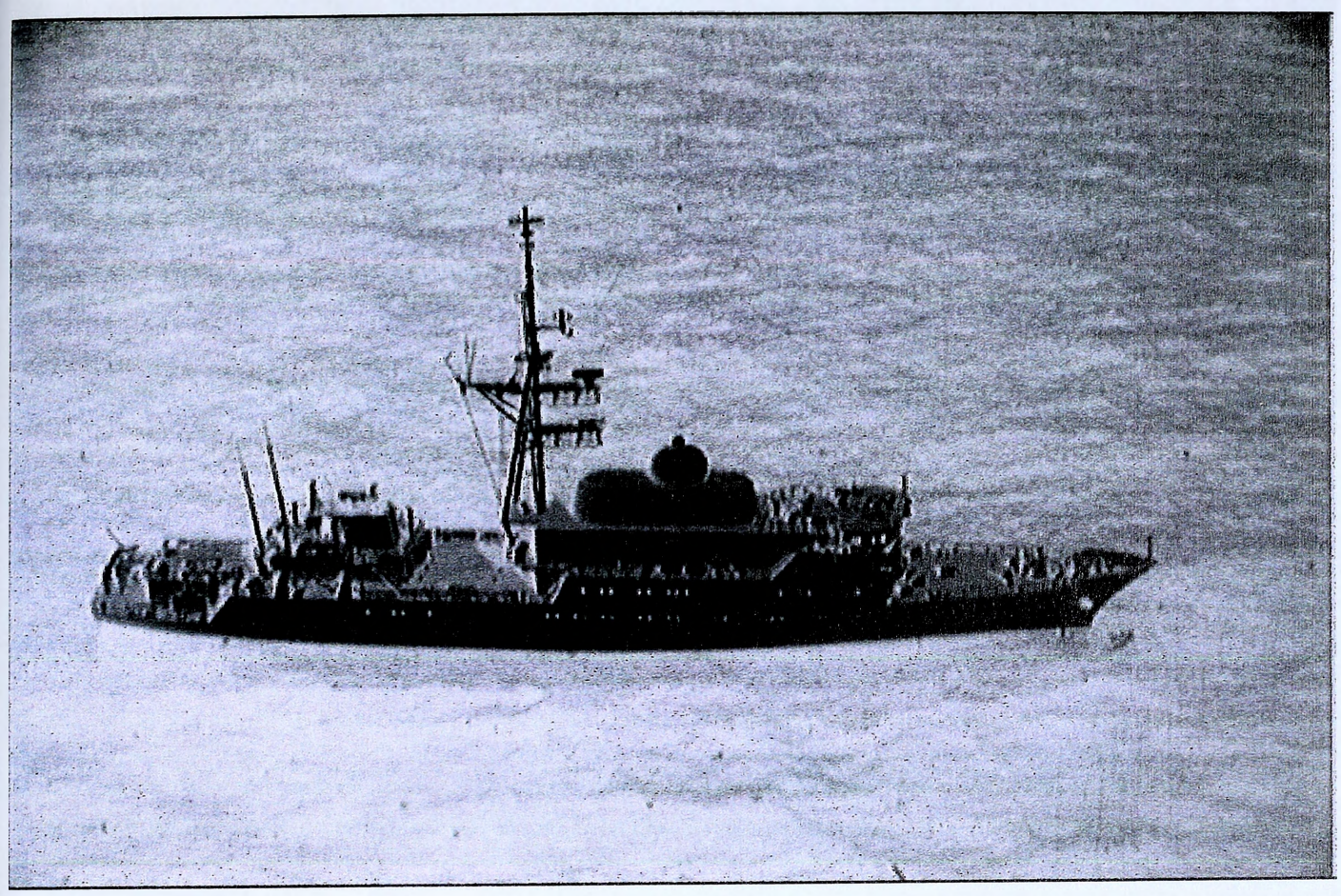
Rys. 47. Pomiar kąta



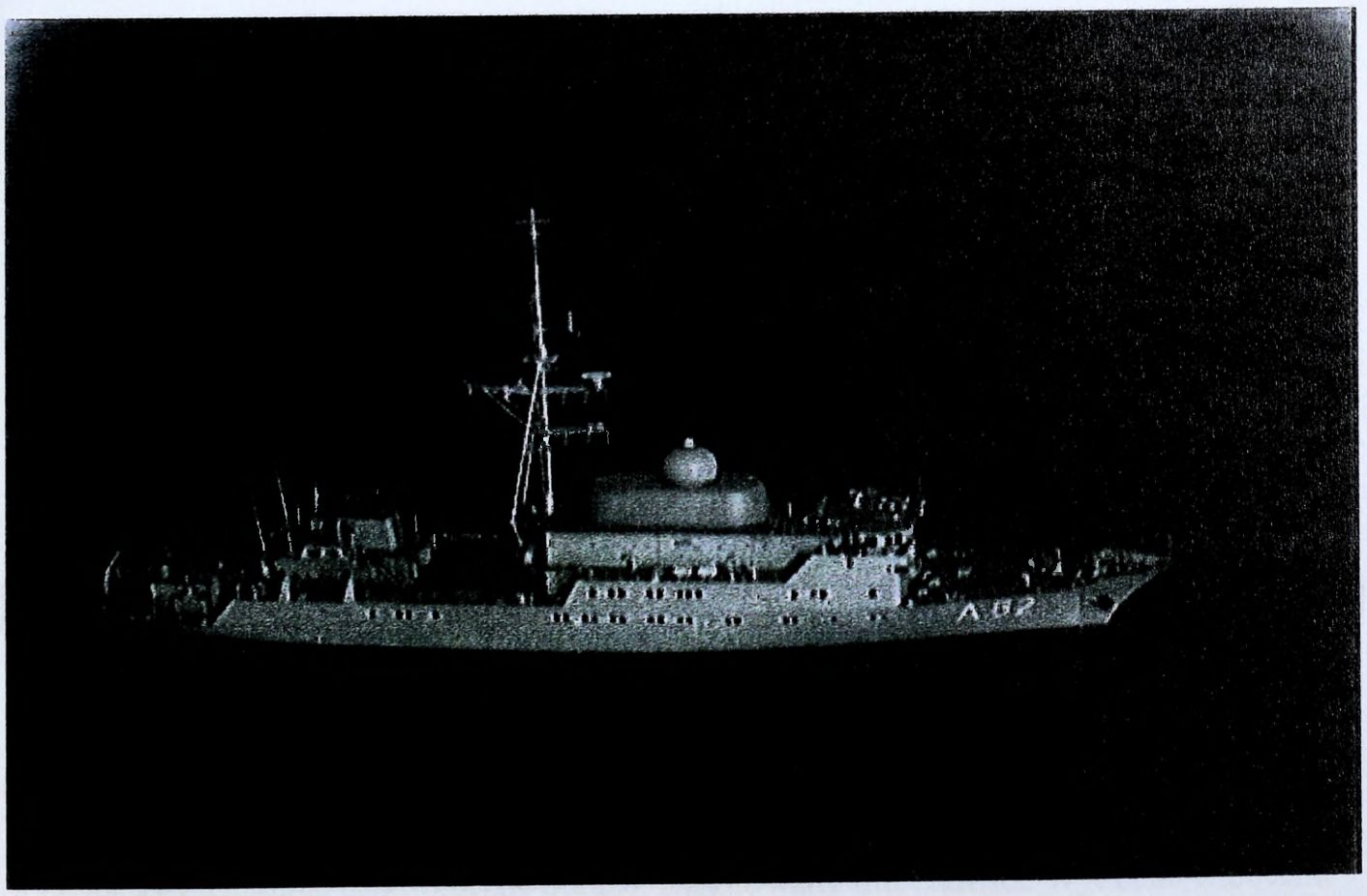
Rys. 48. Pomiar pola powierzchni



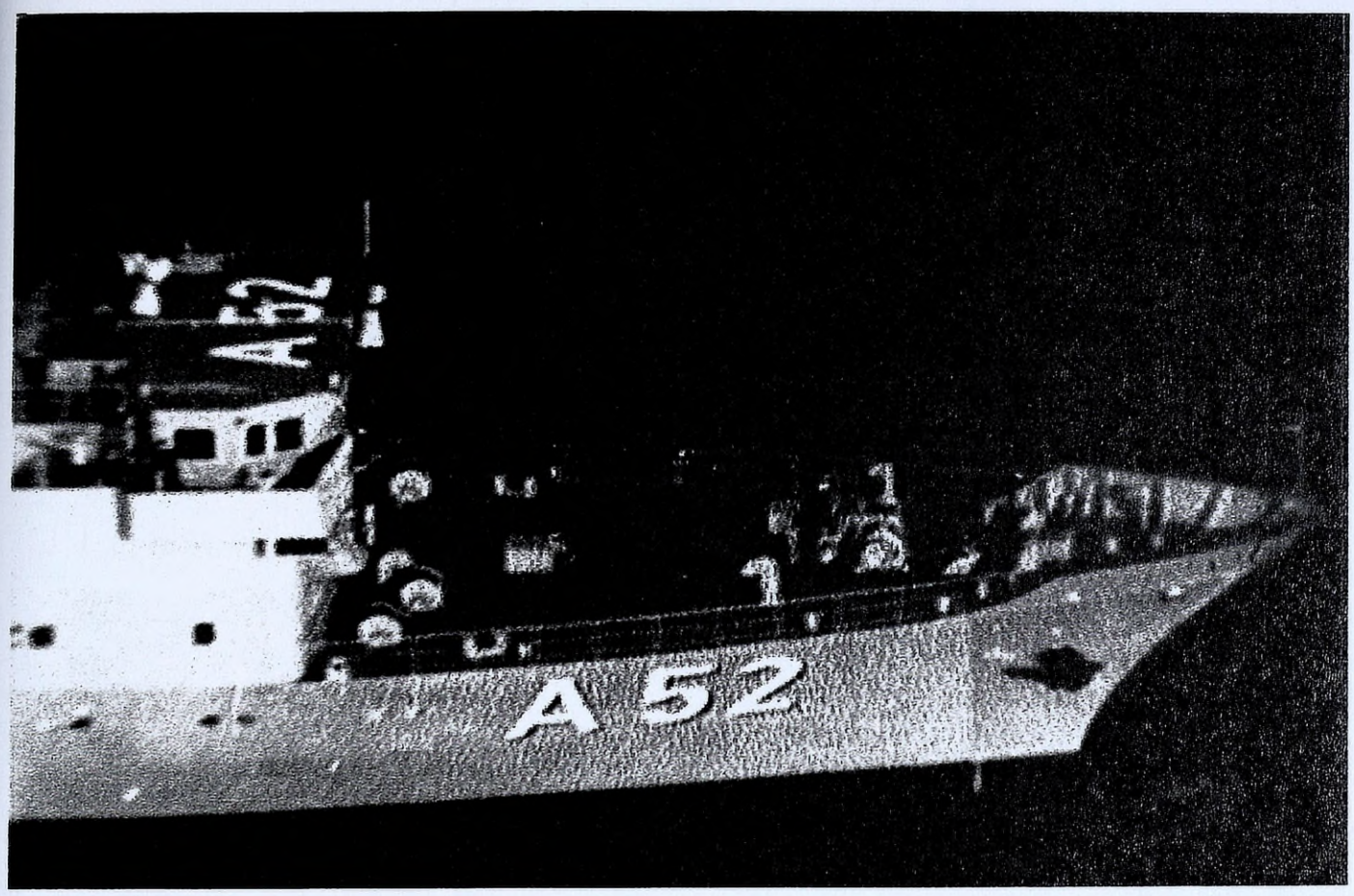
Rys. 49. Okręt rozpoznawczy. Kadr z aparatu AFA – 39 naturalnych rozmiarów. Zobrazowanie mocno kontrastowe- elementy konstrukcyjne okrętu trudne do interpretacji



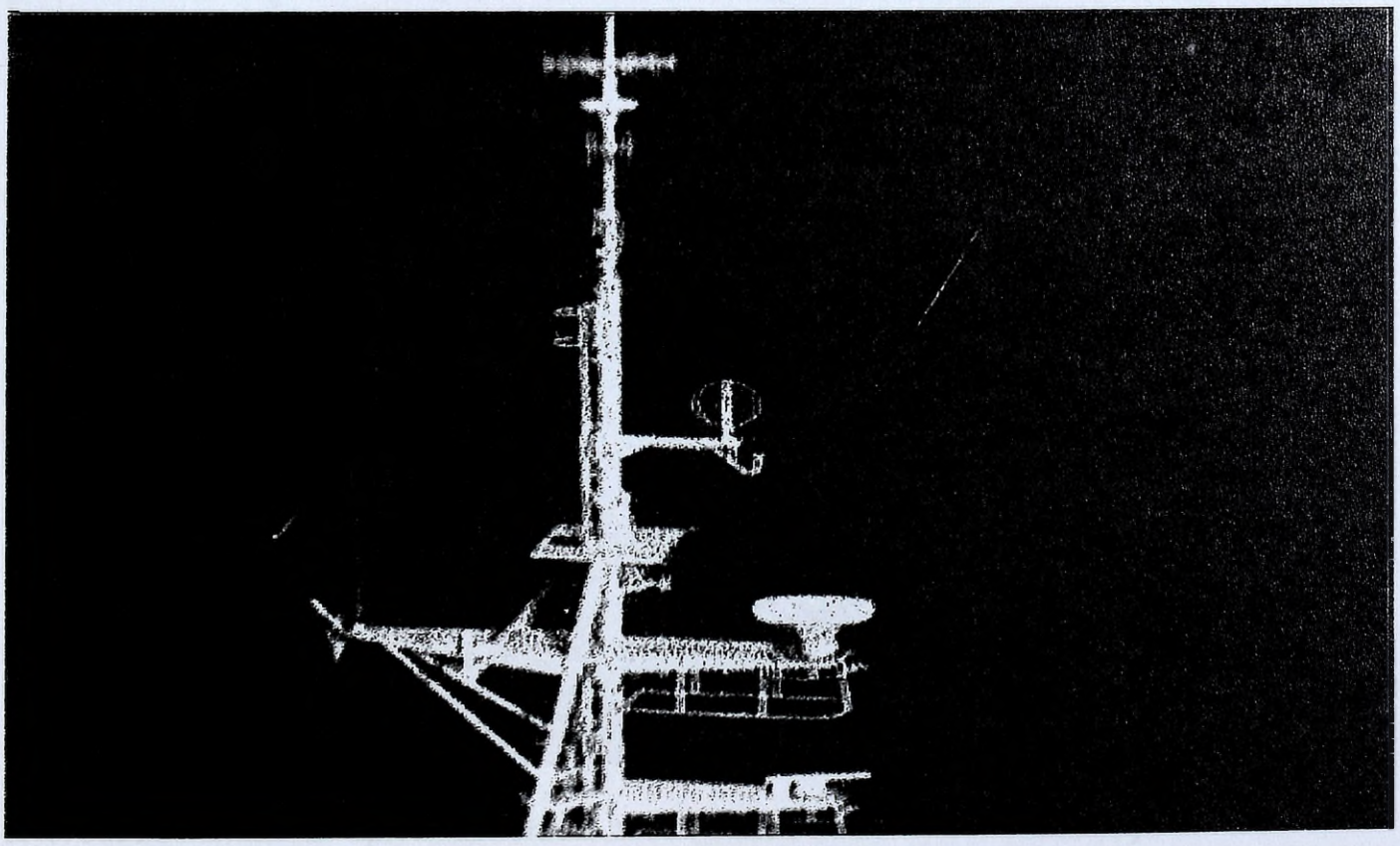
Rys. 50. Kadr powiększony optycznie, przeprowadzona normalizacja kontrastu. Szczegóły konstrukcji widoczne – rozmyte



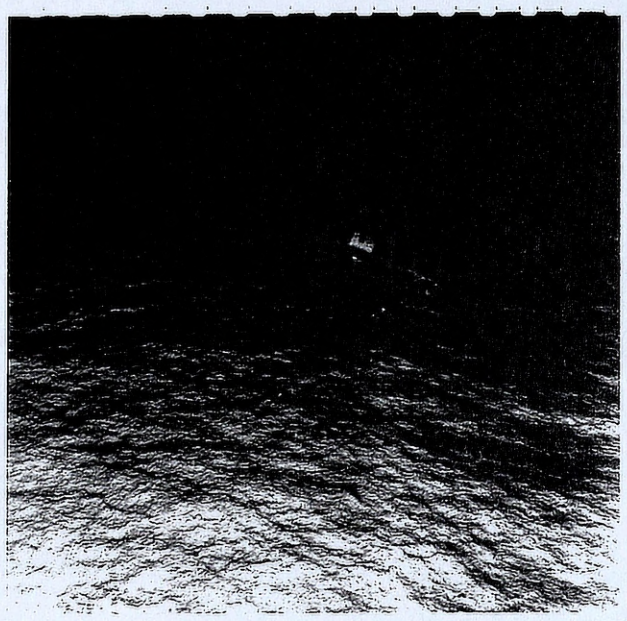
Rys. 51. Wykonana konwersja „negatyw – pozytyw. Wyraźnie widoczny numer burtowy okrętu



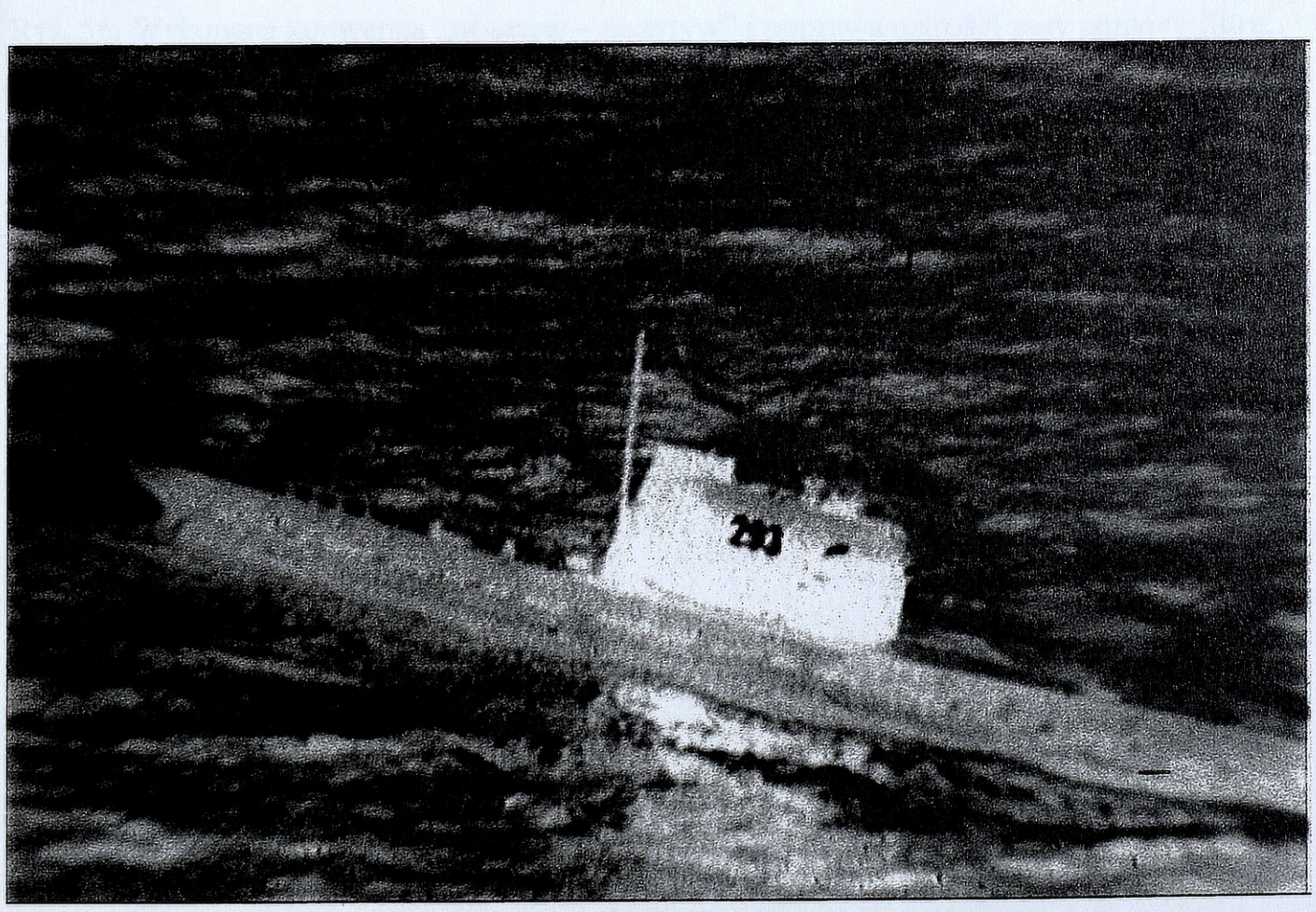
Rys. 52. Powiększenie elektroniczne obrazu, przeprowadzona regulacja jasności i ponowna normalizacja kontrastu. Wyraźnie widoczny numer burtowy, cuma za burtą, fragment mostku i urządzenia na pokładzie



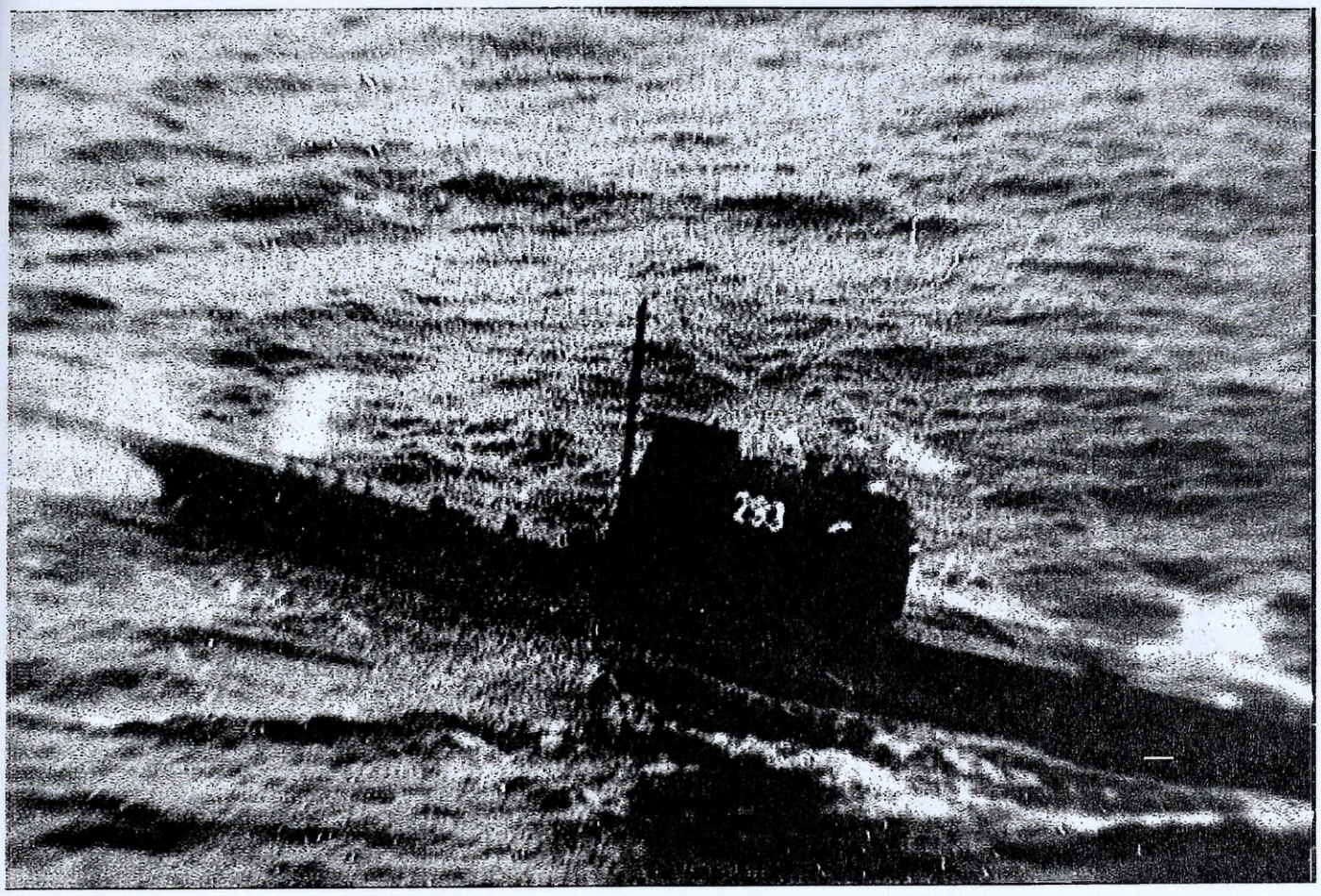
Rys. 53. Powiększenie elektroniczne obrazu, zastosowany filtr ostrości. Wyraźnie widoczne anteny urządzeń rozpoznania radioelektronicznego



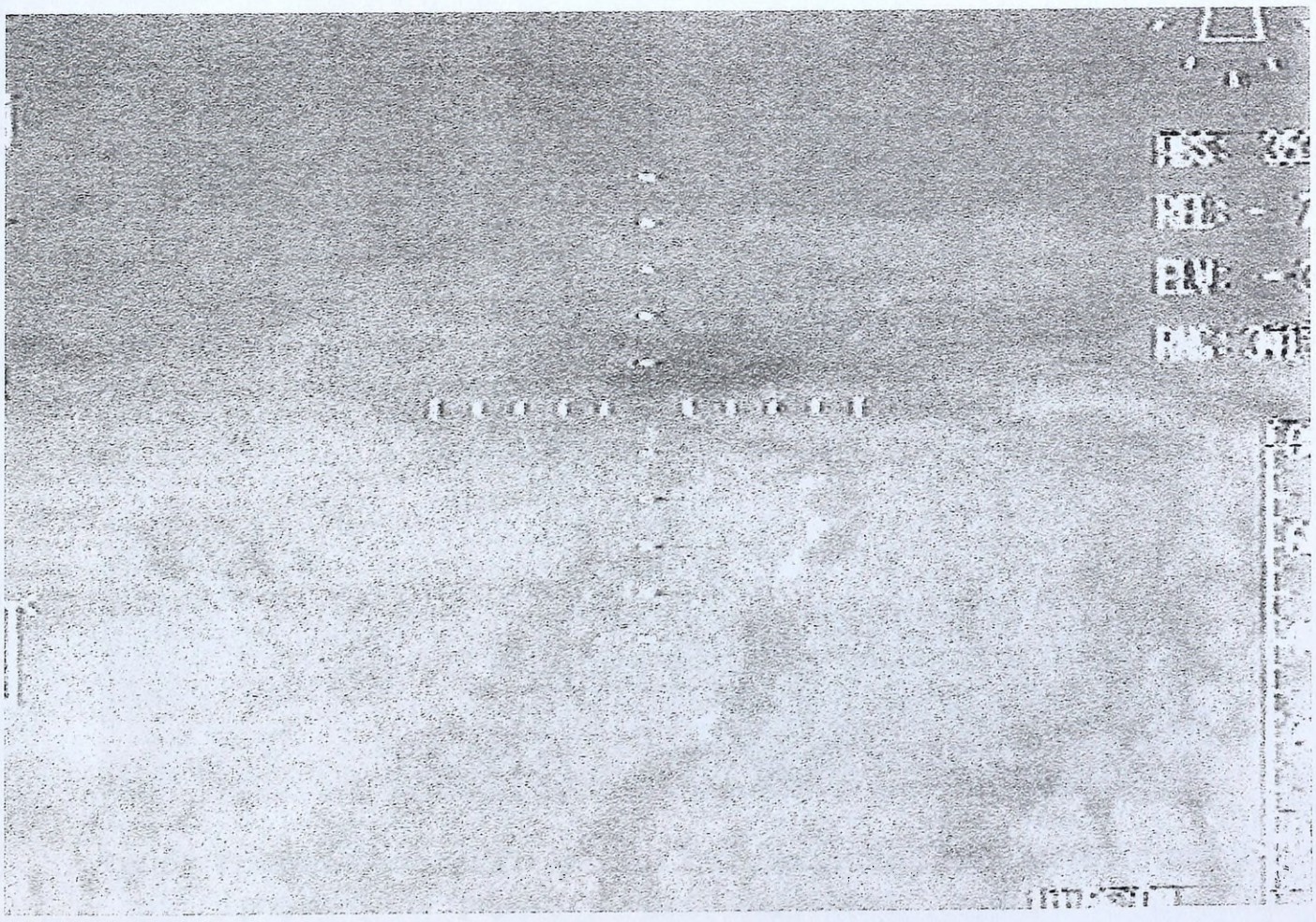
Rys. 54. Okręt podwodny na powierzchni. Kadr naturalnej wielkości z aparatu AFA – 39. Zobrazowanie mocno kontrastowe, w górnej części zadymione. Brak możliwości odczytania numeru bocznego metodami klasycznymi.



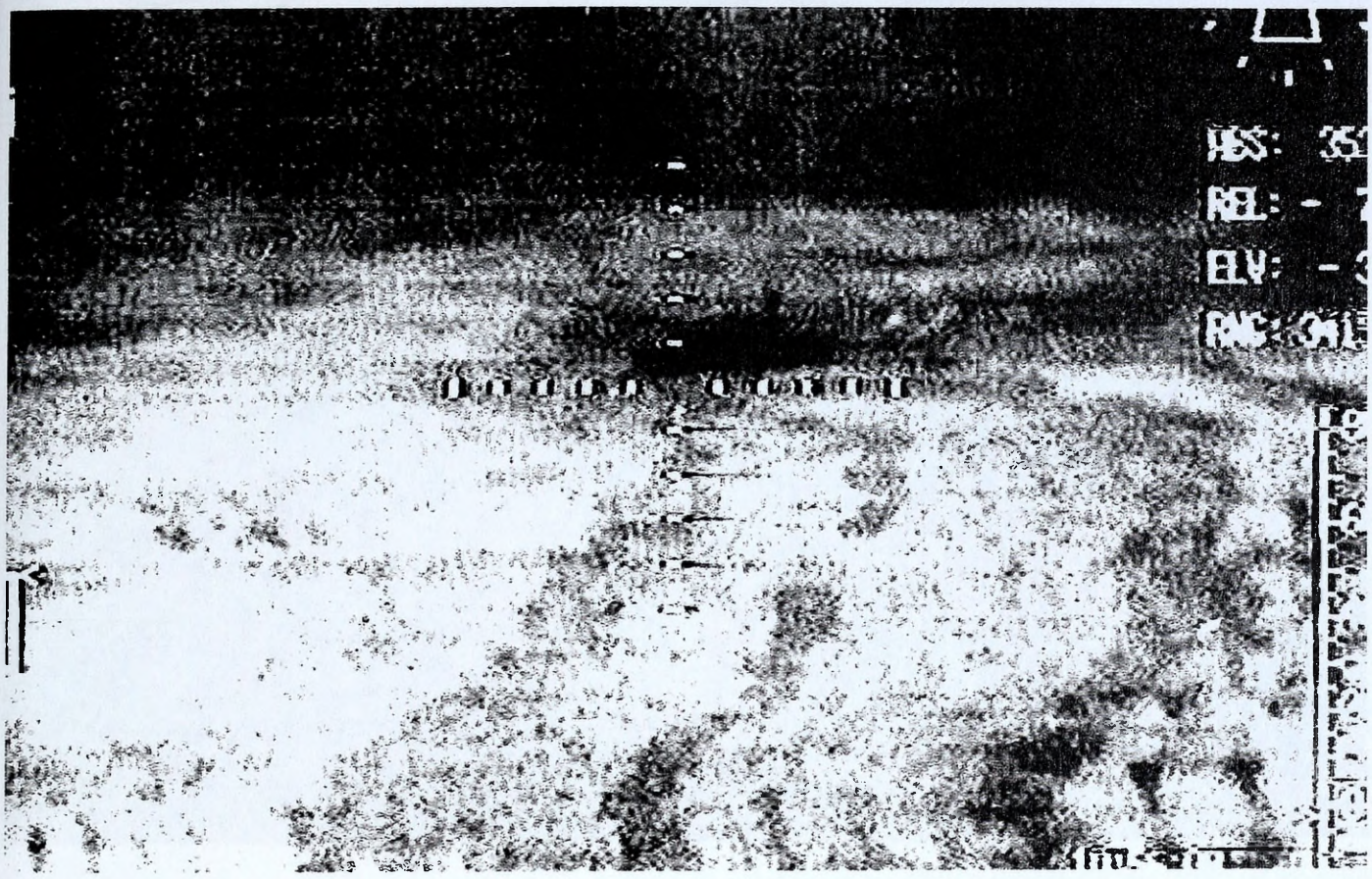
Rys. 55. Powiększenie optyczne obrazu, zmniejszenie kontrastu, normalizacja kontrastu. Widoczny kiosk okrętu i numer boczny



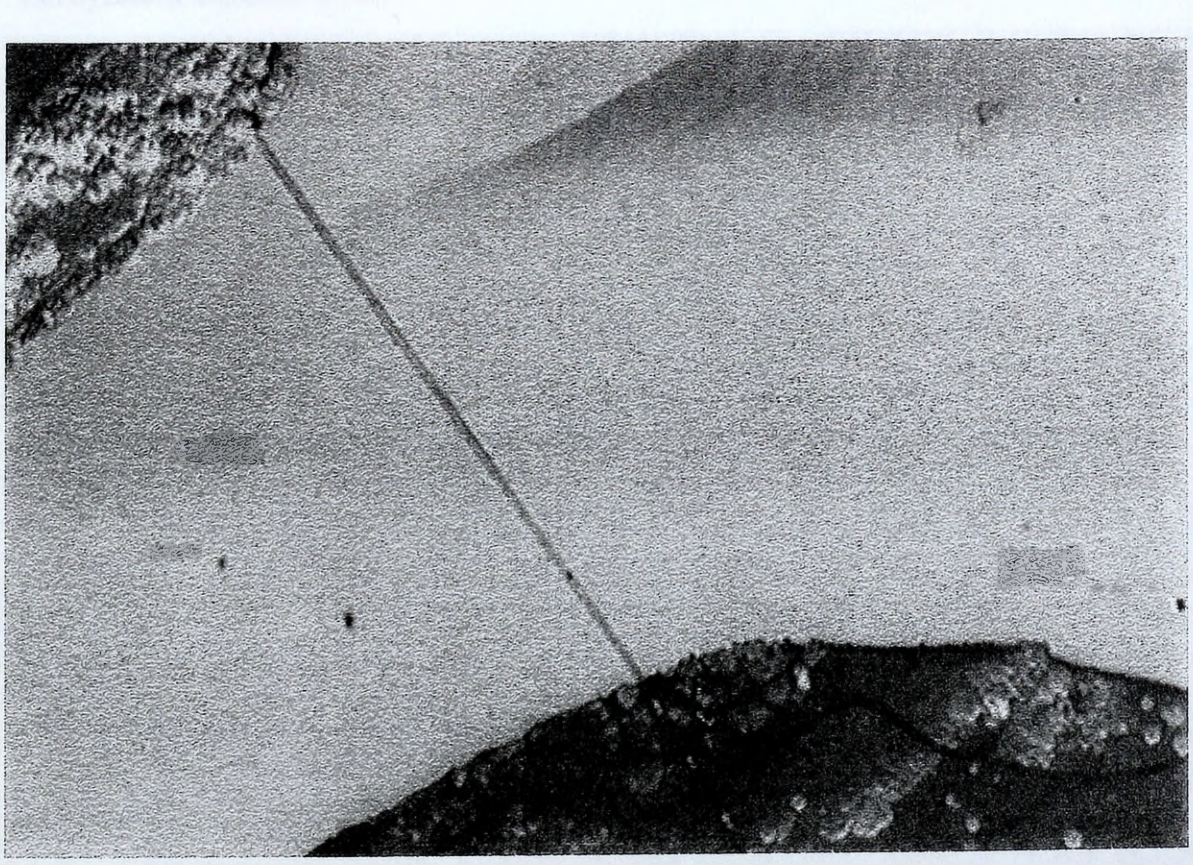
Rys. 56. Wykonana konwersja „negatyw – pozytyw" i poprawa ostrości przy pomocy filtru. Na kiosku widoczne sylwetki dwóch osób



Rys. 57. Czołg w odległości 3400 m. Rzeczywisty obraz uzyskany z badanego zasobnika rozpoznawczo – obserwacyjnego MSIS. Zobrazowanie słabo kontrastowe



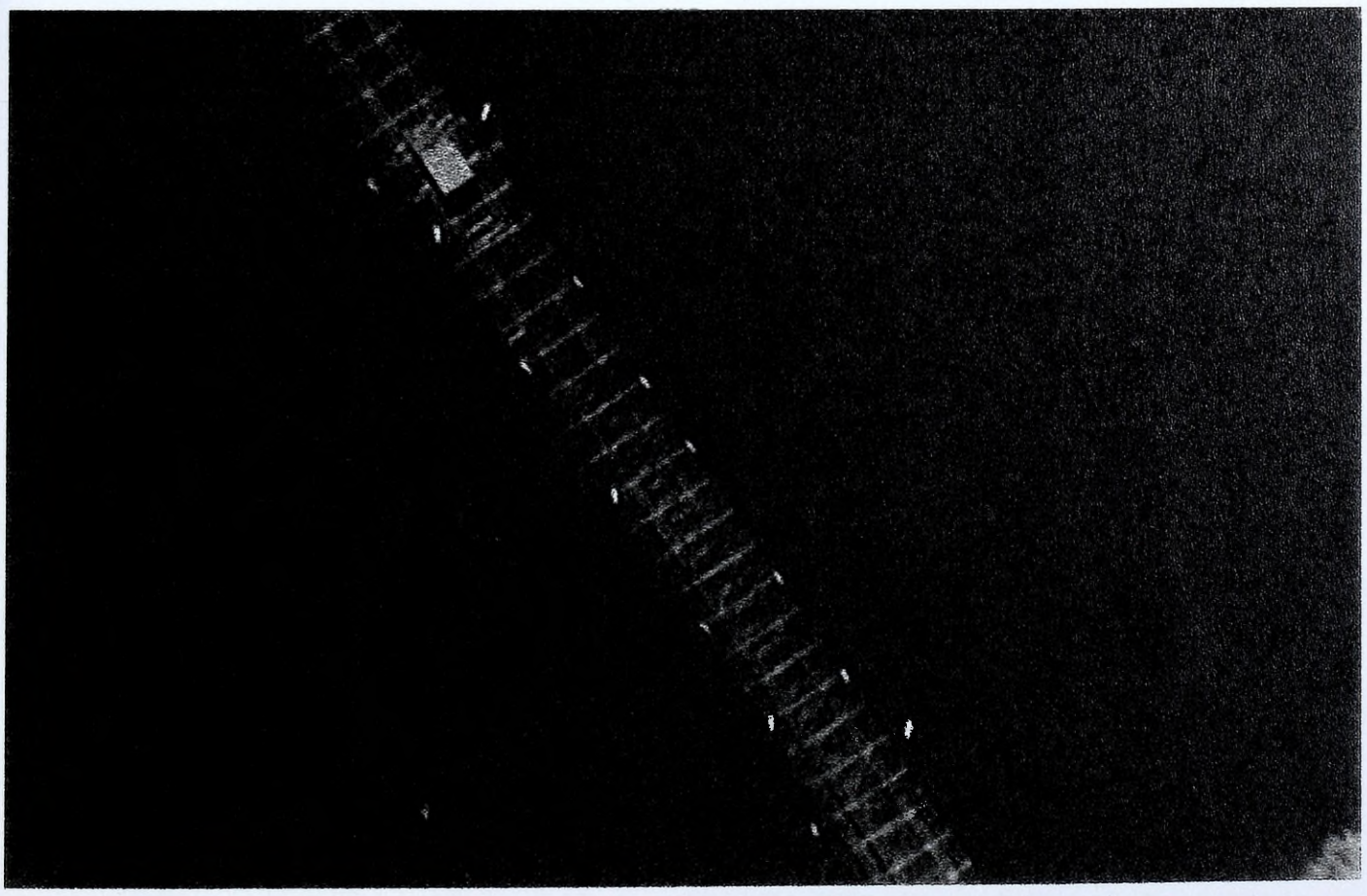
Rys. 58. Ten sam obraz po wykonaniu wyrównania histogramu, normalizacji kontrastu i zastosowaniu filtru ostrości. Wyraźnie widoczna sylwetka czołgu i osoby na wieżyczce.



Rys. 59. Przeprawa przez rzekę. Wycinek kadru naturalnych rozmiarów. Na moście i przyczółkach – pojazdy trudne do rozpoznania



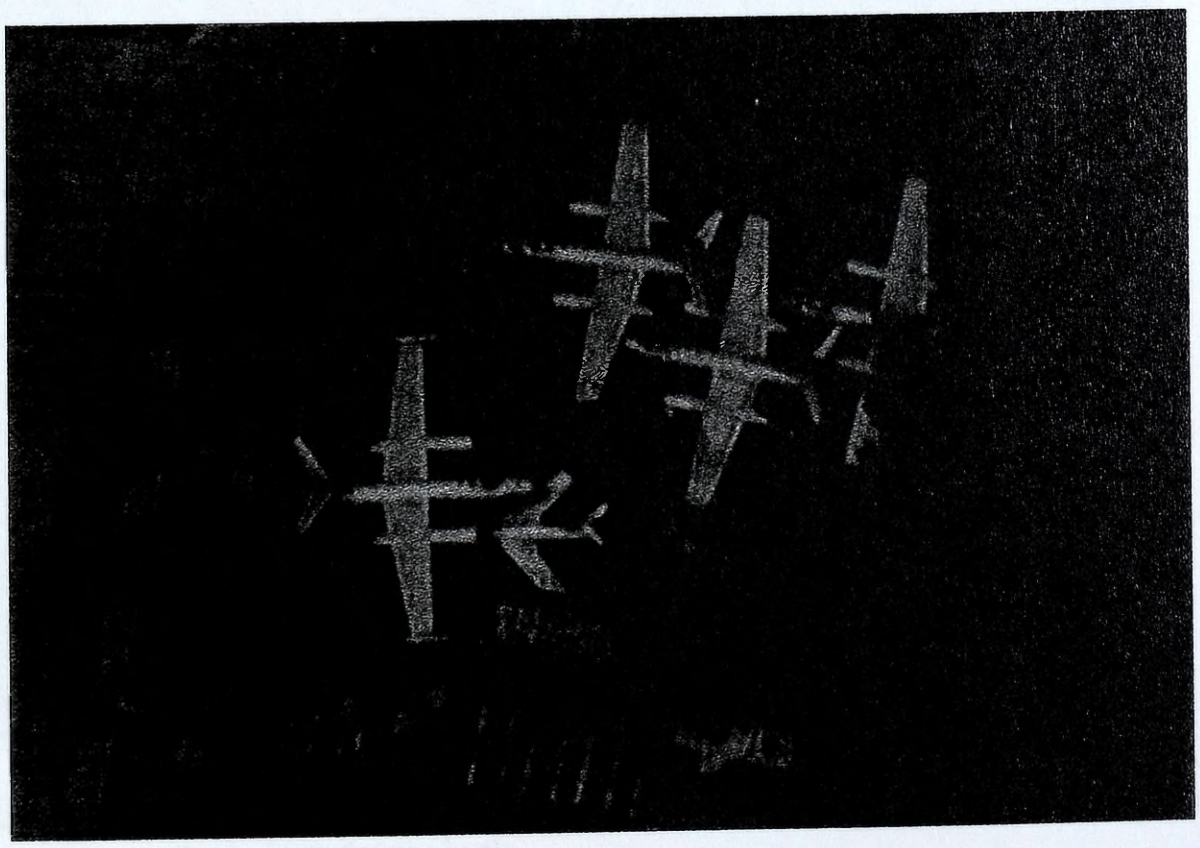
Rys. 60. Maksymalne powiększenie optyczne i przeprowadzone: konwersja „negatyw - pozytyw", wyrównanie histogramu, regulacja jasności, wyrównanie tła i poprawa ostrości przy pomocy filtru. Wyraźnie widoczne kształty pojazdów oraz elementy na skrzyniach ładunkowych



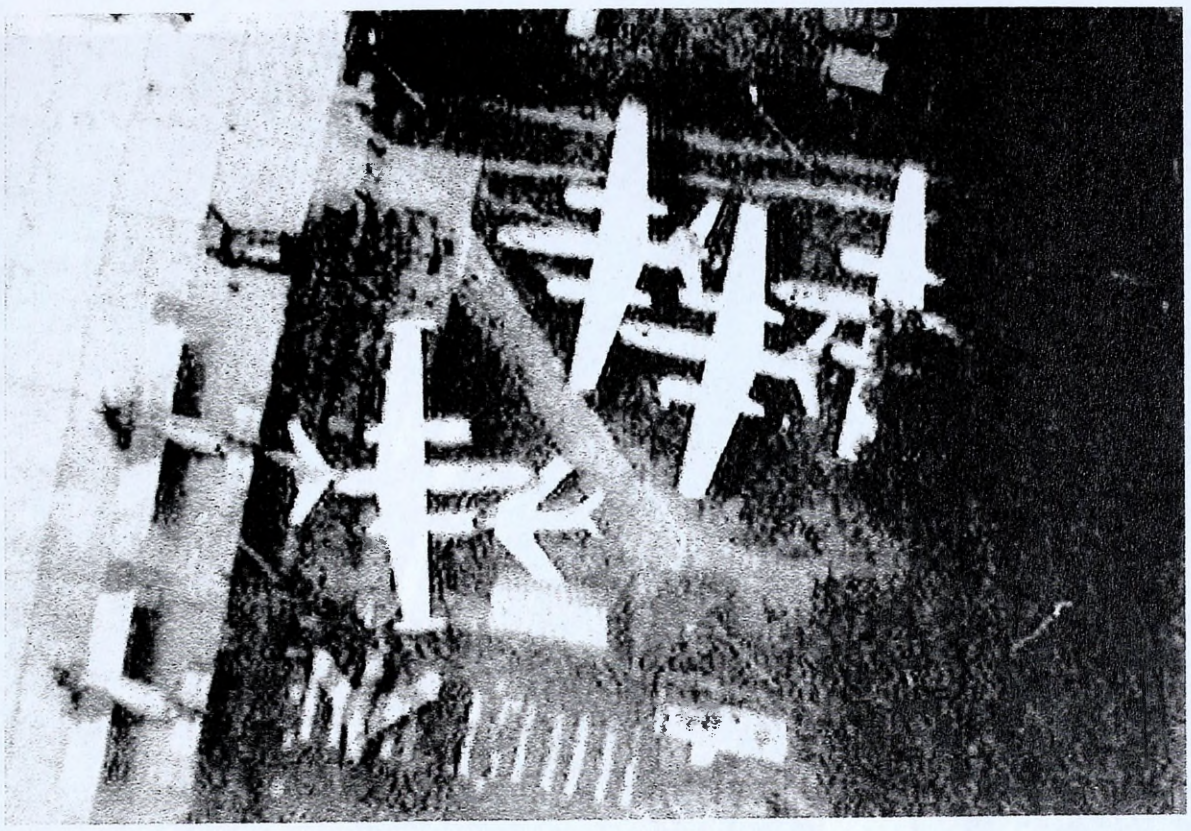
Rys. 61. Fragment tego samego zobrazowania poddany takim samym procesom przetwarzania. Pojazd wyraźnie widoczny



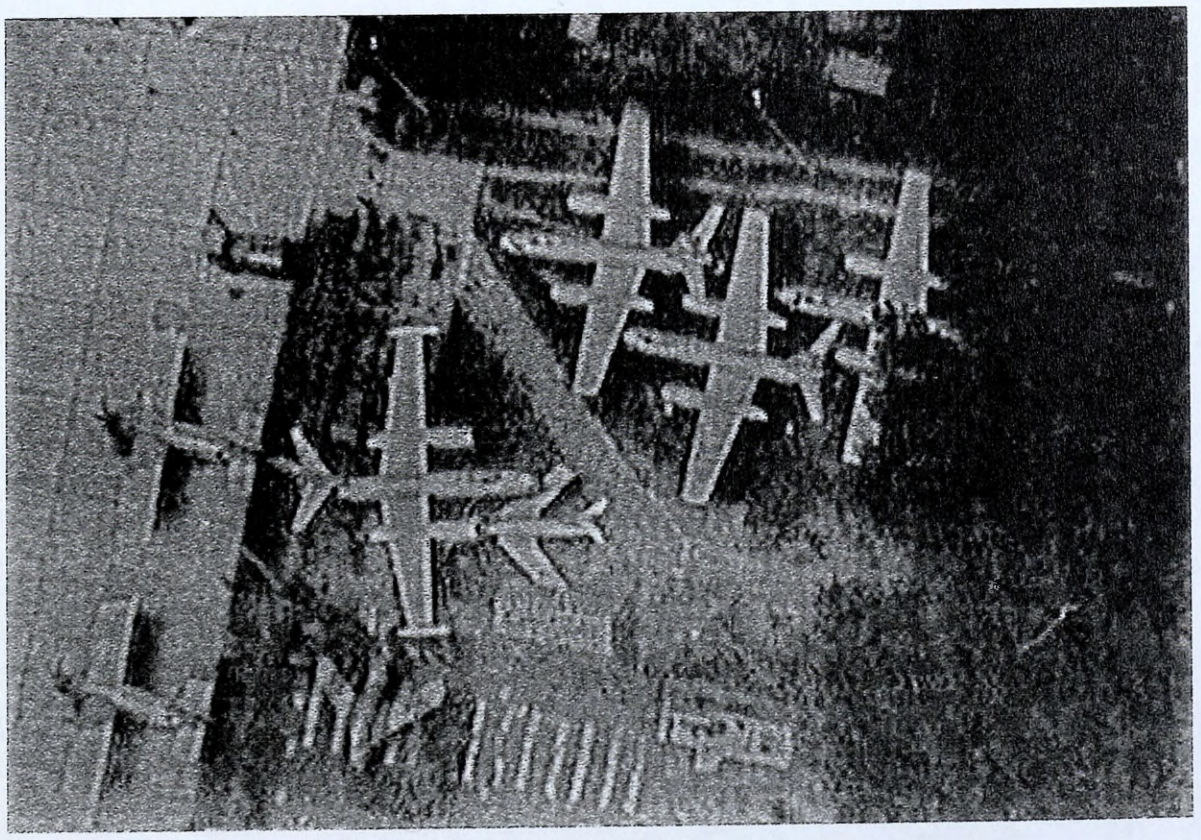
Rys. 62. Górny przyczółek mostu. Zobrazowanie po analogicznych przekształceniach. Wyraźnie widoczne dwa pojazdy



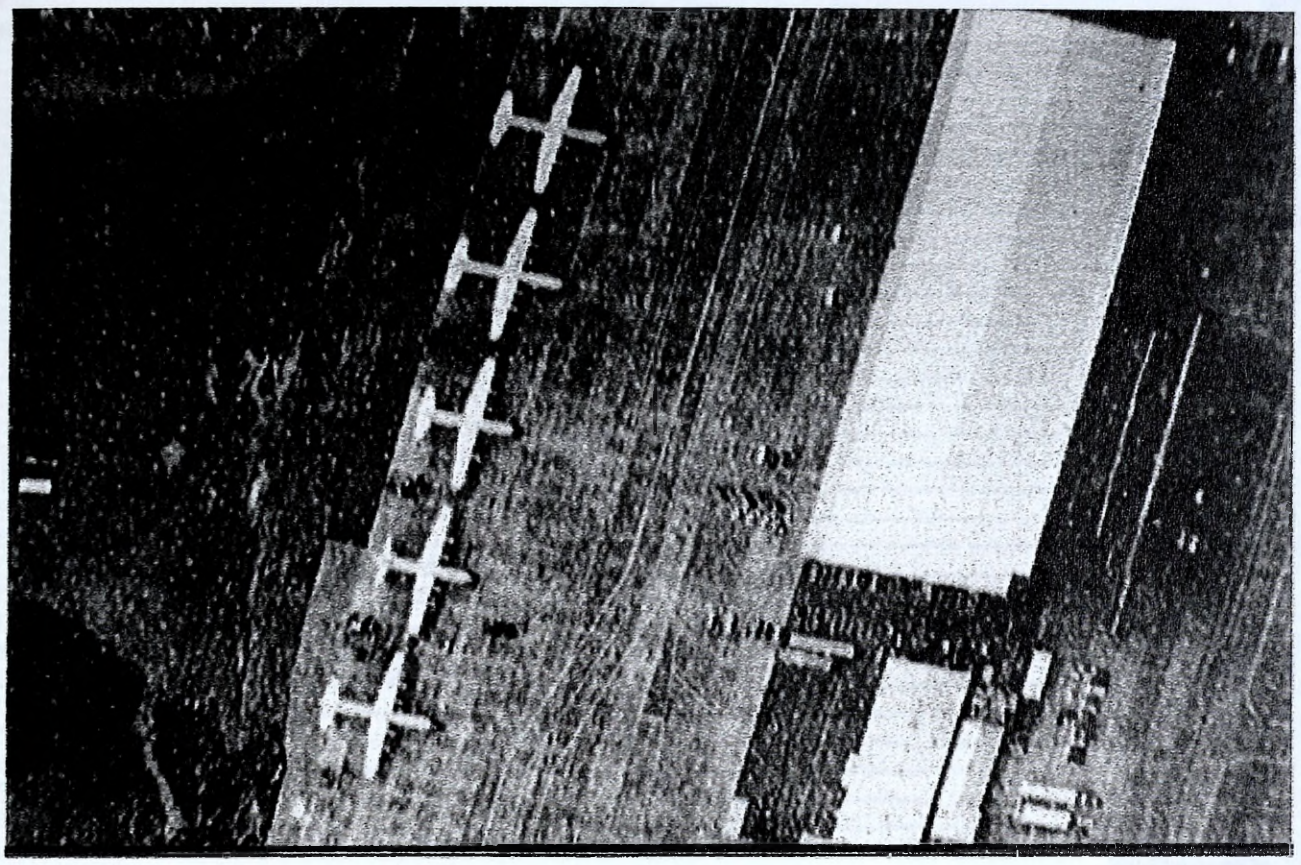
Rys. 63. Powiększenie zdjęcia z aparatu AFA – 39. Zobrazowanie mocno kontrastowe. W dolnej części samolot w malowaniu maskującym – słabo rozróżnialny od pasiastego podłoża



Rys. 64. To samo zobrazowanie po zastosowaniu normalizacji tła, filtru kontrastu i filtru ostrości. Znacznie zwiększone możliwości rozróżnienia obiektu od tła. Wyraźnie widoczne usterzenie poziome



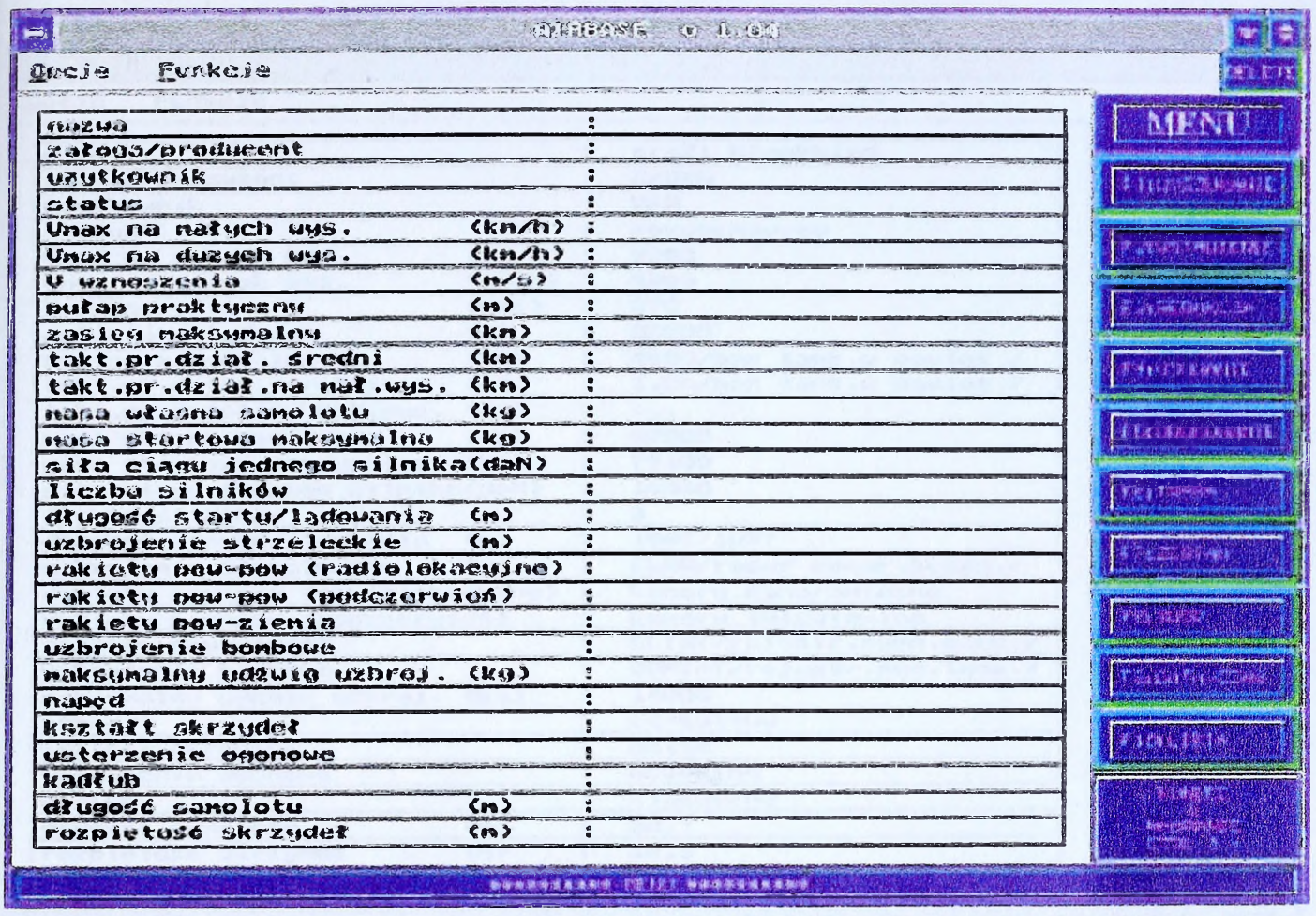
Rys. 65. Zwiększenie rozróżnialności obiektu uzyskane dzięki zastosowaniu filtru mnożenia i wyrównaniu tła



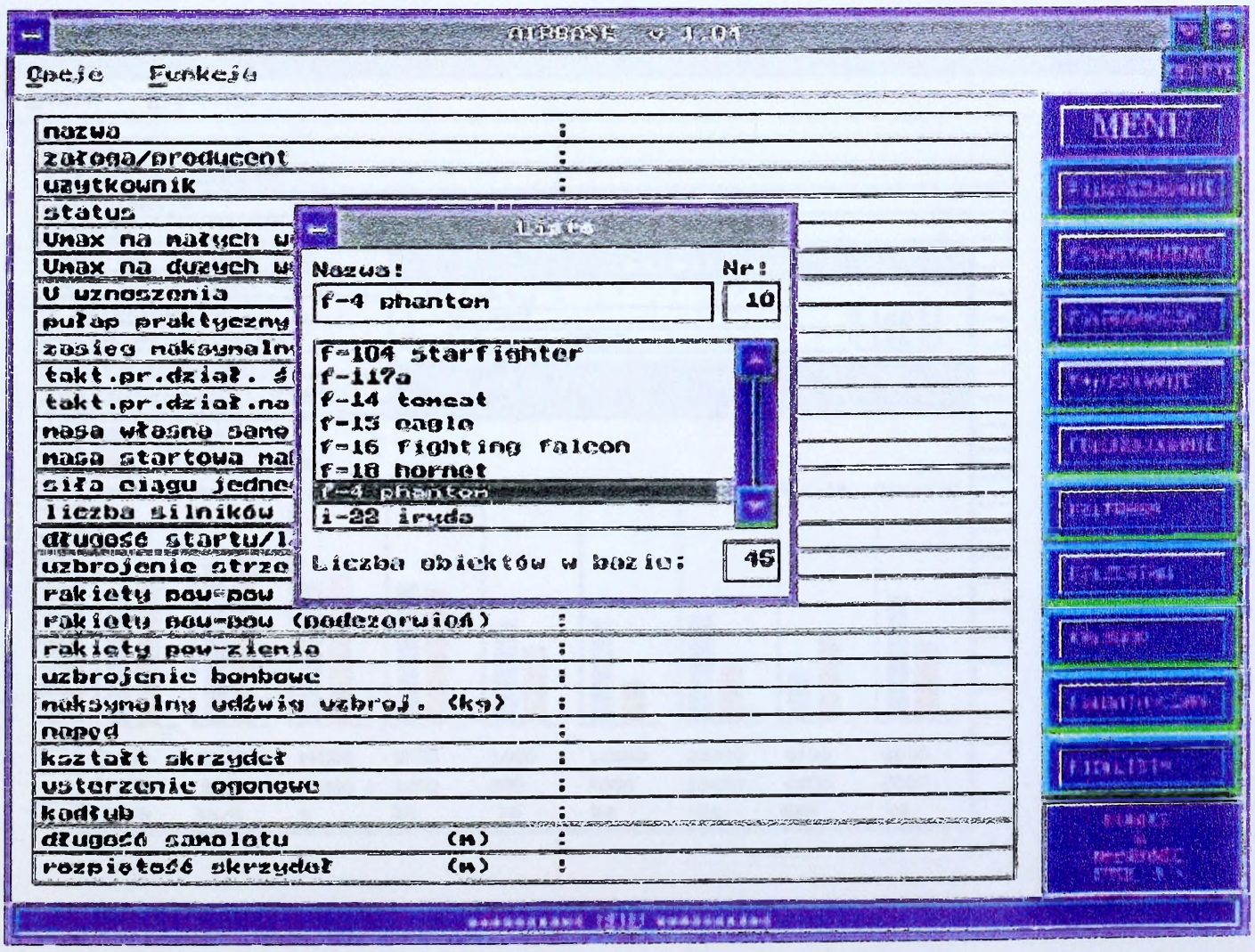
Rys. 66. Fragment zobrazowania pozytywowego bardzo złej jakości. Widoczne efekty uszkodzenia emulsji światłoczułej negatywu.



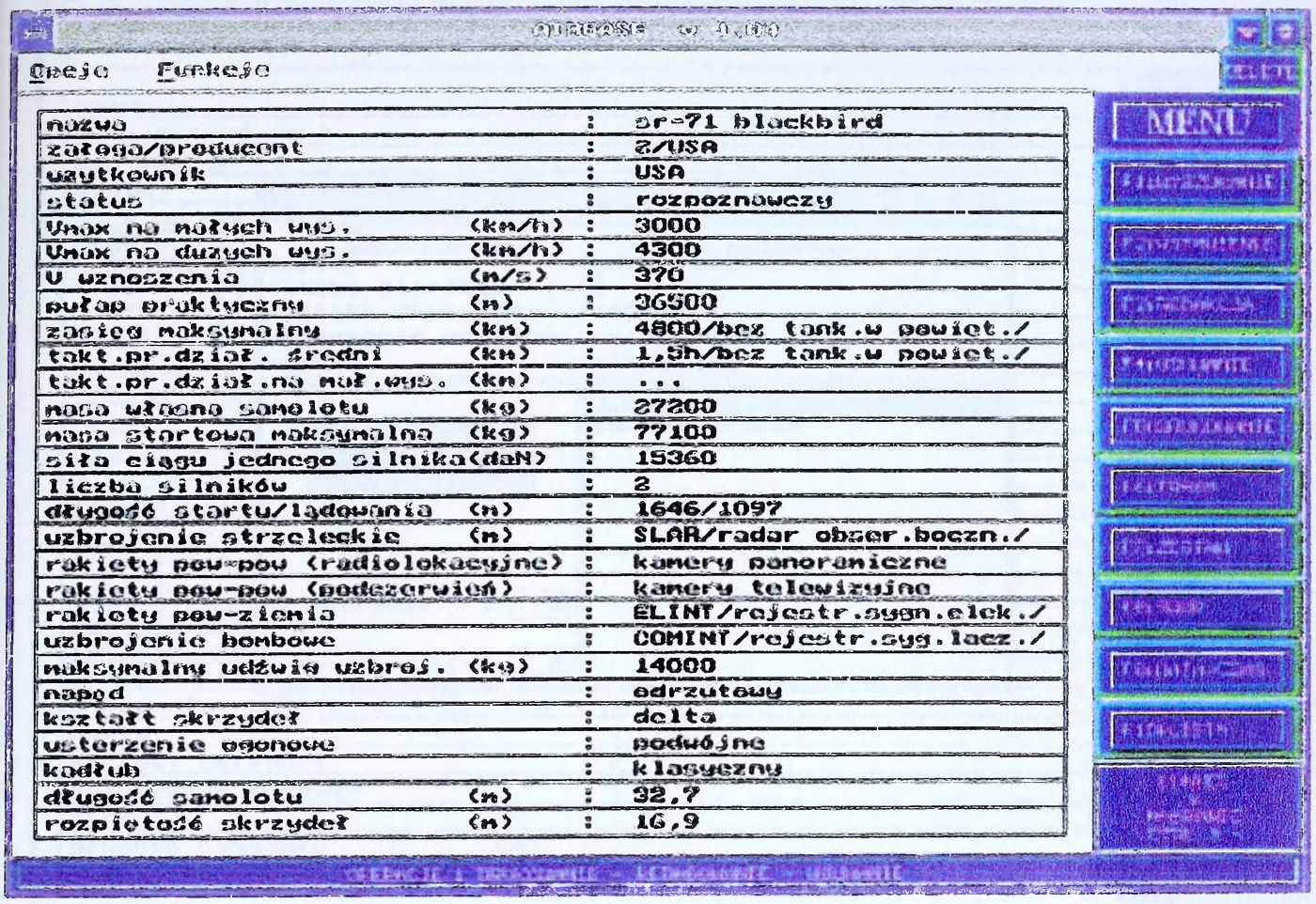
Rys. 67. To samo zobrazowanie po zastosowaniu filtru reliefu. Zmniejszenie widoczności uszkodzeń emulsji poprawia rozróżnialność konturów samolotów



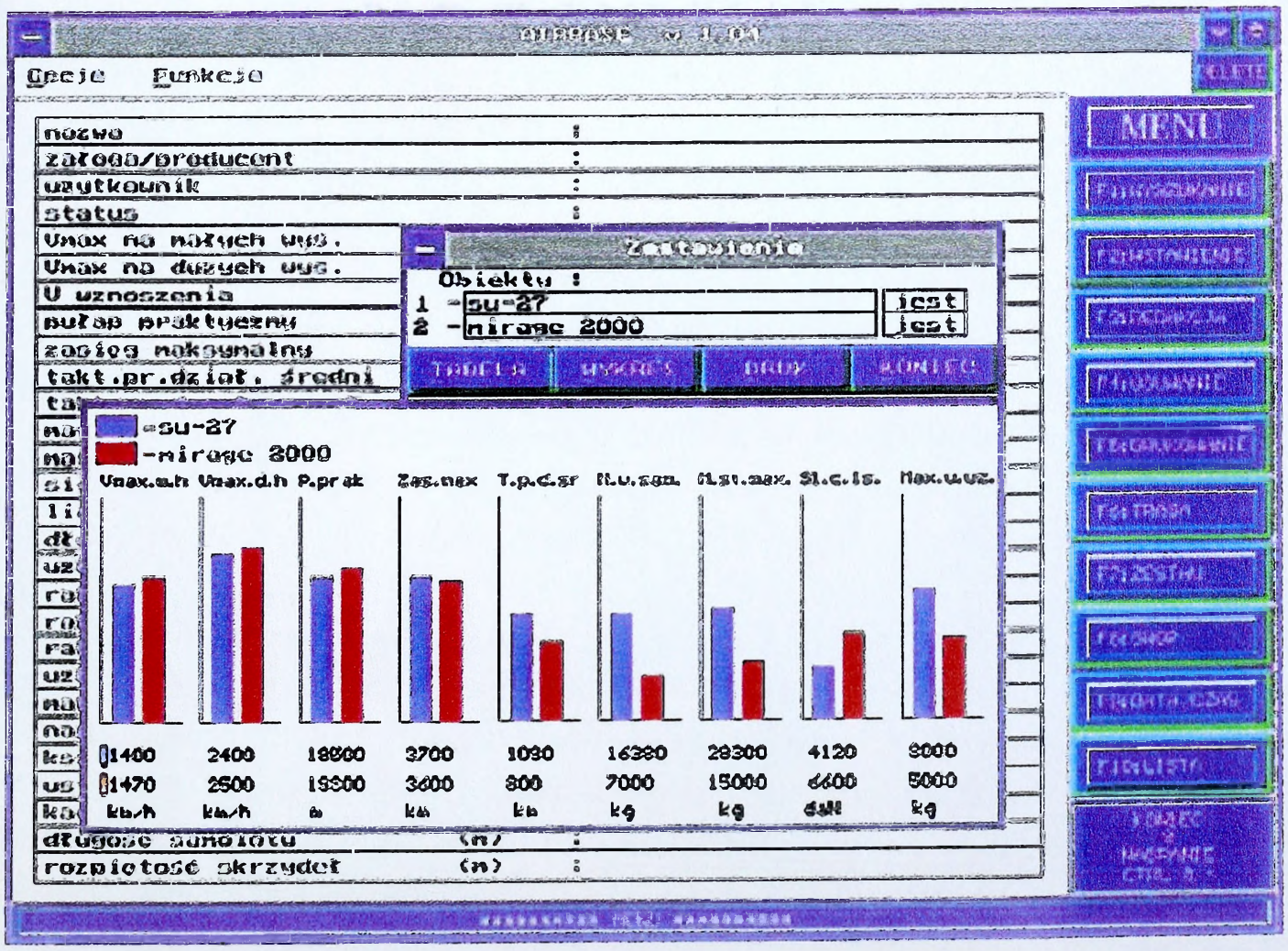
Rys. 68. Lista parametrów taktyczno- technicznych obiektów i panel sterowania bazy danych



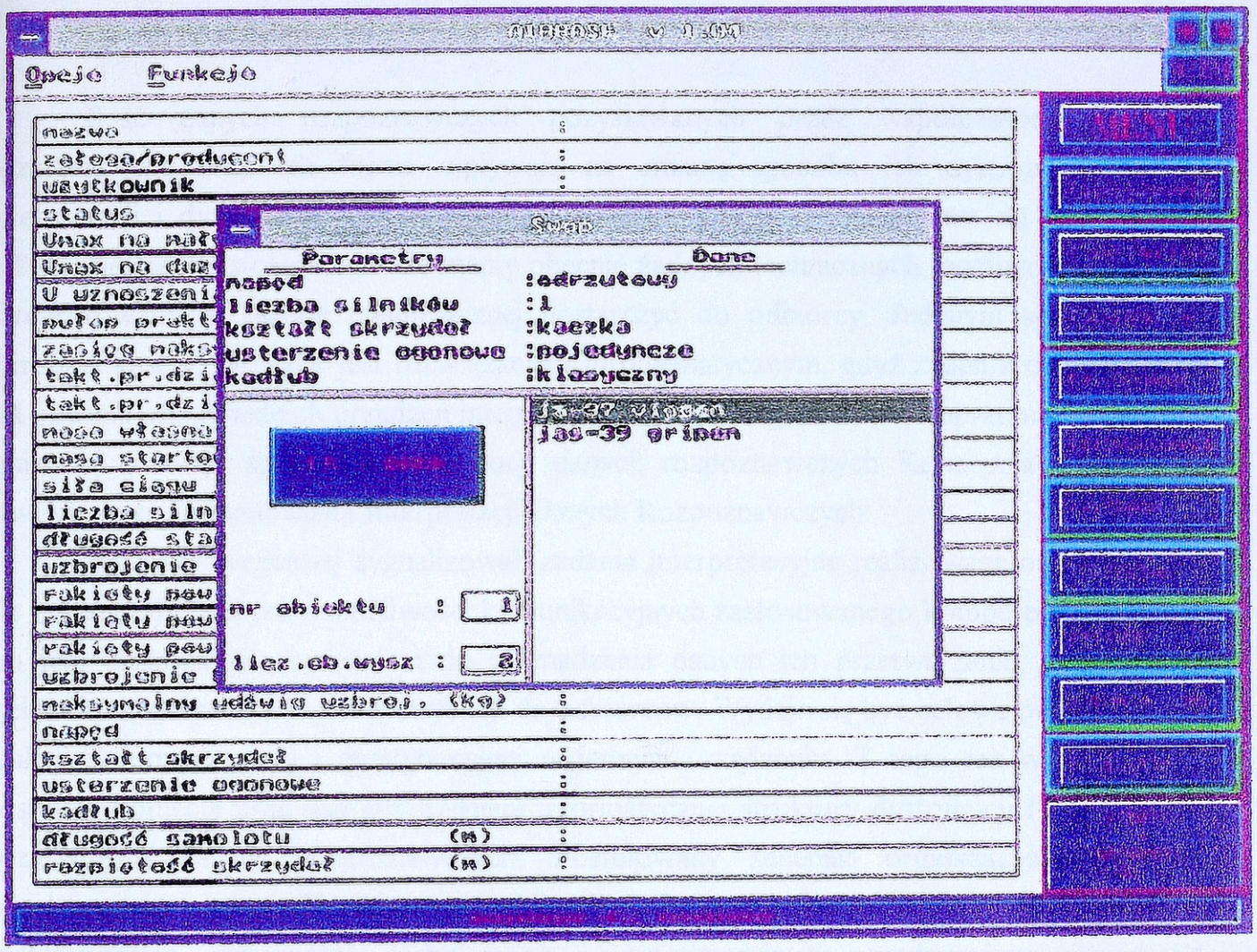
Rys. 69. Wybór obiektu z bloku „lista”



Rys. 70. Dane taktyczno – techniczne wybranego obiektu



Rys. 71. Zestawienie parametrów taktyczno-technicznych dwu obiektów



Rys. 72. Wynik działania funkcji „swop”

4.2.3 Koncepcja zmiany sposobu dystrybucji danych rozpoznawczych

Ilość danych rozpoznawczych pozyskiwanych przez współczesne urządzenia rozpoznawcze oraz ich forma wpływają na zmianę sposobu ich dystrybucji. System interpretacji i dystrybucji funkcjonujący w polskich Siłach Zbrojnych jest do tego zadania całkowicie nieprzystosowany. Nie mamy obecnie żadnych technicznych możliwości, aby dane zarejestrowane na taśmie magnetycznej dostarczyć do odbiorcy. Jedynym sposobem jest transport kasety, co i tak jest rozwiązaniem problematycznym, gdyż żaden z odbiorców nie ma obecnie odpowiednich urządzeń interpretacyjnych. Dlatego też autor opracował koncepcję zmiany i rozwoju sposobów dystrybucji danych rozpoznawczych. Koncepcja ta jest oparta o wykorzystanie Stanowiska Interpretacji Danych Rozpoznawczych.

Jak autor wcześniej sygnalizował, zadania interpretacyjne realizowane na Stanowisku nie ograniczają żadnych z możliwości komunikacyjnych zastosowanego komputera. Komputer ten jest doskonałym narzędziem do gromadzenia danych ich przetwarzania, sporządzania meldunków końcowych i ich dystrybucji do odbiorców. Wydaje się być celowe połączenie obu funkcji: interpretacyjnej i dystrybucyjnej w jednym urządzeniu. Z tego też względu autor postuluje podjęcie prac nad stworzeniem informatycznej struktury dystrybucji i gromadzenia pozyskanych danych rozpoznawczych. Postulowany schemat organizacyjny struktury przedstawiono na rys. 73. Algorytm realizacji zadania rozpoznawczego z wykorzystaniem postulowanych rozwiązań technicznych i organizacyjnych przedstawiono na rys. 74. W algorytmie, kolorem czerwonym oznaczono procesy zautomatyzowane, kolorem niebieskim nowe - postulowane systemy lub rozwiązania organizacyjno-techniczne.

Według autora wskazane jest stworzenie centralnego ośrodka interpretacji. Ośrodek ten zajmowałby się gromadzeniem i analizowaniem wszelkich danych obrazowych pozyskanych przez różne jednostki rozpoznawcze. Jednocześnie byłby centralnym bankiem danych udostępniającym swoje zasoby odbiorcom według określonych potrzeb. Ośrodek powinien być połączony siecią łączności (radiowej, komputerowej lub innej) z wszystkimi ośrodkami interpretacyjnymi w kraju. Takie rozwiązanie zapewni efektywne wykorzystanie pozyskanych danych. Informacje zawarte w banku danych mogłyby być wykorzystywane przez odbiorców z różnych rodzajów sił zbrojnych oraz instytucje cywilne. Tym samym dane raz pozyskane mogłyby służyć kilku różnym odbiorcom których potrzeby informacyjne mogą być całkiem odmienne.

Ośrodki interpretacyjne działające w strukturach jednostek lotniczych w pierwszej kolejności powinny realizować swoje zadania. Po wykonaniu interpretacji i opracowaniu meldunku końcowego z przeprowadzonego rozpoznania powinny go dostarczyć odbiorcy w wymaganej formie i czasie. Autor proponuje realizację tych funkcji całkowicie oprzeć o Stanowisko Interpretacji Danych Rozpoznawczych które będzie mogło sterować transmisją danych. Według autora należy się liczyć z wykorzystaniem do tego celu sieci komputerowej. Po wykonaniu zadania pozyskane dane obrazowe powinny zostać dostarczone w postaci plików programowych do centralnego ośrodka interpretacyjnego. Tam zostałyby

poddane analizie w szerszym zakresie. Dzięki temu ze zobrazowań można uzyskać znacznie więcej różnorodnych informacji. Po klasyfikacji przeprowadzonej według odpowiednich kryteriów trafiłyby do bazy danych. Taki obieg i wykorzystanie pozyskanych informacji wydaje się być korzystny z kilku względów:

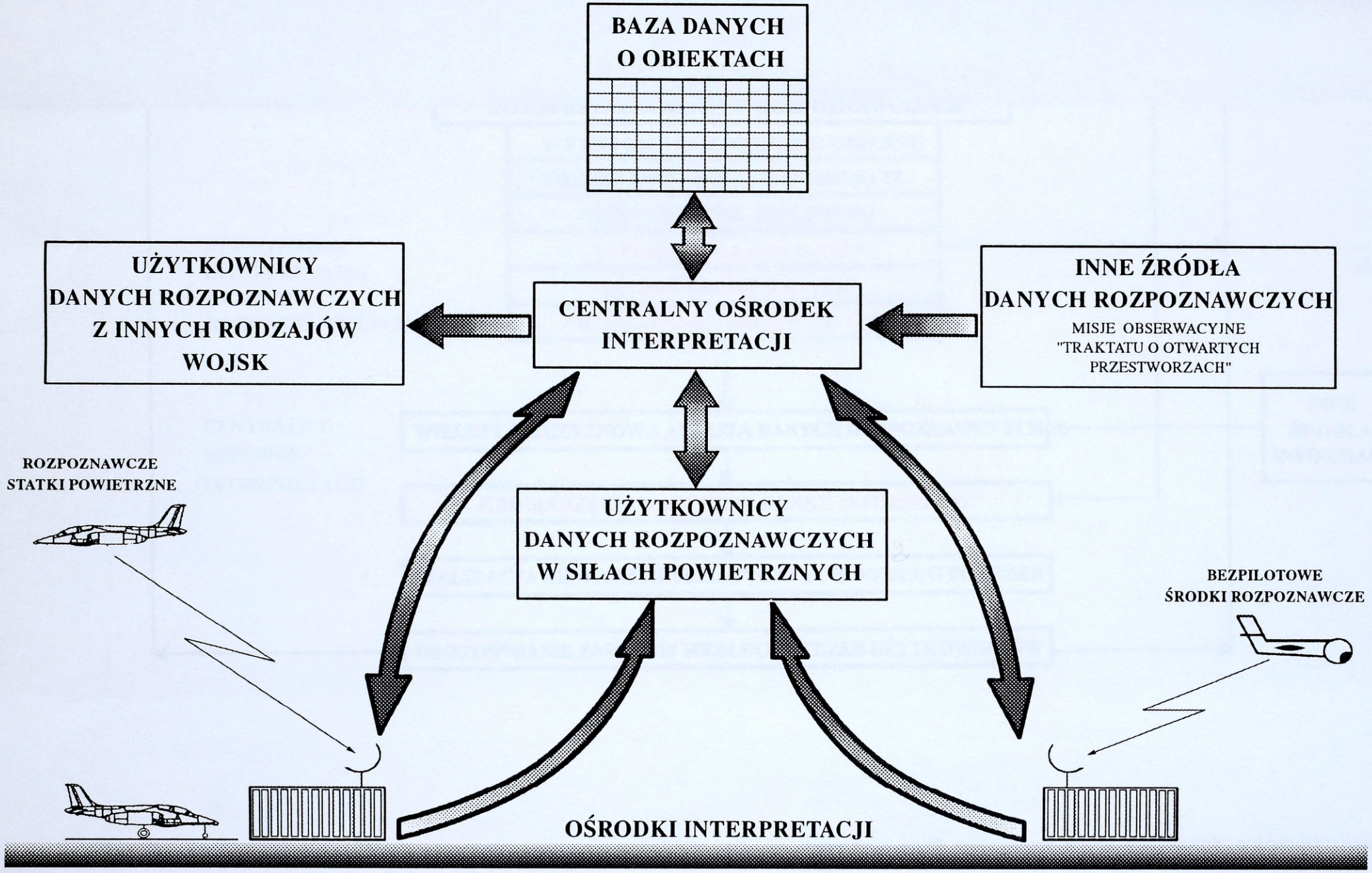
Pozyskiwanie danych z różnych źródeł - centralny ośrodek interpretacyjny, według założeń autora, powinien otrzymywać wszelkie zobrazowania pozyskane przez różne jednostki prowadzące rozpoznanie powietrzne. Mógłby je również otrzymywać z innych źródeł np.: z misji obserwacyjnych realizowanych w ramach "Traktatu o Otwartych Przestworzach". Pozwoliłoby to na zgromadzenie w jednym miejscu i ciągłe uaktualnianie ogromnej ilości danych które dotychczas najczęściej są rozproszone u pojedynczych odbiorców.

Dostępność informacji - centralny ośrodek może stanowić źródło informacji dla wielu odbiorców jednocześnie. Odbiorcami mogą być zarówno poszczególne rodzaje sił zbrojnych, jak i również pojedyncze ośrodki interpretacyjne realizujące bieżące zadania np.: określenia zmian jakie zaszły na rozpoznawanym terenie w określonym okresie czasu. Dzięki temu realizując nowe zadanie rozpoznawcze będzie można dokonać konfrontacji z wynikami rozpoznania przeprowadzonego wcześniej.

Wielopłaszczyznowa analiza zobrazowań - interpretatorzy centralnego ośrodka mogą prowadzić wielopłaszczyznową analizę zobrazowań. Nie musząc koncentrować się na realizacji jednego określonego zadania będą w stanie określać charakterystyki wszelkich interesujących obiektów występujących na zobrazowaniu, a nie tylko na tych stanowiących treść postawionego zadania. Dzięki temu ilość informacji pozyskanych z jednego wylotu znacznie się zwiększy.

Klasyfikowanie informacji - dzięki gromadzeniu informacji w komputerowej bazie danych można je klasyfikować według opracowanych kryteriów. Mogą to być np.: mosty o określonej przepustowości, elektrownie o określonej mocy lub zakłady przemysłowe produkujące określony asortyment. Informacje takie mogły by być wykorzystywane do opracowywania zestawień tematycznych.

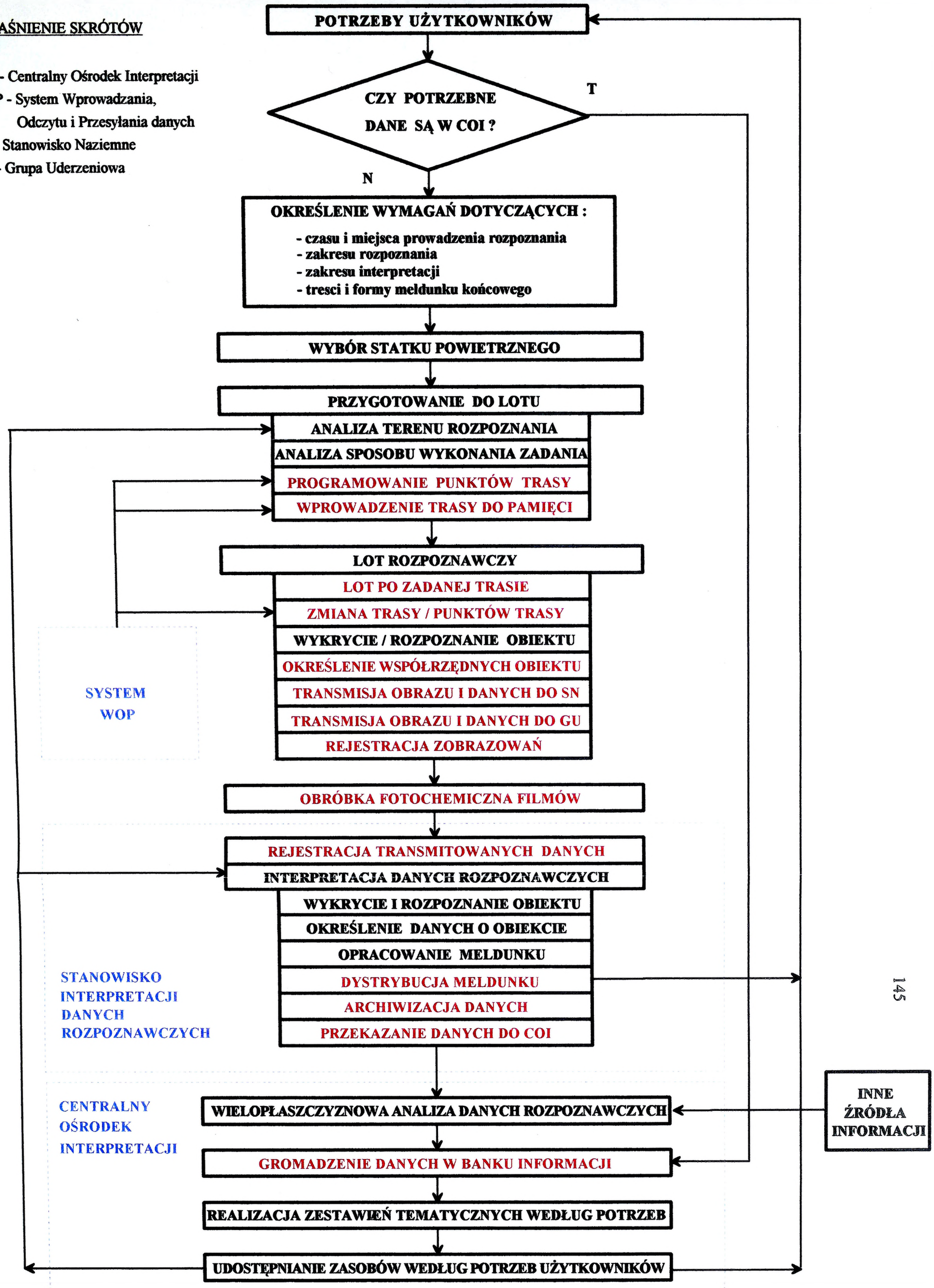
Tworzenie zastawień tematycznych - dysponując różnorodnymi informacjami na temat terenu i obiektów na nim występujących można opracowywać zestawienia obiektów odpowiadających określonym wymaganiom. Dzięki temu będzie można uzyskać informacje np.: o lokalizacji wszystkich obiektów spełniających kryteria narzucone przez zainteresowanego. Kryteria te mogą być inne dla różnych odbiorców, co determinuje konieczność analizy pozyskanych materiałów w jak najszerszym zakresie.



Rys.73. Postulowany schemat organizacyjny podsystemu dystrybucji danych rozpoznawczych

OBJAŚNIENIE SKRÓTÓW

COI - Centralny Ośrodek Interpretacji
WOP - System Wprowadzania,
Odczytu i Przesyłania danych
SN - Stanowisko Naziemne
GU - Grupa Uderzeniowa



Rys. 74. Algorytm realizacji zadania rozpoznawczego z wykorzystaniem proponowanych rozwiązań: modernizujących, automatyzujacych i organizacyjno - technicznych

Proponując powyższe rozwiązanie autor jedynie sygnalizuje pewną możliwość rozwiązania problemu efektywnego wykorzystania i dystrybucji danych z powietrznego rozpoznania obrazowego. Rozległość i złożoność tej tematyki wskazuje jednak iż powinna ona stać się tematem odrębnej pracy naukowej. Praca ta powinna być realizowana w ścisłej współpracy z jednostkami centralnymi Sił Zbrojnych.

4.3 Nowe możliwości pozyskiwania danych rozpoznawczych

W ostatnim pięcioleciu zaistniała możliwość pozyskiwania danych rozpoznawczych na niespotykaną dotychczas skalę. Niezwykle interesującym jest również fakt, iż pozyskiwanie tych danych odbywa się za całkowitym przyzwoleniem państwa nad którym wykonywany jest lot rozpoznawczy. Możliwość tą stworzył Traktat o Otwartych Przestworzach. W poprzednich rozdziałach niniejszej pracy autor kilkakrotnie odwoływał się do nazwy i idei Traktatu. Treść Traktatu i jego związek z systemem rozpoznania powietrznego skłaniają jednak do przedstawienia go w sposób szerszy. Ogólne założenia traktatu, charakterystyki wykorzystywanych samolotów oraz ich wyposażenie przedstawiono w ZAŁĄCZNIKU.

Zgodnie z Traktatem możemy wykonać rocznie określoną liczbę misji obserwacyjnych nad wybranymi krajami. W ich trakcie możemy fotografować wybrane przez siebie obiekty cywilne i wojskowe. Tym samym uzyskaliśmy możliwość pozyskiwania danych obrazowych na niespotykaną dotychczas skalę. Dotychczas zrealizowaliśmy misje obserwacyjne nad USA, Belgią i Holandią, Ukrainą, Niemcami i Anglią. Te nowe, bardzo interesujące możliwości stanowią, zdaniem autora, powód dla którego powinniśmy niezwłocznie przystąpić do modernizowania podsystemu interpretacji i dystrybucji pozyskanych danych w celu ich jak najefektywniejszego wykorzystania. Autor postuluje gromadzenie i interpretowanie pozyskanych danych w centralnym ośrodku interpretacyjnym. Pozwoli to na ich wszechstronne wykorzystanie oraz większą dostępność dla różnych użytkowników.

4.4 Wpływ postulowanych zmian techniczno-organizacyjnych na taktykę prowadzenia działań rozpoznawczych.

Zgodnie z [**63.**] taktyka to optymalne zastosowanie posiadanego potencjału technicznego w konkretnych warunkach bojowych. W odniesieniu do prowadzenia rozpoznania powietrznego do sfery taktyki zaliczyć należy: wybór czasu i miejsca rozpoznania, organizację lotów oraz przygotowanie załóg, sposób lotu do rejonu rozpoznania, pokonanie OPL przeciwnika, manewr podczas prowadzenia rozpoznania, sposób przekazania pozyskanych danych, ich interpretację oraz dystrybucję do użytkowników.
Autor ocenił możliwy wpływ postulowanych zmian techniczno - organizacyjnych na poszczególne elementy sfery taktyki prowadzenia zadań rozpoznawczych.

Wybór czasu i miejsca rozpoznania

Konieczność prowadzenia rozpoznania w określonym czasie i miejscu jest uwarunkowane własnym zamiarem działania i stopniem znajomości terenu i sił przeciwnika. Postulowana przez autora modernizacja wyposażenia rozpoznawczego umożliwia pozyskiwanie danych obrazowych w dzień, w nocy oraz złych warunkach pogodowych. Tym samym warunki atmosferyczne i pora dnia nie będą ograniczały możliwości wykonania zadania. W stosunku do obecnego stanu będzie to istotny postęp przejawiający się w zniesieniu istniejących ograniczeń w zakresie czasu prowadzenia rozpoznania .

Miejsce prowadzenia rozpoznania może być zlokalizowane w strefie taktycznej (do 100 km od rubieży styczności) lub operacyjnej (100 ÷ 500 km od rubieży styczności).

Strefa taktyczna

Ze względu na zróżnicowanie obiektów rozpoznania, strefę taktyczna można podzielić na trzy pasy. W pasie I (12÷15 km od rubieży styczności) przewiduje się występowanie sił oddziałów pierwszorzutowych, baterii i dywizjonów artylerii polowej, stanowisk dowodzenia oddziałów, radiolokacyjnych posterunków wykrywania i wysuniętych baterii kierowanych pocisków rakietowych. Ze względu na nasycenie tego pasa obiektami, miejsce rozpoznania należy utożsamiać z całą jego szerokością. Do tego celu autor postuluje wykorzystywanie bezpilotowego środka rozpoznawczego oraz samolotu Su-22 ze zmodernizowanym wyposażeniem. Proponowany lotniczy aparat fotograficzny umożliwia wykonywanie zdjęć skośnych dalekiego zasięgu. Dzięki temu zadania rozpoznania wstępnego mogą być realizowane w trakcie lotu wzdłuż rubieży styczności, na wysokości zapewniającej wymaganą głębokość rozpoznania. Do rozpoznania bezpośredniego powierzchniowego lub punktowego w strefie, autor postuluje wykorzystanie BŚR wyposażonych zgodnie z przedstawionymi postulatami. Proponowany sposób realizacji zadań wynika bezpośrednio z wysokiego prawdopodobieństwa zestrzelenia środków rozpoznania operujących w I pasie. Rozwiązanie to według autora umożliwi pozyskiwanie danych rozpoznawczych przy minimalizacji prawdopodobieństwa zestrzelenia samolotu rozpoznawczego.

W II pasie rozpoznania (15 ÷ 40 km od rubieży styczności) należy liczyć się z występowaniem: stanowisk dowodzenia pierwszorzutowych związków taktycznych, wyrzutni,baterii lub dywizjonów rakiet taktycznych, oddziałów drugorzutowych, wysuniętych lub zasadniczych SD. Miejscami rozpoznania będą więc rejony ześrodkowania oddziałów lub miejsca dyslokacji wybranych obiektów. W stosunku do tego rodzaju miejsc należy prowadzić rozpoznania powierzchniowe i punktowe. Rozpoznanie wstępne, bezpośrednie, poprzedzające i kontrolne , zdaniem autora , będzie można prowadzić z wykorzystaniem samolotu z proponowanym przez autora wyposażeniem. Konfiguracja urządzeń umożliwi pozyskiwanie zobrazowań w zakresie termalnym i widzialnym .Wykorzystanie skanera termalnego i kamery termalnej zapewni lokalizację i rozpoznanie obiektów punktowych oraz rozpoznanie powierzchniowe w każdych warunkach pogodowych, niezależnie od pory doby. Autor ocenia

że postulowana modernizacja zwiększy możliwości realizacji zadań w stosunku do miejsc zlokalizowanych w II pasie.

W III pasie (40÷100 km od rubieży styczności) przewiduje się występowanie : SD, ośrodków wsparcia i dowodzenia lotnictwem, drugorzutowych związków taktycznych, odwodów operacyjnych, wyrzutni rakiet operacyjno - taktycznych, składów amunicji i instalacji transportowych. Ze względu na rozległość pasa nie jest możliwe objęcie go całego rozpoznaniem powierzchniowym. Bardziej celowym jest stosowanie rozpoznania liniowego w ramach rozpoznania wstępnego w stosunku do miejsc " priorytetowych". Miejscami tymi są szlaki komunikacyjne oraz obszary które ze względu na swoje ukształtowanie mogą zapewnić maskowanie obecności wojsk. W wytypowaniu tych miejsc rozpoznania, zdaniem autora, niezwykle użyteczne będą informacje gromadzone w centralnym ośrodku interpretacyjnym. Dane dotyczące ukształtowania terenu, dróg, mostów, przepraw rzecznych pozwolą na określenie prawdopodobnej lokalizacji lub dróg przemieszczania wojsk. Można więc stwierdzić że proponowany przez autora zakres modernizacji i automatyzowania w istotny sposób zwiększy możliwości realizacji zadań wstępnego i bezpośredniego w taktycznej strefie rozpoznania.

Strefa operacyjna

W tej strefie należy się liczyć z występowaniem : związków taktycznych i operacyjnych, lotnisk i lądowisk, baz morskich, odwodów operacyjno - strategicznych, zakładów przemysłowych oraz innych obiektów infrastruktury przemysłowej. Są to więc miejsca trudne do maskowania ze względu na duże rozmiary i charakterystyczne elementy konstrukcyjne. Jednak, nasycenie tej strefy środkami OPL sprawia że prowadzenie rozpoznania wstępnego będzie bardzo utrudnione. W związku z tym, w tej strefie należy się głównie liczyć z realizacją zadań rozpoznania bezpośredniego, poprzedzającego i kontrolnego. W planowaniu tych zadań oraz w wytypowaniu obiektów przewidzianych do zniszczenia - niezwykle użyteczne mogą być informacje gromadzone w centralnym ośrodku interpretacyjnym. Dane o lotniskach lub ważnych obiektach przemysłowych mogą zostać pozyskane dzięki misjom obserwacyjnym " Traktatu o Otwartych Przestworzach". Autor uważa, iż proponowana przez niego koncepcja rozszerzenia źródeł danych rozpoznawczych znajdzie zastosowanie i ułatwi realizację zadań rozpoznawczych w stosunku do miejsc zlokalizowanych w III pasie strefy taktycznej i strefie operacyjnej.

Organizacja lotów i przygotowanie załóg

Zdaniem autora, wdrożenie do eksploatacji Urządzenia Wprowadzania Danych oraz systemu WOP w istotny sposób przyspieszy i usprawni oba te procesy. Dzięki proponowanym systemom personel latający będzie mógł opracować planowaną trasę lotu wykorzystując komputerową mapę terenu. Będzie to istotna zmiana w stosunku do stanu obecnego. Najistotniejszym udogodnieniem dla załóg przygotowujących się do lotu, według autora, będzie jednak szeroka dostępność danych o planowanych obiektach rozpoznania. Dane te

zgromadzone w Stanowisku Interpretacji Danych Rozpoznawczych lub w centralnym ośrodku interpretacyjnym będą mogły być powszechnie wykorzystywane przez załogi w celu opracowania właściwej koncepcji realizacji zadania. Dzięki dostępności danych i zobrazowań z poprzednich rozpoznań proces przygotowania załóg będzie, według autora, bardziej efektywny.

Lot do rejonu rozpoznania

Warunki wykonywania lotu do rejonu rozpoznania będą w dużym stopniu uwarunkowane miejscem rozpoznania . Według autora należy się jednak liczyć z możliwością lotu w trybie automatycznym po zaprogramowanej trasie. Możliwości systemu WOP proponowanego przez autora do wdrożenia umożliwią szybkie zaprogramowania wybranej trasy lotu oraz dokonanie zmian programu nawet w trakcie jego wykonywania . Dalszy lot po zmienionej trasie będzie mógł odbywać się również na zakresie automatycznym. Możliwość ta stanowi istotną nowość w zakresie automatyzowanie procesu dolotu do rejonu rozpoznania.

Dzięki postulowanemu zintegrowaniu dwu systemów nawigacyjnych zwiększy się dokładność określania współrzędnych statku powietrznego. Ułatwi to prowadzenie nawigacji i wykonywanie lotów w warunkach nocnych. Dużym również ułatwieniem będzie możliwość obserwacji w przedniej półsferze zapewniona przez kamerę termalną. Zwiększy to znacznie bezpieczeństwo wykonywania lotów nocnych i w złych warunkach atmosferycznych szczególnie w lotach wykonywanych na małej wysokości.

Pokonanie OPL przeciwnika

W trakcie wykonywania zadania konieczne będzie pokonanie OPL przeciwnika. W taktycznej strefie rozpoznania należy się spodziewać wysoce skutecznej, silnej i wielowarstwowej OPL. W I i II pasie obrona ta będzie miała charakter liniowy na wszystkich zakresach wysokości. W III pasie i strefie operacyjnej obrona nie będzie miała charakteru zwartego. Raczej należy się spodziewać silnych i skutecznych systemów broniących wybranych obiektów i rejonów. Tym samym pokonanie OPL w strefie taktycznej będzie wymagało wykonanie lotu na bardzo dużej lub małej wysokości. W strefie operacyjnej konieczne będzie natomiast wykorzystanie luk w systemie obrony. Autor przewiduje iż znacznym ułatwieniem w wykonywaniu lotów na małej i bardzo małej wysokości będzie wykorzystanie kamer. Ponadto autor postuluje wykorzystywanie w tej fazie bezpilotowych środków łącznie z samolotem rozpoznawczym. BŚR wyposażony dodatkowo w "rożek" radiolokacyjny może z powodzeniem posłużyć jako "przynęta" koncentrując na sobie uwagą systemu rozpoznania radiolokacyjnego przeciwnika. W tym samym czasie samolot rozpoznawczy będzie mógł przeniknąć do strefy taktycznej rozpoznania.

Podczas opracowywania trasy lotu w strefie operacyjnej określenie luk w systemie obrony będzie mogło być wspomagane danymi rozpoznawczymi pochodzącymi ze Stanowiska Interpretacji Danych Rozpoznawczych lub centralnego ośrodka interpretacyjnego. Według oceny autora, proponowana koncepcja wniesie nowe możliwości do planowania sposobu i samego procesu pokonywania OPL przeciwnika.

Manewr podczas prowadzenia rozpoznania

Manewr wykonywany podczas prowadzenia rozpoznania będzie uzależniony od charakteru miejsca lub obiektu rozpoznania oraz zagrożenia oddziaływania środków OPL. Wyposażenie rozpoznawcze proponowane przez autora w żaden sposób nie ogranicza możliwości manewrowych samolotu, ani nie narzuca konieczności wykonania manewru ze względu na specyfikę działania urządzeń. Należy jednak podkreślić iż proponowana konfiguracja zapewnia pozyskanie dużej ilości danych obrazowych w zakresach widzialnym i podczerwieni podczas jednego przelotu nad rozpoznawanym obszarem. Możliwości proponowanych urządzeń rozpoznawczych zapewniają natomiast pozyskanie zobrazowań z niższych wysokości niż zapewniają to eksploatowane obecnie.

Sposób przekazania pozyskanych danych

W tym zakresie postulaty autora wnoszą sporo nowych możliwości. Opracowana koncepcja modernizacji wyposażenia umożliwi bowiem zautomatyzowania procesu przekazywania pozyskanych danych. Transmisja pozyskanych obrazów oraz określonych współrzędnych wykrytego obiektu będzie odbywać się w czasie rzeczywistym. Proponowana koncepcja zapewnia przekazanie danych do stanowiska naziemnego oraz do grupy uderzeniowej w powietrzu. Zapewni to więc możliwość realizacji rozpoznania poprzedzającego - dotychczas w naszym lotnictwie nie realizowanego. Oprócz nowych możliwości przekazywanie danych obrazowych będzie odbywało się za pomocą filmów lotniczych i taśm magnetycznych. W przypadku tych ostatnich, proponowane rozwiązanie znacznie skróci czas dostępu do zobrazowań rozpoznawczych.

Interpretacja i przekazania danych rozpoznawczych

Opracowana przez autora nowa metoda interpretacji i dystrybucji danych rozpoznawczych, według oceny interpretatorów z JW oraz specjalistów z innych instytucji, stanowi istotny postęp w stosunku do metod stosowanych obecnie **[44.]**. Opracowane Stanowisko Interpretacji Danych Rozpoznawczych jest pierwszym w kraju zestawem interpretacyjnym który umożliwia analizę danych zarejestrowanych na taśmie magnetycznej lub transmitowanych z pokładu SP. Wykorzystywana w nim nowa metoda interpretacji wzbogaca stary sposób analizy obrazów o nowe możliwości związane z przetwarzaniem cyfrowym i realizacją procedur automatycznych. Konstrukcja urządzenia oraz oprogramowanie umożliwiają również gromadzenie, przetwarzanie oraz dystrybucję pozyskanych danych w zupełnie nowy sposób. Autor uważa iż wdrożenie Stanowiska do eksploatacji całkowicie wyeliminuje konieczność tworzenia fotoszkiców lub innych materialnych form meldunku z rozpoznania. Pozyskane dane po opracowaniu ich bezpośrednia na Stanowisku zgodnie z wymogami STANAGu 3596, będą rozsyłane w postaci elektronicznej do odbiorców. Obrazy zarchiwizowane w postaci plików programowych zachowają swoją formę i będą mogły być powielane lub gromadzone w bazach danych.

Zaproponowana koncepcja współpracy ośrodków interpretacji z ośrodkiem centralnym zwiększa również możliwości wykorzystania pozyskanych danych i ich dostępność. Autor uważa iż postulowany rozwój podsystemu interpretacji i dystrybucji w istotny sposób poprawi stan obecny i umożliwi dostosowanie systemu rozpoznania powietrznego w zakresie wymiany danych rozpoznawczych do wymogów NATOwskich.

ZAKOŃCZENIE I WNIOSKI KOŃCOWE

Temat badań wyrażony w tytule prezentowanej rozprawy doktorskiej i stosownie do tego celu wyodrębnione problemy badawcze, cele badań oraz hipotezy robocze wskazują, że autor dążył do naukowego poznania ważnego, ale tylko jednego z wielu ogniw w systemie rozpoznania powietrznego. Ogniwem tym jest automatyzowanie rozpoznania powietrznego.

Podczas ostatniego pobytu w Paryżu (12 ÷ 14. 04. 2000 r), na spotkaniu Grupy Roboczej NAFAG AG 4 [1)] po raz kolejny potwierdziły się założenia do badań przedstawione przez autora w Rozdziale I. Podczas powyższego spotkania wybitni eksperci szeroko rozważali doświadczenia uzyskane w rozpoznaniu powietrznym podczas działań Sił Powietrznych Sprzymierzonych w Iraku (1991 r) oraz Jugosławii (1999 r). Okazuje się że euforia wywołana przed kilkunastu laty przez systemy transmisji wyników rozpoznania w czasie rzeczywistym do stanowisk dowodzenia - została zweryfikowana. Wcześniejsze zachwyty uznano za nie w pełni trafne. Bezproduktywne zużywanie kosztownych rakiet samonaprowadzających oraz bomb kierowanych do niszczenia celów pozornych (atrap) lub mało wartościowego sprzętu bojowego (przestarzałe czołgi, transportery, pojazdy kołowe) unaoczniło że zaniedbano podsystem bezbłędnego identyfikowania obiektów. Mamy na myśli podsystem identyfikowania zdolny do eliminowania wpływu zabiegów maskujących potencjalnego przeciwnika, oraz precyzyjnie określający: rodzaj, typ i klasę, a nawet aktualne zastosowanie bojowe obiektu rozpoznania. Problematyka ta jest bardzo złożona i wymaga stosowania najnowocześniejszej aparatury, ze sztuczna inteligencją włącznie. Trudno pominąć fakt że zobrazowania innych planet przesyłane do ośrodków naziemnych odczytywane są pobieżnie w tydzień, natomiast dokładnie - miesiącami a nawet latami. Sytuacja na polu walki ma charakter dynamiczny i obiekty ruchome zmieniają swoje położenie nieustannie lub w krótkich odstępach czasu. Wobec tego proces pełnego identyfikowania obiektów musi przebiegać w czasie wykluczającym dezaktualizację uzyskiwanych informacji. Stąd teza o konieczności automatyzowania całego procesu rozpoznania powietrznego (temat rozprawy) która została zweryfikowana w czasie badań i potwierdzona różnymi dowodami.

W rezultacie przeprowadzonych badań autor jest przekonany że osiągnął zamierzony cel , poprzez rozwiązanie zadań (problemów naukowych) które zostały przedstawione w poszczególnych rozdziałach , a zwłaszcza w Rozdziale IV. Uogólniając uzyskane rezultaty można je przedstawić w ujęciu syntetycznym w postaci poniższych prawidłowości:

---

1) NATO AIR FORCE ARMAMENT GROUP, Air Group 4 on Air Intelligence Surveillance And Reconnaissance (ISR), Przypis autora.

1) W całym systemie rozpoznania powietrznego można wyodrębnić następujące podsystemy:

a) podsystem nosicieli aparatury rozpoznania powietrznego (samoloty pilotowane i bezpilotowe, śmigłowce, balony i inne);

b) podsystem aparatury służącej do rozpoznania powietrznego montowanej na pokładzie nosicieli (do tego podsystemu wskazane jest zaliczenie aparatury pozyskującej informacje, wstępnie je przetwarzającej oraz przesyłającej do naziemnych lub powietrznych stanowisk odbiorczych);

c) podsystem odbioru informacji z pokładów nosicieli, przetwarzania, przesyłania jej do użytkowników oraz archiwizowania;

d) podsystem identyfikowania[1)] obiektów pozyskanych z pokładu nosicieli.

To właśnie ten ostatni podsystem był głównym przedmiotem badań, ale w ścisłym związku z pozostałymi i na tle uwarunkowań współczesnych polskich Sił Powietrznych oraz roli Polski jako członka NATO. Rozpatrywanie tego podsystemu w oderwaniu od pozostałych fizycznie było możliwe, ale uzyskane wyniki miałyby postać teoretyczną. Autor pragnął swoją pracą przyczynić się do poprawy także praktycznych aspektów rozpoznania powietrznego w polskim lotnictwie.

2) Wprawdzie w 1999 roku Premier Rządu RP prof. J. BUZEK w środkach masowego przekazu podał informacje że rząd postanowił wyasygnować sumę ok. 3 mld $ na zakup samolotów wielozadaniowych na potrzeby polskich Sił Powietrznych, ale nie określono konkretnego terminu. Nie mamy wiec podstaw do prognozowania perspektyw zrealizowania tej zapowiedzi. Tym niemniej jednak podsystem identyfikowania obiektów o którym napisano bardzo dużo w niniejszej rozprawie powinien być otwarty na współpracę z własnymi podsystemami rozpoznania powietrznego lub podsystemami sojuszników. Do stwierdzenia powyższego upoważnia autora rezultat rozmów jakie prowadził w Paryżu w kwietniu 2000 roku.

---

1) W pracy używa się pojęcia "interpretacja" Świadomie wprowadzono nowy termin "identyfikacja". Najpierw informacje należy odczytać (tekst, obraz), później zaś zinterpretować. Ostatecznym efektem tych procesów jest identyfikacja obiektu, czyli określenie jego cech i parametrów interesujących adresatów na rzecz których prowadzone jest rozpoznanie powietrzne.

3) Nie jest potrzebne udowadnianie, że sytuacja ekonomiczna Polski wyklucza utworzenie odrębnego lotnictwa rozpoznawczego nawet w przyszłości. Wielozadaniowość współczesnych samolotów polega na konstrukcyjnym przystosowaniu ich do stosowania różnych wariantów uzbrojenia, aparatury rozpoznawczej i innej. Wobec tego pozyskanie nowych nosicieli (samolotów) dla uzbrojenia w wariancie myśliwskim, myśliwsko - bombowym oraz rozpoznawczym jest wysoce prawdopodobne.

4) Problem nosicieli i aparatury rozpoznawczej wykracza poza ramy niniejszej rozprawy. Dywagacje na ten temat byłyby nie tylko ich przekroczeniem, ale prowadziłyby na manowce. Wyniki badań autora oraz osób wyżej postawionych od niego nie będą bowiem decydować jakimi nosicielami będą dysponowały Siły Powietrzne i jaka aparatura zostanie zakupiona. Nie można znaleźć argumentów uzasadniających postulowanie tworzenia własnymi siłami samolotów i aparatury rozpoznawczej. W obecnej sytuacji, jako członek NATO - Polska może kupić od sojuszników sprzęt tańszy i lepszy. Produkcja wielkoseryjna z natury rzeczy obniża ceny jednostkowe ponadto nasi sojusznicy posiadają zaawansowane technologie rozpoznania powietrznego i kosmicznego. Zamysły o tworzeniu w kraju produktów tego rodzaju jest wyważaniem otwartych już drzwi.

5) W licznych kontaktach z przedstawicielami innych krajów NATO oraz poprzez studiowanie literatury , autor nie zdołał dotrzeć do rzeczowych informacji na temat istnienia bądź nie - zautomatyzowanego podsystemu identyfikowania. Partnerzy godni zaufania oświadczali że takowych nie posiadają. Byłoby jednak zarozumialstwem przyjmowanie że tak jest w istocie. Mamy oferty i możliwości zakupu szerokiej gamy nosicieli, rozpoznawczej aparatury rozpoznawczej, urządzeń transmisyjnych. Nie ma dotychczas wśród nich ofert dotyczących zautomatyzowanych naziemnych podsystemów identyfikowania obiektów rozpoznania. Ten fakt upoważnia do stwierdzenia że podsystem taki nie jest obecnie dostępny i trudno jest przewidzieć w jakiej perspektywie czasu partnerzy będą go w stanie zaoferować.

6) Porozumienie Polski z NATO na temat wyznaczonych lotnisk (baz lotniczych) do ewentualnego wykorzystania przez SP NATO świadczy że na naszym terytorium nie planuje się rozmieszczenia wojsk Paktu. Wobec tego minimum własnych nosicieli rozpoznania powietrznego potrzebne jest do strzeżenia wiadomych granic. Szczątkowy przemysł lotniczy który pozostał w kraju nie jest w stanie budować pilotowanych statków powietrznych. Z powodzeniem jednak może wytwarzać przynajmniej lekkie, bezpilotowe nosiciele aparatury rozpoznawczej. Wobec takich możliwości wykazanych w Rozdziale IV odrzucenie tej ewentualności, zdaniem autora byłoby poważnym błędem. Zamiast powiększać rzesze bezrobotnych, resztki wysokich kadr przemysłu lotniczego mogą tworzyć niezbędny Siłom Zbrojnym bezpilotowy środek rozpoznawczy. Problem ten poruszany jest w wielu zagadnieniach rozprawy. W tym miejscu ograniczymy się do

syntetycznej konkluzji , że opracowanie polskiego bezpilotowego środka rozpoznawczego jest zadaniem ze wszech miar zasadnym.

7) Istnieją rozliczne uzasadnienia merytoryczne (pod względem operacyjnym i taktycznym) aby Polska przyjęła zadanie stworzenia ważnego, a jednocześnie nieistniejącego podsystemu rozpoznania powietrznego pod nazwą Naziemny Podsystem Automatycznego Identyfikowania Obiektów Rozpoznania Powietrznego (NAPAIORP). Zdaniem autora posiadamy wystarczający potencjał naukowo-produkcyjny do stworzenia takiego ośrodka dla potrzeb krajowego i NATOwskiego systemu rozpoznania.

8) Do potencjału zdolnego stworzyć wymieniony w p. 7 podsystem zalicza się: Wojskową Akademię Techniczną , Instytut Techniczny Wojsk Lotniczych, Instytut Lotnictwa, Polskie Zakłady Optyczne, minimum 2 lub 3 Politechniki oraz Ośrodki Badawczo-Rozwojowe Polskich Zakładów Lotniczych. Wymieniono jedynie główne komponenty, które nie wyczerpują całego potencjału kraju. Nie jest zarozumialstwem, stwierdzenie że Ojczyzna nasza posiada naprawdę liczne kadry ludzi wykształconych. Potrzebna jest inwencja i jasno wytyczone cele.

9) NAPAIORP należałoby tworzyć kierując się normatywami (STANAGAMI) obowiązującymi w NATO i w ścisłej współpracy z odpowiednimi organami tego Paktu. Postuluje się utworzenie z tego podsystemu specjalności Polskiej i wkładu do dzieła wspólnej obronności Paktu. Nie chodzi wyłącznie o sprawy prestiżowe, ale przede wszystkim o interesy ekonomiczne

10) Stworzenie NAPAIORP jest zadaniem złożonym bowiem w jego ramach postuluje się utworzenie następujących układów:
   a) układu odbioru transmitowanych informacji;
   b) układu przetwarzania gromadzonych informacji;
   c) układu transmisji przetworzonych informacji do zaprogramowanych adresatów;
   d) układu przechowywania informacji (w sensie ich archiwizowania i możliwości odwołania do nich w dowolnym momencie).

11) Podsystem NAPAIORP , postulowany do stworzenia i wytworzenia w Polsce powinien posiadać zdolność współpracowania z wszystkimi podsystemami rozpoznania powietrznego NATO (w tym Polski), Stanowiskami Dowodzenia i podsystemami analogicznymi. Z powyższego wynika, że układy łączności podsystemu, szyfry i inne elementy współdziałania muszą mieć zunifikowane parametry.

12) Zastosowanie techniki cyfrowej w układach łączności, przetwarzania i zobrazowania jest wymaganiem elementarnym . System powinien być otwarty na ciągłe doskonalenie przez wzbogacanie najnowszymi osiągnięciami z dziedziny technologii, przetwarzania obrazowego, łączności i innych.

13) Szczegółowe wymagania wobec NAPAIORP zawarte są w poszczególnych fragmentach rozprawy doktorskiej. W tych uogólnionych prawidłowościach należy podkreślić raz jeszcze, że pełna automatyzacja i włączenie do podsystemu przynajmniej elementów sztucznej inteligencji jest wymaganiem naczelnym.

14) Posiadając NAPAIORP i to przynajmniej na głównych Stanowiskach Dowodzenia systemu obronności państwa można liczyć na szybkie wykorzystywanie informacji rozpoznawczych dostarczanych przez różne systemy militarne NATO . Wprawdzie w badaniach zajmowano się obrazowym rozpoznaniem powietrznym, ale podsystemy identyfikowania obiektów powinny być zdolne do wykorzystywania informacji z rozpoznania satelitarnego, morskiego a nawet agenturalnego. Podsystemów tych nie należy traktować jako zamienniki ale jako ważne ogniwa w rozpoznawaniu zagrożeń oraz ostrzeganiu naszego państwa i Paktu NATO.

Powyższe prawidłowości stanowią reasumpcję rozważań zawartych w treści rozprawy doktorskiej. Wprawdzie używa się innych określeń, to jednak nie są one zaprzeczeniem wcześniejszych konstatacji. Umożliwiają jedynie zwięźlejsze wyrażenie konkluzji wynikających z badań przeprowadzonych przez autora. Na zakończenie trzeba podkreślić że przedstawione badania nie stanowią początku tematyki. Autor żywi nadzieję iż stanowią one istotny wkład do rozwoju teorii, a być może i praktyki rozpoznania powietrznego.

BIBLIOGRAFIA:

[1.] AAP - 6 *Słownik terminów i definicji NATO*, WARSZAWA 1998.

[2.] *Airborne Telemetry Systems and Range Safety Hardware*, AYDIN VECTOR, WASHINGTON 1995.

[3.] *Album sprzętu wojskowego państw NATO. Środki obrony powietrznej i przeciwlotniczej,* Dowództwo Wojsk Lotniczych, Oddział II, POZNAŃ 1989.

[4.] ALEKSIEJEW W, BONDARSKI I.: *Razwiedywatelnoe i swetotechniczeskoe oborudowanie letatelnych aparatow*, MOSKWA 1971.

[5.] *Amt fir Nachrichtenwesen der Bundeswehr. Abtailung IV (Luftwaffe), Dezernat 5(Bild/ Luftbild/OPEN SKIES)*, KOLONIA 1996.

[6.] ATP-26(A) *Air Reconnaissance Inteligence Reporting Nomenclature.*

[7.] BRAMSKI S, ŚWIĄTNICKI W.: *Samoloty wojskowe potrzebne Rzeczypospolitej,* Prace Instytutu Lotnictwa, WARSZAWA 1996.

[8.] BRODOWSKI J., MARCINIAK K.: *Samolot TS - 11 " ISKRA " Metodyka szkolenia lotniczego. Technika pilotowania i zastosowanie bojowe.* Dowództwo Wojsk Lotniczych, POZNAŃ 1980.

[9.] CHEFFEL C.: *Taktyczne operacje sił powietrznych. cz.1. Rozpoznanie w siłach powietrznych RFN*, AON, WARSZAWA 1996.

[10.] ĆWIEK M.: *Pożegnanie rozpoznania,* " Wiraże ", nr.11/99.

[11.] ĆWIERDZIŃSKI J.: *Taktyka na współczesnym polu walki,* Wydawnictwo MON WARSZAWA 1970.

[12.] DULĘBA A, KONOPKA L.: *"Osiąganie celów interoperacyjności w Wojskach Lotniczych i Obrony Powietrznej "*, Przegląd WLiOP 8/98 .

[13.] *Encyklopedia multimedialna lotnictwa wojskowego.*

[14.] *Encyklopedia techniki. Automatyka,* Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, WARSZAWA 1972.

[15.] *Encyklopedia techniki wojskowej*, Wydawnictwo MON, WARSZAWA 1993.

[16.] FORSYTH D, MALIK J, WILENSKY R. : *Koń, jaki jest, każdy widzi?*, "Świat nauki", nr 8/97.

[17.] *Fotografowanie lotnicze* Dowództwo Wojsk Lotniczych Lot. 1481/72, Poznań 1974.

[18.] GOŁĄB Z, KOŁCZ S.: *Współczesne dowodzenie wojskami*. Wydawnictwo MON, WARSZAWA 1974.

[19.] GOTOWAŁA J.: *Najkrócej żyją motyle*, Bellona, WARSZAWA 1996.

[20.] GROSZEK Z.: *Rozpoznanie w obronie powietrznej Rzeczypospolitej Polskiej*, AON, WARSZAWA 1996.

[21.] ILIŃSKI M.: *Sensytometria fotograficzna i filmowa materiałów czarno-białych*, Filmowa Agencja Wydawnicza, WARSZAWA 1955.

[22.] *Instrukcja eksploatacji wywoływaczki filmów lotniczych WF - 8/ITWL*, WARSZAWA 1985.

[23.] *Jane's All The World's Aircraft 1999-2000*, LONDON 1999.

[24.] *Jane's - Battlefield Surveillance Systems 1994 - 95*, LONDON 1994.

[25.] *Jane's Electro-Optic Systems 1999-2000*, LONDON 1999.

[26.] JÓŹWIAK K.: *Zarys rozwoju rozpoznania powietrznego,* AON, WARSZAWA 1993.

[27.] KACZYŃSKI R, MROCZEK S, SANECKI J.: *Rozpoznanie obrazowe*, Wydawnictwo MON WARSZAWA 1982.

[28.] KOZUB M. BARTNIK R. SZULC S.: *Rozpoznanie powietrzne na współczesnym polu walki*, Przegląd WLiOP 12/98.

[29.] *Kronika techniki*, Wydawnictwo KRONIKA, DORTMUND 1992.

[30.] KRIKSUNOW Ł.: *Sprawocznik po osnowam infrakrasnoj techniki*, MOSKWA 1978.

[31.] KRÓL W.: *Zarys działań polskiego lotnictwa 1940 - 1945*, Wydawnictwo MON, WARSZAWA 1996.

[32.] KRÓLIKIEWICZ T.: *Maskowanie*,Wydawnictwo MON WARSZAWA 1966.

[33.] KRZEMIŃSKI A,: Mała kronika polskiego lotnictwa wojskowego,Wydawnictwo MON, WARSZAWA 1995.

[34.] KRZONKALLA J, MICHALCZEWSKI M,: *Ogólne założenia łącza telemetrycznego przeznaczonego do transmisji obrazu w warunkach morskich*, ITWL, WARSZAWA 1997.

[35.] *KS-127 A 66-inch FL Camera Set for LOROP*, CAI, WASZYNGTON 1972.

[36.] KUROWSKI A.: *Podstawowe szkolnictwo w lotnictwie wojskowym etapu międzywojennego,* POZNAŃ1963 - maszynopis.

[37.] *Leksykon wiedzy wojskowej*, Wydawnictwo MON WARSZAWA1979.

[38.] *Lotnicze rozpoznanie powietrzne na samolocie Su-22*, DWL, POZNAŃ 1990.

[39.] MAKAROW J.: *Aerofotosłużba*, MOSKWA 1996.

[40.] MARCINIAK W.: *Przyrządy półprzewodnikowi i układy scalone*, Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, WARSZAWA 1984.

[41.] *Materiały reklamowe firm*: AAI CORPORATION, AYDIN VECTOR, BOFORS, BRITISH AEROSPACE, CALIFORNIA MICROWAVE ,CARL ZAISS,CAI - DIVISION, DEVELOPMANTAL SCIENCES CORP,E-SYSTEM INC., FAIRCHILD, FFV, HYCON, ISTEC INC, ITEC, KODAK, LITTON-ITEK, LORAL, MARCONI, MATRA, MBB, MCDONNEL DOUGLAS, , OFFICINE GALLILEO, OMERA, RECON/OPTICAL, RICHARDS-VIDARS, SINGER, TADIRAN SYSTEMS DIVISION, TELEDYNE RYAN AERONAUTICAL, TEXAS INSTRUMENTS, THOMSON, VINTEN, WAINCO.

[42.] MATUSZEWSKI J.: *Wybrane aspekty automatyzacji procesu przetwarzania informacji w systemie rozpoznania radioelektronicznego*, V Konferencja Naukowa Automatyzacja Dowodzenia cz.II str.7 ÷16.

[43.] MAUSEL P. KING D.: *Airborne Videography. Current status and Future perspectives,* Photogrammetric Engeneering & Ramote sensing, No 8/1992.

[44.] MĄDRZYCKI P.: *Automatyzowanie procesu pozyskiwania i obróbki wyników rozpoznania lotniczego*, BT ITWL 11946/I, WARSZAWA 1997.

[45.] MĄDRZYCKI P.: *Lotnicza fotografia skośna dalekiego zasięgu - wykorzystanie w polskim lotnictwie rozpoznawczym",* Przegląd WLiOP nr 2/97.

[46.] MĄDRZYCKI P.: *Metoda cyfrowego przetwarzania i analizy obrazów zarejestrowanych na błonach areofotograficznych*, BT ITWL 10419/I, WARSZAWA 1992

[47.] MĄDRZYCKI P.: *Modernizacja lotniczego panoramicznego aparatu fotograficznego*, Praca magisterska, WAT, WARSZAWA 1989.

[48.] MĄDRZYCKI P.: *Protokół z badań funkcjonalności Telewizyjnego Systemu Fotointerpretacyjnego,* BT ITWL 9769, WARSZAWA 1991.

[49.] MĄDRZYCKI P.: *Rozpoznanie obiektów i elementów techniki wojskowej w zakresie widzialnym i podczerwieni*, Metody badań obiektów i elementów techniki lotniczej w zakresie podczerwieni - rozdział 4, BT ITWL 1157/I, WARSZAWA 1994.

[50.] MĄDRZYCKI P. OLSZEWSKI R.: *Studium najnowszych metod i środków stosowanych w rozpoznaniu lotniczym wzrokowym, fotograficznym i optoelektronicznym*. BT ITWL 9822/I, WARSZAWA 1991.

[51.] MĄDRZYCKI P. OLSZEWSKI R.: *Metody i środki stosowane w rozpoznaniu lotniczym,* Problemy badań i eksploatacji techniki lotniczej, Tom I, Rozdział 17, WARSZAWA 1993.

[52.] MĄDRZYCKI P., OLSZEWSKI R.: *Projekt koncepcyjny wariantów wyposażenia rozpoznawczego samolotu I - 22M95*, BT ITWL 9890/I, WARSZAWA 1991.

[53.] MĄDRZYCKI P, OLSZEWSKI R.: *Stanowisko Interpretacji Danych Rozpoznawczych* Problemy Techniki Uzbrojenia i Radiolokacji nr. 53/1994 str. 107 ÷ 117.

[54.] *MiG 21R Charakterystyki w locie* Dowództwo Wojsk Lotniczych, POZNAŃ 1970.

[55.] MIŁKOWSKI E.: *Odczytywanie zdjęć lotniczych,* Departament Aeronautyki Ministerstwa Spraw Wojskowych, WARSZAWA.

[56.] MROSZKIEWICZ K,: *Stan zaawansowania prac nad wdrożeniem systemu identyfikacji IFF - "Supraśl"* ITWL, WARSZAWA 1999, ustna relacja.

[57.] NOWACKI J.: *Zastosowanie techniki video do fotointerpretacji zdjęć lotniczych,* ITWL, WARSZAWA 1989.

[58.] NOWACKI J, MĄDRZYCKI P.: *Telewizyjny zestaw fotointerpretacyjny,* Konferencja "Metody pomiarowe w technice lotniczej" ITWL Warszawa 1990.

[59.] OC 135 B - Dokumentacja homologacyjna samolotu.

[60.] *Odczytywanie zdjęć lotniczych - Podręcznik* - Wydawnictwo MON Warszawa 1975.

[61.] OLSZEWSKI R.: *Badania kwalifikacyjne zasobników " Fobos "*, ustna relacja, WARSZAWA 1997.

[62.] OLSZEWSKI R.: *Isledowanie metodow awtomatizirowannoi obrabotki dannych wozdusznoi gidrometeorologiczeskoi rozwedki,* Praca doktorska, MOSKWA 1981.

[63.] OLSZEWSKI R.: *Warunki taktyczne i organizacyjno - techniczne automatycznego identyfikowania obiektów w powietrzu. Identyfikowanie obiektów niedostrzegalnych optycznie.* Cz.I, AON, WARSZAWA 1996.

[64.] OLSZEWSKI R. MĄDRZYCKI P.: *Metodyka badań kamery CCD zasobnika MSIS* , ITWL WARSZAWA 1995, materiały nie publikowane.

[65.] OLSZEWSKI R, MĄDRZYCKI P.: *Program badań stanowiska montażowego i lotniczego aparatu fotograficznego A 87 PW* , BT ITWL 10281/I, WARSZAWA 1992.

[66.] OLSZEWSKI R, MĄDRZYCKI P.: *Sprawozdanie z badań laboratoryjnych lotniczego aparatu fotograficznego A 87 PW*, BT ITWL 10321/I WARSZAWA 1992.

[67.] OLSZEWSKI R, MĄDRZYCKI P.: *Zestawy wyposażenia patrolowego i rozpoznawczego dla celów specjalnych oraz rozmieszczenie zestawów na samolocie PZL - 126 P MRÓWKA z uwzględnieniem orientacyjnych mas podzespołów i orientacyjnego poboru mocy zestawów,* ITWL, WARSZAWA1994.

[68.] OLSZEWSKI R, MĄDRZYCKI P.: *Założenia taktyczno-techniczne na Skomputeryzowane Stanowisko Fotointerpretatora*, BT ITWL 10637/I, WARSZAWA1993.

[69.] *Opis i eksploatacja kopiarek fotograficznych KP - 6, KP - 8 i KG - 30*. Dowództwo Wojsk Lotniczych, WARSZAWA 1962.

[70.] *Opisanie i instrukcja po eksploatacji po techniczeskomu obsłużywaniu aerofotoaparata ASzczAFA 5,* MOSKWA 1968.

[71.] *Opisanie i instrukcja eksploatacji po techniczeskomu obsłużywaniu aerofotoaparata A - 39,* MOSKWA 1969.

[72.] *Opisanie i ukazania po techniczeskomu obsłużiwaniu aerofotoaparata AFA - BA/40R i AFA - BAF/21S,* MOSKWA 1966.

[73.] *Opis techniczny i instrukcja eksploatacji kopiarki fotograficznej KF - 190M/ITWL*, WARSZAWA 1996.

[74.] *Opis techniczny i instrukcja obsługi Systemu Wprowadzania Danych nawigacyjno-celowniczych UWD-1*, ITWL WARSZAWA 1995.

[75.] ORZECHOWSKI J.: *Dowodzenie i sztaby*, tom 1,2,3, Wydawnictwo MON WARSZAWA 1974.

[76.] PASZA P, PETIN F, SZCZEGŁOW J.: *Izpołzowanie aerosnimkow w wojskach*, MOSKWA 1957.

[77.] PIETER J.: *Ogólna metodologia pracy naukowej*,Wydawnictwo PAN, WARSZAWA 1967.

[78.] *Projekt wstępny funkcjonalnej pracowni fotogrametrycznej FOTON 5 na podwoziu STAR 266 z nadwoziem M250*, ITWL, WARSZAWA 1987 8660/I.

[79.] *Protokół z prób funkcjonalnych i eksploatacyjnych prototypu polowego laboratorium fotograficznego FOTON 2*, ITWL ,Warszawa 1973 3823/I.

[80.] RATAJCZYK L.: *Historia wojskowości*, Wydawnictwo MON, WARSZAWA1980.

[81.] RICHARDSON D - *Współczesne samoloty rozpoznawcze,* BGW, WARSZAWA 1992.

[82.] *Samolot MiG- 21R, zasobnik "D"*, DWL, POZNAŃ 1974.

[83.] *Samolot Su-20R, zasobnik "KKR"*, DWL, POZNAŃ 1979.

[84.] SIENKIEWICZ, SZCZEPANIAK M, WIĘCKOWSKI W.: Do*wodzenie z komputerem*, Wydawnictwo MON, WARSZAWA 1984.

[85] SOMMERS S.: *Proces negatywowy i pozytywowy w fotografii*, FAW WARSZAWA 1954.

[86.] *Sprawozdanie z badań kwalifikacyjnych prototypu funkcjonalnej pracowni fotogrametrycznej FOTON 5*, ITWL, WARSZAWA 1989 9431/I.

[87.] SŁAWIŃSKI K.: *Z lotów na rozpoznanie* - Wydawnictwo MON,WARSZAWA 1984.

[88.] *Słownik języka polskiego*, PWN, WARSZAWA.

[89.] *Słownik współczesnego języka polskiego,* Wydawnictwo WILGA, WARSZAWA 1996.

[90.] STANAG 3596 *Air Reconnaissance Requiresting and Target Reporting Guide,* BRUSSELS 1980.

[91.] STANAG 3178 *Rolled Air Film and Framing Camera Standard Image Format Size,* BRUSSELS 1997.

[92.] STANAG 3781 *Reconnaissance Cross-Servicing,* BRUSSELS 1997.

[93.] STANAG 7024 *Imagery Air Reconnaissance Tape Recorder Standard,* BRUSSELS 1993.

[94.] STANAG 3189 IRI *Titling of Air Reconnaissance, Air Survey and Air Mapping Imagery,* BRUSSELS 1990.

[95.] SZCZERBAKOW J.: *Rascziot i konstruirowanie aerofotoaparatow*, MOSKWA 1974

[96.] SZTARSKI M.: *Radary*, Wydawnictwo MON, WARSZAWA 1981.

[97.] *Śmigłowiec Mi - 2 Opis techniczny. Płatowiec*, ŚWIDNIK 1977.

[98.] ŚWIĄTNICKI W.: *Dowodzenie Siłami Powietrznymi*, AON 1995.

[99.] ŚWIĄTNICKI W, ŚWIĄTNICKI Z.: *Wojna w kosmosie*?, Bellona, WARSZAWA 1990.

[100.] ŚWIĄTNICKI Z, WANTOCH-REKOWSKI R.: *Sieci neuronowe w zastosowaniach wojskowych*, Bellona WARSZAWA 1998.

[101.] *Taktyka lotnictwa rozpoznawczego*, Szt. Gen. WP 1978.

[102.] *Traktat o Otwartych Przestworzach,* Studia i Materiały Nr.21 BPiI MON.

[103.] *Trenirowocznoe oswidetelstwowanie. Centr werifikacji wooruzennych sił Ukrainy. II Otdeł " Otkrytoe nebo "* KIJÓW 1995.

[104.] *Tymczasowy opis techniczny , instrukcja eksploatacji , obsługi i użytkowania w locie stanowiska aparatu fotograficznego AFA - 33/75M*, OBR WSK ŚWIDNIK,ŚWIDNIK.

[105.] WATKINS C, SADUN A, MARENKA S.: *Nowoczesne metody przetwarzania obrazu*, Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, WARSZAWA 1993.

[106.] WERCEW W.: *Aerocnimki w woennom dele*, MOSKWA 1990.

[107.] WOJNAR L, MAJOREK M.: *Komputerowa analiza obrazu*, CSS, WARSZAWA 1994..

[108.] WÓJCIK S.: Zdjęcia lotnicze, Państwowe Przedsiębiorstwo Wydawnictw Kartograficznych, WARSZAWA 1989.

[109.] *Wymagania techniczne na przeglądarkę filmów lotniczych PF - 32/ITWL,* WARSZAWA 1986.

[110.] *Wymagania techniczne na uniwersalną wywoływaczkę do filmów WF - 19/ITWL,* ITWL WARSZAWA 1985.

[111.] *Wykaz wyposażenia - formularz techniczny typ M 250, Opis techniczny i instrukcja eksploatacji modułowego laboratorium fotograficznego,*WZM 4, WROCŁAW 1987.

BIBLIOTEKA GŁÓWNA - ARCHIWUM
Nr ewid. 60965
Akademii
BIBLIOTEKA GŁÓWNA
Nr ewid.
Działu Zbiorów Jawnych - Akademii

Dept Report draft

S|4334