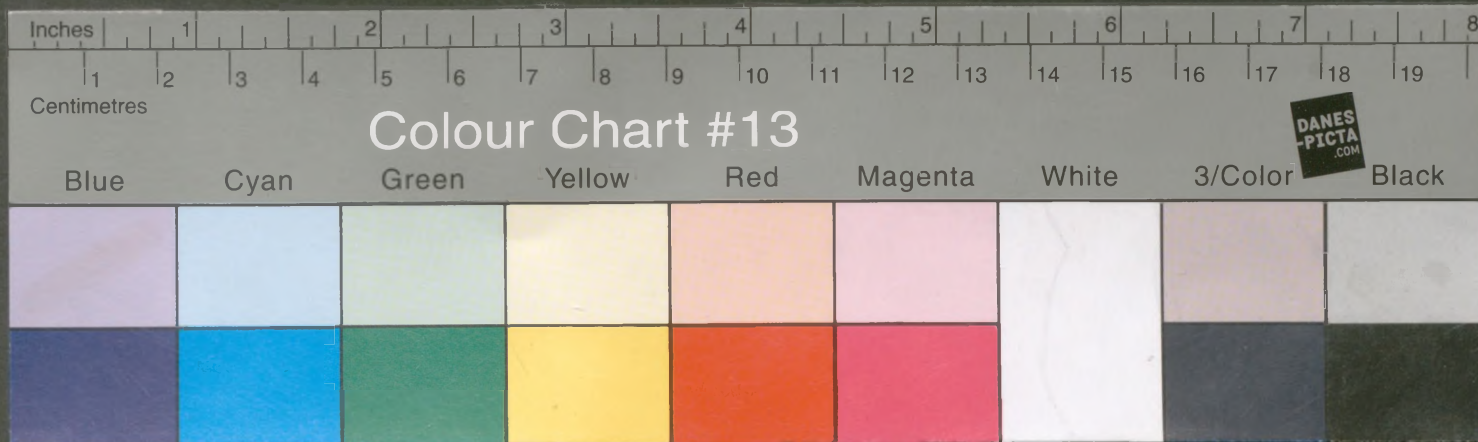




AKADEMIA OBRONY NARODOWEJ

WYDZIAŁ WOJSK LĄDOWYCH

JAWNE

AON wewn. 4690/94



POUFNE

Egz. nr 10

Kpt. dypl. inż. Waldemar SCHEFFS

PRZEZNACZENIE I CHARAKTERYSTYKA
SYSTEMÓW I ŚRODKÓW RADIOLOKACYJNYCH
W UGRUPOWANIU BOJOWYM NA PODSTAWIE
SIŁ ZBROJNYCH NIEMIEC



Biblioteka Główna
Akademii Sztuki Wojennej

60189



09-060189-000-0

60189

WARSZAWA

1994



AKADEMIA OBRONY NARODOWEJ

WYDZIAŁ WOJSK LĄDOWYCH

JAWNE

AON wewn. 4690/94



POUFTNE

Egz. nr 10

Kpt. dypl. inż. Waldemar SCHEFFS

**PRZEZNACZENIE I CHARAKTERYSTYKA
SYSTEMÓW I ŚRODKÓW RADIOLOKACYJNYCH
W UGRUPOWANIU BOJOWYM NA PODSTAWIE
SIŁ ZBROJNYCH NIEMIEC**

Biblioteka Główna
Akademii Sztuki Wojennej

60189



09-060189-000-0



60189

WARSZAWA

1994

AKADEMIA OBRONY NARODOWEJ

WYDZIAŁ WOJSK LĄDOWYCH

Przeklasyfikowana z *2007/09/01* *zaw. 1527/09*

podstawa przekł. Wykaz Aktualnych Wojskowych

Wydawnictw Wewnętrznych szt. gen. *1527/09*

data i podpis *12.12.05 Koleszczak*

AON wewn. 4690/94

Przeklasyfikowana z *2007/09/01* *zaw. 1527/09*

podstawa przekł. Wykaz Aktualnych Wojskowych

Wydawnictw Wewnętrznych szt. gen. *1527/09*

data i podpis *20.05.02 Koleszczak*



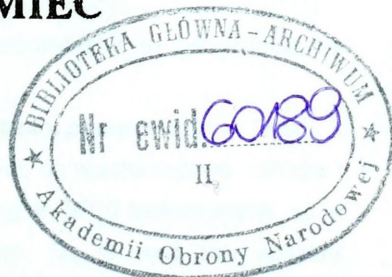
OSTRZEŻONE
POUENIE

Egz. nr 10

JAWNE

Kpt. dypl. inż. Waldemar SCHEFFS

PRZEZNACZENIE I CHARAKTERYSTYKA SYSTEMÓW I ŚRODKÓW RADIOLOKACYJNYCH W UGRUPOWANIU BOJOWYM NA PODSTAWIE SIŁ ZBROJNYCH NIEMIEC



WARSZAWA

1994

WSTĘP

Europejski teatr wojny jest jednym z głównych, na którym spoczywa główny ciężar działań bojowych w ewentualnym przyszłym konflikcie zbrojnym. Na ETW, a szczególnie na SETDW, skoncentrowany jest największy potencjał środków bojowych przewidziany do odparcia agresora. Koncentracja tak dużej ilości środków bojowych pociąga za sobą wyposażenie ich w systemy dowodzenia oraz systemy rozpoznania. Wśród wielu systemów rozpoznania na szczególną uwagę zasługuje system rozpoznania radiolokacyjnego. Biorąc pod uwagę liczbę potencjalnych zadań realizowanych przez wojska, urządzenia te, działające w oparciu o zjawisko wypromieniowania i odbicia energii elektromagnetycznej, powinny posiadać zdolność uzyskiwania danych o przeciwniku i jego elementach bojowych z odpowiednio dużej odległości. Budowa takich urządzeń, które spełniłyby stawiane przed nimi wymogi, jest ściśle związana z postępem zmian technologicznych zachodzących w rozwoju techniki (antenę sektorowe, anteny z elektronicznym odchylaniem wiązki, anteny aktywne itp.). Ponieważ opracowywanie takich urządzeń wymaga coraz wyższych nakładów finansowych, w państwach zachodnich powstała koncepcja budowy urządzeń modułowych pozwalających na ich wielorakie stosowanie w konstrukcji różnych urządzeń wojskowych. Modułowość konstrukcji ułatwia ciągłe doskonalenie parametrów technicznych sprzętu elektronicznego w miarę rozwoju techniki, a także spełnienie coraz bardziej wyszukanych i skomplikowanych wymagań operacyjnych. Rzeczywistymi rozwiązaniami urządzeń zbudowanych według koncepcji modułowej są między innymi:

- rodzina urządzeń radiolokacyjnych do wykrywania celów na małych wysokościach typu MPDR;
- pokładowy system radiolokacyjny AN/APG-65 wykorzystywany na samolotach F-4 Phantom;
- rodzina urządzeń radiolokacyjnych do obserwacji przestrzeni powietrznej typu TRM.

Przyjmując za punkt odniesienia podział sił zbrojnych na wojska lądowe, lotnicze i marynarkę wojenną, można zauważyć iż stacje radiolokacyjne (SRL) zamontowane są w urządzeniach naziemnych, w samolotach i na okrętach. Są to więc trzy obszary

umiejscowienia radiolokatorów. Uwzględniając brak informacji o SRL zamontowanych na okrętach niniejsza praca została ograniczona do dwóch obszarów - naziemnego i powietrznego. Taki podział odzwierciedla radiolokatory naziemne (wojsk lądowych, OP i kierowania lotnictwem, w tym i kontroli ruchu lotniczego) i powietrzne (gdzie występują stacje radiolokacyjne zamontowane na samolotach, śmigłowcach i bezpilotowych środkach rozpoznawczych).

W opracowaniu autor przedstawił charakterystykę stacji radiolokacyjnych będących na wyposażeniu sił zbrojnych Niemiec.

W obszarze naziemnych stacji radiolokacyjnych będących na uzbrojeniu jednostek niemieckich można wyróżnić radiolokatory występujące w:

- obronie powietrznej (w systemie NADGE, GEADGE, LARS);
- wojskach lądowych (radiolokatory rozpoznania artyleryjskiego, obserwacji pola walki, wojsk OPL);
- siłach powietrznych (radiolokatory do kierowania lotnictwem oraz zabezpieczania działań bojowych jak również kontroli ruchu lotniczego, stacje meteorologiczne).

Natomiast SRL obejmujące obszar powietrzny można podzielić na:

- zamontowane w samolotach taktycznych;
- zamontowane w samolotach specjalnych (rozpoznawczych, WRe);
- zamontowane w śmigłowcach;
- zamontowane w bezpilotowych środkach rozpoznawczych.

Wszystkie SRL przeznaczone są do wykrycia i umiejscowienia obiektów powietrznych i naziemnych przeciwnika oraz ustalenia ich przynależności, jak również, niektóre do kierowania ogniem artylerii. Dlatego też zajmują one bardzo ważne miejsce w siłach zbrojnych będąc narzędziem niezbędnym do prowadzenia rozpoznania.

1. ROLA I MIEJSCE ROZPOZNANIA RADIOLOKACYJNEGO W ROZPOZNANIU WOJSKOWYM

Rozpoznanie rozumiane w szerokim tego słowa znaczeniu jest utożsamiane przede wszystkim z prowadzeniem działań w celu zdobywania informacji o potencjale wojskowym, ekonomicznym i gospodarczym przeciwnika. Rozpoznanie z punktu widzenia wojskowego możemy podzielić na: strategiczne, operacyjne i taktyczne. Natomiast ze względu na sposób prowadzenia rozpoznania wyróżniamy rozpoznanie: radiolokacyjne, radioelektroniczne, fotograficzne, agenturalne, laserowe i inne.

Rozpoznanie radiolokacyjne prowadzi się we wszystkich rodzajach wojsk. Jest ono jednym z zasadniczych składników rozpoznania Wojskowego i przeznaczone jest do wykrywania i lokalizacji obiektów w przestrzeni powietrznej, na ziemi i morzu. Prowadzone jest w kilku płaszczyznach i dotyczy:

- obiektów stałych i terenu;
- powietrznych elementów ruchomych;
- naziemnych elementów manewrujących.

Rozpoznanie radiolokacyjne może być prowadzone z lądu, powietrza, morza i kosmosu. Wymienione cztery płaszczyzny środowiska charakteryzują miejsce, z którego może być prowadzone rozpoznanie.

Naziemne rozpoznanie radiolokacyjne skupia się na obserwacji przestrzeni powietrznej, pola walki oraz kierowania ogniem artylerii, czyli dotyczy obiektów stałych, terenu, elementów ruchomych oraz źródeł energii elektromagnetycznej. Rozpoznanie radiolokacyjne może być prowadzone na małą (do 50km) i dużą (do ok.500km) głębokość, niezależnie od pory roku i doby oraz warunków meteorologicznych. Uzyskanie wymaganej głębokości rozpoznania zawsze zależy od prawidłowego doboru środków rozpoznania, ich możliwości technicznych oraz od ich rozmieszczenia na ziemi stosownie do położenia wojsk przeciwnika, prawdopodobnych kierunków jego działania oraz rozpoznawanych obiektów i systemów radioelektronicznych.

Powietrzne rozpoznanie radiolokacyjne jest prowadzone przy wykorzystaniu SRL obserwacji bocznej zamontowanych na samolotach (obserwacja obiektów naziemnych) oraz SRL obserwacji przedniej półsfery (ostatnio również tylnej półsfery), lokalizujących

manewrujące obiekty powietrzne, jak również wykorzystywana jest do kierowania pociskami raketowymi.

Prowadzone jest z dużych wysokości rzędu 5 do 12 tys. m. i obejmuje swoim zasięgiem znaczny obszar ziemi oraz przestrzeni powietrznej.

Należy podkreślić, że naziemne rozpoznanie radiolokacyjne jest jednym z kilku rodzajów prowadzonego rozpoznania wojskowego, natomiast rozpoznanie radiolokacyjne prowadzone z powietrza jest podstawowym źródłem informacji o położeniu przeciwnika w powietrzu. Inne rodzaje rozpoznania prowadzone z powietrza tj. termowizyjne czy fotograficzne spełniają rolę drugoplanową, ponieważ w złych warunkach atmosferycznych prowadzenie rozpoznania jest utrudnione.

Środki radiolokacyjne ze względu na swój dynamiczny rozwój zajmują jedno z ważniejszych miejsc w wyposażeniu sił zbrojnych, zwłaszcza w nowoczesnych systemach rozpoznania i rodzajach uzbrojenia, takich jak technika raketowa czy lotnicza. Ich rola w działaniach bojowych staje się decydująca o użyciu środków bojowych. Funkcją jaką spełniają nowoczesne środki radiolokacyjne jest wiedząca we wszystkich rodzajach uzbrojenia. Potwierdzeniem tej tezy są ostatnie konflikty zbrojne (konflikt o Falklandy, wojna w Zatoce Perskiej).

Wielu teoretyków wojskowych potwierdza przewidywania, że o wyniku przyszłych bitew czy wojen decydować będzie nie ilość użytego sprzętu bojowego, ale przede wszystkim umiejętność użycia środków elektronicznych i środków walki.

Ten wzrost jakościowy SRL powoduje coraz większą dokładność i wiarygodność wykrywanych obiektów oraz zwiększenie odległości wykrywania obiektów szczególnie na małej wysokości. Z tego też powodu tak dynamiczny rozwój stacji radiolokacyjnych (stacje trójwspółrzędne, elektronicznie przestrajane, z modulacją fazową czy impulsową) odgrywa pierwszoplanową rolę w działaniach bojowych współczesnej armii.

2. CHARAKTERYSTYKA NAZIEMNYCH ŚRODKÓW RADIOLOKACYJNYCH

Szybki rozwój techniki lotniczej, raketowej, pancernej oraz wzrastające zapotrzebowanie na nowoczesne środki rozpoznania pola walki przyczyniły się do opracowania nowych urządzeń radiolokacyjnych, w których zastosowano bardziej skomplikowane metody przeszukiwania przestrzeni i złożone sygnały sondujące oraz automatyczną obróbkę informacji.

W wyniku przeprowadzonych badań opracowano wiele nowych typów SRL trójwspółrzędnych, które coraz bardziej wypierają radary dwuwspółrzędne. Nowe radary charakteryzują się większą przepustowością i częstością uaktualniania wszystkich obiektów w obszarze wykrywania.

Można wyodrębnić trzy zasadnicze rodzaje stacji trójwspółrzędnych:¹

- SRL z mechanicznym przeszukiwaniem w azymucie oraz wielowięzkowe w płaszczyźnie elewacji;
- SRL z szybkim elektronicznym przeszukiwaniem w płaszczyźnie elewacji i mechanicznym przeszukiwaniem w azymucie;
- SRL z elektronicznym przeszukiwaniem w płaszczyźnie elewacji i azymutu, bazujące na szybach antenowych.

Radary trójwspółrzędne wielowięzkowe charakteryzują się wielokanałową strukturą systemu odbiorczego oraz specjalnym systemem antenowym zawierającym kilka elementów promieniujących. Sygnały sondujące są wysyłane za pomocą pojedynczej wiązki nadawczej, natomiast dla okresu odbioru wytwarzany jest wachlarz kilku wiązek pokrywający dany kąt elewacji, przy czym z każdą wiązką jest połączony oddzielny kanał odbiorczy.

Drugą grupę radarów trójwspółrzędnych stanowią stacje z przeszukiwaniem mechanicznym w płaszczyźnie azymutu i przeszukiwaniem elektronicznym w płaszczyźnie elewacji, realizowanym najczęściej za pomocą metod częstotliwościowych lub częstotliwościowo-fazowych. Radary z przeszukiwaniem częstotliwościowym w płaszczyźnie elewacji generują w odpowiedniej kolejności impulsy sondujące na różnych częstotliwościach, zapewniając ruch wiązki w założonym kącie elewacji. Anteny z

¹ Katalog radiolokatorów głównych państw NATO. Szt. Gen. Warszawa 1982.

przeszukiwaniem częstotliwościowym w jednej płaszczyźnie są wykonywane jako anteny reflektorowe z liniowym układem oświetlającym lub wykonane jako anteny ścianowe. Anteny te mają możliwość jednoczesnego wytwarzania w tej samej antenie kilku wiązek o różnych częstotliwościach. Wielowiązkowość można uzyskać przez generację paczki impulsów nadawczych o różnej częstotliwości i odbiór sygnałów echa w odpowiedniej liczbie niezależnych, wielopasmowych wzmacniaczy.

Odminną metodą częstotliwościowego przeszukiwania przestrzeni powietrznej w pełnym zakresie kąta elewacji jest zastosowanie szerokopasmowego przestrajania nadajnika w czasie trwania impulsu sondującego i napromieniowanie przestrzeni energią każdego z tych impulsów w pełnym zakresie kąta elewacji (przeszukiwanie przez zmianę częstotliwości impulsu sondującego).

W rozwiązaniach systemów antenowych z przeszukiwaniem częstotliwościowo-fazowym zastosowano przesuwniki fazowe umożliwiające ruch wiązki w szerokim zakresie kąta elewacji. Przez zastosowanie kilku falowodów promieniujących impulsy o zbliżonych częstotliwościach nośnych można uzyskać kilka wiązek antenowych przesuniętych względem siebie np. o szerokość wiązki. Natomiast za pomocą przesuwników fazy uzyskuje się ruch wszystkich wiązek w szerokim kącie elewacji.

W ostatnim okresie pojawiły się nowe typy SRL trójwspółrzędnych z dwuwymiarową antenową siecią fazową, o ustalonych zależnościach fazowych i rozkładzie przestrzennym. Przy takim rozwiązaniu każdy element promieniujący ma oddzielnie kontrolowaną fazę. W zależności od przyjętego rozkładu przesunięć fazowych między poszczególnymi elementami promieniującymi można realizować wiązkę płaską, wiązkę o charakterystyce typu cosec², wiązkę cygarową lub też kilka wiązek dla systemu monoimpulsowego.

Obecnie można rozróżnić dwa zasadnicze kierunki rozwiązań radarów z sieciami fazowymi. Pierwsze z nich cechuje się zastosowaniem sieci z aktywnymi elementami nadawczymi i odbiorczymi bezpośrednio powiązanymi z poszczególnymi elementami promieniującymi. Innym rozwiązaniem jest zasilanie "optyczne" elementów promieniujących anteny, realizowane za pomocą pojedynczej tuby lub zespołu tub połączonych z układem nadawczym i odbiorczym.

Stacje radiolokacyjne trójwspółrzędne mają szerokie zastosowanie przede wszystkim do obserwacji przestrzeni powietrznej i kontroli lotów samolotów w systemach OP państw NATO.

Oprócz radiolokatorów trójwspółrzędnych obserwacji okrężnej bardzo prężnie rozwijają się radiolokatory obserwacji pola walki. W państwach NATO radary te można podzielić na:²

- radiolokatory do wykrywania ruchomych celów naziemnych i powietrznych lecących na bardzo małej wysokości;
- radiolokatory kierowania ogniem artylerii.

Głównym przeznaczeniem tych radiolokatorów jest:

- szybkie wykrywanie i identyfikacja celów;
- natychmiastowe opracowywanie i przekazywanie danych o wykrytych celach;
- wysoka niezawodność pracy urządzeń bez względu na warunki klimatyczne, meteorologiczne, terenowe i porę doby;
- wysoka dokładność określania współrzędnych położenia celów;
- łatwość obsługi;
- mała masa i wymiary.

Pierwsze radiolokatory obserwacji pola walki, zaliczane do pierwszej i drugiej generacji, były budowane na lampach i półprzewodnikach. Urządzenia ostatnich lat trzeciej generacji - zminiaturyzowane, są budowane na układach scalonych wysokiej skali integracji. Są bardziej niezawodne w działaniu oraz bardziej mobilne.

W dziedzinie radiolokatorów wykrywania naziemnych i powietrznych celów nisko lecących postęp rozwijał się w dwóch kierunkach. Pierwszy zmierzał do budowy radiolokatorów wielozadaniowych, które zapewniłyby wykrywanie ruchomych i nieruchomych celów naziemnych, stanowisk artylerii, korygowanie ognia własnej artylerii, wykrywanie nisko lecących celów powietrznych itp. Drugi - do budowania radiolokatorów miniaturowych przenośnych i łatwych do posługiwania się nimi w terenie, niezawodnych w działaniu, lecz o ograniczonym przeznaczeniu, wykorzystywanych głównie przez małe pododdziały piechoty.

² Katalog radiolokatorów głównych państw NATO. Szt. Gen. Warszawa 1982

Rozdział ten jest poświęcony SRL, będących na uzbrojeniu jednostek wojsk lądowych i powietrznych Bundeswehry, które są przeznaczone do wykrywania, śledzenia i kierowania ogniem jednostek artylerii i OP a zamontowane są na pojazdach mechanicznych lub są stacjonarne.

2.1. Przeznaczenie i charakterystyka stacji radiolokacyjnych naziemnego systemu OP na SETDW - NADGE

Obrona powietrzna europejskich państw NATO zorganizowana została wspólnym wysiłkiem sił zbrojnych wszystkich państw członkowskich paktu i zintegrowana w jednolity system wykrywania, powiadamiania i dowodzenia siłami OP. System OP państw NATO przeznaczony jest do obrony terytorium ZETW przed środkami napadu powietrznego.

Głównym zadaniem europejskiego systemu dowodzenia siłami OP NATO jest możliwie wczesne wykrywanie środków napadu powietrznego przeciwnika, elektroniczne zbieranie, przetwarzanie i obrazowanie informacji oraz stworzenie warunków do automatycznego dowodzenia naziemnymi i powietrznymi środkami obrony powietrznej.

Środki obrony powietrznej zostały podzielone na aktywne i pasywne. Aktywne środki obrony powietrznej przeznaczone są do niszczenia i niedopuszczenia do wykonania zadań przez środki napadu powietrznego przeciwnika, zaś pasywne mają zadanie zabezpieczyć działania środków aktywnych.

Do aktywnych środków zalicza się: lotnictwo myśliwskie, rakiety przeciwlotnicze i artylerię przeciwlotniczą, a do pasywnych - środki radiotechniczne.

Siły i środki radiotechniczne przeznaczone są do radiolokacyjnego zabezpieczenia działań aktywnych środków OP. Do ich głównych zadań należy:

- prowadzenie nieprzerwanego rozpoznania radiolokacyjnego przestrzeni powietrznej na podejściach do granic i nad terytorium ETW;
- powiadamianie systemu OP, wojsk i sztabów obrony terytorialnej państw NATO o sytuacji powietrznej;
- naprowadzanie samolotów OP na cele powietrzne;
- prowadzenie kontroli przestrzegania przez własne lotnictwo ustalonych reżimów lotu nad własnym terytorium;

- prowadzenie kontroli sytuacji naziemnej, nawodnej, meteorologicznej i chemicznej w rejonach dyslokacji własnych posterunków.

System OP państw NATO tworzą nowoczesne stacje radiolokacyjne wczesnego wykrywania i stanowiska dowodzenia rozciągające się od Przylądka Północnego w Norwegii i przebiegające aż do Morza Śródziemnego i wschodniej granicy Turcji.

Trzonem systemu radiolokacyjnego NADGE w środkowej części ZTDW są posterunki radiolokacyjne zorganizowane przez siły powietrzne państw środkowoeuropejskich i Stanów Zjednoczonych.

W celu zapewnienia efektywnego dowodzenia siłami OP NATO terytorium ETW podzielono na strefy (5), a te z kolei na rejony (13) i sektory (19).

Radiolokacyjny system OP NATO - NADGE w jego środkowej części (terytorium RFN i DANII) obejmuje 23 posterunki (ośrodki) radiolokacyjne, z których większość posiada ośrodki przetwarzania danych, zapewniające: przechwytywanie, pomiar wysokości, rozpoznawanie przynależności samolotu oraz podział czynnych środków OP, naprowadzanie i kierowanie walką. Przystosowane są one do wykrywania celów powietrznych na dużych i średnich wysokościach.

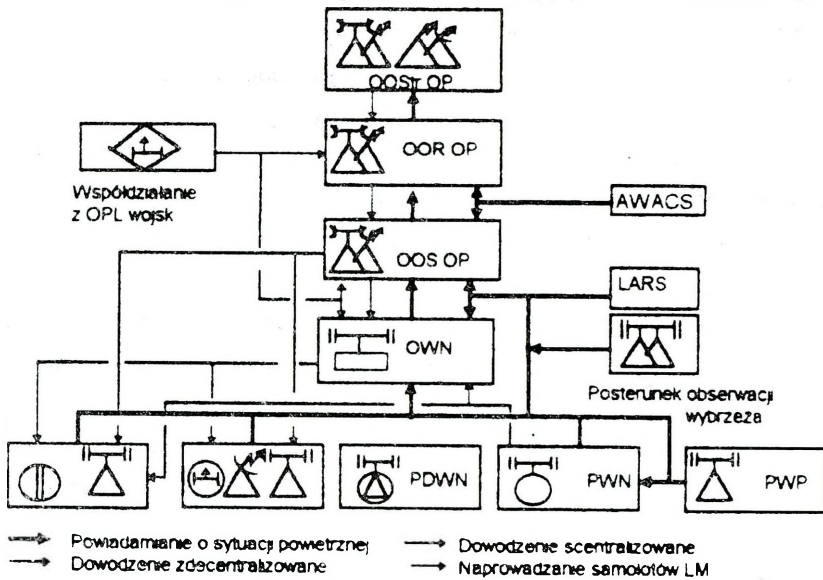
Oprócz SRL autonomicznego systemu OP NADGE dane o sytuacji powietrznej pozyskiwane są z pododdziałów raketowych (SRL wykrywania i kierowania ogniem), a także z systemu wykrywania i naprowadzania AWACS i LARS. Dla uzyskania informacji o lotnictwie przeciwnika możliwa jest również współpraca z innymi systemami, w tym szczególnie z systemem dowodzenia i kierowania LT, kontroli ruchu powietrznego, z posterunkami radiolokacyjnymi ochrony wybrzeża oraz jednostkami rozpoznania radioelektronicznego.

W sposób scentralizowany kierowanie siłami OP NADGE w środkowej części ZTDW odbywa się z ośrodków operacyjnych rejonów (OOR) (ADOC - Air Defense Operations Centere), poprzez ośrodki operacyjne sektorów (OOS) (SOC - Sector Operations Centere). W układzie zdecentralizowanym ośrodek operacyjny sektora kieruje bezpośrednio wszystkimi środkami obrony powietrznej znajdującymi się na jego obszarze (Rys. 2.1). Ośrodek operacyjny sektora współdziała z organami obrony cywilnej i wojskowymi stanowiskami obrony przeciwlotniczej, najczęściej korpusu armijnego. Organizuje on współdziałanie z sąsiednimi ośrodkami

sektorów w zakresie prowadzenia działań bojowych i wykorzystania sił OP.

Ośrodkowi operacyjnemu sektora podlegają: ośrodek wykrywania i naprowadzania (OWN) (CRC - Control and Reporting Center), posterunek wykrywania i naprowadzania (PWN) (CRP - Control and Reporting Post), posterunki wykrywania i powiadamiania (PWP) (RP - Reporting Post) oraz posterunki dalekiego wykrywania i powiadamiania (PDWP) (EWRP - Early Warning Reporting Post).

W każdym sektorze rozwiniętych jest kilka ośrodków wykrywania i naprowadzania, przy czym niektóre z nich rozmieszczone są wspólnie z ośrodkami operacyjnymi sektorów OP.



Rys. 2.1 Ogólny schemat elementów radiolokacyjnych systemu NADGE

Na terytorium RFN są zorganizowane dwa rejony OP. W każdym z nich jest jedna dywizja lotnicza OP w składzie jednego skrzydła lotnictwa myśliwskiego, dwóch skrzydeł rakiet plot i dwóch pułków radiotechnicznych. Pułki radiotechniczne odpowiadają ilością sprzętu oraz zasięgiem rozpoznania ośrodkom operacyjnym sektora. Poszczególne pododdziały pułku radiotechnicznego zostały rozlokowane w posterunkach wykrywania i

naprowadzania, posterunkach wykrywania i powiadamiania oraz posterunkach dalekiego wykrywania i powiadamiania.

Pod pojęciem "posterunku radiolokacyjnego" rozumie się zarówno pojedynczą stację, jak i zespół stacji radiolokacyjnych rozmieszczonych obok siebie. Zespół stacji radiolokacyjnych stanowi organiczną całość, tworząc rozbudowany posterunek (ośrodek) radiolokacyjny. W skład posterunku (ośrodka) mogą również wchodzić SRL znacznie oddalone od zasadniczej części zespołu stacji. Tego rodzaju rozczłonkowanie stosowane jest ze względu na teren oraz kompatybilność elektromagnetyczną. Podstawowy posterunek radiolokacyjny składa się z 3-4 SRL obserwacji sytuacji powietrznej (w tym przynajmniej jedna trójwspółrzędna), 1-2 wysokościomierzy, urządzeń identyfikacji oraz środków łączności. Natomiast w ośrodku wykrywania i naprowadzania znajdują się 3-4 stacje wykrywania celów powietrznych (w tym 1-2 trójwspółrzędne, 2-3 wysokościomierze radiolokacyjne, urządzenia identyfikacji oraz urządzenia łączności radiowej). Orientacyjną ilość SRL na poszczególnych szczeblach przedstawia tabela nr 1³.

Tabela 1

Obiekt	OOSTr	OOR	OOS OP	OWN	PWN	PWP	PDWN
SRL wykrywania	-----	-----	-----	3 - 5	2 - 4	2 - 3	2 - 4
SRL inne	-----	-----	-----	2 - 3	2 - 3	1 - 2	2 - 3

SRL OP NADGE umożliwiają wykrywanie i śledzenie celów powietrznych, głównie na dużych i średnich wysokościach, na odległościach 400-600 km. Najnowszymi SRL są trójwspółrzędne SRL obserwacji okrężnej, określające równocześnie azymut, odległość i wysokość lotu celu powietrznego. W porównaniu do dwuwspółrzędnych SRL określających tylko azymut i odległość, charakteryzują się one możliwością wykrywania i obserwacji większej liczby celów powietrznych oraz przekazywaniem danych o nich z większą częstotliwością. Do podstawowych typów trójwspółrzędnych SRL używanych przez obronę powietrzną Niemiec należą: amerykańskie AN/FPS-7, francuskie TRS 2201 ARES.

Dwuwspółrzędne SRL to głównie amerykańskie AN/FPS-20 i jej nowsze wersje AN/FPS-66 -67, -100, oraz RV-377. Stacje te współpracują z jednym lub kilkoma

³ Poradnik organizatora walki radioelektroniczej. DWLot. Poznań 1990.

wysokościomierzami odpowiednich typów: AN/FPS-6, -89, -90, S-244 oraz z urządzeniami identyfikacyjnymi AN/UPX-6, -64. Najnowszą stacją radiolokacyjną kupioną przez siły powietrzne i OP Niemiec jest stacja AN/FPS-117. Jest to wielofunkcyjna, a zarazem modułowa, stacja trójwspółrzędna. Dane taktyczno-techniczne wyżej wymienionych SRL zawiera załącznik nr 1.

Wszystkie stacje pracują impulsowo. Moc impulsu waha się w granicach od 100 do 10000 kW i więcej, czas jego trwania wynosi 2-36 μ s, a częstotliwość powtarzania 200-1000 Hz. Zakres częstotliwości SRL jest wykorzystywany przeważnie w granicach 1200-1350 MHz i 2850-3100 MHz, przy czym istnieje możliwość zmiany częstotliwości promieniowania. Aby zwiększyć odporność SRL na zakłócenia aktywne i pasywne, mają one od 2 do 10 kanałów częstotliwości, między którymi przesuw częstotliwości nie przekracza 8-9 % częstotliwości podstawowej. Przeszwanie może odbywać się w kierunku zarówno wyższych, jak i niższych częstotliwości, w sposób ciągły lub skokowy.

Po zjednoczeniu się Niemiec siły zbrojne odziedziczyły cały potencjał wojskowy byłej ludowo demokratycznej armii NRD. W spadku otrzymały między innymi brygadę radiotechniczną, której organizacja nie odpowiadała strukturalnie OP RFN. Bundeswehra tak jak i inne kraje NATO objęta została ustaleniami Genewskimi o redukcji swoich SZ, wobec powyższego we wschodnich landach przystąpiono do rozformowywania niepotrzebnych jednostek. Brygadę radiotechniczną przemianowano na 3 Dowództwo Sił Radiotechnicznych podporządkowane 5 DL, a z siedmiu batalionów radiotechnicznych (brt) pozostawiono cztery, później planuje się redukcję do dwóch. Na bazie tych czterech brt zorganizowano cztery ośrodki wykrywania i naprowadzania (CRC) oraz 12 posterunków wczesnego ostrzegania i naprowadzania. Bataliony zabezpieczają działalność ośrodka operacyjnego piątego sektora OP (jego SD). Sprzęt jakim dysponują te jednostki to przed wszystkim stacje dwuwspółrzędne odległościomierze P-35 i wysokościomierze PRW-7, -9, -11.

Również system OP NATO w RFN ulega modyfikacji. Według nowych planów strukturalnych DL OP mają być rozwiązane, a siły i środki (LM, SRL, przr) podporządkowane dywizjom lotniczym ("struktura-4").

2.1.1. Przeznaczenie i charakterystyka systemu LARS

Strefa informacji radiolokacyjnej ze stacjonarnych posterunków w centralnej strefie OP NATO zapewnia wykrywanie celów powietrznych lecących na wysokościach powyżej 3000 m, począwszy od wschodniej, nie istniejącej już granicy NRD i Republiki Czeskiej. Stopniowo obniża się w kierunku zachodnim gdzie w rejonach przygranicznych mogą już być wykrywane cele powietrzne na wysokościach powyżej 100 m. Nieliczne luki w strefie informacji radiolokacyjnej na wysokościach rzędu 100 m istnieją nad północnym i częściowo środkowym obszarem RFN; południowa część RFN posiada szczelną strefę informacji radiolokacyjnej. Te właśnie luki stały się asumptem do dalszej rozbudowy systemu OP NATO - NADGE. Rozbudowa dotyczyła zorganizowania i włączenia w system OP NATO powietrznego systemu wykrywania i naprowadzania AWACS oraz sieci stacjonarnych i mobilnych jednostek służby wykrywania i powiadamiania o celach powietrznych na małych wysokościach - LARS.

Z uwagi na połączenie się obydwu państw niemieckich system LARS stracił częściowo swoje pierwotne przeznaczenie. Niemniej jednak jego siły radiotechniczne nadal pracują i przekazują informacje o celach powietrznych, które wykorzystywane są przez system OP NATO.

SRL OP systemu NADGE zapewniają formalną kontrolę obszaru powietrznego od 100 m wzwyż, nie można jednak za ich pomocą w pełni rejestrować ani obserwować w sposób ciągły celów powietrznych na niskich pułapach ze względu na zależność ich pracy od warunków geograficznych, krzywizny ziemi i efektów odbicia.

Dla wyeliminowania tych usterek na początku lat osiemdziesiątych siły powietrzne Niemiec wydzieliły dwa bataliony radiotechniczne (łącznie sześć kompanii) z 32 i 33 pułków radiotechnicznych. Siły te zorganizowały stacjonarne i mobilne posterunki radiolokacyjne.

Aby system LARS mógł właściwie funkcjonować i można nim było sprawnie kierować, terytorium RFN zostało podzielone na sześć obszarów wykrywania i powiadamiania. Każdy obszar jest kontrolowany przez jedną kompanię radiotechniczną, która organizuje 8 (2 stacjonarne i 6 mobilnych) posterunków radiolokacyjnych

wykrywania i powiadamiania o celach na małej wysokości, w dwóch rzutach. Obecnie system posiada 12 stacjonarnych posterunków, wyposażonych sprzęt radiolokacyjny rozmieszczony na 70-cio metrowych wieżach i 12 mobilnych posterunków radiolokacyjnych. Pierwszy rzut jest rozwinięty w okresie pokoju, a drugi przewidziany jest do rozwinięcia w okresie napięć lub na wypadek wojny (24 posterunki mobilne oddalone od granicy 30 - 50 km). Posterunki rozwinięte są wzdłuż nie istniejącej już granicy RFN-NRD i dalej wzdłuż granicy z Republiką Czeską w odległości około 40 km jeden od drugiego. Posterunki prowadzą pracę dobową i zapewniają kontrolę obszaru powietrznego od wysokości 0 do 3000 m i do około 50 km w głąb terytorium byłej NRD i Republiki Czeskiej.

Do zasadniczych zadań posterunku należy:⁴

- kontrola wyznaczonego obszaru powietrznego do wysokości 3000m;
- przekazywanie danych o sytuacji powietrznej do SD sektorów poprzez ośrodki wykrywania i naprowadzania z SD kompanii radiotechnicznej;
- nawigacyjne zabezpieczenie lotnictwa taktycznego (szczególnie w naprowadzaniu własnych samolotów myśliwskich na małej i bardzo małej wysokości);
- przekazywanie danych o wykrytych celach do SD obrony plot wojsk i obiektów oraz SD obrony cywilnej (np. cywilnych urzędów ostrzegania).

Każdy batalion radiotechniczny posiada w wyposażeniu:

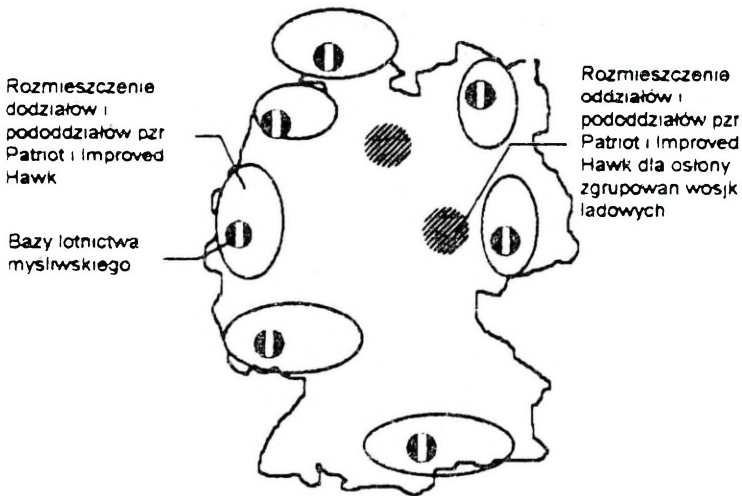
- 24 stacje radiolokacyjne MPDR-30/1 (1215-1365 MHz), MPDR-45 (1270-1320 MHz) po 8 stacji w kompanii;
 - 6 central (po dwie w kompanii) wyposażonych w sprzęt do analizy danych oraz środki łączności, w tym radiostacje SEM-25 i radiolinie 1-8/8000 oraz SEM 7-80R.
- Dane taktyczno-techniczne SRL zawarte są w załączniku nr 2.

⁴ Informator o stacjonarnych systemach radiolokacyjnych państw NATO w środkowej części Zachodniego Teatru Działań Wojennych. Szt. Gen. Warszawa 1984

2.1.2. Stacje radiolokacyjne przeciwlotniczych zestawów rakietowych dużego i średniego zasięgu będące na uzbrojeniu Bundeswehry.

Rozpatrując system radiolokacyjny OP NATO na SE TDW, a szczególnie terytorium Niemiec, nie można pominąć SRL będących na wyposażeniu przeciwlotniczych zestawów rakietowych (pzs) dalekiego i średniego zasięgu typu Improved Hawk i Patriot, SA-5 oraz małego zasięgu typu Roland 2. Te ostatnie opisane są w rozdziale 2.3.

Niemiecka OP składa się obecnie z wyżej wymienionych psz. Koncepcja użycia psz przewiduje mieszane użycie pododdziałów rakiet przeciwlotniczych Patriot i Hawk wokół swoich granic państwowych oraz w środkowej strefie w celu osłony zgrupowań wojsk lądowych, będą one tworzyły obronę strefowo-obiektową rys. 2.2. Rozmieszczenie psz typu Roland 2 przewidziane jest wokół baz lotniczych i ośrodków przemysłowych. Zestawy te przewidziane są do obrony obiektowej.



Rys. 2.2. Planowane rozmieszczenie psz na terytorium Niemiec.

Organizacyjnie psz zorganizowane są w skrzydła, a te w dywizje rakiet OP. W DROP są trzy skrzydła, po jednym skrzydle psz Patriot, Improved Hawk i Roland 2. Od

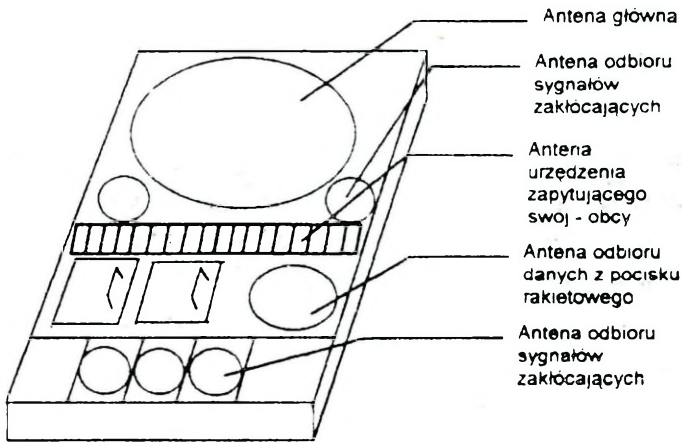
takiego zestawienia są odstępstwa i zamiast pzd Roland 2 może być pzd Hawk. Po zjednoczeniu się Niemiec zaszła konieczność włączenia również pzd SA-5 byłej NRD. Na bazie tych zestawów zorganizowano dwa skrzydła i włączono je w skład 5 DL.

W nowej strukturze organizacyjnej "4" SP Niemiec⁵ przewiduje się redukcję pzd do stanu 6-ciu srplot Patriot, Hawk i Roland 2 oraz trzech grplot Patriot i Hawk. Będą one organizacyjnie podporządkowane dywizjom lotniczym, których będzie pięć.

Każdy z przeciwlotniczych zestawów raketowych wykorzystuje stacje radiolokacyjne. Ich ilość i rodzaj zależy od typu zestawu raketowego. Zestaw Patriot posiada jedną SRL, a Improved Hawk pięć. Zestaw Patriot należy do najnowocześniejszych broni typu "wystrel i zapomnij"⁶. Obsługa zestawu pocisków kierowanych radiolokacyjnie sprowadza się do jego rozwinięcia na stanowisku. Zestaw wykrywa cele samoczynnie, śledzi je bez udziału człowieka, a gdy znajdują się w polu rażenia, automatycznie odpala pociski. Stacja radiolokacyjna zestawu Patriot AN/MPQ-53 jest wielozadaniowa. Przeznaczona jest do obserwacji okrężnej, jednoczesnego wyszukiwania, wykrywania i identyfikacji celów powietrznych, automatycznego śledzenia i opromieniowania wybranego celu i pocisku. Kierowanie pocisku na cel odbywa się systemem komend oraz systemem naprowadzania pocisku na cel śledzony za pomocą SRL znajdującej się w pocisku. W końcowej fazie naprowadzania rakiety na cel, tj. około 10 s przed osiągnięciem celu, SRL AN/MPQ-53 odbiera informację z SRL znajdującej się na pokładzie rakiety. Informacje te po przetworzeniu w bloku kierowania służą do kierowania pociskiem. System może jednocześnie naprowadzać 8 pocisków, w tym 3 w końcowej fazie lotu. Widok anteny SRL AN/MPQ-53 przedstawia rys 2.3.

⁵ Komunikat rozpoznawczy nr. 10/1992

⁶ L. LACMAŃSKI. Systemy technicznego rozpoznania radionawigacji i kierowania uzbrojeniem państw NATO oraz ich wykorzystanie w walce. Wykład AON. Warszawa 1990



Rys 2.3. Antena SRL AN/MPQ - 53

Podstawowym zespołem SRL AN/MPQ-53⁷ jest zespół nadawczo-odbiorczy i zespół antenowy. Nadajnik stacji pracuje w paśmie G (4-6 GHz) i generuje impulsy o zmiennych parametrach (moc, czas trwania i częstotliwość powtarzania impulsów). Zespół antenowy składa się z anteny ścianowej, dwóch tub (nadawczej i odbiorczej) oraz soczewki oświetlającej. Na antenie głównej znajduje się kilka sieci fazowych. Główna sieć fazowa o średnicy 2,44 m składa się z 5161 elementów czynnych zawierających przesuwniki fazowe, które są zasilane z jednego nadajnika poprzez soczewkę oświetlającą. Zasilanie sieci fazowej odbywa się tyłu anteny. Maksymalna, dopuszczalna moc w impulsie może wynosić 2,5 kW przy mocy średniej - 3 W. W systemie wielowiązkowym, sieć główna formuje co najmniej trzy wiązki (wykrywania i śledzenia celu, śledzenia pocisku i nadawania komend kierowania oraz podświetlania celu). Wszystkie wiązki mogą być niezależnie sterowane elektronicznie w dwóch płaszczyznach. Odbity sygnał radiolokacyjny podświetlający cel odbierany jest przez odbiornik radiolokacyjny pocisku a dane o położeniu celu względem pocisku są przekazywane za pomocą radiolinii do sieci fazowej anteny odbiorczej składającej się z 251 przesuwników fazowych. Na antenie ścianowej znajduje się 5 innych sieci fazowych wykorzystywanych w układach przeciwwzakłóceńowych.

⁷ Katalog radiolokatorów głównych państw NATO. Szt. Gen. Warszawa 1982.

Przeciwlotniczy zestaw raketowy Improved Hawk posiada na swoim wyposażeniu od pięciu do sześciu SRL. Tymi stacjami są: AN/MPQ-46 - SRL oświetlania celów powietrznych; AN/MPQ-48 - dopplerowska SRL pracująca z falą ciągłą, AN/MPQ-50 - impulsowa SRL wczesnego wykrywania i AN/MPQ-51 - impulsowa SRL dokładnego pomiaru odległości. Wymienione typy SRL stanowią ulepszone wersje stacji zestawu Hawk i mają podwyższone parametry techniczne. Uzyskiwane dane są przekazywane w formie cyfrowej do centralnego komputera, który dokonuje automatycznej obróbki informacji i kieruje ogniem całego zestawu. Przyszłościowy radiolokator zastępujący wyżej wymienione SRL to wielozadaniowa SRL Flexar.

Podstawowe dane taktyczno-techniczne SRL pzd Patriot i Improved Hawk zawarte są w załączniku nr 3.

2.1.3. Środki radiolokacyjne zautomatyzowanego systemu dowodzenia i kierowania OP RFN - GEADGE

System obrony powietrznej GEADGE (German Air Defense Ground Environment) przejęty od sił amerykańskich przez siły powietrzne RFN umożliwia centralne, elastyczne i szybkie przedstawienie sytuacji w obszarze powietrznym oraz właściwe dowodzenie środkami walki. Jest on wyposażony w nowoczesne trójwspółrzędne stacje radiolokacyjne, elektroniczne maszyny cyfrowe oraz w zautomatyzowane systemy łączności i dowodzenia sił powietrznych.

System GEADGE jest przeznaczony do wykrywania i zwalczania środków powietrznych: rozpoznania, napadu, dywersji przeciwnika, naruszających obszar powietrzny strefy odpowiedzialności oraz powiadamiania wojsk o zagrożeniu z powietrza, zapewniając własnym wojskom możliwości rozwinięcia, swobody manewru i działań.

W skład struktury organizacyjnej systemu wchodzi podobne elementy jak w systemie OP NATO NADGE, ponieważ system GEADGE jest częścią składową tego systemu.

System GEADGE usytuowany jest w południowej części terytorium Niemiec i obsługuje rejon OP, w którym jest tylko jeden sektor OP.

Ośrodkowi operacyjnemu sektora OP podlega pięć ośrodków wykrywania i naprowadzania, jeden posterunek dalekiego wykrywania i powiadamiania oraz dwa posterunki wykrywania i powiadamiania.

Wszystkie posterunki wyposażone są w nowoczesne SRL trójwspółrzędne typu AN/TPS-27, AN/TPS-43, HADAR, dwuwspółrzędne AN/TPS-22 oraz stacje do pomiaru wysokości np. AN/MPS-16.

Stacja AN/TPS-43 jest pierwszą stacją trójwspółrzędną, która znalazła powszechne zastosowanie w wojsku. Przeznaczona jest do wykrywania celów powietrznych w systemach OP, m.in. GEADGE. Stacja charakteryzuje się szeregiem najnowszych rozwiązań konstrukcyjnych, jak np. kompresja listków bocznych, kodowanie impulsów, kompresja impulsów, cyfrowe układy przetwarzania sygnałów, układy TES itp.

Jedną z najnowszych trójwspółrzędnych stacji radiolokacyjnych jest stacja HADAR. Przeznaczona jest ona do wykrywania i naprowadzania samolotów. Opracowana została zgodnie z wymogami połączonego dowództwa sił zbrojnych NATO jako standardowa dla zautomatyzowanych systemów OP NATO i państw członkowskich. Przyjęto wiele rozwiązań konstrukcyjnych zastosowanych uprzednio w stacjach typu AN/TPQ-36 i -37. Przeszukiwanie w elewacji odbywa się poprzez ruch jednej wiązki kierowanej 10 przesuwnikami fazowymi sterowanymi przez komputer. W stacji zastosowano zmianę częstotliwości w czasie trwania impulsu, kodowanie impulsów, zmienny czas trwania i zmienną częstotliwość powtarzania impulsów, cyfrową obróbkę sygnałów.

Podstawowe dane taktyczno-techniczne SRL zawarte są w załączniku nr 4.

Zestawy urządzeń posterunków radiolokacyjnych są mobilne i przystosowane do zmiany dyslokacji (niezbędny czas do rozwinięcia i przygotowania SRL do pracy wynosi 6 godzin).

Zbieranie i przetwarzanie informacji ze SRL oraz wypracowanie komend do dowodzenia i kierowania odbywa się automatycznie za pomocą urządzenia przetwarzania i zobrazowania informacji o sytuacji powietrznej (zestaw AN/GPA-73). W skład tego urządzenia wchodzi: uniwersalne, szybko działające, cyfrowe, jednoadresowe maszyny elektroniczne AN/FSA-21; urządzenia przetwarzania sygnałów radiolokacji AN/FSA-30 oraz urządzenia przeciwdziałania radioelektronicznego AN/FSA-23. Urządzenia te

przetwarzają dane w czasie rzeczywistym. Operator ma możliwość wprowadzania do maszyny cyfrowej danych uzyskanych z innych źródeł informacji.

2.1.4. Przeznaczenie i charakterystyka stacji radiolokacyjnych obrony wybrzeża

Obok stacjonarnych systemów radiolokacyjnych OP NATO - NADGE, GEADGE, LARS państwa środkowoeuropejskie tj. Dania, Niemcy, Holandia, Belgia zorganizowały stacjonarny system radiolokacyjny obrony wybrzeży morskich⁸. Przeznaczony on jest do obserwacji przestrzeni powietrznej i morskiej, wykrywania celów na podejściach do wybrzeży Morza Północnego i Bałtyku Zachodniego, kierowania systemami broni, jak również do wykonywania zadań nawigacyjnych i meteorologicznych.

Posterunki radiolokacyjne tego systemu rozmieszczone są wzdłuż południowych i wschodnich wybrzeży wysp duńskich oraz wybrzeży RFN, Holandii i Belgii w odstępach około 50-70 km jeden od drugiego. Uzupełnieniem tego zasadniczego łańcucha wykrywania celów są pływające posterunki radiolokacyjne na okrętach przebywających w rejsach lub dozorach.

SRL obrony wybrzeża są w większości przestarzałe i ich parametry taktyczno-techniczne nie spełniają nowoczesnych wymogów dlatego siły zbrojne Niemiec rozpoczęły wymianę tych stacji na nowsze, które charakteryzują się znacznie większą przepustowością i częstotścią uaktualniania informacji o wszystkich obiektach w obszarze wykrywania.

Nowe typy SRL zostały przystosowane do przekazywania danych bezpośrednio do centrum sił morskich. Centrum dowodzenia sił morskich RFN jest stanowiskiem dowodzenia dowódcy floty wojennej i w ramach współdziałania przekazuje dane z posterunków radiolokacyjnych obrony wybrzeża, okrętów rozpoznawczych m. in. do: dowództwa sił morskich Danii, dowództwa Połączonych SZ Cieśnin Duńskich i Bałtyku Zachodniego oraz ośrodków operacyjnych rejonów (sektorów) OP NADGE.

Wzdłuż wybrzeży morskich wymienionych państw znajduje się 25 posterunków radiolokacyjnych z czego 7 jest na terytorium RFN. Informacji na temat typów SRL obrony wybrzeża aktualnie brak.

⁸ Informator o stacjonarnych systemach radiolokacyjnych NATO w środkowej części Zachodniego Teatru Działan Wojennych. Szt. Gen. Warszawa 1984.

2.2. *Przeznaczenie i charakterystyka środków radiolokacyjnych systemu dowodzenia i kierowania LT.*

Taktyczny system dowodzenia siłami powietrznymi zorganizowany został na bazie amerykańskiego systemu dowodzenia siłami powietrznymi - TACS (407L). Zapewnia on dowodzenie i kierowanie operacjami lotniczymi oraz umożliwia koordynację działań rodzajów sił zbrojnych.

Taktyczny system dowodzenia SP na SE TDW składa się z czterech podsystemów:⁹

A) Dowodzenia i kierowania LT. Elementami tego podsystemu są:

- ośrodek dowodzenia LT (TACC - Tactical Air Control Center);
- ośrodki dowodzenia działaniami bojowymi (ACOC - Air Combat Operation Center);
- ośrodki kierowania LT (ATOC - Allied Tactical Operation Center);

B) Organów dowodzenia i naprowadzania. Elementami tego podsystemu są:

- ośrodki wykrywania i naprowadzania (CRC -Control and Reporting Center);
- posterunki wykrywania i naprowadzania (CRP-Control and Reporting Post);
- wysunięte posterunki wykrywania powiadamiania i naprowadzania (FACP-Forward Air Controller Post).

C) Baz lotniczych.

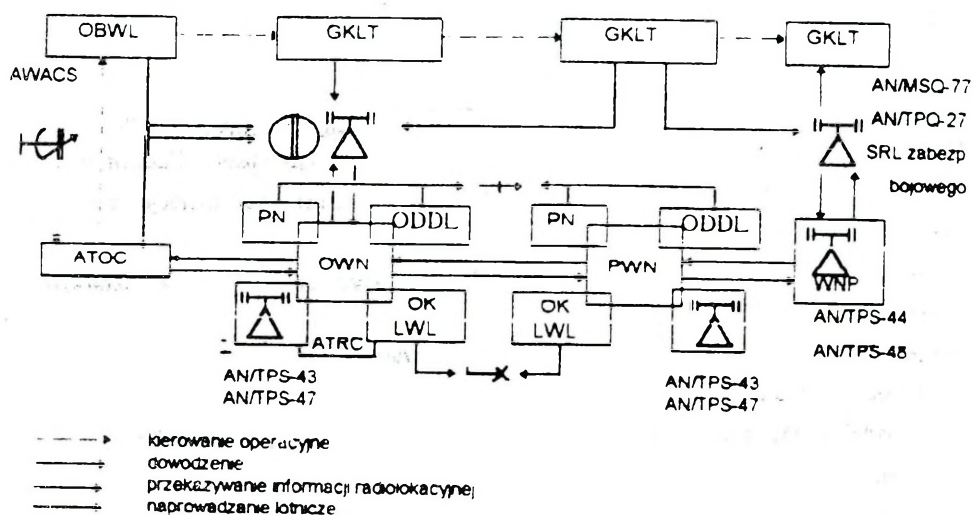
D) Kierowania wsparciem lotniczym. Elementami tego podsystemu są:

- ośrodki działań połączonych (ACOC);
- ośrodki bezpośredniego wsparcia lotniczego (ASOC);
- grup kierowania lotnictwem;
- sekcji naprowadzania;
- zespołu radiolokacyjnego zabezpieczenia wsparcia lotniczego;
- zespołu kierowania lotnictwem.

W wymienionych podsystemach, SRL znajdują się jedynie w podsystemie kierowania i naprowadzania LT oraz w zespole radiolokacyjnym zabezpieczenia w

⁹ Siły powietrzne NATO. Charakterystyka, zadania, możliwości, bazowanie i zasady działania. Szt. Gen. Warszawa 1981.

wsparcia lotniczego (ASTR) podsystemu kierowania wsparciem lotniczym. Rys 2.4.



Rys 2.4. Schemat obiegu informacji radiolokacyjnej niezbędnej do kierowania i naprowadzania LT.

Cały system dowodzenia i kierowania LT jest wysoce mobilny, szczególnie jeżeli chodzi o podsystem organów kierowania i naprowadzania oraz podsystem wsparcia lotniczego.

W podsystemie kierowania i naprowadzania ośrodek wykrywania, powiadamiania i naprowadzania jest głównym elementem systemu dowodzenia lotnictwem taktycznym. Jest on bezpośrednio podporządkowany ośrodkowi kierowania LT i odpowiada za kontrolę przestrzeni powietrznej oraz kierowanie samolotami w powietrzu w wyznaczonym obszarze.

W obszarze odpowiedzialności ośrodka kierowania LT może być rozwiniętych kilka ośrodków wykrywania, powiadamiania i naprowadzania. Ich liczba jest zależna od wielkości obszaru odpowiedzialności i ukształtowania terenu. Ośrodek rozwija się w odległości 100-150 km od rubieży styczności bojowej wojsk na obszarze 5-6 km². Swoją pozycję może zmieniać 1-2 razy na dobę.

W skład ośrodka wykrywania, powiadamiania i naprowadzania wchodzi również ośrodek kontroli ruchu powietrznego (ATRC - Air Traffic Regulation Center). Przeznaczony jest on do kontroli ruchu powietrznego w wyznaczonym obszarze powietrznym.

CRC wyposażony jest w stację radiolokacyjną typu AN/TPS-43 o zasięgu około 300 km oraz w urządzenia identyfikacji celów powietrznych "swój-obcy".

Ośrodkowi wykrywania, powiadamiania i naprowadzania podlegają posterunki wykrywania, powiadamiania i naprowadzania. Posterunki te są przedłużeniem obszaru objętego działalnością CRC czyli wydłużeniem strefy informacji radiolokacyjnej. W zależności od wielkości kontrolowanego obszaru, rozwija się jeden lub kilka posterunków. Rozmieszcza się je w odległości 15-30 km od rubieży styczności bojowej wojsk, na powierzchni około 1 km². Posterunek przemieszcza się przeciętnie 1-2 razy na dobę. Skład osobowy, wyposażenie oraz funkcje posterunku są prawie identyczne jak ośrodka wykrywania, powiadamiania i naprowadzania.

Posterunki wykrywania, powiadamiania i naprowadzania utrzymują łączność nie tylko z ośrodkiem, ale również między sobą, dzięki czemu w przypadku zniszczenia ośrodka każdy z posterunków może przejąć dowodzenie i spełniać jego funkcje. Posterunek również jest wyposażony w SRL AN/TPS-43.

Ostatnim elementem podsystemu kierowania i naprowadzania LT są wysunięte posterunki wykrywania, powiadamiania i naprowadzania. Posterunek ten stanowi wysokomanewrowy wysunięty element systemu. Wyposażony jest w urządzenia radiolokacyjne do naprowadzania samolotów na cele w strefie działań bojowych. Jest rozwijany na wysuniętych pozycjach z zadaniem kierowania samolotami wspierającymi jednostki sił lądowych, wczesnego ostrzegania o pojawiających się celach powietrznych przecwinka, naprowadzania i wypełniania luk w strefie informacji radiolokacyjnej. Z posterunku tego, samoloty są przekazywane oficerom naprowadzania lotnictwa.

Wysunięty posterunek wykrywania, powiadamiania i naprowadzania może zapewnić pod względem radiolokacyjnym śledzenie nisko lecących celów w promieniu 50 km poniżej wysokości 300 m oraz rozpoznawanie samolotów za pomocą urządzenia "swój-obcy". Na wyposażeniu tego posterunku znajdują się SRL typu AN/TPS-44.

Innym elementem systemu gdzie występują SRL jest zespół radiolokacyjny zabezpieczenia wsparcia lotniczego. Jest on wysuniętym ruchomym elementem taktycznego systemu kontroli powietrznej, wyposażonym w SRL typu AN/MSQ-77 lub AN/TPQ-27, pozwalającym naprowadzić samoloty bojowe lotnictwa taktycznego na cele naziemne. Niezależnie od warunków atmosferycznych zapewnia także pomoc w nawigacji samolotom rozpoznawczym i transportowym, naprowadzając je dokładnie w wyznaczone rejony.

Podstawowe dane taktyczno-techniczne SRL zawarte są w załączniku nr 5.

2.2.1. *Przeznaczenie i charakterystyka SRL kontroli ruchu powietrznego i meteorologicznych.*

W wyniku dużego nasilenia lotów samolotów komunikacyjnych w środkowej Europie, w latach sześćdziesiątych nastąpiło zagrożenie ruchu powietrznego. Dlatego najpierw sześć państw, a później siedem (Belgia, Holandia, Niemcy, Wielka Brytania, Francja i Irlandia) państw zawarło porozumienie o wspólnej budowie centralnego systemu kontroli ruchu powietrznego pod nazwą Eurocontrol, z siedzibą w Brukseli.¹⁰ Systemem tym objęto przeloty samolotów powyżej 7500 m. W składzie Eurocontrol znajdują się dwa centralne ośrodki operacyjne kontroli ruchu powietrznego: jeden w Maastricht (Holandia), drugi w Karlsruhe (RFN). Informacje o ruchu powietrznym są przekazywane do ośrodków operacyjnych tego systemu z posterunków radiolokacyjnych rozmieszczonych na terytorium krajów uczestniczących w systemie.

Republikę Federalną Niemiec w Eurocontrol reprezentuje Federalny Urząd Bezpieczeństwa Lotów. Posiada on pod swoim zarządem posterunki radiolokacyjne kontroli ruchu powietrznego, które znajdują się w 8 miejscowościach (Pfalzer Wold, Hamburg, Bremen, Dusseldorf, Frankfurt, Stuttgart, Mnchen, Nrnberg). Maksymalny zasięg SRL w tych posterunkach wynosi 630 km dla celów powietrznych o dużej skutecznej powierzchni odbicia oraz do 315 km dla celów o małych skutecznych powierzchniach odbicia oraz wysokościach do 30000 m.

¹⁰ Informator o stacjonarnych systemach radiolokacyjnych państw NATO w środkowej części Zachodniego Teatru Działań Wojennych. Szt. Gen. Warszawa 1984

Ponadto w środkowej części RFN znajdują się lokalne - z zasady przylotniskowe - posterunki radiolokacyjne kontroli ruchu powietrznego. W składzie posterunku kontroli ruchu powietrznego bardzo często występują meteorologiczne SRL. Są one przeznaczone przede wszystkim do określania pogody i anomalii atmosferycznych w przeszukiwanym przez siebie obszarze. Do podstawowych typów SRL kontroli ruchu powietrznego i meteorologicznego występujących w Niemczech zaliczamy: AN/ASR-4, -8, -B, PAR-80, SRE-M5, -A8, S-654, rodzinę PAR-ów oraz stacje meteorologiczne DECCA-41A, WR 100-5, WF-2. O większości tych SRL brak jest danych dlatego w załączniku nr 6 przedstawione są tylko niektóre z nich.

W Eurocontrol płon lotnictwa wojskowego RFN reprezentowany jest przez Urząd Bezpieczeństwa Lotów Bundeswehry, który ściśle współpracuje z Federalnym Urzędem Bezpieczeństwa. Współpraca dotyczy całości ruchu powietrznego na terytorium RFN i wykorzystania przestrzeni powietrznej przez samoloty cywilne. Obsługę posterunków radiolokacyjnych wojskowej kontroli ruchu powietrznego zabezpieczają dwa pułki łączności: 11 pułk łączności w północnej części RFN i 12 pułk łączności w południowej części RFN.

Wojskowe posterunki kontroli ruchu powietrznego przeważnie podlegają i wchodzi w skład ośrodków wykrywania, powiadamiania i naprowadzania systemu dowodzenia i kierowania LT.

2.3. Środki radiolokacyjne kierowania uzbrojeniem OPL

Zagrożenie z powietrza obejmuje obszar powietrzny na wszystkich wysokościach i na całej głębokości poszczególnych TDW, dlatego dowództwo NATO realizuje przedsięwzięcia zmierzające do integracji sił OP i OPL wojsk. Tylko wspólny wysiłek wszystkich sił OP i OPL wojsk w odpieraniu nalotu ŚNP przeciwnika może zapewnić skuteczną obronę i spełnić te warunki.

Rozpatrując OPL wojsk trzeba uwzględnić, że obszar powietrzny w rejonie którego będą działać wojska będzie osłaniany przez lotnictwo myśliwskie i rakiety przeciwlotnicze systemu OP. Jeżeli te elementy obrony powietrznej wypełnią swoje zadania, wówczas zadania obrony przeciwlotniczej wojsk na szczeblach taktycznych w głównej mierze będą

ograniczały się do zwalczania celów powietrznych zmuszonych do działania na małych i bardzo małych wysokościach. Wobec powyższego priorytetowymi zadaniami OPL wojsk są przedsięwzięcia zmierzające do osłony związku taktycznego. Ze względu na szczupłość sił OPL wojsk nie będzie można osłonić całego ZT będącego w natarciu lub obronie. Osłanianie będą tylko najważniejsze elementy w całej operacji zaczepnej lub obronnej.

Oslonę ZT realizuje się poprzez aktywne i pasywne przedsięwzięcia obrony przeciwlotniczej. Do aktywnych przedsięwzięć należy: wyposażenie jednostek plot w różnorodny sprzęt artyleryjski i raketowy zdolny do oddziaływania na cele powietrzne, działania służb obserwacyjno-meldunkowych oraz systemu ostrzegania i powiadamiania.

We wszystkich ww. przedsięwzięciach aktywnej obrony przeciwlotniczej elementem decydujący o wykryciu i identyfikacji środka napadu powietrznego są stacje radiolokacyjne. Ich przeznaczeniem jest wykrywanie i rozpoznanie celów powietrznych, naprowadzanie rakiet i kierowanie ogniem artylerii plot.

Ogólnie SRL OPL wojsk można podzielić na:

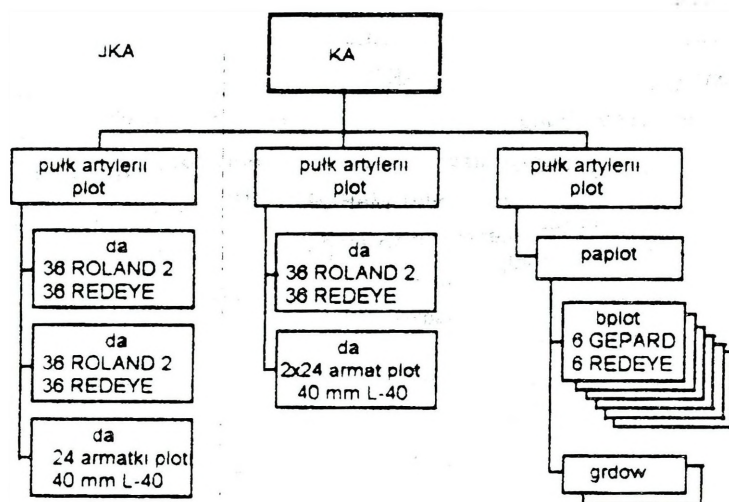
- SRL do wykrywania i rozpoznania celów powietrznych;
- SRL systemów pocisków raketowych OPL i artyleryjskich zestawów raketowych.

Do pierwszej grupy można zaliczyć SRL typu TÜR, LUR i Patriot do drugiej grupy można zaliczyć radiolokatory zamontowane na przeciwlotniczych zestawach raketowych (pwr) typu GEPARD, ROLAND 2 oraz wykorzystywane przy armatach plot 40mm Bofors L-70 (wymieniony sprzęt odnosi się do sił OPL wojsk niemieckich).

W siłach lądowych wojsk niemieckich zarówno na szczeblu dywizji zmechanizowanej (pancernej), jak i KA występuje pułk artylerii przeciwlotniczej. Różnice pomiędzy pułkiem korpusnym a dywizyjnym są tylko w wyposażeniu sprzętowym poszczególnych pułków rys 2.5.

Pułk artylerii przeciwlotniczej dywizji zachodnoniemieckiej uzbrojony jest w działa przeciwlotnicze GEPARD i zestawy rakiet przeciwlotniczych (zrp) REDEYE. Pułk przewidziany jest do osłony głównych elementów ugrupowania dywizji oraz wzmocnienia obrony przeciwlotniczej wojsk wykonujących zadanie bojowe. Na szczeblu korpusu armijnego występuje pułk artylerii plot uzbrojony w pwr ROLAND 2, zrp REDEYE oraz

armatki plot 40mm Bofors L-70. Pewną odmianą jest Jutlandzki Korpus Armijny (JKA), w którym występują wszystkie typy uzbrojenia przeciwlotniczego w jednym pułku.



Rys 2.5. Organizacja jednostek artylerii plot wojsk niemieckich

W czasie działań wojennych korpusowi armijnemu może być podporządkowane dodatkowo kilka ppr Improvet Hawk z systemu OP. Występować będą na szczeblu operacyjnym i osłaniać główne elementy ugrupowania KA w tym pierwszorzutowe dywizje. Przeznaczenie i charakterystyka tego typu zestawu opisana jest w rozdziale 2.1.2.

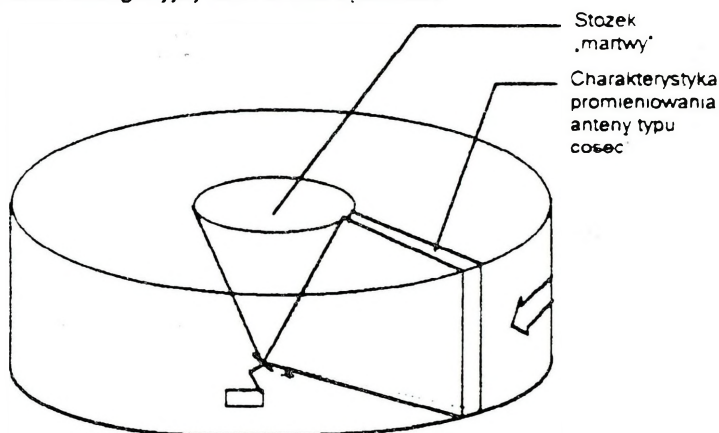
Dowodzenie środkami przeciwlotniczymi w siłach lądowych RFN zapewnia zautomatyzowany system kierowania ogniem wojsk OPL pod nazwą HFlaAFSsys (HeeresFflugAbwehr - Aufklärungs - und Flung System)¹¹. System ten w połączeniu z rozpoznaniem radiolokacyjnym OPL i przy wykorzystaniu środków elektronicznych przetwarzania danych, zapewnia dowodzenie i kierowanie ogniem zestawów rakiet plot ROLAND 2 i samobieżnych zestawów armat plot GEPARD.

¹¹ H. DENK *Naziemne środki i systemy obrony powietrznej NATO* WPZ 2/1989.

W skład systemu wchodzi:

- elementy rozpoznania radiolokacyjnego (radiolokacyjne stacje wykrywania i wskazywania celów TÜR i LUR);
- elementy dowodzenia (wóz dowodzenia i kierowania bateriami);
- elementy ogniowe (zestawy plot ROLAND 2 i GAPARD).

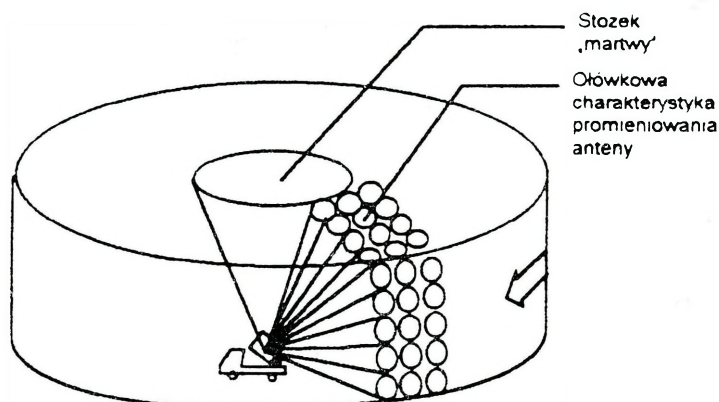
SRL TÜR (Tieffliegerberwachtungsradar) - jest mobilną radiolokacyjną stacją wykrywania celów na małych wysokościach. Aparatura zamontowana jest na zmodyfikowanym transporterze opancerzonym typu MARDER. SRL TUR wyposażona jest w podnoszony hydraulicznie maszt antenowy o wysokości 10 m. Radiolokator stacji jest impulsowym radiolokatorem dopplerowskim zaprojektowanym specjalnie do wykrywania i śledzenia celów na małych wysokościach tzn., tych które wykrywane są na tle odbić od przedmiotów terenowych, pracujący w pasmie F (3-4 GHz) rys 2.6. Ponadto SRL TUR posiada urządzenie identyfikujące własne samoloty i śmigłowce - "swoj-obcy", pokładowy układ nawigacyjny oraz środki łączności.



Rys 2.6. Charakterystyka kierunkowa promieniowania SRL TÜR

SRL LUR (Lufttraumberwachtungsradar) - jest mobilną SRL średniego zasięgu o dużej odporności na zakłócenia radiolokacyjne. Jej zadaniem jest uzupełnienie i udokładnienie wskazania celu ze stacji TÜR. Stacja LUR wyposażona jest w płaską antenę ścianową tzw. 3D, zamontowaną na hydraulicznie podnoszonej platformie na wysokość 12 m. Charakterystyka kierunkowa anteny stacji (rys 2.7.) jest bardzo wąska co

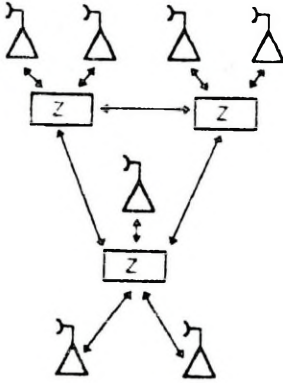
umożliwia określenie położenia celu w trzech współrzędnych. Aparatura stacji zamontowana jest na dwóch samochodach ciężarowych - pięcio- i dziesięcotonowym.



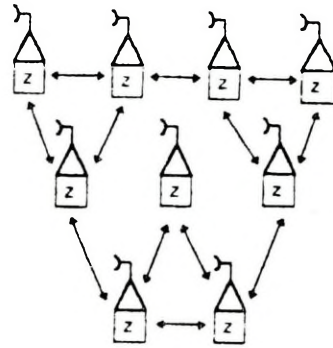
Rys 2.7. Charakterystyka kierunkowa promieniowania SRL LUR

System HFlaAF-Sys dzięki zintegrowaniu SRL z wysuniętymi bateriami, ma zapewnić stałe śledzenie sytuacji powietrznej i umożliwić bieżącą analizę zagrożenia. Ponadto pozwoli on na skoordynowane kierowanie ogniem na szczęblu baterii, co ma zapewnić osiągnięcie wysokiej skuteczności zwalczania celów w przypadku wykonania przez przeciwnika zmasowanego ataku z lotu na bardzo małej wysokości.

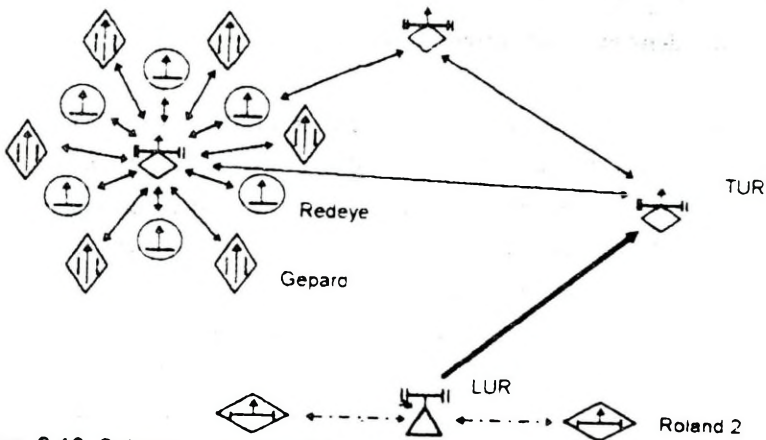
Elementy rozpoznawcze i elementy dowodzenia w systemie usytuowane zostały wg. tzw. struktury zdecentralizowanej, zamiast powszechnie stosowanej hierarchicznej (Rys. 2.8 i 2.9). Taka struktura systemu zapewnia większą trwałość gdyż wyeliminowanie któregoś z jego elementów nie wpływa na funkcjonowanie systemu jako całości.



Rys 2.8. Hierarchiczna struktura systemu



Rys 2.9. Zdecentralizowana struktura systemu



Rys 2.10. Schemat organizacji baterii plot wykorzystujących SRL TÜR i LUR do wykrywania i naprowadzania

W paplot na szczęblu dywizji SRL typu TÜR jest prawdopodobnie sześć, w każdej baterii jedna, a SRL LUR dwie, jedna na trzy baterie. W KA będzie prawdopodobnie taka sama ilość. Dokładnych danych brak.

Oprócz SRL wykrywania i obserwacji sytuacji powietrznej na każdym zestawie rakietowym ROLAND 2 i armatach plot GAPARD są zamontowane SRL kierowania

uzbrojeniem, takie jak: na zestawie ROLAND 2 - MPDR-16, a na samobieżnej armacie GEPARD - MPDR-12 i ALBIS.

System kierowania ogniem samobieżnych dział przeciwlotniczych GEPARD obejmuje impulsowo-dopplerowski radiolokator wykrywania celów MPDR-12 z aparaturą identyfikacyjną, radiolokator śledzenia i prowadzenia celu ALBIS. Zasięg obydwu stacji wynosi 15 km. Dane taktyczno-techniczne przedstawia załącznik nr.7. Obydwie stacje pracują niezależnie - równocześnie ze śledzeniem wybranego celu, możliwe jest więc poszukiwanie innego obiektu. W warunkach silnego przeciwdziałania radioelektronicznego, strzelanie do celów powietrznych odbywa się za pomocą celowników optycznych dowódcy i celowniczego o powiększeniu 1,5 i 6 razy oraz polu widzenia 50° i $12,5^{\circ}$.

Dwa przeliczniki półprzewodnikowe przetwarzają dane o parametrach ruchu celu, rozwiązują zadanie spotkania pocisku z celem, określają kąty wyprzedzenia w płaszczyznach poziomej i pionowej. Przy odliczeniach są uwzględniane następujące dane: czas wejścia celu w sektor ostrzału, kąty pochylenia kadłuba zestawu artyleryjskiego, prędkości początkowe pocisków (mierzone za pomocą specjalnych czujników umieszczonych w wylotowej części lufy).

SRL zestawu raketowego ROLAND 2 typu MPDR-16 przeznaczona jest do wykrywania celów powietrznych na małych i bardzo małych wysokościach oraz kierowania ogniem artylerii raketowej. W zestawach zachodnoniemieckich SRL zamontowana jest na pojeździe MARDER, jej dane taktyczno-techniczne przedstawione są w załączniku nr 8.

2.4. Przeznaczenie i charakterystyka stacji radiolokacyjnych obserwacji pola walki.

Środki radiolokacyjne w siłach zbrojnych państw NATO, w tym i Niemiec, są wykorzystywane w systemach rozpoznawczych związków taktycznych i oddziałów oraz do kierowania ogniem artylerii. Są one traktowane jako jedno z najważniejszych źródeł informacji o ruchach wojsk w rejonie działań bojowych.

Stacje radiolokacyjne obserwacji pola walki wojsk lądowych przeznaczone są przede wszystkim do wykrywania i śledzenia celów naziemnych w strefie taktycznej oraz

w ograniczonym zakresie celów powietrznych (smigłowce, bezpilotowe środki rozpoznawcze - BSR) lecących na małych wysokościach. Umożliwiają również wykrywanie celów nieruchomych, odznaczających się odpowiednim kontrastem radiolokacyjnym.

SRL obserwacji pola walki są wykorzystywane głównie podczas organizacji i prowadzenia działań w warunkach ograniczonej widoczności i w nocy. Ich głównymi zadaniami są:¹²

- nadzorowanie pola walki i obserwacja terenu;
- lokalizowanie celów ruchomych i nieruchomych oraz celów powietrznych na małych wysokościach;
- nadzorowanie rejonów poza przeszkodami naturalnymi, przeszkod wodnych, wąwozów, wzniesień itp.;
- uściślenie danych pochodzących z innych źródeł rozpoznania;
- obserwacji skutków ognia artylerii i moździerzy wojsk własnych;
- kierowanie ruchem kolumn, grup bojowych lub patroli wojsk własnych.

SRL obserwacji pola walki umożliwiają szybkie i dokładne wykrycie środków bojowych przeciwnika tj. czołgów, wozów bojowych, stanowisk ogniowych artylerii, moździerzy i stanowisk startowych rakiet taktycznych oraz ludzi. Są urządzeniami aktywnymi, promieniuącymi energią elektromagnetyczną, z tego względu będą narażone na wykrycie przez przeciwnika. Do czasu wyeliminowania niedostatków w innych środkach obserwacji (sejsmicznych, akustycznych, magnetycznych, podczerwonych itp.) odgrywają znaczną rolę na polu walki. Metodą zmniejszenia prawdopodobieństwa wykrycia pracy SRL może być zastosowanie tzw. systemu "multistatycznego", składającego się z kilku SRL, z których tylko jedna służy do opromieniania celu.

Najbardziej korzystnym rozwiązaniem montowania SRL wydają się być pojazdy mechaniczne, zapewniają one dużą mobilność, a także zapewniają przewóz innych środków wykrywania i obserwacji.

Pod względem zasięgu SRL obserwacji pola walki można podzielić na:

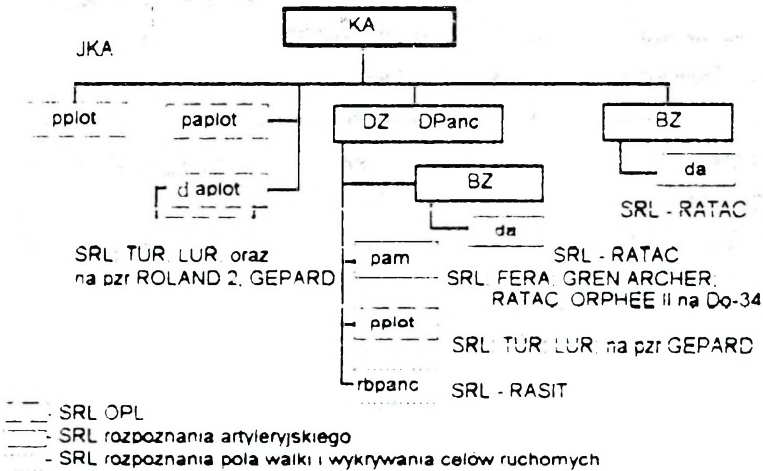
- bliskiego zasięgu - do 3-5 km;
- średniego zasięgu - 5-10 km;

¹² M. DEBSKI Łączność radiolokacyjna i walka radioelektroniczna w SZ NATO ASG WP Warszawa 1983

- dalekiego zasięgu - 20 i więcej km.

SRL bliskiego zasięgu rozmieszcza się na wzniesieniach terenowych, jak najbliżej linii styczności wojsk - ok. 500m, średniego i dalekiego zasięgu od 2 do 6 km.

W siłach lądowych Niemiec SRL występują w uzbrojeniu jednostek wojsk pancernych, zmechanizowanych, wojsk artylerii i raketowych oraz OPL. Występują począwszy od szczebla KA. Na szczeblu tym znajdują się tylko stacje radiolokacyjne kierowania uzbrojeniem OPL, natomiast SRL rozpoznania artyleryjskiego i rozpoznania pola walki są wykorzystywane od szczebla dywizji. Poniższy rysunek 11 przedstawia występowanie SRL w ww. oddziałach i pododdziałach KA, DZ i brygady - stan obecny.



Rys 2.11 Występowanie SRL w oddziałach i pododdziałach wojsk lądowych Bundeswehry.

Na szczeblu dywizji zmechanizowanej (pancernej) występuje pułk artylerii mieszanej, o strukturze dywizjonów artyleryjskich. Dywizjony składają się z baterii. W dywizjonie rozpoznania artyleryjskiego, w baterii rozpoznania radiolokacyjnego znajdują się dwie SRL rozpoznania artyleryjskiego typu Green Archer i trzy SRL typu RATIC oraz trzy systemy rozpoznania pola walki ARGUS, gdzie na wirujących platformach zamontowane są SRL typu ORPHEE II. W dywizjonie artylerii raketowej występują cztery SRL rozpoznania artyleryjskiego typu FERA. Jednostką dywizyjną również jest rozpoznawczy batalion pancerny. Ma on strukturę kompanijną. Jedną z kompanii jest kompania radiolokacyjna wyposażona w 9 SRL obserwacji pola walki typu RASIT

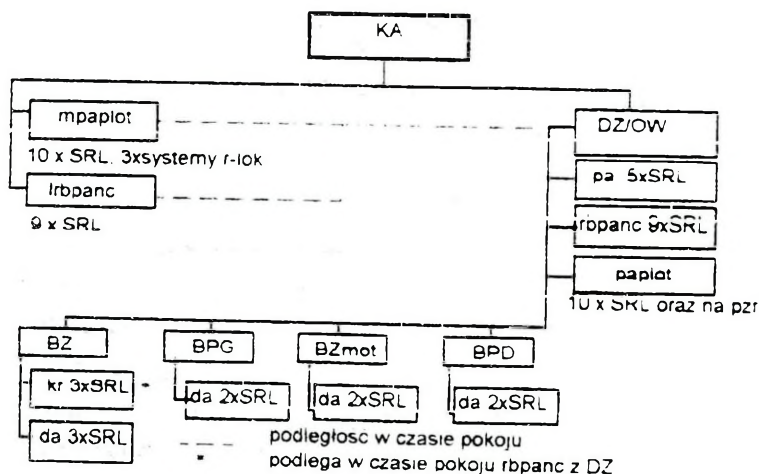
zamontowana na transporterach typu Fuchs. Natomiast w brygadzie zmechanizowanej znajduje się jedna SRL obserwacji pola walki typu RATAc w dywizjonie artylerii.

SRL pułku artylerii plot zostały opisane w rozdziale 2.4.1.

Ogółem w dywizji (trzy brygadowce) może występować:

- 2 x SRL typu Green ARCHER;
- 4 x SRL typu FERA;
- 6 x SRL typu RATAc;
- 9 x SRL typu RASIT;
- 3 systemy rozpoznania pola walki ARGUS ze SRL typu ORPHEE II.

Przedstawione ilości SRL obserwacji pola walki w poszczególnych ZT, Oddziałach i pododdziałach Bundeswehry ulegają w latach dziewięćdziesiątych zmianie i przewartościowaniu. Dowództwo SZ Niemiec dokonuje transformacji jakościowo-ilościowej w strukturach organizacyjnych jednostek bojowych oraz w wyposażeniu bojowym. Według nowej "struktury 5" liczba SRL w poszczególnych ZT, Oddziałach i pododdziałach ulega zmianie, podnoszona jest również wartość techniczna tych stacji. Poniższy schemat 12 przedstawia ZT, Oddziały i pododdziały, w których występują SRL w nowej strukturze.



Rys 2.12. Występowanie SRL według nowej struktury 5 w oddziałach i pododdziałach wojsk lądowych Bundeswehry.

Ogółem dywizja posiada od 32 do 38 SRL rozpoznania artyleryjskiego oraz obserwacji pola walki, nie licząc SRL przeznaczonych do wykrycia celów powietrznych i kierowania ogniem OPL.

Z porównania obu struktur wynika, iż stacje radiolokacyjne stają się niezastąpionym środkiem do prowadzenia obserwacji pola walki i kierowania ogniem artylerii.

SRL obserwacji pola walki pracują w centymetrowym zakresie fal elektromagnetycznych, w impulsowym i ciągłym reżimie pracy. Wykorzystywane są przede wszystkim do obserwacji przeciwnika na kierunkach zagrożonych. Zastosowanie SRL jest ściśle powiązane z działaniem dozorów i punktów obserwacyjnych. Każdej SRL przydziela się określony sektor obserwacji, ustala reżimy pracy, częstotliwość obserwowania rejonu, kolejność i terminy przekazywania informacji.

Podczas przełamывania obrony przeciwnika i w obronie, SRL odgrywają bardzo ważną rolę. W obronie za pomocą tych stacji prowadzi się obserwację przedniego skraju, jak też rejonu położonego w głębi. Szczególną uwagę zwraca się na obserwacje przerw taktycznych pomiędzy pododdziałami (oddziałami) i odkrytych skrzydłach. W natarciu, podczas przełamывania obrony przeciwnika SRL umożliwiają wykrywanie punktów oporu i innych ważnych obiektów mających wpływ na powodzenie operacji.

Konstrukcja SRL (małe wymiary, ciężar, montowanie na pojazdach) pozwala na częste zmiany pozycji, co utrudnia wykrycie i zniszczenie przez przeciwnika, oraz na szybkie zmiany pozycji spowodowane często zmieniającą się sytuacją taktyczną.

Postęp techniczny wymusza wprowadzanie SRL o coraz lepszych parametrach technicznych. Najnowsze SRL znajdujące się w etapie badań lub wprowadzane są do wojsk, wyposaża się w urządzenia umożliwiające bezpośrednie przekazywanie danych do organu zbierania i przetwarzania informacji. Obserwuje się tendencje w konstruowaniu systemów multispektralnej kontroli rejonu pola walki, poprzez sprzężanie SRL z kamerą termowizyjną. Przykładem jest urządzenie RASICA, które powstało ze sprzężenia stacji RASIT E z kamerą termowizyjną CASTOR. Dąży się do budowania stacji o konstrukcji modułowej, która umożliwia zwiększenie różnorodności zastosowań, włącznie z obserwacją przedpola, sygnalizacją elektrooptyczną, wskazywaniem i śledzeniem celów dla potrzeb rozpoznania, wsparcia ogniowego i obrony

przeciwlotniczej. Budowa modułowa umożliwia montowanie urządzeń na trójnogach, pojazdach, a także na pokładach BSR.

Innym przykładem wprowadzania SRL obserwacji pola walki do wojsk lądowych są SRL zakresu milimetrowego. Stacje te mają bardzo małe wymiary, montowane są na wieżyczkach czołgów i razem z kamerą termowizyjną prowadzą obserwację przedpola.

Nie ulega wątpliwości, że stacja radiolokacyjna jest podstawowym środkiem rozpoznawczym przeznaczonym do obserwacji pola walki i kierowania ogniem artylerii w każdych warunkach atmosferycznych.

2.4.1. Przeznaczenie i charakterystyka artyleryjskich stacji radiolokacyjnych używanych przez jednostki wojsk niemieckich.

Stacje radiolokacyjne rozpoznania artyleryjskiego są przeznaczone do wykrywania i określania współrzędnych stanowisk ogniowych moździerzy i artylerii przeciwnika oraz stanowisk startowych wyrzutni pocisków raketowych jak również do kierowania ogniem własnej artylerii i pocisków raketowych. Mogą wykrywać ruchome cele naziemne i nisko lecące z małą prędkością oraz wysokości wybuchów naziemnych.¹³ Nowoczesne SRL są w stanie określić za pomocą analizy trajektorii lotu pocisku artyleryjskiego współrzędne działa, z którego został on wystrzelony.

Zasięg wykrywania celów za pomocą tego rodzaju stacji wynosi 8-30 km i zależy od wielkości celów. Dokładność określania współrzędnych waha się w granicach $\pm 0,6^\circ$, ± 10 m. Średni czas od momentu wykrycia celu do otwarcia ognia własnej artylerii wynosi w granicach 5 minut. SRL znajdujące się na wyposażeniu pododdziałów artylerii wojsk lądowych Niemiec są głównie produkcji amerykańskiej i brytyjskiej. Rozmieszcza się je z reguły 2-6 km od linii styczności wojsk oraz w rejonach punktów kierowania ogniem poszczególnych dywizjonów artylerii polowej, jak również w pobliżu sztabu artylerii dywizji. Zapewnia to możliwość prowadzenia obserwacji w całym pasie działania dywizji.

Do typowych przedstawicieli SRL będących na wyposażeniu pododdziałów artylerii sił lądowych Niemiec należą: stacje produkcji amerykańskiej (starszego typu) - AN/TPS-25, AN/MPQ-4A, i nowsze RATAK, FERA, i stacje brytyjskie - GREEN ARCHER. Dla

¹³ Podstawowe systemy radioelektroniczne SZ głównych państw NATO. ASG WP. Warszawa 1981.

przykładu SRL FERA ma moc nadajnika 70 kW, zasięg wykrywania od 300-20000 m, a średnica anteny 1 m. Pozostałe dane taktyczno-techniczne SRL przedstawia załącznik 9.

Stację AN/TPS-25 posiada każda dywizja. Rozwija się je przy SD artylerii. Pozostałe typy stacji znajdują się w dywizjonach artylerii. Każdy dywizjon posiada więcej niż jedną stację radiolokacyjną. Ogólnie pkm może dysponować około 6 SRL. W latach dwudziestych po reorganizacji sił lądowych Bundeswehry ilość SRL gruntownie nie ulegnie zmianie, zmieni się natomiast ilość SRL w brygadzie w dywizjonie artyleryjskim do trzech.

Specjaliści zachodni są zdania, SRL mają jeszcze szereg wad, do których zaliczają między innymi małą szybkość działania, niski stopień automatyzacji, zbyt mały zasięg rozpoznania, mała dokładność określania współrzędnych oraz przestarzałe rozwiązania konstrukcyjne.

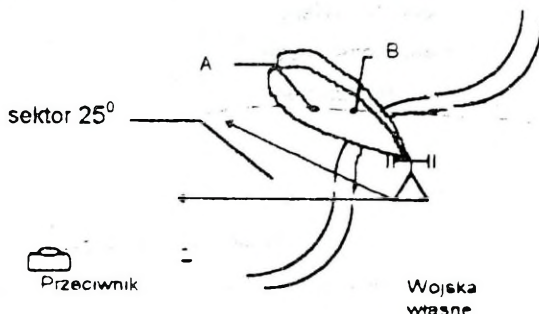
W celu większego zaspokojenia potrzeb współczesnego pola walki od szeregu lat prowadzi się intensywne badania i opracowuje nowe rozwiązania. Przykładem może być stacja radiolokacyjna RASIT EE umożliwiająca określanie stanowisk ogniowych artylerii przeciwnika, korygowanie ognia własnej artylerii oraz wykrywanie ruchomych i nieruchomych celów naziemnych i powietrznych.

Zasada wyznaczenia położenia strzelającej artylerii lub moździerzy polega na śledzeniu toru lotu pocisku, w celu określenia jego współrzędnych. Określając współrzędne na wybranym odcinku toru lotu pocisku, w co najmniej dwu punktach jego lotu, można przy pomocy monogramu lub przelicznika analogowego wyznaczyć położenie środka ogniowego. SRL tego typu może również służyć do korygowania własnych moździerzy i artylerii przez określenie niewidocznych punktów spadania pocisków według ich torów lotu.

Wykorzystywana stacja rozpoznania artyleryjskiego AN/MPQ-10A, która wykorzystywana jest od prowadzenia rozpoznania płasko strzelającej artylerii, miała szereg wad, polegających między innymi na tym, że w ciągu określonego czasu można było określić położenie tylko jednej armaty (działa), a ponadto trzeba było dla określenia pomiaru metodą dwóch punktów co najmniej dwóch kolejno wystrzelonych pocisków.

W SRL typu AN/MPQ-4A uzyskano (dzięki zastosowaniu specjalnej elektromechanicznej metody przeszukiwania przestrzeni w płaszczyźnie poziomej w

zadany sektorze, kolejno przy pomocy dwu wiązek umieszczonych jedna nad drugą rys. 2.13) możliwość wykrywania jednoczesnego, już po jednym wystrzale, kilku stanowisk moździerzy znajdujących się w sektorze 25° azymutu. Pamiętać jednak musimy, że stacja ta jest przeznaczona do rozpoznania stromo strzelających moździerzy.



Rys 2.13 Zasada wskazywania celu za pomocą SRL AN/MPQ-4A

SRL porównuje czas lotu pocisku po torze pomiędzy punktem A i B. Mając do dyspozycji prędkość i czas opóźnienia przelicza dane i otrzymany wynik w postaci współrzędnych przekazuje do własnych jednostek artyleryjskich. Taką samą metodę wykorzystuje się przy strzelaniu własnej artylerii.

Na konstrukcji AN/MPQ-4A oparta została konstrukcja SRL GREEN ARCHER (produkcja Wielka Brytania), która może być wykorzystana do:

- a) naprowadzania ognia artyleryjskiego na stanowiska moździerzy;
- b) kierowania ogniem artylerii do dowolnych celów naziemnych, dzięki obserwacji punktów wybuchów pocisków oraz korygowania ognia po wprowadzeniu niezbędnych poprawek meteorologicznych i innych;
- c) obserwacji ruchomych celów naziemnych;
- d) kierowania ruchem lekkich samolotów i śmigłowców.

Obliczanie współrzędnych stanowisk moździerzy następuje w sposób automatyczny, a wyniki są zobrazowane na specjalnym wskaźniku. Jeżeli do przelicznika zostaną wprowadzone współrzędne SRL, to wynikiem obliczeń jest rzeczywista pozycja stanowiska ogniowego moździerza w postaci mapy z siatką odniesienia.

Zarówno SRL GREEN ARCHER jak i nowsza wersja CYMBELINE posiadają długi czas pomiaru współrzędnych (do 30 s), stosunkowo niedużą przepustowość, a także mały zasięg i dokładność lokalizacji.

Dalsze prace badawcze i konstrukcyjne skierowane są na wyprodukowanie stacji o zmniejszonych gabarytach i większych zasięgach wykrywania celów.

W ostatnich latach jednostki artylerii Niemiec otrzymują uniwersalne stacje radiolokacyjne RATAC S. Ich ilość jest niewielka a planowe dostawy mają się zakończyć w drugiej połowie lat dziewięćdziesiątych.

Następną generacją SRL o znacznie lepszych parametrach od istniejących i wprowadzanych na uzbrojenie będzie, obecnie w fazie konstrukcyjno-doswiadczałnej, stacja o nazwie COBRA. Powstaje ona w kooperacji czterech państw: Wielkiej Brytanii, Francji, Niemiec i Stanów Zjednoczonych. Możliwość współpracy przy tej stacji rozważają również firmy włoskie.

Stacja radiolokacyjna COBRA jest przewidziana do szybkiego i precyzyjnego określania, na podstawie analizy toru lotu pocisku, położenia stanowisk ogniowych artylerii lufowej i raketowej przeciwnika oraz korygowania ognia własnej artylerii. Wszystkie urządzenia stacji będą zabezpieczone przed bronią masowego rażenia (w tym przed oddziaływaniem impulsu elektromagnetycznego), odłamkami pocisków artyleryjskich i przed pociskami z broni strzeleckiej. Będzie ona umożliwiała prowadzenie obserwacji i obliczeń nawet w warunkach bardzo silnych zakłóceń elektromagnetycznych.

Stacja COBRA będzie wykorzystywała częstotliwości z całego pasma C (0,5-1 GHz). Charakteryzować ją będzie stosunkowo mała moc w impulsie i krótki czas nadawania, co utrudni jej wykrycie oraz namierzanie przez środki rozpoznania radioelektronicznego, jak również zmniejszy prawdopodobieństwo trafienia przez przeciwradiolokacyjne pociski raketowe. Będzie ona umożliwiała równoległe wykrycie i śledzenie wielu celów.

Stację rozwija się w ciągu 5 minut w odległości 5-10 km od linii styczności wojsk. Pełne jej zwinięcie będzie trwać 2 minuty, a częściowe - w trybie alarmowym ok. 1 minuty.

Antena stacji, o powierzchni ok. $4,5 \text{ m}^2$, z fazowym szykiem antenowym i elektronicznym odchylaniem wiązki, złożona będzie z ok. 750 aktywnych czteroelementowych modułów, nadawczo-odbiorczych wykonanych z arsenku galu (GaAs). Antena aktywna o takiej konstrukcji pozwala na łatwą wymianę modułów, nawet w warunkach polowych i zmniejszenie mocy zasilającej z 50 do 30 kVA. Zapewnia ona

rownież dużą efektywność wykorzystania mocy i nieprzerwaną pracę stacji nawet w przypadku uszkodzenia kilku modułów. Antena stacji COBRA umożliwi obserwację przestrzeni powietrznej w sektorze 150° w azymucie i 30° w elewacji. Sektor ten może być zmniejszony, a jego części "wyłączone" w celu uniknięcia fałszywych alarmów od przelatujących ptaków i samolotów.

SRL COBRA będzie przechwytywała pociski w locie w czasie kilku milisekund. Cykl przeszukiwania sektora i przeprowadzenia obliczeń balistycznych będzie trwał ok. 12 sekund, po czym dane zostaną przekazane na SD. W czasie około 3 minut będą obliczone współrzędne ok. 40 rejonów rozwinięcia stanowisk ogniowych baterii (lub ok. 320 SO dział). Dokładność określania współrzędnych SO będzie wprost proporcjonalna do rozmiarów wykrywania pocisków i w najgorszym przypadku wyniesie kilkadziesiąt metrów. Zasięg wykrywania pocisków ma wynosić do 20 km - kalibru 122-155 mm i taktycznych pocisków rakietowych powyżej 100 mm.

Zastosowanie wąskiej wiązki asymetrycznej, szybkich zmian częstotliwości oraz silnego tłumienia listków bocznych zapewni odporność stacji COBRA na zakłócenia. Dla uniknięcia trafienia przeciwradiolokacyjnym pociskiem rakietowym będą stosowane różne środki, od całkowitego wyłączenia stacji aż do nadawania sygnałów mylących.

W skład SRL COBRA wejdą następujące elementy:

- antena radiolokacyjna;
- odbiornik;
- nadajnik;
- urządzenie analizy sygnałów;
- moduł operacyjny i sygnalizacyjny.

Próby prototypu przewidziane są na koniec 1993 roku, a wyposażenie jednostek sił lądowych kooperantów rozpocznie się pomiędzy 1998 a 2001 rokiem.

2.4.2. Przeznaczenie i charakterystyka stacji radiolokacyjnych obserwacji pola walki i wykrywania celów ruchomych.

Stacje radiolokacyjne obserwacji pola walki wojsk lądowych są przeznaczone do wykrywania ludzi i pojazdów znajdujących się w ruchu, określeniu ich miejsca położenia w terenie, kierunku i prędkości poruszania się oraz identyfikacji wykrytego celu. Mają

również możliwość wykrycia celów powietrznych na małej wysokości w strefie taktycznej. Pracują na fali ciągłej lub impulsowo, wykorzystując zjawisko Dopplera. Zakres wykrywania tych radiolokatorów w zależności od przeznaczenia, konstrukcji i mocy nadajnika oraz czułości układu odbiorczego waha się w granicach od 300 m do 30 km. Określają one współrzędne celów z dokładnością od 20 do 40 m, w azymucie od $0,6^\circ$ do 3° . Ogólny zakres częstotliwości pracy stacji wynosi od 8900 do 16500 MHz. Wykrycie celów jest sygnalizowane w słuchawkach, głośniku lub zobrazowane na wskaźniku radiolokacyjnym.

SRL obserwacji pola walki i wykrywania celów ruchomych rozmieszcza się w miarę możliwości najbliższej linii styczności wojsk, na wzniesieniach terenowych w miejscach zapewniających duże sektory widoczności. Każdej stacji przydziela się określony sektor obserwacji, ustala rodzaj pracy, częstotliwości obserwacji określonego rejonu, kolejność i terminy przekazywania informacji. Pododdziałami, które prowadzą rozpoznanie pola walki i obserwację celów ruchomych w wojskach lądowych Bundeswehry, to przede wszystkim rozpoznawcze bataliony pancerne. Oprócz tych pododdziałów rozpoznanie radiolokacyjne prowadzą wszystkie pododdziały rozpoznawcze wyposażone w SRL. Zbieraniem i analizą informacji z rozpoznania radiolokacyjnego zajmują się grupy analizy danych na SD dywizji i KA. Informacje z rozpoznania radiolokacyjnego wykorzystywane są przez wszystkie szczeble dowodzenia w celu przeciwdziałania siłom przeciwnika. Pododdziały te posiadają na swoim uzbrojeniu SRL obserwacji pola walki typu RATAc, RATAc S i RASIT. Wcześniejsze typy SRL to AN/PPS-5, AN/TPS-33, GS nr14 MK-1, RASURA DRPT-2A przedstawione są w załączniku nr 10. Nie wyklucza się, że jeszcze w niektórych pododdziałach wojsk lądowych Bundeswehry mogą być na wyposażeniu.

Najnowszą SRL obserwacji pola walki i celów ruchomych będącą na uzbrojeniu pododdziałów Niemieckich jest uniwersalna SRL typu RATAc S¹⁴. Umożliwia ona wykrycie celów ruchomych i nieruchomych, naziemnych i powietrznych, automatyczne śledzenie i określanie współrzędnych celów w krótkim czasie, w każdych warunkach atmosferycznych, w dzień i w nocy. Zastosowana w niej odpowiednia obróbka sygnałów umożliwia rozróżnianie celów np. pojazdów kołowych od gąsienicowych, śmigłowców, pojedynczych żołnierzy itp.

¹⁴ Komunikat rozpoznawczy nr 5/1989

SRL RATA C S jest stacją, w której zastosowano najnowszą technologię mikroelektroniki i sprzętu komputerowego. Składa się ona z dwóch zasadniczych zespołów: pierwszy to antena, nadajnik i odbiornik; drugi to podzespół sterowania, urządzenia przetwarzania sygnałów i zobrazowania danych oraz komputer. Obydwa zespoły radiolokatora są łączone kablem o długości 50 m i po rozłączeniu mogą być przenoszone lub przewożone w pojazdach o małej objętości ładunku.

Nową ideą radiolokatora RATA C S jest zastosowanie komputera, który zastąpiłby w pracującej analogowo stacji RATA C różne wyłączniki, urządzenia i elementy obsługiwane ręcznie. Zastosowanie komputera i odpowiedniego operacyjnego oprogramowania uprościło znacznie czynności związane z obsługą radiolokatora, zwiększyło jego niezawodność działania oraz parametry techniczne. Nowy RATA C S może maksymalnie wykryć czołg z odległości ok. 38 km (RATA C od 20 km).

Inną stacją używaną powszechnie przez jednostki lądowe Niemiec, jest stacja RASIT. Stacja RASIT jest ona przeznaczona do wykrywania, śledzenia i określenia współrzędnych ruchomych celów naziemnych oraz samolotów lecących na skrajnie niskich wysokościach z małą prędkością. Główną zaletą SRL RASIT to: niezawodność działania, małe gabaryty i wysoki stopień automatyzacji. Jest wykonana w wersji przenośnej i przewożonej na pojazdach opancerzonych. Radiolokator jest obsługiwany przez jednego żołnierza (operatora) lub dwóch (operator i planszecista). Zasięg wykrywania człowieka wynosi 12 km, małych pojazdów od 18 do 20 km, dużych pojazdów do 30 km, samolotów i śmigłowców od 12 do 20 km, dokładność określania celów w odległości 10 m, w azymucie $0,6^\circ$.

Ważną zaletą radiolokatora, umożliwiającą sterowanie jego pracą z ukrycia, jest wyposażenie go w wynośny blok, w którym znajduje się wskaźnik do zobrazowania celów i określenia współrzędnych położenia w terenie oraz pulpit sterowania. Blok ten jest połączony z układem nadawczo-odbiorczym i antenowym kablem o długości 25 - 100 m.

3. POWIETRZNE ŚRODKI RADIOLOKACYJNE

Rozpoznanie powietrzne prowadzone jest na korzyść wszystkich rodzajów sił zbrojnych. Prowadzone jest za pomocą różnych technicznych urządzeń rozpoznania instalowanych na samolotach, śmigłowcach oraz bezpilotowych środkach rozpoznania.

W zależności od zadań stawianych przed rozpoznaniem na samolotach, śmigłowcach i bezpilotowych środkach rozpoznania, instalowane są różne systemy rozpoznawcze, a mianowicie:

- optyczne (LAF, kamery telewizyjne);
- radiolokacyjne i radiotechniczne (stacje radiolokacyjne obserwacji bocznej, stacje radiolokacyjne panoramicznej obserwacji przedniej półsfery, dopplerowskie stacje radiolokacyjne);
- techniki podczerwieni i laserowe;
- radiowe (urządzenia analizy częstotliwości, sygnału, namierniki radiowe).

Rozpoznanie powietrzne prowadzone jest kompleksowo z wykorzystaniem wszystkich wyżej wymienionych systemów rozpoznania. Głębokość prowadzonego rozpoznania uzależniona jest to od przeznaczenia i typu środka prowadzącego rozpoznanie, urządzeń rozpoznawczych w nich zainstalowanych oraz od zadania i szczegółu dowodzenia na jakim jest prowadzone rozpoznanie. Na przykład głębokość taktycznego rozpoznania powietrznego prowadzonego na korzyść KA wynosi 300-400 km, a dywizji 40 km.

Środki radiolokacyjne prowadzące rozpoznanie są najbardziej wiarygodnym źródłem informacji o przeciwniku powietrznym, lądowym i morskim szczególnie w trudnych warunkach atmosferycznych. W zależności od klasy i przeznaczenia stacji radiolokacyjnych dokładność lokalizacji obiektów kształtuje się różnie, od kilkudziesięciu metrów do kilku metrów w odległości i azymucie.

Współczesne samoloty, zarówno wojskowe jak i cywilne, posiadają zamontowane SRL. Przeznaczenie stacji jest różne w zależności od typu i przeznaczenia samolotu. Wyróżniamy stacje radiolokacyjne do prowadzenia nawigacji, kierowania uzbrojeniem, pomiaru wysokości oraz do prowadzenia rozpoznania radiolokacyjnego (radiolokatory obserwacji bocznej). Na samolotach bojowych (myśliwskich, myśliwsko-bombowych, szturmowych oraz śmigłowcach szturmowych) głównym elementem systemu

nawigacyjno-celowniczego jest SRL. Umożliwia ona wykorzystanie samolotu w każdych warunkach atmosferycznych, zapewnia wykrywanie celów z dużych odległości i kierowanie uzbrojeniem. Do prowadzenia rozpoznania ugrupowania bojowego przeciwnika są przeznaczone inne rodzaje stacji radiolokacyjnych, które montuje się w samolotach rozpoznawczych prowadzących rozpoznanie radiolokacyjne.

Główne wymagania stawiane pokładowym SRL to:

- duży zasięg wykrywania i naprowadzania;
- możliwość wykrywania i śledzenia celów na tle ziemi;
- możliwość śledzenia kilku celów jednocześnie;
- możliwość prowadzenia w szerokim zakresie obserwacji obiektów naziemnych.

Najnowsze SRL są urządzeniami wielofunkcyjnymi. Zwiększenie zasięgu wykrywania uzyskano dzięki wykorzystaniu impulsowo-dopplerowskiego rodzaju pracy z koherentnym opracowywaniem sygnałów i wysoką częstotliwością powtarzania impulsów. Ten rodzaj pracy zapewnia duży zasięg wykrywania niskolegających celów przy dużych prędkościach zbliżania na kursach spotkaniowych. Rodzaj pracy ze średnią częstotliwością powtarzania impulsów jest bardziej efektywny przy małych prędkościach zbliżania w pościgu. Do wykrywania celów naziemnych oraz celów powietrznych w górnej półsfery konieczny jest również impulsowy rodzaj pracy. Wykorzystanie cyfrowych metod opracowania i zapamiętania odbitych od celów sygnałów pozwoliło na jednoczesne śledzenie kilku celów powietrznych i naprowadzanie rakiet na te cele. Przy wprowadzaniu cyfrowych urządzeń radiolokacyjnych, dąży się do ich jak najmniejszej komplikacji i gabarytów, a w SRL głowic pocisków rakietowych powietrze-powietrze do systemu "wystrel i zapomnij".

Stosowane obecnie środki rozpoznania można podzielić na dwie grupy: powietrzne środki zdalnego rozpoznania i środki penetrujące. Uzupełnieniem tych środków są satelity rozpoznawcze i środki jednorazowego użycia.

Powietrzne środki zdalnego rozpoznania obejmują radiolokatory:

- z syntetyczną anteną - SAR;
- wykrywanie celów ruchomych - MTI;
- wczesnego ostrzegania - AEW;
- środki rozpoznania naziemnego - ECS.

Urządzenia te są montowane na samolotach LT i specjalnych, które wykonują loty w rejonie patrolowania, nad własnym terytorium na wysokościach 12-22 km i w odległości około 100 km od linii styczności bojowej wojsk.

Radiolokator z anteną - SAR (Synthetic Aperture Radar). Jest przeznaczony do wykrywania, obserwacji i lokalizacji celów stacjonarnych na mapy radiolokacyjnej terenu. Częstotliwość jego pracy zajmuje przedział od 10 do 17 GHz. Zdolność rozdzielcza wynosi średnio 3 cm przy zasięgu 100 km. W bliskiej przyszłości będzie można osiągnąć taką samą rozdzielczość z odległości 200 km. Radiolokatory mogą prowadzić obserwację lotnisk, portów, stacji kolejowych oraz pojazdów na postoju lub poruszających się z prędkością mniejszą niż 3 km/h. Mają one także możliwość obserwacji wybranego rejonu o powierzchni kilku kilometrów (obserwacja punktowa), w której poddaje się obserwacji np. zgrupowanie pojazdów w rejonie koncentracji lub na postoju.

Radiolokator MTI (Moving Target Indicator). Służy do wykrywania celów ruchomych o prędkości powyżej 4 km/h. Może on prowadzić obserwację terenu o wymiarach 200 km na 100 km, przeszukując ten obszar w ciągu 10 s. Rozróżnialność radiolokatora w azymucie jest stosunkowo mała i wynosi ok. 2,5 km przy odległości 200 km i szerokości wiązki wynoszącej 1° . Dokładność określania położenia celu w azymucie waha się w granicach $0,05^\circ$ do $0,1^\circ$ co odpowiada 220 m i 450 m przy odległości 300 km. W przypadku dużego nasilenia ruchu pojazdów istnieje trudność w oszacowaniu ich liczby oraz podległości.

Powietrzne środki wczesnego ostrzegania - AEW (Airborne Early Warning). Dostarczają informacji o zagrożeniu z powietrza. W tym celu prowadzoną stałe nadzorowanie lotnisk i kontrolują ruch samolotów w ich sąsiedztwie. Odległość rejonów ich patrolowania od granicy linii styczności bojowej wojsk wynosi ok. 100 km, a zasięg wykrywania i śledzenia 250 km w głąb terytorium przeciwnika. Samoloty mogą prowadzić rozpoznanie środków radioelektronicznych oraz naziemnych celów ruchomych

Grupę powietrznych środków penetrujących obejmują samoloty pilotowane i bezpilotowe oraz pojazdy zdalnie kierowane RVP. Wyposażone mogą być w środki rozpoznania optycznego, środki do prowadzenia rozpoznania w podczerwieni lub radiolokacyjne.

3.1. *Przeznaczenie i charakterystyka SRL samolotów taktycznych Niemiec.*

Samoloty lotnictwa taktycznego oprócz urządzeń do rozpoznania radioelektronicznego wyposażone są w panoramowe stacje radiolokacyjne obserwacji przedniej półsfery. Wyposażone są w nie wszystkie samoloty wykorzystywane do walki ogniowej.

Panoramowe SRL obserwacji przedniej półsfery przeznaczone są do: prowadzenia wykrywania obiektów przed samolotem; rozpoznania obiektów i wyliczania optymalnych warunków zrzutu bomb (odpalenia rakiet) oraz zobrazowania terenu w celu sprawniejszego nawigowania samolotem.

Zasięg obserwacji jest uzależniony od parametrów SRL, wysokości i lotu samolotu. Może się kształtować w granicach od kilku do około 200 km.

Kąt promieniowania wiązki fali elektromagnetycznej z anteny przy różnych typach SRL będzie różny, dochodząc do 8° - 9° , co wiąże się z wielkością rozpoznawanego obszaru. Wielkość ta uzależniona będzie również od odległości samolotu od rozpoznawanego obszaru. Przy maksymalnej odległości rozpoznawany obszar będzie największy. W miarę zbliżania się samolotu obszar ten będzie maleł, lecz wydatnie poprawi się jakość obrazu.

SRL obserwacji przedniej półsfery można bardzo efektywnie wykorzystać od wyszukiwania punktów orientacyjnych w terenie (jeziora, rzeki), wykrywania obiektów stałych (mosty, zakłady produkcyjne, lotniska, wyrzutnie rakiet, tory kolejowe i inne) oraz obiektów ruchomych (kolumny, okręty, śmigłowce, balony meteorologiczne). Są one w samolocie sprzęgnięte z przelicznikiem do wyliczania zrzutu bomb. Obecnie coraz większe zastosowanie uzyskują SRL sprzęgnięte z termowizjerami lub też posiadają funkcje skanowania, która rozpoznaje cel.

W SP Niemiec podstawowym samolotem taktycznym jest Tornado IDS¹⁵. Samolot ten posiada wielofunkcyjną SRL budowaną przez AEG Telefunken na licencji firmy Texas Instruments. Stacja wyposażona jest w dwa podzespoły. Pierwszy GMR (Ground Mapping Radar) wykorzystujący górną wiązkę antenową, który pozwala na lokalizację obiektów przeciwnika, w każdych warunkach atmosferycznych i stanowi ważny element

¹⁵ TORNADO IDS. Przegląd konstrukcji lotniczych 5/1993

nawigacji bez widoczności ziemi tworząc mapę terenu wyświetlaną na monitorach w kabinach załogi. Drugi element to TFR (Terrain Following Radar) posługujący się dolną mniejszą anteną. Jest podstawowym urządzeniem niezbędnym do automatycznego omijania przeszkód terenowych w trakcie lotu na małej wysokości.

Druga stacja radiolokacyjna używana przez samoloty Tornado to dopplerowska firmy Decca. Brak jest bliższych informacji na temat tej stacji.

Innym samolotem będącym na uzbrojeniu SP Niemiec jest F-4.

Pierwsze SRL montowane jeszcze na F-4D były stacjami z automatycznym celownikiem radiolokacyjnym i układem do pomiaru odległości do obiektów naziemnych AN/APQ-109. Jej następcą jest stacja AN/APQ-120 i stacja do lotów na małej wysokości bez widoczności ziemi. Samolot F-4D z zamontowanymi już nowymi stacjami zmienił nazwę na F-4E, który jest obecnie eksploatowany przez SP Niemiec.

Po przejęciu przez siły powietrzne Bundeswehry lotnictwa byłej NRD przyjęto między innymi samoloty MiG-29 i MiG-21. Te ostatnie dowództwo SP Niemiec postanowiło sprzedać, a MiG-29 eksploatować. Samoloty MiG-29 posiadają na swoim pokładzie SRL RFBK-29E o zasięgu 60-70 km ale ze względu na brak możliwości współpracy z systemami nawigacji i naprowadzania produkcji zachodniej samoloty są przezbrajane w awionikę używaną przez państwa zachodnie. Samolot ten będzie posiadał oprócz nowych środków łączności również nową SRL, na razie brak jest informacji jaka to będzie stacja.

Podstawowe dane taktyczno-techniczne pokładowych SRL SP Niemiec zawiera załącznik nr 11.

3.2. *Przeznaczenie i charakterystyka SRL samolotów specjalnych (rozpoznawczych) i śmigłowców Niemiec*

W wyposażeniu samolotów specjalnych (rozpoznawczych) występują różne środki rozpoznawcze. Do rozpoznania wojsk i obiektów na polu walki powszechnie wykorzystywane są SRL obserwacji bocznej. Tego rodzaju stacje umożliwiają obserwację obiektów stałych, rejonów rozmieszczenia środków technicznych oraz obiektów ruchomych poruszających się z prędkością powyżej 5 km/h.

Samoloty wykorzystujące radiolokatory obserwacji bocznej prowadzą rozpoznanie terenu przeciwnika z własnego terytorium, lecąc wzdłuż linii styczności wojsk. Do prowadzenia rozpoznania w strefie taktycznej samoloty rozpoznawcze będą wykonywały loty w odległości 50 km i bliżej od linii styczności bojowej wojsk.

Zasięg rozpoznania przy wykorzystaniu SRL obserwacji bocznej wynosi:

- ok. 8 km przy locie samolotu na wysokości 100 m (RF-4E);
- ok. 100-150 km przy locie samolotu na wysokości 10 km.

Stacje radiolokacyjne instalowane w niemieckich samolotach rozpoznawczych np. AN/APQ-102 umożliwiają zobrazowanie terenu i obiektów znajdujących się na rozpoznawanym obszarze. Informacje te są utrwalane na taśmie fotograficznej, którą wywołuje się po wylądowaniu samolotu.

W nowszych rozwiązaniach SRL informacje z rozpoznania są rejestrowane i natychmiast przekazywane z samolotu drogą radiową do posterunków naziemnych. Bezpośrednie przekazywanie danych z rozpoznania z dużych wysokości jest ograniczone do 80 km natomiast przy małej wysokości, jeżeli nie stosuje się retranslacji za pomocą specjalnego samolotu, informacje są rejestrowane i przekazywane po wylądowaniu samolotu.

Ujemną stroną tego sposobu rozpoznania jest wrażliwość na zakłócenia oraz mała rozdzielczość obrazu, szczególnie przy małej wysokości.

Prace nad nową generacją samolotowych (smigłowcowych) SRL rozpoznania pola walki zostały zainspirowane z jednej strony przez dokonany w latach osiemdziesiątych postęp w dziedzinie techniki radiolokacyjnej, obróbki danych i ich transmisji, a z drugiej strony w wyniku zapotrzebowania SZ NATO na precyzyjne i aktualne informacje o ruchu wojsk przeciwnika na głębokość do 180 km, wynikającego z przyjętej koncepcji operacyjnej FOFA zwalczania manewrujących odwodów i drugich rzutów sił lądowych.

Stosowane na samolotach RF-4 SRL obserwacji bocznej typu AN/UPD-4 lub nowsze UPD-8, UPD-10 o zwiększonym zasięgu do 90 km i poprawionych możliwościach wskazywania celów ruchomych są jeszcze niewystarczające (dane taktyczno-techniczne przedstawia w tabeli nr.12).

W przypadku prowadzenia rozpoznania przez RF-4C, E ze SRL obserwacji bocznej, ponowne objęcie obserwacją tego samego rejonu jest możliwe dopiero po

upływie około 30 minut, przy czym czas pojedynczej obserwacji jest stosunkowo krótki. Ogranicza to poważnie możliwości śledzenia celów. Potwierdziły to ćwiczenia w siłach powietrznych Niemiec, podczas których obszar o powierzchni 14000 km² był 11-12rotnie przeszukiwany przez samolot rozpoznawczy RF-4E. Spośród 145 śledzonych celów, tylko dane o 24 były przydatne do wykonania natychmiastowego uderzenia lotniczego, raketowego lub artyleryjskiego¹⁶. W przypadku pozostałych celów opóźnienie informacji sięgało dwóch godzin, ze względu na konieczność skorelowania danych z innych źródeł.

Najlepsze osiągnięcia w rozpoznaniu pola walki poczynili Amerykanie. Ich system JSTRS, (samolot E-8A) przeznaczony do wczesnego ostrzegania o ruchu wojsk lądowych przeciwnika oraz do naprowadzania samolotów na cele naziemne w czasie rzeczywistym sprawdził się na polu walki w czasie Pustynnej Burzy.

Nowym niemieckim samolotem rozpoznawczym, który jeszcze nie wszedł od uzbrojenia a jest w końcowej fazie prób lotnych z zamontowaną aparaturą rozpoznawczą, jest samolot D-500¹⁷. Przeznaczony jest on do prowadzenia, z dużej wysokości, długotrwałego rozpoznania radioelektronicznego. Do realizacji tego typu zadań rozpoznawczych samolot wyposażono w wiele urządzeń odbiorczych i namierzających. Do prowadzenia rozpoznania radiolokacyjnego przewiduje się zamontowanie SRL obserwacji bocznej typu UPD-X (takiej jak w samolocie TR-1) z syntetyczną anteną (ASARES-2), umożliwiającą wykonywanie w czasie rzeczywistym obrazów radiolokacyjnych o dokładności porównywalnej ze zdjęciami fotograficznymi. Zasięg rozpoznania tej stacji wynosi ok. 150 km.

Oprócz wyżej wymienionych samolotów rozpoznawczych, siły morskie Niemiec posiadają samolot prowadzący rozpoznanie i zwalczanie okrętów podwodnych - ATLANTIC. Samolot przeznaczony jest do patrolowania i niszczenia wykrytych okrętów podwodnych. Jego czas patrolowania waha się w granicach od 12 do 18 godzin. Na swoim pokładzie ma zainstalowany cały kompleks aparatury rozpoznawczej, między innymi SRL typu CPS, DRAA-23, aktywny system JULIC do wykrywania okrętów podwodnych. SRL może wykrywać cele nawodne do 300 km.

¹⁶ Komunikat rozpoznawczy nr 7/1992

¹⁷ Komunikat rozpoznawczy nr 3/1990.

Oprócz samolotów rozpoznawczych SZ Niemiec posiadają również śmigłowce rozpoznawczo-łącznikowe Bo-105M. Na bazie tych śmigłowców prowadzone są próby z pokładową SRL obserwacji okrężnej. Przeznaczona jest do wykrywania celów powietrznych i naprowadzania śmigłowców myśliwskich BSH-1¹⁸, a jej praca jest w pełni niezależna od ruchów śmigłowca, kierunku lotu oraz ukształtowania terenu.

3.3. *Przeznaczenie i charakterystyka SRL w bezpilotowych środkach rozpoznawczych (platformach wirujących)*

Do wykrywania obiektów powietrznych na małych wysokościach oraz naziemnych, wykorzystuje się dopplerowskie stacje radiolokacyjne instalowane na śmigłowcach oraz bezpilotowych środkach rozpoznawczych (BSR) (platformach wirujących).

W siłach zbrojnych Niemiec BSR występują na szczeblu KA i dywizji. Przeznaczone są do prowadzenia rozpoznania powietrznego na korzyść niższych szczebli dowodzenia sił lądowych (dywizja, brygada, batalion).

Bezpilotowy system rozpoznania ARGUS jest wykorzystywany na szczeblu KA, dywizji zmechanizowanej i pancernej w ilości trzech zestawów w pułkach artylerii mieszanej, w baterii rozpoznania radiolokacyjnego.

Przeznaczony jest do radiolokacyjnego nadzorowania pola walki oraz korygowania ognia artylerii. Umożliwia rozpoznanie celów ruchomych i radioelektronicznych. W skład systemu wchodzi dwa samochody: podstawowy z samowznoszącą się platformą wirnikową Do-34 Kiebitz, wyposażoną w miniaturową SRL typu ORPHEE II, laser wskazywania celów albo urządzenie do prowadzenia WRe DECCA RDL-2. Drugi samochód stanowi centrum odbioru, opracowania i przekazywania informacji na SD pułku artylerii. Zestaw rozmieszcza się w odległości ok. 10 km od linii styczności bojowej wojsk. Platforma wirnikowa wznosi się na wysokość 300 m nad samochodem, z którym jest połączona na pomocą przewodowej linii łączności (tą samą drogą dostarcza się paliwo).

Zainstalowana SRL ORPHEE II posiada możliwość wykrycia poruszających się pojazdów, czołgów, śmigłowców, kolumn zgrupowań wojsk oraz ich kierunku poruszania, a na odległościach 5-6 km nawet pojedynczych żołnierzy. Stacja pracuje w paśmie fal 3

cm i ma zasięg wykrywania ok. 60 km. Dane rozpoznawcze wykorzystywane przez zespół kierowania ogniem pułku i dywizji artylerii są w tym samym czasie przekazywane na SD KA i SD dywizji.

Inny bezpilotowy środek rozpoznawczy będący na wyposażeniu SZ Niemiec to DRONHE CL-289. Pomimo, że aparat ten nie wykorzystuje do prowadzenia rozpoznania stacji radiolokacyjnej a tylko środki optyczne i termowizyjne na uwagę zasługuje zainstalowany wysokościomierz radiolokacyjny oraz dalmierz z nim sprzężony. Urządzenia te umożliwiają automatyczne wykrycie i omijanie przeszkód terenowych podczas lotów na małych wysokościach. CL-289 jest przewidziany jako środek rozpoznania na szczeblu dywizji lub KA. SZ Niemiec dysponują 11-toma pododdziałami i 176 BSR. Specjaliści niemieccy ocenili, że egzemplarze, które są na wyposażeniu Bundeswehry są w stanie w przybliżeniu wykonać ten sam zakres działań co trzy eskadry samolotów RF-4E po 18 samolotów, przy czym CL-289 wymagają o ok. 50% mniejszego stanu obsługi i kosztu infrastruktury, a w eksploatacji są aż 5 razy tańsze prowadząc rozpoznanie o zasięgu do 175 km.

Kolejnym niemieckim bezzałogowym statkiem rozpoznania taktycznego jest GEAMOS (wersja morska SEAMOS). Konstrukcja tego BSR w dużej mierze została oparta na platformie wirującej Do-34 Kiebitz. W porównaniu z Do-34 Kiebitz, GEAMOS jest samodzielnym BSR tzn. nie jest aparatem na uwięzi. Jest to najcięższy i największy śmigłowiec bezzałogowy statek powietrzny (waga około jednej tony). Przeznaczeniem BSR GEAMOS jest wykrywanie i lokalizacja celów ruchomych oraz dział artyleryjskich a w wersji morskiej - jednostek pływających. BSR GEAMOS może wykonywać lot rozpoznawczy przez ok. 2 godziny osiągając pułap 4000m z prędkością wznoszenia 12 m/s. Wyposażenie awioniczne GEAMOSa jest bardzo nowoczesne, posiada między innymi układ sterowania całkowicie cyfrowy. Wykorzystano w nim bezwładnościowy system nawigacyjny, który w przypadku zakłóceń komend sterowania drogą radiową sam może wylądować. Jedynym wyposażeniem rozpoznawczym GEAMOSa jest stacja radiolokacyjna MTI produkcji Thomson-CSF. Jej podstawowym zadaniem jest wykrywanie i lokalizowanie znajdujących się w ruchu pojazdów i dział przeciwnika. Do jednych z ewentualnych zastosowań stacji wymienia się: wykrywanie i lokalizację celów dla systemu artylerii raketowej MLRS/TACMS. Zasięg maksymalny stacji w tym przypadku wynosi 60

km. Płaska antena o tzw. syntetycznej aparaturze może równocześnie emitować wiązki o różnych częstotliwościach przez co stacja jest wysoce odporna na zakłócenia. BSR GEAMOS występować ma na szczeblu dywizji lub KA. Bundesmarine zamierza zakupić BSR SEAMOS od firmy Dornier, lecz w wersji wykonanej w technologii „stealth” o masie własnej zmniejszonej do 450 kg. Oba cele mają zostać osiągnięte głównie przez zastąpienie w konstrukcji metali materiałami kompozytowymi. Do chwili obecnej SZ Niemiec nie zakupiły żadnego zestawu ze względu na ograniczenia budżetowe. Niemniej jednak ich zakup w najbliższych latach jest bardzo prawdopodobny.

4. PERSPEKTYWY ROZWOJU STACJI RADIOLOKACYJNYCH

Przez ostatnie lata państwa zachodnie konsekwentnie realizują program modernizacji i rozwoju urządzeń radiolokacyjnych w celu powszechnego wykorzystania ich we wszystkich rodzajach SZ. Obok powszechnie już stosowanych stacji trójwspółrzędnych badania prowadzone są głównie w kierunku wykorzystania stacji multistatycznych i bistatycznych oraz budowy urządzeń wykorzystujących energię elektromagnetyczną fal zakresu bardzo niskich częstotliwości i fal milimetrycznych.

W pracach badawczych nad nowymi radiolokatorami zwraca się szczególną uwagę na uodpornienie ich na zakłócenia aktywne i pasywne. Dąży się do zwiększenia zasięgu wykrywania celów powietrznych na małej wysokości, w tym również budowanych w technice "stealth".

Dla potrzeb sił lądowych opracowano kilka typów nowoczesnych, miniaturowych radiolokatorów obserwacji pola walki w wersji przenosnej i przewoźnej. Są to już radiolokatory wielozadaniowe o konstrukcji modułowej. Zdaniem specjalistów wojskowych NATO, radiolokatory tego rodzaju są najskuteczniejszymi urządzeniami do nadzorowania pola walki. Radiolokatory kierowania ogniem artylerii określają stanowiska ogniowe przeciwnika już z chwilą oddania pierwszego strzału lub startu rakiety wykorzystując do tego celu technikę mikroprocesorową.

Prace badawcze nad już wykorzystywanymi stacjami trójwspółrzędnymi są intensywnie rozwijane. Do wojsk wprowadza się coraz to nowsze typy stacji. Prowadzone są również prace badawcze nad termolokatorami, pozwalającymi uzyskać zdjęcia radiolokacyjne o dużej dokładności i rozróżnialności.

Dla potrzeb sił powietrznych i morskich projektowane są nowe wielozadaniowe SRL o konstrukcji modułowej. Jedną z najnowszych stacji wielozadaniowych jest AN/APS-137(H)¹⁹. Montowana jest na śmigłowcach i samolotach lotnictwa morskiego. Urządzenie to jest nowym modelem z rodziny radarów wielozadaniowych przeznaczonych dla sił lotnictwa morskiego. Konstrukcja urządzenia jest modułowa co pozwala na szybką wymianę podzespołów w razie ich uszkodzenia lub modyfikacji oraz

¹⁹ LOTNICTWO AVIATION INTERNATIONAL, NR 4 16-28 Luty 1994

znacznie ułatwia montaż. Taka konstrukcja ma zapewnić jego nowoczesność przez wiele lat.

Możliwości AN/APS-137(H) obejmują:

- wykrywanie małych celów o małym echu radarowym w trudnych warunkach pogodowych;
- obserwację dalekiego zasięgu. Stosowana w przypadku walki morskiej lub dozoru obszaru morskiego. System posiada również funkcję skanowania, która umożliwia rozpoznanie rodzaju celu na podstawie bazy danych ech radiolokacyjnych różnych okrętów, samolotów, śmigłowców itp. Radar może równocześnie śledzić i namierzać do 32 celów.
- nawigację; Radar pracuje jako pomoc nawigacyjna dużego zasięgu oraz pozwala na uzyskanie dokładnej mapy radarowej obszaru przybrzeżnego, co umożliwia określenie właściwego położenia.
- radar meteorologiczny;
- wykrywanie celów powietrznych.

AN/APS-137(H) pozwala na przesyłanie uzyskanego obrazu i informacji o wykrytych celach bezpośrednio do okrętów lub innych SD np. powietrznych.

W celu zapewnienia wczesnego wykrywania celów na małej wysokości z dużych odległości, są prowadzone prace badawcze nad naziemnymi pozahoryzontalnymi SRL pracującymi w zakresie fal dekametrowych (10-100 m), które mogą rozchodzić się poza linię horyzontu dzięki ich właściwościom odbijania się od jonosfery. SRL tego rodzaju mogą wykrywać nie tylko cele lecące na bardzo małej wysokości, ale również na bardzo dużych wysokościach - cele powietrzne i kosmiczne.

Zasadniczą zaletą nowych stacji pozahoryzontalnych jest ich odporność na zniszczenie rakietami przeciwradiolokacyjnymi, możliwość wykrywania celów budowanych techniką stealth, odporność na zakłócenia aktywne.

Prowadzone są również badania nad radiolokatorami pasywnymi zakresu fal milimetrowych i submilimetrowych. Radiolokatory o nazwie MICRAD pracują na zasadzie wykorzystania naturalnego promieniowania energii elektromagnetycznej przez wszystkie obiekty oraz zjawiska promieniowania kosmicznego odbijanego od obiektów naziemnych, nawodnych i powietrznych. Podstawową zaletą radiolokatora pasywnego jest możliwość

wykorzystania go w każdych warunkach atmosferycznych oraz zdolność wykrywania obiektów maskowanych naturalnie lub sztucznie.

Podsumowując, kierunki badawcze nad nowymi SRL dotyczą przede wszystkim zwiększenia możliwości wykrywania nisko lecących celów powietrznych o bardzo małej powierzchni skutecznej odbicia fali elektromagnetycznej.

BIBLIOGRAFIA

1. Brygada, batalion, kompania, pluton, drużyna sił lądowych Niemiec - Zasady prowadzenia walki, organizacji, uzbrojenie. Szt. Gen. 1978.
2. DENF H. Naziemne środki i systemy obrony powietrznej NATO WPZ 2/1989.
3. DĘBSKI M. Łączność, radiolokacja i walka radioelektroniczna w SZ NATO - wybrane problemy. Materiał pomocniczy ASG WP. Warszawa 1983.
4. DURA M. Radary trójwspółrzędne. Nowa Technika Wojskowa. Numer 1/1994.
5. Informator o rozmieszczeniu baterii przeciwlotniczych pocisków rakietowych OP państw NATO w środkowej części ZTDW. Szt. Gen. 1985.
6. Informator o stacjonarnych systemach radiolokacyjnych państw NATO w środkowej części zachodniego teatru działań wojennych. Szt. Gen. 1983.
7. Informator o siłach zbrojnych Republiki Federalnej Niemiec. Szt. Gen. 1982.
8. Informator o środkach bezpilotowych armii państw kapitalistycznych. Szt. Gen. 1982.
9. Katalog sprzętu lotniczego państw NATO. Samoloty i śmigłowce. Szt. Gen. 1980.
10. Katalog sprzętu lotniczego państw NATO. Uzbrojenie samolotów i śmigłowców. Szt. Gen. 1981.
11. Katalog radiolokatorów głównych państw NATO. Szt. Gen. 1982.
12. Komunikaty rozpoznawcze od 1988 do 1994.
13. Kompendium sił zbrojnych państw NATO. Szt. Gen. 1987.
14. LACMANSKI L. Systemy technicznego rozpoznania radionawigacji i kierowania uzbrojeniem państw NATO oraz ich wykorzystanie w walce. Wykład. AON 1990r.
15. LOTNICTWO AVIATION INTERNATIONAL. NR 4 Luty 1994.
16. Obrona powietrzna i przeciwlotnicza sił zbrojnych NATO oraz Szwecji, Austrii i Szwajcarii. Szt. Gen. 1984.
17. Podstawowe systemy radioelektroniczne sił zbrojnych głównych państw NATO. (łączność-rozpoznanie-radionawigacja). Podręcznik część I. ASG WP. 1981.
18. Podstawowe systemy radioelektroniczne sił zbrojnych głównych państw NATO. (łączność-rozpoznanie-radionawigacja). Podręcznik Część II. ASG WP 1981.
19. Poradnik organizatora walki radioelektronicznej. DWLot. Poznań 1988.
20. Rozpoznanie systemów radiolokacyjnych. Część II. Zdobywanie i opracowywanie wiadomości z rozpoznania systemów radiolokacyjnych. Podręcznik. Szt. Gen. 1969.
21. Rozpoznanie radioelektroniczne. Zeszyt nr 1. (Systemy radioelektroniczne narodowych i połączonych sił zbrojnych NATO oraz tendencje ich rozwoju) Szt. Gen. 1987.
22. Siły powietrzne NATO. Charakterystyka, zadania, możliwości, bazowanie i zasady działania. Szt. Gen. 1981.
23. TORNADO IDS. Przegląd konstrukcji lotniczych. Nr 5/1993.
24. WITKOWSKI I. Zachodnie bezzałogowe statki powietrzne. Nowa technika wojskowa. Nr 5 i 6 1993.

ZAŁĄCZNIK 1

STACJE RADIOLOKACYJNE WYKORZYSTYWANE W SYSTEMIE OP NADGE PRZEZ SP NIEMIEC

RODZAJ STACJI	ODLEGŁOŚCIOMIERZE				WYSOKOŚCIOMIERZE	
	AN/FPS-66	AN/TPS-7	ARES	P-35	AN/FPS-6	AN/FPS-89 PRW-17
Przeznaczenie	Do wykrywania i śledzenia celów powietrznych w systemie OP. Określają azymut i odległość				Do określania wysokości celów powietrznych w systemie OP	
Zasięg wykrywania [km]	350	500	500	180	pułap do 30	
Częstotliwość pracy [MHz]	1250 - 1350	1250 - 1350	2700 - 3000	2600 - 3100	2700 - 2900	
Moc impulsu [MW]	2,5	10	20	0,7	2,5	
Średnia moc [kW]	5	14,5	20	-----	3,6	
Czas trwania impulsu [μs]	8	8	0,2	1,7	2	
Częstotliwość powtarzania impulsu [imp/s]	360	244	250 - 500	330 375 750	300 - 405	
Szerokość wiązki w azymucie [stop]	-----	1,4	-----	1,5	3,2	
Szerokość wiązki w elewacji [stop]	-----	1,8	0,4	28	0,9	
Zysk anteny [dB]	35	-----	46	-----	38,5	
Przeszukiwanie przestrzeni w azymucie	-----	-----	mecha- niczne	mecha- niczne	-----	
Przeszukiwanie przestrzeni w elewacji	-----	-----	elektro- niczne	mecha- niczne	-----	
Charakterystyka anteny	-----	-----	wielo- wiązkowa cospec	-----	-----	
Liczba wiązek	-----	-----	12	-----	-----	
Prędkości obrotowe anteny na jedną minutę	3,3 5 6,6 10	3,3 5 6,6 10	-----	3,9	-----	
Dane dodatkowe	Płynna zmiana fn. Wielokanałowy nadajnik. Selekcja celów ruchomych	Dwa kanały nadawcze w tym jeden rezerwowy. Nadajnik zaprogramowany na 10 częstotliwości roboczych i przewłączany dowolnie	SRL wielowiązkowa monoimp z kompresją imp. przestrajana od imp do imp. Każdej z 12 wiązek odpowiada niezależny kanał odb. zawierający dwa toru obróbki sygnału	Układy przeciwzakłócenia aktywne i pasywne. Częstotliwość zasilania 400 Hz	Płynne przestranianie na 3 nowe częstotliwości układy p. zakłócenia aktywne i pasywne	

ZAŁĄCZNIK 2

DANE TAKTYCZNO-TECHNICZNE SRL OBSERWACJI PRZESTRZENI POWIETRZNEJ NA MAŁEJ
WYSOKOŚCI UŻYWANE W SYSTEMIE LARS

Rodzaj stacji radiolokacyjnej	MPDR - 30	MPDR - 45	MPDR - 65
Przeznaczenie	SRL obserwacji okrzężnej przeznaczone do wykrywania celów powietrznych na małej i bardzo małej wysokości. Stały (70-cio metrowe wieże) i ruchomy element systemu OP		
Zasięg przy $g=3m$ [km]	30	45	65
Pasma częstotliwości [MHz]	1215 - 1365 D	1270 - 1320 D	D
Moc w impulsie [kW]	2	2	2
Moc średnia [kW]	0,2	0,2	0,2
Czas trwania imp [μs]	3,3	3,3	3,3
Częstotliwość powtarzania imp [imp/s]	-----	3000	-----
Szerokość wiązki w azymucie [stop]	4	4	4
Prędkość obrotowa anteny [obr/min]	16	16	16

ZAŁĄCZNIK 3

DANE TAKTYCZNO-TECHNICZNE SRL PRZECIWLOTNICZYCH ZESTAWÓW RAKIETOWYCH
OP NIEMIEC

Typ stacji radiolokacyjnej	IMPROVED HAWK					PATRIOT
	AN/MPQ-46 HIP	AN/MPQ-48 ICWAR	AN/MPQ-50 PAR	AN/MPQ-51 ROR	Głowica pocisku	AN/MPQ-53
Przeznaczenie	Podświetlanie celów podczas lotu i po wybuchu	Wskazywanie celów na małych wysokościach	Wczesne wykrycie celów na dużych odległościach	Daimierz. Dokładny pomiar odległości	-----	Wykrywanie, śledzenie oraz kierowanie ogniem w pzd
Zakres częstotliwości [GHz]	J 10 - 10 25	5 2 - 10 9	D 1 39 - 1 55	K 15 35 - 17 25	10 - 10 25	G 4 - 8
Długość fali [cm]	2 92 - 3	2 75 - 2 77	19 - 21 8"	1 7 - 1 9	2 92-3	8 - 10
Częstotliwość powtarzania impulsu [imp/s]	ciągła	ciągła	566 300	1800	ciągła	150 - 250
Czas trwania impulsu [s]	-----	-----	3	0 8	-----	200
Moc w impulsie [kW]	1 2	200	500	100	-----	1 5 lub 2 5 moc sr 3 W
Szerokość cni-ki w azymucie	2 1"	0 8"	1 8"	0 7"	8"	1 42"
Szerokość cni-ki w elewacji	2 1"	2 8"	4 5'	0 7"	8"	-----
Metoda określania położenia celów	Płynne przeszukiwanie przestrzeni	-----	-----	-----	mono-impulso- wa	Fazowe mieszczanie charakterystyki
Dane dodatkowe	Płynna zmiana tn. Namiar źródła zakłóceń. Szybkie przeszukiwanie w predkości. Reczne śledzenie celów. Współpraca z daimierzem	Pracuje z falą ciągłą, z układami tłumienia ech stałych TES	Pracuje ze zmienną częstotliwością powtarzania imp. Posiada układy przeciwwzakłócenia	Może być wykorzystywana w przypadku obezwadnienia pozostałych SRL zestawu	-----	Kompresja imp. Cyfrowa obróbka sygnału. Namiar źródeł zakłóceń. Zmiana parametrów sygnału.

DANE TAKTYCZNO-TECHNICZNE SRL SYSTEMU GEADGE

Typ SRL	HR-3000 HADAR	AN/TPS-43
Przeznaczenie	Wykrywanie i naprowadzanie samolotów w systemie OP	Wykrywanie celów powietrznych w systemie OP
Zasięg wykrywania $q=1m$ [km]	320	400
Rodzaj stacji	trojswspółrzędna	trojswspółrzędna
Zakres częstotliwości [MHz]	2 - 4	2,9 - 3,1
Pasma	E - F	
Czas trwania impulsu [μs]	zmienny do 40	6,5
Moc średnia [kW]	-----	6,7
Typ anteny	ścianowa, sieć fazowa	-----
Zysk antenowy [dB]	-----	36
Przeszukiwanie przestrzeni		
- w azymucie	mechaniczne	1,1
- w elewacji	fazowe, sekwencyjne	-----
Liczba wiązek	-----	6
Dokładność pomiaru odległości [m]	60	-----
Prędkość obrotów anteny [obr/min]	6	6
Dane dodatkowe	przeszukiwanie w elewacji odbywa się przez ruch jednej wiązki kierowanej 10 przesuwnikami fazowymi sterowanymi przez komputer. Zastosowano zmianę częstotliwości w czasie trwania impulsu, kodowanie impulsu, zmienny czas trwania i zmienną częstotliwość powtarzania impulsu, cyfrową obróbkę sygnału	Zastosowano kompresję listków bocznych, kodowanie impulsów, kompresję impulsów, cyfrowe układy przetwarzające sygnały, układy TES itp.

UWAGA: Brak jest danych o pozostałych SRL systemu GEADGE tj. AN/TPS-22, AN/TPS-27, AN/MPS-16

ZAŁĄCZNIK 5

DANE TAKTYCZNO-TECHNICZNE SRL SYSTEMU DOWODZENIA I NAPROWADZANIA LT
WYSTĘPUJĄCE W SP NIEMIEC

Typ SRL		AN/TPS-44
Przeznaczenie	Wykrywanie celów powietrznych. SRL traktowana jest jako wysunięty element radiolokacyjny systemu naprowadzania	
Zasięg wykrywania	[km]	-----
Zakres częstotliwości	[GHz]	1.25 - 1.35
Moc w impulsie	[MW]	1
Moc średnia	[kW]	1.12
Czas trwania impulsu	[μs]	1.4 lub 4.3
Częstotliwość powtarzania impulsów	[imp/s]	800, 533, 400 lub 267
Szerokość wiązki	- w azymucie	3.8°
	- w elewacji	8°
Dokładność pomiaru	- odległości	180 m przy 800 i 533 imp/s 800 m przy 400 imp/s
	- azymutu	±1°
Prędkości obrotowe anteny	[obr/min]	0 - 15

UWAGA: Pozostałe dane taktyczno-techniczne SRL znajdują się w załączniku 4. Informacji o SRL typu AN/MSQ-77, AN/TPQ-27 nie posiadamy.

DANE TAKTYCZNO-TECHNICZNE WYBRANYCH SRL KONTROLI RUCHU POWIETRZNEGO

Typ SRL	SRE-M5	SRE-A6	AN/TPN-24	PAR-80	S-654
Przeznaczenie	Kontrola obszaru lotniskowego	Kontrola zbliżania	Kontrola zbliżania s-tu w systemie naziemnej kontroli lądowania	Kontrola precyzyjnego podejścia	Kontrola obszaru lotniska i zbliżania lub precyzyjnego podejścia
Rodzaj stacji	SRL kontroli ruchu lotniczego			Wielozadaniowa SRL kontroli ruchu lotniczego	
Zasięg wykrywania $g=3m$ [km]	360	120	$g=1m$ 100	54	$g=10m$ 278 337
Częstotliwość pracy [GHz]	1 - 2	D	2.7 - 2.9	9 - 9.16	0.125 - 0.132
Moc w impulsie [MW]	2.5	0.8	0.45	0.15	2.3
Moc średnia [kW]	2.5	0.8	0.47	-----	3
Czas trwania impulsu [μs]	2	1	1	0.2	4
Częstotliwość powtarzania impulsów [imp/s]	400	1000	1050	3450	350
Zysk anteny [dB]	-----	-----	33.6	45	31 34.5
Typ anteny	ścianowa	ścianowa	-----	ścianowa szysk fazowy	-----
Liczba wiązek antenowych	2	2	12	-----	2
Szer. wiązek					
- w azymucie	1.05	1.35	1.7	1.1	1.7
- w elewacji	-----	-----	-----	0.6	-----
Przeszukiwanie przestrzeni					
- w azymucie	-----	-----	-----	do 30	-----
- w elewacji	-----	-----	-----	7	-----
Prędkość obrotów anteny	-----	-----	15	-----	7.5
Dane dodatkowe	II-wersja SRL przeznaczona jest do kontroli zbliżania i precyzyjnego podejścia. Różni się zasięgiem (204km przy $g=3m$ lub 241 $g=10m$), częst. powtarzania 590 imp/min i V obrotów anteny 15 na min. III-wersja posiada nadajniki pracujące w dwóch wiązkach (diversity częstotliwości). IV-wersja z nadajnikiem o mocy w imp. 800W stosowana do kontroli precyzyjnego podejścia.				

ZAŁĄCZNIK 7

DANE TAKTYCZNO-TECHNICZNE ŚRODKÓW PŁOT UŻYWANYCH W SIŁACH LĄDOWYCH
BUNDESWEHRY W LATACH 80-TYCH I OBECNIE

Typ SRL	M-42 A1 DOSTER	DRAGON	GEPARD	Bofors L-70	ROLAND		
					1	2	3
Liczba luf, kaliber (mm)	2 x 40	2 x 35	2 x 35	1 x 40	2 rakiety	2 rakiety	2 rakiety
Szybkostre- łowa nę strz/min	2 x 120	2 x 550	2 x 800	300			
Prędkość po- czątkowa po- cisku (m/s)	875	1175	1080	-----	500	500	
Jednostka ognia	480	680	1500	-----	10	10	10
Wysokość lotu celu (m)	-----	-----	-----	-----	10 - 5500	10 - 5500	10 - 8000
Zasięg SRL (km)	-----	15	15	18	18,5	18,5	18,5
Liczba jedno- cześnie ostrzeliwanych celów	1	1	1	1	1	1	1
Dopuszcza- lne przecia- żenia poc					7	7	9
Typ ładunku bojowego					odłamkowy, odłamki formowane wybuchowo 64 sztuki		84
Czas reakcji liczony od momentu wykrycia celu					8 s	8 s	8 s
Czas potrze- bny na prze- ładowanie	automat	automat	automat	automat	2 - 5 min	2 - 5 min	2 - 8 min
Urządzenia wykrywania		SRL impu- lsowo-dop- lerowska	SRL impu- lsowo-dop- lerowska	Flycatcher lub Skygard lub Super Fiedermus	SRL impu- lsowo-k- oherentna wykrywa- jąca cele nisko leca- ce	-	
Urządzenia rozp Re i kierowania ogniem		SRL mono- impulsowa					

ZAŁĄCZNIK 6

PARAMETRY TECHNICZNE SRL MONTOWANYCH NA ZESTAWACH PLOT UŻYWANYCH PRZEZ
BUNDESWEHRE W LATACH 80-TYCH I OBECNIE

Typ przr	DRAGON	BOFORS L-70	GEFARD	ROLAND	WILDCAD MPDR-16		
	OEIL VERT TRS 2120	Flycatcher	AFR-150	MPDR-12	ALBIS	MPDR-16	S X
Przeznaczenie	Wykrywanie celów na mH i kierowanie ogniem	Wykrywanie celów	Wykrywanie i śledzenie celów	imp do- piero- wsk: radiolokator or wykrywanie celów	Radiolokator śledzenia i prowadzenia celów	Radiolokator monoimp do wykrywania celów na mH i bardzo kierowa ogniem	Wykrywanie
Zasięg wykrywania [km]	15	18		15	15	18	16 18
Zakres częst [MHz]	1710 - 1750	8000 - 10000	8580 - 9600	E i F 1500 - 5200	15350 - 17250	1-2GHz 1536 - 1725 D	E 2000 - 3000 I J 8000 - 20000
Współczynnik tłumienia odbić od przedmiotów terenowych				23			
Moc w imp [kW]	0.12	220	50	4 10.1	-----	4 0.1	200 0.26
Czas trwania imp [μs]	-----	0.2	0.3	3.3	-----	3.3	-----
Typ anteny				cosec		paraboliczna Cossegrain a	
Szerokość wiązki w azymucie	2	1.1	2.2	6.3	-----	6.3	1
Prędkość obrotowa anteny	-----	60	-----	60	-----	60	60 40
Sektor obrotu anteny			200				
Dane dodatkowe	Zamontowana na pojazdach gasienicowych Thyssen Henckels					Zamontowana na pojazdach MA-RDER	Zamontowana na transporterach Transportpanzer

ZAŁĄCZNIK 9

DANE TAKTYCZNO-TECHNICZNE SRL ROZPOZNANIA ARTYLERYJSKIEGO UŻYWANE W SIŁACH
LĄDOWYCH BUNDESWEHRY W LATACH 80-TYCH I OBECNIE

Typ SRL	AN/MPQ-10A	AN/MPQ-4A	AN/TPS-25	GREEN ARCHER FA nr 8 Mk 12	RATAC S
Odległość SRL od rubieży sty- czności [km]	8 - 16	2 - 4	10	2 - 4	-----
Zakres często- tliwości [MHz]	2740 - 2860	18000	9375	10000	pasmo 3 cm
Zasięg wykry- wania [km]	do 10	do 10	do 16	do 17	pocisk 105mm - 3 pocisk 155mm - 15 ludzi - 18 czołgi - 25-30 śmigłowce - 20-28
Długość impul- su [μs]	8	0.2	-----	-----	-----
Moc w imp [kW]	200	50	-----	100	-----
Częstotliwość powt. imp [kHz]	1.1	8.6	-----	-----	-----
Dokładność określenia współrzędnych	10 m, 0.08	10 m, 0.06	42 m, 0.1	20 m, -----	10 m, 0.6
Czas określenia współrzędnych	20 - 40 s	30 s	-----	15 - 30 s	-----
Szczebel występowania	dHJ	dah 105 *55	dyw dow art dywizji	dra w pam	mpa
Dane dodatkowe	8 obrotów an- teny na min	2 obroty an- teny na min		Montowana na transporterach opancerzonych	

UWAGA: SRL RATAC jest stacją uniwersalną. Wykorzystywana jest do prowadzenia rozpoznania
artylerijskiego oraz rozpoznania pola walki.

ZAŁĄCZNIK 10

DANE TAKTYCZNO-TECHNICZNE SRL ROZPOZNANIA POLA WALKI I CELÓW RUCHOMYCH
 UŻYWANA PRZEZ SIŁY LĄDOWE BUNDESWEHRY W LATACH 80-TYCH I OBECNIE

Tyć SRL	AN/TPS-5	AN/TPS-33	GS nr14 Mk.	RASURA DRPT-2A	RATAC	RASIT 3190 E
Odległość SRL od rubieży sty- czności [km]	0.5 - 3	0.5 - 5	-----	0.5 - 3	0.5 - 3	-----
Zakres często- ści [MHz]	18000	9375	5200 - 11000	9400	9400 - 9600	-----
Zasięg wykry- wania [km]	do 10	do 18	do 10	do 10	ludz. - 12 czołgi - 20	grupa ludzi 20-27 czołgi - 25-30 smigłowce - 20-28
Moc w imp [kW]	1	-----	-----	-----	8	3
Częstotliwość powt. imp [kHz]	4.0	1.6	4.0	4	-----	-----
Dokładność okresiania donosności [m]	±20 m	±23 m	±20 m	±25 m	±10 m	-----
Czas okresiania współrzędnych w kierunku	±0.5	±1.2 s	±0.36	±1	±0.07	-----
Szczebel występowania	4 w bpz • bpz bcz • 6 w br • b•				dra w pam	rbpans
Dane dodatkowe	Stacja impulsowo kocherent na				Stacja impu- sowo koche- reantna za- montowana na transpor- cie	System dopie- rowsko-koche- reantny wyko- rzysztywany do obserwacji celów napro- wadzania lot- nictwa na cel 3190E umo- żliwia kiero- wanie ogniem artylerii

UWAGA • oznacza że w nowej strukturze 5 w tych pododdziałach SRL nie występują

ZAŁĄCZNIK 11

DANE TAKTYCZNO-TECHNICZNE POKŁADOWYCH SRL ZAMONTOWANYCH NA SAMOLOTACH
TAKTYCZNYCH SP NIEMIEC

Typ SRL	AN/APQ-120 F-4E	PC-160 C TORNADO	Foks Hanter TORNADO
Przeznaczenie	Wykrywanie i śledzenie celów powietrznych, kierowanie ogniem	Wykrywanie i śledzenie celów powietrznych, kierowanie uzbrojeniem	Wykrywanie i śledzenie celów powietrznych, kierowanie uzbrojeniem
Zakres częstotliwości [GHz]	9.3 - 9.9 3 - 3.24 cm 8 - 10	15.35 - 17.25 cm	3 - 3.75 cm 8 - 10
Długość impulsu [μs]	0.4 2.0	2.0 10.0	-----
Częstotliwość powtarzania impulsów [Hz]	1000 1140 333 - 33 500	1000 3000 5000	200000 1.2
Moc w impulsie [kW]	185	-----	- 4
Rodzaj anteny	Sterowana fazowo		
Szerokość wiązki antenowej	2.8° w azymucie i elewacji	1.8 i 2.5° w azymucie i 5 i 17° w elewacji	2.6° w azymucie i elewacji
Przeszukiwany obszar	azymut: ± 60° elewacja: - 60°	- 60° - 15°	----- -----
Zasięg wykrywania	górna półsfera [km]: 90 dolna półsfera [km]: -----	180	-----
Max zasięg wykrywania [km]	120	150	185
Dane dodatkowe	Skryte przeszukiwanie z częstotliwością 60 Hz Zmiana częstotliwości powtarzania impulsów Kompresja listków bocznych anteny, selekcja celów ruchomych, sprzężenie z namiernikiem zakresu podczerwieni	Metoda określania współrzędnych celu monoimpulsowa Zmienna częstotliwość nosna, Kompresja listków bocznych Obrona przed zakłóceniami pasywnymi	

ZAŁĄCZNIK 12

DANE TECHNICZNE SRL OBSERWACJI BOCZNEJ MONTOWANYCH NA SAMOŁOTACH
ROZPOZNAWCZYCH SP NIEMIEC

Typ SRL	AN/APG - 102A		AN/APG - 10
Przeznaczenie	Wykrywanie celów powietrznych i naziemnych		Wykrywanie celów powietrznych i naziemnych
Nosiciel	F-4E		
Zakres częstotliwości [MHz]	9600		pasmo 3 cm
Długość impulsu [μs]	1.2		
Moc w impulsie [kW]	50		
Maksymalny zasięg obserwacji powierzchni ziemi [km]	36		50
Pas obserwacji [km]	18		18.5
Rozdzielczość w odległości	15		3 · 10
w azymucie	15		3 · 10
Dane dodatkowe	SRL pracuje z kompresją impulsu (współczynnik kompresji 15), Obrobka filmu na ziemi.		Przekazywanie danych rozpoznawczych w systemie AIDATS

DANE TAKTYCZNE BEZPILOTOWYCH ŚRODKÓW ROZPOZNAWCZYCH SIŁ LĄDOWYCH NIEMIEC

Typ środka bezpilotowego	CL-289	GEAMOS	Do-34 Kiebitz ORPHEE II
Szczepel występowania	KA	KA	KA, DZ
Liczba środków	11 pododdziałów 176 BSR	planowane zakupy	3 zestawy
Wzrost wznoszenia [m]	400 - 1200	4000	300
Czas przebywania w powietrzu [godziny]	1	2	24
Zasięg wykrywania [km]	175	60 - 70	ludzi 5 - 6, innych obiektów 60
Wyposażenie w aparaturę rozpoznawczą	Urządzenia optyczne termowizjer wysokoscio-mierz radiolokacyjny, dalmierz laserowy	Bezwładnościowy system nawigacyjny SRL MTI-Thomson	SRL ORPHEE II laser do wykrywania celów urządzenie do prowadzenia WRe DECCA RDL-2

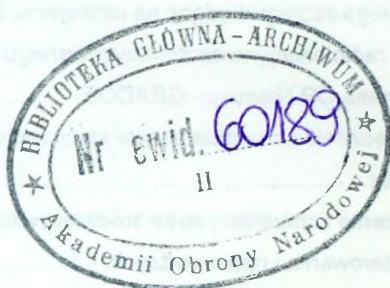
SRL ORPHEE II

- zasięg wykrywania pojedynczych żołnierzy - 5 - 6 km
pozostałych celów - 60 km
- zakres częstotliwości - pasmo 3 cm
- zamontowana na platformie Do-34 Kiebitz i razem z nią wznosząca się na wysokość 300 m.
- odległość rozmieszczenia SRL od linii styczności bojowej wojsk ok. 10 km

SPIS TREŚCI

WSTĘP	3
1. ROLA I MIEJSCE ROZPOZNANIA RADIOLOKACYJNEGO W ROZPOZNANIU WOJSKOWYM	5
2. CHARAKTERYSTYKA NAZIEMNYCH ŚRODKÓW RADIOLOKACYJNYCH	7
2.1. Przeznaczenie i charakterystyka stacji radiolokacyjnych naziemnego systemu OP na SETW - NADGE	10
2.1.1. Przeznaczenie i charakterystyka systemu LARS	15
2.1.2. Stacje radiolokacyjne przeciwlotniczych zestawów rakietowych dużego i średniego zasięgu będące na uzbrojeniu Bundeswehry	17
2.1.3. Środki radiolokacyjne zautomatyzowanego systemu dowodzenie i kierowania OP Niemiec - GEADGE	20
2.1.4. Przeznaczenie i charakterystyka stacji radiolokacyjnych obrony wybrzeża	22
2.2. Przeznaczenie i charakterystyka środków radiolokacyjnych systemu kierowania i naprowadzania LT	23
2.2.1. Przeznaczenie i charakterystyka stacji radiolokacyjnych kontroli ruchu powietrznego	26
2.3. Środki radiolokacyjne kierowania uzbrojeniem OPL	27
2.4. Przeznaczenie i charakterystyka stacji radiolokacyjnych obserwacji pola walki	33
2.4.1. Przeznaczenie i charakterystyka artyleryjskich stacji radiolokacyjnych używanych przez jednostki wojsk niemieckich	38
2.4.2. Przeznaczenie i charakterystyka stacji radiolokacyjnych obserwacji pola walki i celów ruchomych	42
3. POWIETRZNE ŚRODKI RADIOLOKACYJNE	45
3.1. Przeznaczenie i charakterystyka stacji radiolokacyjnych samolotów LT Niemiec	48
3.2. Przeznaczenie i charakterystyka stacji radiolokacyjnych samolotów specjalnych (rozpoznawczych) Niemiec	49

3.3. Przeznaczenie i charakterystyka stacji radiolokacyjnych bezpilotowych	
środków rozpoznawczych (platformy wirujące).....	52
4. PERSPEKTYWY ROZWOJU STACJI RADIOLOKACYJNYCH.....	55
BIBLIOGRAFIA.....	58
ZAŁĄCZNIKI	



Wydrukowano w 50 egz.
 egz. nr 1-42 Bibl. Gł. DZN
 egz. nr 43-47 Kanc. Tajna
 egz. nr 48-Dów. WL i OP
 egz. nr 49- Dow. MW
 egz. nr 50- Dow. JN
 Wyk. kpt. Scheffs
 Druk AF dnia 3.12.94r.
 Druk AON nr pf-856/WW
 Korekta autorska.

