

A 1 2 3 4 5 6 M 8 9 10 11 12 13 14 15 B 17 18 19



AKADEMIA SZTABU GENERALNEGO

IM. GENERAŁA BRONI
KAROLA ŚWIERCZEWSKIEGO

JAWNE
POUENIE

Egz. nr. 1



Pptk mgr inż. Ryszard CIEŚLAK

**KOMPATYBILNOŚĆ
ELEKTROMAGNETYCZNA URZĄDZEŃ
RADIOELEKTRONICZNYCH
W SYSTEMIE WOJSK OBRONY
PRZECIWLOTNICZEJ W OPERACJI
ZACZEPNEJ ARMII**

Rozprawa doktorska

12082

WARSZAWA 1983





**AKADEMIA
SZTABU GENERALNEGO**

IM. GENERAŁA BRONI
KAROLA ŚWIERCZEWSKIEGO

JAWNE
POUENIE

Egz. nr.....



Pptk mgr inż. Ryszard CIEŚLAK

**KOMPATYBILNOŚĆ
ELEKTROMAGNETYCZNA URZĄDZEŃ
RADIOELEKTRONICZNYCH
W SYSTEMIE WOJSK OBRONY
PRZECIWLOTNICZEJ W OPERACJI
ZACZEPNEJ ARMII**

Rozprawa doktorska

12082

WARSZAWA 1983

AKADEMIA SZTABU GENERALNEGO WP
im. gen. broni Karola Świerczewskiego

~~XXXXXXXXXX~~
~~XXXXXXXXXX~~
Egz. nr ...1

~~XXXXXXXXXX~~
JAWNE
~~XXXXXXXXXX~~

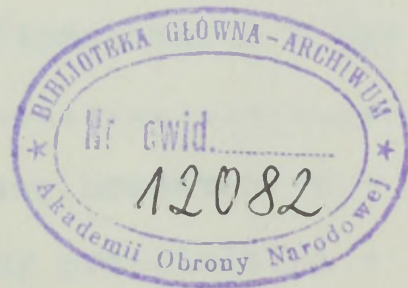
Inż. Prot. 779/21.08.95 (PH)



Ppłk mgr inż. Ryszard CIEŚLAK

KOMPATYBILNOŚĆ ELEKTROMAGNETYCZNA URZĄDZEŃ
RADIOELEKTRONICZNYCH W SYSTEMIE WOJSK OBRONY
PRZECIWLOTNICZEJ W OPERACJI ZACZEPNEJ ARMII

Rozprawa doktorska



Praca wykonana pod kierownictwem
płka doc.dra hab. Henryka PIEKARSKIEGO

W A R S Z A W A

1983

SPIS TREŚCI

	str.
WSTĘP	5
I. ZAGADNIENIA KOMPATYBILNOŚCI ELEKTROMAGNETYCZNEJ W SYSTEMIE OBRONY PRZECIWLOTNICZEJ W OPERACJI ZACZEPNEJ ARMII	19
1. Wyjaśnienie pojęcia - kompatybilność elektromagnetyczna.....	19
2. Ocena charakteru, właściwości organizacji i prowadzenie operacji zaczepnej armii z punktu widzenia KEM	28
3. Charakterystyka armijnego systemu OPL pod względem kompatybilności elektromagnetycznej	35
II. NASYCENIE WOJSK ŚRODKAMI RADIOTECHNICZNYMI I ZASADY ICH WYKORZYSTANIA W SYSTEMIE OBRONY PRZECIWLOTNICZEJ ARMII	48
1. Charakterystyka organizacyjno-funkcjonalna systemu OPL armii pod względem KEM	48
2. Zasady użycia urządzeń radioelektronicznych w systemie OPL armii	52
3. Wpływ URE innych systemów na pracę urządzeń radioelektronicznych systemu obrony przeciwlotniczej armii	58
III. MOŻLIWOŚCI UZYSKANIA KOMPATYBILNOŚCI ELEKTROMAGNETYCZNEJ W SYSTEMIE OBRONY PRZECIWLOTNICZEJ ARMII...	72
1. Metody oceny kompatybilności elektromagnetycznej w systemie OPL armii	72

2. Badanie stopnia wzajemnego oddziaływania urządzeń radioelektronicznych w systemie obrony przeciwlotniczej armii metodą empiryczną	88
IV. WNIOSKI I PROPOZYCJE DOTYCZĄCE SPOSOBÓW ZAPEWNIENIA KOMPATYBILNOŚCI ELEKTROMAGNETYCZNEJ W SYSTEMIE OBRO- NY PRZECIWLOTNICZEJ ARMII ,.....	105
1. Przedsięwzięcia KEM wykorzystujące charakterystyki częstotliwościowe urządzeń	107
2. Przedsięwzięcia KEM wykorzystujące charakterystyki czasowo-przestrzenne systemu OPL armii	111
3. Wnioski do pracy dowództwa wojsk OPL armii w aspekcie zapewnienia kompatybilności elektromagnetycznej w systemie obrony przeciwlotniczej w operacji zaczepnej	122
ZAKOŃCZENIE	133
BIBLIOGRAFIA	137
ZAŁĄCZNIKI	139

W S T Ę P

Walka ze środkami napadu powietrznego /ŚNP/ nieprzyjaciela stała się nieodłączną częścią składową walki i operacji i zwykle przybiera następujące formy:

1. Niszczenie ŚNP nieprzyjaciela do czasu ich startu tj. na lotniskach, lotniskowcach i stanowiskach startowych.
2. Niszczenie ŚNP podczas lotu.

Pierwszą z nich planują sztaby ogólnowojskowe w ramach prowadzenia operacji, natomiast druga jest treścią obrony przeciwlotniczej, której celem jest zadanie ŚNP przeciwnika jak największych strat, niedopuszczenie do prowadzenia rozpoznania z powietrza i uderzeń na wojska i obiekty tyłowe. Cele te w operacji zaczepnej armii realizują wojska obrony przeciwlotniczej armii w składzie /rys.1/: jeden-dwa pułki rakiet przeciwlotniczych małego zasięgu typu "KUB" i batalion radiotechniczny, natomiast w związkach taktycznych i oddziałach: w DZ - pułk artylerii przeciwlotniczej małego kalibru oraz kompania dowodzenia szefa OPL dywizji, w DPanc - pułk rakiet przeciwlotniczych małego zasięgu typu "KUB", a w pz /pcz/ - bateria przeciwlotnicza.

Do prowadzenia skutecznej walki ze ŚNP przeciwnika w powietrzu organizuje się systemy obrony przeciwlotniczej. Tworzą je siły i środki wojsk OPL i LM, działające wg jednolitej myśli przewodniej i planu. W skład systemu OPL na poszczególnych szczeblach dowodzenia wchodzi wiele środków o różnym przeznaczeniu i możliwościach bojowych, w tym i środki radioelektroniczne, które odgrywają istotną rolę w procesach dowo-

dzenia, rozpoznania ŚNP i kierowania środkami rażenia. Zasada pracy tych urządzeń polegająca na przesyłaniu /uzyskiwaniu/ informacji za pomocą fal elektromagnetycznych czyni je łatwymi do wykrycia i zakłócenia.

Odbiorniki urządzeń elektronicznych z takim samym skutkiem odbierają zarówno informacje użyteczne jak i emitowane przez inne urządzenia radioelektroniczne, jeżeli tylko zgodne są ich podstawowe parametry częstotliwościowe i czasowe. Odbierają zatem wszelkiego rodzaju zakłócenia przypadkowe / np. przemysłowe, atmosferyczne pochodzące z innych źródeł promieniowania i celowe, powodowane przez stronę tym zainteresowaną.

W ugrupowaniu operacyjnym armii jednocześnie pracuje kilka tysięcy urządzeń radioelektronicznych /URE/ o różnym przeznaczeniu /radiostacje, stacje radioliniowe, stacje radiolokacyjne/, rozmieszczonych na obszarze uwarunkowanym sposobem ugrupowania operacyjnego armii, a zatem na stosunkowo małych odległościach wzajemnych. Istnieje więc duże niebezpieczeństwo ich oddziaływania na siebie powodujące w konsekwencji znaczne utrudnienie lub całkowite uniemożliwienie im poprawnej pracy i wykorzystania zgodnie z przeznaczeniem.

W tej sytuacji konieczne jest zapewnienie takich warunków pracy URE systemu OPL, w których to szkodliwe zjawisko nie wystąpi lub zostanie zmniejszone do minimum. Całokształt związanych z tym problemów określa się mianem kompatybilności elektromagnetycznej /KEM/, a jej istota sprowadza się do jednoczesnej pracy wielu urządzeń radioelektronicznych, tak aby mogły realizować swoje podstawowe funkcje. Pod pojęciem tym często rozumie się zdolność URE do prawidłowego funkcjonowania / z założoną jakością/ w otaczającym środowisku elektromagne-

tycznym bez wywierania szkodliwego wpływu na to środowisko /lub na inne urządzenia/.

Kompatybilność elektromagnetyczną rozpatruje się też jako gotowość URE do poprawnej ich pracy w dowolnej sytuacji elektromagnetycznej wynikającej z sytuacji operacyjno-taktycznej/ bez zakłóceń wzajemnych. Istota tych sformułowań jest jednakowa - brak zakłóceń wzajemnych jednocześnie pracujących URE. Jest to trudny do spełnienia warunek głównie z następujących przyczyn:

- duża liczba urządzeń radioelektronicznych rozmieszczonych na niewielkim obszarze;
- ograniczona liczba pasm zakresu częstotliwości roboczych i konieczność rozmieszczenia w nich dużej liczby URE;
- duży poziom mocy promieniowania i wysoka czułość urządzeń odbiorczych;
- techniczna niedoskonałość środków radioelektronicznych polegająca na istnieniu w urządzeniach nadawczych - promieniowania pozapasmowego oraz niestabilności częstotliwości roboczej w urządzeniach odbiorczych kanałów bocznego odbioru i niedostatecznej eliminacji zakłóceń, w urządzeniach antenowych - listków bocznych i tylnych charakterystyk promieniowania anteny.

Pracę URE można uznać praktycznie za kompatybilną wówczas, gdy powstające między nimi zakłócenia nie przekraczają określonego dopuszczalnego poziomu tj. doprowadzają tylko do nieznacznego obniżenia efektywności systemu, na korzyść którego te urządzenia pracują. Jest to dopuszczalne tylko w przypadkach, gdy pełna eliminacja zakłóceń wzajemnych wymaga wielu trudnych do spełnienia przedsięwzięć organizacyjnych i technicznych np. konieczność rozmieszczenia URE na odległość-

ciach większych niż narzucone przez ugrupowanie wojsk.

Zapewnienie kompatybilności elektromagnetycznej URE obejmuje całokształt przedsięwzięć organizacyjno-technicznych zmierzających do ograniczenia lub całkowitej likwidacji zakłóceń wzajemnych między URE. Sprecyzowanie warunków kompatybilności elektromagnetycznej i określenie przedsięwzięć organizacyjno-technicznych i taktyczno-operacyjnych, zapewniających optymalne wykorzystanie urządzeń radioelektronicznych w systemie obrony przeciwlotniczej armii w operacji zaczepnej - to główny cel podjętej pracy.

Takie sformułowanie głównego celu rozprawy wynika z następujących przyczyn:

- ciągły wzrost ilościowy i jakościowy URE wykorzystywanych w dowodzeniu wojskami i kierowaniu uzbrojeniem;

- praktyczne występowanie zjawiska zakłóceń wzajemnych podczas ćwiczeń z wojskami oraz zgrupowań poligonowych wojsk obrony przeciwlotniczej, polegające na utrudnieniu a w niektórych przypadkach całkowitym uniemożliwieniu wykorzystania niektórych typów uzbrojenia, np. jeżeli w działaniach bojowych pułku rakiet wystąpią zakłócenia wzajemne radiolokacyjnych stacji wykrywania i naprowadzania o średniej intensywności, to wydłuży się czas wskazania celu stacji naprowadzania, co może spowodować dokonanie startu rakiet w nie optymalnym momencie; konsekwencją tego będzie zmniejszenie prawdopodobieństwa trafienia celu. Zakłócenia wzajemne tych stacji o dużej intensywności mogą spowodować nie wykrycie celu a tym samym nie wykonanie zadania ogniowego przez pułk;

- nie rozwiązane do tej pory problemy dotyczące bezkolizyjnej pracy URE w armijnym systemie obrony przeciwlot-

niczej w trakcie operacji zaczepnej;

- zainteresowanie tą problematyką dowództw i sztabów ZO i ZT oraz środowisk naukowych ASG WP i WAT;

- wytyczne kierownictwa sił zbrojnych podkreślające rangę tych zagadnień np. w referacie szefa sztabu ZSZ państw - stron Układu Warszawskiego nt: Wnioski i propozycje wynikające z doświadczeń działań bojowych wojsk w lokalnych wojnach i konfliktach m.in. stwierdzono: "... Musimy kontynuować prace związane z podniesieniem żywotności i efektywności naszego systemu dowodzenia. Na wszystkich ćwiczeniach ZSZ należy kontynuować przygotowania dowódców i sztabów do pracy w złożonych warunkach zakłóceń ... Działanie wojsk na ćwiczeniach należy wykonywać w złożonej sytuacji zakłóceń. Przerabiać zagadnienia obrony radioelektronicznej własnych środków kierowania ogniem ... Poszukiwać środki obrony sprzętu i uzbrojenia przed zakłóceniami radioelektronicznymi ..."

KEM jest częścią składową obrony radioelektronicznej rozumianej jako jedna z czterech podstawowych form walki radioelektronicznej tj.

- rażenie ogniem środków radioelektronicznych;
- obezwładnianie radioelektroniczne;
- obrona radioelektroniczna;
- przeciwdziałanie technicznym środkom rozpoznania nieprzyjaciela.

Na obronę radioelektroniczną składa się: obrona środków i systemów radioelektronicznych przed obezwładnieniem radioelektronicznym i dywersją, kontrola radioelektroniczna oraz kompatybilność elektromagnetyczna. Obejmuje ona zespół przedsięwzięć biernych realizowanych przez wszystkie rodzaje wojsk i służb w każdym etapie prowadzonej operacji /walki/. Problem ten

jest istotny nie tylko dla wyspecjalizowanych sił WRE, ale przede wszystkim dla wojsk wykorzystujących w swoich systemach urządzenia radioelektroniczne.

Część zagadnień obrony radioelektronicznej dotyczących obrony środków i systemów RE przed obezwładnianiem RE i dywersją oraz kontrola RE jest dobrze opanowana pod względem teoretycznym i znajduje zastosowanie w praktyce. Natomiast zagadnienia dotyczące KEM są w literaturze traktowane wycinkowo bez głębszych uzasadnień i analiz. Aktualnie w użyciu są następujące pozycje dotyczące KEM:

- Instrukcja zapewnienia kompatybilności elektromagnetycznej URE w czasie wspólnych działań wojsk wydzielonych w skład ZSZ-SWŁ, 1978 r.
- Organizacja i prowadzenie walki radioelektronicznej w operacji zaczepnej armii - ASG WP, 1975 r.
- Walka radioelektroniczna na szczeblach taktycznych i operacyjnych. Sztab Generalny WP, 1975 r.

Literatura ta traktuje zagadnienia KEM w sensie ogólnym i aby można było je zastosować w poszczególnych rodzajach wojsk i służb, a także w określonych rodzajach działań bojowych /etapach operacji/, należy je odpowiednio przetworzyć i uszczegółowić. Prezentowany temat jest dostosowaniem tych ogólnych wymagań KEM do systemu obrony przeciwlotniczej armii w operacji zaczepnej. Głównym osiągnięciem jakie uzyskano w wyniku jego realizacji jest opracowanie sposobu postępowania /swoistego algorytmu/ przy wyznaczaniu warunków KEM dla określonego elementu ugrupowania operacyjnego armii i dowolnej sytuacji operacyjno-taktycznej, a także zaprezentowanie przykładowego sposobu formułowania na tej podstawie wniosków dotyczących zapewnienia poprawnej pracy URE w rozpatrywanym systemie. Dla rozwiązania za-

dań określonych celem pracy sprecyzowałem następującą hipotezę roboczą:

W systemie wojsk obrony przeciwlotniczej armii wykorzystywanych jest łącznie kilka tysięcy środków radioelektronicznych w tym kilkadziesiąt radiolokacyjnych stacji. Każde urządzenie radioelektroniczne charakteryzuje się tym, że do przekazywania informacji wykorzystuje energię elektromagnetyczną rozchodzącą się w otaczającej przestrzeni. Do formowania sygnału przekazującego informację budowane są zestawy urządzeń nadawczych. Nato - miast do jej odbioru i dalszej obróbki, z elementem wykonawczym łącznie, buduje się odpowiednie urządzenie odbiorcze i decyzyjne. Każdy sygnał radiowy dochodzący do urządzenia odbiorczego o częstotliwości mieszczącej się w paśmie przenoszenia odbiornika i mocy przekraczającej jego realną czułość będzie rejestrowany jako sygnał użyteczny. A zatem do odbiornika każdego urządzenia radioelektronicznego będą dochodzić nie tylko sygnały użyteczne, ale również sygnały pochodzące od innych źródeł promieniowania którymi mogą być:

- urządzenie celowo stosowane przez przeciwnika do zakłócenia pracy urządzeń radioelektronicznych;
- zjawiska atmosferyczne;
- inne pracujące urządzenia radioelektroniczne;

Urządzenie odbiorcze nie potrafi wyróżnić, który z sygnałów otrzymanych z poszczególnych źródeł, jest sygnałem użytecznym. W przypadku odbioru sygnału od wymienionych źródeł zwiększy się niejednoznaczność w procesie podejmowania decyzji, która w skomplikowanej sytuacji radioelektronicznej utrudni, a często uniemożliwi, poprawne wykorzystanie urządzeń radioelektronicznych zgodnie z ich przeznaczeniem. Konieczne jest więc zapew -

nienie takich warunków pracy tym urządzeniom, aby w każdej sytuacji taktyczno-operacyjnej do odbiornika docierały tylko sygnały użyteczne. Wymaga to odpowiednich badań teoretycznych i ich praktycznej weryfikacji, które pozwolą ustalić warunki eliminujące dochodzenie do odbiornika sygnałów niepożądanych. Można przypuszczać, że istnieją przedsięwzięcia organizacyjne, które pozwolą zmniejszyć stopień wzajemnego oddziaływania URE w omawianym systemie a przez to przyczynić się do obrony funkcjonowania dowodzenia, rozpoznania radiolokacyjnego i kierowania środkami rażenia wojsk OPL.

Z hipotezy tej wynikają następujące problemy badawcze:

1. W jakich sytuacjach radioelektronicznych wynikających z ogólnej sytuacji taktyczno-operacyjnej będą wykorzystywane urządzenia radioelektroniczne systemu obrony przeciwlotniczej w armijnej operacji zaczepnej ?

2. Czy istnieją i jakie teoretyczne i praktyczne sposoby wyznaczania warunków kompatybilności elektromagnetycznej ?

3. Na ile teoretyczne sposoby wyznaczania warunków kompatybilności elektromagnetycznej mogą być przydatne w praktyce ?

4. Jakie mogą być optymalne sposoby wykorzystywania urządzeń radioelektronicznych systemu obrony przeciwlotniczej armii w poszczególnych etapach operacji zaczepnej zapewniających ich pracę bez zakłóceń wzajemnych oraz jakie przedsięwzięcia natury taktyczno-operacyjnej należy zastosować aby zapewnić ich wykorzystanie zgodnie z przeznaczeniem ?

5. W niektórych etapach operacji zaczepnej armii zaistnieją szczególnie niekorzystne warunki z punktu widzenia kompatybilności elektromagnetycznej. Dotyczyć to będzie głównie

stacji radiolokacyjnych /RLS/ mających za zadanie wykrywanie i rozpoznanie obiektów powietrznych. Stacje te charakteryzują się dużymi mocami nadajników, dużymi czułościami odbiorników, dużymi zyskami antenowymi, a przede wszystkim pracują w zbieżnych pasmach częstotliwości i na niewielkich odległościach przestrzennych, uwarunkowanych dostosowaniem się do przyjętego ugrupowania operacyjnego. Ponadto systemu obrony przeciwlotniczej nie można rozpatrywać w oderwaniu, a w ścisłym powiązaniu z innymi systemami armijnymi, na korzyść których pracują URE, systemami szczebla wyższego, a także systemami przeciwnika. Istnieje więc pewien etap prowadzonej armijnej operacji zaczepnej w której pracować będzie maksymalna liczba URE w stosunkowo wąskim paśmie częstotliwości i na niewielkim obszarze. Będzie to z punktu widzenia KEM najniekorzystniejszy przypadek utrudniający poprawną pracę URE i dla niego należy określić sposób wykorzystania URE w armijnym systemie OPL, aby zapewnić im pracę bez zakłóceń wzajemnych.

W trakcie rozwiązywania problemów badawczych posłużyłem się metodami: teoretyczną i empiryczną. Metody teoretyczne-analityczną i analityczno-graficzną - wykorzystałem do poszukiwania sposobów dokonywania oceny wzajemnego oddziaływania URE w armijnym systemie OPL. Metoda analityczna polega na wyprowadzeniu wzorów matematycznych wyrażających zależność poziomu sygnału zakłócającego w otoczeniu anteny zakłócanego URE od parametrów technicznych oddziałujących urządzeń i parametrów wynikających z rozmieszczenia URE w ugrupowaniu operacyjnym armii. Posłużyłem się nią do wyznaczenia wartości poziomu sygnału zakłóceń na wejściu urządzenia odbiorczego zakłócanych RLS w systemie OPL armii, wykorzystując do obliczeń elektroniczną technikę obliczeniową.

Metoda analityczno-graficzna polega na wyznaczeniu podstawowych wielkości charakteryzujących stopień wzajemnego wpływu URE /odległość, poziom sygnału zakłóceń/ za pomocą wzorów matematycznych oraz zawczasu przygotowanych nomogramów i wykresów obrazujących zależności podstawowych parametrów technicznych i operacyjno-taktycznych. Metodę tę wykorzystałem dwójako - do obliczenia minimalnej odległości między RLS przy ustalonym poziomie sygnału zakłócającego oraz do ustalenia poziomu sygnału zakłócającego przy ustalonej odległości między RLS.

Metodą empiryczną posłużyłem się do zweryfikowania wyników, obrazujących stopień KEM w armijnym systemie OPL, uzyskanych za pomocą metod teoretycznych. Polega ona na przeprowadzeniu eksperymentu, którego program dostosowałem do sytuacji badanej metodami teoretycznymi. Wielkościami zmiennymi w prowadzonym eksperymencie były parametry operacyjno-taktyczne /odległość, warunki terenowe, sektor promieniowania/, a wielkością badaną był poziom sygnału zakłócającego na wejściu urządzenia odbiorczego zakłócanej RLS.

Do rozwiązywania zagadnień z zakresu KEM korzystałem głównie z materiałów dowództwa wojsk OPL i ASG WP oraz innych źródeł dotyczących powyższej problematyki. Szczegółowe ustalenia dotyczące ugrupowania operacyjnego armii przyjąłem na podstawie wydawnictw ASG WP i Biuletynów Informacyjnych Sztabu Generalnego WP omawiających operację zaczepną armii. Dużą pomocą w rozwiązywaniu zagadnień specjalistycznych / oprócz fachowej literatury/ były konsultacje z pracownikami naukowymi ASG WP, Zarządu Operacyjnego Sztabu Generalnego i Dowództwa Wojsk OPL.

Charakterystyki taktyczno-techniczne URE, zawarte w ich dokumentacji technicznej i eksploatacyjnej, okazały się niewys-

tarczające do określenia stopnia KEM w armijnym systemie OPL za pomocą metod teoretycznych. Konieczne były w tym celu dane, które uzyskałem w wyniku badań specjalistycznych sprzętu radiolokacyjnego przeprowadzonych w Instytucie Radiolokacji WAT i Przemysłowym Instytucie Telekomunikacji. W wyniku tych badań uzyskałem przebieg charakterystyki amplitudowej toru odbiorczego i charakterystykę dookólną anteny RLS typu Jawor-M.

Układ pracy i zawartość poszczególnych rozdziałów dobrane są pod kątem realizacji głównych celów pracy, a mianowicie możliwości dokonania teoretycznej i praktycznej oceny kompatybilności elektromagnetycznej w rozpatrywanym systemie i na tej podstawie sformułowanie niezbędnych wniosków dotyczących takich sposobów wykorzystania URE, które umożliwią ich pracę bez zakłóceń wzajemnych.

Rozwiązanie tego problemu wymagało zbadania stopnia oddziaływania URE pracujących w armijnym systemie OPL, a szczególnie rozpatrzenie takich zagadnień, jak: rodzaj i liczba URE i ich podstawowe parametry, odległości między poszczególnymi typami URE wynikającymi z ugrupowania tych środków i sposób ich wykorzystania. W armijnym systemie obrony przeciwlotniczej występują bowiem grupy urządzeń pracujące w tych samych pasmach częstotliwości. Analiza ich pracy z punktu widzenia zakłóceń wzajemnych wskazuje na możliwość wystąpienia tego zjawiska w badanym elemencie ugrupowania operacyjnego armii.

Zagadnienia te są przedmiotem analizy w rozdziale pierwszym i drugim. W rozdziale trzecim przedstawiłem omówione wcześniej metody określania stopnia wzajemnego oddziaływania stacji na siebie : analityczno-graficzną i analityczną. W metodzie analityczno-graficznej wykorzystałem następujące kryterium: pracę RLS można uznać za kompatybilną wówczas, gdy powstające

między nimi zakłócenia nie przekraczają dopuszczalnego poziomu

$$P_{zw} < P_{dop} ,$$

gdzie :

P_{zw} - moc zakłóceń wzajemnych,

P_{dop} - dopuszczalny poziom mocy sygnałów zakłócających

Moc sygnału zakłócającego na wejściu urządzenia odbiorczego, która charakteryzuje stopień występowania zakłóceń wzajemnych, obliczyłem korzystając z nomogramów i wykresów wiążących parametry techniczne RLS, ich wzajemne oddalenie oraz warunki terenowe.

Do rozwiązania tego samego problemu zaproponowałem również własną metodę, w której wykorzystałem równanie zasięgu radiolokacyjnego do obliczenia poziomu mocy sygnału na wejściu zakłócanego URE w porównaniu z czułością jego odbiornika. Pozwala to wykorzystywać teorię radiolokacji do rozwiązywania zagadnień KEM, a jest możliwe tylko za pomocą elektronicznej techniki obliczeniowej/ETO/.

Poziom mocy sygnału zakłócającego w otoczeniu anteny danej RLS wyznaczony tą metodą wyraża się zależnością uwzględniającą parametry techniczne oddziałujących urządzeń, ich wzajemną odległość i warunki rozprzestrzeniania fal elektromagnetycznych.

Zastosowana metoda pozwala obliczać moc sygnału zakłócającego na wejściu urządzenia odbiorczego i porównywać ją z poziomem dopuszczalnym. Dla tych celów wykorzystałem ETO, określając poziom mocy sygnału zakłóceń w funkcji odległości i kąta obrotu anteny.

W celu zweryfikowania wyników określonych metodami teoretycznymi przeprowadziłem badania eksperymentalne wzajemnego

oddziaływania RLS armijnego systemu OPL dla takich samych odległości między RLS i takiego samego usytuowania anten, jakie przyjąłem do obliczeń teoretycznych. Program badań, warunki ich przeprowadzenia i uzyskane wyniki przedstawiłem w rozdziale trzecim.

Badania przeprowadziłem w następujących warunkach: RLS typu JAWOR-M /zakłócana/, na której dokonywałem pomiarów poziomu zakłóceń oraz wykonywałem zdjęcia zobrazowania na wskaźniku obserwacji określonej, była rozwinięta na stałe. Pozostałe RLS /zakłócające/ były rozwijane na kolejnych stanowiskach. Między RLS była utrzymywana łączność radiowa. Warunki terenowe odbiegały nieco od założonych. Przy odległościach między RLS do 6 km teren był płaski, pokryty trawą i niskimi krzewami /lotnisko/. Przy większych odległościach wzajemnych teren był lekko pofałdowany, pokryty kępami drzew: między RLS znajdowały się zabudowania, linie telefoniczne i energetyczne. Teren badań znajdował się poza wpływem innych źródeł promieniowania.

Oceny stopnia oddziaływania zakłóceń dokonywałem poprzez pomiar amplitudy sygnału zakłóceń na ekranie wskaźnika kontrolnego stacji. Wykonywałem również zdjęcia ekranu wskaźnika obserwacji określonej. Aby móc porównywać wyniki teoretyczne z eksperymentalnymi przeliczyłem poziom zakłóceń określony na ekranie wskaźnika kontrolnego w stosunku do poziomu mocy tego sygnału na wejściu toru odbiorczego RLS.

Wyniki uzyskane metodami teoretycznymi i eksperymentalnymi, przedstawiające zależność mocy sygnałów zakłóceń w funkcji odległości wzajemnej i kąta obrotu anteny, zilustrowałem na wykresach. Z porównania uzyskanych rezultatów wynika, że poziom zakłóceń określony w drodze obliczeń znacznie przewyższa sygnał mierzony.

Jest to rezultat wielu uproszczeń jakie przyjęto do obliczeń a przede wszystkim nie uwzględnienia osłabiającego energię wpływu terenu oraz założenie parametrów technicznych RLS podanych w instrukcji, które jak wykazuje praktyka eksploatacyjna, w rzeczywistości są inne.

Wyniki różnią się przede wszystkim pod względem swojej wartości, a nie charakteru zmian. Doświadczalne ustalenie różnic jest sprawą niezmiernie pracochłonną i wymaga żmudnych badań, prowadzonych w różnych warunkach terenowych. Badania takie pozwoliłyby na określenie odpowiednich współczynników, które wprowadzone do metod teoretycznych uczyniłyby je całkowicie przydatne do praktycznego określania warunków istnienia KEM w armijnym systemie OPL. Charakterystyczne zobrażenia na ekranie wskaźnika obserwacji okrężnej zakłócanej RLS uzyskane w sytuacjach założonych programem badań eksperymentalnych przedstawiają zdjęcia.

W rozdziale czwartym omówiłem sposoby eliminowania zakłóceń wzajemnych URE pracujących w określonym systemie i przedstawiłem wnioski i propozycje dotyczące przedsięwzięć organizacyjnych podejmowanych w poszczególnych ogniwach systemu OPL armii w celu zapewnienia kompatybilnej pracy jego URE. Sformułowałem je na podstawie dogłębnej analizy teoretycznej rozpatrywanych zagadnień oraz materiałów uzyskanych w drodze obliczeń rachunkowych i badań eksperymentalnych.

I. ZAGADNIENIA KOMPATYBILNOŚCI ELEKTROMAGNETYCZNEJ W SYSTEMIE OBRONY PRZECIWLOTNICZEJ W OPERACJI ZACZEPNEJ ARMII.

1. Wyjaśnienie pojęcia kompatybilność elektromagnetyczna.

Urządzenia radioelektroniczne armijnego systemu OPL są wykorzystywane w procesach dowodzenia, rozpoznania ŚNP i kierowania środkami rażenia. Zasada pracy tych urządzeń polegająca na przesyłaniu /uzyskiwaniu/ informacji za pomocą fal elektromagnetycznych czyni je łatwymi do wykrycia i zakłócenia. Odbiorniki urządzeń radioelektronicznych z takim samym skutkiem odbierają zarówno informacje użyteczne jak i emitowane przez inne urządzenia radioelektroniczne, jeżeli tylko zgodne są ich podstawowe parametry. Odbierają zatem zakłócenia niecelowe /sygnały generowane przez URE i inne źródła drgań elektromagnetycznych sztucznego pochodzenia, które nie mają na celu uniemożliwienie funkcjonowania URE oraz zakłócenia pochodzenia naturalnego/ jak również celowe, powodowane przez stronę tym zainteresowaną/ te mają na celu uniemożliwienie pracy URE/.

W ugrupowaniu operacyjnym armii może jednocześnie pracować kilka tysięcy urządzeń radioelektronicznych o różnym przeznaczeniu. Urządzenie te, rozmieszczone na obszarze uwarunkowanym sposobem ugrupowania operacyjnego armii, znajdują się w małych odległościach wzajemnych. Należy tu również uwzględnić urządzenia sąsiadów, przełożonego, a w niektórych przypadkach nieprzyjaciela. Istnieje zatem duże niebezpieczeństwo destrukcyjnego ich oddziaływania na siebie powodujące zakłócenia wzajemne. Są to zakłócenia niecelowe, występujące pomiędzy URE podczas ich jednoczesnej pracy.

Oddziaływanie zakłóceń wzajemnych najczęściej uwidacznia się w podzespołach wyjściowych URE. Oto niektóre oznaki występowania zakłóceń, dla ważniejszych grup urządzeń, które mają znaczny wpływ na ich pracę.

W odbiornikach radiowych z fonicznymi urządzeniami wyjściowymi objawem występowania zakłóceń wzajemnych mogą być: szумы, trzaski i świsty, słyszalne szybkie zmiany poziomu szumów, słyszalne rozmowy z innych niepożądanych nadajników. Rezultatem tych zakłóceń jest utrudniony lub całkowicie niemożliwy odbiór. Powodują one również rozproszenie uwagi operatora.

W odbiornikach telewizyjnej aparatury rozpoznawania i naprowadzania na ekranie pojawiają się linie poziome lub pionowe, tło faluje a jasność ekranu /obrazu/ zmienia się okresowo. Zmniejsza się kontrast i wierność obrazu, możliwe jest zerwanie podstawy czasu. Wszystko to utrudnia wykrywanie i obserwację celu oraz określanie współrzędnych.

W radiolokacyjnych urządzeniach zapytujących sygnały zakłóceń powodują, że na ekranach naziemnych stacji radiolokacyjnych z którymi te urządzenia współpracują, obserwuje się zmniejszenie znacznika rozpoznania w azymucie i odległości lub jego całkowity zanik. Powoduje to możliwość błędnego określenia przynależności obiektu powietrznego /niebezpieczeństwo przepuszczenia celu/.

Zakłócenia wzajemne radiolokacyjnych stacji poszukiwania i wykrywania powodują występowanie znaczników zakłócających na ekranach wskaźników obserwacji okrężnej. Impulsy zakłócające poprzez układ antenowy podawane są do odbiornika, gdzie są opracowywane identycznie jak impulsy odbite od celu i w końcowym efekcie są zobrazowane na wskaźniku.

W zależności od stosunku częstotliwości powtarzania impulsów stacji zakłócanej i zakłócającej znaczniki te mogą być ruchome lub nieruchome.

W radiolokacyjnych stacjach automatycznego śledzenia w kierunku i odległości impulsy zakłócające mają kształt szpilki podobny do impulsu echa. Zakłócenia wzajemne mogą spowodować przejście odległościomierza na śledzenie fałszywego impulsu, imitowanego przez stację zakłócającą. Ze zjawiskiem takim należy się liczyć szczególnie wtedy, gdy stacja zakłócająca pracuje z częstotliwością powtarzania /krotnością/ stacji zakłócanej.

Zakłócenia te mogą w znacznym stopniu obniżyć jakość pracy URE /odległość wykrycia celu, zasięg automatycznego śledzenia celu, szybkość i wiarygodność przekazywanych informacji, itp/, utrudniając tym samym dowodzenie wojskami i obniżając ich sprawność bojową. Przykładem występowania tego zjawiska może być praca RSWP typu JAWOR i P-12 podczas zgrupowania wojsk OPL armii w Ośrodku Szkolenia Poligonowego WOPL w m. Ustka. Ze względów organizacyjnych i kontrolnych najwygodniej było rozmieścić 12-15 RSWP na obszarze około 10 km^2 , co oznacza odległość między stacjami rzędu 1 km. Okazało się, że równoczesna praca RSWP w tych warunkach była praktycznie niemożliwa ze względu na zakłócenia od sąsiednich stacji. Jedynym wyjściem z tej sytuacji było zwiększenie odległości między stacjami powyżej 10 km, co nasunęło pewne sugestie co do przyczyn wywołujących to szkodliwe zjawisko.

Do zasadniczych przyczyn wzajemnego oddziaływania URE pracujących w określonym systemie można zaliczyć:

1. Dużą liczbę URE rozmieszczonych na niewielkim obszarze. W ugrupowaniu operacyjnym armii może znajdować się do kilku tysięcy radiostacji i do kilkudziesięciu stacji radiolokacyjnych, rozmieszczonych nierównomiernie. Największa średnia gęstość

URE występuje na głębokości 5 km od przedniego skraju, są to przede wszystkim urządzenia taktacznej łączności radiowej i rozpoznania naziemnego .. Przykładowo w rejonach stanowisk dowodzenia armii i dywizji ich liczba może wynosić 20-25 i więcej na 1 km² . Na większych węzłach łączności znajduje się 100 i więcej URE, w tym 50-60 KF i 40-50 UKP, radiowych i radioliniowych¹.

2. Ograniczoną liczbę pasm częstotliwości roboczych, a stąd konieczność rozmieszczenia w nich dużej liczby URE. Różnice w częstotliwościach roboczych poszczególnych URE są małe, ograniczone są też zakresy ich przestrajanania. Na przykład:

- w paśmie L obejmującym zakres częstotliwości 390-1550 MHz / 77-19,2 cm/ w większości urządzeń wykorzystuje się falę o długości 23 cm. W armijnym systemie OPL może pracować w tym zakresie 10 RSWP typu JAWOR; w paśmie S /19,2-5,75 cm/ powszechnie wykorzystuje się fale o długości 10 cm. W systemie OPL armii, w tym zakresie może pracować 10 wysokościomierzy typu BOGOTA i PRW; w paśmie X /5,75-2,75 cm/ większość urządzeń pracuje na fali o długości 3 cm. W tym zakresie może pracować na potrzeby systemu OPL armii ponad 30 zestawów radiolokacyjno-przelicznikowych ZRP-1;
- w zakresie częstotliwości 1-60 MHz szereg pasm jest zajęte przez cywilne służby stałe, ruchome i morskie /1-1,6; 6,1;6,3; 6,4;7,3;9; 7-12; 15,8; 18,7; 23 ... Mhz/.

3. Duży poziom mocy promieniowania. Jest to jeden z parametrów wpływających na zasięg działania URE i dlatego np. w RLS przeznaczonych do wykrywania obiektów na dużych odległościach obserwuje się dążność do zwiększenia tego parametru.

4. Wysoką czułość urządzeń odbiorczych. Jest to kolejny parametr techniczny wpływający na zasięg działania URE.

1. W. Bryliński: "KEM - nowy "wymiar" współczesnego pola walki".
/Zeszyty naukowe ASG WP Nr 1/26/81

Współczesne wzmacniacze mikrofalowe /lampy mikrofalowe, masery, itp/ pozwalają wykryć sygnał użyteczny o wartości mniejszej od poziomu szumów. Urządzenia odbiorcze o tak wysokiej czułości są bardzo wrażliwe również na wszelkie sygnały zakłóceń.

5. Techniczną niedoskonałość URE polegającą na :

- istnieniu poza przedziałem pasm częstotliwości roboczej promieniowania pozapasmowego i ubocznego. Promieniowanie pozapasmowe jest to ta część energii widma częstotliwości, która powstaje w pasmach bezpośrednio przylegających do pasma roboczego podczas formowania właściwego sygnału i nie jest wykorzystywana do odtwarzania informacji użytecznej w urządzeniu odbiorczym. Promieniowanie uboczne powstaje głównie na elementach nieliniowych oraz w trakcie generowania energii wysokiej częstotliwości. Będą to drgania na częstotliwościach harmonicznym, kombinowanych itp;
- istnieniu w torze odbiorczym kanałów bocznego odbioru, które umożliwiają odbiór, obróbkę i zobrazowanie nie tylko sygnałów użytecznych, ale także i tych, które utrudniają normalną pracę URE;
- niestabilność częstotliwości roboczej, która zmniejsza energię użytecznej części widma sygnału, a przy małym odstępnie częstotliwości roboczych poszczególnych stacji może powodować pokrycie się z ich częstotliwością roboczą;
- niemożności pełnej eliminacji sygnałów pochodzących od innych URE, za pomocą rozwiązań konstrukcyjnych;
- istnieniu bocznych i tylnych listków charakterystyk promieniowania anten, które zwiększają prawdopodobieństwo spotkania się charakterystyk kierunkowych oddziałujących na siebie URE;
- emitowaniu i odbiorze sygnałów z pominięciem anteny.

Poziom sygnałów zakłóceń wzajemnych decyduje o stopniu utrudnienia pracy URE i zależy od wielu czynników, do których można zaliczyć: rozstaw częstotliwości roboczych, odległości między URE, moce ich nadajników, czułość i selektywność odbiorników, poziom listków głównych, bocznych i tylnych charakterystyk kierunkowych anten, wyposażenie w urządzenie przeciwzakłóceńowe, stabilność częstotliwości, warunki propagacji fal elektromagnetycznych między URE, liczbę pracujących URE, zbieżność ich pracy w czasie itp. Czynniki te będą dokładnie przeanalizowane podczas rozpatrywania warunków uzyskiwania kompatybilności elektromagnetycznej .

Na mechanizm powstawania zakłóceń wzajemnych podstawowy wpływ mają: źródło zakłóceń, ośrodek rozprzestrzeniania fal i urządzenie zakłócanie. Urządzenia radioelektroniczne mogą być jednocześnie źródłem i przedmiotem oddziaływania zakłóceń.

Źródło może oddziaływać na urządzenie zakłócanie za pomocą fal elektromagnetycznych lub kontaktowo /poprzez przewody, szassi, itp/. Ilustruje to rys. 2.

Sygnał przeznaczony do wypromieniowania w przestrzeń /np. impuls sondujący RLS, wideosygnał itp/ jest formowany i przekształcany w nadajniku URE do postaci umożliwiającej jego wypromieniowanie. W trakcie tego mogą powstawać zakłócenia w pracy podzespołów wskutek promieniowania elektromagnetycznego poszczególnych elementów i możliwości ich przenoszenia przez wspólne elementy konstrukcyjne, np. obudowa, uziemienie, źródło zasilania, itp. Przyczyny powstawania tych zakłóceń /pokazane na rys.3/ znajdują się wewnątrz danego URE, stąd ich nazwa - wewnętrzne zakłócenia wzajemne. Do tego rodzaju zakłóceń należy zaliczyć również zakłócenia powstające między urządzeniami kompleksów

radiotechnicznych¹, np. w SSWN między SN, SWP, NRZ, środkami łączności. Wypromieniowanie przez antenę nadawczą URE sygnały są odbierane przez antenę określonego urządzenia odbiorczego. Antena odbiorcza razem z sygnałami użytecznymi może przyjąć sygnały pochodzące od źródeł zakłóceń, np. drugiej RLS, radiostacji, URE samolotu, nadajnika telewizyjnego, radiolinii, itp. Przyczyny powstawania tego rodzaju zakłóceń / pokazane na rys.4/ tkwią poza zakłócanym URE, stąd ich nazwa - zewnętrzne zakłócenia wzajemne.

Eliminacja wewnętrznych zakłóceń wzajemnych jest zagadnieniem, którym zajmują się projektanci i konstruktorzy URE i jego użytkownik nie ma wpływu na rozwiązanie tego problemu. W związku z tym dalsze rozważania dotyczące zakłóceń wzajemnych odnosić się będą do zakłóceń zewnętrznych.

Zewnętrzne zakłócenia wzajemne znacznie utrudniają lub całkowicie uniemożliwiają urządzeniom radioelektronicznym poprawną pracę i wykorzystanie zgodnie z przeznaczeniem. W tej sytuacji konieczne jest zapewnienie takich warunków pracy URE systemu OPL, aby zmniejszyć to zjawisko. Całokształt związanych z tym problemów określa się mianem kompatybilności elektromagnetycznej /KEM/, którego istota sprowadza się do jednoczesnej pracy wielu urządzeń radioelektronicznych, tak aby mogły realizować swoje podstawowe funkcje. Istota pojęcia KEM jest ogólnie jasna, jednak brak jest jednoznacznego jej określania /definicji/. Często pod tym pojęciem rozumie się zdolność URE do prawidłowego funkcjonowania / z założoną jakością/ w otaczającym środowisku elektromagnetycznym bez wywierania szkodliwego wpływu na to środowisko / lub na inne urządzenia/.

1 Kompleks radiotechniczny - syste. środków radiotechnicznych przeznaczony do pełnego rozwiązania złożonych zadań. "Elektromagnitnaja sovmestimost' radioelektronnych sredstv". Moskva 1977 r.

Kompatybilność elektromagnetyczną rozpatruje się też jako gotowość URE do poprawnej ich pracy w dowolnej sytuacji elektromagnetycznej¹ bez zakłóceń wzajemnych. Istota tych sformułowań jest jednakowa - oznacza zawsze brak zakłóceń wzajemnych jednocześnie pracujących URE. Pracę URE można uznać praktycznie za kompatybilną wówczas, gdy powstające między nimi zakłócenia nie przekraczają określonego dopuszczalnego poziomu tj. doprowadzają tylko do nieznacznego obniżenia efektywności wykorzystania URE, np. zmniejszenie dokładności określenia parametrów lotu celu. Jest to dopuszczalne tylko w przypadkach, gdy pełna eliminacja zakłóceń wzajemnych związana jest ze znacznymi trudnościami organizacyjnymi i technicznymi np. konieczność rozmieszczenia URE na odległościach większych niż narzucone przez ugrupowanie wojsk.

Zapewnienie KEM URE to całokształt przedsięwzięć organizacyjnych i technicznych zmierzających do ograniczenia lub całkowitej likwidacji zakłóceń wzajemnych pomiędzy URE.

Praca URE różnych typów może być całkowicie kompatybilna lub potencjalnie niekompatybilna. Pełna kompatybilność ma miejsce wówczas, jeżeli przy rozmieszczeniu URE w jednym rejonie i jednocześnie ich pracy na dowolnych /wydzielonych/ dla nich częstotliwościach, zakłócenia wzajemne nie występują niezależnie od położenia urządzeń antenowych, np. RLS typu JAWOR M i P-12 M, mogą pracować bez żadnych ograniczeń czasowo-przestrzennych. Potencjalnie niekompatybilne URE - to takie, których jednoczesna praca z wymaganą jakością, bez zastosowania specjalnych przedsię-

¹ Sytuacja radioelektroniczna - ogół systemów i URE, rozwiniętych /przemieszczających się/ w określonym czasie i rejonie, pracujących zgodnie z ich przeznaczeniem. Obejmuje ona: skład i ugrupowanie URE, charakterystyki ich promieniowania i odbioru oraz sposoby /reżimy/ pracy.

wzięć organizacyjnych i technicznych, nie jest możliwa z powodu zakłóceń wzajemnych, np. samobieżne stacje wykrywania i naprowadzania w rejonie ugrupowania prplot muszą pracować na różnych częstotliwościach. Potencjalnie niekompatybilne URE mogą w konkretnych warunkach oddziaływać na siebie w różny sposób. Możliwe są sytuacje, w których praca tych urządzeń będzie:

- kompatybilna - jeśli urządzenia wzajemne między URE nie występują lub nie przewyższają dopuszczalnego poziomu bez jakichkolwiek częstotliwościowych, przestrzennych lub czasowych ograniczeń;
- częściowo kompatybilna - jeśli między określonymi URE powstają zakłócenia powodujące obniżenie efektywności pracy chociaż jednej z nich, ale nie wykluczające możliwości wykonania zadania;
- niekompatybilna - jeśli wzajemny wpływ URE na siebie doprowadza do tak istotnego obniżenia efektywności choćby jednego z nich, że wykonanie zadań staje się niemożliwe lub mało prawdopodobne.

Ze względu na rolę jaką spełniają URE wykorzystywane w armijnym systemie OPL należy dążyć do tego, aby ich praca była całkowicie kompatybilna.

Zagadnień kompatybilności elektromagnetycznej nie można rozpatrywać w odniesieniu do wybranego systemu, podsystemu, związku taktycznego czy operacyjnego, a należy je widzieć w układzie całościowym tzn. z uwzględnieniem wszystkich URE mogących mieć wpływ na siebie. W wielu przypadkach należy uwzględnić również i nieprzyjaciela, szczególnie wówczas, gdy wojska działają w bezpośredniej styczności. Równoległe z pracą naszych URE przeciwnik będzie wykorzystywał własne środki łączności, których

siatka i zakresy częstotliwości są identyczne lub zbliżone do parametrów własnych urządzeń.

W materiałach dotyczących rozpatrywanego problemu spotyka się również określenie "koordynacja elektromagnetyczna". Uważam, że pojęcia te są równoznaczne i odnoszą się do opisu tych samych zjawisk. Wg "Słownika wyrazów obcych" wydanego przez PWN Warszawa w 1971 r. "koordynacja" oznacza uporządkowane współdziałanie, zharmonizowane, uzgodnienie wzajemnego działania, natomiast słowo "kompatybilność" pochodzi od angielskiego "compatibility", co oznacza zgodność.

"Podręczny słownik angielsko-polski". Wiedza Powszechna, Warszawa 1974 r.

Rozumiejąc zgodność w odniesieniu do działania obydwu te pojęcia oznaczają to samo. W aktualnie obowiązującej "Instrukcji zapewnienia kompatybilności elektromagnetycznej urządzeń radioelektronicznych w czasie wspólnych działań wojsk wydzielonych w skład zjednoczonych sił zbrojnych", używa się zwrotu kompatybilność elektromagnetyczna i dlatego w niniejszej rozprawie używam tego pojęcia.

2. Ocena charakteru, właściwości organizacji i prowadzenia operacji zaczepnej armii na potrzeby KEM.

Operacja zaczepna armii /ogólnowojskowej, pancernej/ całokształt przedsięwzięć organizacyjnych, planistycznych i wykonawczych, uderzeń ogniowych oraz zdecydowane uderzenia związków pancernych i zmechanizowanych wykonywane zgodnie z zamiarem dowódcy armii dla osiągnięcia celu operacji zaczepnej¹. Armia

¹ K. Nożko: "Założenia i zasady współczesnej sztuki operacyjnej" ASG WP, 1977 r.

ogólnowojskowa może realizować cel operacji w ramach operacji zaczepnej frontu lub na odrębnym kierunku operacyjnym samodzielnie. Celem operacji zaczepnej armii z zasady będzie rozbicie zgrupowania i odwodów przeciwnika na całą głębokość operacyjnego ugrupowania grupy armii oraz opanowanie ważnych z operacyjnego punktu widzenia rejonów i obiektów, naruszenia trwałości obrony przeciwnika, itp. Cele te powinny zmierzać do zapewnienia dogodnych warunków do przeprowadzenia kolejnej operacji zaczepnej.

W trakcie operacji zaczepnej armia może:

- rozbijać zgrupowania przeciwnika /środków rakietowo jądrowych, wojsk lądowych, lotnictwa taktycznego, sił i środków OPL/;
- realizować przedsięwzięcia zmierzające do zakłócenia przedsięwzięć mobilizacyjnych;
- dążyć do opanowania określonego terytorium przeciwnika na jednym lub kilku kierunkach operacyjnych.

Cel operacji zaczepnej armia osiąga poprzez realizację zadania bliższego i dalszego. Armii pierwszego rzutu stawia się również zadania na pierwsze uderzenie jądrowe frontu i na pierwszą dobę operacji. Treścią zadania bliższego armii może być rozbicie pierwszego rzutu ugrupowania operacyjnego przeciwnika, opanowanie rejonów, rubieży i obiektów w głębi operacyjno-taktycznej, stworzenie warunków dalszego prowadzenia działań zaczepnych.

Zadaniem dalszym armii może być ostateczne rozbicie operacyjnego ugrupowania przeciwnika, włącznie z jego odwodami operacyjnymi, opanowanie rejonów i rubieży na całą głębokość operacji zaczepnej armii.

Głębokość operacji zaczepnej armii wynosi 300-400 km, szerokość pasa natarcia 60-100 km, a czas trwania 5-7 dób. Średnio tempo natarcia wojsk we współczesnych operacjach może się

gać 50 km/dobę.

W skład armii ogólnowojskowej może wchodzić:

- 5-6 dywizji / w tym 1-2 pancerna/, BROT, brygada artylerii, dwa pułki rakiet przeciwlotniczych, brygada saperów, pułk artylerii przeciwlotniczej i brygada chemiczna, dwie eskadry śmigłowców szturmowych, pułk lotnictwa wojsk lądowych oraz inne oddziały i pododdziały: łączności, OPL, rozpoznania, inżynieryjne, chemiczne oraz jednostki i urządzenia tyłowe.

W ugrupowaniu armii do operacji zaczepnej można wyróżnić następujące elementy:

- pierwszy rzut operacyjny;
- drugi rzut operacyjny / odwód ogólnowojskowy/;
- wojska raketowe i artyleria;
- wojska OPL;
- operacyjna grupa manewrowa;
- taktyczne desanty powietrzne;
- oddziały wydzielone;
- odwody specjalne: przeciwpancerne, inżynieryjne, chemiczne, oddziały zapasowe;
- rzut tyłowy armii;
- związki taktyczne i jednostki wojsk lądowych;
- lotnictwo wojsk lądowych;
- inne w miarę potrzeb, jak np. desanty morskie.

Z punktu widzenia KEM każdy z wymienionych elementów ugrupowania operacyjnego armii można traktować jako zbiór URE o różnym przeznaczeniu, a w związku z tym dysponującymi różnymi charakterystykami taktyczno-technicznymi, każdy z nich może oddziaływać na sąsiednie zbiory URE wyróżnione w ugrupowaniu operacyjnym. Schematycznie przedstawiono to na rys. 12.

W celu rozpatrzenia zagadnień KEM w tak określonych zbiorach URE, wykonujących zadania na korzyść poszczególnych elementów ugrupowania operacyjnego armii, celowa jest bliższa analiza tych elementów pod względem operacyjnym. Oto krótka charakterystyka elementów ugrupowania armii.

Pierwszy rzut operacyjny armii w składzie 3-4 dywizji zmechanizowanych i pancernych przeznaczony jest do rozbicia zgrupowań nieprzyjaciela obezwładnionych uderzeniami broni jądrowej poprzez zdecydowane natarcie na głębokość zadania bliższego. Można przyjąć dla niego obszar o wymiarach 100 x 30 km. URE łączności zakresu UKF będą rozmieszczone głównie na głębokości do 5 km. W strefie tej będą pracować również URE wojsk OPL, artylerii i środki zakłóceń UKF systemu walki radioelektronicznej. Ogółem może tu być rozmieszczonych około 2500 URE zakresu UKF i 20 URE zakresu mikrofalowego.

Drugi rzut w składzie 1-3 dywizji zmechanizowanych i pancernych, jest przeznaczony do rozwinięcia powodzenia na głównym kierunku uderzenia lub na innych kierunkach.

Odwód ogólnowojskowy /jedna dywizja/ może być wykorzystany do potęgowania wysiłku wojsk pierwszego rzutu, umocnienie opanowanych ważnych rejonów i obiektów, rozbicia okrążonych zgrupowań i desantów powietrznych nieprzyjaciela, odpierania przeciwuderzeń oraz wykonywania innych zadań.

Drugi rzut /odwód/ operacyjny rozmieszcza się w ugrupowaniu operacyjnym w odległości 50-70 km od rubieży styczności walczących wojsk.

Problemy zapewnienia kompatybilności tych elementów ugrupowania operacyjnego armii występują dopiero podczas wprowadzania ich do bitwy. Wystąpi tu szczególnie trudna i skomplikowana sytuacja radioelektroniczna, ponieważ oprócz URE

wprowadzonych wojsk pracować będą URE wojsk prowadzących działania bojowe. Ilościowo oznaczać to może dwukrotny wzrost URE w porównaniu do ilości określonych dla pierwszego rzutu operacyjnego.

Wojska raketowe i artyleria są przeznaczone do niszczenia środków napadu jądrowego, obezwładniania zasadniczych zgrupowań wojsk, zwalczania odwodów szczególnie na rubieżach wyprowadzania ich do przeciwuderzeń i kontrataków, niszczenia punktów oporu na zasadniczych kierunkach natarcia, niszczenia SD i obiektów tyłowych oraz tworzenia stref skażeń promieniotwórczych.

URE wykorzystywane do dowodzenia pododdziałami, oddziałami i grupami artylerii oraz kierowania ich ogniem pracują w zakresie UKF i rozmieszczone są na przednim skraju. Natomiast URE wojsk raketowych znajdują się na odległości 10-50 km od przedniego skraju i pracują w różnych pasmach częstotliwości.

Armijne jednostki OPL osłaniają główne zgrupowanie wojsk i inne ważne obiekty armii, prowadzą rozpoznanie ŚNP, powiadamiają o nich wojska własne, niszczą środki rozpoznania powietrznego, zwalczają desanty powietrzne w czasie przelotu i lądowania. Taktyczne desanty powietrzne przeznaczone są do szybkiego wykorzystania rezultatów uderzeń jądrowych wykonanych na obiekty nieprzyjaciela.

Oddziały wydzielone armii opanowują i utrzymują we współdziałaniu z taktycznymi desantami powietrznymi ważne rejony, rozbijają siły nieprzyjaciela w pasie przesłaniania oraz osłaniają rejon wyjściowy do operacji.

Odwód przeciwpancerny i oddział zaporowy - odpierają kontr-ataki i przeciwuderzenia zgrupowań pancernych nieprzyjaciela, osłaniają podejście i rozwinięcie drugiego rzutu, umacniają

opanowane w toku operacji ważne obiekty i rubieże.

Pozostałe elementy ugrupowania operacyjnego armii wykorzystują URE tylko w niektórych etapach operacji, stosownie do potrzeb i specyfiki ich działań. Armia ugrupowana do operacji zaczepnej może zajmować rejon o szerokości 100 i głębokości 150 km.

W rejonie tym będzie więc rozmieszczona następująca ilość techniki bojowej i obsługujących ją urządzeń radioelektronicznych:

- 24-26 wyrzutni raketowych - 160 URE;
- ponad 1200 czołgów - 1500 URE;
- ponad 2300 transporterów, w tym 400-600 BWP - 3000 URE;
- ponad 800 dział - 500 URE;
- około 100 wyrzutni PPK - 50 URE;
- około 300 dział przeciwlotniczych - 400 URE;
- ponad 100 raketowych wyrzutni przeciwlotniczych - 600 URE;

Oprócz kierowania techniką, urządzenia radioelektroniczne znajdują powszechne zastosowanie w systemach dowodzenia woj-skami.

Na szczeblu armii organizuje się stanowisko dowodzenia /SD/, zapasowe stanowisko dowodzenia /ZSD/, tyłowe stanowisko dowodzenia /TSD/ i powietrzny element dowodzenia /PED/. Każde z nich posiada następującą ilość URE: SD-16 URE KF, ZSD-16 URE KF, TSD 10 URE KF, PED - 10 URE.

W każdej dywizji organizuje się również te same elementy dowodzenia, które są obsługiwane przez 19 URE, w tym: SD 8 URE, ZSD 8 URE, TSD 3 URE. W armii o składzie 5 dywizji będzie łącznie 95 URE.

W pz /pcz/ organizuje się SD, ZSD i TSD, które obsługuje łącznie 12 URE rozmieszczonych na: SD 7 URE, ZSD 3 URE, TSD 2 URE.

Uwzględniając obowiązującą organizację, na wszystkich stanowiskach dowodzenia pułków w armii znajduje się łącznie 300 URE.

W batalionach organizuje się SD i ZSD, na których znajduje się 6 URE /SD posiada 3 URE i ZSD 3 URE/. Na tych stanowiskach łącznie w armii znajduje się 220 URE.

W kompaniach do dowodzenia wojskami wydzielone jest łącznie 12 radiostacji, co na szczeblu armii stanowi 900 URE.

Liczba urządzeń radioelektronicznych do dowodzenia wojskami w oddziałach i pododdziałach armijnych jest następująca: ABROT - 60, ABAA - 90, pappanc - 60, BChem - 50, ppont 60, prplot - 60, bzt - 30, bzrl - 30, brozp - 30.

W przyjętym ugrupowaniu może więc jednocześnie pracować około 8200 urządzeń radioelektronicznych, powiązanych w określone systemy i wykorzystujące cztery główne pasma fal radiowych:

- krótkofalowe / od 1,5 do 30 MHz/;
- ultrakrótkofalowe wojsk lądowych / od 30-76 MHz/;
- ultrakrótkofalowe lotnictwa / od 225 do 400 MHz/;
- mikrofalowe / od 400 Mhz wzwyż/,

Są to urządzenia radioelektroniczne o następującym przeznaczeniu: łączności radiowej UKP i KP, łączności radioliniowej, radiolokacyjne stacje wstępnego poszukiwania, wysokościomierze radiolokacyjne, stacje radiolokacyjne do kierowania ogniem artylerii przeciwlotniczej, radiolokacyjne stacje naprowadzania rakiet przeciwlotniczych, radiolokacyjne stacje meteorologiczne, stacje zakłóceń.

Analizując zagadnienia kompatybilności elektromagnetycznej dogodnie jest, w ramach wyróżnionych powyżej pasm częstotliwości, rozpatrywać nasycenie poszczególnych elementów ugrupowania operacyjnego armii urządzeniami radioelektronicznymi. Ilościowe rozmieszczenie poszczególnych URE w ugrupowaniu operacyj-

nym armii wg zakresu fal radiowych przedstawia rys. 5.

Największa liczba URE jest rozmieszczona na głębokości do 5 km od linii styczności wojsk. Są to urządzenia wykorzystywane dla celów dowodzenia i kierowania wojskami, przede wszystkim urządzenia łączności radiowej UKF. Nasycenie ugrupowania wojsk urządzeniami radioelektronicznymi można określić za pomocą średniej gęstości tych urządzeń, tzn. liczbą urządzeń przypadającą na jednostkę powierzchni lub na określonej powierzchni. Na głębokości taktycznej ugrupowania operacyjnego armii wynosi ona 5 urządzeń na 1 km².

W pracy URE wykorzystywanych w ugrupowaniu operacyjnym armii można wyróżnić następujące cechy charakterystyczne:

- jednoczesna praca różnych urządzeń w poszczególnych etapach operacji;
- możliwość manewru energią elektromagnetyczną i pracy w ruchu wielu URE;
- niewielka odległość pomiędzy URE wojsk własnych i URE nieprzyjaciela;
- zróżnicowana moc promieniowania poszczególnych grup URE;
- różne metody modulacji, detekcji i obróbki sygnałów stosowane w poszczególnych grupach URE.

Czynniki te narzucają konieczność przestrzegania przez wszystkie rodzaje wojsk określonych zasad pracy ich urządzeń składających się na zapewnienie im warunków **KEM**.

3. Charakterystyka armijnego systemu OPL pod względem kompatybilności elektromagnetycznej.

Zadania wojsk obrony przeciwlotniczej w operacji zaczepnej armii.

Nieodłączną częścią składową współczesnych bitew i ope-

racji jest walka ze środkami napadu powietrznego /ŚNP/. Obrona przeciwlotnicza w operacji zaczepnej armii nie może być rozpatrywana w oderwaniu od walki ogólnowojskowej i musi być dostosowana do zadań jakie wykonują związki taktyczne i oddziały armii.

Wojska obrony przeciwlotniczej są jednym z podstawowych rodzajów wojsk lądowych. Przeznaczone są do osłony wojsk i ważnych obiektów przed rozpoznaniem i uderzeniami ŚNP nieprzyjaciela. Realizują one podstawowe zadania czynnej obrony przeciwlotniczej poprzez niszczenie w powietrzu samolotów, śmigłowców, samolotów-pocisków, rakiet manewrujących, desantów oraz innych obiektów powietrznych.

Celem obrony przeciwlotniczej jest zapewnienie osłoni-
nym wojskom /obiektom/ możliwości prowadzenia skutecznych działań bojowych i manewru na polu walki oraz sprawnego funkcjonowania obiektów i urządzeń zabezpieczających ich działania, w warunkach aktywnego oddziaływania nieprzyjaciela z powietrza. Do jego realizacji wykorzystuje się oddziały /pododdziały/ rakiet i artylerii przeciwlotniczej, wojska lotnicze frontu, inne rodzaje wojsk oraz przedsięwzięcia powszechnej obrony przeciwlotniczej. Cel ten może być osiągnięty tylko przy poprawnej /niezakłóconej/ pracy URE zapewniających wykorzystanie aktywnych środków niszczenia obiektów powietrznych. Osiąga się to poprzez organizowanie obrony radioelektronicznej, która obejmuje: obronę środków i systemów radioelektronicznych przed obezwładnianiem radioelektronicznym i dywersją, kontrolę radioelektroniczną oraz kompatybilność elektromagnetyczną.

KEM jest nową wartością, która pojawiła się na polu walki w momencie wprowadzenia na nie dużej ilości środków radioelektronicznych spełniających różnorodne funkcje. Jej specyfika polega na tym, że przy całkowitej sprawności technicznej URE i

braku zakłóceń celowych stosowanych przez nieprzyjaciela tzn. gdy spełnione są wszystkie warunki zapewniające poprawną pracę, urządzenia te mogą być częściowo lub całkowicie bezużyteczne. Przyczyną tego będą zakłócenia wzajemne urządzeń radioelektronicznych.

Obrona przeciwlotnicza powinna być organizowana zawsze, niezależnie od tego czy wojska prowadzą walkę z nieprzyjacielem naziemnym, czy też wykonują marsz lub znajdują się w rejonie wyjściowym.

Zasady organizacji obrony przeciwlotniczej i użycia bojowego sił i środków przeciwlotniczych należy dostosować do sposobu działań ŚNP, działalności osłanianych wojsk, właściwości bojowych środków przeciwlotniczych oraz sytuacji operacyjno-taktycznej. Podstawowe z nich to:

- skupienie głównego wysiłku do osłony zasadniczych zgrupowań wojsk / zasada zmasowania sił i środków OPL/;
- utrzymanie sił i środków, jak również całego systemu OPL, w wysokim stopniu gotowości bojowej do odparcia zmasowanych / ześrodkowanych/ uderzeń z powietrza / zasada gotowości bojowej/;
- zapewnienie warunków wykonania manewru w skali operacyjnej /taktycznej/ sił i środków OPL na inne kierunki /zasada manewrowości/;
- ścisłe współdziałanie z siłami i środkami OPL sąsiednich ZO /ZT/; z wojskami OPK, wojskami OPL marynarki wojennej, lotnictwem myśliwskim /zasada współdziałania/;
- zapewnienie trwałości i odporności systemu OPL przy próbach jej pokonania i przerwania przez nieprzyjaciela powietrznego /zasada trwałości/;

- ciągłe oddziaływanie ogniem na środki napadu powietrznego nieprzyjaciela, którym udało się przeniknąć nad własne wojska w głębi operacyjnej /zasada urzutowania sił i środków OPL w głąb ugrupowania bojowego/..
- ciągłe i elastyczne kierowanie w ramach scentralizowanego dowodzenia siłami i środkami OPL w celu maksymalnego wykorzystania ich możliwości bojowych w konkretnej sytuacji operacyjnej /zasada ciągłego i elastycznego dowodzenia/,

Do głównych zadań realizowanych przez wojska obrony przeciwlotniczej w walce i operacji należą:

- prowadzenie rozpoznania nieprzyjaciela powietrznego i powiadamianie wojsk o zagrożeniu z powietrza;
- osłona przed rozpoznaniem i uderzeniami nieprzyjaciela z powietrza środków przenoszenia broni jądrowej oraz głównych zgrupowań wojsk w rejonach ześrodkowania, podczas przegrupowania, wprowadzania do bitwy i w toku operacji,
- osłona operacyjnych grup manewrowych,
- osłona stanowisk dowodzenia /węzłów łączności/, przepraw /mostów/ na szerokich przeszkodach wodnych, węzłów komunikacyjnych, bez zaopatrzenia lotnisk oraz innych ważnych obiektów operacyjnych;
- niszczenia desantów powietrznych nieprzyjaciela na trasach ich przelotu i w rejonach lądowania;
- blokowanie z powietrza okrążonych zgrupowań wojsk nieprzyjaciela,
- osłona rejonów załadowania desantu powietrznego /śmigłowcowego/ oraz rejonów wyjściowych i załadowania desantu morskiego.

Ponadto oddziały wojsk OPL mogą wziąć udział w operacji przeciwpowietrznej prowadzonej wg planu wyższego dowództwa.

Efektywność wykonania tych zadań zależy od szeregu czynników, do których przede wszystkim należy zaliczyć:

- strukturę organizacyjną wojsk obrony przeciwlotniczej, ich uzbrojenie, system dowodzenia, zasady działania,
- warunki realizacji zadań OPL, z uwzględnieniem sytuacji RE, głównie tych jej elementów, które mają wpływ na wykorzystanie URE wojsk OPL.

Najbardziej złożone warunki zapewnienia KEM wystąpią podczas organizowania obrony przeciwlotniczej dywizji pierwszego rzutu armii prowadzącej operację zaczepną. Złożoność ta wynika z:

- oddziaływania na wojska dywizji wszystkich rodzajów i typów ŚNP z różnych wysokości /przy różnych prędkościach lotu/, głównie jednak z małych i bardzo małych wysokości;
- ograniczonej głębokości strefy radiolokacyjnego wykrywania celów powietrznych, szczególnie na małych wysokościach, umożliwiającej ŚNP, wykonanie uderzeń z zaskoczenia;
- krótkotrwałego przebywania celów powietrznych w strefie oddziaływania ogniowego środków OPL;
- możliwości stosowania przez nieprzyjaciela różnych sposobów przeciwdziałania wojskom OPL, w tym obezwładniania radioelektronicznego,
- dużej gęstości nalotów lotnictwa przy wykonywaniu zmasowanych uderzeń;
- szczególnie dogodnych warunków do zakłócenia pracy urządzeń radioelektronicznych wykorzystywanych w dowodzeniu siłami i środkami OPL oraz kierowaniu środkami ogniwymi. Mogą to być zarówno zakłócenia celowe organizowane przez nieprzyjaciela

jak i zakłócenia wzajemne własnych urządzeń radioelektronicznych rozmieszczonych na ograniczonej przestrzeni.

Zadania wojsk OPL są szczególnie złożone w czasie walki, kiedy istnieje potrzeba ciągłego "dopasowania" ugrupowania bojowego sił i środków OPL do zmieniającego się wraz z rozwojem walki ugrupowania osłanianych wojsk. Ta złożoność funkcjonowania obrony przeciwlotniczej dywizji pierwszego rzutu operacyjnego armii stawia przed środkami OPL przeznaczonymi do wykonania powyższych zadań następujące wymagania:

- dużą efektywność w zwalczaniu celów szybkich działających na małych wysokościach, pod osłoną zakłóceń radioelektronicznych,
- duży zasięg wykrywania radiolokacyjnego i zdolność do prowadzenia natychmiastowego rozpoznania z chwilą otrzymania odpowiedniej komendy;
- możliwość odpierania nalotów o dużej gęstości;
- dużą odporność na przeciwdziałanie nieprzyjaciela powietrznego /odporność na zakłócenia radioelektroniczne, stosowane manewry i ogień/,

Realizacja każdego z wymienionych zadań wymaga zaangażowania zarówno czynnego środka obrony przeciwlotniczej jak i urządzeń radioelektronicznych umożliwiających jego działanie. Możliwości bojowe współczesnych ŚNP wykluczają oddziaływanie na nie tylko tradycyjnymi sposobami. Aby sprostać współczesnym ŚNP należy wykorzystać w maksymalnym stopniu właściwości bojowe własnych środków obrony przeciwlotniczej, a to jest możliwe jedynie przy pełnym wykorzystaniu walorów sprzętu dowodzenia i kierowania techniką. Jednym z warunków wymaganych do pełnego wykorzystania URE jest zapewnienie im kompatybilnej pracy polegającej na całkowitym wyeliminowaniu sygnałów pochodzących od urządzeń pracujących w zbliżonym zakresie częstotliwości /zarówno

wojsk własnych jak i nieprzyjaciela/.

Zasady użycia wojsk OPL w operacji zaczepnej armii.

O efektywności wykorzystania wojsk OPL decyduje przede wszystkim sposób ich ugrupowania, który powinien zapewnić:

- zniszczenie ŚNP nieprzyjaciela na podejściach do osłanianych wojsk;
- maksymalne wykorzystanie możliwości bojowych sił i środków OPL;
- skuteczną osłonę wojsk armii, szczególnie działających na głównym kierunku uderzenia;
- nieprzerwaną osłonę wojsk armii w czasie operacji;
- utrzymanie ciągłego współdziałania taktycznego i ogniowego oddziałów i pododdziałów OPL między sobą, z osłanianymi wojskami, z sąsiadami i lotnictwem myśliwskim;
- ciągłe dowodzenie w walce.

Istota obrony przeciwlotniczej wojsk armii polega na zapewnieniu osłanianym wojskom i obiektom bezpieczeństwa ze strony ŚNP przeciwnika. Siły i środki OPL powinny osiągać gotowość do natychmiastowego prowadzenia walki ze ŚNP nieprzyjaciela przed rozpoczęciem przez nie działań bojowych. Gotowość OPL narasta stopniowo. Jako pierwsze w gotowości bojowej nr 1 znajdują się oddziały dyżurne, a pozostałe osiągają tę gotowość w miarę potrzeb i możliwości wynikających z konkretnej sytuacji operacyjno-taktycznej. Gotowość bojowa nr 1 wojsk OPL oznacza - na stanowiskach dowodzenia wszystkie osoby funkcyjne i obsługi znajdują się na miejscach pracy. Środki rozpoznania radiolokacyjnego prowadzą rozpoznanie ŚNP. Na stanowiskach startowych /ogniowych/ baterii w zależności od sytuacji znajdują się pełne wzglę-

dnie skrócone obsługi. Stacje radiolokacyjne do kierowania ogniem baterii są włączone, jednak nie promieniują energii elektromagnetycznej.

Ugrupowanie sił i środków obrony przeciwlotniczej armii obejmuje ugrupowanie bojowe:

- oddziałów /pułków/ rakiet przeciwlotniczych małego zasięgu;
- oddziałów /pułków/ artylerii przeciwlotniczej małego kalibru;
- samodzielnego pododdziału /batalionu/ radiotechnicznego;
- pododdziału /baterie, plutony/ rakiet przeciwlotniczych bliskiego zasięgu i artylerii przeciwlotniczej małego kalibru /samobieżne i holowane/;
- samodzielnych pododdziałów /kompanii/ szefów OPL związków taktycznych /DZ, DPanc/.

Pułk rakiet przeciwlotniczych małego zasięgu jest oddziałem taktycznym OPL i w zależności od organizacyjnego podporządkowania /armijny, dywizyjny/ może wykonywać następujące zadania:

- osłaniać zasadnicze zgrupowania wojsk armii /dywizji/ podczas przegrupowania, w rejonach wyjściowych /ześrodkowanie/ oraz wprowadzenie do bitwy /walki/ i w toku operacji /natarcia/;
- osłaniać rejony rozwinięcia /stanowisk startowych/ środków przenoszenia broni jądrowej i składów amunicji /rakiet/ jądrowej oraz stanowisk dowodzenia;
- osłaniać wojska podczas forsowania i przepraw przez szerokie przeszkody wodne, węzły komunikacyjne na kierunkach przegrupowania drugich rzutów /odwodów/ oraz na rubieżach wprowadzenia ich do walki;
- osłaniać wojska na kierunkach odpierania kontrataków;
- osłaniać rejony załadowania desantów taktycznych;

- inne wynikię w toku prowadzenia operacji.

Pułki raket przeciwlotniczych realizują zadania bojowe w zasadzie całością sił. Przykładowy sposób wykorzystania prplot w operacji zaczepnej ilustruje rys. 6.

Pułki artylerii przeciwlotniczej S-60 wykorzystuje się do osłony wojsk /obiektów/ dywizji. Ich podstawowe zadania dotyczą osłony przed rozpoznaniem i uderzeniami z powietrza:

- wojsk /pz, pcz/ pierwszego rzutu działających na głównym kierunku natarcia;
- zgrupowań zasadniczych sił artylerii dywizyjnej lub dywizjonu raket taktycznych;
- drugiego rzutu dywizji podczas wprowadzania do walki;
- głównych sił dywizji forsujących przeszkody wodne oraz przeprawy wojsk;
- zgrupowania wojsk podczas odpierania kontrataków i przeciuderzeń nieprzyjaciela;
- rejonów załadowania desantów taktycznych;
- stanowisk dowodzenia, węzłów komunikacyjnych oraz rejonów kanalizujących ruch wojsk, itp.

Podczas przegrupowania wojsk paplot realizuje osłonę prowadząc ogień z krótkich przystanków lub rozwijając się w ugrupowanie bojowe w rejonach ześrodkowania. W natarciu, podczas osłony głównych sił dywizji, pułk wykonuje manewr całością sił, względnie metodą kolejnej zmiany stanowisk ogniowych. Przykładowy sposób wykorzystania paplot w operacji zaczepnej ilustruje rys. 7.

Bateria przeciwlotnicza pułku zmechanizowanego /czołgów/ w zależności od sytuacji bojowej może być wykorzystana do osłony wojsk całością sił lub plutonami. Baterie przeciwlotni-

cze oddziałów DPanc /ZSU-23-4 i PZR "Strzała-1"/ mogą działać w jednym ugrupowaniu bojowym plutonami względnie grupami bojowymi. W działaniach bojowych baterie przeciwlotnicze wykorzystuje się do osłony zasadniczych elementów ugrupowania bojowego /marszowego/ oddziałów dywizji przed rozpoznaniem i uderzeniami ŚHP nieprzyjaciela działających z małych wysokości.

Pluton przeciwlotniczy batalionu piechoty pułku zmechanizowanego /DZ, DPanc/ wykorzystuje się całością sił do osłony w zasadzie jednego z najważniejszych elementów ugrupowania bojowego /obiektu/ batalionu.

Batalion radiotechniczny wojsk OPL armii we współdziałaniu z pododdziałami sąsiadów i frontu organizuje i prowadzi rozpoznanie radiolokacyjne nieprzyjaciela powietrznego oraz powiadamianie oddziałów /pododdziałów/ rakiet i artylerii plot, PD OPL ZT i WLF oraz innych rodzajów wojsk /obiektów/ o zagrożeniu z powietrza. Dane o sytuacji powietrznej uzyskane w wyniku pracy bojowej batalionu są podstawą do kierowania obroną przeciwlotniczą armii. W celu realizacji zadań bojowych brt rozwija pierwszą linię radiolokacyjnych posterunków wykrywania /RPW/, która powinna zapewnić ciągłe pole radiolokacyjne na podejściach do linii styczności bojowej wojsk i na głębokość ugrupowania operacyjnego armii.

Kompania dowodzenia szefa OPL dywizji /DZ, DPanc/ prowadzi rozpoznanie radiolokacyjne na korzyść sił i środków OPL dywizji, zwłaszcza pododdziałów przeciwlotniczych pz /pcz/, dostarcza podstawowe dane do kierowania obroną przeciwlotniczą dywizji oraz uprzedzania wojsk o zagrożeniu z powietrza.

Podczas wprowadzania armii do bitwy oddziały wojsk obrony przeciwlotniczej armii osiągają gotowość bojową do zwalczania

nieprzyjaciela powietrznego przed rozpoczęciem ogniowego przygotowania natarcia /OPN/. Rozpoznanie radiolokacyjne, w zależności od sytuacji powietrznej, prowadzą z reguły dyżurne RPW /RSWP/. Po rozpoczęciu OPN zwiększa się liczbę pracujących RPW w podsystemie rozpoznania radiolokacyjnego.

Podsystem dowodzenia funkcjonuje w sposób ciągły, a na godzinę przed nakazanym terminem osiągnięcia gotowości do zwalczania ŚNP przez wojska OPL armii wszystkie stanowiska dowodzenia muszą już pracować w składzie pełnych zmian bojowych. Ich pracą kierują osobiście dowódcy wojsk OPL i podległych im oddziałów.

W pierwszym dniu operacji zaczepnej armii, wojska OPL skupiają główny wysiłek na osłonie głównego zgrupowania uderzeniowego armii. Odpierają one zmasowane naloty lotnictwa nieprzyjaciela, utrudniając prowadzenie rozpoznania wojsk armii z powietrza, a także odpierają naloty ŚNP atakujących wojska i obiekty znajdujące się w ugrupowaniu operacyjnym armii.

W kolejnych dniach operacji zaczepnej wojska OPL armii skupiają główny wysiłek przede wszystkim na osłonie:

- wojsk /przepraw/ forsujących przeszkody wodne;
- operacyjnych grup manewrowych armii /OGM/;
- wojsk odpierających przeciwuderzenia;
- drugiego rzutu armii wprowadzanego do bitwy;
- wojsk biorących udział w operacji desantowej.

Oskłonę dywizji podchodzących do szerokich przeszkód wodnych zapewniają organiczne pułki rakiet /artylerii/ przeciwlotniczych oraz LM. Przeprawy mostowe mogą być osłaniane przez armijne prplot. Do osłony przeszkód wodnych wydziela się również odpowiednie siły LM, które działają ze stref dyżurowania w powietrzu.

Operacyjne grupy manewrowe armii są osłaniane już w rejonach ześrodkowania przez oddziały wojsk OPL i LM. Do tego celu może być użyty armijny prplot. OGM podczas wejścia do działań jest z reguły osłaniana przez ZT i oddziały wojsk OPL przełożonego i sąsiadów. Organiczne oddziały wojsk OPL OGM wykorzystuje się w głębi ugrupowania nieprzyjaciela.

Obronę przeciwlotniczą wojsk odpierających przeciwuderzenie nieprzyjaciela organizuje dowódca ogólnowojskowy, odpowiedzialny za wykonanie całości zadania. Do wykonania tych zadań dywizja może być wzmocniona prplot i działaniami LM, natomiast armia z reguły będzie osłaniana przez BRPlot i LM. Obrona przeciwlotnicza zgrupowań wykonujących przeciwuderzenie może być wzmocniona przez zwiększenie limitów i amunicji artylerii plot oraz liczby samolotów LM.

Do osłony oddziałów pierwszego rzutu, zwłaszcza do zwalczania śmigłowców p.panc, mogą być organizowane doraźne przeciwlotnicze oddziały zaporowe /DPOZ/.

Armia drugiego rzutu w rejonie wyjściowym, w czasie przegrupowania i wprowadzania do bitwy jest zwykle osłaniana przez BRPlot i LM. Na rubieży wprowadzania do bitwy obronę przeciwlotniczą armii wzmacniają oddziały OPL dywizji zabezpieczających wprowadzenie jej do bitwy.

Obronę przeciwlotniczą wojsk wydzielonych do udziału w operacji desantowej organizuje się we współdziałaniu z wojskami OPK, MW i LM. Główny wysiłek skupia się na osłonie wojsk desantu w rejonach ich koncentracji i załadowania, podczas przejścia morzem i lądowania desantu, a także głównego zgrupowania - po wylądowaniu.

Generalną zasadą użycia sił i środków OPL armii jest ześrodkowanie ich wysiłku do osłony przed uderzeniami z powietrza tych elementów ugrupowania operacyjnego armii, które w danym etapie operacji mają istotne znaczenie dla wykonania zadania przez armię. Walka z nieprzyjacielem powietrznym obejmuje: wykrycie, identyfikację, śledzenie i zwalczanie ŚNP na podejściach do osłanianych wojsk /obiektów/. W strefie taktycznej i operacyjnej cele powietrzne zwalczają oddziały OPL i lotnictwo myśliwskie działające zarówno z dyżurowania w powietrzu, jak również z dyżurów w gotowości nr 1 na lotnisku.

Przegrupowanie oddziałów wojsk OPL musi być dostosowane do tempa natarcia i może odbywać się grupami baterii lub całymi oddziałami z takim wyliczeniem, ażeby w decydujących okresach działania wojsk armii conajmniej 50-70 % sił i środków OPL znajdowało się w gotowości do prowadzenia walki z nieprzyjacielem powietrznym.

Do tak sformułowanych zasad użycia wojsk obrony przeciwlotniczej w operacji zaczepnej armii należy opracować coraz bardziej istotne ze względu na masowe /powszechne/ stosowanie urządzeń radioelektronicznych zasady ich wykorzystania, które pozwolą wyeliminować /ograniczyć/ szkodliwe zjawisko zakłóceń wzajemnych utrudniające lub uniemożliwiające poprawną pracę tych urządzeń. Sformułowanie takich zasad jest możliwe po dokonaniu analizy: nasycenia wojsk armii urządzeniami radioelektronicznymi poszczególnych rodzajów, sposobu i możliwości wykorzystania tych urządzeń w systemie obrony przeciwlotniczej armii z uwzględnieniem sytuacji radioelektronicznej w pasie działania armii, czynników wpływających na proces zakłócania poszczególnych urządzeń i możliwości ich eliminowania. Powyższe zagadnienia będą przedmiotem rozważań w kolejnych rozdziałach rozprawy.

II. NASYCENIE WOJSK ŚRODKAMI RADIOELEKTRONICZNYMI I ZASADY ICH WYKORZYSTANIA W SYSTEMIE OBRONY PRZECIWLOTNICZEJ ARMII

1. Charakterystyka organizacyjno-funkcjonalna systemu OPL armii pod względem kompatybilności elektromagnetycznej.

System OPL armii jest to zespół sił i środków oraz przedsięwzięć wojsk OPL zorganizowany do walki ze ŚNP w powietrzu, działający według jednolitej myśli przewodniej i planu, kierowany przez dowódcę OPL zgodnie z decyzją dowódcy armii. Obejmuje on: siły i środki OPL armii, dywizji i pułków /pz,pcz/. Wymienione siły i środki mają różne przeznaczenie i możliwości bojowe, a ich zadania są częścią składową ogólnego celu systemu OPL armii. Do podstawowych zadań systemu OPL można zaliczyć dowodzenie obroną przeciwlotniczą, rozpoznanie i zwalczanie ŚNP.

Armijny system OPL składa się z podsystemów: dowodzenia, rozpoznania i ognia przeciwlotniczego. W każdym z tych podsystemów wykorzystuje się URE o różnym przeznaczeniu, a w związku z tym występują czynniki powodujące zjawisko zakłóceń wzajemnych które szczegółowo omówiono w rozdziale I. Szczególne niebezpieczeństwo wystąpienia zakłóceń wzajemnych jest powodowane dużym nasyceniem przestrzennym i częstotliwościowym, uwarunkowanym ugrupowaniem operacyjnym wojsk i możliwościami technicznymi sprzętu, co stwarza wyjątkowo niekorzystne warunki pracy z punktu widzenia KEM.

W tabeli 1 zestawiono wybrane ze względu na kompatybilność elektromagnetyczną parametry URE stosowanych w poszczególnych podsystemach OPL. Nawet pobieżna analiza tych parametrów wskazuje^{że} w badanym systemie wystąpi wzajemny wpływ URE, a

zatem istnieje konieczność badania warunków ich pracy, szczególnie w grupach o podobnym znaczeniu. W tym celu konieczna jest znajomość podstawowych wiadomości o podsystemach OPL i ich URE, a przede wszystkim o sposobach ich wykorzystania w armijnej operacji zaczepnej.

Podsystem dowodzenia wojskami OPL.

Realizuje zadania dotyczące oceny przeciwnika powietrznego przed nalotem i w trakcie jego wykonywania oraz kierowania działalnością podległych sił i środków systemu OPL. Ze względu na krótki czas przebywania ŚNP w strefie odpowiedzialności danego systemu OPL, obieg informacji pomiędzy poszczególnymi elementami tego systemu musi być zorganizowany tak, aby rozkazy i meldunki były przekazywane do adresatów bez opóźnień. Jest to możliwe tylko przy odpowiedniej strukturze organizacyjnej /nie zawierającej ogniw pośrednich/ oraz zapewnieniu niezawodnej łączności o dużej przepustowości i odpornej na zakłócenia.

W skład podsystemu dowodzenia wchodzi następujące elementy:

- na szczeblu armii: PŁ SDL i OPL /dwupołożeniowe/, SD armijnych prplot;
- na szczeblu dywizji: punktu dowodzenia /PD/ OPL dywizji, SD prplot /paplot/ i stanowisko dowódczo-obszernacyjne /SDO/ dowódców baterii;
- na szczeblu pułku: punkt dowodzenia /PD/ OPL pułku i stanowisko dowódczo-obszernacyjne /SDO/ dowódcy baterii plot.

Z punktu widzenia KEM istotne w tym podsystemie są urządzenia łączności pracujące w kierunkach i sieciach radiowych i radioliniowych: dowodzenia, współdziałania, meldowania, powiadomienia o sytuacji powietrznej oraz ostrzegania i kierowania ogniem.

Zakłócenia wzajemne /brak KEM/ w tym podsystemie mogą być przyczyną: wprowadzenia dodatkowych opóźnień w procesie obiegu informacji o sytuacji powietrznej, wprowadzenia przekłamań w treści przekazywanych informacji lub całkowitego braku informacji. Może to znacznie zmniejszyć skuteczność osłony armii ze względu na bardzo krótki czas przebywania SNP w strefie rozpoznania i ogniowego oddziaływania wojsk OPL.

Podsystem rozpoznania.

Prowadzi ciągłą obserwację przestrzeni powietrznej, wykrywa, identyfikuje i śledzi SNP, określa ich skład i współrzędne, powiadamia o nich aktywne środki OPL, WLF i wojska.

Podsystem rozpoznania radiolokacyjnego nieprzyjaciela powietrznego obejmuje:

- na szczeblu armii: rozpoznanie radiolokacyjne brt, rozpoznanie radiolokacyjne armijnych prplot i inne źródła rozpoznania /lotnicze, radioelektroniczne, sąsiadów, frontu/;
- na szczeblu dywizji: rozpoznanie radiolokacyjne dywizyjnego prplot /paplot/ i kompanii dowodzenia OPL dywizji;
- na szczeblu pułku: rozpoznanie radiolokacyjne pododdziałów artylerii przeciwlotniczej /pokładowe RLS ZSU-23-4/.

Z punktu widzenia KEM istotne w tym podsystemie są stacje radiolokacyjne obserwacji okrężnej charakteryzujące się dużym zasięgiem i szybkością przeszukiwania przestrzeni powietrznej. Stacje te to najczęściej zestawy składające się z odległościomierza /określającego azymut i odległość obiektów powietrznych/ oraz współpracujących z nim wysokościomierza i urządzenia rozpoznawczego. Zakłócenia wzajemne w tym podsystemie mogą wywołać następujące niekorzystne zjawiska: niewyróżnienie

sygnału echa na tle zakłóceń, co oznacza nie wykrycie celów powietrznych, możliwość powstania na ekranie wskaźnika zobrazowań pochodzących od zakłóceń, które mogą być potraktowane jako cele powietrzne i wywołać równie szkodliwe zjawisko - fałszywy alarm, brak ciągłości śledzenia celów powietrznych, trudności w określaniu współrzędnych, pogorszenie dokładności pomiarów współrzędnych, trudności w ustalaniu składu celu oraz określania jego przynależności, niemożliwość wykorzystania urządzeń automatycznej obróbki sygnału itp.

Podsystem ognia przeciwlotniczego.

Jest przeznaczony do niszczenia ŚNP za pomocą lufowych i raketowych zestawów i środków przeciwlotniczych. Obejmuje aktywne środki OPL /rakiety i armaty/ i urządzenia radioelektroniczne kierujące ich ogniem, do których zalicza się:

- zestawy radiolokacyjne-przelicznikowe /ZRP/ w bateriach artylerii przeciwlotniczej;
- samobieżne stacje wykrywania i naprowadzania /SSWN/ w bateriach prplot;
- zautomatyzowany system kierowania ogniem /K-1/ w prplot.

Są to urządzenia automatycznego śledzenia celu, oraz automatyzujące proces kierowania ogniem. Z punktu widzenia KEM istotne w tym podsystemie są URE zestawów artyleryjskich i rakietowych służące do kierowania środkami ogniowymi. Zakłócenia wzajemne w tym podsystemie mogą spowodować utrudnienia w uchwyceniu celu przez stację naprowadzania rakiet lub RLS kierowania ogniem artylerii, zerwanie automatycznego śledzenia, potraktowanie sygnału zakłóceń jako sygnał użyteczny.

2. Zasady użycia urządzeń radioelektronicznych w systemie OPL armii.

Elementami systemu obrony przeciwlotniczej armii są armijne pułki rakiet przeciwlotniczych, batalion radiotechniczny, siły i środki OPL związków taktycznych - kompania dowodzenia szefa OPL i paplot /prplot/ i oddziałów - bateria przeciwlotnicza / rys.9/.

W celu rozpatrzenia zagadnień kompatybilności elektromagnetycznej w systemie OPL armii niezbędne jest dokonanie analizy sposobów wykorzystania urządzeń radioelektronicznych /URE/ wszystkich jego podsystemów /czyli jednocześnie na szczeblu armii dywizji, pułku/ w poszczególnych etapach operacji. Takie potraktowanie problemu jest podyktowane możliwością jednoczesnej pracy URE na każdym szczeblu organizacyjnym, rozmieszczonych na małych odległościach od siebie. Analiza pracy tych urządzeń pod względem czasowym i przestrzennym umożliwi przeprowadzenie obliczeń pozwalających ocenić stopień ich kompatybilności elektromagnetycznej i weryfikację praktyczną uzyskanych wyników, a na tej podstawie sformułowanie wniosków co do sposobu wykorzystania URE w systemie OPL armii.

Jednym z ważniejszych zadań systemu obrony przeciwlotniczej w operacji zaczepnej armii jest osłona jej wojsk przed atakiem ŚNP podczas zajmowania przez nie rejonu wyjściowego. Do wykonania tego zadania wojska OPL mogą być ugrupowane w następujący sposób:

a/ Batalion radiotechniczny rozwija w pasie działania armii pierwszą linię radiolokacyjnych posterunków wykrywania /RPW/.

Ich ugrupowanie powinno zapewnić:

- ciągle pole rozpoznania radiolokacyjnego od określonej wyso-

kości nad całym obszarem obrony plot armii i na podejściach do niego,

- współdziałanie z RPW sąsiednich armii;
 - dogodne warunki pracy stacji radiolokacyjnych i radiostacji.
- Tworząc ugrupowanie brt należy uwzględnić między innymi następujące czynniki: możliwości techniczne RLS w zakresie wykrywania obiektów powietrznych, dolną granicę ciągłego pola rozpoznania radiolokacyjnego, taktykę działania ŚNP i ukształtowanie terenu.

W celu uzyskania jak największego zasięgu wykrywania obiektów powietrznych od linii styczności bojowej wojsk nad terenem zajmowanym przez nieprzyjaciela RPW rozwija się w odległości 10-15 km od linii styczności wojsk. Odległość taka podyktowana jest koniecznością zabezpieczenia RPW przed ogniem artylerii rozmieszczonej w taktycznej strefie obrony nieprzyjaciela. W celu stworzenia warunków do ciągłego wykrywania obiektów powietrznych od wysokości 300 m z odległości nie mniejszej niż 40 km przed linią styczności wojsk - odstępy między RPW nie mogą przekraczać 30-40 km.

Poszczególne elementy ugrupowania bojowego RPW należy rozmieszczać w ten sposób, aby zapewnić dogodne warunki pracy RLS i radiostacji oraz odpowiednie rozśrodkowanie poszczególnych urządzeń posterunku. Przykładowe ugrupowanie RPW w pasie działania armii i rozmieszczenie URE w obrębie jednego RPW przedstawiono na rys.10.

Ugrupowanie bojowe brt w operacji zaczepnej składa się z następujących elementów:

- stanowiska dowodzenia brt. W rejonie rozmieszczenia SD brt rozwija się połączone stanowisko dowodzenia lotnictwem i obroną przeciwlotniczą /PŁ SDL i OPL/, które z punktu widzenia KEM należy traktować jako element ugrupowania bojowego brt;

- RPW wydzielonych do pracy - rozwijają się w pierwszej linii posterunków. W pasie działania armii przewiduje się w pierwszej linii dwa pracujące RPW;
- RPW "skryty" - rozmieszcza się między RPW pracującymi. Posterunek ten rozwija się, maskuje i utrzymuje w gotowości do natychmiastowego przystąpienia do wykrywania obiektów powietrznych;
- odwód brt - w składzie jeden posterunek radiotechniczny /PRT/ i jeden RPW.

W każdym dyżurnym RPW pracują w tej fazie operacji wyznaczone środki według ustalonego planu, natomiast w odwodzie brt nie przewiduje się pracy żadnych URE. W rejonie ugrupowania PŁ SDL i OPL brt pracują środki łączności KF i UKF. Są to radiostacje KF dużej /R-102/ i średniej /R 137, R-140/ mocy oraz radiostacje UKF do dowodzenia lotnictwem /R-831, R-832/. Odległości tego elementu systemu OPL armii od innych jego elementów, w których składzie pracują urządzenia łączności są wystarczająco duże i zapewniają kompatybilną pracę.

Omawiany element ugrupowania brt znajduje się w bezpośrednim sąsiedztwie SD armii, na którym pracują urządzenia łączności tych samych i podobnych typów. Odległość tego elementu od SD armii, jest uwarunkowana względami operacyjno-taktycznymi i nie można jej dowolnie zwiększać. Istnieje więc niebezpieczeństwo wystąpienia zakłóceń wzajemnych, co powoduje konieczność podjęcia przedsięwzięć zapewniających ich kompatybilną pracę.

b/ Pułk rakiet przeciwlotniczych - bierze udział we wszystkich etapach operacji zaczepnej armii.

Może osłaniać ABROT, SD armii, główne zgrupowanie uderzeniowe armii w rejonie wyjściowym, podczas wejścia do bitwy i w toku jej trwania, wzmacniać osłonę ZT drugiego rzutu armii, szcze-

gólnie w czasie wprowadzania go do bitwy.

Ugrupowanie bojowe pułku składa się z ugrupowania baterii ogniowych, baterii technicznej, stanowiska dowodzenia i tyłów pułku. Podstawowym elementem ugrupowania bojowego pułku są baterie ogniowe, odstępów między nimi wynoszą 8-15 km. W poszczególnych elementach ugrupowania bojowego pułku pracują następujące URE: radiostacje KF i UKF, stacje radioliniowe radiolokacyjnej stacji wstępnego poszukiwania /RSWP/ i samobieżnej stacji wykrywania i naprowadzania /SSWN/.

RSWP pułku i SSWN poszczególnych baterii podczas odpierania ataków ŚNP pracują w sposób ciągły, a w sytuacjach zagrożenia zgodnie z ustalonym w ramach podsystemu rozpoznania planem. Jedną RSWP i wysokościomierz rozmieszcza się w rejonie stanowiska dowodzenia pułku, drugą RSWP - na prawdopodobnym kierunku nalotów lotnictwa lub na przewidywanym kierunku przesunięć pułku, w odległości zapewniającej przekazanie danych o sytuacji powietrznej do wszystkich pododdziałów pułku. SSWN prowadzą rozpoznanie na podstawie wstępnych danych RSWP pułku lub samodzielnie w wyznaczonych sektorach odpowiedzialności.

SSWN poszczególnych baterii są rozmieszczone w odległościach 8-15 km, które zapewniają im kompatybilną pracę. Naruszenie tych warunków może nastąpić między bateriami sąsiednich pułków ugrupowanych we wspólnym rejonie. Przy rozpatrywaniu kompatybilności pracy RSWP pułku należy uwzględnić oddziaływanie z RLS RPW, RSWP sąsiednich prplot /paplot/ i RSWP posterunków dywizyjnych, gdyż istnieje tu szczególne niebezpieczeństwo wystąpienia zakłóceń wzajemnych.

W rejonie SD pułku pracuje jedna rdst KF w średniej mocy usytuowana względem podobnych urządzeń innych elementów systemu OPL w odległości nie stwarzającej możliwości wzajemnego

oddziaływania. Łączność z bateriami jest organizowana w sieciach radiowych UKF. Szkodliwe oddziaływanie urządzeń łączności prplot może wystąpić podczas wykonywania zadań przez pułki ugrupowane w bezpośrednim sąsiedztwie. Przykładowy sposób rozmieszczenia URE w ugrupowaniu prplot przedstawia rys.11

c/ Siły i środki OPL związków taktycznych i oddziałów wykorzystuje się następująco:

- kompanię dowodzenia szefa OPL - do rozpoznania radiolokacyjnego celów powietrznych w pasie działania dywizji oraz do kierowania obroną przeciwlotniczą;
- prplot - do osłony całości sił dywizji;
- paplot - do osłony oddziału.

Na tym szczeblu organizacyjnym głównym problemem jest zwalczanie celów nisko lecących, w tym śmigłowców bojowych oraz walka z najnowszymi systemami rozpoznania i dokładnego celowania /PLSS, Assowl-Breaker, Argus, Sotas/.

Wymaga to wysunięcia pola radiolokacyjnego jak najdalej w głąb obrony nieprzyjaciela, aby zapewnić własnym środkom ogniowym niezbędny czas na podjęcie skutecznej walki. W tym celu środki radiolokacyjne poszczególnych dywizji ugrupowuje się na podejściach do rejonów ześrodkowania. Umożliwia to zapewnienie wymaganej głębokości rozpoznania środkom OPL rozwijanym do osłony głównych sił dywizji. Aby to zrealizować jedną /dwie/ RSWP rozwija się w odległości 15-20 km od PK OPL dywizji i SD prplot /paplot/, pozostałe RSWP należy rozwijać w rejonie PD OPL dywizji i SD prplot /paplot/. Z każdego pz/pcz/ - zwłaszcza pierwsze- go rzutu - należy wydzielić / w zależności od posiadanego uzbrojenia/ po jednej armacie ZSU 23-4, wyrzutni S-1 i drużynie S-2 i ugrupować na podejściach do rejonu ześrodkowania pz /pcz/ pie-

rwszego rzutu w odległości do 10 km od PD OPL pułku.

Sposób prowadzenia rozpoznania nieprzyjaciela powietrznego polega na:

- podziale sektora odpowiedzialności dywizji pomiędzy oddziały;
- ześrodkowaniu wysiłku środków rozpoznania na wykryciu i śledzeniu celów nisko lecących, stosujących zakłócenia i manewr przeciwartyleryjski /przeciwrakietowy/;
- racjonalnym użyciu sił poprzez pełnienie dyżurów bojowych przez poszczególne środki rozpoznania.

Oddziałom i RSWP dywizji wyznacza się sektory odpowiedzialności i przedziały wysokości do prowadzenia rozpoznania. W celu zachowania ekonomii sił i środków oraz ze względów obrony radioelektronicznej pracę URE ogranicza się do niezbędnego minimum - w rejonie ześrodkowania dyżur bojowy pełni 25-30 % RLS, podczas wyjścia dywizji z rejonu ześrodkowania - 50 %, w okresie podchodzenia do rubieży wejścia do walki i rozwijania pułków pierwszego rzutu w kolumny batalionowe oraz w czasie odpierania nalotu - 100 %.

W omawianym elemencie systemu OPL armii pracują następujące grupy URE: środki łączności KF i UKF, stacje radiolokacyjne kompanii dowodzenia szefa OPL dywizji, prplot /paplot/ i pokładowe RLS zestawów przeciwlotniczych ZSU 23-4. Sposób ugrupowania urządzeń łączności w wojskach OPL dywizji nie stwarza zagrożenia wystąpienia zakłóceń wzajemnych. Niebezpieczeństwo takie występuje od urządzeń wykorzystywanych w innych systemach. Dobór typów RLS wykorzystywanych w ZT i oddziałach również nie stwarza przesłanek do powstania zjawiska zakłóceń wzajemnych. Może ono wystąpić ze stacjami radiolokacyjnymi innych elementów armijnego systemu OPL, a przede wszystkim RPW i prplot.

3. Wpływ URE innych systemów na pracę urządzeń radioelektronicznych systemu obrony przeciwlotniczej armii.

Rozpatrując zagadnienia kompatybilności elektromagnetycznej w ugrupowaniu operacyjnym armii bądź też wybranym jej elemencie należy uwzględnić m.in. następujące czynniki:

- w poszczególnych elementach /systemach/ ugrupowania operacyjnego armii pracują urządzenia o podobnym przeznaczeniu, a zatem będą wykorzystywać zbliżone lub takie same zakresy częstotliwości;
- zaistnieje konieczność jednoczesnej pracy tych urządzeń w różnych systemach przy małych ich odległościach wzajemnych wynikających z ugrupowania operacyjnego armii;
- w poszczególnych okresach operacji należy uwzględnić różny wpływ urządzeń przeciwnika wynikający z ich możliwości technicznych i wzajemnego usytuowania wojsk.

Wynika stąd, że w problematyce zakłóceń wzajemnych należy rozpatrywać nie tylko interesujący system, ale i jego otoczenie, którego oddziaływanie może okazać się nie mniej szkodliwe niż urządzeń pracujących w ramach jednego systemu. Dodatkową trudnością będzie tu koordynacja pracy poszczególnych typów urządzeń w sąsiednich systemach, a w przypadku nieprzyjaciela jest ona niemożliwa. Poglądowy element tego oddziaływania przedstawia rys 12.

Szerokość pasa działania armii ogólnowojskowej odpowiada szerokości ugrupowania korpusu armijnego nieprzyjaciela i jego wpływ na pracę urządzeń radioelektronicznych systemu OPL armii rozpatrzę uwzględniając ten szczebel organizacyjny.

W zakresie krótkofalowym obejmującym pasmo 1,5 - 30 MHz

Średnią gęstość nasycenia urządzeń można w przybliżeniu przyjąć jako stałą i równą około $0,02 \text{ rdst/km}^2$. Wynika to z liczby sieci KF organizowanych na poszczególnych szczeblach dowodzenia: w KA 40-50 sieci, w dywizjach 8-10 sieci, w brygadach 1 sieć radiowa KF. Przyjmując, że w jednej sieci radiowej pracuje przeciętnie 5 radiostacji, uzyskuje się w pasie działania korpusu około 200 rdst KF. Większość radiostacji KF dysponuje mocą promieniowania od kilkunastu do kilkuset watów i izotropowymi charakterystykami promieniowania, a ponadto fale elektromagnetyczne tego pasma posiadają właściwości uginania się wzdłuż krzywizny i nierówności powierzchni ziemi i "odbicia" od warstw jonosfery. Właściwości te powodują, że zakłócające oddziaływanie stacji KF może sięgać setek km, a zatem mogą one być źródłem zakłóceń dla wszystkich URE armijnego systemu OPL pracujących w paśmie KF.

W zakresie ultrakrótkofalowym wojsk lądowych /30-76 MHz/ gęstość nasycenia urządzeń radioelektronicznych w ugrupowaniu korpusu zależy w głównej mierze od odległości od poprzedniego skraju i wynosi na głębokości ugrupowania batalionów pierwszego rzutu /do 3 km/ 8 urządzeń / km^2 i 1,5 urządzenia/ km^2 na głębokości ugrupowania pierwszorzutowych dywizji /3-30 km/. Środki łączności tego zakresu wykorzystywane na różnych szczeblach dowodzenia różnią się dość istotnie mocą promieniowania, co ma zasadniczy wpływ na odległość zakłócającego oddziaływania. Na niższych szczeblach dowodzenia /drużyna, pluton/ wykorzystuje się najczęściej radiostacje o mocy nie przekraczającej 0,5 W, na szczeblach wyższych - radiostacje o mocy od kilkunastu do kilkudziesięciu watów. Można przyjąć, że około 60-70 % rdst UKF dysponuje mocą powyżej 10 W i dookólnymi charakterystykami promieniowania. Ich zasięg jest ograniczony horyzontem radiowym,

mogą więc oddziaływać na urządzenia radioelektroniczne rozmieszczone do jego granicy. W tej strefie znajdują się następujące relacje łączności systemu OPL armii:

- K/R szefa OPL dywizji,
- S/R ostrzegania dywizji,
- S/R szefa OPL dywizji z pz /pcz/,
- S/R dowodzenia rozpoznaniem,
- S/R wskazywania celów RSWP dywizji S/R meldowania najbliższego RPW,
- S/R szefa OPL pz /pcz/,
- S/R dowódcy baterii plot,
- S/R dowódcy plutonu S-1,
- S/R dowódcy prplot,
- S/R dowodzenia rozpoznaniem prplot;
- S/R wskazywania celów prplot;
- S/R dowódców baterii rozwiniętych w pierwszej linii prplot.

Urządzenia RE pracujące w zakresie mikrofal /400 MHz-16,6 GHz/ można podzielić pod względem kształtu charakterystyki promieniowania na następujące grupy:

1. Promieniujące energią skupioną w wąskiej nieruchomej wiązce - stacje radioliniowe.
2. Promieniujące energię wzdłuż powierzchni ziemi w postaci wiązki przemieszczającej się okresowo ze stałą prędkością kątową - stacje radiolokacyjne obserwacji okrężnej i stacje radionawigacyjne.
3. Promieniujące energię w postaci wąskiej wiązki przemieszczającej się zarówno w azymucie jak i kącie podniesienia, bez możliwości przewidzenia regularności - stacje radiolokacyjne artylerii polowej, przeciwlotniczej /śledzenia i podświetlania celów/, obserwacji pola walki, stacje łączności sateli-

tarnej.

Wszystkie te urządzenia promieniują energię elektromagnetyczną o dużej mocy /od kilkudziesięciu watów do kilkuset kilowatów/. Sposób opromieniowania przestrzeni powoduje, że na urządzenia radioelektroniczne systemu OPL armii mogą oddziaływać urządzenia drugiej i trzeciej grupy.

Stacje radiolokacyjne obserwacji okrężnej będą rozmieszczone w odległości ok 5-7 km od poprzedniego skraju, równomiernie wzdłuż linii frontu, ze względu na zapewnienie ciągłej strefy wykrywania celów powietrznych na małych wysokościach. W pasie działania dywizji nieprzyjaciela może występować około 12-15 RLS tego typu, a w pasie działania korpusu około 40. Podobnie będą rozmieszczone stacje radiolokacyjne artylerii przeciwlotniczej. W ugrupowaniu dywizji może być: 8-16 zestawów HAWK /AN/ MPQ-33/ i ponad 10 stacji przeciwlotniczych pocisków ROLAND II.

Wymienione urządzenia radiolokacyjne mogą w zakłócający sposób oddziaływać na:

- radiolokacyjne stacje wstępnego poszukiwania /znajdujące się w ugrupowaniu RPW, prplot, paplot, kd szefa OPL dywizji/;
- wysokościomierze radiolokacyjne;
- radiolokacyjne urządzenia do określania przynależności;
- stacje radiolokacyjne do kierowania ogniem artylerii przeciwlotniczej;
- stacje naprowadzania rakiet przeciwlotniczych.

Schemat przestrzennego oddziaływania urządzeń radioelektronicznych nieprzyjaciela na urządzenia RE systemu OPL armii przedstawia rys. 13.

W skład armii wchodzi organiczne pododdziały walki radioelektronicznej i batalionów zakłóceń taktycznych, batalionów zakłóceń radiolokacyjnych i pododdział śmigłowców zakłóceń radioliniowych.

Batalion zakłóceń taktycznych jest przeznaczony do obezwładniania radioelektronicznego łączności radiowej KF i UKF dywizji i brygad pierwszego rzutu, łączności radiowej KF i UKF pododdziałów raket i artylerii oraz innych rodzajów wojsk. Głębokość zakłócenia łączności radiowej KF na falach przyziemnych w korzystnych warunkach wynosi 50-70 km, a łączności radiowej UKF do 50 km.

Stacje łączności radiowej mogą spowodować utrudnienie lub uniemożliwienie prowadzenia rozmów za pomocą środków radiowych i radioliniowych w całym zakresie wykorzystywanych przez nie częstotliwości. Stosują w tym celu zakłócenia selektywne i zaprowe łączności radiowej organizowanej za pomocą różnych rodzajów pracy w pasmach 1,5 - 60 MHz. Posiadają one anteny promieniujące dookólnie i anteny kierunkowe. Jeżeli jakiegokolwiek urządzenie ugrupowania operacyjnego armii znajdzie się w obrębie charakterystyki przestrzennej promieniowania stacji zakłóceń i będzie pracować w zakłócanym zakresie częstotliwości to jego praca zostanie również zakłócona. Ze względu na moc, zakres częstotliwości pracy i możliwość promieniowania izotropowego stacje batalionów zakłóceń taktycznych mogą być źródłem zakłóceń wzajemnych dla wszystkich URE zakresu KF i UKF systemu OPL armii.

Batalion zakłóceń radiolokacyjnych obezwładnia zakłóceniami /szumowymi i odzewowo-impulsowymi/ pokładowe środki radioelektroniczne lotnictwa taktycznego przeciwnika. Przeznaczony jest do osłony głównego zgrupowania uderzeniowego, brygady raket operacyjno-taktycznych, SD armii, mostów i przepraw oraz obiektów terenowych, które mogą być wykorzystane jako punkty orientacyjne podczas bombardowania obiektów. Batalion ma w swoim składzie stacje rozpoznania radiolokacyjnego /JAWOR/ i radioelektronicznego /POST-3M/ oraz stacje zakłóceń pokładowych stacji radio-

lokacyjnych typu szumowego i impulsowego. Pracują one w 2 i 3 cm paśmie fal.

Środki batalionu zakłóceń radiolokacyjnych mogą być źródłem zakłóceń wzajemnych, głównie dla RLS systemu OPL armii pracujących w zakresie fal 23 i 3 cm, a więc dla stacji typu JAWOR, ZRP-1, i ZRP-2 oraz RLS, których nadajniki promieniują energię będącą krotnością tej częstotliwości /PRW-9, PRW-16, NUR-3, P-15, P-12, P-18/.

W wojskach raketowych i artylerii można wyróżnić następujące podsystemy: dowodzenia operacyjno-taktycznego, kierowania uderzeniami raketowymi i ogniem artylerii. Do wykonania tych zadań wykorzystuje się urządzenia radioelektroniczne o różnym przeznaczeniu i właściwościach. Związki taktyczne, oddziały i pododdziały wojsk raketowych i artylerii posiadają zorganizowany system łączności, który stanowi jedno z ogniw jednolitego systemu łączności armii /dywizji/. Potrzeby WRiA mogą być realizowane w kanałach łączności ogólnego użytku oraz w kanałach wydzielonych do wyłącznego użytku dowództwa WRiA /dowództwa artylerii dywizji/.

Do organizacji łączności w związkach, oddziałach i pododdziałach WRiA wykorzystuje się między innymi środki radiowe. Na szczeblu związku taktycznego i oddziału artylerii raketowej środki radiowe. Na szczeblu związku taktycznego i oddziału artylerii raketowej środki radiowe służą głównie do zapewnienia dowodzenia, natomiast w pododdziałach - do dowodzenia i kierowania uderzeniami raketowymi lub ogniem artylerii. Większość radiostacji stosowanych w WRiA pracuje w zakresie UKF. Zapewniają one łączność na odległościach wymaganych na taktycznym szczeblu dowodzenia. W WRiA jest około 400 URE tego typu. Radiostacje KF małej i średniej mocy wykorzystywane są do łączności na większych odległościach oraz w relacjach o zwiększonej ilości prze-

kazywanych informacji. W WRiA armii jest około 25 urządzeń tego typu.

W zakresie mikrofalowym w WRiA pracują dwie grupy urządzeń:

1. środki radioliniowe - w wojskach raketowych występują od szczebla dywizjonu wzwyż, natomiast w artylerii lufowej - od szczebla pułku wzwyż. Wykorzystywane są one zarówno na potrzeby dowodzenia jak i kierowania uderzeniami /w wojskach raketowych/. Pracują w zakresie fal metrowych i decymetrowych.
2. Stacje radiolokacyjne pracują w zakresie centymetrowym i występują w następujących ilościach:
 - ABROT - 3 stacje RMA - 1;
 - ABAA - 2 stacje SNAR-10;
 - paa - 2 stacje SNAR 10;
 - adar - 3 stacje RMS - 1;
 - drt - 1 stacja RWZ-1;

Ogółem w WRiA jest około 20 urządzeń pracujących w zakresie mikrofal. Uwzględniając rozmieszczenie WRiA w ugrupowaniu operacyjnym armii /środki artyleryjskie 1-8 km, ABROT 40-60 km, drt 8-15 km od linii styczności wojsk /należy liczyć się z zakłócającym oddziaływaniem URE zakresu mikrofalowego na stacje radiolokacyjne systemu OPL armii, pracujące w zakresie fal cm i dcm rozwinięte w pierwszym rzucie ugrupowania operacyjnego armii. Najwyższa podatność na zakłócenia wystąpi w przypadku osłony ABROT i zgrupowań artylerii przez prplot.

Na system łączności armii składają się węzły, stacje i linie łączności połączone ze sobą w określony sposób, odpowiadający zamiarowi operacji, organizacji dowodzenia wojskami oraz wykonywanym przez wojska zadaniom. Omawiając wpływ URE systemu łączności armii na urządzenia radioelektroniczne systemu OPL armii należy uwzględnić dużą manewrowość wojsk, gwałtowne zmiany sytuacji operacyjnej, częste przesunięcia stanowisk dowodzenia

oraz fakt, iż znaczny czas dowodzenia realizowanego przez dowódców i sztaby przypada na okresy kiedy są w ruchu. Do zapewnienia dowodzenia wojskami w operacji zaczepnej stosuje się wszystkie środki łączności w tym i radiowe. Mogą one być źródłem zakłóceń URE systemu OPL armii.

Łączność radiową w operacji zaczepnej organizuje się w następujący sposób:

- na szczeblu armii z przełożonym - za pomocą radiostacji KF dużej mocy, a z podwładnymi - za pomocą radiostacji KF średniej mocy. Łącznie na SD armii /na jednym położeniu/ znajduje się 33 radiostacje KF, a na TSD armii - 9 rdst KF;
- na szczeblu dywizji z przełożonym - za pomocą rdst średniej mocy, a z podwładnymi - za pomocą radiostacji KF małej mocy, zainstalowanych w wozach dowodzenia / z wyjątkiem sieci radiowej sztabu dywizji, w których wykorzystywane są radiostacje średniej mocy/;
- w pułkach wykorzystuje się radiostacje UKF małej mocy zainstalowane w wozach dowodzenia oraz radiostacje przenośne.

Łącznie w dywizji może być około 35 radiostacji KF i około 500 rdst UKF. Najwięcej środków UKF znajduje się w bpz, w którym organizuje się 10 sieci radiowych UKF. Ponieważ zasięg rdst nie przekracza zasięgu horyzontu to urządzenia te mogą zakłócać URE armijnego systemu OPL znajdujące się w odległości bezpośredniej widzialności,

Łączność radioliniowa spełniająca w systemie łączności armii podstawową rolę podczas pracy sztabów na postoju nie stanowi istotnego źródła zakłóceń wzajemnych dla armijnego systemu OPL.

Biorąc pod uwagę moc, zakres częstotliwości i charakterystyki przestrzenne promieniowanej energii rdst rozmiesz-

czonych w ugrupowaniu operacyjnym należy liczyć się z możliwością ich zakłócającego oddziaływania na radiostacje KF armijnego systemu OPL.

Kolejnym ogniwem otoczenia oddziałującego na urządzenia RE armijnego systemu OPL jest lotnictwo, które do wykonania zadań wykorzystuje różnorodne środki RE. Do uzgodnienia i realizacji współdziałania lotnictwa z wojskami armii, dowodzenia lotnictwem i zapewnienia bezpieczeństwa jego lotów przed ogniem własnych środków przy SD armii rozmieszcza się centrum dowodzenia bojowego wojsk lotniczych frontu /CDB WLF/ w skład jego wchodzi m.in. następujące urządzenia RE:

- RLS P-40 1 komplet;
- wysokościomierz radio -
lokacyjny PRW-16 - 1 komplet;
- Rdst UKF R-831 - 3 komplety;
- Rdst KF R-140 - 3 komplety;
- Rdst KF R-137 - 2 komplety;

Analogiczne zadanie na szczeblu ZT spełniają grupy dowodzenia bojowego /GDB/, w składzie których znajdują się m.in.:

- Rdst UKF R-832 - 2 komplety;
- Rdst UKF R-809 - 1 komplet ;
- Rdst UKF R-847 - 1 komplet;

Do naprowadzania samolotów myśliwskich na cele powietrzne, realizacji współdziałania LM z oddziałami wojsk OPL oraz zapewnienia bezpieczeństwa lotnictwa w strefie ognia danego oddziału wojsk OPL organizuje się punkty naprowadzania i wskazywania celów /PNWC/. W składzie CDB WLF może ich być 2 lub 3. W skład PNWC wchodzi: RLS-P-40, wysokościomierz radiolokacyjny PRW-16, rdst KF-137- 1 komplet, rdst UKF R-837 - 2 komplety. Przewiduje się też rozwijanie wysuniętych PNWC w rejonach ugrupowania pier-

wszorzutowych dywizji.

Do wykonania zadań nawigacyjnych w pasie działania armii organizuje się punkt radionawigacyjny składający się z następujących urządzeń:

- | | |
|------------------------|-------------|
| - Radionamiernik ARP-6 | - 1 komplet |
| - Radiolatarnia PAR-8 | - 1 komplet |
| - Rdst UKF R-831 | - 1 komplet |
| - Rdst KP-137 | - 1 komplet |

W oddziałach i ZT lotnictwa występuje różnorodna organizacja pododdziałów radiotechnicznych. Batalion radiotechniczny /brt/ DLM ma 2 krt w składzie: RLS - P - 15, RLS - JAWOR M2, PRW-9, WP-03.

brt plm ma 2 krt w składzie: RLS P-15, RLS JAWOR M2, PRW-9 /3 kpl/ ASPD /WP-02/ i APN /WP-11/. Batalion łączności i radiotechnicznego ubezpieczenia lotów /bł i rul/ plmb ma posterunek radiolokacyjny w składzie: RLS P-15, RLS-JAWOR M2, PRW-9 /2 komplety/, radiolinia RL-30 oraz kompania łączności w składzie: pluton TT, pluton KP i pluton UKF.

Siły i środki radiotechniczne oddziałów i ZT WLF w celu zabezpieczenia radiolokacyjnego działań bojowych lotnictwa w strefie działań wojsk frontu rozwijane są następująco:

- wysunięte posterunki naprowadzania i wskazywania celów /PNWC i ZP NWC/ w odległości 15-20 km od rubieży styczności wojsk w odstępach jeden od drugiego 30-50 km stanowią one elementy dowodzenia i naprowadzania lotnictwa i podlegają CDB WLF.
- PNWC w rejonach rozwinięcia prplot - stanowią elementy realizacji współdziałania LM z artylerią raketową i naprowadzania LM na cele powietrzne i podlegają CDB WLF;
- stanowiska dowodzenia wszystkich rodzajów lotnictwa usytuowane są na bazie środków radiotechnicznych tych oddziałów i ZT i sta-

nowią ich zasadnicze ogniwa dowodzenia lotnictwem.

W celu uzyskania optymalnych warunków zabezpieczenia radiolokacyjnego działań bojowych i naprowadzania LM na cele powietrzne SD DLM rozwijane jest na bazie środków radiotechnicznych brt z DLM. Najdogodniejsze warunki zabezpieczenia radiolokacyjnego naprowadzania LM na cele uzyska się, gdy będzie możliwość rozmieszczenia środków automatyzacji i radiolokacji bezpośrednio na lotniskach plm. Niekiedy w celu zapewnienia ciągłości pola radiolokacyjnego w rejonie działań bojowych DLM zajdzie konieczność oddalenia posterunków radiolokacyjnych plm. Wtedy dane z rozpoznania radiolokacyjnego na SD plm, rozmieszczone na lotnisku będą przekazywane za pośrednictwem urządzeń RŁ-30 "FAZA". Batalion radiotechniczny DLM kieruje pracą bojową rozwiniętych środków radiotechnicznych w jednolitym systemie radiolokacyjnym DLM. W celu zabezpieczenia radiolokacyjnego naprowadzania LM na cele powietrzne, w strefie działań DLM rozwijane są następujące punkty naprowadzania:

- stanowiska dowodzenia plm - jako zasadnicze źródła informacji radiolokacyjnej i przyrządowego naprowadzania LM;
- punkty naprowadzania i współdziałania w oparciu o środki radiotechniczne prplot - jako elementy realizacji taktycznego logniowego/ współdziałania LM z prplot;
- wysunięte punkty naprowadzania LM pierwszorzutowych pułków do naprowadzania i zdobywania informacji w systemie zautomatyzowanym. Rozwija się je w pobliżu rubieży styczności wojsk w rejonach działań pierwszorzutowych armii w celu zapewnienia ciągłego pola radiolokacyjnego oraz przyrządowego naprowadzania LM na małych częstotliwościach.

Zabezpieczenie radiolokacyjne działań bojowych pułku LM polega na ciągłym dostarczeniu na jego stanowisko dowodzenia informacji o sytuacji powietrznej, niezbędnej do podejmowania bieżących decyzji do zwalczania i naprowadzania LM na cele. Zabezpieczenie to jest organizowane przy wykorzystaniu brt plm. Ponadto na SD plm odbierana jest informacja o sytuacji powietrznej z SD DLM w kanałach zautomatyzowanych. SD plm rozwinięte jest na bazie środków radiotechnicznych brt plm. W celu zabezpieczenia radiolokacyjnego naprowadzania RLS rozwijane są w rejonach SD i PNWC, a przy posiadaniu w wyposażeniu RŁ-30 mogą one być w zależności od ukształtowania terenu rozwijane w odległości 15-30 km od elementów dowodzenia. W przypadku rozwinięcia RLS w pobliżu SD /PNWC/, w sekcji dowodzenia bojowego SD plm rozmieszcza się wskaźniki wynośne RLS.

Posterunki radiolokacyjne oddziałów LMB rozwijane są w rejonach lotnisk bazowania tego lotnictwa. SD tych oddziałów rozwijane są na bazie organicznych środków radiotechnicznych. W zależności od potrzeb i posiadanego sprzętu wynośne wskaźniki obserwacji okrężnej RLS mogą być rozmieszczone na SD. Ponadto SD tych oddziałów mogą prowadzić odbiór informacji o sytuacji powietrznej w sieciach powiadamiania korpusów OPK lub w sieciach meldowania DLM i powiadamiania OPL po przebazowaniu w strefę działań bojowych wojsk frontu. Posterunki radiolokacyjne /DLMB/ rozwijane są w rejonach wskazanych przez właściwe CDB WLF, stosownie do miejsca rozwinięcia tych dywizji. Schemat przestrzennego oddziaływania urządzeń RE systemów armii na urządzenia RE systemu OPL przedstawia rys.14.

Analiza urządzeń RE pracujących w składzie elementów ugrupowania operacyjnego armii i nieprzyjaciela, szczególnie pod względem mocy ich nadajników, kształtu charakterystyk promieniowania

anten, zakresu częstotliwości roboczych i przestrzennego rozmieszczenia w pasie działania armii pozwala sformułować następujące wnioski, które mogą być wykorzystane podczas rozpatrywania zagadnień KEM w armijnym systemie OPL:

1. W poszczególnych systemach armii i nieprzyjaciela można wyróżnić określone grupy urządzeń radioelektronicznych o podobnym przeznaczeniu i parametrach taktyczno-technicznych.

2. Pewna liczba urządzeń poszczególnych grup będzie wykorzystywana jednocześnie w kilku systemach armii i nieprzyjaciela ze względu na konieczność zapewnienia warunków wykonania zadań przez elementy ugrupowania/bojowego/operacyjnego, na korzyść których te urządzenia pracują;

3. Zasięgi promieniowania urządzeń RE i ich rozmieszczenie względem siebie wskazują, że oddziaływanie poszczególnych grup tych urządzeń różnych systemów wystąpi praktycznie w całym pasie działania armii;

4. Stopień wpływu urządzeń innych systemów na urządzenia systemu OPL będzie różny dla poszczególnych grup i zależny od wykonywanych zadań;

5. Wykorzystując wskaźniki operacyjno-taktyczne można w przybliżeniu określić stopień wpływu urządzeń otoczenia na system OPL, np. największe niebezpieczeństwo zakłóceń wzajemnych RLS systemu OPL wystąpi podczas osłony BROT. Zaistnieje bowiem konieczność jednoczesnej pracy RLS RPW, RLS prplot, RLS BROT, RLS brt lotnictwa oraz stacji zakłóceń armijnego systemu WRE, a ze względu na wspólne wykonywanie zadań przez w/w elementy ugrupowania operacyjnego urządzenia te będą rozmieszczone w niewielkich, z punktu widzenia zakłóceń wzajemnych, odległościach;

6. Problematykę zakłóceń wzajemnych należy rozpatrywać w ujęciu kompleksowym tzn. z uwzględnieniem urządzeń wszystkich sys-

temów działających w składzie armii oraz nieprzyjaciela , przełożonego i sąsiadów, a nie tylko w odniesieniu do jednego systemu;

7. Ze względu na kompleksowe ujęcie tych zagadnień wydaje się celowe ich ujęcie w planach współdziałania poszczególnych elementów ugrupowania operacyjnego armii, a przede wszystkim:

- uzgodnienie sposobu natychmiastowego powiadamiania o wystąpieniu zakłóceń wzajemnych;

- ustalenie priorytetów pracy urządzeń w każdym systemie i między systemami;

- uzgodnienie sposobów wykorzystania urządzenia jednego systemu na potrzeby innych systemów;

- ustalenie ograniczeń pracy urządzeń w każdym systemie /czas pracy, sektory obserwacji, rodzaj pracy, moc nadajnika/;

- dysponowanie dla poszczególnych urządzeń wykresami minimalnych odległości ich rozmieszczenia od różnych urządzeń RE i na tej podstawie uzgadnianie miejsc rozmieszczenia urządzeń RE w określonym rejonie ugrupowania systemów.

III. MOŻLIWOŚCI UZYSKANIA KOMPATYBILNOŚCI ELEKTROMAGNETYCZNEJ W SYSTEMIE OBRONY PRZECIWLOTNICZEJ ARMII.

1. Metody oceny kompatybilności elektromagnetycznej w systemie OPL armii.

W celu wyeliminowania z pracy URE zjawiska zakłóceń wzajemnych należy każdorazowo określić warunki, w których ich praca będzie kompatybilna. Wymaga to dokonania oceny stopnia wpływu nadajnika jednego URE na odbiornik drugiego, przy założonym ich wzajemnym położeniu lub wyznaczenie minimalnej odległości między nimi, przy której ich praca będzie kompatybilna. Zagadnienie te można rozwiązać dwoma metodami: techniczną i analityczną.

Metoda techniczna pozwala graficzno-analitycznym sposobem obliczać moc sygnałów zakłócających na wejściu urządzenia odbiorczego i porównywać ją z dopuszczalnym dla danego odbiornika poziomem. Uwzględnia podstawowe parametry taktyczno-techniczne URE, dopuszczalny poziom zakłóceń wzajemnych na wejściu ich urządzeń odbiorczych, wielkości określające ukształtowanie terenu oraz amplitudowo-częstotliwością charakterystykę urządzenia odbiorczego i charakterystykę widmową gęstości promieniowania urządzenia nadawczego w szerokim zakresie częstotliwości.

Metoda analityczna polega na wyznaczeniu amplitudy sygnału na wejściu odbiornika rozpatrywanego urządzenia uzyskanej ze wzorów teoretycznych dla różnych odległości wzajemnych urządzeń. Zaletą tej metody jest możliwość dokonania wcześniejszych obliczeń dla dowolnej kombinacji typów urządzeń, natomiast wadą jest nie uwzględnienie stopnia osłabienia sygnału wynikającego

z rzeczywistych warunków terenowych i atmosferycznych. Może więc być ona wykorzystana do wstępnej oceny stopnia oddziaływania wzajemnego urządzeń, wymaga jednak praktycznej weryfikacji uzyskanych wyników.

Metoda techniczna określania stopnia wzajemnego oddziaływania URE.

Do opisu tej metody¹ zakładam sytuację radioelektroniczną przedstawioną na rys. 15.

Na wejście odbiornika URE nr 1 umieszczonego w punkcie A razem z sygnałami użytecznymi może także oddziaływać promieniowanie elektromagnetyczne URE nr 2 /umieszczonego w pkt.B/, który w tym przypadku staje się źródłem sygnałów zakłócających. Należy dokonać oceny kompatybilności elektromagnetycznej przy ustalonym położeniu URE i znanym zakresie ich częstotliwości roboczych. W tym celu określa się wartość mocy sygnałów zakłócających od nadajnika URE 2 na wejściu urządzenia odbiorczego URE 1, dla różnych kątów położenia ich anten i porównuje z dopuszczalnym dla tego odbiornika poziomem zakłócających. Para URE traktowana jest jako niekompatybilna elektromagnetycznie wówczas, gdy poziom sygnałów od zakłócającego urządzenia P_N na wejściu odbiornika zakłócanego URE jest większy od dopuszczalnego $P_N \text{ dop.}$. Określa to zależność:

$$P_N > P_N \text{ dop.} \quad /1/$$

Jeżeli przy rozpatrywaniu kompatybilności elektromagnetycznej pary URE występuje wpływ kilku kanałów promieniowania nadajnika na odbiornik to uwzględnia się tylko wpływ dominującego. Kanał ten można wyznaczyć porównując na wspólnej osi czę-

1 Metodika oceny elektromagnetycznej sovmestimosti radioelektronicznych sredstv. Ministerstvo Obrony SSSR. 1973

stotliwości charakterystykę widmowej gęstości promieniowania nadajnika z amplitudowo-częstotliwością charakterystyką odbiornika. Wielkość mocy zakłóceń wzajemnych P_N na wejściu odbiornika oblicza się wg następującego wzoru:

$$P_N = \frac{P_{Nz}}{\Delta F_{Nz}} \cdot G_N(\alpha, \beta) \cdot G_0(\alpha, \beta) \cdot \gamma \cdot \Delta F_K \cdot q(f_K) \cdot K(f_K) \cdot U_K \quad |21$$

gdzie:

- P_{Nz} - moc promieniowania nadajnika na częstotliwości roboczej;
- ΔF_{Nz} - szerokość pasma podstawowego promieniowania nadajnika;
- $G_N(\alpha, \beta)$ - zysk kierunkowy anteny nadajnika;
- $G_0(\alpha, \beta)$ - zysk kierunkowy anteny odbiornika;
- γ - współczynnik uwzględniający niezgodność polaryzacji anten nadajnika i odbiornika;
- ΔF_K - szerokość pasma częstotliwości K - tego odbiornika, wyrażająca zgodność amplitudowo-częstotliwościowej charakterystyki odbiornika z charakterystyką widmową gęstości promieniowania nadajnika,
- $q(f_K)$ - średnia wielkość unormowanej charakterystyki widmowej gęstości promieniowania nadajnika w paśmie ΔF_K
- $K(f_K)$ - średnia wielkość unormowanego współczynnika wzmocnienia mocy odbiornika w paśmie ΔF_K .

$U_K = U_{0K} \cdot U_{1K} \cdot U_{2K} \cdot U_{3K}$ - mnożnik uwzględniający tłumienie fali elektromagnetycznej rozchodzącej się w rzeczywistych warunkach.

$U_{0K} = \frac{\lambda_K}{4\pi R}$ - mnożnik uwzględniający osłabienie mocy zakłóceń na średnich częstotliwościach k - tego odcinka zgodności charakterystyk odbiornika i nadajnika podczas rozchodzenia się fal elektromagnetycz-

nych w swobodnej przestrzeni.

V_{1k}, V_{2k}, V_{3k}

- mnożniki uwzględniające osłabienie mocy zakłóceń na częstotliwości F_k odpowiednio dla: wpływu ziemi, ukształtowania ziemi, ukształtowania terenu, wilgotności, gazów utrzymujących się w atmosferze oraz opadów i mgły.

Obliczenie wielkości P_N wg wzoru /2/ jest pracochłonne, a w związku z tym wymaga długiego czasu. Proces ten znacznie upraszcza graficzno-analityczna metoda obliczeń pozwalająca określić poziom mocy zakłóceń wzajemnych na wejściu odbiornika, a także wartość minimalnej odległości między RLS zabezpieczającej istnienie kompatybilności elektromagnetycznej. W celu obliczenia wielkości P_N wzór /2/ wygodniej jest przedstawić w postaci logarytmicznej:

$$P_N \text{ (dB)} = P_{Nz} - \Delta F_{Nz} + G_N(\alpha, \beta) + G_0(\alpha, \beta) + \gamma + \Delta F_k + q(f_k) + K(f_k) + V_k \quad /3/$$

We wzorze tym moc wyrażona jest w dB w stosunku do 1 W, a częstotliwość w dB w stosunku do 1 MHz. Przeliczenie wartości wyżej wymienionych parametrów dokonuje się za pomocą nomogramu przedstawionego na rys.17. Zależność mnożnika V_{ok} od długości fali i odległości między odbiornikiem a nadajnikiem pokazana jest na rys.19. Mnożnik V_{1k} zależy od wzajemnego położenia odbiornika i nadajnika i uwzględnia następujące warianty:

1. Nadajnik znajduje się na odległości zapewniającej bezpośrednią widzialność /przestrzeń odkryta/;

2. Nadajnik znajduje się w strefie cienia i półcienia /przestrzeń zakryta i półodkryta/;

Strefa bezpośredniej widzialności między nadajnikiem i odbiorni-

kierunek jest ograniczona odległością $R_1 = 0,8 R_0$;

gdzie: / $R_0 = 4,12 (\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2})$ - odległość bezpośredniej widzialności z uwzględnieniem normalnej refrakcji;

h_1 i h_2 - wysokość podniesienia anten nad i odb.

Zależność odległości R_1 od wysokości h_1 i h_2 przedstawia rys.19.

gdzie: $R'_{km} = 3,3 \sqrt{h_1(m)}$; $R''_{km} = 3,3 \sqrt{h_2(m)}$

Przy usytuowaniu odbiornika względem nadajnika w strefie bezpośredniej widoczności można do obliczeń przyjmować mnożnik osłabienia V_{1k} równy 0 dB; mnożnik V_{2k} - uwzględnia osłabienie mocy zakłóceń spowodowane rzeźbą terenu. Wyznacza się go znając profil terenu między nadajnikiem a odbiornikiem. V_{2k} , dla otwartych przestrzeni V_{2k} można przyjąć 0 dB. Mnożnik V_{3k} uwzględnia osłabienie mocy zakłóceń spowodowane wilgotnością i gazami utrzymującymi się w atmosferze oraz opadami atmosferycznymi i mgłami. Można go przyjąć 0 dB, fale elektromagnetyczne o długości większej od 1 cm praktycznie nie są tłumione w tlenie, większej od 2 cm w parze wodnej, a większej od 10 cm - w deszczu i kurzu. Należy mieć na uwadze, że przy określeniu minimalnych odległości między URE, których wzajemne położenie nie jest znane - V_k może być określony tylko na podstawie warunków rozprzestrzeniania fal elektromagnetycznych nad gładką powierzchnią. Jeżeli odległość między URE $R \leq R_1$ to wielkość mnożnika osłabienia V_k może być określona z wykresu /rys.18/. Jeżeli odległość między URE $R > R_1$ to wielkość mnożnika osłabienia V_k równa jest sumie $V_k = V_{ok} + V_{1k}$ i określa się ją z wykresów przedstawionych na rys. 20 i 21.

Do wyznaczania warunków kompatybilności stosuje się dwa podejścia:

1. Wyznaczenie minimalnej odległości między urządzeniami, które zapewnia istnienie KEM.

2. Ocenę stopnia KEM przy zadanej odległości.

Przy pierwszym podejściu istota obliczeń polega na doborze takich odległości między URE, przy których moc zakłóceń wzajemnych na wejściu odbiornika jednego z URE, dla określonych częstotliwości roboczych i określonego położenia anten, nie przekracza dopuszczalnego poziomu. Przyjmuje się następującą kolejność obliczeń:

1. Według eksperymentalnych lub obliczonych charakterystyk amplitudowo-częstotliwościowych odbiornika jednego URE i charakterystyki widmowej gęstości promieniowania nadajnika drugiego URE określa się zgodność podstawowego kanału odbiornika z podstawowym lub ubocznymi kanałami promieniowania nadajnika, bądź kanałów bocznego odbioru z podstawowymi lub ubocznymi kanałami promieniowania nadajnika.

2. Normuje się charakterystyki widmowe gęstości promieniowania nadajnika i amplitudowo-częstotliwościowe odbiornika, a następnie aproksymuje się je prostokątami /rys.16/ w taki sposób, aby suma powierzchni prostokątów była równa powierzchni ograniczonej aproksymowaną funkcją i osią odciętych. Przy tym wartość współczynników normowania charakterystyk g/f_k i K/f_k powinny być odpowiednio równe średnim wartościom aproksymowanych funkcji na danym odcinku częstotliwości ΔF_k .

3. Aproksymowane charakterystyki nanosi się na wspólnej osi częstotliwości roboczych odbiornika i nadajnika i określa się elementarne odcinki zbieżności w przedziałach, w których wartości współczynników normowania nie zmieniają się. Wybiera się odcinek zbieżności ΔF_k , dla którego suma $g/f_k + K/f_k$ w decybelach jest największa.

Dalsze obliczenia prowadzi się dla tego odcinka zbieżności.

4. Według znanych wartości podniesienia anten h_1 i h_2 rozpatrywanej pary URE z wykresu /rys.19/ określa się odległości R^I i R^{II} i oblicza się ich sumę $R_1 = /R^I + R^{II}/$.

5. Dla odległości $R=R_1$ i długości fali wybranego odcinka zbieżności λ_k według wykresu /rys.18/ określa się wielkość mnożnika osłabienia dla odległości bezpośredniej widzialności V_0 .

6. Wielkości wchodzące do wzoru przelicza się na wartości logarytmiczne wg nomogramu /rys.17/ i oblicza się mnożnik osłabienia mocy zakłóceń wzajemnych V_k ze wzoru:

$$V_k \text{ (dB)} = P_{N \text{ dop}} - [P_{NZ} - \Delta F_{NZ} + G_0(\alpha, \beta) + G_N(\alpha, \beta) \cdot \gamma + \Delta F_k + q(f_k) + K(f_k)]$$

7. Porównuje się wartości obliczonego mnożnika osłabienia V_k z wartością mnożnika V_0 . Jeżeli $/V_k/ \leq /V_0/$ to dopuszczalne wzajemne oddalenie URE oblicza się z wykresu /rys.18/. W przeciwnym wypadku odległość R_{dop} określa się z wykresów /rys.20/ i /21/ w następującej kolejności:

Z wykresu /rys.21/, dla danych wysokości anten URE h_1 i h_2 oraz długości fali odcinka zbieżności λ_k określa się mnożniki osłabienia V_{h_1} i V_{h_2} . Następnie wg znanych wartości mnożników osłabienia $V_{0k} + V_{1k} = V_k = /V_{h_1} + V_{h_2}/$. Dla uzyskanej wartości sumy mnożników określa się R_{dop} z wykresu /rys.20/. Jeżeli okaże się, że $R_{\text{dop}} \leq R_1$ to dopuszczalne oddalenie między URE wynosi $R_{\text{dop}} = 1,2 R_1$.

8. Dopuszczalne odległości między URE wskazane jest określać dla najbardziej charakterystycznych położzeń anten. W tym celu należy znać otrzymaną w pkt. 6 wartość mnożnika osłabienia V_k dla jednego z wzajemnych położzeń charakterystyk kie-

runkowych anten, którą trzeba zmniejszyć lub zwiększyć o wielkość odpowiadającą zmianom współczynników wzmocnienia anten URE / w decybelach/ w odniesieniu do wartości początkowych.

9. W celu określenia dopuszczalnej odległości wzajemnej R_{dop} między URE należy charakterystyki częstotliwościowe nadajnika i odbiornika przemieścić odpowiednio po osi częstotliwości w przedziałach możliwego przestrojenia URE. Przesunięcie to wyznacza graniczne wartości ΔF_k , $g/f_k/$ i $K/f_k/$ niezbędne dla określenia mnożnika osłabienia V_k . Bezwzględne wartości mnożnika osłabienia V_k otrzymane według pkt.6, zmniejsza się lub zwiększa o wielkość zmian sumy współczynników $g/f_k/$ i $K/f_k/$ spowodowanych zmianą ΔF_k .

Przy drugim podejściu obowiązuje następująca kolejność obliczeń:

1. Porównując charakterystykę gęstości widmowej promieniowania nadajnika i amplitudowo-częstotliwościową charakterystykę odbiornika na wspólnej osi częstotliwości określa się zgodność kanałów podstawowych i bocznych.

2. Jeżeli odbiornik i nadajnik mają zbieżne odcinki częstotliwości to amplitudowo-częstotliwościową charakterystykę odbiornika i charakterystykę gęstości widmowej promieniowania nadajnika - normuje się i aproksymuje prostokątami w taki sposób, aby suma powierzchni prostokątów była równa powierzchni ograniczonej aproksymowaną funkcją i osią odciętych. Przy tym wartości współczynników normowania charakterystyk $g/f_k/$ i $K/f_k/$ powinny być odpowiednio równe średnim wartościom aproksymowanych funkcji na danym odcinku częstotliwości ΔF_k .

3. Na aproksymowanych charakterystykach odbiornika i nadajnika uwidaczniają się odcinki zbieżności w przedziałach,

których wartość współczynników normowania nie zmienia się. Wybiera się odcinek, dla którego suma $g/f_k/$ i $K/f_k/$ w dB jest największa i dla niego dalej prowadzi się obliczenia.

4. Przy określaniu mocy zakłóceń wzajemnych

P_N na miejscu odbiornika bez przywiązania RLS do konkretnego terenu zakłada się, że rozprzestrzenianie fal elektromagnetycznych zachodzi nad powierzchnią gładką /przy rozpatrywaniu rozmieszczenia URE w określonym terenie zachodzi potrzeba uwzględnienia jego charakterystycznych wielkości, co znacznie komplikuje i wydłuża obliczenia. Kolejność określenia sumarycznego współczynnika osłabienia V_k w założonym przypadku zależy od tego w jakiej strefie znajduje się odbiornik w stosunku do nadajnika. Z wykresu /rys.19/ określa się odległość bezpośredniej widzialności R_1 , a następnie porównuje się ją z odległością R . Jeżeli $R < R_1$ to mnożnik osłabienia równy jest wielkości V_{ok} określonej z wykresu /rys.18/, a jeżeli $R_1 < R < 100$ km /strefa cieni i półcieni/, to sumaryczny mnożnik osłabienia V_k jest sumą $V_{ok}+V_{ik}=V_{ok}+V_{1k}+V_{h1}+V_{h2}$ i określa się z wykresu /rys.20 i 21/ dla znanych wartości h_1, h_2, λ_k i R ;

5. Wielkości wchodzące do wzoru /2/ zmienia się na wartości logarytmiczne wg nomogramu /rys.17/ i oblicza się wartość mocy zakłóceń wzajemnych P_N na wejściu odbiornika.

6. Sprawdza się warunki istnienia kompatybilności elektromagnetycznej pary URE według zależności /1/.

7. Określa się niezbędny rozrzut częstotliwości roboczych między URE dla zapewnienia ich kompatybilności elektromagnetycznej. W tym celu w możliwych przedziałach zakresów przestrajania odbiornika i nadajnika amplitudowo-częstotliwościową charakterystykę odbiornika przesuwają się po osi częstotli-

wości względem charakterystyki gęstości widmowej promieniowania nadajnika do momentu, gdy wartości współczynników $g/f_k/$ i $K/f_k/$ nie zmniejszą się do wartości, przy których spełniony będzie

warunek $P_N \leq P_n \text{ dop}$

Jeżeli kompatybilność elektromagnetyczna URE pod wpływem rozrzutu częstotliwości roboczych przy ustalonych odległościach okaże się niemożliwa, wówczas można spróbować zapewnić ją przez zmianę wzajemnego położenia charakterystyk kierunkowych anten. Umożliwi to wyznaczenie sektorów azymutalnych, w których stacje są wzajemnie niekompatybilne.

Przykład posługiwania się metoda techniczną oceny kompatybilności elektromagnetycznej.

W celu ilustracji wykorzystania omówionej wyżej metody zastosowałem ją do określenia minimalnych dopuszczalnych odległości między dwoma RLS typu JAWOR M przy oddziaływaniu promieniowania nadajnika jednej z nich na odbiornik drugiej dla różnego wzajemnego położenia ich charakterystyk kierunkowych. Dane wyjściowe dla obliczeń przedstawione są w tabeli 2.

1. Dla częstotliwości roboczej równej 1300 MHz pasmo promieniowania nadajnika i pasmo przepuszczania odbiornika pokrywają się.

2. Unormowanie charakterystyki nadajnika $g/f/$ i odbiornika $K/f/$ przedstawia rys.16.

3. Z powyższych charakterystyk wybieram odcinek zbieżności pasma promieniowania nadajnika z pasmem przepuszczania odbiornika $\Delta F_k = F_0 = 1 \text{ MHz}$. Dla tego odcinka wartości $g/f_k/$ i $K/F_k/$ są równe jedności /0 dB/.

4. Dla wysokości podniesienia anten RLS $h_1=h_2= 5 \text{ m}$ z wykresu /rys. 19/ określam odległość $R^I = R^{II} = 7,5 \text{ km}$ a zatem

$R_1 = R^I + R^{II} = 15 \text{ km}$ /jest to odległość bezpośredniej widzialności/.

5. Dla odległości $R_1 = 15 \text{ km}$ i długości fali odpowiadającej odcinkowi zbieżności $\lambda_k = 23 \text{ cm}$ z wykresu /rys.18/ określam wartość mnożnika osłabienia $V_o = -115 \text{ dB}$.

6. Za pomocą nomogramu /rys.17/ dane wyjściowe przekształcam na skalę logarytmiczną

$$P_{N_{dop}} = 2 \cdot 10^{-13} \text{ W} \rightarrow P_{N_{dop}} = -127 \text{ dB}$$

$$P_{Nz} = 2 \cdot 10^3 \text{ W} \rightarrow P_{Nz} = 23 \text{ dB}$$

$$\Delta F_z = 1 \rightarrow \Delta F_{Nz} = 0 \text{ dB}$$

$$\Delta F_k = 1 \rightarrow \Delta F_k = 0 \text{ dB}$$

$$\gamma = 1 \rightarrow \gamma = 0 \text{ dB}$$

$$G_N = G_o = 30,5 \text{ dB}$$

$$g(f_k) = 1 \rightarrow g(f_k) = 0 \text{ dB}$$

$$K/f_k = 1 \rightarrow K/f_k = 0 \text{ dB}$$

7. Według wzoru /3/ obliczam mnożnik osłabienia mocy sygnału zakłócającego V_k na wejściu odbiornika w momencie spotkania listków głównych charakterystyk kierunkowych anteny nadajnika i odbiornika $/G-G/ V_k /G-G/ = -127 - 23 - 0 + 30,5 + 30,5 + 8 + 0 + 0 + 0 = -211 \text{ dB}$;

8. Porównuję wartości mnożnika osłabienia V_k i V_o ; Ponieważ $/V_k /G-G/ > /V_o/$, to z wykresu /rys.21/ określam mnożniki osłabienia $V_{h1} = V_{h2} = -28 \text{ dB}$

Obliczam sumę $V_{ok} + V_{1k} = V_k /G-G/ - V_{h1} - V_{h2} = -211 - /-28/ - /-28/ = -155 \text{ dB}$;

9. Z wykresu /rys.20/ dla $V_{ok} + V_{1k}^I = -155 \text{ dB}$ określam $R_{dop} = 47 \text{ km}$;

10. Obliczam dopuszczalne odległości R_{dop} dla innych wariantów spotkania charakterystyk kierunkowych anten RLS. Mnożnik V_k dla wariantu spotkania listka bocznego charakterystyki nadajnika z listkiem głównym charakterystyki kierunkowej anteny odbiornika wynosi:

$$V_{k(B-G)} = -211 + 20 = -191 \text{ dB}$$

$$(V_{k(B-G)} > (V_0)$$

$$V_{ok} + V_k = 191 - 56 = 135 \text{ dB}$$

$$R_{dop} = 23 \text{ km}$$

Mnożnik V_k dla wariantu spotkania listka głównego charakterystyki nadajnika z listkami bocznymi odbiornika /G-B/ jest jak wyżej stąd $R_{dop} = 23 \text{ km}$. Mnożnik V_k dla wariantu spotkania listków bocznych charakterystyk kierunkowych anten nadajnika i odbiornika wynosi:

$$V_{k(B-B)} = -211 + 20 + 20 = -171 \text{ dB}$$

$$\text{Ponieważ } /V_{k/B-B}/ > /V_0/$$

to suma

$$V_{ok} + V_{1k} = -171 + 56 = -115 \text{ dB}$$

$$\text{stąd z wykresu } R_{dop} = 14,5 \text{ km}$$

Uwzględniając, że w ostatnim przypadku $R_{dop} = 14,5 \text{ km} < R_1 = 15 \text{ km}$ to za dopuszczalną odległość między RLS przy ich wzajemnym oddziaływaniu listkami bocznymi należy przyjąć

$$R_{dop(B-B)} = 1,2 R_1 = 1,2 \cdot 15 = 18 \text{ km}$$

W ten sposób dla założonych typów nadajnika i odbiornika przy zgodności ich częstotliwości roboczych/ bez uwzględnienia wpływu terenu /minimalne dopuszczalne odległości wynoszą:

wzajemne położenie listków charakterystyk	G-G	B-G	G-B	B-B
odległość R_{dop} /km/	47	23	23	18

Metoda analityczna określania stopnia wzajemnego oddziaływania URE.

Przy rozpatrywaniu zagadnień kompatybilności elektromagnetycznej można również stosować uproszczoną metodę analityczną służącą do określania stopnia zakłóceń wzajemnych RLS, w której wykorzystuje się równanie zasięgu radiolokacyjnego. W metodzie tej do oceny stopnia wzajemnego oddziaływania wykorzystuje się wskaźnik

$$Q_i = \frac{P_{zwi}}{P_{prog}} = \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^n Q_{ij}$$

gdzie:

P_{zwi} - moc zakłóceń wzajemnych na wejściu odbiornika i - tej stacji, pochodząca od j - tych stacji, za wyjątkiem $j=i$;

P_{prog} - moc progowa i - tej stacji równa czułości jej odbiornika;

$$Q_{ij} = \frac{P_{zwij}}{P_{prog}}$$

P_{zwij} - moc zakłóceń wzajemnych na wejściu odbiornika i - tej stacji pochodząca od stacji j-tej.

Obliczenia stosunku wielkości mocy sygnału pochodzącego od RLS pracującej w rozpatrywanym systemie w otoczeniu anteny innej RLS tego samego systemu do czułości odbiornika pozwala na wyciągnięcie wniosków dotyczących stopnia ich wzajemnego oddziaływania. Wszystkie sygnały, których moc przekroczy poziom czułości

odbiornika stanowić będą zakłócenia utrudniające lub uniemożliwiające pracę danej RLS. Intensywność zakłóceń /wielkość mocy sygnału zakłóceń w odniesieniu do poziomu czułości/ jest funkcją odległości między stacjami, ich parametrów technicznych, wzajemnego położenia charakterystyk kierunkowych anten oraz współczynnika tłumienia energii zależnego od charakteru i odległości między stacjami. Poziom mocy sygnału zakłócającego w otoczeniu anteny danej RLS wyraża się zależnością:

$$P_{zwij} = \frac{P_{nj} \cdot G_{nj} \cdot G_{oi} \cdot \lambda^2 \cdot \gamma \cdot \varphi}{(4\pi)^2 \cdot R_{sij}^2} \cdot \frac{\Delta f_o}{\Delta f_z} \cdot 10^{-0,1\alpha R_{sij}} \cdot F_{nj}^2(\delta_{ij}) \cdot F_{oi}^2(\delta_{ij}) \cdot V(R_{sij}) \quad |5|$$

gdzie:

- P_{nj} - moc nadajnika RLS zakłócającej;
- G_{nj} - zysk kierunkowy anteny RLS zakłócającej;
- G_{oi} - zysk kierunkowy anteny RLS zakłócanej;
- λ - długość fali, na której pracują stacje;
- γ - współczynnik uwzględniający różnicę w polaryzacji anten; rozpatrywanych stacji;
- φ - współczynnik charakteryzujący straty energii elektromagnetycznej w linii przesyłowej z anteny do odbiornika;
- R_{sij} - odległość wzajemna między stacjami i-tą i j-tą;
- Δf_o - szerokość pasma przypuszczalnie liniowej części odbiornika zakłócanej SRL;
- Δf_z - efektywna szerokość widma sygnału zakłócającego;
- αR - współczynnik tłumienia promieniowania energii elektromagnetycznej w atmosferze / $\frac{dB}{km}$ / ;

- $F_{nj}(\delta_{ji})$ - funkcja opisująca znormalizowaną charakterystykę kierunkową anteny RLS zakłócającej;
- S_{ij} - kąt między kierunkiem maksymalnego promieniowania stacji j-tej oraz linią łączącą jej pozycję z pozycją stacji i-tej;
- $F_{oi}(\delta_{ij})$ - funkcja opisująca znormalizowaną charakterystykę kierunkową anteny RLS zakłócanej;
- δ_{ij} - kąt między kierunkiem maksymalnego promieniowania stacji i-tej oraz linią łączącą jej pozycję z pozycją stacji j-tej;
- $\sqrt{R_{sij}}$ - współczynnik tłumienia energii zależnej od R_{sij} oraz ukształtowania terenu.

Występuje we wzorze /5/ $P_{nj}, G_{nj}, G_{ci}, \lambda, \Delta F_o, \Delta F_z, \gamma, \varphi$ są wielkościami stałymi, charakterystycznymi dla danego typu stacji, Tak więc człon

$$\frac{P_{nj} \cdot G_{nj} \cdot G_{oi} \cdot \lambda^2 \cdot \gamma \cdot \varphi}{4\pi^2} \cdot \frac{\Delta f_o}{\Delta f_z}$$

wyrażenia /5/ jest również stałą, którą w dalszych rozważaniach oznaczono symbolem C. Człon $10^{-0,1} \propto R_{sij}$ wyrażenia /5/ można pominąć, gdyż dla rozpatrywanych RLS zakresu dcm tłumienie fal elektromagnetycznych jest niewielkie. Współczynnik $\sqrt{R_{sij}}$ zależny jest od czynników będących funkcją wielu zmiennych i można go jedynie określić w sposób szacunkowy. Do obliczeń przyjmuję najgorsze z punktu widzenia zakłóceń wzajemnych warunki, dla których $\sqrt{R_{sij}} = 1$. Przy tych założeniach wyrażenie /5/ przyjmie postać:

$$P_{z\text{w}ij} = C \cdot \frac{1}{R_{sij}^2} \cdot F_{nj}^2(\delta_{ji}) \cdot F_{oi}^2(\delta_{ij}) \quad /6/$$

Dla porównania jakości omawianej metody z przedstawioną wcześniej graficano-analityczną metodą oceny występowania kompatybilności elektromagnetycznej - dokonałem obliczenia wielkości zakłóceń wzajemnych również dla RLS typu JAWOR-M.

Ze względu na konieczność przeprowadzenia dużej liczby obliczeń i ich wymaganą dokładność posłużyłem się elektroniczną techniką obliczeniową. Wartość mocy sygnału zakłóceń wzajemnych na wejściu odbiornika zakłócanej RLS obliczyłem według zależności /6/ dla przypadków wzajemnego położenia anten zakłócających się RLS przedstawionych w tabeli 3. Obliczenia P_{zwij} w każdym z tych przypadków zostały przeprowadzone dla następujących odległości wzajemnych $R_{sij} = 0,5, 1, 1,5, 2, 2,5, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 12, 15, 20, 25, \dots 60$ km. Wartość stałej C dla RLS JAWOR M wynosi 666×10^3 . Do obliczeń przyjąłem charakterystykę promieniowania anteny RLS JAWOR M zdjętą doświadczalnie w Przemysłowym Instytucie Telekomunikacji, którą przedstawia rys.22.

Poziom mocy sygnału zakłóceń wzajemnych określiłem dla 94 punktów tej charakterystyki odzwierciedlających przebieg zmian sygnału w funkcji kąta obrotu anteny RLS. Wartości te przedstawione w tabeli 4. Program obliczeń mocy sygnału zakłóceń i zestawienie wyników przedstawia wydruk EMC. Graficzną interpretację wyników obliczeń w postaci wykresów $P_{zwij} = f/R_{sij}$, przedstawiłem na rys. 23-28.

Na podstawie analizy tych wykresów można wyciągnąć następujące wnioski:

1. Przy ustalonym kierunku promieniowania anteny nadawczej moc zakłóceń w miejscu odbiornika zakłócanej RLS zmienia się 10^5 -krotnie w funkcji kąta obrotu anteny tej stacji;

2. Przy niesynchronizowanych obrotach anten stacje będą oddziaływać na siebie różnymi poziomami charakterystyk promieniowania, wówczas dynamika sygnału zmienia się w granicach 10^9 ;

3. Potwierdza się zasada wzajemności polegająca na tym, że poziom mocy sygnału na wejściu odbiornika zakłócanej RLS przy ustalonych różnych kątach położenia anten obu działających na siebie stacji będzie taki sam jeśli anteny zmieniają się położeniami, tzn. poziom mocy zakłóceń przy oddziaływaniu listka bocznego na główny będzie taki sam jak głównego na boczny.

4. Najsielniejszy spadek mocy sygnału zakłóceń ze wzrostem odległości między stacjami występuje do odległości około 4 km /zbliżony do wykładniczego/, a przy dalszym zwiększeniu odległości spadek ten jest wolniejszy i zbliżony do liniowego;

5. Przy oddziaływaniu listków tylnych i odległościach wzajemnych powyżej 25 km poziom mocy zakłóceń jest mniejszy od czułości odbiornika /dla pozostałych przypadków wzajemnego usytuowania anten RLS względem siebie poziom mocy sygnału zakłóceń przewyższa przyjętą do obliczeń czułość na wszystkich rozpatrywanych odległościach/.

2. Badanie stopnia wzajemnego oddziaływania urządzeń radioelektronicznych w systemie obrony przeciwlotniczej armii metodą empiryczną.

Przy określaniu stopnia zakłóceń wzajemnych metodami teoretycznymi nie ma możliwości uwzględnienia wszystkich czynników mających wpływ na wielkość poziomu mocy sygnałów zakłóceń, ponieważ są one funkcją wielu zmiennych i nie zawsze można je precyzyjnie ustalić. Stąd określenie warunków istnienia kompatybilności elektromagnetycznej drogą analityczną jest orientacyjne. Zaistniała więc konieczność przeprowadzenia badań empirycznych, które zweryfikują metody teoretyczne przedstawione w poprzednim punkcie pracy oraz pozwolą oszacować wpływ czynników

osłabiających poziom mocy zakłóceń wzajemnych.

W poszczególnych elementach systemu OPL armii ugrupowanej do operacji zaczepnej może jednocześnie pracować następująca liczba URE:

- na PŁ SDL i OPL - RLS - 0, radiostacji KF - 7, radiostacji UKF - 10;
- w brt - RLS - 10, radiostacji KF - 8, radiostacji UKF - 20 ;
- w prplot - RLS - 8, radiostacji KF - 2, radiostacji UKF - 60;
- w DZ - RLS - 10, radiostacji KF - 3, radiostacji UKF - 100;
- w DPanc - RLS - 12, radiostacji KF - 4, radiostacji UKF - 120.

Łącznie w systemie OPL armii składającej się z czterech DZ i jednej DPanc może znajdować się około 60 RLS, 35 radiostacji KF, 600 radiostacji UKF. Minimalne odległości między URE wynikające z ugrupowania operacyjnego mogą wynosić: między RLS kilkaset metrów / w przypadku pracy na jednym RPW lub w tym samym prplot/, między radiostacjami średniej mocy - kilkadziesiąt metrów/ podczas pracy na jednym punkcie dowodzenia/, między radiostacjami a RLS - 500 m.

Największe niebezpieczeństwo wystąpienia zakłóceń wzajemnych w armijnym systemie OPL ma miejsce dla następujących sytuacji:

- w rejonie ugrupowania RPW między URE- JAWOR-M2, P-12/18/, radiostacje Kf;
- w ugrupowaniu bojowym dywizji między URE-JAWOR M, P-15/19/, ZRP-1, radiostacje KF;
- w ugrupowaniu prplot między URE-P-40, RPW-9 /16/, P-18, SSWN, radiostacje KF,
- między URE RPW a URE dywizyjnych elementów OPL;
- między URE RPW a URE prplot;
- między URE elementów OPL dywizji;

- między URE elementów OPL dywizji i armijnego prplot;

W celu zapewnienia warunków kompatybilnej pracy w armijnym systemie OPL konieczne jest więc dokładne zbadanie /metodami teoretycznymi i empirycznymi/ stopnia oddziaływania URE dla powyższych sytuacji. Analiza wyników stopnia oddziaływania URE uzyskanych metodami teoretycznymi oraz ocena ugrupowania URE i ich charakterystyk technicznych pod kątem KEM umożliwiają sformułowanie następujących wniosków przydatnych do ustalenia programu badań tego zjawiska metodą empiryczną:

1. Minimalne odległości między RLS różnych typów wynoszą 500 m, a radiostacjami - kilkadziesiąt metrów;

2. Minimalne odległości między RLS tego samego typu wynoszą dla RLS typu JAWOR-M kilkaset metrów, P-12 15-30 km, P-15 - 15 km, P-40 /P-18/ 20 km, SSWN 8-15 km, ZRP-1 0,5-5 km, ZRP-2 50 m;

3. Następujące spośród wymienionych URE pracują w zbieżnym zakresie częstotliwości: JAWOR-M /1270-1350 MHz/ - JAWOR-M2 /1231-1331 MHz/; P-12 /155-163 MHz/- P-18 /155-163 MHz/.

4. Wstępnej oceny URE, dla których istnieje największe niebezpieczeństwo wystąpienia zakłóceń wzajemnych dokonalem z uwzględnieniem następujących czynników: minimalna odległość między URE wynikająca z ugrupowania operacyjnego, charakterystyki techniczne URE określające ich wzajemny wpływ na siebie /częstotliwość robocza, częstotliwość powtarzania, pasmo przepuszczania odbiornika, moc, czułość, zysk antenowy, szerokość charakterystyki promieniowania itp., zbieżność pracy URE w czasie, warunki rozprzestrzeniania się fal elektromagnetycznych. Ich analiza wskazuje, że w największym stopniu w systemie OPL armii będą oddziaływać na siebie RLS JAWOR M/2/ z RPW i RLS JAWOR M z paplot dywizji oraz RLS P-12 z RPW i P-18 z prplot. Wniosek ten stał się

podstawą do uwzględnienia w badaniach empirycznych oddziaływania tych stacji w pierwszej kolejności. Dodatkowo za takim ustawieniem programu badań przemawiały fakty, że RLS JAWOR M jest urządzeniem najczęściej stosowanym w wojskach OPL, a ze względu na miejsce w ugrupowaniu operacyjnym armii jest najbardziej narażone na zakłócenia wzajemne, a także to że jest urządzeniem produkcji polskiej, którego charakterystyki techniczne spośród innych URE są najbardziej dostępne.

Program badań eksperymentalnych dotyczący określenia warunków KEM w systemie OPL armii ugrupowanej do operacji zaczepnej opracowano z uwzględnieniem wszystkich ww czynników w następujący sposób:

Temat:

Badanie wpływu URE będących aktualnie w wyposażeniu wojsk obrony przeciwlotniczej na RLS typu JAWOR M.

Cel badań:

Zweryfikowanie teoretycznych metod warunków istnienia KEM i wyznaczenie rzeczywistych odległości, przy których występują zakłócenia RLS JAWOR M pochodzące od innych URE, dla różnych warunków terenowych i określonego usytuowania charakterystyk promieniowania tych urządzeń w przestrzeni.

Czas trwania:

Badania prowadziłem podczas ćwiczeń z wojskami, zgrupowań poligonowych oraz dodatkowo według potrzeb wynikających z realizacji tematu w latach 1974-83.

Warunki badań

Zbadano stopień oddziaływania na RLS JAWOR M następujących URE - JAWOR M, P-12, P-15, P-18, P-40, SSWN, ZRP-1, ZRP-2 SON-9A, R-118, R-130, R-137, R-107, R-109, R-123 z odległości 0,5, 1,0 , 1,5 , 2,0 , 2,5 , 4,0 , 5,0 , 6,0 , 7,0 , 8,0, 10,0,

15,0 , 20 km. Badania prowadzone w różnych warunkach terenowych tzn. w terenie płaskim, bez pokrycia i przeszkód terenowych i poza wpływem innych źródeł promieniowania oraz w terenie urozmaiconym posiadającym naturalną przeszkodę tłumiącą w rozprzeszczerzanie się fal elektromagnetycznych. Uwzględniono również różne wzajemne usytuowanie charakterystyk promieniowania oddziaływających URE - listkiem głównym, bocznym i tylnym, a także oceniono przydatność układu koincydencji RLS JAWOR M do tłumienia zakłóceń wzajemnych.

Opis warunków badań:

RLS JAWOR M, na której dokonywałem pomiaru poziomu zakłóceń, oraz zdjęcia zobrazowania na wskaźniku obserwacji okrężnej /P/, była rozwinięta na stałe w jednym miejscu. Pozostałe RLS były rozwijane na kolejnych stanowiskach pracy znajdujących się na w/w odległościach. W przypadku nie występowania zakłóceń wzajemnych, przy dwóch kolejnych ustalonych odległościach. badania dla tej pary RLS przerywałem.

Dla celów praktycznych /kierowanie pracą/ między pracującymi RLS przez cały czas utrzymywana była łączność radiowa. Szczegółowy opis warunków terenowych w których prowadziłem badania można przedstawić następująco. Przy odległościach między RLS do 6 km teren był płaski, pokryty trawą i niskimi krzewami /lotnisko/. Przy większych odległościach wzajemnych teren był lekko pofałdowany, pokryty kępami drzew, między RLS znajdowały się zabudowania, linie telefoniczne i energetyczne. Dla oceny wpływu pokrycia terenu na osłabienie poziomu zakłóceń wzajemnych przeprowadziłem badanie w terenie pokrytym lasem. Przeszkodę dla rozprzeszczerzającej się fali elektromagnetycznej stanowił las iglasty o wysokości 15-20 m i głębokości około 1000 m. Poziom

zakłóceń był mierzony przy wzajemnym zorientowaniu układów antenowych oddziałujących na siebie RLS przedstawionym w tabeli 3.

Tabela 3

Kąt zorientowania anteny RLS zakłócającej mierzonym względem prostej łączącej te stacje	Kąt zorientowania anteny RLS zakłócanej mierzony względem prostej łączącej te stacje
0	180
0	270
0	360
270 /90/	180
270 /90/	270
270 /90/	360
180	180
180	270
180	360

Stopień oddziaływania zakłóceń na RLS JAWOR M określiłem na podstawie pomiaru poziomu sygnału zakłóceń za pomocą układów kontroli sychroskopowej oraz poprzez porównanie zobrażeń na wskaźniku obserwacji określonej utrwalonych na zdjęciach fotograficznych. Zdjęcia wykonywałem korzystając z tubusa w następujących warunkach:

- typ aparatu fotograficznego - EXAKTA /obiektyw szerokokątny/;
- czułość błony fotograficznej - 20 din;
- czas naświetlania uwarunkowany okresem obiegu podstawy czasu na wskaźniku obserwacji określonej RLS wynosił 20 sekund;
- przysłona 2,8;
- odległość tubusa - 60 cm;

Zobrazowanie wskaźnika obserwacji określonej RLS foto-

grafowałem przy następującym położeniu anten:

RLS zakłócającej	RLS zakłócanej
0°	0-360°
0°	0-360°

RLS JAWOR M wyposażona jest w układ koincydencji przeznaczony do eliminowania aktywnych impulsowych zakłóceń niesynchronicznych. Jego praktyczną przydatność określiłem porównując zdjęcia ekranu wskaźnika koincydencji,

Wpływ radiostacji na RLS JAWOR M badałem w następujący sposób. Stację typu JAWOR M rozwinięto w odległości 500 m od pracujących w jednym rejonie radiostacji typu R-137, R-118, R-123, R-130, R-111, R-107/ odległości między radiostacjami R-137 R-118 i R-123 wynosiły około 50 m, zaś radiostacje R-130, R-111, R-107 pracowały na jednym wozie dowodzenia. Przy pracującej RLS kolejno do pracy włączano wymienione radiostacje. Badanie powtórzyłem dla odległości wzajemnej 1000 m. Oddziaływanie radiostacji na RLS JAWOR M oceniłem poprzez porównanie zobrazowań na wskaźniku obserwacji określonej przy włączonych i wyłączonych radiostacjach. Równocześnie badałem wpływ pracującej RLS na jakość pracy radiostacji.

Opis wyników badań:

Materiał badawczy uzyskano w postaci wartości liczbowych odpowiadających poziomowi mocy sygnału zakłócającego na wejściu odbiornika zakłócanej RLS oraz zdjęć fotograficznych ekranu wskaźnika obserwacji określonej tej RLS. Wyniki pomiarów zestawiono w tabeli 5 a wykresy sporządzone na ich podstawie zilustrowano na rys 29. Zdjęcia ekranu wskaźnika przedstawiające zakłócenia dla poszczególnych przypadków ujętych w tabeli 3

są ponumerowane w kolejności prowadzonych badań.

Zdjęcie 1 przedstawia ekran wskaźnika P przy braku zakłóceń, a zdjęcie 2 przedstawia ekran wskaźnika P przy oddziaływaniu stacji JAWOR M z odległości 500 m w terenie odkrytym. Na małych odległościach zakłócenia są bardzo silne. Począwszy od odległości 1500 m do 8000 m w terenie odkrytym oddziaływanie stacji JAWOR M prawie nie zmienia się, obraz wskaźnika w tym zakresie odległości przedstawiają zdjęcia 5-20. Z odległości 10, 12 i 15 km zakłócenia dają zobrazowanie w postaci rozjaśnionych sektorów odwzorujących charakterystykę promieniowania stacji - zdjęcia 23-28. Zdjęcie 45 przedstawia obraz wskaźnika P przy oddziaływaniu stacji z odległości 10 km w terenie odkrytym, a zdjęcie 44 z tej samej odległości ale w terenie pokrytym lasem. Porównując oba te zobrazowania widać w jakim stopniu pokrycie terenu wpływa na osłabienie mocy sygnału zakłóceń. Na zdjęciu 30-43 widać zobrazowanie ekranu wskaźnika stacji JAWOR M przy oddziaływaniu na nią pozostałych stacji systemu OPL armii. Zakłócenia w tym przypadku objawiają się w postaci zwiększonych szumów. W czasie prowadzenia badań nie stwierdziłem występowania objawów zakłócającego oddziaływania na siebie wymienionych typów radiostacji i RLS typu JAWOR M.

Ocena wyników badań

W celu pogładowego zobrazowania uzyskanych wyników sporządziłem na ich podstawie wykresy przedstawiające zależność poziomu sygnału zakłóceń P_z mierzonego za pomocą układu kontroli synchronoskopowej od odległości wzajemnej R przy wzajemnym usytuowaniu charakterystyk kierunkowych anten jak w tabeli 3. Na podstawie tych wykresów można sformułować następujące wnioski:

1. Przy ustalonym dowolnym kierunku promieniowania

anteny zakłócającej RLS moc zakłóceń zmienia się w funkcji kąta obrotu anteny zakłócanej RLS w sposób zależny nie tylko od kąta obrotu anteny, ale również od odległości. Jeśli odległość między RLS nie przekracza 10 km to dynamika poziomu zakłóceń wzajemnych zmienia się w granicach 20 %, powyżej 10 km widoczne oddziaływanie RLS ma miejsce tylko przy spotkaniu listków głównych i charakterystyk promieniowania / w wąskim sektorze/, a przy innym usytuowaniu charakterystyk promieniowania oddziaływanie to szybko zmniejsza się ze wzrostem odległości.

Jeśli anteny oddziaływających RLS obracają się niesynchronicznie to dynamika poziomu sygnału zmienia się w granicach 40 %. Poziom sygnału zakłócającego i w tym przypadku wyraźnie zależy od odległości - do 3 km zależność ta jest bardzo silna i ma charakter wykładniczy, w przedziale 3-10 km zmiany są słabsze i mają przebieg liniowy, powyżej 10 km poziom sygnału zakłócającego bardzo szybko zmniejsza się i w zależności od wzajemnego usytuowania anten obu oddziaływających RLS nie można go wyróżnić na tle szumów własnych urządzeń odbiorczo-wskaźnikowych /zjawisko to występuje przy odległości 10 km przy oddziaływaniu na siebie listkami tylnymi - czyli najsłabszym oddziaływaniu RLS, oraz 15 km przy oddziaływaniu na siebie listkami głównymi - czyli przy najsilniejszym oddziaływaniu. Przy innym usytuowaniu anten oddziaływających RLS sygnał zakłóceń zanika w przedziale 10-15 km, /rys.29/.

Wyniki te wskazują, że najniekorzystniejszy przypadek dla zapewnienia kompatybilnej pracy RLS rozmieszczonych w ugrupowaniu operacyjnym armii ma miejsce wówczas, gdy urządzenia te oddziałują na siebie listkami głównymi charakterystyk promieniowania nawet z dużych odległości /powyżej 10 km/ lub innymi czę-

ściami tych charakterystyk przy odległościach małych /do 3 km/. W systemie OPL armii prowadzącej operację zaczepną w takich odległościach mogą znaleźć się RLS różnych elementów tego systemu podczas wykonywania przez nie wspólnych zadań obrony przeciwlotniczej armii.

Jeśli odległości te będą mniejsze od 3 km, a rzeźba i pokrycie terenu nie będą miały większego wpływu na osłabienie sygnału zakłóceń to jedyną metodą uzyskania kompatybilnej pracy będzie wyłączenie określonej liczby URE.

2. Potwierdza się zasada wzajemności polegająca na tym, że poziom mocy sygnału na wejściu odbiornika zakłócanej RLS przy ustalonych różnych kątach zorientowania anten obu oddziaływających na siebie stacji - będzie taki sam jeśli położenia anten zmienią się wzajemnie, tzn. poziom sygnału zakłóceń przy oddziaływaniu listka bocznego na główny będzie taki sam jak głównego na boczny. Oznacza ona, że pracujące RLS należące do różnych użytkowników mogą na siebie oddziaływać w ten sam sposób. Stąd przedsięwzięcie zmierzające do likwidacji tego zjawiska muszą być podejmowane przez nadrzędny szczebel dowodzenia i wykonywane przez wszystkich użytkowników URE. Jednostronne działania /wykonywane przez jednego użytkownika/ nie doprowadziłyby do przywrócenia kompatybilnych warunków pracy RLS.

3. Przy oddziaływaniu na stację JAWOR M stacji P-12/18/, P-15 , P-40, ZRP-1, ZRP-2, SSWN poziom sygnału zakłóceń określony na ekranie synchronoskopu kontrolnego jest mały /nie przekracza poziomu szumów własnych odbiornika/. Nie ma więc potrzeby stosowania dodatkowych przedsięwzięć zapobiegających powstawaniu zakłóceń między tymi RLS a RLS JAWOR. Nie oznacza to braku zakłóceń wzajemnych pomiędzy innymi typami stacji, np. P-12 i P-18,

Materiał badawczy uzyskany z pomiarów nie jest wystarczający do uzyskania pełnego obrazu dotyczącego wzajemnego wpływu URE w badanym systemie. Dodatkowe informacje, dotyczące szczególnie stopnia utrudnienia pracy w zakłóceniach wzajemnych, uzyskałem z analizy zdjęć fotograficznych wskaźnika obserwacji określonej RLS JAWOR M wykonywanych dla charakterystycznych zobrażeń w poszczególnych sytuacjach radioelektronicznych.

Ten sposób rejestracji poziomu zakłóceń wybrałem świadomie, kierując się jego dużą wartością użytkową w zastosowaniach praktycznych. Główną jego zaletą jest bezpośrednie oddanie warunków wykrywania i śledzenia na ekranie wskaźnika obserwacji określonej RLS. W takich bowiem warunkach pracują obsługi tych urządzeń. Sposób ten pozwala również bezpośrednio oceniać i porównywać efektywność podejmowanych przedsięwzięć, mających na celu eliminację zakłóceń wzajemnych. Umożliwia szybką analizę sytuacji radioelektronicznej i nie wymaga od osób funkcyjnych głębszego przygotowania techniczno-specjalistycznego.

Wykonane zdjęcia nie tylko potwierdziły, ale i znacznie rozszerzyły wnioski sformułowane na podstawie wyników pomiarów poziomu mocy sygnałów zakłóceń. Wyniki pomiarów wskazują, że zakłócenia wzajemne RLS usytuowanych w odległości do 3 km są bardzo silne w pełnym kącie obu charakterystyk promieniowania, jednak nic nie mówią o możliwości wykrywania i śledzenia celów w tych warunkach. Materiał fotograficzny rozstrzyga tę kwestię w sposób jednoznaczny. Przy odległości wzajemnej RLS wynoszącej 500-1000 m wskaźnik obserwacji określonej zakłócony jest dookólnie bardzo dużą liczbą znaczników o wielkiej intensywności świecenia i przypadkowym rozmieszczeniu na ekranie wskaźnika /zdjęcie 2 i 3/. W tych warunkach niemożliwe jest wyróżnienie znacz-

nika celu na tle zakłóceń. Oznacza to, że RLS JAWOR M pracujące jednocześnie przy tych odległościach od siebie nie będą w stanie prowadzić rozpoznania radiolokacyjnego.

Dla odległości wzajemnych między RLS 1500 - 8000 m znaczniki zakłócające układają się w charakterystyczne spirale zajmujące przypadkowe miejsce na ekranie wskaźnika obserwacji okrężnej. Intensywność świecenia zakłócających znaczników duża /zdjęcie 5-22/. Istnieje tu możliwość wykrywania i śledzenia celów powietrznych, jednak w sposób nie ciągły, zależny od przygotowania obsługi do pracy w warunkach zakłóceń radioelektronicznych. W przedziale 10-15 km znaczniki zakłócające układają się w charakterystyczne spirale z tym, że zakłócenia są widoczne w sektorach. Wielkość tych sektorów i intensywność zakłóceń maleje ze wzrostem odległości wzajemnej /zdjęcie 23-28/ i przy odległości 15 km /bez względu na usytuowanie anten/ ekran wskaźnika jest już prawie czysty /zdjęcie 28/ - występują zakłócenia w wąskich sektorach o bardzo małej intensywności.

Wykrywanie i śledzenie celów powietrznych w tych warunkach jest nieznacznie utrudnione, mogą wystąpić zaniki znaczników celu w sektorach podświetlonych przez zakłócenia. Operatorzy RLS również i w tym przypadku powinni być dobrze przygotowani do pracy w warunkach zakłóceń radioelektronicznych, aby wyeliminować opóźnienie w wykryciu celów, przerwy w ich śledzeniu oraz możliwości wywołania fałszywych alarmów powstających w wyniku utożsamiania znaczników zakłóceń ze znacznikami celów.

Powyżej 15 km ekran wskaźnika jest już zupełnie czysty /zdjęcie 29/. Przy tej odległości nie ma potrzeby stosowania żadnych przedsięwzięć zapewniających kompatybilną pracę.

Kolejnym punktem przeprowadzonego eksperymentu było badanie wpływu innych typów URE wojsk OPL armii /pojedynczo i łącznie/ na RLS JAWOR M. RLS P-12 /18/ nie pogarsza w widoczny sposób warunków pracy RLS JAWOR M. Przy jej oddziaływaniu na tę RLS z odległości 500 m zwiększyła się tylko intensywność szumów rozłożonych równomiernie na całej podstawie czasu wskaźnika obserwacji okrężnej /zdjęcie 31 i 33/. Można więc bez żadnych ograniczeń wykorzystywać oba typy stacji w jednym elemencie systemu OPL, np. RPW oraz rozwijać je w bezpośrednim sąsiedztwie przy wykorzystywaniu w różnych elementach ugrupowania wojsk OPL, np. prplot /P-18/ i paplot /JAWOR M/.

W podobny sposób na RLS JAWOR M wpływa RLS typu P-15. Zdjęcie wskaźnika obserwacji okrężnej RLS JAWOR M wykonane przy oddziaływaniu na nią RLS P-15 z odległości 1500 m obrazują nieco większą intensywność szumów rozłożonych równomiernie na całej długości podstawy czasu w porównaniu z obrazem ekranu tego wskaźnika bez oddziaływania innych źródeł promieniowania /zdjęcia 35 i 37/. Wykorzystanie tego faktu w praktyce polega na możliwości jednoczesnej pracy obu tych RLS w jednym elemencie ugrupowania wojsk OPL, np. na RPW lub w sąsiednich, np. w prplot JAWOR M i RPW dywizji /P-15/.

Potwierdzeniem znikomego wpływu RLS P-12 i P-15 na RLS JAWOR M są zdjęcia 30 i 32 oraz 34 i 36 przedstawiające obraz ekranu wskaźnika obserwacji okrężnej RLS JAWOR M przy jednoczesnym oddziaływaniu na nią drugiej RLS typu JAWOR, RLS P-12 lub P-15. W obu przypadkach zobrazowania nie różnią się od tych jakie stwierdzono przy oddziaływaniu tylko samych RLS JAWOR M /zdjęcia 3,6 i 10/.

W programie badań eksperymentalnych uwzględniono również oddziaływanie na RLS typu JAWOR M stacji radiolokacyjnych

kierowania ogniem artylerii przeciwlotniczej i naprowadzania rakiet przeciwlotniczych. Wpływ tych RLS JAWOR M badano rozwijając je w odległościach 500 i 1000 m. Zdjęcia ekranu wskaźnika obserwacji okrężnej RLS JAWOR M wykonane dla poszczególnych przypadków potwierdzają brak jakiegokolwiek wpływu tych RLS JAWOR M /Zdjęcia 38 i 39/ przedstawiają obraz tego wskaźnika przy oddziaływaniu ZRP-2, zdjęcia 40 i 41 - ZRP-1, zdjęcia 42 i 43 - SSWN. Tak więc nie ma potrzeby podejmowania dodatkowych przedsięwzięć związanych z uzyskaniem kompatybilnych warunków pracy tej grupy urządzeń pracujących w bezpośrednim sąsiedztwie RLS JAWOR M. Oznacza to, że ta RLS pracująca w składzie armijnych RPW i jako RSWP paplot może być rozwijana w pobliżu stanowisk ogniowych /startowych/ baterii artylerii /rakiet/ przeciwlotniczej.

Wpływ terenu na osłabienie oddziaływania RLS badano rozwijając dwie RLS JAWOR M w odległości 10 km. Na przestrzeni dzielącej obie RLS znajdował się las iglasty o wysokości 15-20 m i głębokości około 1000 m. Z porównania obrazu na ekranie wskaźnika /zdjęcie 44/ dla tego przypadku ze zobrazeniem przy oddziaływaniu tych samych RLS i z tej samej odległości lecz w terenie otwartym /zdjęcie 45/ wynika, że las w widoczny sposób osłabia sygnał zakłócający. Na zdjęciu 44 widoczne są zakłócenia tylko w trzech wąskich sektorach i o mniejszej intensywności niż na zdjęciu 45. Dzięki wpływowi lasu możliwe staje się wykrywanie i śledzenie przez obie RLS, które w terenie otwartym znacznie utrudniają sobie pracę /opóźnione wykrycie celu, przerwy w śledzeniu/.

Ostatnim punktem eksperymentu było badanie przydatności autonomicznego układu przeciwzakłóceniewego RLS JAWOR M do eliminowania zakłóceń wzajemnych. RLS oddziaływały na siebie z odległości 500 i 7000 m przy włączonym i wyłączonym układzie

koincydencji. Porównując zdjęcia dla obu rodzajów pracy /zdjęcia 47 i 49 - układ włączony, 46 i 48 - układ wyłączony/ można ocenić stopień osłabienia zakłóceń.

Przy rodzaju pracy "KOINCYDENCJA" zakłócenia wzajemne są eliminowane, ale jednocześnie silnie wzrasta poziom szumów. Tak więc układ ten pomimo, że faktycznie eliminuje zakłócenia to jednak poprzez wzrost szumów na ekranie wskaźnika zdecydowanie pogarsza warunki wykrywania i śledzenia celów powietrznych, co stawia pod znakiem zapytania możliwość jego praktycznego wykorzystania jako skutecznego środka eliminowania zakłóceń wzajemnych.

Porównanie wyników eksperymentalnych z teoretycznymi.

W celu porównania wyników uzyskanych metodami empirycznymi i teoretycznymi należy przeliczyć poziom sygnału zakłóceń mierzony za pomocą wskaźnika kontrolnego w stosunku do poziomu mocy tego sygnału na wejściu toru odbiorczego RLS. Wartość mocy sygnału zakłóceń na wejściu układu odbiorczego określiłem z zależności:

$$P = \frac{U_{wejt}^2}{R}$$

gdzie:

U_{wejt} - wartość napięcia sygnału zakłóceń na wejściu układu odbiorczego,

R - oporność wejściowa układu odbiorczego /oporność linii współosiowej doprowadzającej sygnał do wzmacniacza wielkiej częstotliwości/

Napięcie sygnału zakłóceń na wejściu układu odbiorczego określiłem z charakterystyki amplitudowej toru odbiorczego stacji JAWOR M przedstawionej na rys. 30 . Wyniki obliczeń zestawilem w tabeli 5 i na ich podstawie sporządziłem wykresy obrazujące zależ-

ność mocy zakłóceń na wejściu układu odbiorczego od odległości wzajemnej R między oddziaływającymi RLS /rys. 29/. Po takich przekształceniach staje się możliwe porównanie wyników uzyskanych powyższymi metodami, gdyż dopiero teraz odnoszą się one do jednego punktu pomiarowego RLS i są wielkościami porównywalnymi. Ich analiza umożliwia sformułowanie następujących wniosków:

1. Oceny poziomu zakłóceń wzajemnych dokonane za pomocą metod teoretycznych i empirycznych znacznie się różnią. Rozbieżności są na tyle wielkie, że uniemożliwiają bezpośrednie zastosowanie metod teoretycznych do rozwiązywania zagadnień kompatybilności w systemie OPL armii, są jednak bardzo pomocne do wstępnej oceny tego zjawiska, a przede wszystkim wskazania najbardziej zagrożonych urządzeń. Różnice w ocenie poziomu zakłóceń wynikają z przyjętych założeń i uproszczeń w metodach teoretycznych, bez których byłyby one bardzo skomplikowane i wymagałyby pracochłonnych obliczeń, a uzyskane wyniki nie gwarantowałyby pełnego oddania rzeczywistości. Uproszczenia dotyczą przede wszystkim terenu, propagacji fal i parametrów technicznych RLS.

2. Szczególną uwagę przy podejmowaniu przedsięwzięć KEM w armijnym systemie OPL na podstawie wstępnych obliczeń teoretycznych należy zwrócić na analizę terenu w rejonie ugrupowania poszczególnych elementów systemu OPL armii. Badania eksperymentalne sugerują, że w wielu przypadkach odpowiednie ukształtowanie i pokrycie terenu całkowicie eliminuje lub znacznie osłabia wzajemny wpływ URE, pomimo że ocena teoretyczna wskazuje na silne ich oddziaływanie. Dowodem tego jest wyeliminowanie zakłóceń RLS JAWOR w terenie pokrytym lasem.

3. Charakter zmian poziomu sygnału zakłóceń w funkcji odległości i wzajemnego usytuowania anten oceniony empirycznie jest taki sam jak przy ocenie metodami teoretycznymi do odległości wzajemnej 10 km. Powyżej tej odległości następuje w praktyce bardzo silny spadek poziomu sygnału zakłóceń, a z obliczeń teoretycznych wynika liniowy i bardziej łagodny spadek poziomu sygnału. Ten silny spadek poziomu sygnału można wyjaśnić krzywizną ziemi, kształtem charakterystyki promieniowania w płaszczyźnie pionowej, wpływem pokrycia i rzeźby terenu. Wynika stąd, że powyżej 10 km wpływ poszczególnych czynników na poziom sygnału zakłóceń silnie wzrasta, powodując nieproporcjonalne rozbieżności między metodami teoretycznymi i empiryczną, a zatem powyżej tej odległości metody teoretyczne są nieprzydatne do praktycznego wykorzystania w procesie określania warunków KEM w systemie OPL armii.

IV. WNIOSKI I PROPOZYCJE DOTYCZĄCE SPOSOBÓW ZAPEWNIENIA KOMPATYBILNOŚCI ELEKTROMAGNETYCZNEJ W SYSTEMIE OBRONY PRZECIWLOTNICZEJ ARMII.

Analiza systemu OPL armii pod względem KEM dokonana w rozdziałach I, II i III wskazuje, że zakłócenia wzajemne są zjawiskiem powszechnym i utrudniającym pracę URE systemu w takim stopniu, że może on nie wykonać części, a nawet wszystkich postawionych mu zadań. Z powyższych względów staje się konieczne poszukiwanie takich sposobów wykorzystania URE systemu, aby spełniły swoje funkcje bez wzajemnego wpływu na siebie. Można to osiągnąć stosując przedsięwzięcia, natury technicznej i organizacyjnej.

Przedsięwzięcia techniczne realizowane są podczas opracowania założeń konstrukcyjnych URE i użytkownik może jedynie poprawnie je wykorzystywać, nie ma jednak wpływu na podniesienie ich efektywności. Najczęściej stosowanymi układami mającymi zapewnić urządzeniom zmniejszenie wpływu zakłóceń wzajemnych na ich pracę są : filtry, urządzenia selekcji kątowej, układy bramkujące, dyskryminatory, układy przestrajanania częstotliwości, układy kompensacji, wspólna synchronizacja.

Filtry są wykorzystywane do tłumienia energii promieniowanej na częstotliwościach harmonicznym i podharmonicznym oraz leżących poza pasmem przepuszczania odbiornika.

Urządzenia selekcji kątowej powodują wyłączenie odbiornika lub nadajnika na czas, gdy antena jest kierowana w określony sektor przestrzeni.

Układy bramkujące blokują odbiornik URE na czas,

w którym na wejście odbiornika podawany jest sygnał zakłócający.

Dyskryminatory eliminują impulsy, których parametry czasowe różnią się od parametrów danego urządzenia. Mogą więc tłumić impulsy zakłócające, których częstotliwość powtarzania różni się od częstotliwości powtarzania stacji zakłócanej oraz impulsy, których czas trwania jest inny od czasu trwania impulsów generowanych przez zakłócaną URE.

Układy przestrajania częstotliwości roboczej URE powodują zmianę częstotliwości roboczej urządzeń radioelektronicznych, najczęściej wg z góry ustalonego programu.

Układy kompensacji zakłóceń odebranych listkami bocznymi charakterystyki promieniowania URE oraz urządzenia tłumiące poziom tych listków umożliwiają odbiór sygnałów tylko z określonego kierunku.

Wspólna synchronizacja URE jest wykorzystywana podczas jednoczesnej pracy radiolokacyjnych stacji tego samego typu, rozmieszczonych na wspólnym stanowisku roboczym. Synchronizujące impulsy sterujące pracą wszystkich radiolokacyjnych stacji są przesyłane za pośrednictwem przewodu z dowolnie wybranej RLS do pozostałych i automatycznie eliminują zakłócenia wzajemne.

Przedsięwzięcia organizacyjne stwarzają dodatkowe możliwości zapewnienia pracy URE bez zakłóceń wzajemnych, stosownie do zaistniałej sytuacji taktyczno-operacyjnej. Nie mogą więc być schematyczne lub ustalone z góry, lecz zawsze dostosowane do bieżącej sytuacji i zgodne z fizycznymi zasadami działania URE. Niektóre z tych zasad powodują, że stosowanie przedsięwzięć organizacyjnych zmierzających do zapewnienia KEM staje się możliwe dopiero od tego szczebla organizacyjnego, na którym występuje kompleksowe wykorzystanie poszczególnych elementów składowych

systemów. W odniesieniu do wojsk obrony przeciwlotniczej ma to miejsce na szczeblu armii. Możliwe do realizacji przedsięwzięcia organizacyjne KEM dotyczą następujących zagadnień:

- odpowiednie wykorzystanie częstotliwości roboczych URE;
- uwzględnienie w pracy URE ich charakterystyk czasowo-przestrzennych.

1. Przedsięwzięcia KEM wykorzystujące charakterystyki częstotliwościowe urządzeń.

Przedsięwzięcia organizacyjne zmierzające do zapewnienia KEM w armijnym systemie OPL, w których wykorzystuje się charakterystyki częstotliwościowe urządzeń dotyczą głównie rozdziału i przydziału częstotliwości roboczych dla tych urządzeń.

Rozdział częstotliwości polega na planowym wykorzystaniu widma częstotliwości radiowych, które przydziela się związkom operacyjnym, taktycznym i oddziałom, a przydział częstotliwości - to wydzielenie częstotliwości roboczych dla konkretnych URE, sieci i kierunków radiowych w ramach otrzymanego widma. Na szczeblu armii problemy te rozwiązują : szefostwo wojsk łączności /SWŁ/ w odniesieniu do łączności radiowej i dowództwo wojsk obrony przeciwlotniczej /DW OPL/ w odniesieniu do stacji radiolokacyjnych.

SWŁ armii prowadzi odpowiednią gospodarkę w zakresie wykorzystania przydzielonych częstotliwości radiowych na potrzeby armii. Zapewnienie kompatybilności elektromagnetycznej wykorzystywanych środków łączności jest zadaniem funkcyjnych łączności na szczeblu armii i polega na ograniczeniu możliwości oddziaływania na urządzenia odbiorcze sygnałów zakłócających i stworzeniu warunków manewru częstotliwościami w celu ochrony łączności

radiowej /radioliniowej/ przed zakłóceniami.

Kompatybilny rozdział i wykorzystanie częstotliwości radiowych obejmuje:

- zachowanie odstępów pomiędzy częstotliwościami URE pracujących na małym obszarze;
- przydział częstotliwości zapasowych dla wszystkich sieci i kierunków radiowych i dobór ich wartości w taki sposób, aby istniała możliwość przeniesienia przekazywanej informacji poza zakłócone pasmo.

Aktualnie stosowane w wojskach OPL radiostacje średniej mocy /R-140, R-137/ są wyposażone w generatory częstotliwości o dużej stabilności, dysponujące zagęszczonymi siatkami częstotliwości roboczych. Ułatwia to planowanie częstotliwości ponieważ istnieje możliwość przydziału tych częstotliwości spośród wielu jakimi dysponuje system.

Zagęszczona siatka częstotliwości roboczych umożliwia manewr częstotliwościami pracy w wypadku występowania zakłóceń relacji radiowych, pochodzących od radiostacji własnych lub przeciwnika. W celu wykorzystania tej możliwości /zwłaszcza w radiostacjach R-137 i R-140 wyposażonych w układy zawczasu przygotowanych częstotliwości/ należy wyznaczać nie tylko częstotliwości pracy lecz również pasmo przestrajanania częstotliwości roboczych, lub częstotliwości pomocniczych. Zakres manewru częstotliwościami dla tego typu radiostacji, może wynosić kilka a nawet kilkanaście kHz. Na podstawowej częstotliwości pracy /częstotliwości roboczej/ następuje nawiązanie łączności i jej utrzymanie do czasu wystąpienia zakłóceń. Decyzję o przejściu na częstotliwości zapasowe powinni podejmować dowódcy urządzeń łączności natychmiast po

wystąpieniu zakłóceń. Słyszalność na częstotliwościach zapasowych powinna być sprawdzona wcześniej dla ustalonego typu pogody, pory roku i doby.

W toku operacji będą zmieniać się odległości pomiędzy elementami ugrupowania bojowego, a zatem i między URE, co może być przyczyną wystąpienia zakłóceń wzajemnych, których przy poprzednim ugrupowaniu nie było. W tym przypadku zajdzie potrzeba skorygowania przydziałów częstotliwości, a to wymaga centralizacji przydziału częstotliwości. Przemawiają za tym następujące przyczyny:

- niejednoczesne i o różnej intensywności wykorzystanie poszczególnych relacji radiowych;
- trudności w zachowaniu odległości kompatybilnych między URE wykorzystującymi te same zakresy częstotliwości;
- do czasu styczności z nieprzyjacielem istnieje tylko możliwość prognozowania wzajemnego oddziaływania środków emitujących fale radiowe, stosowanych przez przeciwne strony.

Odstępy częstotliwości dla relacji radiowych wykorzystywanych we wspólnym ugrupowaniu wyznaczono drogą eksperymentalną i opracowano w postaci tablic dla użytkowników¹. Podają one konkretne wielkości odstępów częstotliwości, które dla urządzeń stosowanych w systemie OPL powinny wynosić:

- w strefie bezpośredniej /przy rozmieszczeniu radiostacji na jednym obiekcie/ ± 4 MHz lub ± 10 % wartości częstotliwości roboczych dla radiostacji UKF, a dla radiostacji KF nie mniej jak ± 1 MHz;

1 - "Praca naukowo-badawcza. Zwiększenie efektywności dowodzenia wojskami lądowymi w wyniku optymalizacji ich wyposażenia w techniczne środki łączności". Wyd. ASG WP, sygn. PF 853.

- w strefie bliskiej /obejmującej odległości między radiostacjami 200-300 m/ - 100 kHz dla radiostacji małej mocy i 200-300 kHz dla radiostacji średniej mocy;
- przy wykorzystaniu środków radiowych w układzie centrum odbiorcze - centrum nadawcze i rozmieszczeniu ich na odległości 5-10 km odstęp ten powinien wynosić 16-20 kHz pomiędzy częstotliwościami roboczymi poszczególnych relacji;
- dla urządzeń rozmieszczonych na jednym obiekcie w celu eliminacji zakłóceń od sygnałów na częstotliwościach harmonicznym odstęp ten powinien wynosić 50-100 kHz.

Rozwiązywanie problemów rozdziału częstotliwości w odniesieniu do stacji radiolokacyjnych polega na doborze urządzeń wykorzystujących różne zakresy fal do pracy w ramach jednego elementu organizacyjnego systemu OPL. Na przykład w RPW stosuje się stacje zakresu metrowego /P-12, P-18/ i decymetrowego /JAWOR M, JAWOR - M2/. W prplot SSWN pracuje w zakresie fal centymetrowych, a RSWP w zakresie decymetrowym /P-40/ i metrowym /P-18/.

Przydziału częstotliwości roboczych /zapasowych/ dla RLS systemu OPL dokonuje dowódca wojsk OPL. Zobowiązuje on podległych dowódców OPL do stosowania innych metod zapewnienia kompatybilności, w przypadku wykorzystywania urządzeń pracujących w tych samych lub zbliżonych zakresach częstotliwości.

Przedstawione wyżej przedsięwzięcia są podstawowymi jakie można zastosować dla zapewnienia KEM w armijnym systemie OPL poprzez wykorzystanie organizacyjnych możliwości oddziaływania na charakterystyki częstotliwościowe URE.

2. Przedsięwzięcia KEM wykorzystujące charakterystyki czasowo-przestrzenne systemu OPL armii.

Ugrupowanie i zadania armijnego systemu OPL narzucają pewne wielkości charakteryzujące odległości, na których rozmieszcza się jego URE, a także czasy ich pracy. Wielkości te są podstawą do podejmowania przedsięwzięć organizacyjnych zapewniających KEM, jeśli nie uda się jej osiągnąć wykorzystując charakterystyki częstotliwościowe URE i ich możliwości techniczne.

Przedsięwzięciami tymi są:

- dobór odstępu częstotliwościowo-terytorialnego /OCzT/;
- wyznaczenie sektorów pracy URE;
- korelacja czasu pracy URE;
- wybór stanowisk pracy urządzeń;

Zachowanie wymaganych wartości odstępu częstotliwościowo-terytorialnego jest podstawowym warunkiem zapewnienia KEM w badanym systemie. Ze względów praktycznych konieczne jest wcześniejsze ustalenie - na podstawie obliczeń i badań eksperymentalnych - wartości liczbowych dotyczących odległości rozmieszczenia URE /dla przydzielonych częstotliwości roboczych/, przy których nie wystąpi zjawisko zakłóceń wzajemnych. Dane te zwane normami odstępu częstotliwościowo-terytorialnego, należy posiadać w sztabach / od szczebla oddziału wzwyż/, łącznie z wykazem potencjalnie niekompatybilnych URE, metodykami ocen wpływu wzajemnego URE oraz warunkami wykluczającymi zakłócenia wzajemne.

Normy odstępu częstotliwościowo-terytorialnego podają wymagany odstęp częstotliwości względnie odległość /lub odstęp częstotliwości i odległości jednocześnie/ pomiędzy potencjalnie niekompatybilnymi URE, które zapewniają ich funkcyjono-

wanie z założonymi /dopuszczalnymi/ wskaźnikami jakościowymi w warunkach zakłóceń wzajemnych.

Wynika stąd, że ocena wzajemnego oddziaływania URE jest funkcją wielu zmiennych, których wartości nie zawsze można precyzyjnie ustalić, a zatem wartość wymaganych odległości przy ustalonym dopuszczalnym poziomie zakłóceń wzajemnych, określane na podstawie obliczeń, należy traktować jako orientacyjne. Dlatego normy OCzT URE w rozpatrywanym systemie OPL ustalone drogą obliczeń wymagają weryfikacji praktycznej. Odległości te zależą od sytuacji operacyjno-taktycznej i w celu uzyskania pełnego ich zbioru należy systematycznie zbierać i rejestrować dane o zakłóceniach wzajemnych poszczególnych URE systemu OPL. W tym celu proponuję założyć "karty rejestracji zakłóceń wzajemnych" w których wyszczególniono by następujące dane:

- sektor i czas występowania zakłóceń;
- typ URE zakłócanego i zakłócającego;
- odległość wzajemna;
- charakterystyka terenu;
- warunki atmosferyczne;
- intensywność oddziaływania zakłóceń /poziom sygnału zakłócającego/;
- przedsięwzięte środki w celu eliminacji zakłóceń;
- stopień wyeliminowania zakłóceń;

Karty takie powinny być prowadzone na PŁ SDL i OPL przez oficera dowództwa wojsk OPL armii, ponieważ dopiero na tym szczeblu organizacyjnym istnieje pełna znajomość sytuacji radioelektronicznej, zarówno wewnątrz systemu OPL jak i w jego otoczeniu. Karta taka może być sporządzona wg wzoru przedstawionego w tabeli 6.

Na Pł SDL i OPL należy określić: skąd pochodzą zakłócenia /rodzaj wojsk, typ URE zakłócającego/, odległość między oddziałującymi na siebie URE, charakterystykę terenu/, /rzeźba i pokrycie/ na linii łączącej te urządzenia, warunki atmosferyczne.

Bezpośredni użytkownik zakłócanego urządzenia w meldunku o wystąpieniu zakłóceń wzajemnych przedstawia: poziom intensywności zakłóceń, sektor i czas ich występowania.

Na podstawie powyższych danych dowódca Pł SDL i OPL podejmuje decyzję o zastosowaniu odpowiednich przedsięwzięć mających na celu przywrócenie kompatybilnej pracy. Po wykonaniu tej decyzji użytkownik zakłócanego URE składa ponowny meldunek, ujmując w nim dodatkowo stopień zmniejszenia zakłóceń. W przypadku dalszego występowania zakłóceń dowódca Pł SDL i OPL podejmuje kolejne działania, aż do całkowitego wyeliminowania zakłóceń wzajemnych.

Aktualnie obowiązujące dokumenty normatywne zawierają normy odstępu częstotliwościowo-terytorialnego dla poszczególnych rodzajów urządzeń. Stanowią one dużą pomoc w planowaniu i organizowaniu działań bojowych systemów wykorzystujących URE, jednak posiadają wiele niedostatków, które uniemożliwiają przy ich wyłącznym użyciu zapewnienie kompatybilnej pracy w dowolnej sytuacji operacyjno-taktycznej.

Głównymi wadami tych norm są:

- wyszczególnienie tylko niektórych kombinacji oddziaływania stosowanych urządzeń;
- uwzględnienie oddziaływania URE tylko w dwóch przypadkach - zgodności i niezgodności częstotliwości roboczych. Pojawiają się tutaj wątpliwości co oznacza niezgodność częstotliwości

urządzeń, np. czy dotyczy ona sąsiednich częstotliwości roboczych, czy dalszych. Biorąc pod uwagę fakt, że współczesne URE posiadają wiele częstotliwości roboczych usytuowanych względem siebie w różnych odległościach na skali częstotliwości, niejednoznaczność ta może prowadzić do dużych błędów w doborze odległości zapewniających kompatybilną pracę;

- nie uwzględnienie pokrycia i rzeźby terenu oraz warunków atmosferycznych i kierunkowości promieniowania urządzeń antenowych;
- nie sprecyzowanie dla jakiej intensywności zakłóceń wzajemnych przyjęto podane wartości.

Dla pełniejszego zobrazowania wyżej wymienionych niedostatków norm OCzT przytoczę następujący przykład. Według norm podanych w instrukcjach kompatybilną pracę dla RLS typu JAWOR M przy zgodnych częstotliwościach uzyskuje się przy odległości 15 km, a według obliczeń przeprowadzonych dla tych samych stacji radiolokacyjnych przy założeniu idealnych warunków propagacji fal między tymi RLS i oddziaływaniu na siebie listkami głównymi charakterystyk promieniowania odległość ta wynosi 47 km.

Z przeprowadzonych badań eksperymentalnych dla tych typów stacji uzyskano następujące wyniki:

- do odległości 1000 m zakłócenia były tak silne, że uniemożliwiały wyróżnienie na ich tle sygnału użytecznego;
- przy odległościach 1500 - 8000 m znaczniaki zakłócające układały się na całym ekranie wskaźnika w charakterystyczne spirale o dużej intensywności świecenia, malejącej ze wzrostem odległości. W warunkach takich zakłóceń istnieje możliwość wyróżnienia sygnału użytecznego, ale wymaga to dobrze przygotowanej obsługi RLS;
- powyżej 10 km zakłócenia widoczne są już tylko w sektorach, a

intensywność ich jest mała i nie stwarzają one większych trudności w wykrywaniu obiektów powietrznych;

- przy odległości 10 km, ale z przeszkodą terenową jaką stanowił las iglasty o głębokości 1000 m, zakłócenia praktycznie nie występowały;

- przy oddziaływaniu stacji zakłócającej listkiem bocznym odległość oddziaływania zakłóceń była mniejsza o połowę w stosunku do oddziaływania listkiem głównym.

Z powyższego przykładu widać, że podanie jednej wartości określającej odstęp częstotliwościowo-terytorialny dla zapewnienia kompatybilnej pracy na małą wartość użytkową ze względu na duże błędy w odniesieniu do konkretnych sytuacji, Szczególnej uwagi nabiera więc problem opracowania tego typu tablic, których wyniki byłyby uzyskane drogą praktycznych badań prowadzonych w sposób zamierzony oraz na podstawie analizy danych zebranych w kartach rejestracji podczas ćwiczeń i innych zamierzeń szkoleniowych. Sposób przeprowadzenia takiego eksperymentu przedstawiłem w niniejszej rozprawie /punkt III/.

Wyznaczenie sektorów pracy

Podczas rozpatrywania zagadnień KEM dużą uwagę należy zwracać na umiejętne "rozmieszczenie" energii elektromagn. pochodzącej od URE rozpatrywanego systemu w obszarze jego ugrupowania. Sprzyjającą okolicznością jest fakt, że niektóre urządzenia posiadają charakterystyki promieniowania anten o dużej kierunkowości z dodatkową możliwością przemieszczenia ich w azymucie i kącie położenia. Typowy kształt kierunkowy charakterystyki promieniowania przedstawiono na rys. 31.

Poziom energii /nadawczej i odbiorczej/ zawartej w listku głównym może różnić się o 10-40 dB w stosunku do listków

bocznych i tylnych. Ograniczenie pracy stacji do promieniowania w określonych sektorach dobranych tak, aby nie następowało spotkanie listków głównych ich charakterystyk kierunkowych w zasadniczy sposób zmienia odległości między URE, przy których zapewniona jest kompatybilna praca.

Podczas wykonywanego eksperymentu stwierdziłem, że RLS typu JAWOR M, rozmieszczone w odległości 15 km / w terenie otwartym/, przy oddziaływaniu na siebie listkami głównymi, zakłócały się wzajemnie w widoczny sposób. Natomiast te same stacje, w tych samych warunkach terenowych i atmosferycznych, przy oddziaływaniu na siebie w układzie listek główny - listek boczny, zakłócały się do odległości 7,5 km, a w układzie listek główny - listek tylny do 5 km.

Wynika stąd praktyczny wniosek, że w niektórych sytuacjach zaistnieje konieczność ścisłego wyznaczenia sektorów pracy urządzeniom wykorzystywanym w danym systemie. Wymagać to będzie pewnej centralizacji w procesie obiegu informacji.

Potrzeba taka występuje między innymi przy podziale wysiłku rozpoznania radiolokacyjnego, szczególnie na małych wysokościach, między SSWN poszczególnych baterii ogniowych prplot ugrupowanych do osłony tego samego obiektu. Dane o sytuacji powietrznej z każdego sektora przekazuje się do SD pułku, gdzie są podstawą do podjęcia decyzji o przydziale celu do zniszczenia poszczególnym bateriom.

Wykorzystanie właściwości kierunkowego promieniowania anten do eliminacji zakłóceń wzajemnych systemu OPL należy uwzględniać również w odniesieniu do środków łączności. Polegać to będzie przede wszystkim na odpowiednim doborze typów i ukierunkowaniu urządzeń antenowych wszystkich radiostacji pracujących

w systemie OPL. Podstawową zasadą powinno być wyznaczanie głównych kierunków propagacji w taki sposób, aby w poszczególnych relacjach były one od siebie jak najbardziej oddalone. Pozwoli to w wielu przypadkach wyeliminować szkodliwe oddziaływanie głównych listków charakterystyk promieniowania anten radiostacji i ograniczyć oddziaływanie tylko listkami bocznymi, które jest znacznie mniejsze i w większości sytuacji nie będzie decydować o jakości wykonania zadania.

Wyznaczenia sektorów głównego promieniowania urządzeń łączności w systemie OPL armii dokonuje się na PŁ SDL i OPL po zaplanowaniu ugrupowania poszczególnych elementów w systemie w danym etapie operacji i określeniu wszystkich relacji radiowych na jego potrzeby. Bezpośredni użytkownicy urządzeń łączności po otrzymaniu nakazanych sektorów dokonują wyboru stanowiska pracy pod kątem optymalnych warunków propagacji fal radiowych.

Graficzną ilustrację wykorzystania kierunkowości promieniowania anten URE do zapewnienia KEM przedstawię na przykładzie oddziaływania dwóch RLS typu P-12 i P-18 rozmieszczonych w jednym rejonie /jedna z RPW, druga RSWP prplot/ - rys. 32. Rys. 32 a ilustruje oddziaływanie RLS przy sektorowej ich pracy, przy czym RLS nr 2 swoim głównym listkiem oddziałuje na boczne i tylny listki RLS nr 1. Kosztem przemieszczenia RLS nr 2 na niewielką odległość udało się praktycznie wyeliminować zakłócenia. Rys. 32 b przedstawia RLS 1 pracującą w sektorze, a RLS nr 2 okrężnie. W tym przypadku RLS nr 2 należy rozmieścić za RLS nr 1, ażeby RLS nr 2 oddziaływała głównym listkiem tylko na tylny listek charakterystyki RLS nr 1. Rys. 32 c obrazuje w jakim sektorze nie może promieniować RLS nr 1, ażeby nie zakłó-

cać pracy RLS nr 2. Sektorem zabronionym dla RLS nr 2 będzie lustrzane odbicie sektora pierwszej stacji.

Korelacja czasu pracy URE

Najpewniejszym sposobem uzyskania kompatybilnej pracy URE jest odpowiedni dobór czasu ich pracy. Nie jest to jednak w pełni możliwe bez wpływu na zmniejszenie efektywności działania systemu OPL, ze względu na konieczność jednoczesnego wykorzystywania URE w różnych elementach systemu, od funkcjonowania których zależy wykonanie głównego zadania systemu.

Na przykład podczas odpierania nalotu ŚNP na główne zgrupowanie uderzeniowe armii konieczna jest jednoczesna praca RLS wchodzących w skład RPW, prplot /paplot/ i kompanii dowodzenia szefa OPL dywizji, a także muszą pracować różne relacje łączności organizowane w zbliżonych pasmach częstotliwości. Praca tak dużej liczby URE ugrupowanych na małym obszarze musi doprowadzić do wzajemnego ich zakłócenia i to w takim stopniu, że nie będą mogły poprawnie spełniać swoich funkcji. W tej sytuacji mniejszym złem dla funkcjonowania systemu OPL będzie czasowe ograniczenie pracy niektórych jego URE.

Ograniczenia te należy stosować w pierwszej kolejności w stosunku do tych urządzeń, które mają najmniejszy wpływ na efektywność działania systemu jako całości pomimo, że może ono znacznie ograniczyć możliwości czy też utrudnić wykonanie zadania któremuś z elementów składowych systemu. Należy jednak w każdym przypadku wyłączenia URE zapewnić dostarczenie identycznych informacji z innego źródła lub przekazywanie informacji innym kanałem /sposobem/. Na przykład w razie wystąpienia zakłóceń między RLS typu P-12 z RPW a RSWP typu P-18 z prplot, należy wyłączyć stację radiolokacyjną P-12 z RPW. Jako zamien-

ne źródło informacji o sytuacji powietrznej dostarczanej na punkt dowodzenia RPW należy wykorzystać RSWP prplot, przygotowując wcześniej niezbędne relacje łączności.

W pracy urządzeń łączności należy również uwzględnić ich zakłócenia wzajemne wynikające ze specyfiki propagacji fal w zakresie wykorzystywanych częstotliwości roboczych, np. w ocenie KEM w odniesieniu do łączności KF wykorzystujących do pracy falę powierzchniową należy liczyć się z oddziaływaniem zakłóceń wzajemnych przenoszonych falą jonosferyczną.

W związku z tym, w odniesieniu do relacji radiowych organizowanych za pomocą radiostacji KF średniej i dużej mocy, celowe jest stosowanie korelacji czasowej wykorzystania częstotliwości radiowych, szczególnie wówczas kiedy odległości między relacjami radiowymi pracującymi na identycznych częstotliwościach roboczych lub pasmach częstotliwości są mniejsze od odległości kompatybilnych. Korelacja czasowa jest również stosowana ze względu na potrzebę doboru częstotliwości roboczych do faktycznie występujących warunków propagacyjnych, zwłaszcza w odniesieniu do relacji radiowych stosujących fale jonosferyczne. W systemie OPL na fali jonosferycznej mogą pracować radiostacje R-137, R-140, R-102. Korelacja czasowa częstotliwości wiąże się również z uwzględnieniem priorytetów w przydziałach częstotliwości dla poszczególnych związków i oddziałów. W zależności od ich roli w operacji mogą one otrzymywać do swojej dyspozycji ograniczoną lub zwiększoną ilość częstotliwości.

W niektórych przypadkach istnieje możliwość zastąpienia wyłączanego środka urządzeniami przeznaczonymi do spełnienia innych funkcji w systemie, stosując odpowiedni rodzaj ich pracy, np. rolę wyłączonej RSWP /paplot/ mogą spełniać RSA

lub SSWN stosujące grupowe poszukiwanie celów powietrznych.

Stosując ten sposób eliminacji zakłóceń wzajemnych należy obowiązkowo uwzględniać priorytety operacyjne URE systemu OPL. Stacjom posiadającym wyższy priorytet przysługuje przywilej pracy w pierwszej kolejności. Ustalone priorytety należy podać do wiadomości dowodzącym najważniejszymi w danym ogniwie środkami i stają się one obowiązujące dla wszystkich podległych wojsk. Jeżeli np. dowódca /szef/ szczebla nadrzędnego nadał niektórym RLS priorytet A, a innym RLS - priorytet B, dowódca /szef/ niższego szczebla nadał swoim RLS odpowiednie priorytety C i D - to prawo do pracy w pierwszej kolejności posiadają RLS z priorytetem A w odniesieniu do wszystkich stacji, RLS z priorytetem B w odniesieniu do RLS z priorytetem C i D, RLS z priorytetem C tylko w stosunku do RLS z priorytetem D.

W zależności od sytuacji dowódca /szef/ miałby prawo zmieniać priorytety RLS znajdujących się w jego dyspozycji z określeniem czasu i rejonów. Można też wykorzystywać jedną RLS na potrzeby różnych użytkowników systemu OPL, np. RLS RPW rozwiniętego w pobliżu prplot lub PD OPL jednej z dywizji będzie im dostarczać danych o sytuacji powietrznej i nie celowe jest wówczas włączenie własnych RSWP.

Ogólną podstawową zasadą wykorzystywania URE w systemie OPL powinno być pełnienie dyżurów w określonych stopniach gotowości bojowej w taki sposób, aby w pracy na nadawanie zaangażowana była tylko minimalna liczba urządzeń niezbędnych do funkcjonowania systemu OPL jako całości. Nie może ona być określona sztywno, a musi być zawsze dostosowana do zaistniałej sytuacji operacyjno-taktycznej. Na PŁ SDL powinien być sporządzony wykaz wszystkich URE poszczególnych elementów systemu OPL jako doku-

ment pomocniczy ułatwiający podejmowanie określonych przedsięwzięć KEM. Przykład wykonania takiego dokumentu przedstawiłem w tabeli 7.

Wykaz URE elementów składowych armijnego systemu OPL zawiera zestawienie wszystkich środków radioelektronicznych wg spełnionych przez nie funkcji. Stosownie do sytuacji operacyjno-taktycznej na PŁ SDL i OPL ustala się priorytet każdego z tych urządzeń. Jest to podstawą do poszukiwania możliwości zastąpienia funkcji urządzeń przewidzianych do czasowego wyłączenia ze względu na zapewnienie KEM w systemie OPL armii.

Dokonując wyboru miejsca pracy URE należy w maksymalnym stopniu wykorzystać ekranujące i tłumiące właściwości pokrycia i rzeźby terenu w odniesieniu do fal elektromagnetycznych. W przypadku, gdy wcześniej wymienione metody zapewnienia kompatybilnej pracy nie będą mogły być w pełni stosowane wówczas istnieje możliwość osiągnięcia tego poprzez dokładne rozpoznanie warunków terenowych i takie rozmieszczenie urządzeń, aby uniemożliwić bezpośrednio oddziaływanie URE na siebie.

W wyniku przeprowadzonych badań praktycznych potwierdziłem jak silny wpływ na wzajemne oddziaływanie RLS ma pokrycie terenu. Las o głębokości 1 km i wysokości 15-20 m powoduje zmniejszenie odległości kompatybilnej między URE o jedną trzecią wartości tej wielkości w terenie otwartym.

Dobierając miejsca rozmieszczenia URE w terenie ze względu na KEM należy przede wszystkim przestrzegać zasad wyboru pozycji URE pod kątem zapewnienia im optymalnych warunków dla spełnienia swoich funkcji /pełnego wykorzystania ich możliwości taktyczno-technicznych/. Często warunki terenowe i sytuacja operacyjno-taktyczna będą powodować, że wyboru miejsca

rozmiszczenia URE systemu OPL, będzie się dokonywać w drodze rozsądnego kompromisu między wymaganiami co do osiągnięcia maksymalnej możliwości sprzętu, a warunkami zapewnienia mu kompatybilnej pracy. Jednym z wielu wymagań uzyskania maksymalnego zasięgu RSWP jest płaski odkryty teren, a z drugiej strony są to bardzo niekorzystne warunki dla eliminowania zakłóceń wzajemnych.

3. Wnioski do pracy dowództwa wojsk OPL armii w aspekcie zapewnienia kompatybilności elektromagnetycznej w systemie obrony przeciwlotniczej w operacji zaczepnej.

Wymienione w punkcie 4.1 i 4.2 metody zapewnienia KEM URE w armijnym systemie OPL wymagają rozwiązania następujących zagadnień:

1. Ustalenie ważności operacyjnej elementów systemu OPL armii w danym etapie operacji, a w poszczególnych elementach ważności urządzeń radioelektronicznych wykorzystywanych do ich działań. Powinno to polegać na wytypowaniu do pracy tylko tych urządzeń, które są konieczne do wykonania konkretnego zadania bojowego, np. w celu osłony ABROT muszą być zaangażowane prplot, brt i PŁ SDL i OPL.

W zaangażowanych do osłony ABROT elementach systemu OPL muszą pracować następujące URE: w prplot - co najmniej jedna RSWP, KBD, rdst KF R-137 S/R dowodzenia d-cy PŁ SDL i OPL, zestawy radioelektroniczne co najmniej 2-3 baterii ogniowych /KOW, SSWN, SW/, w brt - jeden RPW /ugrupowany najbliżej rejonu stanowisk ABROT/, a w nim co najmniej jedna RLS /innego typu niż RSWP prplot/, jedna rdst R-137 / K/R meldowania RPW/. Do

dowodzenia tym RPW należy wykorzystać odbiornik rdst R-137 pracującej w K/R meldowania, dostrojony do częstotliwości S/R dowodzenia. Jako drugie źródło informacji należy wykorzystać RSWP prplot, w Pł SDL i OPL - rdst R-102 / S/R powiadamiania o sytuacji powietrznej/, rdst R-140 / K/R dowodzenia przełożonego/, rdst R-137 / S/R dowodzenia Pł SDL i OPL/.

Pozostałe elementy systemu OPL armii i urządzenia otrzymują, podczas wykonywania tego zadania, niższy priorytet operacyjny.

2. Rozdzielenie przydzielonych wojskom OPL armii częstotliwości dla poszczególnych użytkowników, z dokonaniem podziału na robocze i zapasowe. Rozdziału tego w odniesieniu do urządzeń radiolokacji i łączności dokonuje się z uwzględnieniem zasad podanych w punkcie 4.1 i 4.2.

Rozdziału dysponowanych częstotliwości, ze wskazaniem roboczych i zapasowych, należy dokonać z takim wyliczeniem, aby istniało jak najmniejsze prawdopodobieństwo wystąpienia zakłóceń wzajemnych ze względu na odstęp częstotliwościowo-terytorialny, wynikający z przydzielonych pasm częstotliwości i przewidywanego ugrupowania operacyjnego. Sprowadza się to do zapewnienia urządzeniom radioelektronicznym ugrupowanym w małych odległościach jak największego rozstawu częstotliwości roboczych.

3. Dostosowanie rozmieszczenia przestrzennego URE systemu OPL do ugrupowania operacyjnego armii z uwzględnieniem wymogów KEM. Mając rozdzielone częstotliwości robocze i zapasowe URE oraz znając ugrupowanie operacyjne systemu OPL armii należy wybrać, w ramach przydzielonych rejonów, stanowiska pracy poszczególnych URE zapewniające najlepsze warunki z punktu widzenia jakości ich pracy. Zasada powinna być jak największe

oddalenie przestrzenne stanowisk rozwinięcia URE o zbliżonych pasmach częstotliwości, w rejonach przewidzianych dla poszczególnych elementów systemu OPL armii. Po dokonaniu tego może zajść potrzeba zmiany częstotliwości dla niektórych URE systemu OPL armii.

Powyższe przedsięwzięcia są możliwe do realizacji dopiero na szczeblu armii, a zatem są potwierdzeniem konieczności rozwiązywania problemów KEM na tym szczeblu organizacyjnym.

4. Wydzielenie URE systemu OPL sektorów pracy. Dokładna analiza możliwości przeciwnika powietrznego i terenu, w rejonie ugrupowania i na kierunkach dolotu ŚNP do osłanianych obiektów, pozwala udokładnić prognozę sektora nalotu do konkretnych kierunków. Stosownie do tego należy określić dla poszczególnych URE sektory ich pracy. Taka analiza jest możliwa po przyjęciu przez elementy systemu OPL armii ugrupowania do osłony obiektu. Powinna ona być prowadzona z różnym stopniem szczegółowości równolegle przez dowódcę danego elementu systemu OPL /np. przez dowódcę prplot/ i na PŁ SDL i OPL.

5. Dostosowanie obiegu informacji w systemie OPL armii do wymogów w zakresie kompatybilności. Wprowadzenie różnorodnych przedsięwzięć zapewniających KEM wymagać będzie korekt w sposobie obiegu informacji we wszystkich elementach systemu. Należy przede wszystkim zapewnić korzystanie z innych źródeł /spełniających tę samą funkcję/ na potrzeby danego elementu w przypadku, gdy względy KEM zmuszą do wyłączenia niektórych URE. W tym celu należy wytypować wcześniej te RLS i relacje łączności, które mogą być wykorzystane na potrzeby co najmniej dwóch elementów systemu.

Dokument taki / wzór przedstawiono w tabeli 7 /

znajduje się na Pł SDL i OPL i na jego podstawie dostosowuje się obieg informacji do bieżącej sytuacji taktyczno-operacyjnej. Dowódcom /szefom/ elementów systemu OPL, w których ugrupowaniu zaszła konieczność wyłączenia URE należy podać: zastępcze źródło informacji, sposób jego wykorzystania, sygnały rozpoczęcia i zakończenia korzystania z zapasowego źródła, szczegóły organizacji łączności / rodzaj, środki, odpowiedzialny/. Na przykład jeśli zajdzie konieczność wyłączenia RLS RPW ... typu P-12 to dowódcy RPW ... należy przekazać następujące dane: jako drugie źródło informacji o sytuacji powietrznej wykorzystać RSWP ... prplot typu P-18 rozwinięta w rejonie ... Dane o celach powietrznych będą przekazywane wg wzoru ustalonego w "Instrukcji sporządzania i przekazywania meldunków o sytuacji powietrznej" sygn. Sztab Gen. 604/71. Korzystanie z zapasowego źródła rozpocząć na sygnał ... a przerwać na sygnał ... Do przekazywania danych o celach powietrznych wykorzystać telefoniczną linię łączności, którą RPW ... rozwija własnymi siłami i środkami.

Dowódcy ... prplot z kolei należy przekazać: RSWP typu P-18 rozwinięta w rejonie ... spełnia rolę dodatkowego źródła informacji dla RPW ... rozwiniętego w rejonie. Dane z tej RSWP przekazywać wg wzoru ustalonego w "Instrukcji sporządzania i przekazywania meldunków o sytuacji powietrznej" na sygnał ... a przerwać na sygnał ... Za organizację łączności odpowiada dowódca RPW ...

6. Kontrola i przestrzeganie reżimów pracy URE systemu OPL armii. Zapewnienie kompatybilnej pracy w rozpatrywanym systemie poprzez stosowanie różnorodnych przedsięwzięć technicznych i organizacyjnych nie wyczerpuje w pełni tej problematyki i nie daje gwarancji utrzymania poprawnej pracy URE przez okreś-

lony czas. Dynamika współczesnych operacji /działań bojowych/ zmusza do systematycznej kontroli poprawności pracy urządzeń i przestrzeganie przez ich obsługi nakazanych reżimów pracy, np. praca w ściśle określonym sektorze, z ustaloną częstotliwością, natychmiastowe wyłączenie urządzeń po otrzymaniu sygnału itp.. Za przestrzeganie wszystkich ustaleń podjętych w celu zapewnienia KEM w systemie OPL armii są odpowiedzialni dowódcy poszczególnych jego elementów, a funkcje kontrolne sprawuje PŁ SDL i OPL.

Na PŁ SDL i OPL należy sprawdzić bieżącą ocenę sytuacji radioelektronicznej, również pod kątem zakłóceń wzajemnych. Na tej podstawie przedsięwzięcia KEM powinny być uwzględnione już na etapie planowania działań bojowych poszczególnych elementów systemu OPL armii. Część przedsięwzięć z tego zakresu wykracza poza możliwości ich rozwiązania we własnym zakresie i powinny być one zebrane w postaci wniosków i propozycji do przełożonych, np. przedsięwzięcia dotyczące KEM organizowane między elementami ugrupowania operacyjnego armii.

Problematykę KEM w systemie OPL armii należy traktować jako proces ciągły podlegający badaniom podczas wszystkich treningów i ćwiczeń. Takie jego potraktowanie pozwoli określać warunki i przyczyny powstawania zakłóceń wzajemnych w konkretnej sytuacji operacyjnej, badać skuteczność podejmowanych kroków, poszukiwać nowych sposobów i metod eliminowania zakłóceń wzajemnych. Proponuję w tym celu prowadzenie ścisłej ewidencji powyższych czynników na PŁ SDL i OPL. Nie wymaga to opracowania nowych dokumentów a jedynie załączników do planu obrony przeciwlotniczej w postaci kart rejestracji zakłóceń wzajemnych, których opis zawiera pkt. 4.2.

Analizę sytuacji radioelektronicznej pod kątem zapewnienia KEM w systemie OPL armii należy prowadzić oddzielnie dla każdej sytuacji operacyjnej, wykorzystując aktualnie prowadzone na Pł SDL i OPL dokumenty planistyczne i bojowe. Analiza powyższa musi obejmować również URE pracujące w innych elementach ugrupowania operacyjnego armii, które w związku z wykonywanym zadaniem znajdują się w bezpośrednim sąsiedztwie systemu OPL, stwarzając niebezpieczeństwo wystąpienia zakłóceń wzajemnych.

Aby ocenić wpływ URE innych systemów armii na pracę URE systemu OPL należy zgromadzić następujące dane: liczba URE w poszczególnych zakresach częstotliwości w każdym z systemów, podstawowe charakterystyki techniczne tych urządzeń /częstotliwość robocza, moc, charakterystyki promieniowania, rodzaj modulacji/, przedziały odległości w stosunku do odpowiadających im urządzeń systemu OPL wynikające z ugrupowania operacyjnego, ukształtowanie i pokrycie terenu, między tymi urządzeniami, wyniki obliczeń stopnia KEM tych urządzeń przeprowadzone wg metodyk z p. 3.1. / można je przygotować wcześniej w postaci wykresów i tablic dla kombinacji różnych typów URE i różnych warunków terenowych/.

Na tej podstawie zaistnieje możliwość sporządzenia wykazu urządzeń innych systemów armii, które będą wpływać na urządzenia systemu OPL, a to z kolei będzie podstawą do rozwiązywania zagadnień KEM w ramach współdziałania z innymi elementami ugrupowania operacyjnego armii. Do podstawowych celów tego współdziałania należy zapewnienie dogodnych warunków pracy własnym URE /bez zakłóceń wzajemnych/ i racjonalne wykorzystanie współdziałających sił i środków na korzyść osłanianych wojsk i obiektów oraz zgranie ich wysiłku w czasie i przestrzeni.

Zrealizowanie powyższych celów wymaga ścisłej koordynacji działań wojsk OPL i innych rodzajów wojsk w następujących zagadnieniach: uzgadnianie rozmieszczenia URE innych elementów ugrupowania operacyjnego armii podczas działań w jednym rejonie, ustalenie sektorów pracy dla konkretnych URE w poszczególnych elementach ugrupowania operacyjnego armii, ustalenie sposobów korzystania z jednego urządzenia przez kilku użytkowników z różnych elementów ugrupowania operacyjnego armii w przypadku konieczności zakazu pracy ich urządzeń spełniających te same funkcje, uzgodnienie sposobów utrzymania łączności i sygnałów współdziałania.

W zakresie KEM wojska OPL armii muszą współdziałać z wojskami walki radioelektronicznej, wojskami raketowymi i artylerią, wojskami lotniczymi i łączności.

W ramach współdziałania z wojskami walki radioelektronicznej oraz wojskami raketowymi i artylerią należy uzgodnić miejsca rozmieszczenia ich URE. Stacje zakłóceń typu SPB i SPO oraz RLS typu RMS-1, SNAR-10, RWZ-1 należy rozmieszczać od stacji radiolokacyjnych systemu OPL zakresu centymetrowego typu SON, ZRP, SSWN, P-40 w odległości 3-5 km w terenie odkrytym i do 2 km, jeśli nie ma optycznej widzialności między stacjami. Natomiast od RLS systemu OPL zakresu metrowego - w odległości powyżej 500 m. Jeżeli ze względu na warunki terenowe lub osłony wojsk /obiekty/ nie można zachować tych odległości wówczas należy wyznaczyć stacjom zakłóceń radiolokacyjnych sektory na kierunkach rozpoznania stacji radiolokacyjnych /RSA, RSWP i innych/, w których prowadzenie zakłóceń będzie zabronione. Wyznaczenie sektorów nie oznacza całkowitego ograniczenia zakłóceń. Zakłócenia będzie można bowiem prowadzić przy odpowiednich kątach położenia anteny

nadajnika zakłócającego. Dane te powinien uzgadniać szef wydziału operacyjno-rozpoznawczego dowództwa wojsk OPL armii z szefem wydziału WRE armii i szefem wydziału operacyjnego dowództwa WRiA armii. W przypadku konieczności wyłączenia URE należy kierować się następującymi zasadami:

1. Wyłączyć te, które mogą być zastąpione w ramach danego systemu;

2. Wyłączyć te, które mogą być zastąpione w ramach współdziałania między wojskami;

3. Jeśli nie ma możliwości zastąpienia innymi URE - to przy wyłączeniu kierować się priorytetami operacyjnymi.

Organizacja współdziałania w części dotyczącej kompatybilności elektromagnetycznej wojsk OPL armii z lotnictwem obejmuje: bieżącą informację o wykonywanych aktualnie zadaniach, uzgadnianie sposobów łączności i sygnałów współdziałania, wzajemne informowanie się o częstotliwości pracy stacji radiolokacyjnych i radiostacji, ustalenie zakazów lub ograniczeń pracy nad ugrupowaniem operacyjnym armii na częstotliwościach wykorzystywanych przez URE systemu OPL armii.

Z przeprowadzonej w powyższy sposób analizy formułuje się wnioski do decyzji dowódcy wojsk OPL armii oraz konkretne zalecenia jakie powinni wykonać dowódcy poszczególnych elementów systemów OPL armii i obsługi urządzeń radioelektronicznych.

Wnioski do decyzji dowódcy wojsk OPL armii powinny obejmować ocenę zapewnienia KEM w armijnym systemie OPL, wykaz urządzeń radioelektronicznych systemu OPL, którym należy zapewnić priorytetową pracę w dowolnym lub ściśle określonym czasie, propozycje wykorzystania urządzeń określonych typów

na potrzeby kilku elementów ugrupowania operacyjnego armii.

Zalecenia w zakresie KEM przekazuje się do poszczególnych elementów systemu OPL armii w zarządzeniach wstępnych i bojowych podając szczegóły ich wykonania. Dotyczą one tych zagadnień, które są rozstrzygane na szczeblu armii.

Realizacja przedsięwzięć KEM jest procesem wielostopniowym i wymaga zaangażowania wszystkich szczebli organizacyjnych systemu OPL armii. Poza przedsięwzięciami nakazanymi w zarządzeniach przełożonych we wszystkich elementach systemu OPL wykonuje się cały szereg czynności ustalonych dla danego szczebla organizacyjnego w zakresie KEM.

Na szczeblu dywizji przedsięwzięciami tymi są: centralizacja dowodzenia obroną przeciwlotniczą dywizji polegająca na połączeniu PD OPL dywizji z SD prplot /paplot/; planowanie zapasowych relacji łączności, w tym określenie połączeń pośrednich w istniejącej sieci łączności; przygotowanie dodatkowych relacji łączności do URE, które mogą być wykorzystane jako dodatkowe źródła informacji; planowanie ugrupowania środków OPL dywizji z uwzględnieniem norm OCzT dla ich URE; planowanie czasów pracy URE z uwzględnieniem ich konkretnego rozmieszczenia w terenie i przydzielonych im częstotliwości pracy; kontrola przestrzegania przez obsługi URE ustalonych reżimów pracy; kontrola parametrów i sprawności podzespołów URE mających wpływ na powstawanie i eliminowanie zakłóceń wzajemnych, np. stabilności częstotliwości, selektywności odbiorników, sprawności układów przestrajanego i dostrajania częstotliwości, itp.

Na szczeblu oddziału /prplot, paplot, brt/ przedsięwzięciami tymi są: prowadzenie szczegółowej dokumentacji związanej z zapewnieniem KEM /karty rejestracji zakłóceń, normy OCzT

dla URE systemu OPL, metodyki obliczeń warunków zapewnienia KEM, zawczasu przygotowane obliczenia stopnia występowania zakłóceń wzajemnych dla typowych sytuacji. Sposób opracowania tej dokumentacji i jej przykładowe wykonanie zaproponowałem w prezentowanej pracy/; przygotowanie zap^arowych relacji łączności SD z pododdziałami; rozmieszczenie URE oddziału z uwzględnieniem ~~norma~~ OCzT i warunków terenowych; określenie sposobów prowadzenia rozpoznania radiolokacyjnego stosownie do zaistniałej sytuacji /np. poszukiwanie grupowe, przydział sektorów odpowiedzialności, itp/; dostosowanie obiegu informacji wraz z niezbędnymi do tego celu relacjami łączności do określonego sposobu prowadzenia rozpoznania; opracowanie grafiku pracy URE tak, aby potrzeby oddziału zabezpieczyć minimalną ich ilością; dokonywanie okresowych sprawdzeń podstawowych parametrów i sprawności podzespołów URE mających wpływ na powstawanie i eliminowanie zakłóceń wzajemnych; dobór rodzajów pracy URE w podległych pododdziałach w skomplikowanych sytuacjach radioelektronicznych; organizacja szkolenia i prowadzenie sprawdzianów przygotowania obsługi URE do pracy w warunkach zakłóceń radioelektronicznych.

Na szczeblu pododdziału przedsięwzięciami tymi są: przygotowanie relacji łączności do przyjęcia lub przekazania informacji o sytuacji powietrznej z sąsiednich pododdziałów, poszukiwanie i stosowanie nowych sposobów pracy bojowej w warunkach oddziaływania zakłóceń radioelektronicznych, np. wykorzystanie TZK jako źródła wstępnej informacji do naprowadzania anten RLS na cel; wykorzystanie zamiast nadajników promieniujących energię elektromagnetyczną telewizyjnych celowników optycznych do śledzenia celów powietrznych; ścisłe przestrzeganie ustalonych reżimów pracy /promieniowanie w określonym wycinku prze-

strzeni ze ściśle określoną mocą, częstotliwością i innymi parametrami sygnału/; stałe utrzymywanie stanu technicznego URE zgodnie z ich warunkami technicznymi; systematyczne prowadzenie treningów doskonalących pracę obsług URE w warunkach oddziaływania zakłóceń radioelektronicznych.

Tak więc problematykę KEM na szczeblu armii umownie można podzielić na dwa etapy. Pierwszy obejmuje przedsięwzięcia wykonywane na wszystkich szczeblach organizacyjnych w bieżącym szkoleniu wojsk, a drugi - przedsięwzięcia wykonywane podczas prowadzenia przez system działań bojowych. Czynności te są ściśle uzależnione od zaistniałej sytuacji operacyjno-taktycznej i radioelektronicznej i w celu ich właściwego doboru konieczne jest dysponowanie przeglądem tych sytuacji. W odniesieniu do wojsk OPL jest to możliwe dopiero na szczeblu armii, co wskazuje, że rozwiązywaniem zagadnień KEM w armijnym systemie OPL powinien zajmować się wyspecjalizowany zespół na PŁ SDL i OPL.

6. Z A K O Ń C Z E N I E

W prezentowanej pracy przedstawiono całokształt zagadnień dotyczących kompatybilności elektromagnetycznej w armijnym systemie OPL. Sprecyzowano warunki pracy URE tego systemu w różnych sytuacjach operacyjno-taktycznych i wynikających z nich sytuacji radioelektronicznych jakie najczęściej mogą wystąpić podczas prowadzenia przez armię operacji zaczepnej. Omówiono zawarte w literaturze przedmiotu metody i sposoby określania warunków KEM. Zaproponowano własną metodę analityczną wyznaczania poziomu zakłóceń wzajemnych wykorzystującą elektroniczną technikę obliczeniową. Zarówno metody podane w literaturze, jak i metodę własną, poddano sprawdzeniom teoretycznym i empirycznym badając występowanie zjawiska zakłóceń wzajemnych na najbardziej zagrożonych pod tym względem urządzeniach radioelektronicznych systemu OPL armii. Program badań empirycznych pozwalających zweryfikować poszczególne metody teoretyczne uwzględnia również różne warunki terenowe między analizowanymi URE.

Bogaty materiał badawczy, udokumentowany wynikami pomiarów poziomu sygnału zakłócającego i zdjęciami fotograficznymi ekranu wskaźnika obserwacji okrężnej, pozwolił praktycznie potwierdzić możliwość dokonywania badań stopnia zapewnienia KEM w określonym elemencie ugrupowania operacyjnego armii.

Stwarza to możliwość bieżącego zbierania informacji o zakłóceniach wzajemnych badanego systemu dla różnych sytuacji radioelektronicznych, w różnych warunkach terenowych i atmosferycznych, w trakcie codziennej praktyki szkoleniowej /tre-

ningi, ćwiczenia, zgrupowania poligonowe itp/, eliminuje organizowanie kosztownych, a jednocześnie wyczerpujących wszystkich sytuacji badań eksperymentalnych poświęconych wyłącznie temu zjawisku.

Wystarczy bowiem prowadzenie odpowiedniej dokumentacji zakłóceń wzajemnych w każdej sytuacji po ich wystąpieniu. W pracy zaproponowano jaka to ma być dokumentacja, kto ma ją prowadzić i w jaki sposób. Konkretna propozycja w tym względzie sugeruje prowadzenie tzw. kart rejestracji zakłóceń wzajemnych na PŁ SDL i OPL w odniesieniu do wszystkich URE systemu OPL armii.

Zestawienie uzyskanych w empirycznych badaniach wyników pozwoliło ocenić na ile metody teoretyczne mogą być użyteczne w praktyce, a także jakie powinny być poczynione kroki w celu ich przystosowania do praktyki.

Okazuje się, że opisane w pracy i przyjmowane obecnie metody teoretyczne wyznaczenia KEM nie mogą być bezpośrednio stosowane w praktyce ze względu na duże błędy wynikające z tego, że do obliczeń przyjmuje się teoretyczne wartości niektórych parametrów zarówno oddziałujących URE jak i warunków propagacji fal elektromagnetycznych. Nie ma też możliwości wprowadzenia współczynników proporcjonalności, które by jednocześnie uwzględniały w/w warunki. Wynika to stąd, że poszczególne parametry różnych egzemplarzy tego samego typu URE różnią się między sobą a jeszcze bardziej nieokreślone są czynniki mające wpływ na propagację fal elektromagnetycznych. Metody te mogą być stosowane jako orientacyjne do wstępnej oceny KEM w rozpatrywanym systemie, a wyniki uzyskane z obliczeń w miarę możliwości powinny być weryfikowane praktycznie.

Wnioski z analizy sytuacji radioelektronicznej pod względem KEM /uzyskane z obliczeń i zweryfikowane praktycznymi badaniami/ mogą stanowić podstawę do opracowania racjonalnego modelu wykorzystywania URE systemu OPL stosownie do zaistniałej sytuacji operacyjno-taktycznej. W pracy wskazałem na wiele przedsięwzięć natury organizacyjnej, które muszą być podejmowane w celu zapewnienia kompatybilnej pracy URE w systemie OPL armii. Dotyczą one głównie przydziału i rozdziałów częstotliwości roboczych, przestrzennego rozmieszczenia URE, korelacji czasowej oraz wyboru odpowiedniego reżimu pracy URE.

Każda z wymienionych grup przedsięwzięć zawiera wiele szczegółów, które mogą być realizowane pojedynczo lub w dowolnym zestawieniu do zaistniałej sytuacji operacyjno-taktycznej, aż do całkowitego wyeliminowania zjawiska zakłóceń wzajemnych w armijnym systemie OPL, gdyż tylko taki stan gwarantuje pełne wykorzystanie URE zgodnie z ich przeznaczeniem.

W pracy przedstawiłem dokładny opis przedsięwzięć /podałem również konkretne wartości dla możliwych przypadków, np. odstępy między RLS / jakie powinno się wykonać w poszczególnych elementach systemu OPL armii w celu zapewnienia KEM, z uwzględnieniem kolejności ich stosowania.

Niebezpieczeństwo naruszenia kompatybilnych warunków pracy w systemie OPL zależy od etapu prowadzonej operacji zaczepnej armii i wynikającej bezpośrednio z tego sytuacji radioelektronicznej. Analiza frontowej operacji zaczepnej, z tego punktu widzenia, wskazuje że będzie to miało miejsce podczas wprowadzania armii drugiego rzutu operacyjnego frontu do bitwy. Wtedy to zaistnieje potrzeba pracy URE wojsk będących w styczności z nieprzyjacielem i wojsk wprowadzanych do bitwy. Ostro też zarysuje

się w tym okresie oddziaływanie URE nieprzyjaciela.

Przedstawione w pracy propozycje dotyczące eliminacji zakłóceń wzajemnych są sformułowane dla sytuacji radioelektronicznej występującej w tak niekorzystnych ze względu na KEM warunkach.

Wyniki przeprowadzonych badań potwierdzają słuszność wniosków z rozważań teoretycznych mówiących, że przy jednoczesnej pracy wszystkich URE zapewniających funkcjonowanie systemu OPL armii nastąpi naruszenie warunków KEM. Powoduje to konieczność stosowania dodatkowych przedsięwzięć organizacyjnych mających na celu przywrócenie kompatybilnej pracy URE.

Przedsięwzięcia KEM są sprawą wtórną w stosunku do przedsięwzięć operacyjnych, a zatem będą rozwiązywane dopiero po ustaleniach operacyjnych. Następstwem tego jest fakt, że jeden z podstawowych sposobów eliminacji zakłóceń wzajemnych, jakim jest wymagany odstęp częstotliwościowo-terytorialny, jest często niemożliwy do spełnienia ze względu na przyjęte ugrupowanie operacyjne armii. Ten sposób zapewnienia KEM dodatkowo komplikuje wysokie prawdopodobieństwo stosowania przez nieprzyjaciela celowych zakłóceń radiolokacyjnych, co sprawia, że przydzielenie stałych częstotliwości roboczych poszczególnym urządzeniom mija się z celem. Jest to wystarczająco przekonujący argument, że kompatybilnej pracy urządzeń radioelektronicznych w systemie OPL armii nie można uzyskać stosując tylko jeden z możliwych sposobów. Zagadnienia te należy rozpatrywać wszechstronnie, a poszczególne przedsięwzięcia dostosowywać w sposób elastyczny do zaistniałej sytuacji operacyjno-taktycznej i taką metodę postępowania przyjąłem do rozwiązania sformułowanych na wstępie problemów.

B I B L I O G R A F I A

1. Biuletyn informacyjny nr 1/139/1982 r.
2. Działania bojowe lotnictwa w operacjach armijnych ASG WP 3510/79.
3. Instrukcja zapewnienia KEM URE w czasie wspólnych działań wojsk wydzielonych w skład Zjednoczonych Sił Zbrojnych. SWŁ 1978 r.
4. Instrukcja organizacji i funkcjonowania PŁ SDWL i WOPL frontu oraz PŁ SDL i WOPL armii.
5. Instrukcja organizacji współdziałania wojsk lądowych z lotnictwem frontowym w ZSZ UW. Sygn. 1836/78.
6. Kniazev. Problemy obespiečenija sovместnoj roboty radioelektronnoj apparatury. Moskva 1971 r.
7. Leksykon wiedzy wojskowej. MON 1979 r.
8. Levčenko. Protivovozdusznaja oborona suchoputnych vojsk. Moskva 1979 r.
9. Maksimov. Zaščita ot pomiech. Moskva 1976 r.
10. Machura. Działania bojowe armii lotniczej w operacji zaczepnej frontu. ASG WP 1978 r.
11. Mirowski. Użycie wojsk OPL w operacji przeciwpowietrznej i powietrznej. Warszawa 1982 r.
12. Nożko. Założenia i zasady współczesnej sztuki operacyjnej ASG WP 1977 r.
13. Obrona przeciwlotnicza wojsk na szczeblach taktycznych. ASG WP 3659/82.
14. Obroniecki. Charakterystyka współczesnej OPL i perspektywy dalszego jej doskonalenia. Myśl wojskowa nr 10/1978 r.
15. Patkowski. Zwiększenie efektywności dowodzenia wojskami

- ładowymi w wyniku optymalizacji ich wyposażenia w techniczne środki łączności. ASG WP.
16. Organizacja i prowadzenie walki radioelektronicznej w operacji zaczepnej armii. ASG WP 1975 r.
 17. Organizacja i zasady wykorzystania środków radioelektronicznych w siłach zbrojnych NATO. Szt.Gen.947/79.
 18. Palij. Radioelektronnaja borba. Moskva 1981 r.
 19. Piuro. Ocena udziału wojsk obrony przeciwlotniczej w walce o panowanie w powietrzu z zastosowaniem wpływających z niej wniosków w operacji zaczepnej frontu w początkowym okresie wojny. ASG WP 1978 r.
 20. Piątkowski. Informator taktyczno-techniczny ASG WP 1980 r.
 21. Protivovozdušnaja obozona v obščevojskovom boju i armejskich operacijach. Voennaja Akademija im. M.FRUNZE Moskva 1975 r.
 22. Radioelektronnaja borba v obščevojskovom boju. Vaennaja Akademija im. FRUNZE. Moskva 1981 r.
 23. Spravočnik po radiolokacij. Moskva 1977 r.
 24. Sympozjum naukowe na temat: problemy organizacji walki radioelektronicznej w operacji zaczepnej ASG WP 1976 r.
 25. Uajt. Elektromagnitnaja sovместimost radioelektronnych sredstv. Moskva 1977 r.
 26. Walka radioelektroniczna na szczeblach taktycznych i operacyjnych. Szt.Gen.710/74.
 27. Wakin: Zasady przeciwdziałania radioelektronicznego. Warszawa 1970 r.
 28. Zasady organizacji i prowadzenia walki radioelektronicznej przez Siły Zbrojne PRL. Szt.Gen. 776/76.
 29. Zeszyty obrony przeciwlotniczej wojsk.OPL 139/78.
 30. Zeszyty naukowe ASG WP nr 1/26/81.

WYKAZ ZAŁĄCZNIKÓW

- Załącznik 1 . Skład wojsk obrony przeciwlotniczej armii / Rys. 1 /.
- Załącznik 2 . Przenoszenie zakłóceń wzajemnych /Rys. 2/
Źródła i odbiorniki wewnętrznych zakłóceń wzajemnych /Rys.3/.
- Załącznik 3 . Źródła i odbiorniki zewnętrznych zakłóceń wzajemnych /Rys.4 /.
- Załącznik 4 . Ilościowe rozmieszczenie URE w ugrupowaniu operacyjnym armii wg zakresu fal radiowych /Rys.5/.
- Załącznik 5 . Przykład wykorzystania prplot w operacji zaczepnej /Rys.6/.
- Załącznik 6 . Przykład wykorzystania paplot w operacji zaczepnej /Rys.7/.
- Załącznik 7 . Przykład wykorzystania pododdziałów plot pz/pcz/ w natarciu /Rys.8/.
- Załącznik 8 . System obrony przeciwlotniczej armii /Rys.9/.
- Załącznik 9 . Przykładowe ugrupowanie RPW w pasie działania armii i rozmieszczenie URE w obrębie jednego RPW /Rys.10/.
- Załącznik 10. Przykładowy sposób rozmieszczenia URE w ugrupowaniu prplot /Rys.11/.
- Załącznik 11. Schemat oddziaływania otoczenia na system OPL armii /Rys.12/.
- Załącznik 12. Schemat oddziaływania URE nieprzyjaciela na URE systemu OPL armii /Rys.13/.

- Załącznik 13. Schemat oddziaływania URE innych systemów na URE systemu OPL armii /Rys.14/.
- Załącznik 14. Przykładowy sposób wzajemnego oddziaływania URE /Rys.15/.
- Załącznik 15. Charakterystyka gęstości widmowej promieniowania nadajnika RLS zakłócającej /Rys.16 a/.
Charakterystyka amplitudowo-częstotliwościowa odbiornika RLS zakłócanej /Rys. 16 b/.
- Załącznik 16. Nomogram do przeliczania jednostek mocy i częstotliwości /Rys.17/.
- Załącznik 17. Wyznaczanie wartości współczynnika osłabienia sygnału zakłócającego w zależności od jego długości fali i odległości rozprzestrzeniania w swobodnej przestrzeni /Rys.18/.
- Załącznik 18. Określenie wartości odległości bezpośredniej widoczności dwóch URE w zależności od wysokości ich układów antenowych /Rys.19/.
- Załącznik 19. Wyznaczanie współczynnika osłabienia sygnału zakłócającego w zależności od jego długości fali i odległości rozprzestrzeniania z uwzględnieniem wpływu ziemi i troposfery /Rys.20/.
- Załącznik 20. Wyznaczanie współczynnika osłabienia sygnału zakłócającego w zależności od wysokości układu antenowego URE zakłócającej /Rys.21/.
- Załącznik 21. Charakterystyka dookólna anteny RLS JAWOR-M w płaszczyźnie E /Rys.22/.
- Załącznik 22. Wykres funkcji $P_z = f / \beta /$; $R=500$ m /Rys.23/.
- Załącznik 23, Wykres funkcji $P_z = f / \beta /$; $R=6000$ m /Rys.24/.
- Załącznik 24. Wykres funkcji $P_z = f / \beta /$; $R = 15000$ m /Rys.25/.

- Załącznik 25. Wykres funkcji $P_z = f / \beta /$; $R = 20000$ m /Rys. 26/.
- Załącznik 26. Wykres funkcji $P_z = f / \beta /$; $R = 40000$ m /Rys.27/.
- Załącznik 27. Wykres funkcji $P_z = f / \beta /$; $R = 60000$ m /Rys.28/.
- Załącznik 28. Zależność poziomu sygnału zakłóceń P_z odległości wzajemnej przy różnym oddziaływaniu charakterystyk promieniowania RLS /Rys.29/.
- Załącznik 29. Charakterystyka amplitudowa toru odbiorczego RLS JAWOR-M /Rys.30/.
- Załącznik 30. Przykładowy kształt charakterystyki kierunkowej promieniowania URE /Rys.31/.
- Załącznik 31. Wpływ oddziaływania dwóch RLS rozmieszczonych w jednym rejonie /Rys.32/.
- Załącznik 32. Zestawienie URE w systemie OPL armii /Tabela 1/.
- Załącznik 33. Dane taktyczno-techniczne RLS JAWOR-M niezbędne do określenia warunków KEM metodą analityczno-graficzną /Tabela 2/.
- Załącznik 34. Zestawienie wartości charakterystyki promieniowania RLS JAWOR-M przedstawiające zmianę sygnału w funkcji kąta obrotu anteny /Tabela 4/.
- Załącznik 35. Wyniki badań eksperymentalnych /Tabela 5/.
- Załącznik 36. Karta rejestracji zakłóceń wzajemnych /Tabela 6/.
- Załącznik 37. Wykaz URE elementów składowych armijnego systemu OPL /Tabela 7/.
- Załącznik 38. Zdjęcie 1 - obraz na wskaźniku P RLS JAWOR-M w przypadku nie występowania zakłóceń;
Zdjęcie 2 - zakłócenia wzajemne na wskaźniku P RLS JAWOR M, RLS zakłócająca JAWOR-M, $R=500$ m.
- Załącznik 39. Zdjęcie 3 i 4 - zakłócenia wzajemne na wskaźni-

ku P RLS JAWOR -M. RLS zakłócająca JAWOR-M

R=1000 m.

Załącznik 40.

Zdjęcie 5 i 6 - zakłócenia wzajemne na wskaźniku P RLS JAWOR-M. RLS zakłócająca JAWOR-M

R = 1500 m.

Załącznik 41.

Zdjęcie 7 i 8 - zakłócenia wzajemne na wskaźniku P RLS JAWOR-M.

RLS zakłócająca JAWOR-M. R = 2000 m.

Załącznik 42.

Zdjęcie 9 i 10 - zakłócenia wzajemne na wskaźniku P RLS JAWOR-M.

RLS zakłócająca JAWOR-M. R = 2500 m.

Załącznik 43.

Zdjęcie 11 i 12 - zakłócenia wzajemne na wskaźniku P RLS JAWOR-M.

RLS zakłócająca JAWOR-M . R=3000 m.

Załącznik 44.

Zdjęcie 13 i 14 - zakłócenia wzajemne na wskaźniku P RLS JAWOR-M. RLS zakłócająca JAWOR-M,

R = 4000 m.

Załącznik 45.

Zdjęcie 15 i 16 - zakłócenia wzajemne na wskaźniku P RLS JAWOR-M.

RLS zakłócająca JAWOR-M , R = 5000 m.

Załącznik 46.

Zdjęcie 17 i 18 - zakłócenia wzajemne na wskaźniku P RLS JAWOR-M.

RLS zakłócająca JAWOR-M, R = 6000 m.

Załącznik 47.

Zdjęcie 19 i 20 - zakłócenia wzajemne na wskaźniku P RLS JAWOR-M.

RLS zakłócająca JAWOR-M. R = 7000 m.

Załącznik 48.

Zdjęcie 21 i 22 - zakłócenia wzajemne na wskaźniku P RLS JAWOR-M.

RLS zakłócająca JAWOR-M. R = 8000 m.

- Załącznik 49. Zdjęcie 23 i 24 - zakłócenia wzajemne na wskaźniku P RLS JAWOR-M.
RLS zakłócająca JAWOR-M. R = 10000 m.
- Załącznik 50. Zdjęcie 25 i 26 - zakłócenia wzajemne na wskaźniku P RLS JAWOR-M. RLS zakłócająca JAWOR-M,
R = 12000 m.
- Załącznik 51. Zdjęcie 27 i 28 - zakłócenia wzajemne na wskaźniku P RLS JAWOR-M. RLS zakłócająca JAWOR-M,
R = 15000 m.
- Załącznik 52. Zdjęcie 29 - obraz wskaźnika P RLS JAWOR-M podczas pracy dwóch RLS typu JAWOR-M znajdujących się w odległości wzajemnej ponad 15 km.
- Załącznik 53. Zdjęcie 30 - zakłócenia wzajemne na wskaźniku P RLS JAWOR-M. RLS zakłócająca JAWOR-M i P-12
R = 500 m.
Zdjęcie 31 - zakłócenia wzajemne na wskaźniku P RLS JAWOR-M. RLS zakłócająca P-12. R = 500m.
- Załącznik 54. Zdjęcie 32 - zakłócenia wzajemne na wskaźniku P RLS JAWOR -M. RLS zakłócająca JAWOR-M i P-12.
R = 1500 m.
Zdjęcie 33 - zakłócenia wzajemne na wskaźniku P RLS JAWOR-M, RLS zakłócająca P-12, R= 1500m.
- Załącznik 55. Zdjęcie 34 - zakłócenia wzajemne na wskaźniku P RLS JAWOR - M. RLS zakłócająca JAWOR-M i P-15. R = 1500 m.
Zdjęcie 35 - zakłócenia wzajemne na wskaźniku P RLS JAWOR-M. RLS zakłócająca P-15. R=1500m.
- Załącznik 56. Zdjęcie 36 - zakłócenia wzajemne na wskaźniku P RLS JAWOR-M. RLS zakłócająca JAWOR-M i P-15
R = 2500 m.

Zdjęcie 37 - zakłócenia wzajemne na wskaźniku
P RLS JAWOR-M. RLS zakłócająca P-15.

R = 2500 m.

Załącznik 57.

Zdjęcie 38 - zakłócenia wzajemne na wskaźniku
P RLS JAWOR-M. RLS zakłócająca ZRP-2. R=500m.

Zdjęcie 39 - zakłócenia wzajemne na wskaźniku
P RLS JAWOR-M. RLS zakłócająca ZRP-2, R=1000m.

Załącznik 58.

Zdjęcie 42 - zakłócenia wzajemne na wskaźniku
P RLS JAWOR-M RLS zakłócająca - SSWN. R=500m.

Zdjęcie 43 - zakłócenia wzajemne na wskaźniku
P yRLS JAWOR-M. RLS zakłócająca SSWN. R=1000m.

Załącznik 59.

Zakłócenia wzajemne na wskaźniku P RLS JAWOR-M
RLS zakłócająca JAWOR M rozwinięta w odległości
10000 m za przeszkodą terenową /Zdjęcie 44/ i
w terenie odkrytym /Zdjęcie 45/.

Załącznik 60.

Zdjęcie 46 - zakłócenia wzajemne na wskaźniku
P RLS JAWOR-M. RLS zakłócająca JAWOR-M. R=500m.

Zdjęcie 47 - obraz wskaźnika P RLS JAWOR-M przy
rodzaju pracy "KOINCYDENCJA".

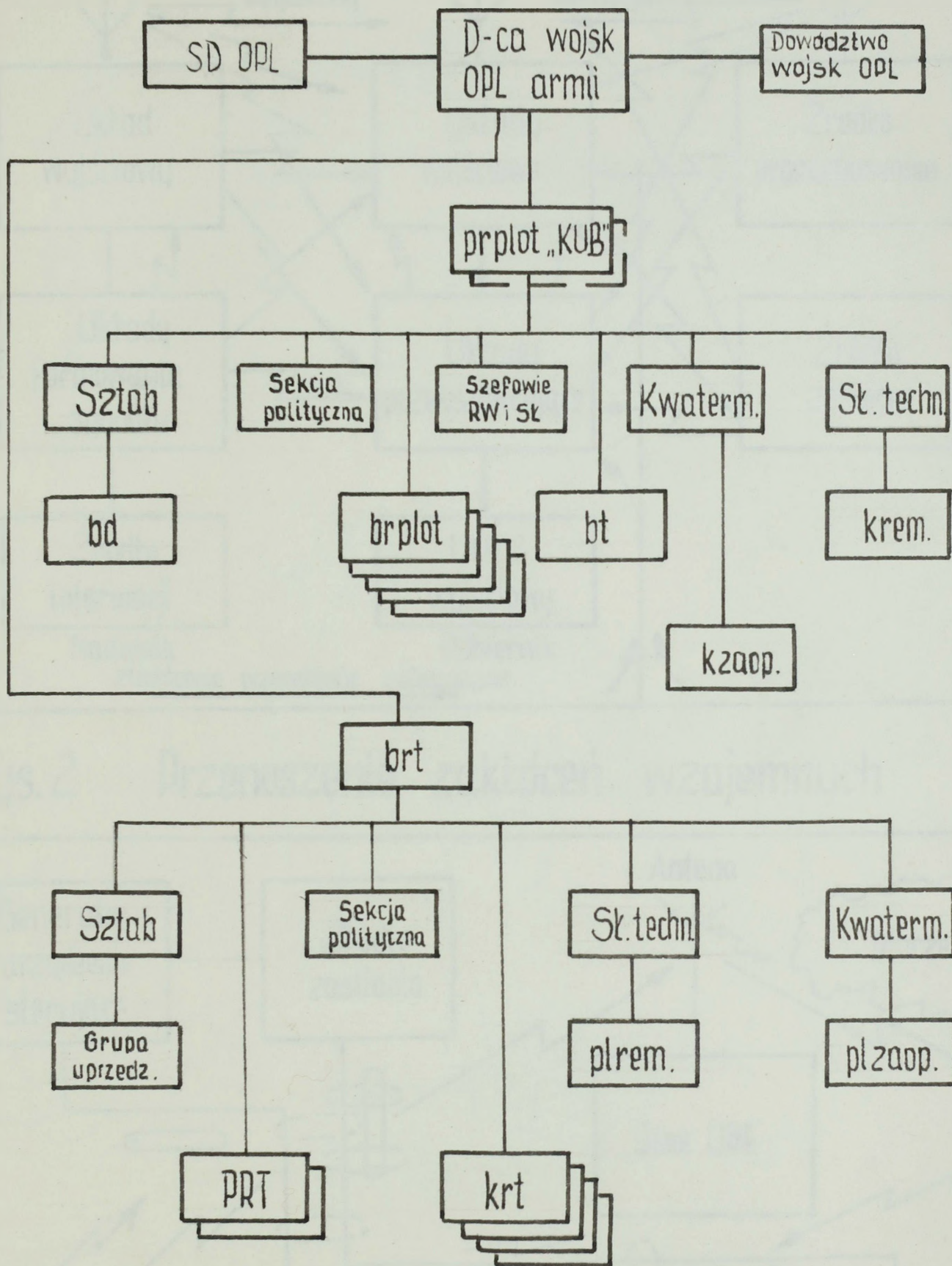
Załącznik 61.

Zdjęcie 48 - zakłócenia wzajemne na wskaźniku
P RLS JAWOR-M. RLS zakłócająca JAWOR-M. R=7000m.

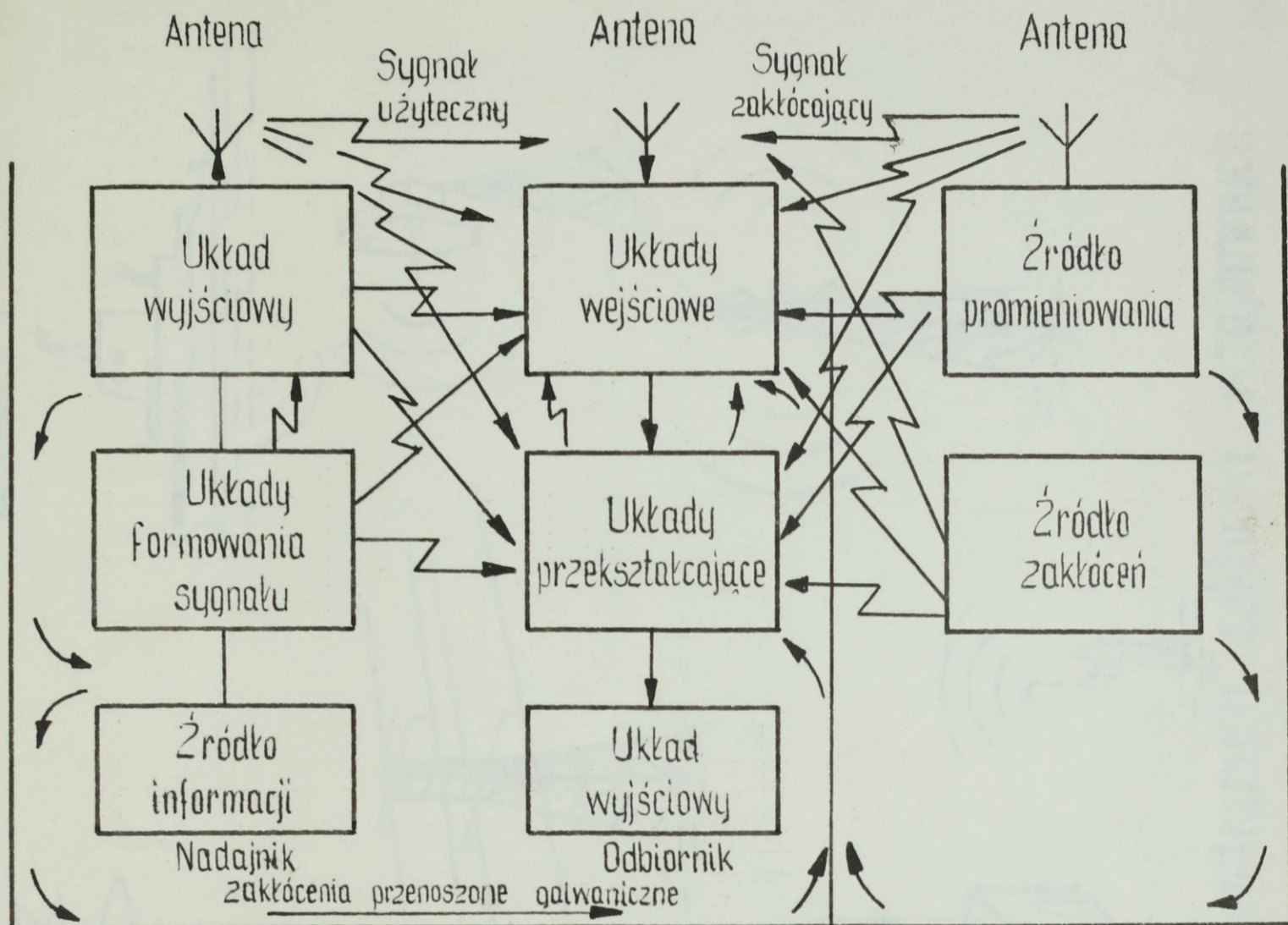
Zdjęcie 49 - obraz wskaźnika P RLS JAWOR-M przy
rodzaju pracy "KOINCYDENCJA".

Załącznik 62.

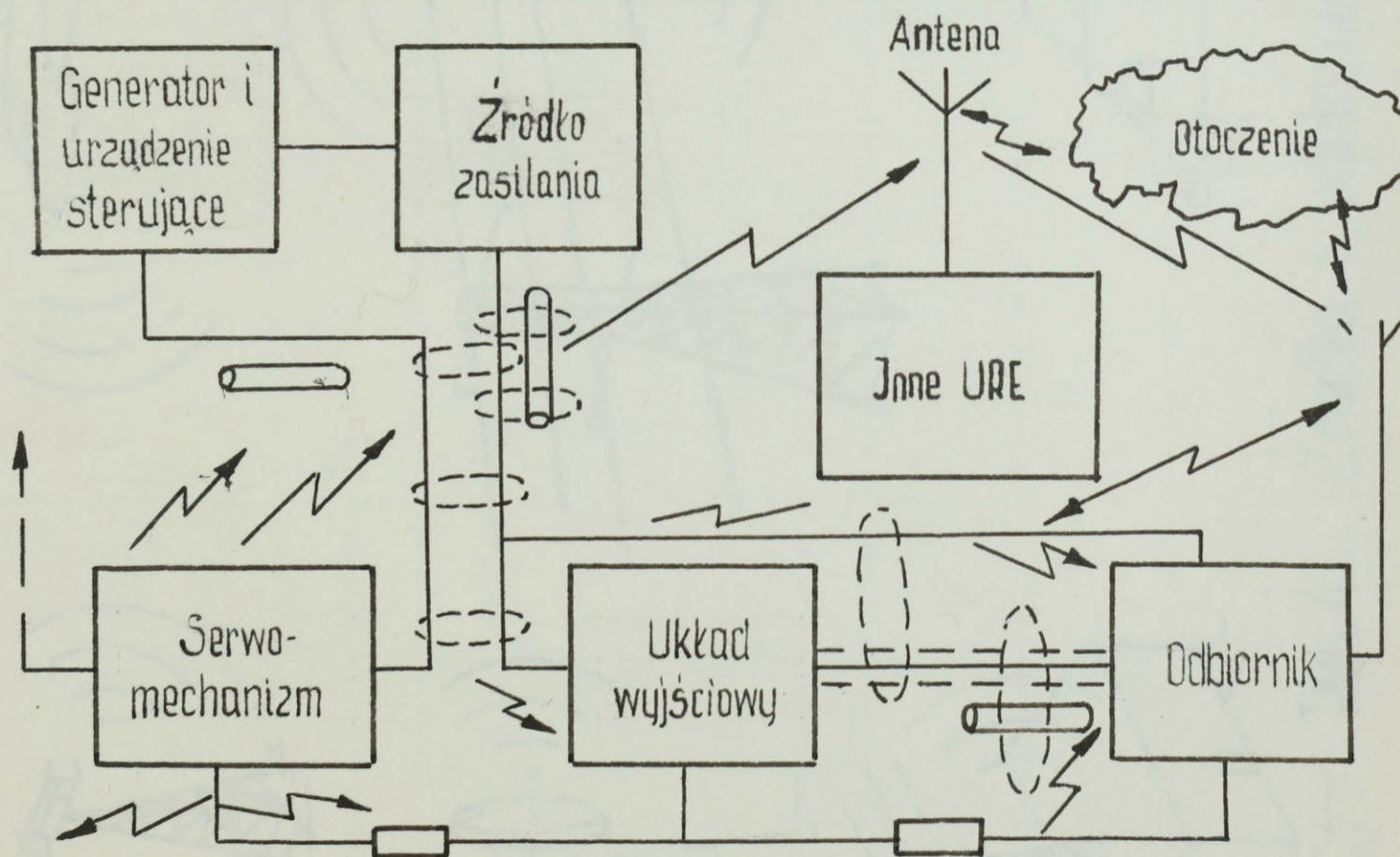
Wydruk EMC dla analitycznej metody określania
KEM - jawny, umieszczony w oddzielnej teczce.



Rys.1 Skład wojsk obrony przeciwlotniczej armii

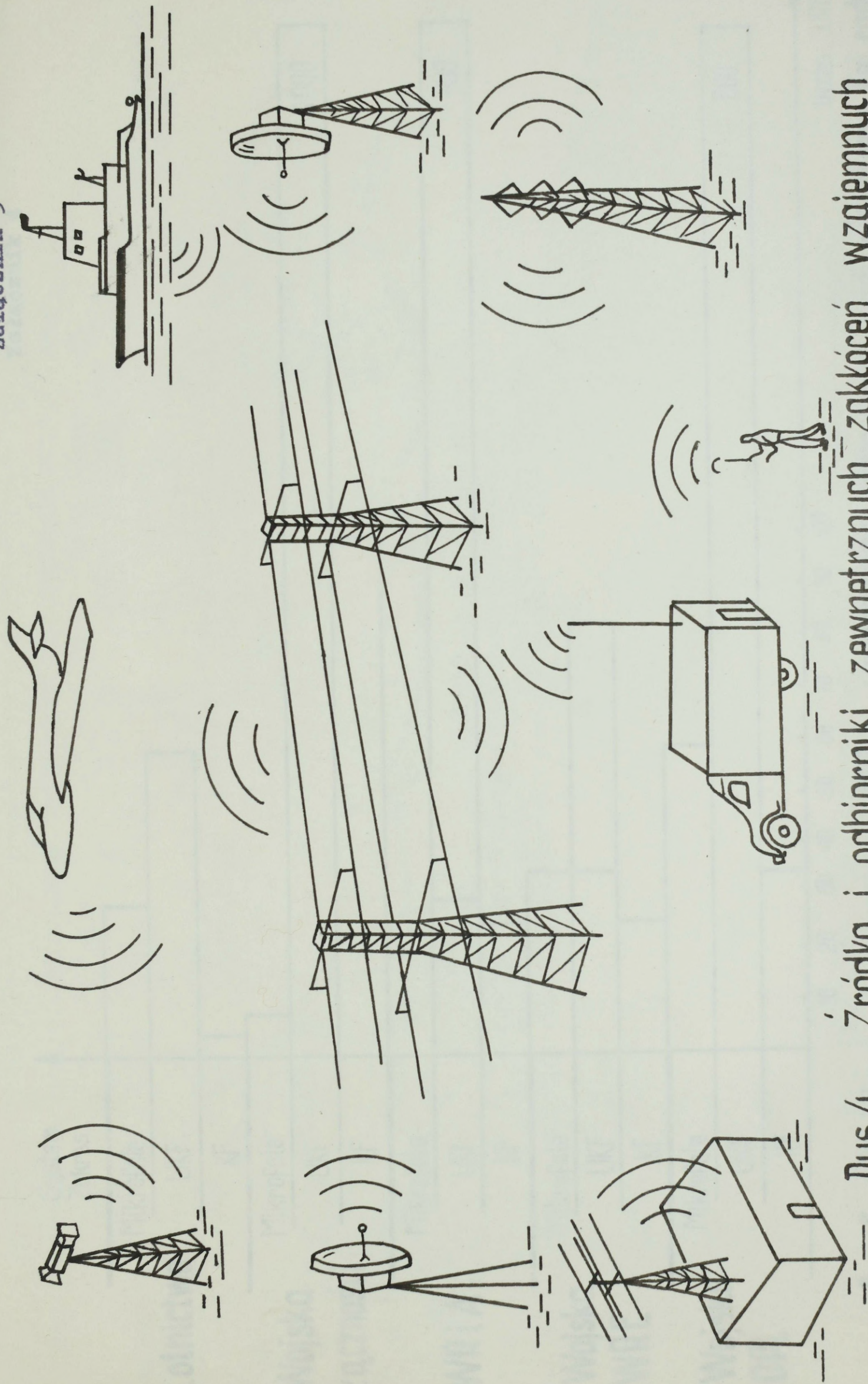


Rys.2 Przenoszenie zakłóceń wzajemnych

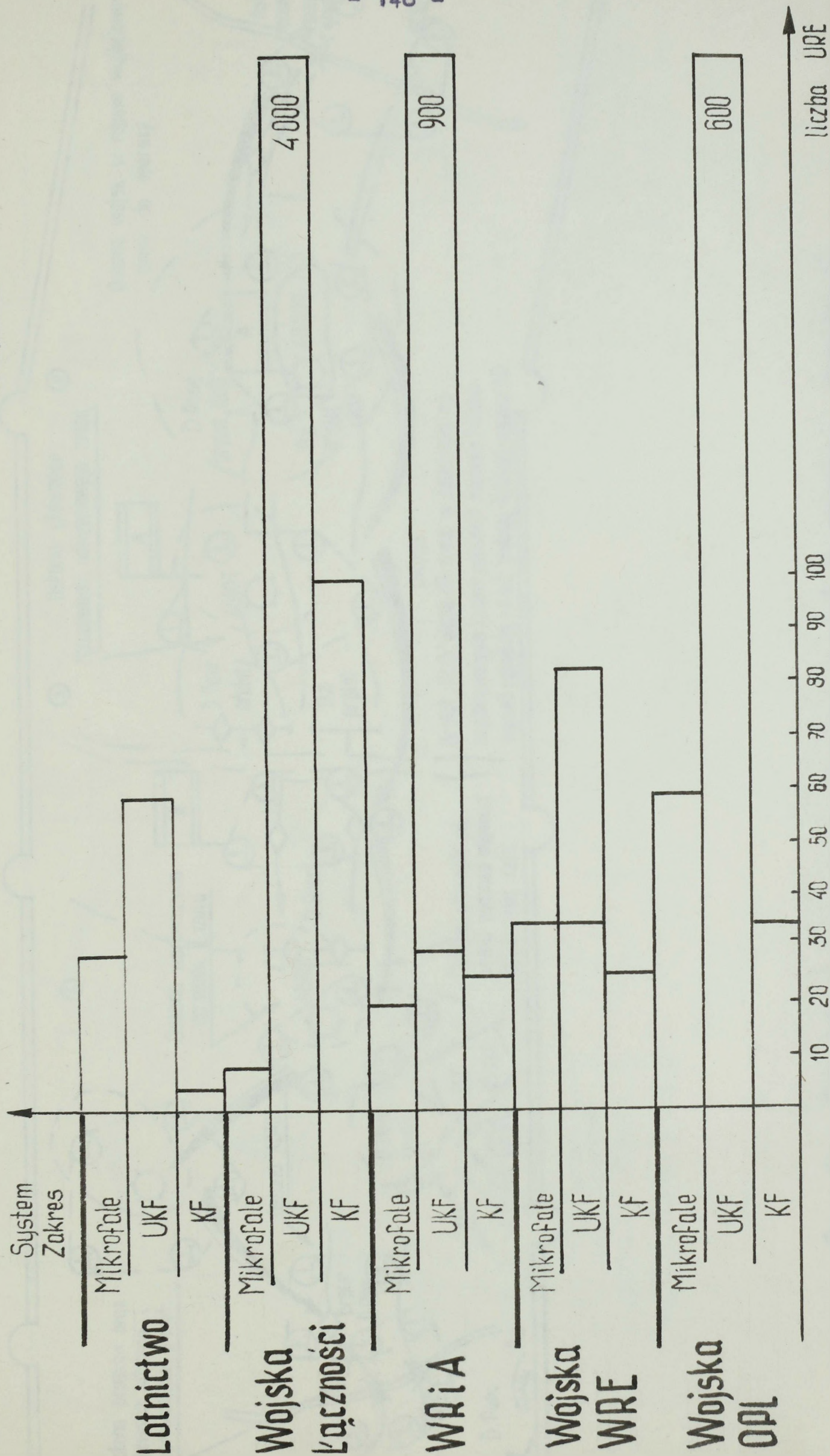


Rys.3 Źródła i odbiorniki wewnętrznych zakłóceń wzajemnych

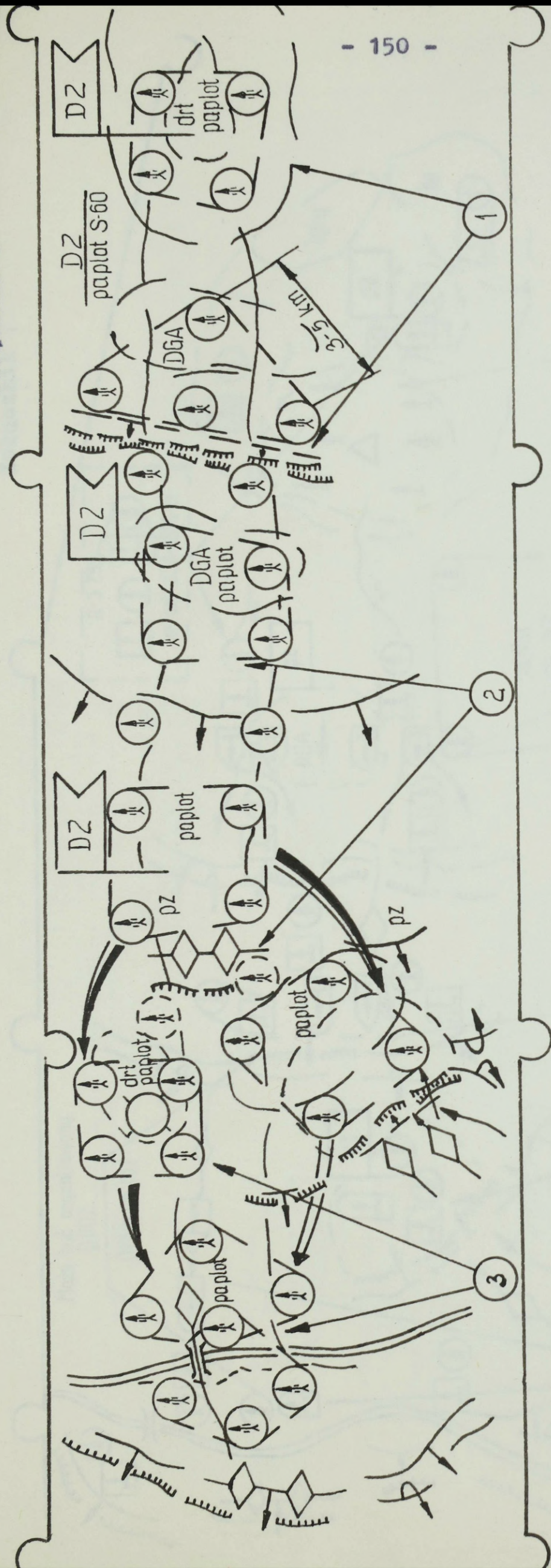
Załącznik 3



Rys.4 Źródła i odbiorniki zewnętrznych zakłóceń wzajemnych



Rys. 5 Ilościowe rozmieszczenie URE w ugrupowaniu operacyjnym armii w/g zakresu fal radiowych

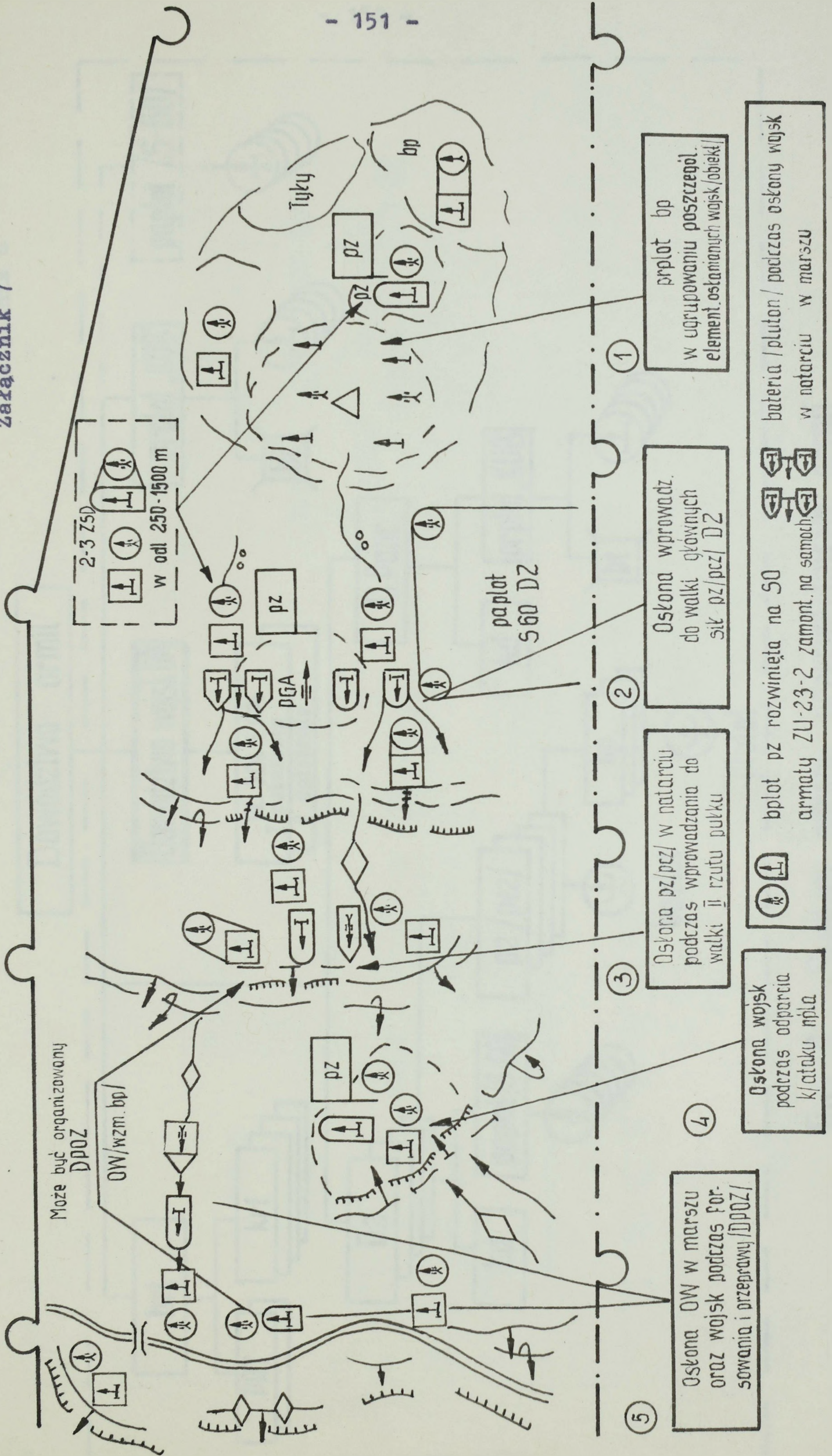


Oskona głównych sił dywizji w natarciu metodą kolejnej zmiany 50

Oskona głównych sił dywizji w rejonie wyjściowym i podczas wprowadzania do walki

Oskona wojsk (obiektów) dywizji realizując manewr całkowitą siłą PAPLOT

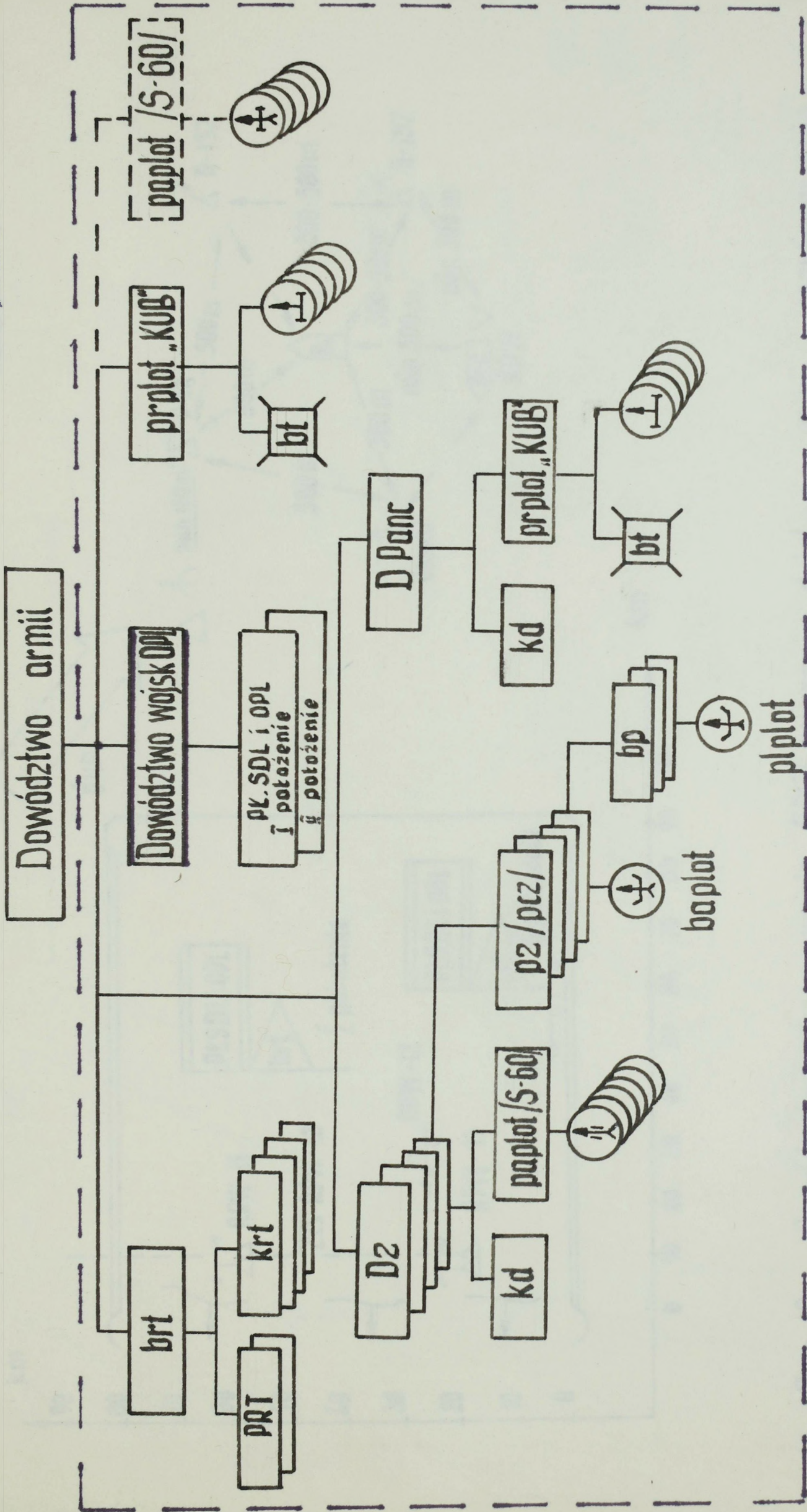
Rys. 7 Przykład wykorzystania paplot w operacji zaczepnej



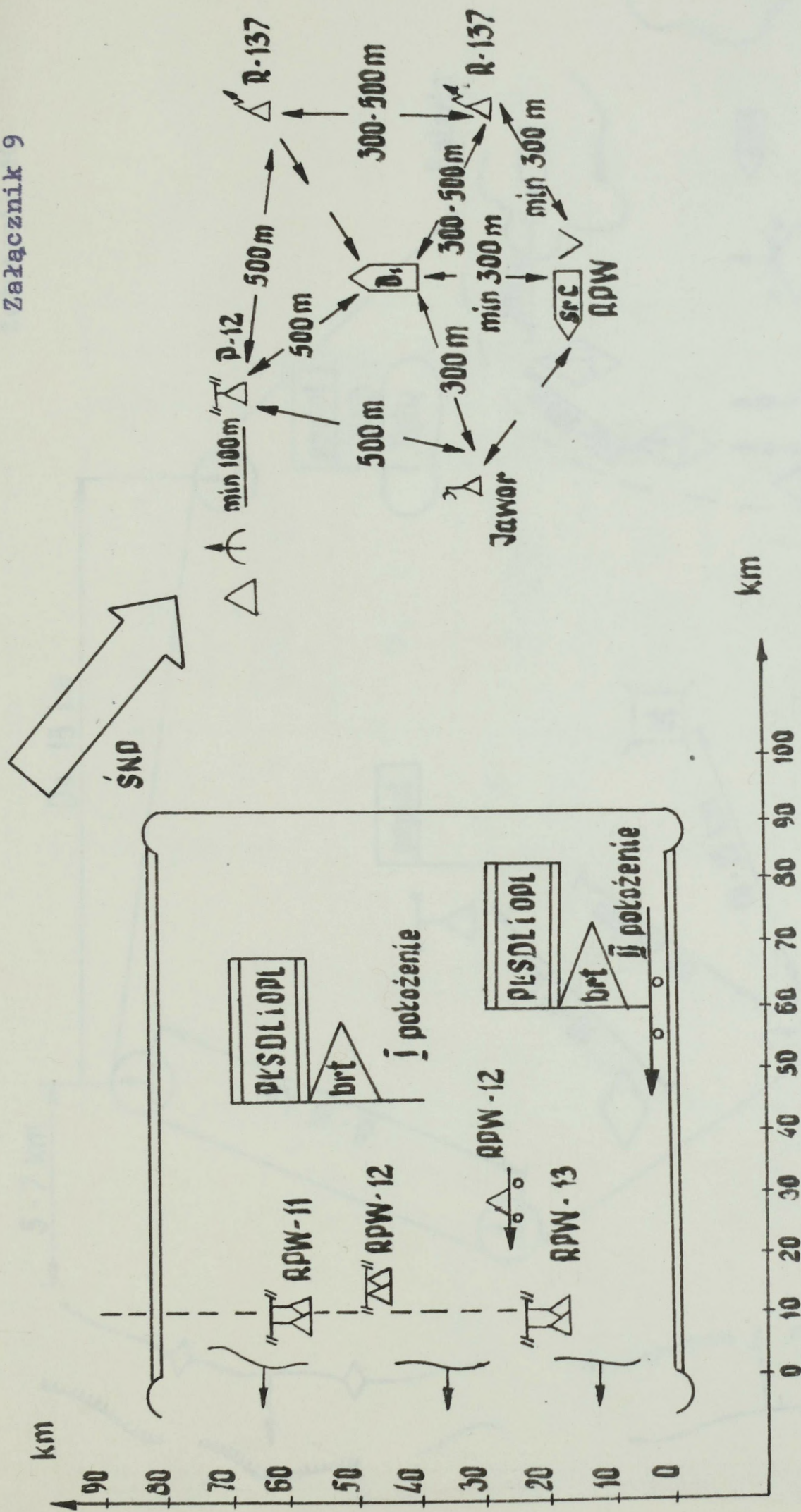
Rys. 8 Przykład wykorzystania pododdziałów plot pz/pcz/ w natarciu

bateria / pluton / podczas osłony wojsk w natarciu w marszu

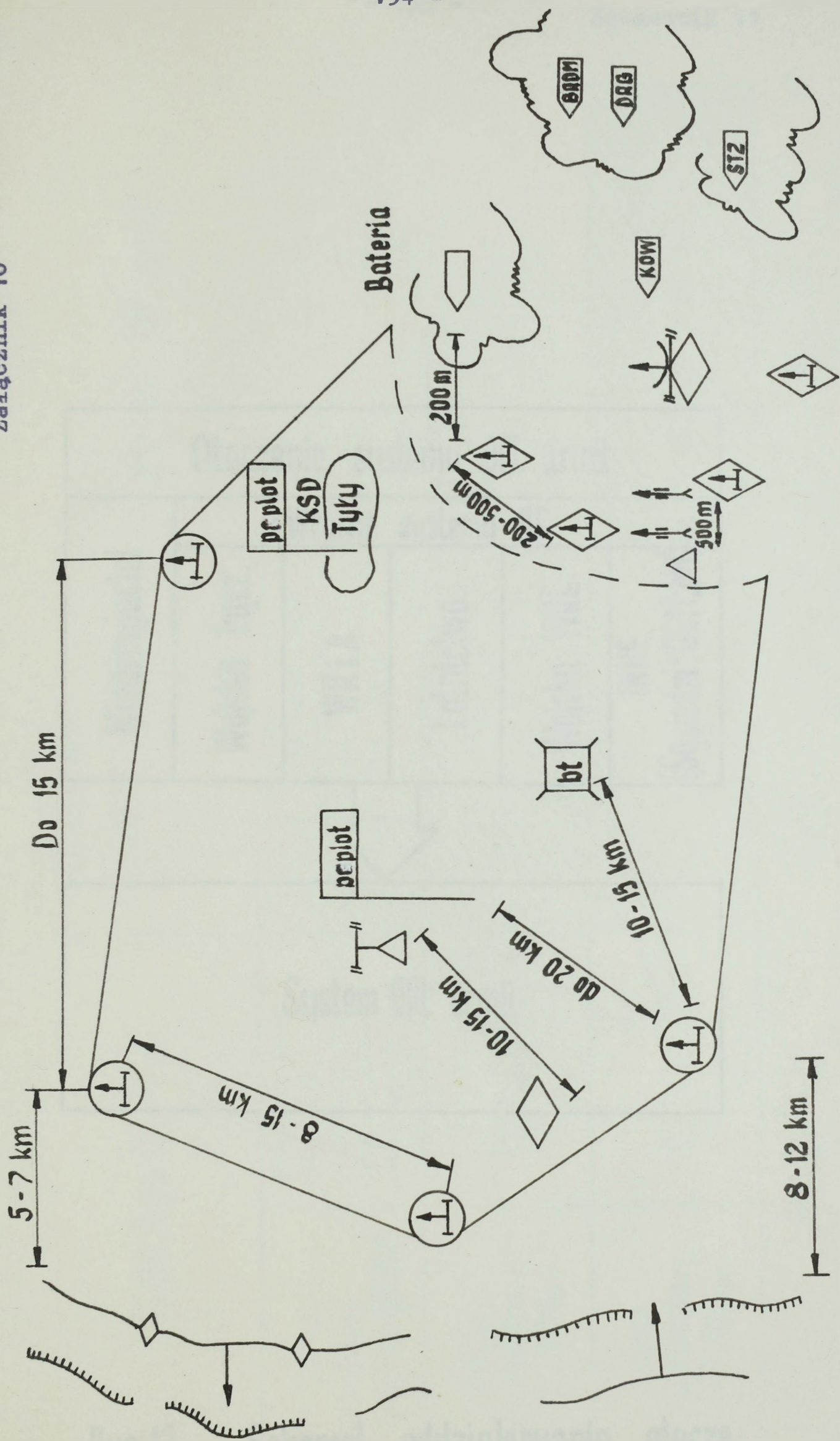
bplot pz rozwinięta na 50 armaty ZU-23-2 zamont. na samoch.



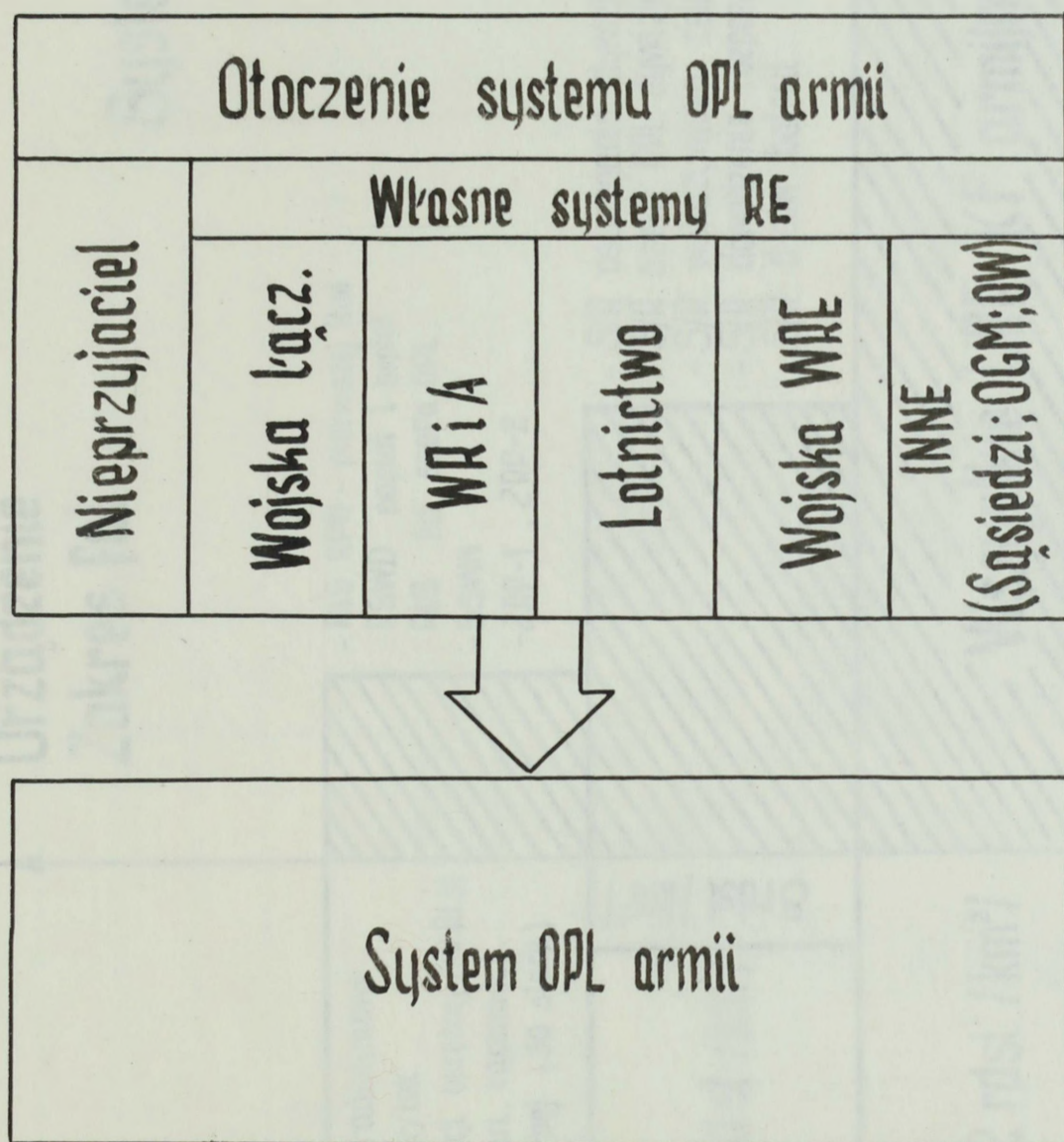
Rys. 9 System obrony przeciwlotniczej armii



Rys. 10 Przykładowe ugrupowanie RPW w pasie działania armii i rozmieszczenia URÉ w obrębie jednego RPW



Rys. 11 Przykładowy sposób rozmieszczenia URE w ugrupowaniu prplot



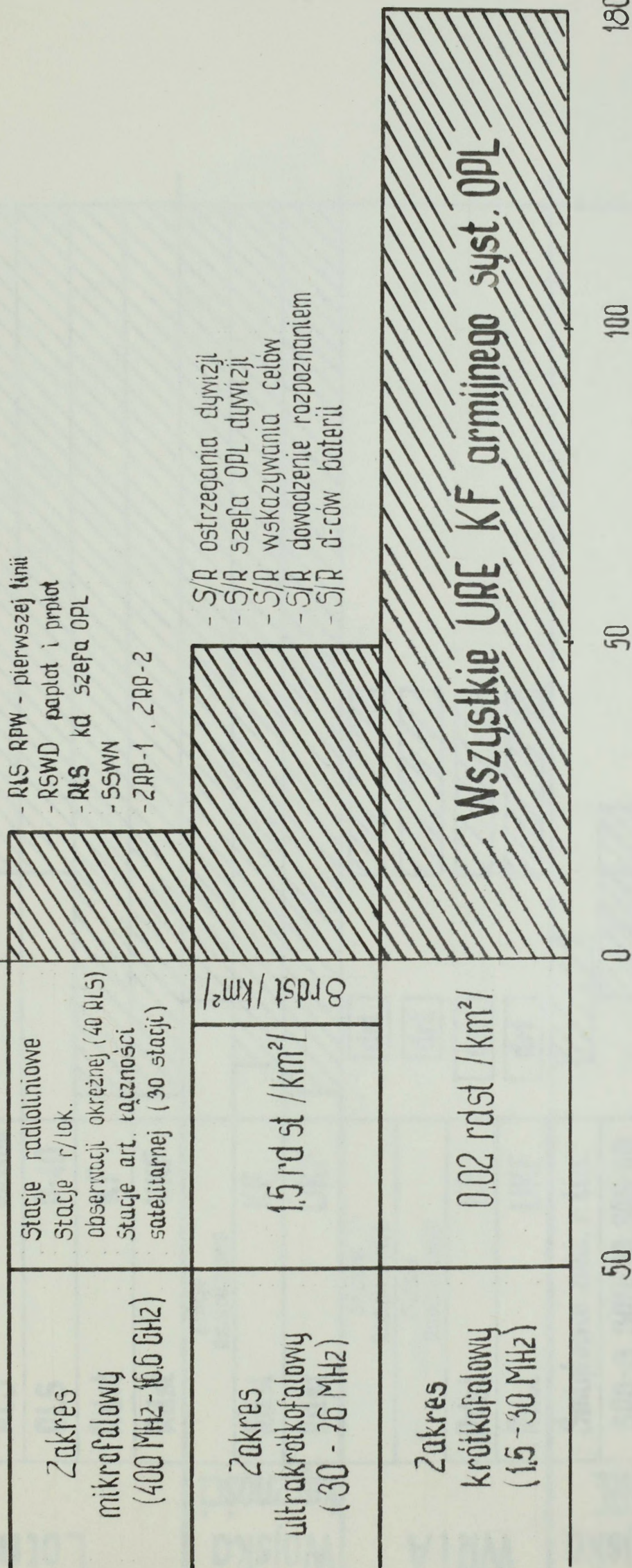
Rys.12 Schemat oddziaływania otoczenia na system DPL armii

Nieprzejsciel

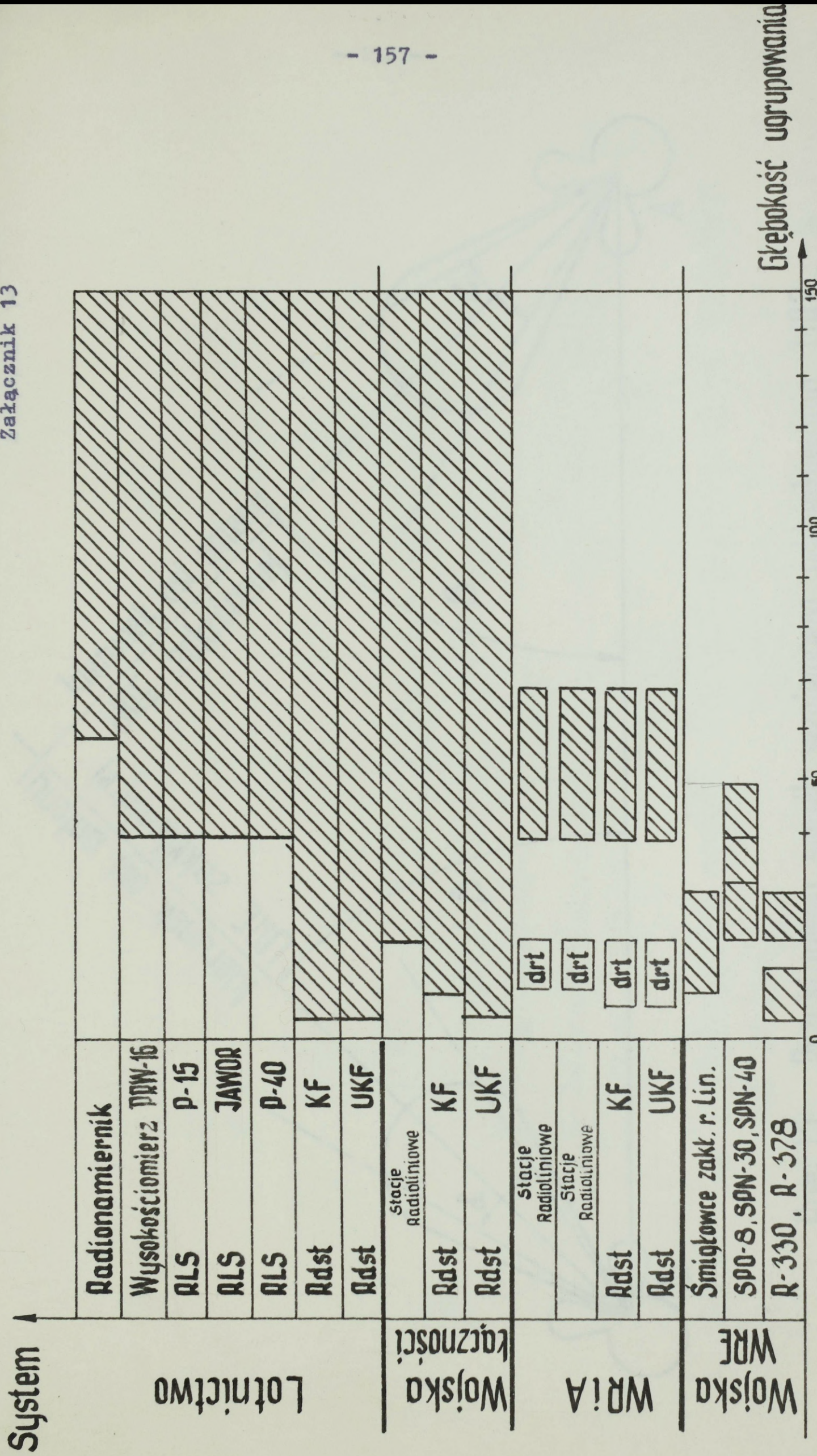
Urządzenie

Zakres fal

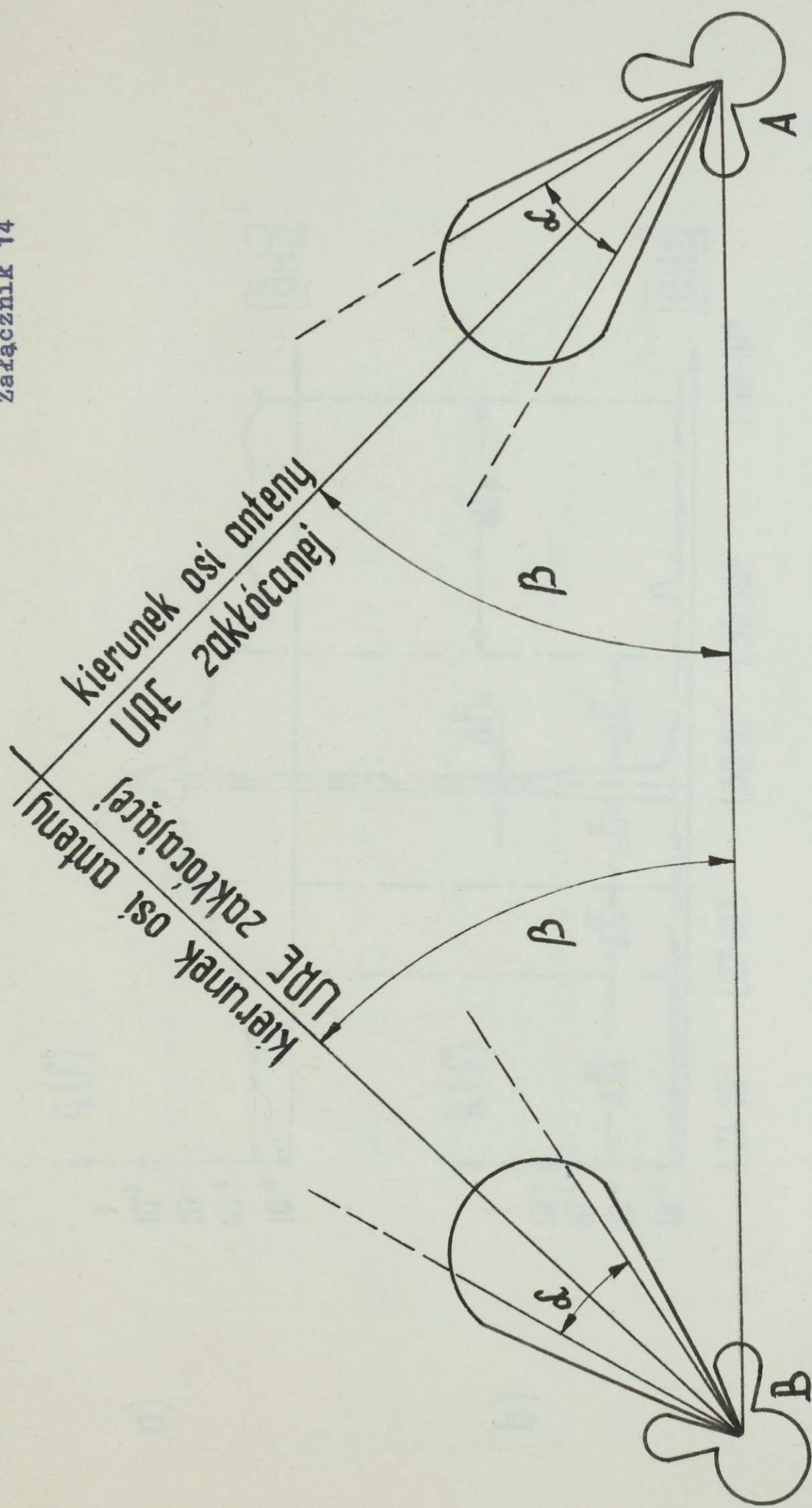
System OPL armii



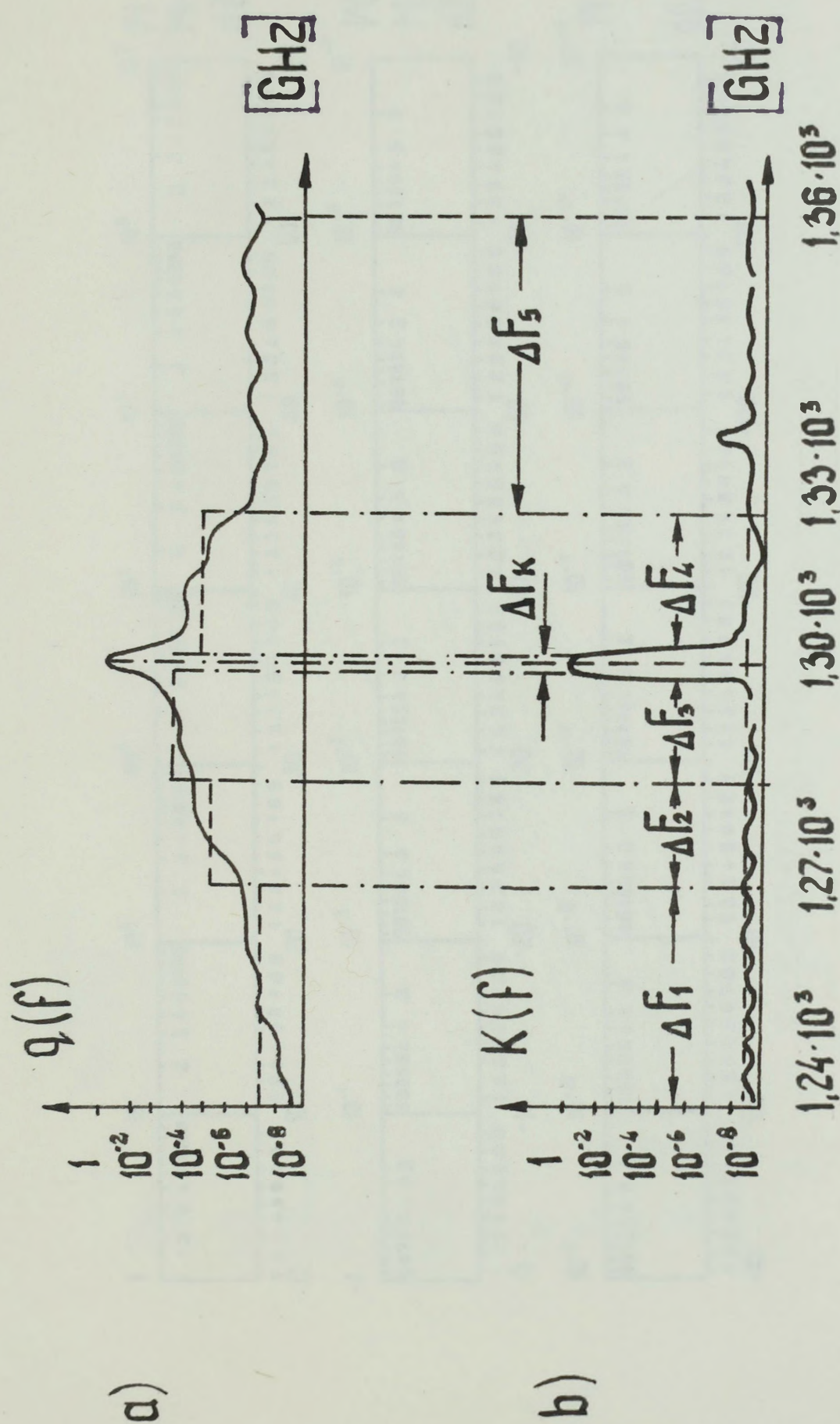
Rys. 13 Schemat oddziaływania URE nieprzejsciel na URE systemu OPL armii



Rys. 14 Schemat oddziaływania URE innych systemów na URE systemu OPL armii

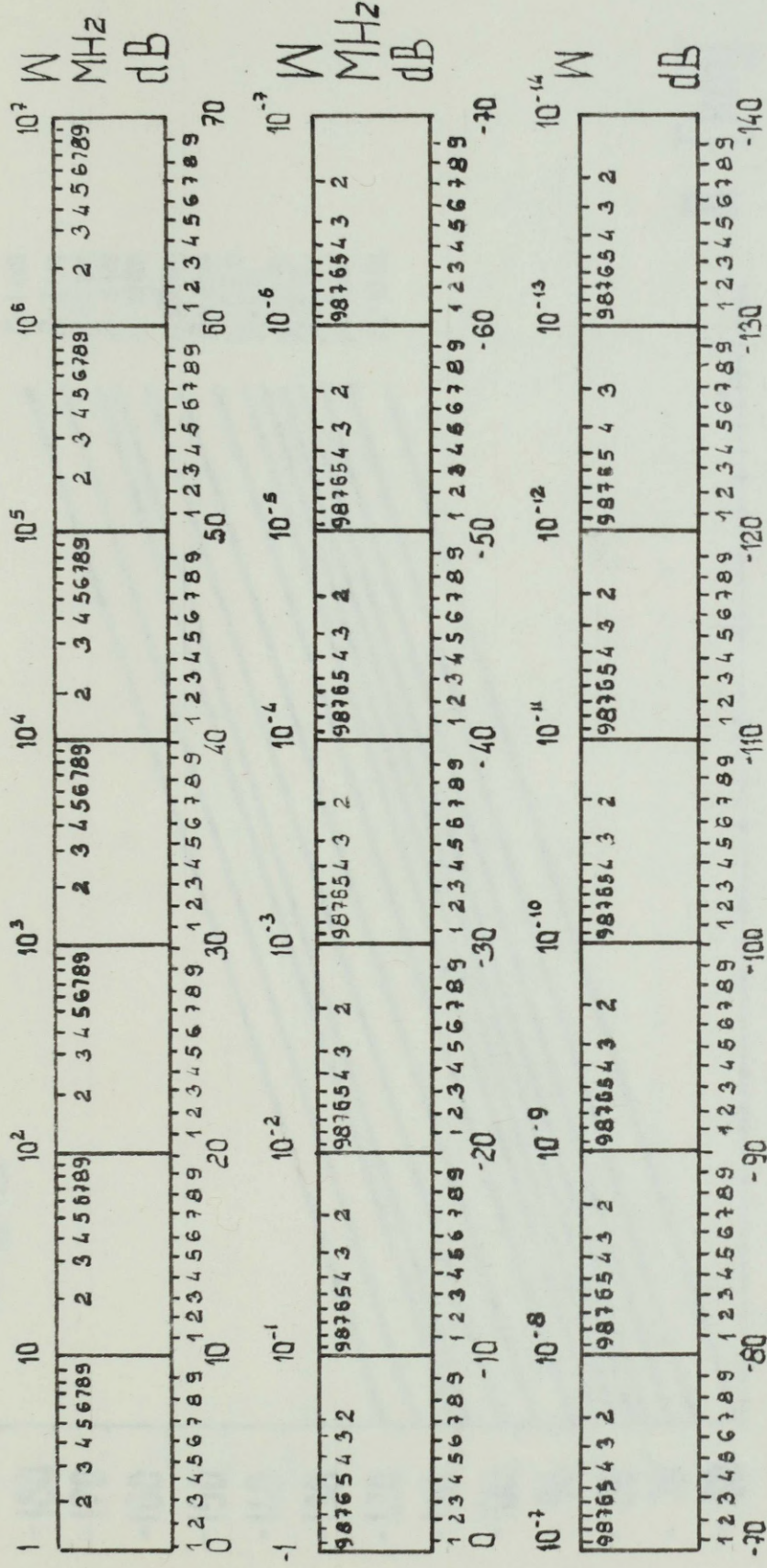


Rys. 15 Przykładowy sposób wzajemnego oddziaływania URF



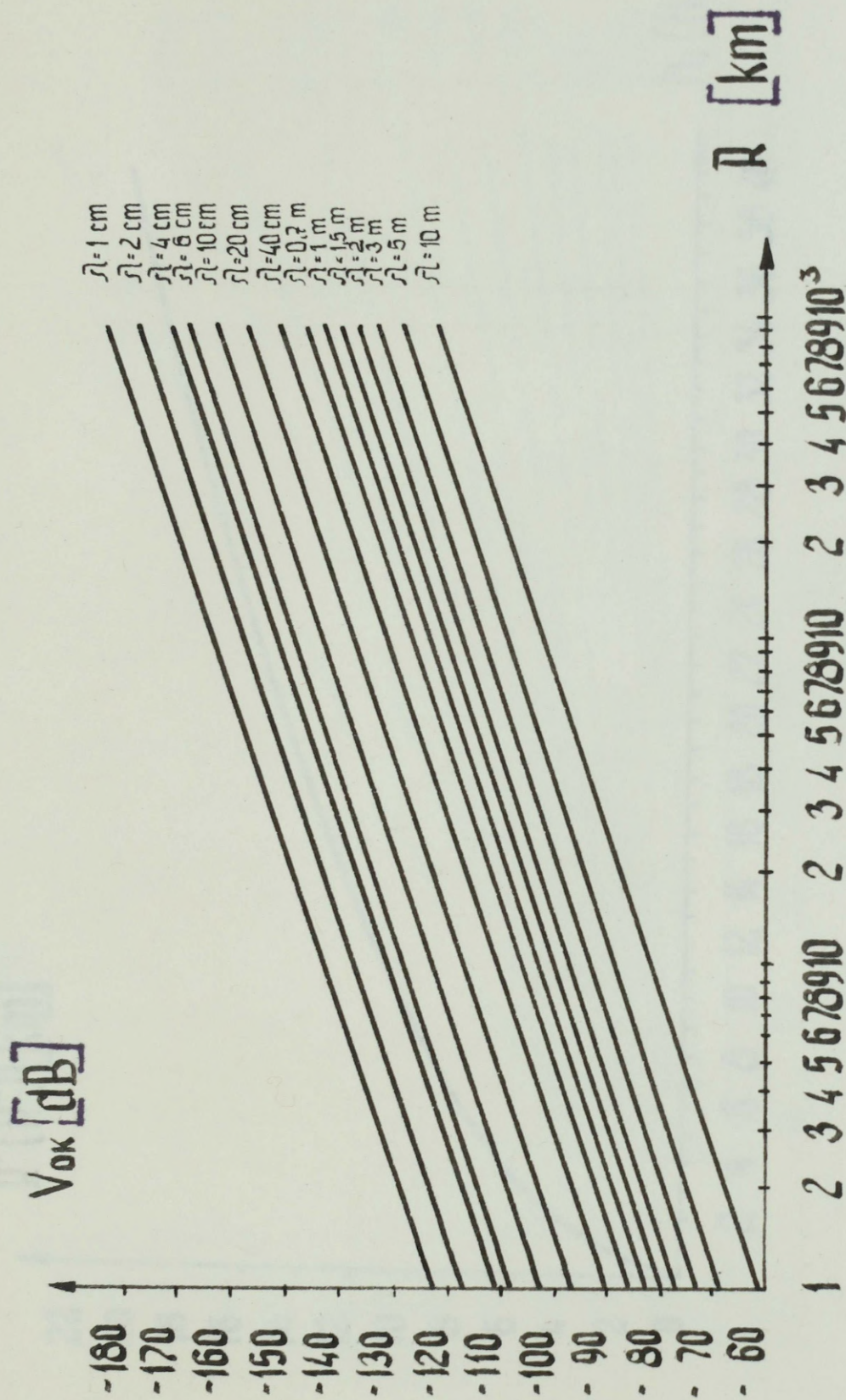
Rys. 16 a) Charakterystyka gęstości widmowej promieniowania nadajnika RLS zakłócającej

b) Charakterystyka amplitudowo-częstotliwościowa odbiornika RLS zakłócaney



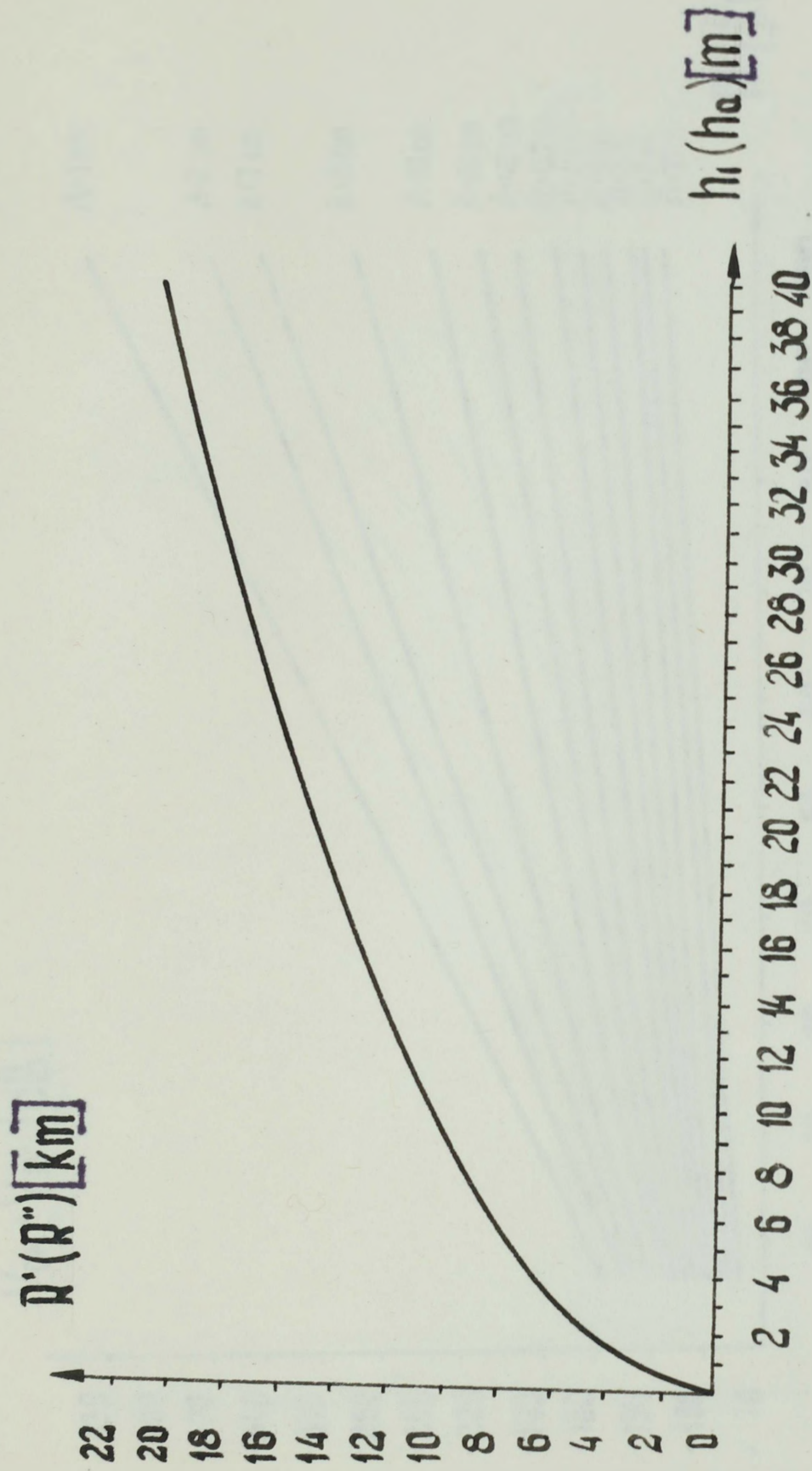
Rys. 17 Nomogram do przeliczenia jednostek mocy i częstotliwości

Załącznik 17



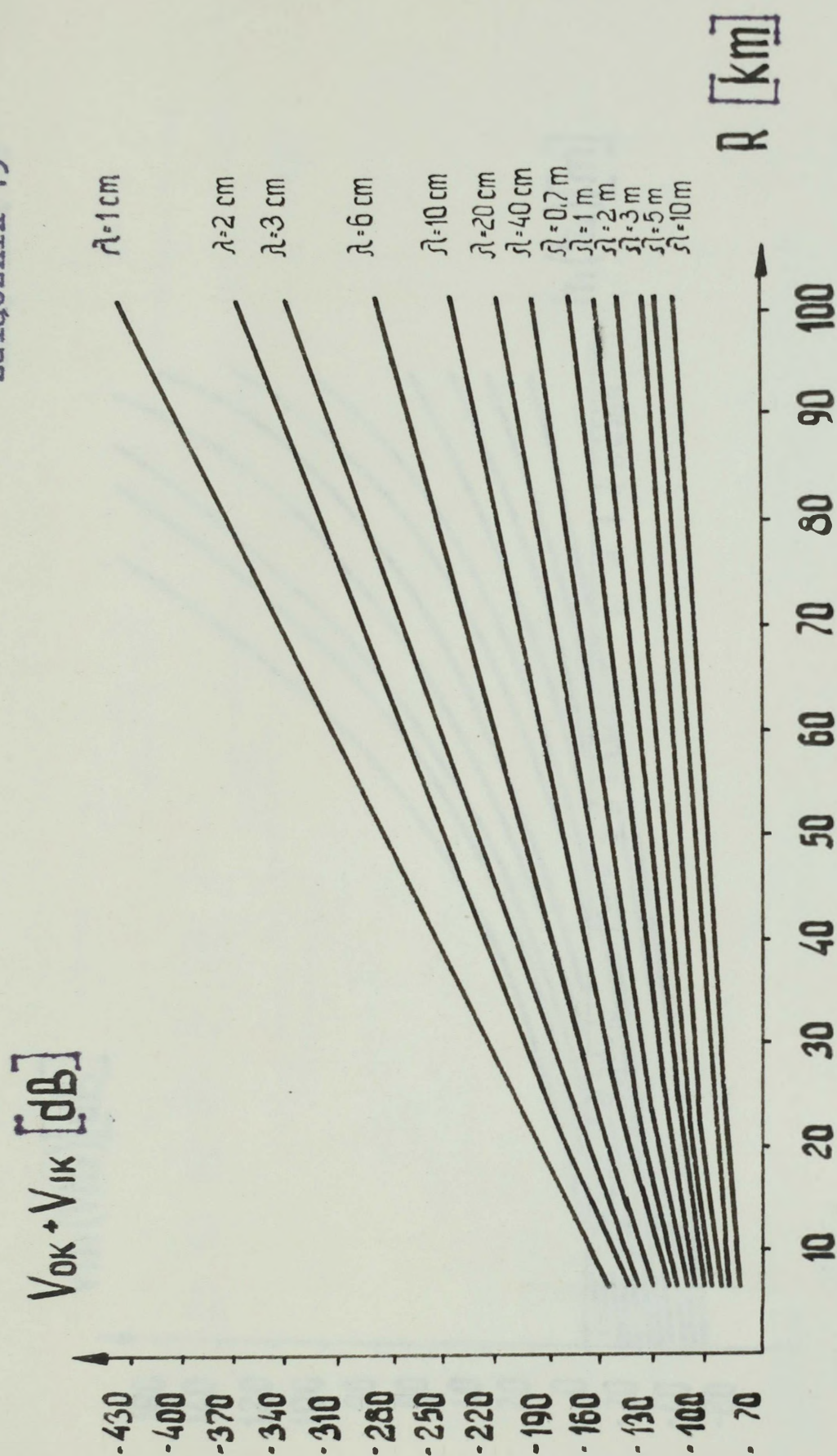
Rys. 18 Wyznaczenie wartości współczynnika osłabienia sygnału zakłócającego (V_{ok}) w zależności od jego długości fali (λ) i odległości rozprzestrzeniania w swobodnej przestrzeni (R)

Załącznik 18

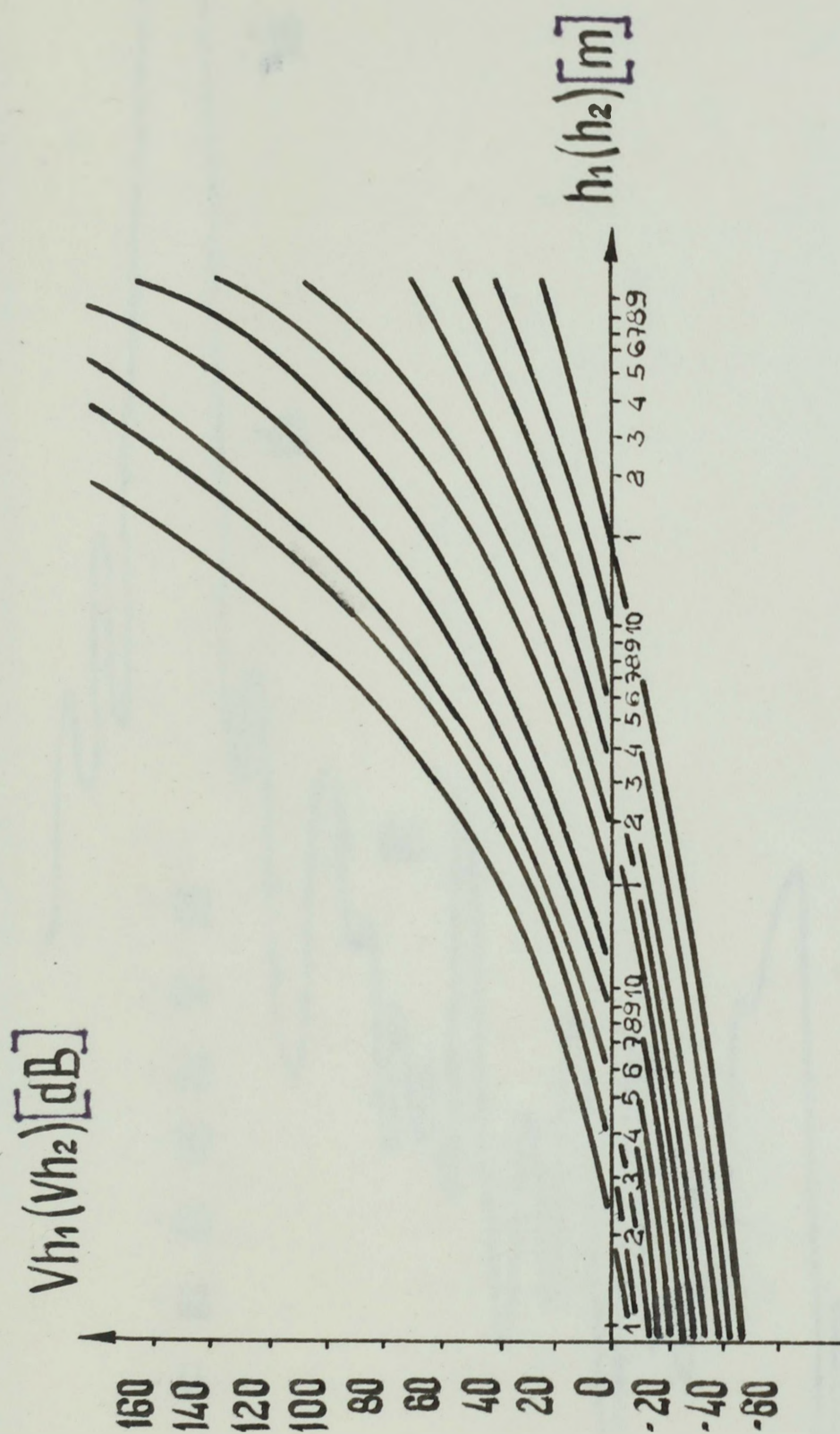


Rys. 19 Określenie wartości odległości bezpośredniej widoczności dwóch URE w zależności od wysokości ich układów antenowych

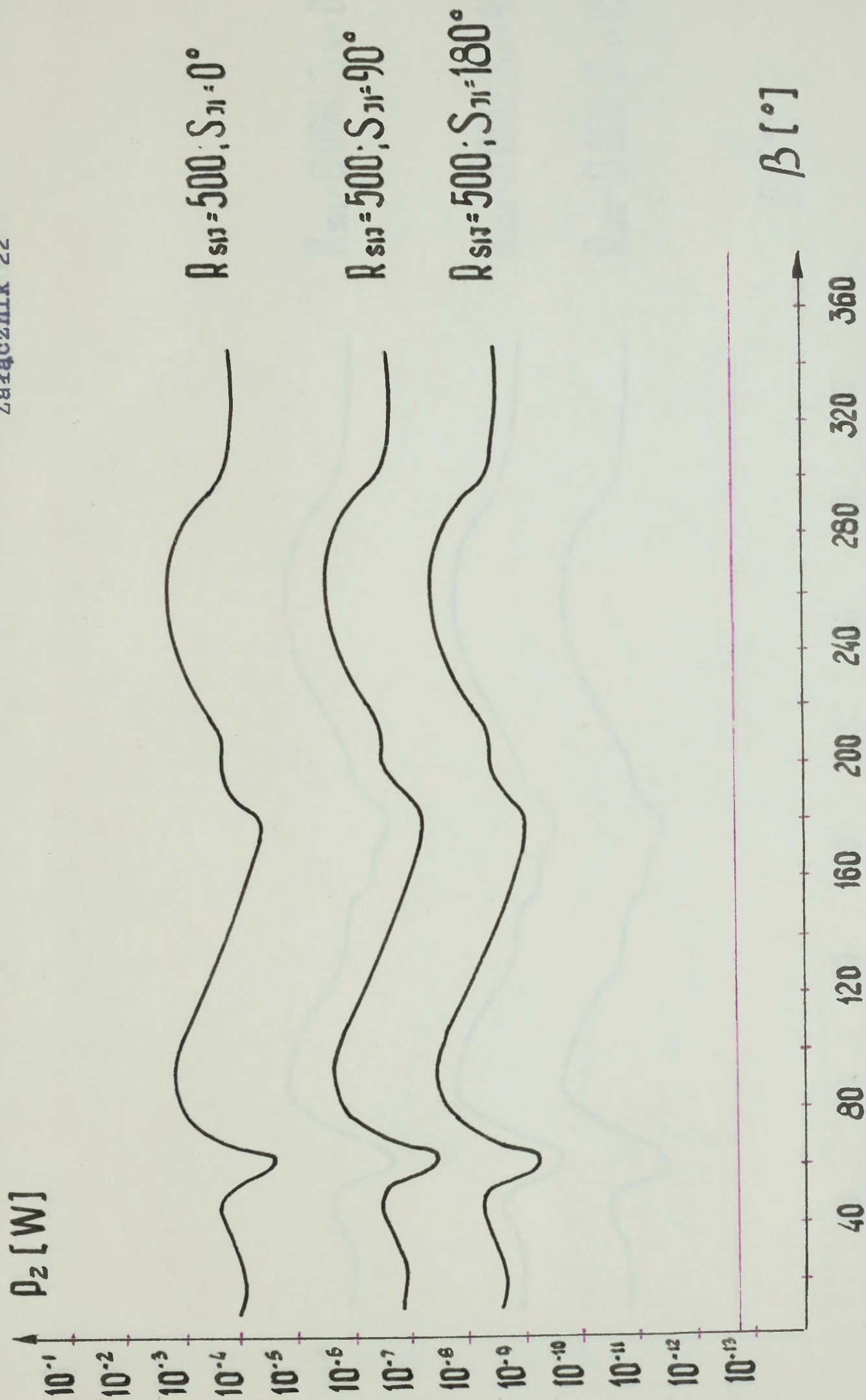
Załącznik 19

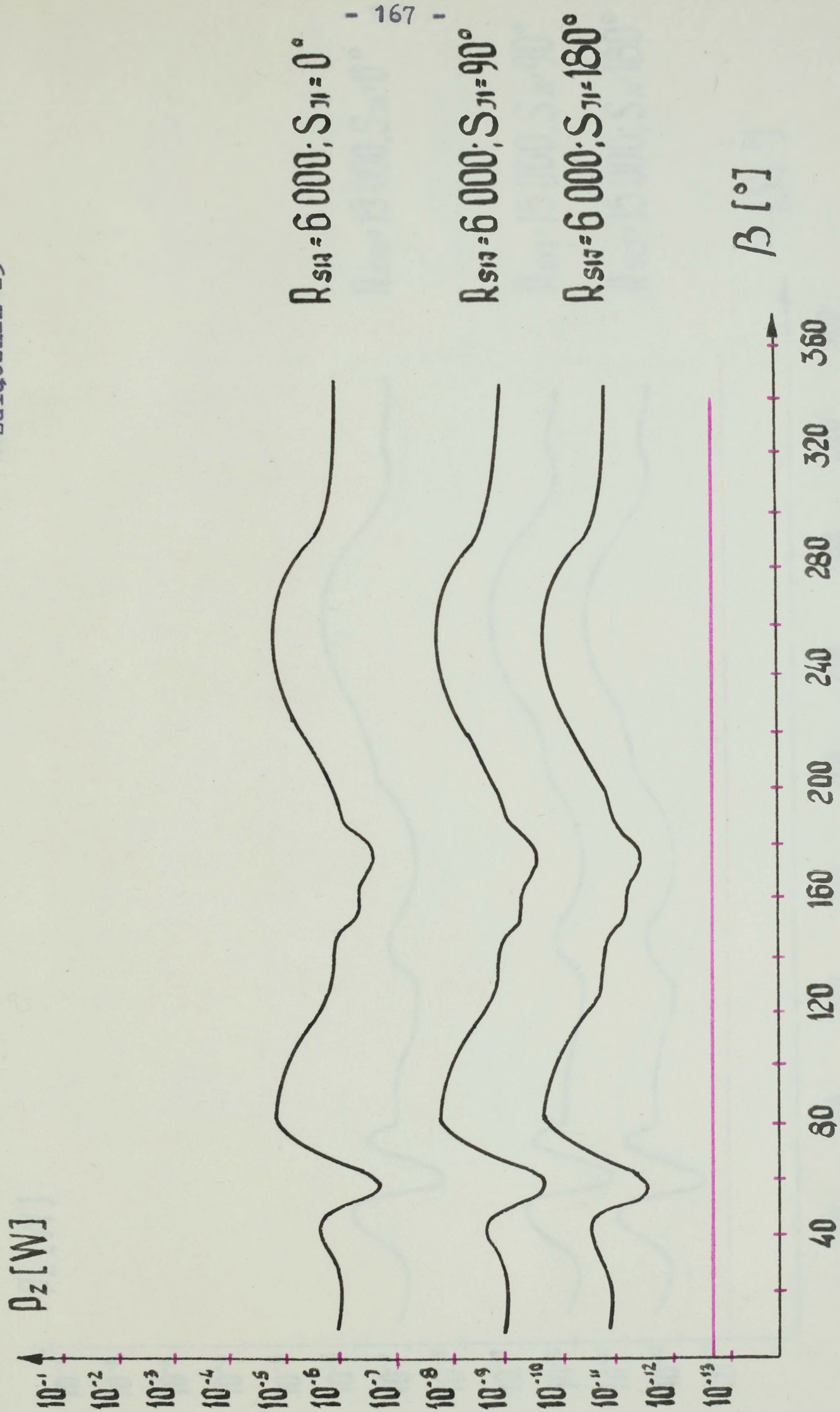


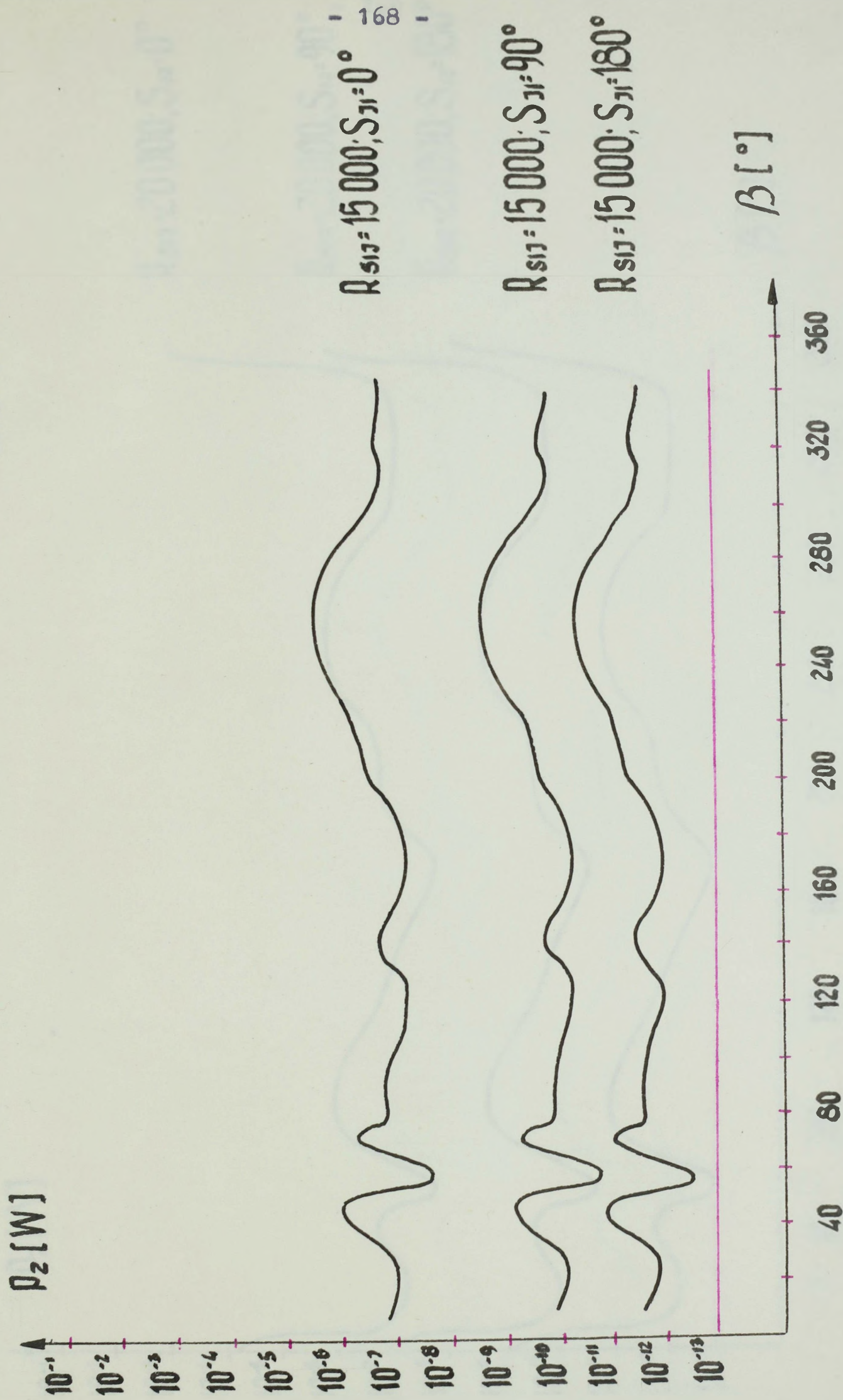
Rys. 20 Wyznaczenie współczynnika osłabienia sygnału zakłócającego w zależności od jego długości fali (λ) i odległości rozprzestrzeniania (R) z uwzględnieniem wpływu ziemi i troposfery

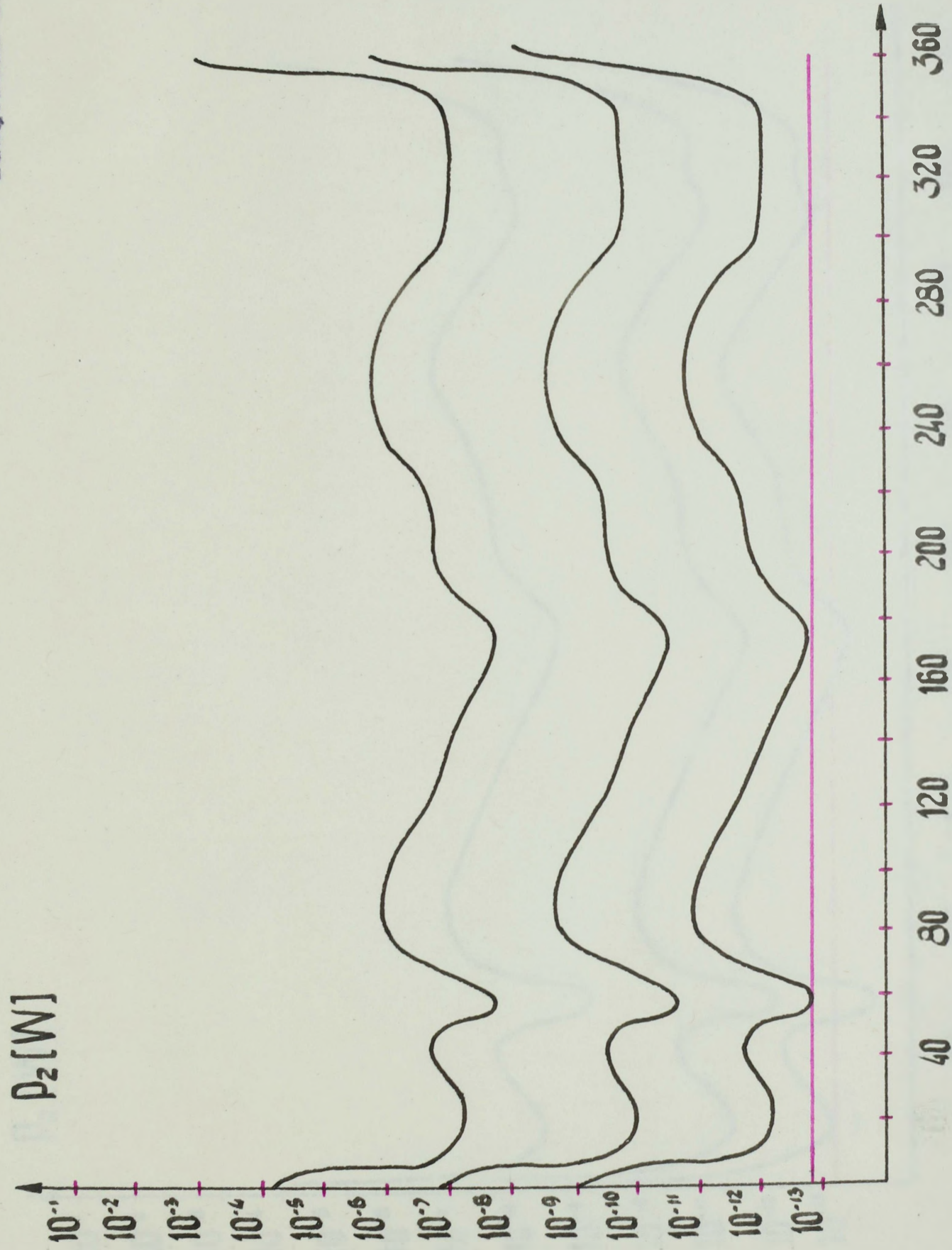


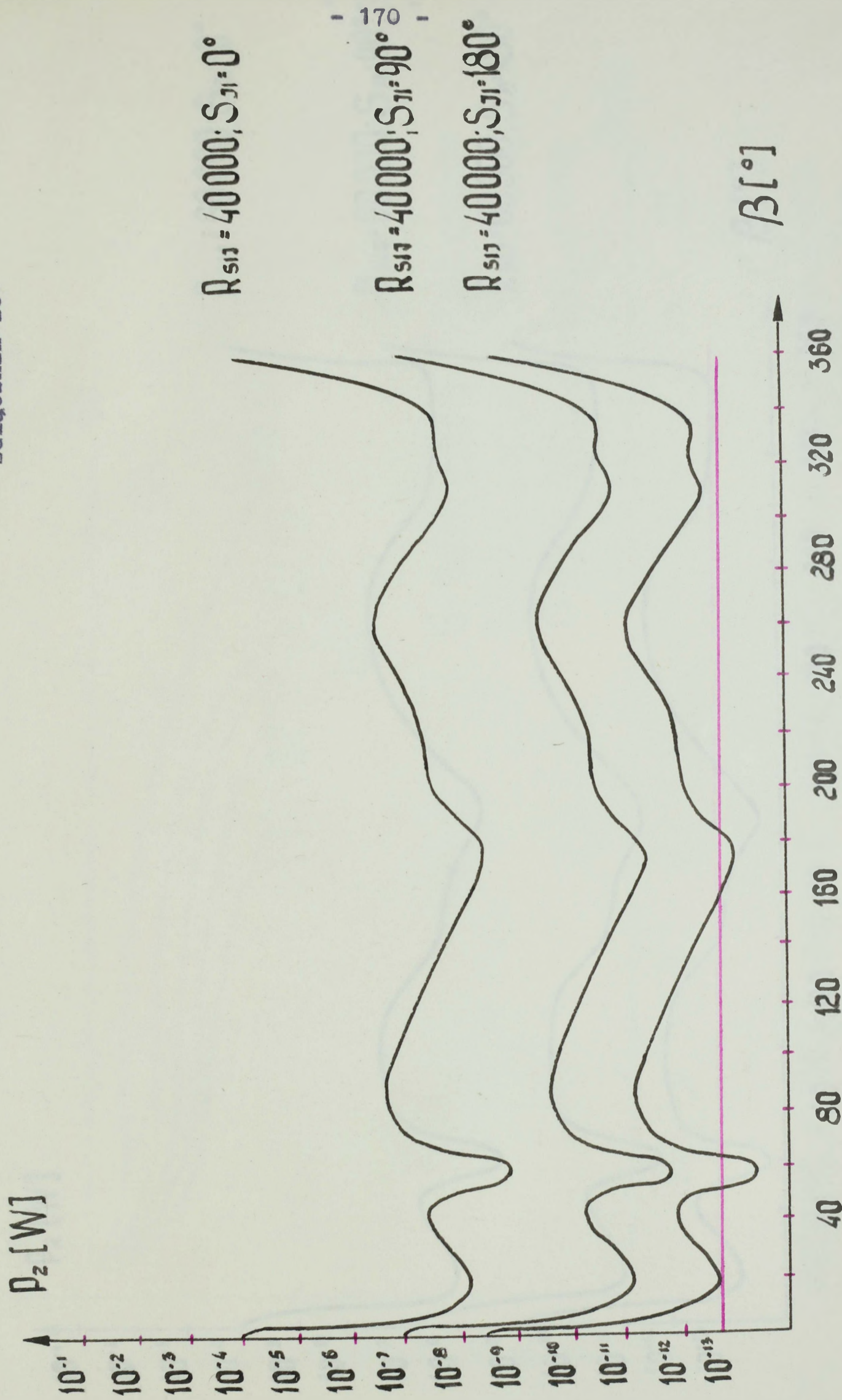
Rys. 21 Wyznaczenie współczynnika osłabienia sygnału zakłócającego (V_h) w zależności od wysokości układu antenowego URE zakłócającej

Rys. 23 Wykres funkcji $P_z = f(\beta)$; $R_{s17} = 500 \text{ m} : \text{Const.}$

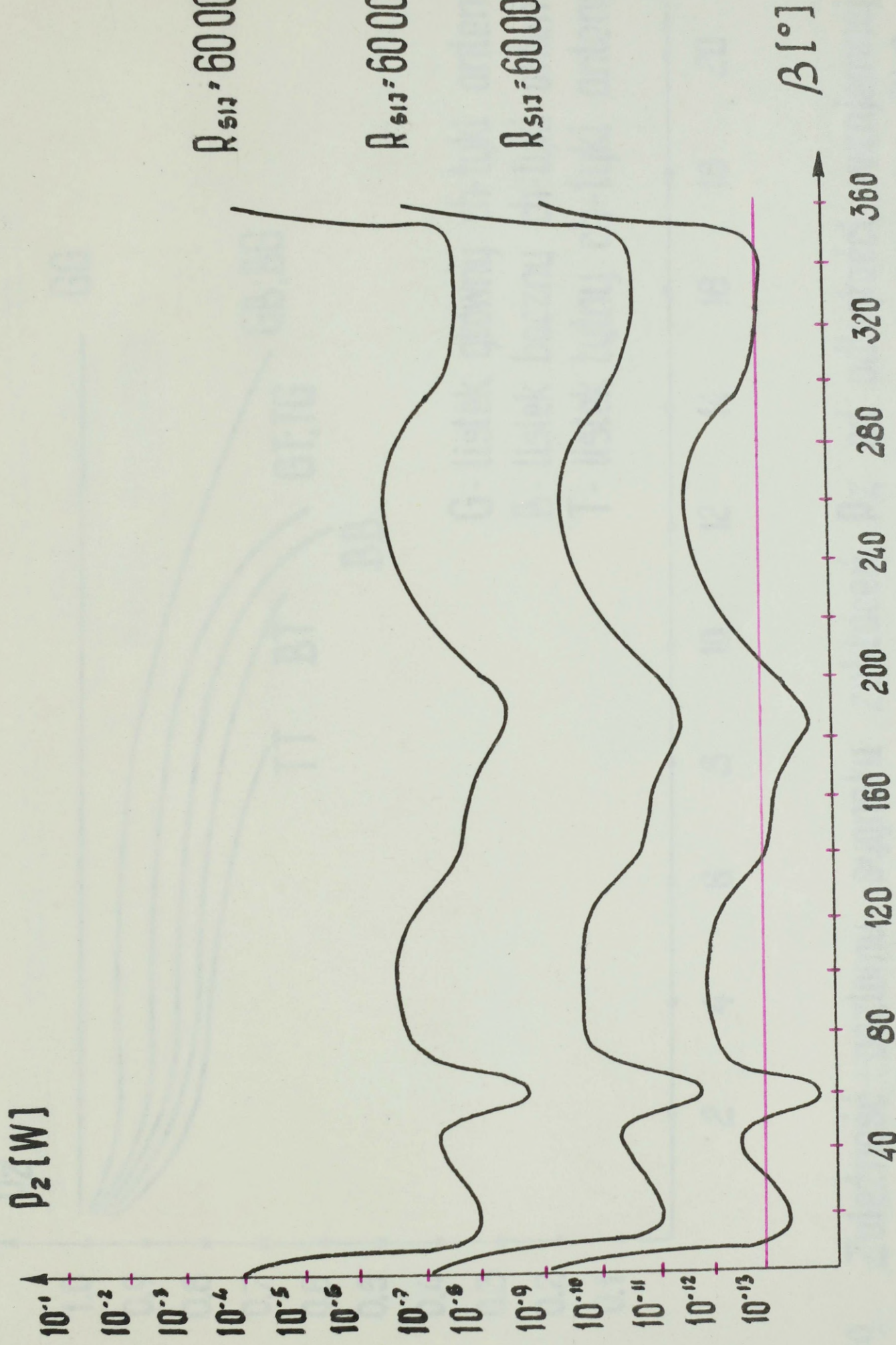
Rys.24 Wykres funkcji $P_z = f(\beta)$; $R_{sn} = 6000$ m - Const.

Rys. 25 Wykres funkcji $P_z = f(\beta)$; $R_{S13} = 15\,000 \text{ m} = \text{Const.}$

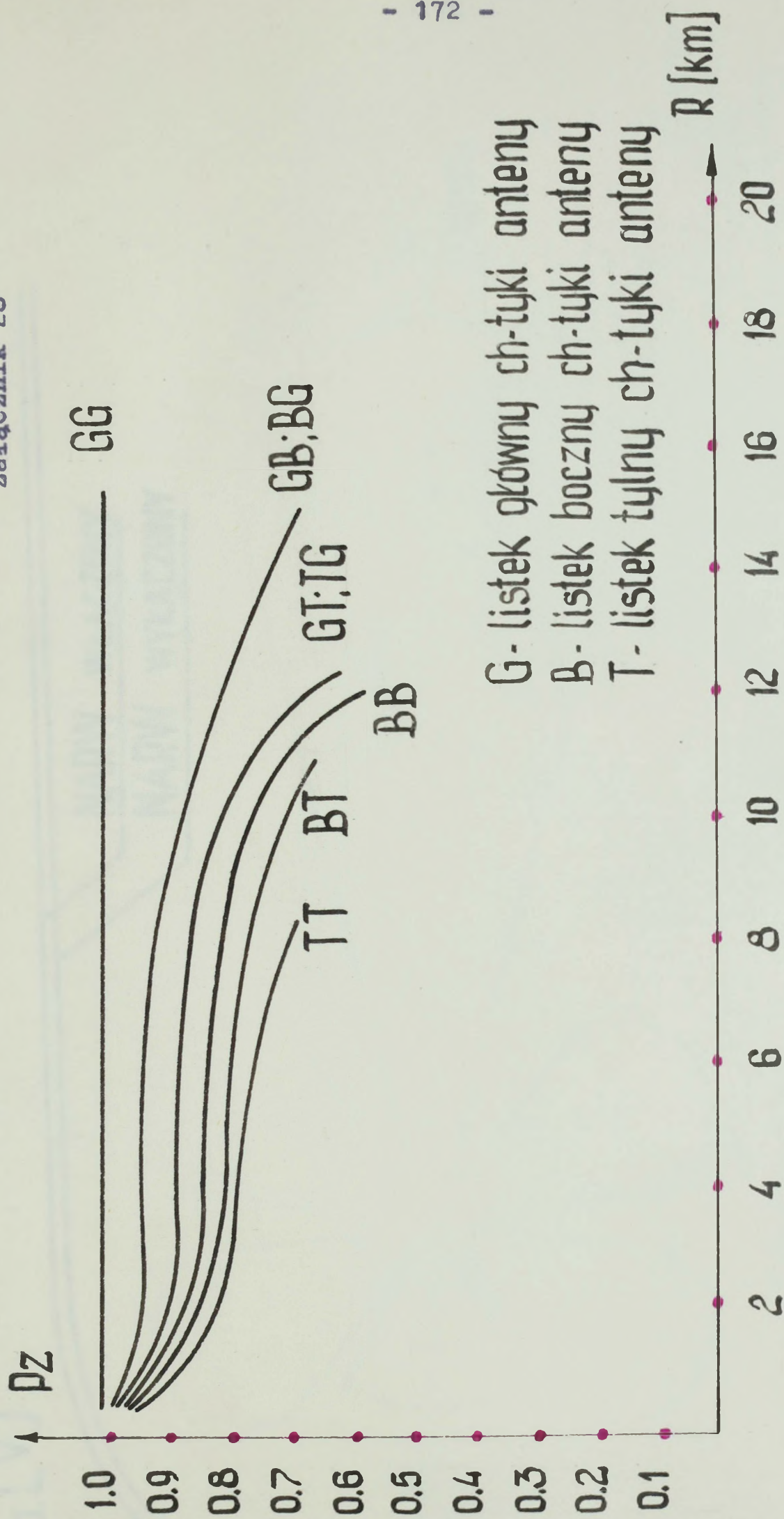
Rys. 26 Wykres Funkcji $P_2 = f(\beta)$; $R_{S13} = 20000 \text{ m} = \text{Const.}$



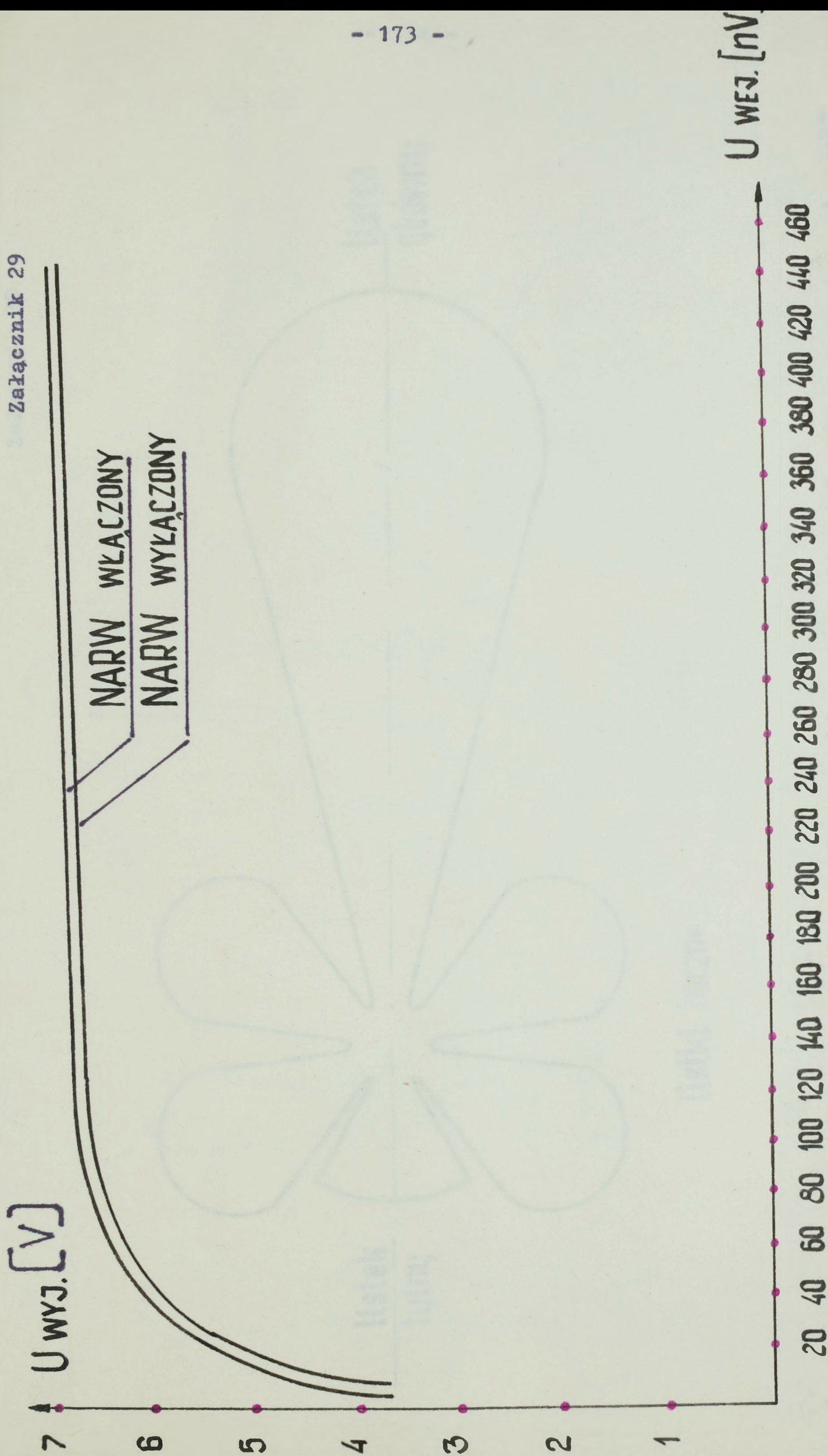
Rys. 27 Wykres funkcji $P_z = f(\beta)$; $R_{S17} = 40000 \text{ m} = \text{Const.}$



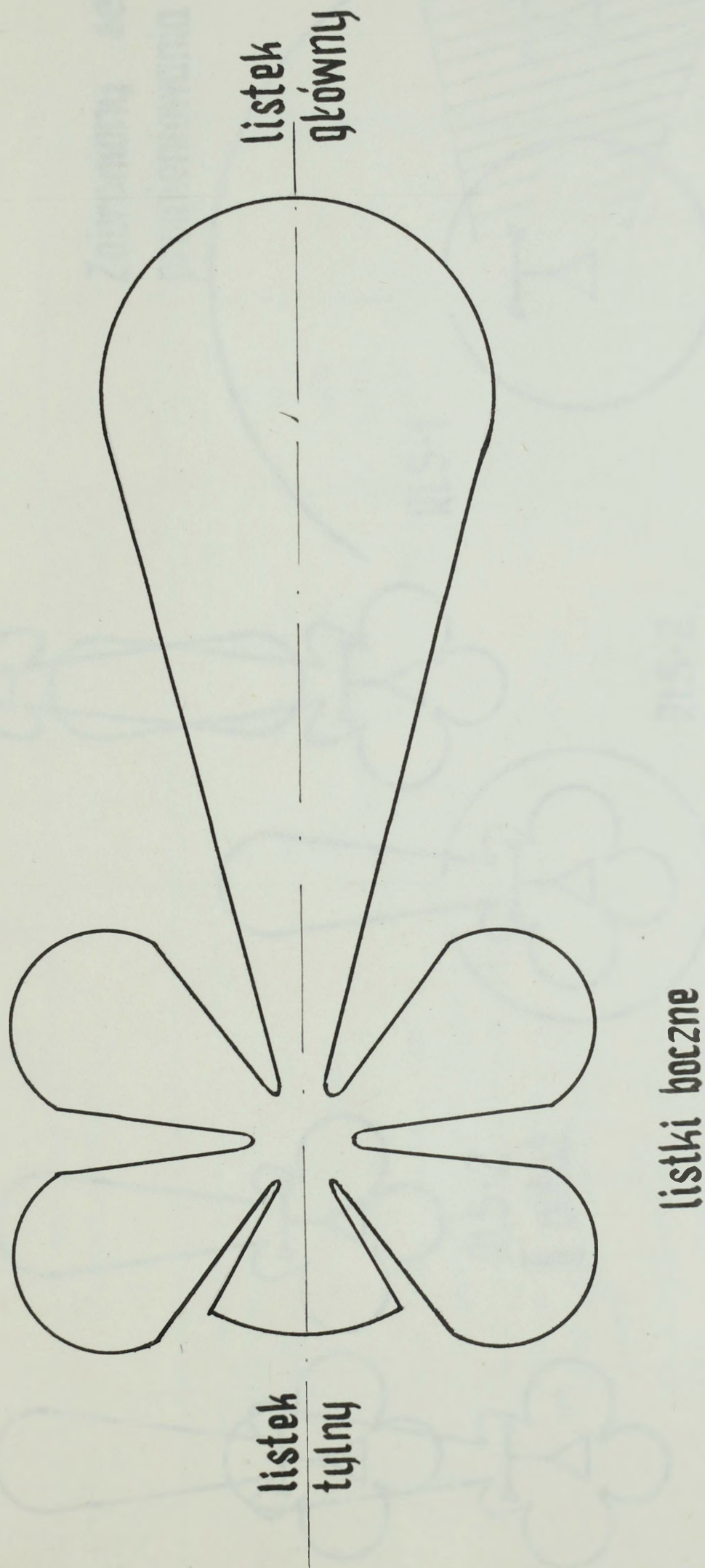
Rys.28 Wykres funkcji $P_z = f(\beta)$; $R_{S11} = 60\,000 \text{ m} = \text{const.}$



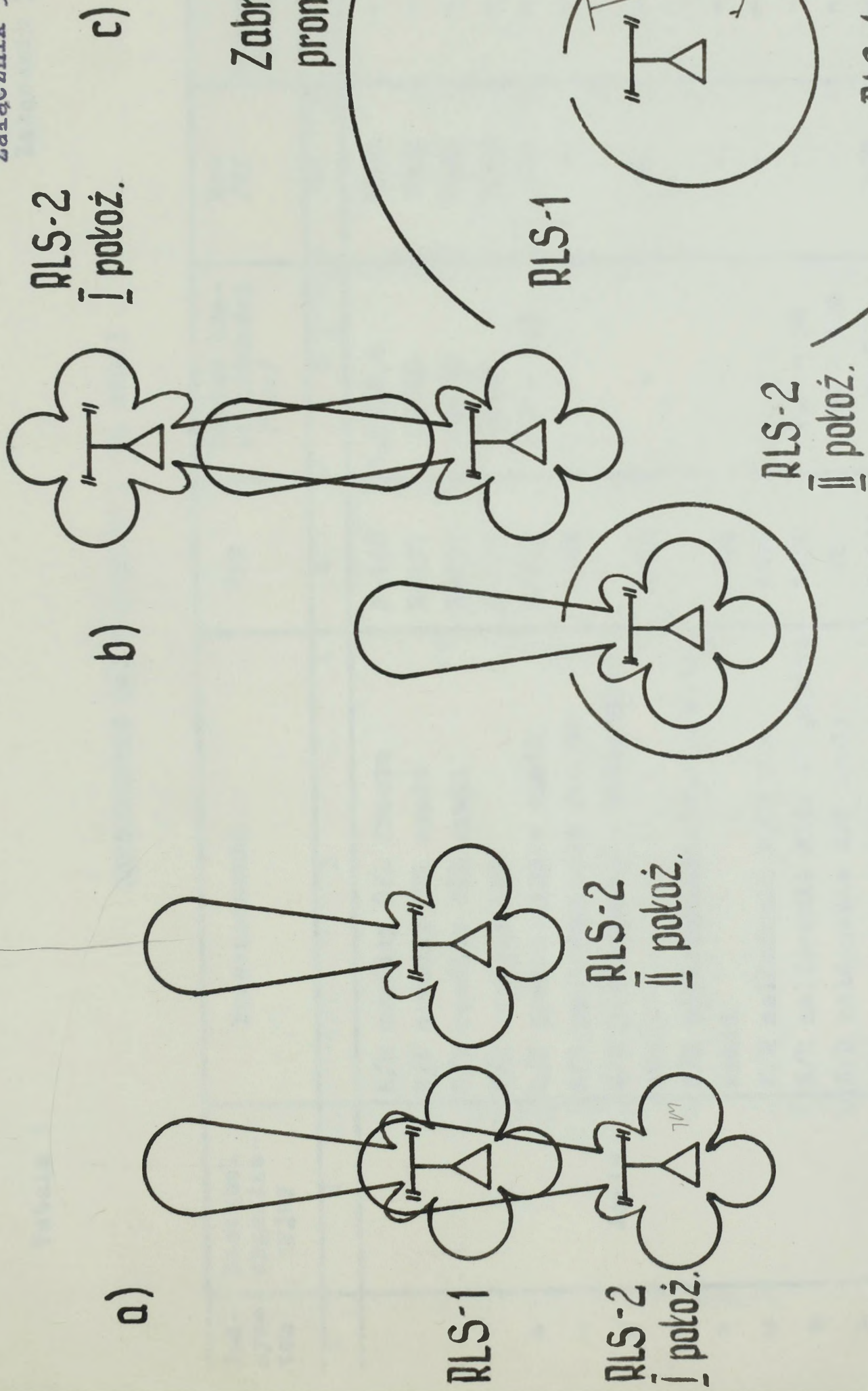
Rys. 29 Zależność poziomu sygnału zakłóceń P_z od odległości wzajemnej przy różnym oddziaływaniu charakterystyk promieniowania RLS



Rys. 30 Charakterystyka amplitudowa toru odbiorczego



Rys. 31 Przykładowy kształt charakterystyki kierunkowej promieniowania URE



Rys. 32 Wpływ oddziaływania dwóch RLS rozmieszczonych w jednym rejonie

Tabela 1

ZESTAWIENIE URE W SYSTEMIE OPL ARMII

Pod- sys- tem	Szczebel- organiza- cyjny	Przeznaczenie	Typ	Zakres czę- stotliwości /MHz/	Moc /W/	Ilość w		
						pułku	dywizji	armii
1	2	3	4	5	6	7	8	9
		K/R dowódcy OPL frontu	R-140	1,5-30,0	1000	-	-	2
		S/R dowódcy OPL armii	R-137	20-60	1000	-	-	2
		S/R dowódcy OPL armii	R-137	20-60	1000	-	-	2
		S/R dowódcy brt	R-137	20-60	1000	-	-	6
		S/R powiadamiania armii	R-102	1,0 - 8,0	800	-	-	4
		S/R powiadamiania frontu	AMUR	-	-	-	-	2
		S/R powiadamiania sąsiedniej armii	AMUR	-	-	-	-	2
		S/R powiadamiania sąsiedniej armii	AMUR	-	-	-	-	-
		K/R meldowania RPWN plm	AMUR	-	-	-	-	2
		K/R meldowania RSWP ZT prplot	1250	1,5 - 30	-	-	-	6
		K/R meldowania RPW armii	VU	100 - 500	-	-	-	2
		S/R meldowania RPW armii	R-111	20-52	100	-	-	4
								36
		S/R dowódcy OPL armii	R-137	20-60	1000	-	1	4

1	2	3	4	5	6	7	8	9
		S/R dowódcy OPL armii	R-137	20 - 60	1000	1	1	2
		K/R szefa OPL DPanc	R-111	20 - 52	100	1	1	1
		S/R sztabu DPanc	R-130	1,5 - 11	12-40	1	1	1
		S/R dowódcy prplot	R-111 /109,107/ 123	20 - 52	100	53	53	106
		S/R telekodowa pułku	9S 62	-	200	-	-	-
		S/R dowodzenia rozpoznaniem	R-107	20 - 52	1,0-1,3	3	3	6
		S/R sztabu prplot	R-107	20 - 52	1,0-1,3	10	10	20
	prplot	S/R meldowania najbliższego RPW	R-107	20 - 52	1,0-1,3	1	1	2
		S/R szefa służb technicznych	R-123/107	20-51,5	20	5	5	10
		S/R kwatermistrza armii /DPanc/	R-118	1,0-7,5	200	1	1	2
		S/R plutonu dowozu	R-107	20-52	1,0-1,3	6	6	12
		K/R meldowania do CRI	R-130	1,5-11	12-40	1	1	2
		S/R dowódcy baterii	R-123	20-51,5	20	35	35	70
		-	-	-	-	-	-	630
		RLS wykrywania	JAWOR-M-2	dcm	2,5.10 ⁶	-	-	2
		wysokościomierz RPW	NIDA	cm	0,9.10 ⁶	-	-	2
		RLS wykrywania	JAWOR-M	dcm	2,0.10 ⁶	-	-	2
		wysokościomierz RPW	BOGOTA	dcm	0,8.10 ⁶	-	-	2
		RLS wykrywania	P-12	m	0,18.10 ⁶	-	-	2
	Armia	RSWP prplot	P-18	m	0,18.10 ⁶	-	-	1
		RSWP prplot	P-40	cm	1,6.10 ⁶	-	-	1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Konpozycja	wysokościomierz prplot RLS wskazania celu	-	RPW-9	cm	0,7.10 ⁶	-	-	1	
			1 S 11	-	0,5.10 ⁶	-	-	5	
	Dywizja	-	RSWP dywizji RSWP paplot wysokościomierz paplot RSWP prplot RSWP prplot wysokościomierz prplot RLS wskazania celu	-	-	-	-	-	18
				P-15	dcm	0,2.10 ⁶	-	2	10
				JAWOR-M	dcm	2,0.10 ⁶	-	1	4
				BOGOTA	dcm	0,8.10 ⁶	-	1	4
				P-18	m	0,18.10 ⁶	-	1	1
				P-40	cm	1,6.10 ⁶	-	1	1
				RSW 9	cm	0,7.10 ⁶	-	1	179
				1 S 11	-	0,5.10 ⁶	-	5	5
Armia	-	RLS naprowadzania Zautomatyzowany zestaw kierowania ogniem	-	-	-	-	-	26	
			1 S 31	cm	0,2.10 ⁶	-	-	5	
			K-1	-	-	-	-	-	1
			-	-	-	-	-	-	6
			1 S 31	cm	0,2.10 ⁶	-	5	5	
			K-1	-	-	-	1	1	
Dywizja	-	RLS naprowadzania Zautomatyzowany zestaw kierowania ogniem	-	-	-	-	-	6	
			1 S 31	cm	0,2.10 ⁶	-	5	5	
			K-1	-	-	-	1	1	

Ochł s

1	2	3	4	5	6	7	8	9
		Zestaw radiolokacyjny- przelicznikowy	ZRP-1	cm	0,15.10 ⁶	-	6	24
		-	-	-	-	-	-	30
	Pużk/pcz/	Zestaw radiolokacyjny- przelicznikowy	ZRP-2	cm	0,15.10 ⁶	4	-	28
		-	-	-	-	-	-	28

TABELA 2

Załącznik 33

DANE TAKTYCZNO-TECHNICZNE RLS JAWOR-M NIEZBĘDNE DO
OKREŚLANIA WARUNKÓW KEM METODĄ ANALITYCZNO-GRAFICZNĄ

Lp.	Parametr	Jednostki miary	Wartość
1	2	3	4
1.	Zakres częstotliwości roboczych	MHz	1250-1350
2.	Częstotliwość robocza	MHz	1300
3.	Moc promieniowania nadajnika	W	$2 \cdot 10^3$
4.	Szerokość pasma podstawowego promieniowania nadawnika	MHz	1
5.	Szerokość pasma przepuszczenia odbiornika	MHz	1
6.	Zysk antenowy	dB	30,5
7.	Poziom bocznych listków charakterystyki względem głównego	dB	-20
8.	Wysokość podniesienia anteny	m	5
9.	Polaryzacja	—	pozioma
10.	Moc progowa odbiornika	W	$2 \cdot 10^{-13}$

ZESTAWIENIE WARTOŚCI CHARAKTERYSTYKI PROMIENIOWANIA
 RLS JAWOR-M PRZEDSTAWIAJĄCE ZMIANĘ SYGNAŁU W FUNKCJI
 KĄTA OBROTU ANTENY.

Lp.	S_{ij}	F_{oi} / S_{ij}
1	2	3
1.	340	0,00008
2.	345	0,00015
3.	350	0,00010
4.	351	0,00015
5.	352	0,00150
6.	354	0,00400
7.	355	0,00200
8.	357	0,00160
9.	357,5	0,00150
10.	358	0,01500
11.	358,5	0,10000
12.	359	0,35000
13.	359,5	0,50000
14.	360	1,00000
15.	0,5	0,50000
16.	1,0	0,35000
17.	1,5	0,10000
18.	2,0	0,015000
19.	2,5	0,00150
20.	3,0	0,00100
21.	3,5	0,00030
22.	5,0	0,00040
23.	5,0	0,00040
24.	6,5	0,04000
25.	7,5	0,03000
26.	8,0	0,00060
27.	10	0,00008
28.	13	0,00025
29.	15	0,00060
30.	20	0,00006

1	2	3
31.	25	0,00010
32.	30	0,00006
33.	35	0,00050
34.	40	0,00020
35.	45	0,00010
36.	50	0,00020
37.	55	0,00015
38.	60	0,00001
39.	65	0,00015
40.	70	0,00020
41.	75	0,00040
42.	80	0,00070
43.	85	0,00080
44.	90	0,00080
45.	95	0,00070
46.	100	0,00065
47.	105	0,00050
48.	110	0,00045
49.	115	0,00040
50.	120	0,00035
51.	125	0,00025
52.	130	0,00015
53.	135	0,00012
54.	140	0,00010
55.	145	0,00008
56.	150	0,00006
57.	155	0,00005
58.	160	0,00004
59.	165	0,00004
60.	170	0,00003
61.	175	0,00035
62.	180	0,00002
63.	185	0,00002
64.	190	0,00003
65.	195	0,00008
66.	200	0,00015
67.	205	0,00015

1	2	3
68.	210	0,00012
69.	215	0,00013
70.	220	0,00015
71.	225	0,00025
72.	230	0,00040
73.	235	0,00050
74.	240	0,00065
75.	245	0,00100
76.	250	0,00100
77.	255	0,00120
78.	260	0,00150
79.	265	0,00130
80.	270	0,00100
81.	275	0,00080
82.	280	0,00065
83.	285	0,00050
84.	290	0,00020
85.	295	0,00015
86.	300	0,00012
87.	305	0,00008
88.	310	0,00006
89.	315	0,00010
90.	320	0,00012
91.	325	0,00015
92.	330	0,00008
93.	335	0,00004
94.	340	0,00008

WYNIKI BADAŃ EKSPERYMENTALNYCH

Lp	Odległość wzajemna /m/ typ RLS	Kąt położenia anteny		Pozi- om sygn. zakł. účaj. U wyj /V/	Pozi- om sygn. zakł. w st. do wa rto- ści Max dla dane- go R _{sij}	Pozi- om sygn. zakł. w st. do wart. Max dla R _{sij} 500m	U wej / nV/	P wej /W/
		RLS zak- łócają- cej	RLS zakłó- canej	5	6	7	8	9
1.	500 JM	0	180	7,00	1,0	1,0	500	5.10 ⁻⁹
2.	-	0	270	7,00	1,0	1,0	500	5.10 ⁻⁹
3.	-	0	360	6,75	0,96	0,96	100	2.10 ⁻¹⁰
4.	-	270	180	7,00	1,0	1,0	500	5.10 ⁻⁹
5.	-	270	270	7,00	1,0	1,0	500	5.10 ⁻⁹
6.	-	270	360	7,00	1,0	1,0	500	5.10 ⁻⁹
7.	-	180	180	6,75	0,96	0,96	100	2.10 ⁻¹⁰
8.	-	180	270	6,75	0,96	0,96	100	2.10 ⁻¹⁰
9.	-	180	360	6,75	0,96	0,96	100	2.10 ⁻¹⁰
10.	-	0	0-360	7,00	1,0	1,0	500	5.10 ⁻⁹
11.	-	0-360	0-360	7,00	1,0	1,0	500	5.10 ⁻⁹
12.	-	-	0-360	-	-	-	-	-
13.	JM P-12/18/	0-360	0-360	-	-	-	-	-
14.	P-12/18/	0	0-360	-	-	-	-	-
15.	P-15	0	0-360	-	-	-	-	-
16.	1000 JM	0	180	7,00	1,0	1,0	500	5.10 ⁻⁹
17.	-	0	270	6,75	0,96	0,96	100	2.10 ⁻¹⁰
18.	-	0	360	6,75	0,96	0,96	100	2.10 ⁻¹⁰
19.	-	270	180	6,75	0,96	0,96	100	2.10 ⁻¹⁰
20.	-	270	270	6,75	0,96	0,96	100	2.10 ⁻⁹
21.	-	270	360	6,75	0,96	0,96	100	2.10 ⁻⁹
22.	-	180	180	6,75	0,96	0,96	100	2.10 ⁻⁹
23.	-	180	270	6,75	0,96	0,96	100	2.10 ⁻⁹
24.	-	180	360	6,50	0,92	0,92	70	2.10 ⁻¹⁰
25.	-	0	0-360	7,00	1,0	1,0	500	5.10 ⁻⁹

1	2	3	4	5	6	7	8	9
26.	-	0-360	0-360	6,75	0,96	0,96	100	$2 \cdot 10^{-10}$
27.	-	-	0-360	-	-	-	-	-
28.	1000 P-12	0	0-360	-	-	-	-	-
29.	P-15	0	0-360	-	-	-	-	-
30.	1500 P-15	0	0-360	-	-	-	-	-
31.	P-12 JM	0	180	7,00	1,0	1,0	500	$5 \cdot 10^{-9}$
32.	P-12 JM	0	270	7,00	1,0	1,0	500	$5 \cdot 10^{-9}$
33.	P-12 JM	0	360	6,75	0,96	0,96	100	$2 \cdot 10^{-10}$
34.	P-12 JM	0	0-360	7,00	1,0	1,0	500	$5 \cdot 10^{-9}$
35.	P-12 JM	0-360	0-360	7,00	1,0	1,0	500	$5 \cdot 10^{-9}$
36.	P-15 JM	0	180	7,00	1,0	1,0	500	$5 \cdot 10^{-9}$
37.	P-15 JM	0	270	7,00	1,0	1,0	500	$5 \cdot 10^{-9}$
38.	P-15 JM	0	360	6,75	0,96	0,96	100	$2 \cdot 10^{-10}$
39.	P-15 JM	0	0-360	7,00	1,0	1,0	500	$5 \cdot 10^{-9}$
40.	P-15 JM	0-360	0-360	7,00	1,0	1,0	500	$5 \cdot 10^{-9}$
41.	1500 JM	0	180	6,50	1,0	0,92	70	$1 \cdot 10^{-10}$
42.	-	0	270	6,25	0,96	0,89	50	$5 \cdot 10^{-10}$
43.	-	0	360	6,00	0,92	0,85	40	$3 \cdot 10^{-11}$
44.	-	270	180	6,25	0,96	0,89	50	$5 \cdot 10^{-11}$
45.	-	270	270	6,25	0,96	0,89	50	$5 \cdot 10^{-11}$
46.	-	270	360	6,00	0,92	0,85	40	$3 \cdot 10^{-11}$
47.	1500 JM	180	180	6,00	0,92	0,85	40	$3 \cdot 10^{-11}$
48.	-	180	270	6,00	0,92	0,85	40	$3 \cdot 10^{-11}$
49.	-	180	360	5,75	0,88	0,82	30	$2 \cdot 10^{-11}$
50.	-	0	0-360	6,25	0,96	0,89	50	$5 \cdot 10^{-11}$
51.	-	0-360	0-360	6,00	0,92	0,85	40	$3 \cdot 10^{-11}$
52.	1500 P-12	0	0-360	-	-	-	-	-
53.	P-12 JM	0	0-360	6,25	0,96	0,89	50	$5 \cdot 10^{-11}$
54.	2000 JM	0	180	6,00	1,0	0,85	40	$3 \cdot 10^{-11}$
55.	-	0	270	5,75	0,95	0,82	30	$2 \cdot 10^{-11}$
56.	-	0	360	5,50	0,91	0,78	25	$1 \cdot 10^{-11}$
57.	-	270	180	5,75	0,95	0,82	30	$2 \cdot 10^{-11}$
58.	-	270	270	5,75	0,95	0,82	30	$2 \cdot 10^{-11}$
59.	-	270	360	5,50	0,91	0,78	25	$1 \cdot 10^{-11}$
60.	-	180	180	5,50	0,91	0,78	25	$1 \cdot 10^{-11}$
61.	-	180	270	5,50	0,91	0,78	25	$1 \cdot 10^{-11}$
62.	-	180	360	5,25	0,87	0,75	20	$8 \cdot 10^{-12}$
63.	-	0	0-360	5,75	0,95	0,82	30	$2 \cdot 10^{-11}$

1	2	3	4	5	6,	7	8	9
64.	-	0-360	0-360	5,50	0,91	0,78	25	$1 \cdot 10^{-11}$
65.	2500 P-12	0	0-360	-	-	-	-	-
66.	P-12 JM	0	0-360	5,75	0,95	0,82	30	$2 \cdot 10^{-11}$
67.	P-15	0	0-360	-	-	-	-	-
68.	P-15 JM	0-360	0-360	5,75	0,95	0,82	30	$2 \cdot 10^{-11}$
69.	2500 JM	0	180	6,00	1,0	0,85	40	$3 \cdot 10^{-11}$
70.	-	0	270	5,75	0,95	0,82	30	$2 \cdot 10^{-11}$
71.	-	0	360	5,75	0,95	0,82	30	$2 \cdot 10^{-11}$
72.	-	270	180	5,75	0,95	0,82	30	$2 \cdot 10^{-11}$
73.	-	270	270	5,50	0,91	0,78	25	$1 \cdot 10^{-11}$
74.	-	270	360	5,25	0,87	0,75	20	$8 \cdot 10^{-12}$
75.	-	180	180	5,75	0,95	0,82	30	$2 \cdot 10^{-11}$
76.	-	180	270	5,25	0,87	0,75	20	$8 \cdot 10^{-12}$
77.	-	180	360	5,00	0,83	0,71	15	$5 \cdot 10^{-12}$
78.	-	0	0-360	-	-	-	-	-
79.	-	0-360	0-360	-	-	-	-	-
80.	3000 JM	0	180	5,75	1,0	0,82	30	$2 \cdot 10^{-11}$
81.	-	0	270	5,5	0,95	0,78	25	$1 \cdot 10^{-11}$
82.	-	0	360	5,5	0,95	0,78	25	$1 \cdot 10^{-11}$
83.	-	270	180	5,5	0,95	0,78	25	$1 \cdot 10^{-11}$
84.	-	270	270	5,25	0,91	0,75	20	$8 \cdot 10^{-12}$
85.	-	270	360	5,0	0,86	0,71	15	$5 \cdot 10^{-12}$
86.	-	180	100	5,5	0,95	0,78	25	$1 \cdot 10^{-11}$
87.	-	180	270	5,0	0,86	0,71	15	$5 \cdot 10^{-12}$
88.	-	180	360	4,5	0,78	0,64	10	$2 \cdot 10^{-12}$
89.	-	0	-	-	-	-	-	-
90.	-	0-360	-	-	-	-	-	-
91.	4000 JM	0	180	5,5	1,0	0,78	25	$1 \cdot 10^{-11}$
92.	-	0	270	5,25	0,95	0,75	20	$8 \cdot 10^{-12}$
93.	-	0	360	5,25	0,95	0,75	20	$8 \cdot 10^{-12}$
94.	-	270	180	5,25	0,95	0,75	20	$8 \cdot 10^{-12}$
95.	-	270	270	5,00	0,90	0,71	15	$5 \cdot 10^{-12}$
96.	-	270	360	4,5	0,81	0,64	10	$2 \cdot 10^{-12}$
97.	-	180	180	5,25	0,95	0,75	20	$8 \cdot 10^{-12}$
98.	-	180	270	5,0	0,90	0,71	15	$5 \cdot 10^{-12}$
99.	-	180	360	4,0	0,72	0,57	5	$5 \cdot 10^{-13}$
100.	4000 JM	0	0-360	-	1,0	-	-	-

1	2	3	4	5	6	7	8	9
101	-	0-360	0-360	-	0,95	-	-	-
102	5000 JM	0	180	5,00	1,00	0,78	25	$1 \cdot 10^{-11}$
103	-	0	270	5,25	0,95	0,75	20	$8 \cdot 10^{-12}$
104	-	0	360	5,00	0,90	0,71	15	$5 \cdot 10^{-12}$
105	-	270	180	5,25	0,95	0,75	20	$8 \cdot 10^{-12}$
106	-	270	270	5,25	0,95	0,75	20	$8 \cdot 10^{-12}$
107	-	270	360	4,50	0,81	0,64	10	$2 \cdot 10^{-12}$
108	-	180	180	5,00	0,90	0,71	15	$5 \cdot 10^{-12}$
109	-	180	270	4,50	0,81	0,64	10	$2 \cdot 10^{-12}$
110	-	180	360	4,00	0,72	0,57	5	$5 \cdot 10^{-13}$
111	-	0	0-360	-	-	-	-	-
112	-	0-360	0-360	-	-	-	-	-
113	-	0-360	0-360	-	-	-	-	-
114	6000 JM	0	180	5,00	1,0	0,71	15	$5 \cdot 10^{-12}$
115	-	0	270	4,50	0,9	0,64	10	$2 \cdot 10^{-12}$
116	-	0	360	4,00	0,8	0,57	5	$5 \cdot 10^{-13}$
117	-	270	180	4,50	0,9	0,64	10	$2 \cdot 10^{-12}$
118	-	270	270	4,0	0,8	0,57	5	$5 \cdot 10^{-13}$
119	-	270	360	4,00	0,8	0,57	5	$5 \cdot 10^{-13}$
120	-	180	180	4,00	0,80	0,57	5	$5 \cdot 10^{-13}$
121	-	180	180	4,00	0,80	0,57	5	$5 \cdot 10^{-13}$
122	-	180	360	4,00	0,8	0,57	5	$5 \cdot 10^{-13}$
123	-	0	0-360	-	-	-	-	-
124	-	0-360	0-360	-	-	-	-	-
125	-	0-360	0-360	-	-	-	-	-
126	7000 JM	0	180	5,25	1,0	0,75	2,0	$8 \cdot 10^{-12}$
127	-	0	270	4,50	0,85	0,64	10	$2 \cdot 10^{-12}$
128	-	0	360	4,00	0,76	0,57	5	$5 \cdot 10^{-13}$
129	-	270	180	4,00	0,76	0,57	5	$5 \cdot 10^{-13}$
130	-	270	270	4,50	0,85	0,64	10	$2 \cdot 10^{-12}$
131	-	270	360	4,00	0,76	0,57	5	$5 \cdot 10^{-13}$
132	-	180	180	4,00	0,76	0,57	5	$5 \cdot 10^{-13}$
133	-	180	270	4,00	0,76	0,57	5	$5 \cdot 10^{-13}$
134	-	180	360	4,00	0,76	0,57	5	$5 \cdot 10^{-13}$
135	-	0	0-360	-	-	-	-	-
136	-	0-360	0-360	-	-	-	-	-
137	-	0-360	0-360	-	-	-	-	-

1	2	3	4	5	6	7	8	9
138	-	-	0-360	-	-	-	-	-
139	-	-	0-360	-	-	-	-	-
140	8000 JM	0	180	5,00	1,0	0,71	15	$5 \cdot 10^{-12}$
141	-	0	270	4,50	0,9	0,64	10	$2 \cdot 10^{-12}$
142	-	0	360	4,00	0,8	0,57	5	$5 \cdot 10^{-13}$
143	-	270	180	4,50	0,9	0,64	10	$2 \cdot 10^{-12}$
144	-	270	270	4,00	0,8	0,57	5	$5 \cdot 10^{-13}$
145	-	270	360	4,00	0,8	0,57	5	$5 \cdot 10^{-13}$
146	-	180	180	4,00	0,8	0,57	5	$5 \cdot 10^{-13}$
147	-	180	270	4,00	0,8	0,57	5	$5 \cdot 10^{-13}$
148	-	180	360	-	-	-	-	-
149	-	0	0-360	-	-	-	-	-
150	-	0-360	0-360	-	-	-	-	-
151	10000 JM	0	180	5,00	1,0	0,71	15	$5 \cdot 10^{-12}$
152	-	0	270	4,50	0,9	0,64	10	$2 \cdot 10^{-12}$
153	-	0	360	4,00	0,8	0,57	5	$5 \cdot 10^{-13}$
154	10000 JM	270	180	4,50	0,9	0,64	10	$2 \cdot 10^{-12}$
155	-	270	270	4,00	0,8	0,57	5	$5 \cdot 10^{-13}$
156	-	270	360	4,00	0,8	0,57	5	$5 \cdot 10^{-13}$
157	-	180	180	4,00	0,8	0,57	5	$5 \cdot 10^{-13}$
158	-	180	270	-	-	-	-	-
159	-	180	360	-	-	-	-	-
160	-	0	0-360	-	-	-	-	-
161	-	0-360	0-360	-	-	-	-	-
162	12000 JM	0	180	5,00	1,0	0,71	15	$5 \cdot 10^{-12}$
163	-	0	270	4,00	0,8	0,57	5	$5 \cdot 10^{-13}$
164	-	0	360	-	-	-	-	-
165	-	270	180	4,00	0,8	0,57	5	$5 \cdot 10^{-13}$
166	-	270	270	-	-	-	-	-
167	-	270	360	-	-	-	-	-
168	-	180	180	-	-	-	-	-
169	-	180	270	-	-	-	-	-
170	-	180	360	-	-	-	-	-
171	-	0	0-360	-	-	-	-	-
172	-	0-360	0-360	-	-	-	-	-
173	-	0-360	0-360	-	-	-	-	-
174	15000 JM	0	360	-	-	-	-	-

1	2	3	4	5	6	7	8	9
175	-	0	360	-	-	-	-	-
176	-	0	180	-	-	-	-	-
177	-	270	270	-	-	-	-	-
178	-	270	360	-	-	-	-	-
179	-	270	180	-	-	-	-	-
180	-	180	270	-	-	-	-	-
181	-	180	360	-	-	-	-	-
182	-	180	0-360	-	-	-	-	-
183	-	0	0-360	-	-	-	-	-
184	-	0-360	0-360	-	-	-	-	-
185	-	0-360	0-360	-	-	-	-	-
186	500 ZRP-1	0	0-360	-	-	-	-	-
187	ZRP-2	0	0-360	-	-	-	-	-
188	1000 ZRP-1	0	0-360	-	-	-	-	-
189	ZRP-2	0	0-360	-	-	-	-	-
190	500 SSWN	0	0-360	-	-	-	-	-
191	1000 SSWN	0	0-360	-	-	-	-	-

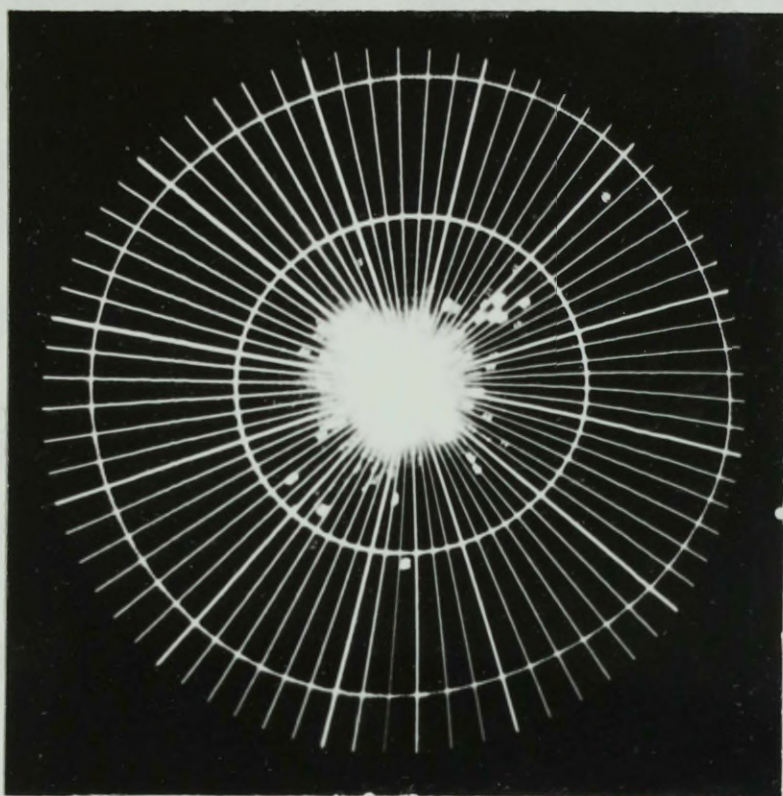
JM - JAWOR-M

TABELA 6

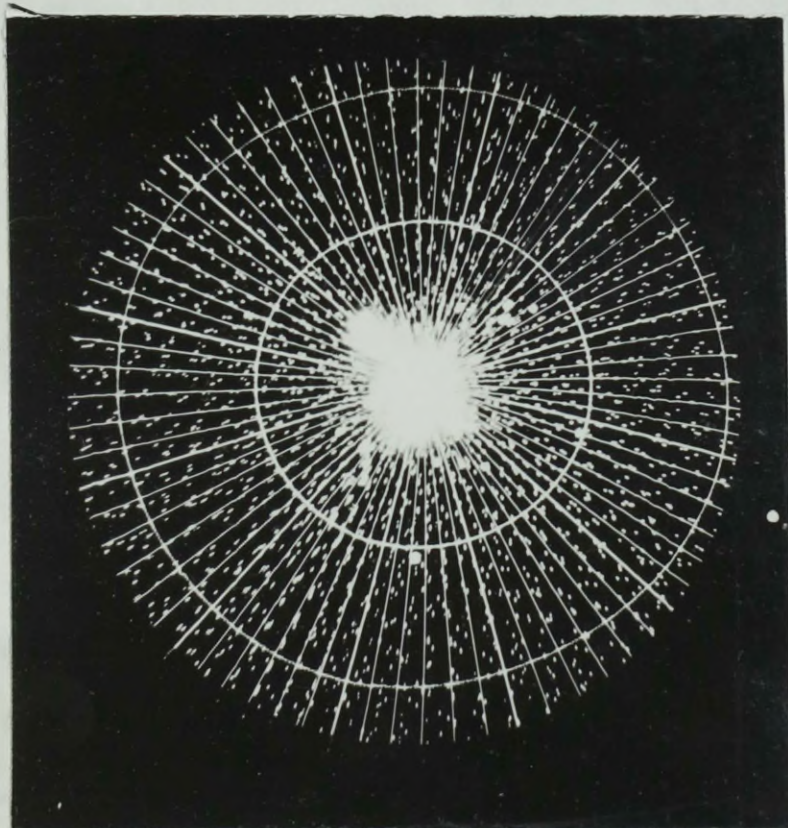
Lp.	Sektor i czas występowania zakłóceń	Typ URE zakłócającej i zakłócającej	Odległość wzajemna	Charakterystyka terenu	Warunki atmosferyczne	Intensywność zakłóceń	Podjęte środki w celu wyeliminowania zakłóceń	Stożek wyeliminowania zakłóceń
1	2	3	4	5	6	7	8	9

WYKAZ URE ELEMENTÓW SKŁADOWYCH ARMIJNEGO
SYSTEMU OBRONY PRZECIWLOTNICZEJ

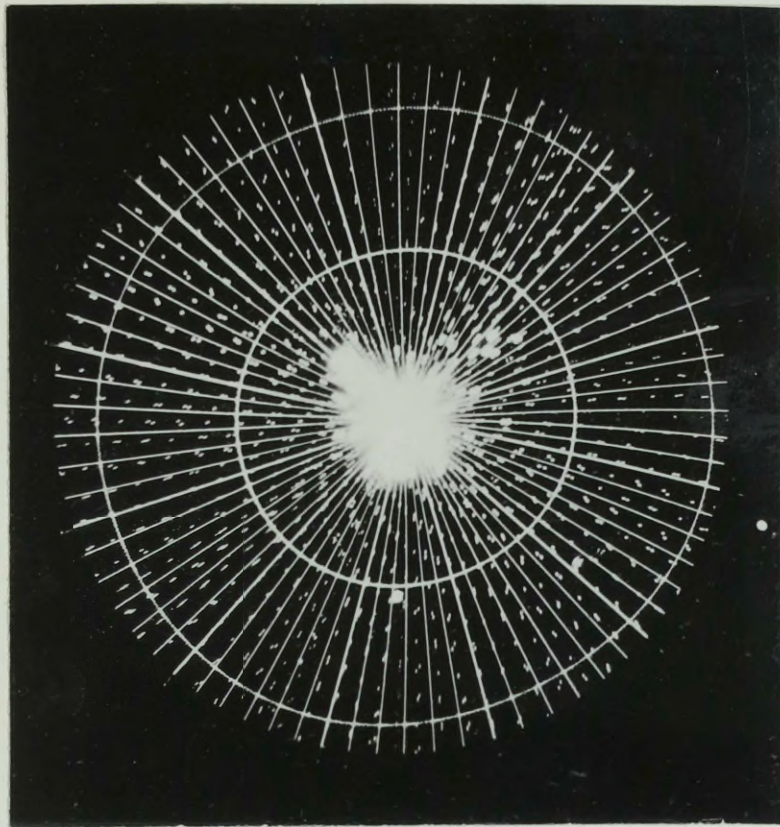
Lp.	Element systemu	Typ URE	Spełnione funkcje	Priorytet pracy	Możliwości zastąpienia innym URE
1	2	3	4	5	6
1 • • • n n+1	prplot	R-137	S/R dowódcy OPL armii	A	
		R-118	S/R kwatermistrza/ współdziałanie z PłSD/	B	
		R-111	S/R dowódcy prplot	A	
		9S62	S/R telekodowa pułku	A	S/R wskazywania celów
		R-107	S/R dowodzenia rozpoznaniem		
		R-109	S/R wskaz. celów	A	
		R-107	S/R meldowania najbliższego RPW	B	
		R-123	S/R szefa służb technicznych		
		R-130	K/R meldowania do CRJ	A	
		P-40	RSWP	A	RLS najbliższego RPW RSWP dywizji lub paplot
		P-18	RSWP	A	
		RPW-9	wysokościomierz	B	
n+2 • •		1S91	SSWN	A	P-40 SSWN innej baterii prplot



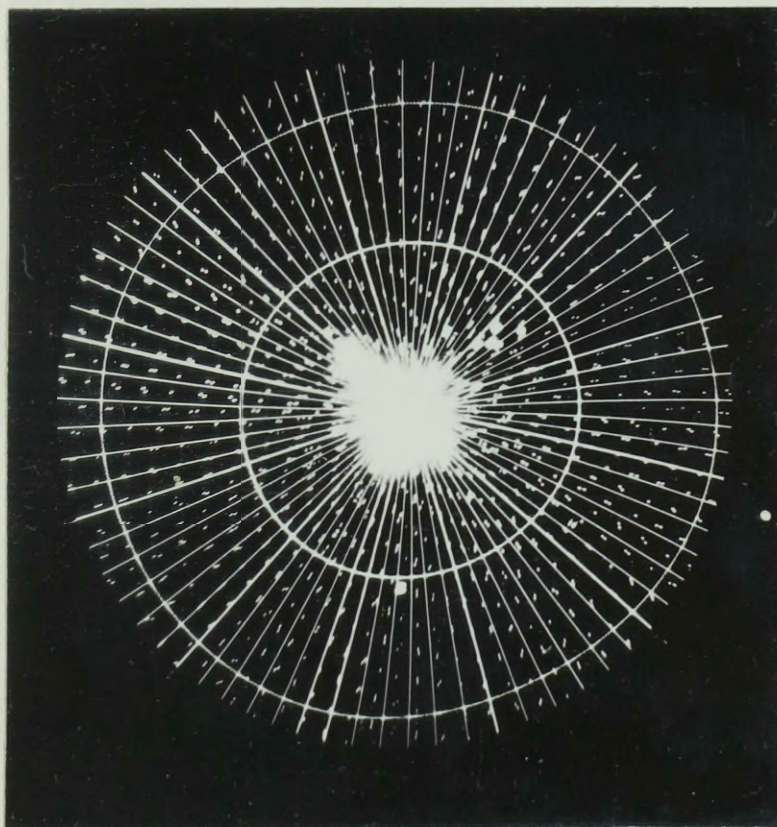
Zdjęcie 1. Obraz na wskaźniku P RLS JAWOR-M w przypadku nie występowania zakłóceń.



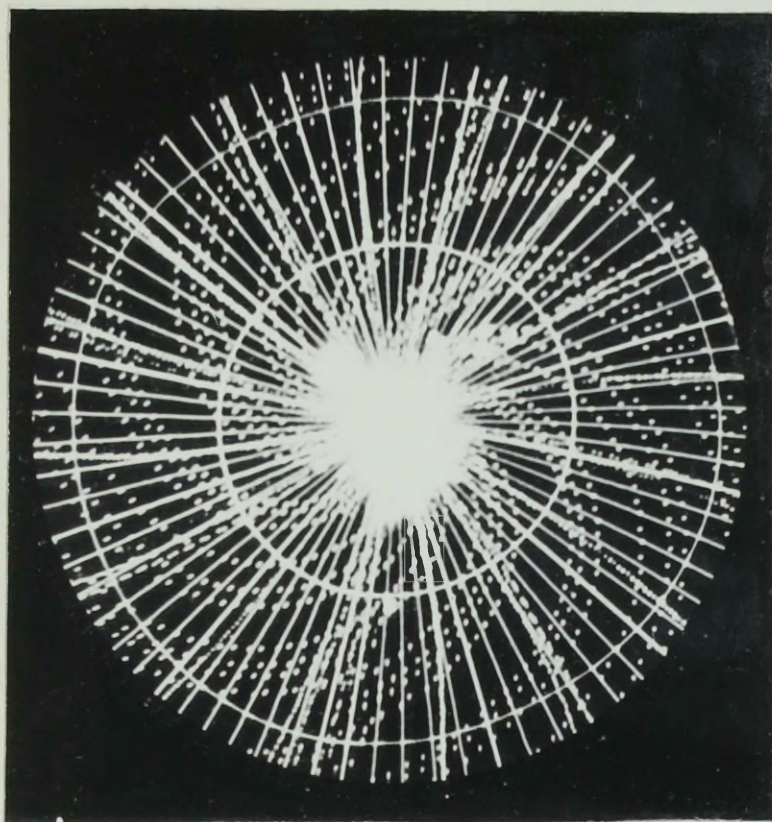
Zdjęcie 2. Zakłócenia wzajemne na wskaźniku P RLS JAWOR-M; RLS zakłócająca JAWOR-M; odległość wzajemna 500 m; kąt zorientowania anteny RLS zakłócającej 0° zakłócającej 0-360°.



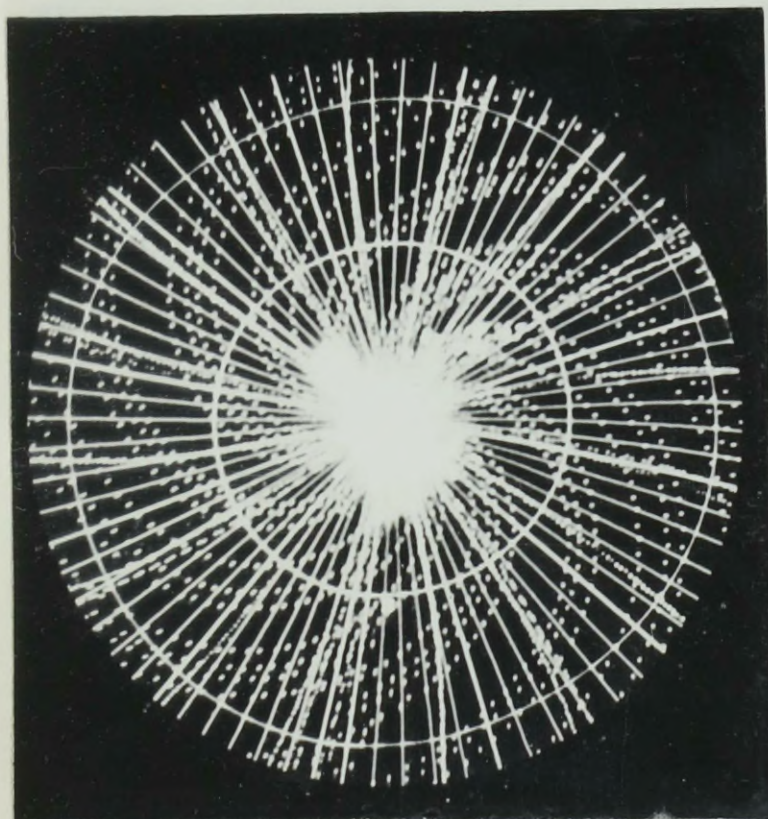
Zdjęcie 3. Zakłócenia wzajemne na wskaźniku P; RLS JAWOR-M; RLS zakłócająca JAWOR-M; odległość wzajemna 1000 m; kąt zorientowania anteny RLS zakłócającej 0° ; zakłócanej $0-360^{\circ}$.



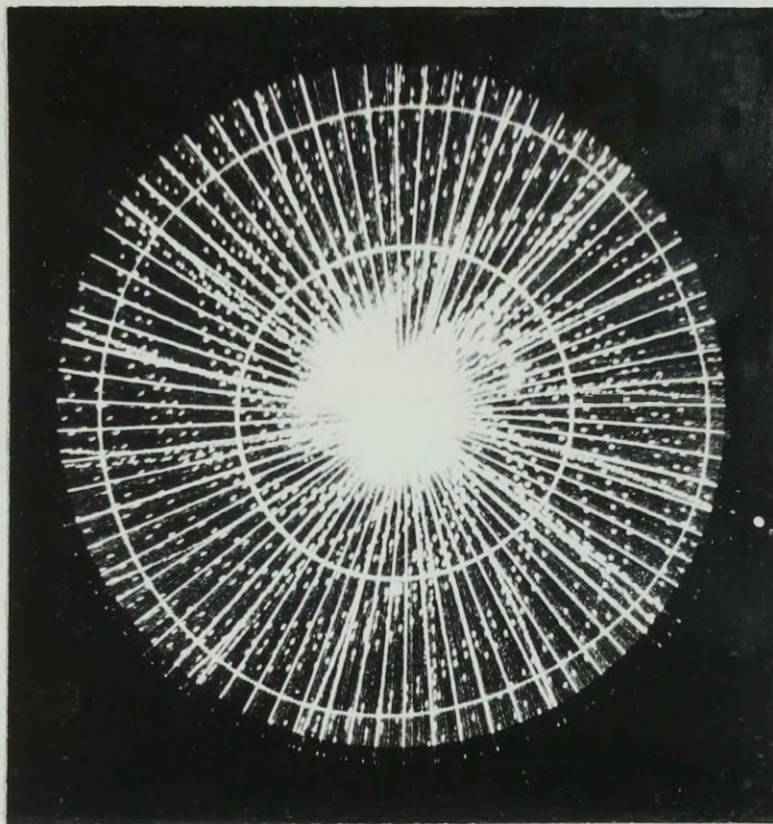
Zdjęcie 4. Zakłócenia wzajemne na wskaźniku P; RLS JAWOR-M; RLS zakłócająca JAWOR-M; odległość wzajemna-1000m kąt zorientowania anteny RLS zakłócającej $0-360^{\circ}$, zakłócanej $0-360^{\circ}$.



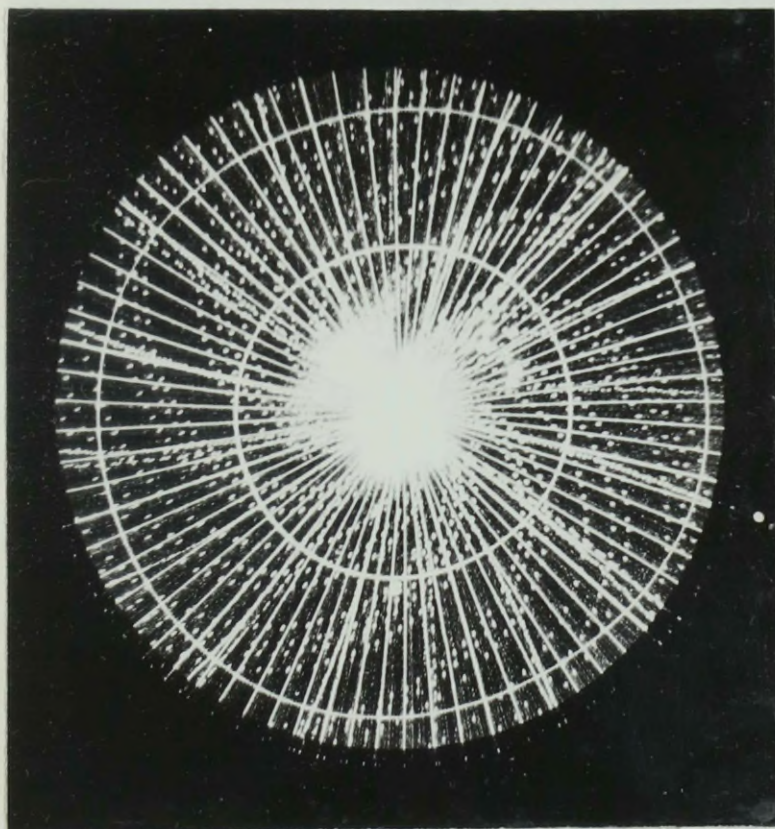
Zdjęcie 5. Zakłócenia wzajemne na wskaźniku P; RLS JAWOR-M; RLS zakłócająca JAWOR-M; odległość wzajemna 1500 m; kąt zorientowania anteny RLS zakłócającej 0° , zakłócanej $0-360^{\circ}$.



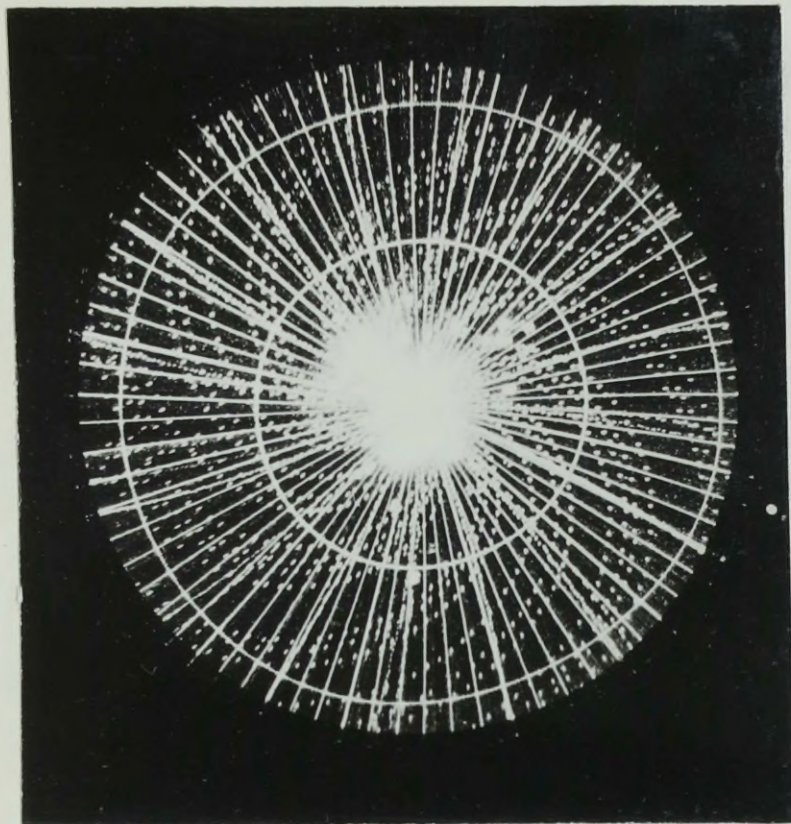
Zdjęcie 6. Zakłócenia wzajemne na wskaźniku P; RLS JAWOR-M; RLS zakłócająca JAWOR-M; odległość wzajemna 1500 m; kąt zorientowania anteny RLS zakłócającej $0-360^{\circ}$, zakłócanej $0-360^{\circ}$.



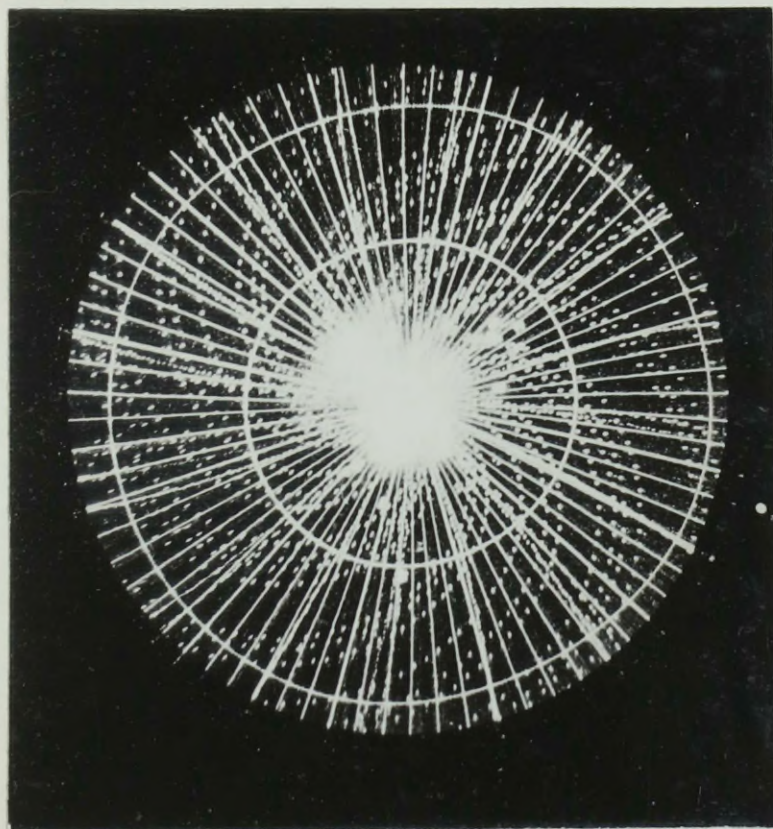
Zdjęcie 7. Zakłócenia wzajemne na wskaźniku P; RLS JAWOR-M; RLS zakłócająca JAWOR-M; odległość wzajemna 2000 m; kąt zorientowania anteny RLS zakłócającej 0° , zakłócanej $0-360^{\circ}$.



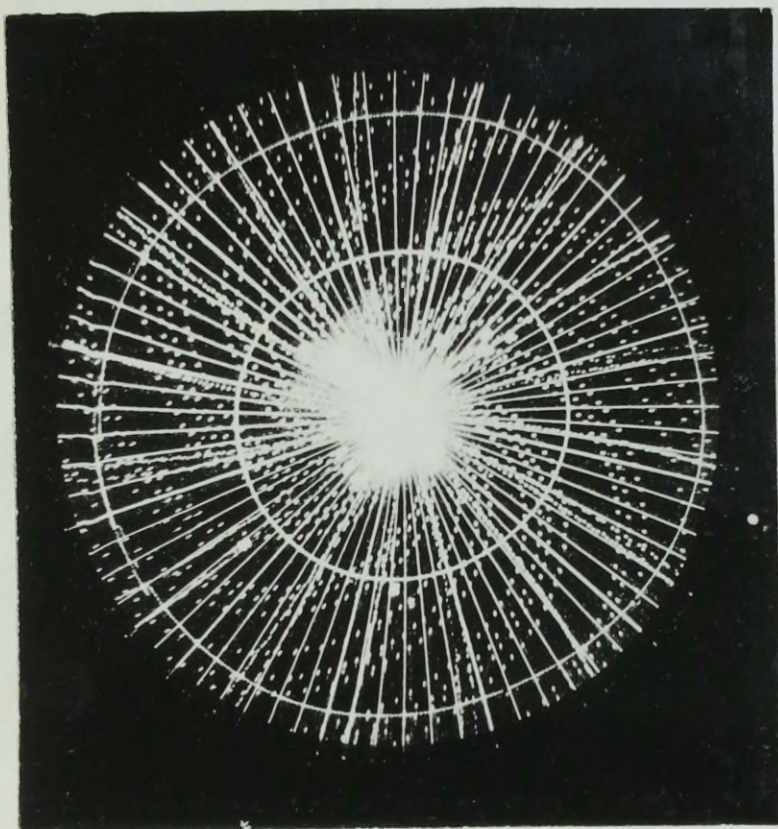
Zdjęcie 8. Zakłócenia wzajemne na wskaźniku P; RLS JAWOR-M; RLS zakłócająca JAWOR-M; odległość wzajemna 2000 m; kąt zorientowania anteny RLS zakłócającej $0-360^{\circ}$, zakłócającej $0-360^{\circ}$.



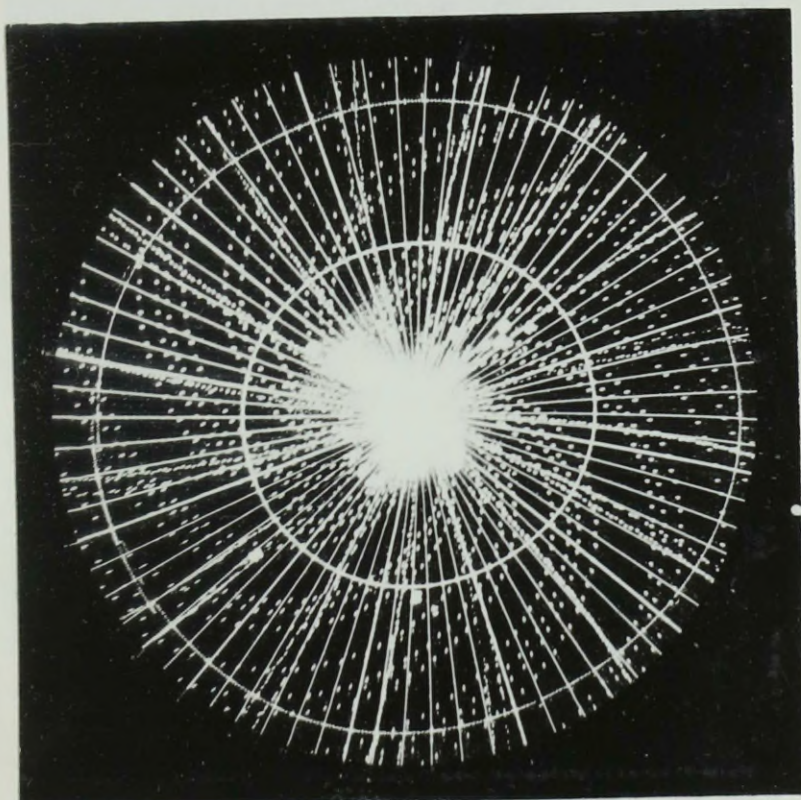
Zdjęcie 9. Zakłócenia wzajemne na wskaźniku P, RLS JAWOR-M; RLS zakłócająca JAWOR-M; odległość wzajemna 2500 m; kąt zorientowania anteny RLS zakłócającej 0° , zakłócanej $0-360^{\circ}$.



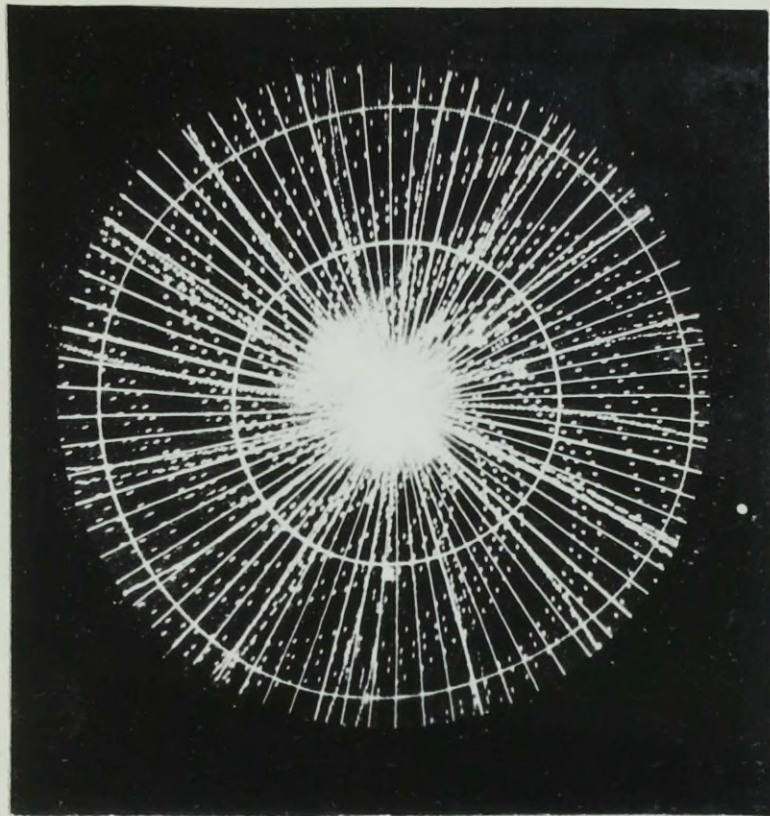
Zdjęcie 10. Zakłócenia wzajemne na wskaźniku P, RLS JAWOR-M; RLS zakłócająca JAWOR-M; odległość wzajemna 2500 m; kąt zorientowania anteny RLS zakłócającej $0-360^{\circ}$, zakłócanej $0-360^{\circ}$.



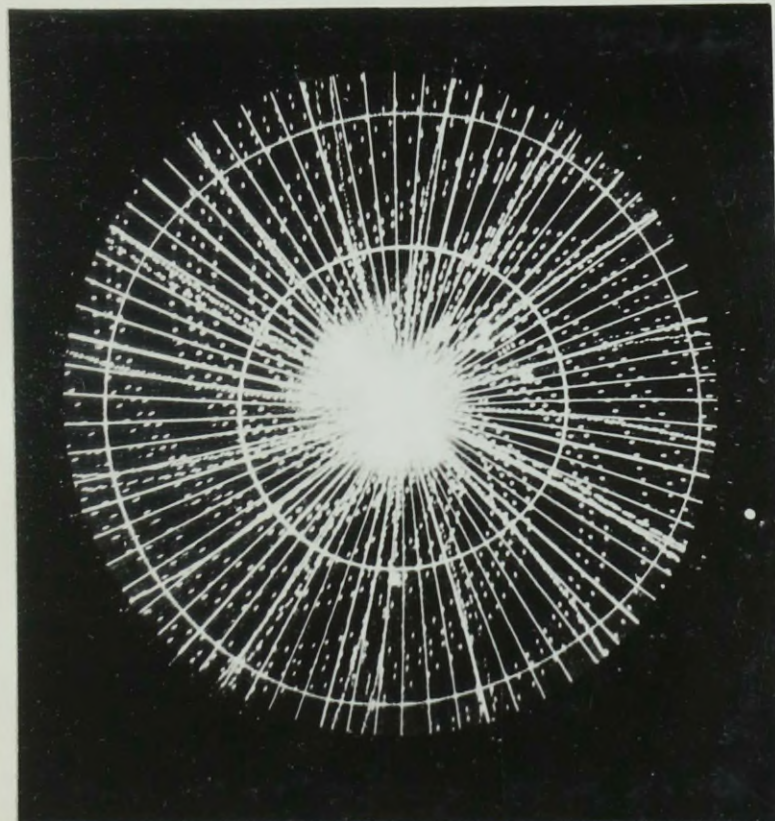
Zdjęcie 11. Zakłócenia wzajemne na wskaźniku P, RLS JAWOR-M; RLS zakłócająca JAWOR-M; odległość wzajemna 3000 m; kąt zorientowania anteny RLS zakłócającej 0° , zakłócanej $0-360^{\circ}$.



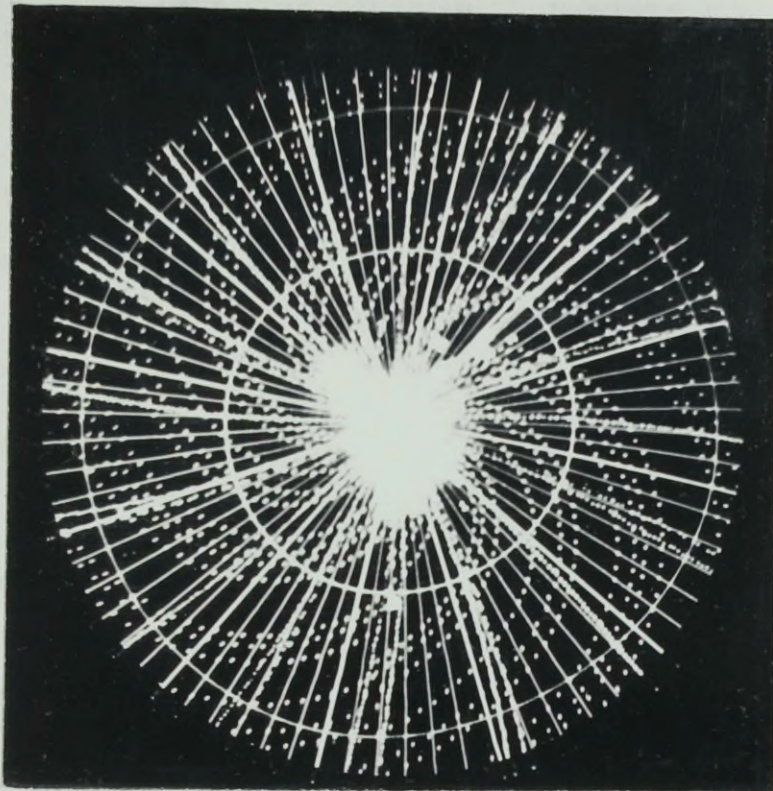
Zdjęcie 12. Zakłócenia wzajemne na wskaźniku P, RLS JAWOR-M; RLS zakłócająca JAWOR-M; odległość wzajemna 3000 m; kąt zorientowania anteny RLS zakłócającej $0-360^{\circ}$, zakłócanej $0-360^{\circ}$.



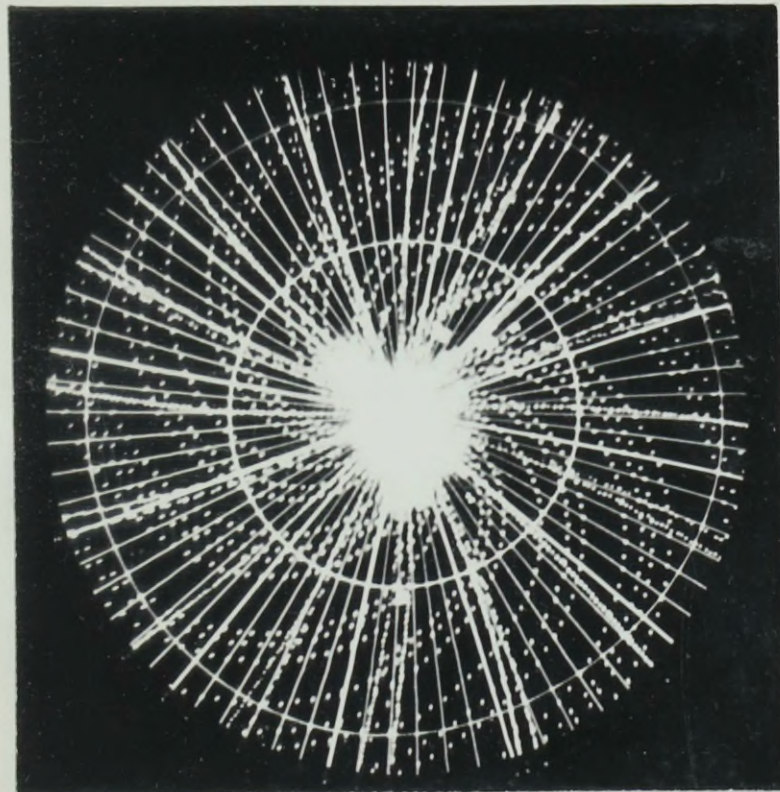
Zdjęcie 13. Zakłócenia wzajemne na wskaźniku P RLS JAWOR-M; RLS zakłócająca JAWOR-M; odległość wzajemna 4000 m; kąt zorientowania anteny RLS zakłócającej 0° , zakłócanej $0-360^{\circ}$.



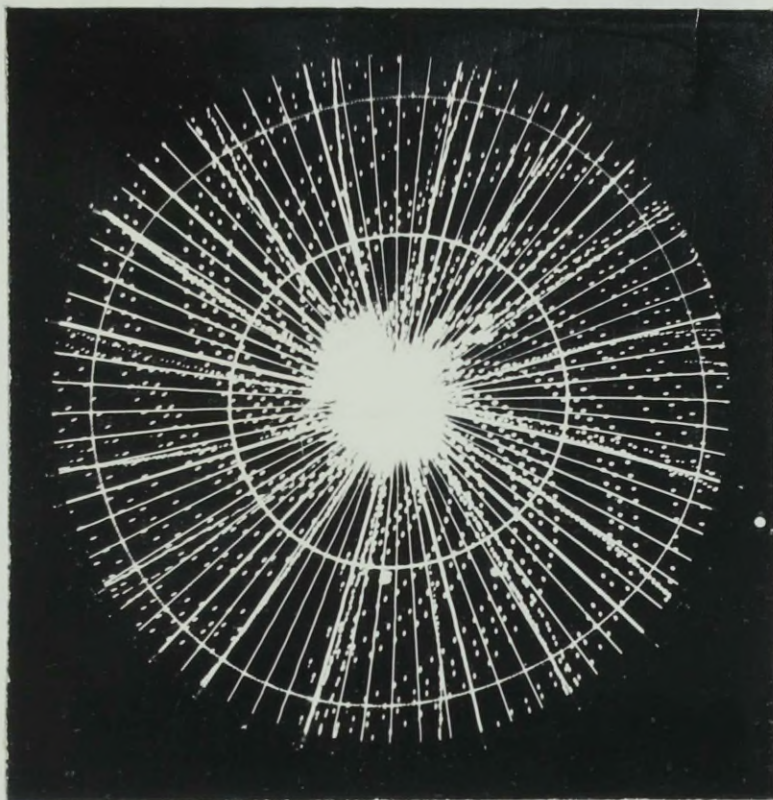
Zdjęcie 14. Zakłócenia wzajemne na wskaźniku P RLS JAWOR-M; RLS zakłócająca JAWOR-M; odległość wzajemna 4000 m; kąt zorientowania anteny RLS zakłócającej $0-360^{\circ}$, zakłócanej $0-360^{\circ}$.



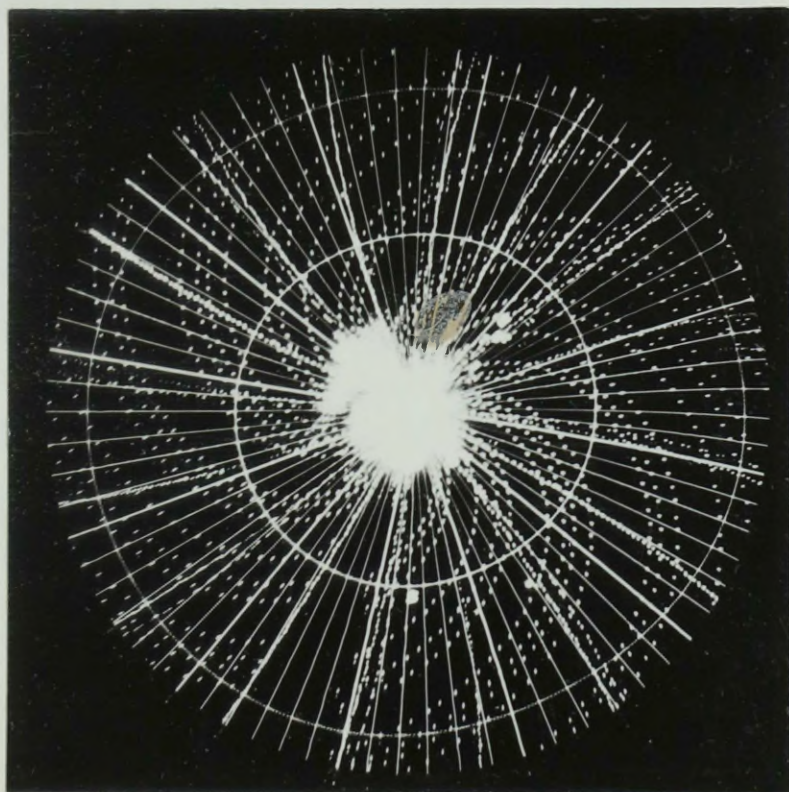
Zdjęcie 15. Zakłócenia wzajemne na wskaźniku P RLS JAWOR-M; RLS zakłócająca JAWOR-M; odległość wzajemna anteny RLS - 5000 m; kąt zorientowania anteny RLS zakłócającej 0° , zakłócanej $0-360^{\circ}$.



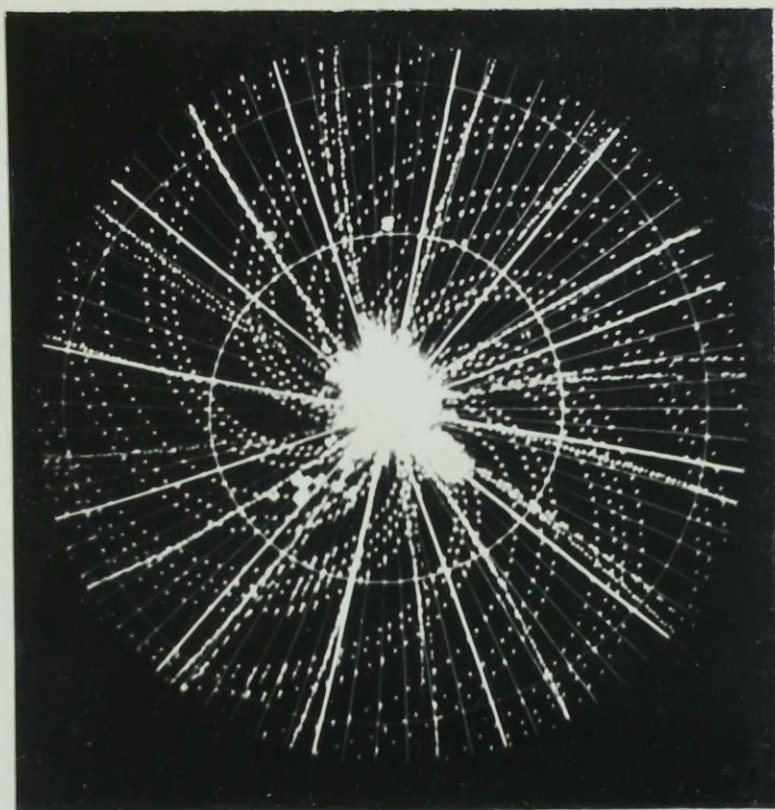
Zdjęcie 16. Zakłócenia wzajemne na wskaźniku P RLS JAWOR-M; RLS zakłócająca JAWOR-M; odległość wzajemna 5000 m; kąt zorientowania anteny RLS zakłócającej $0-360^{\circ}$, zakłócanej $0-360^{\circ}$.



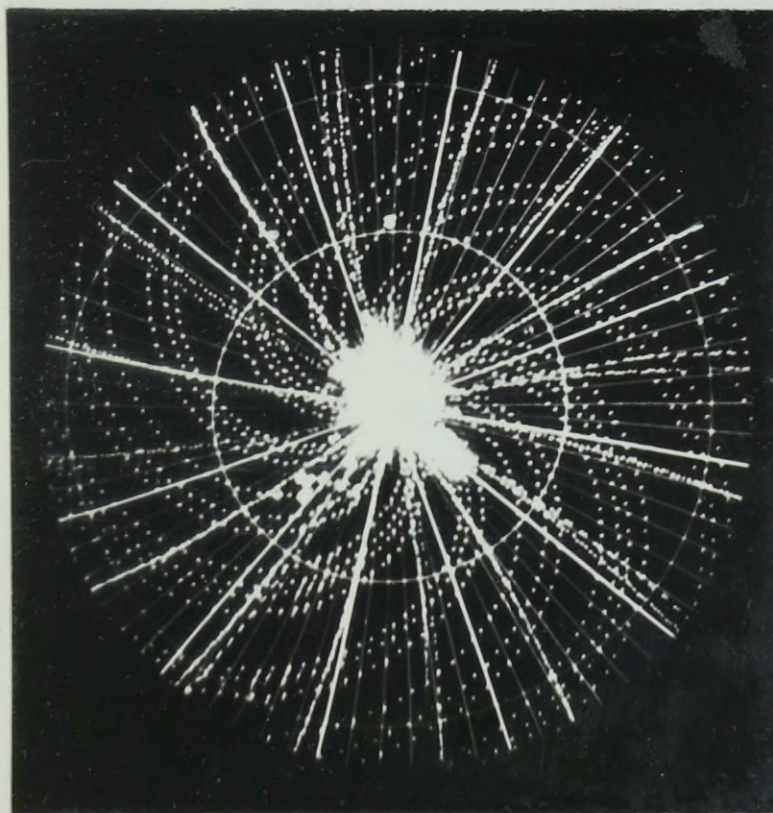
Zdjęcie 17. Zakłócenia wzajemne na wskaźniku P-RLS JAWOR-M; RLS zakłócająca JAWOR-M; odległość wzajemna 6000 m; kąt zorientowania anteny RLS zakłócającej 0° , zakłócaniej $0-360^{\circ}$.



Zdjęcie 18. Zakłócenia wzajemne na wskaźniku P-RLS JAWOR-M; RLS zakłócająca JAWOR-M; odległość wzajemna 6000 m; kąt zorientowania anteny RLS zakłócającej $0-360^{\circ}$, zakłócaniej $0-360^{\circ}$.



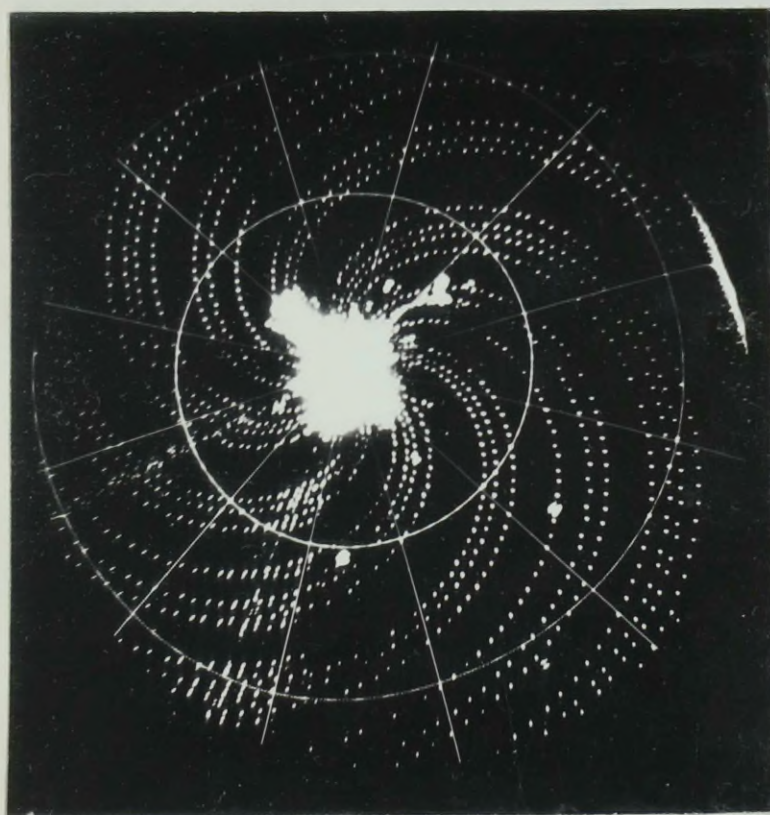
Zdjęcie 19. Zakłócenia wzajemne na wskaźniku P RLS JAWOR-M; RLS zakłócająca JAWOR-M; odległość wzajemna 7000 m; kąt zorientowania anteny RLS zakłócającej 0° , zakłócanej $0-360^{\circ}$.



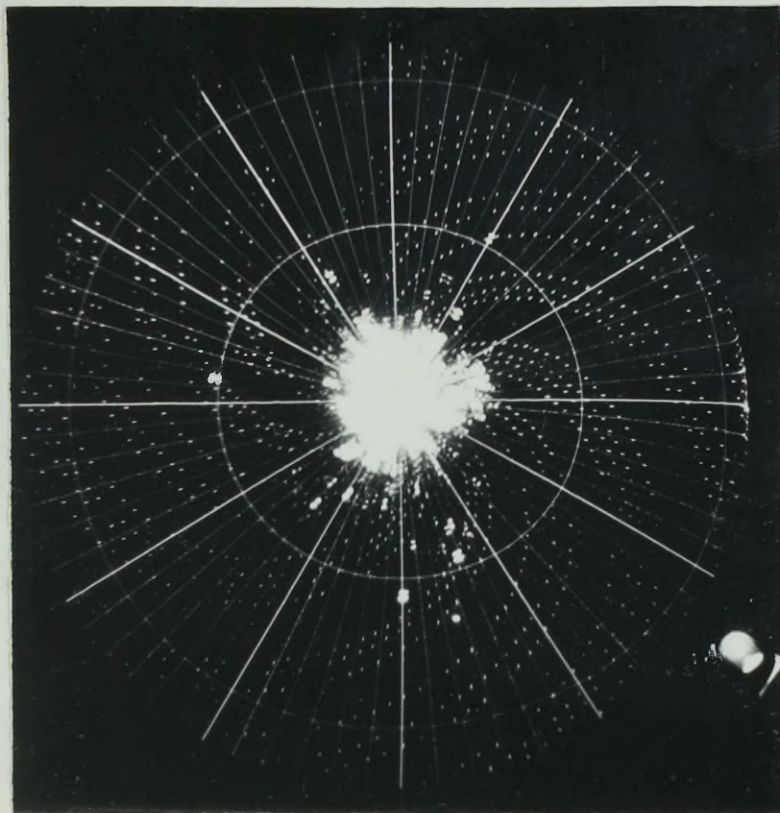
Zdjęcie 20. Zakłócenia wzajemne na wskaźniku P RLS JAWOR-M; RLS zakłócająca JAWOR-M; odległość wzajemna 7000 m; kąt zorientowania anteny RLS zakłócającej $0-360^{\circ}$, zakłócanej $0-360^{\circ}$.



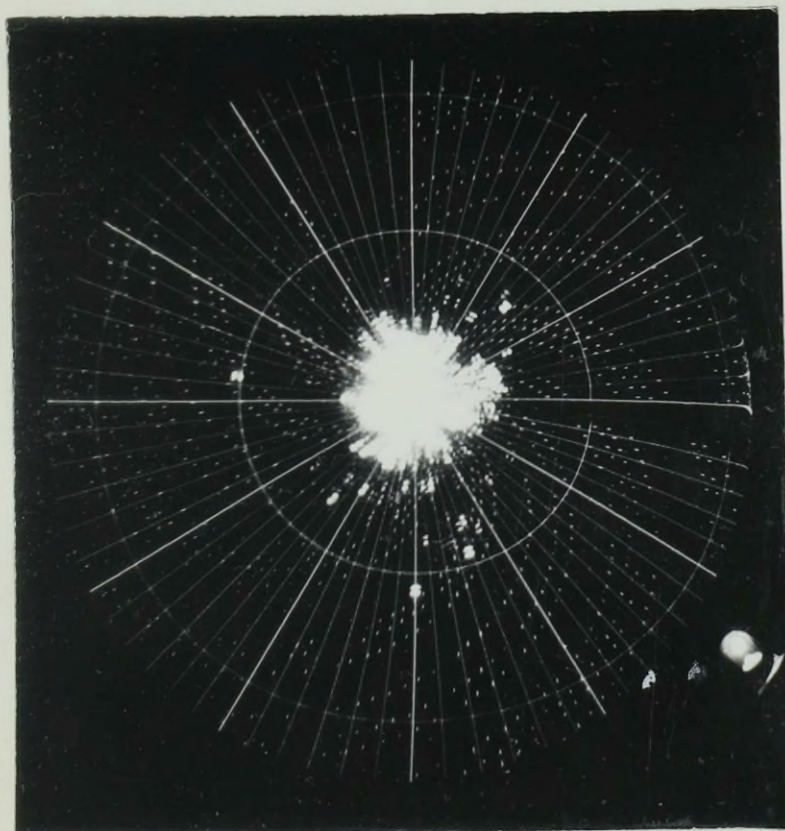
Zdjęcie 21. Zakłócenia wzajemne na wskaźniku P-RLS JAWOR-M; RLS zakłócająca JAWOR-M; odległość wzajemna 8000 m; kąt zorientowania anteny RLS zakłócającej 0° , zakłócaanej $0-360^{\circ}$.



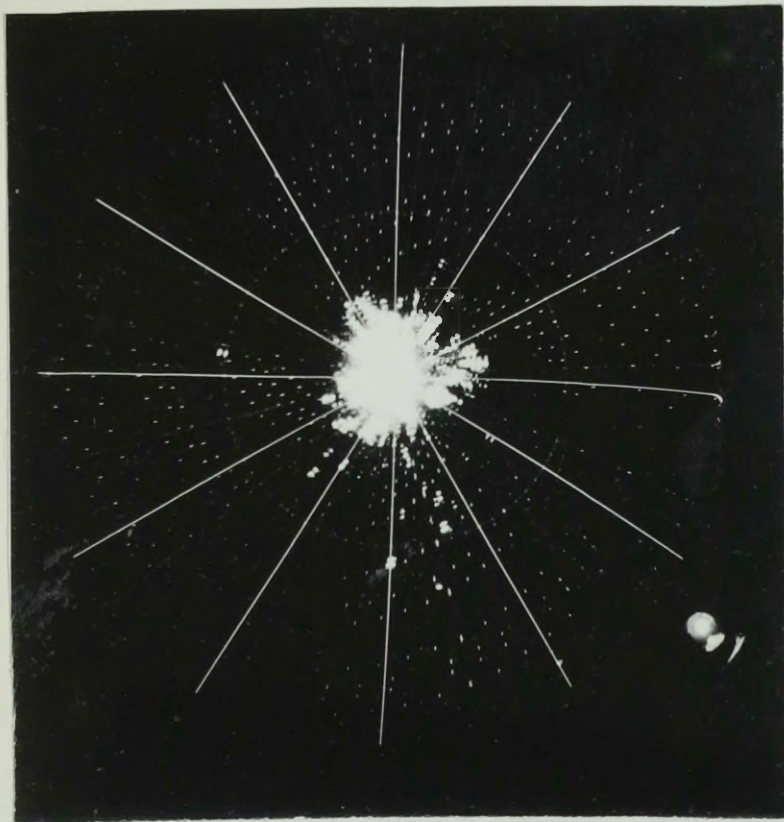
Zdjęcie 22. Zakłócenia wzajemne na wskaźniku P-RLS JAWOR-Me; odległość wzajemna 8000 m; kąt zorientowania anteny RLS zakłócającej $0-360^{\circ}$, zakłócaanej $0-360^{\circ}$.



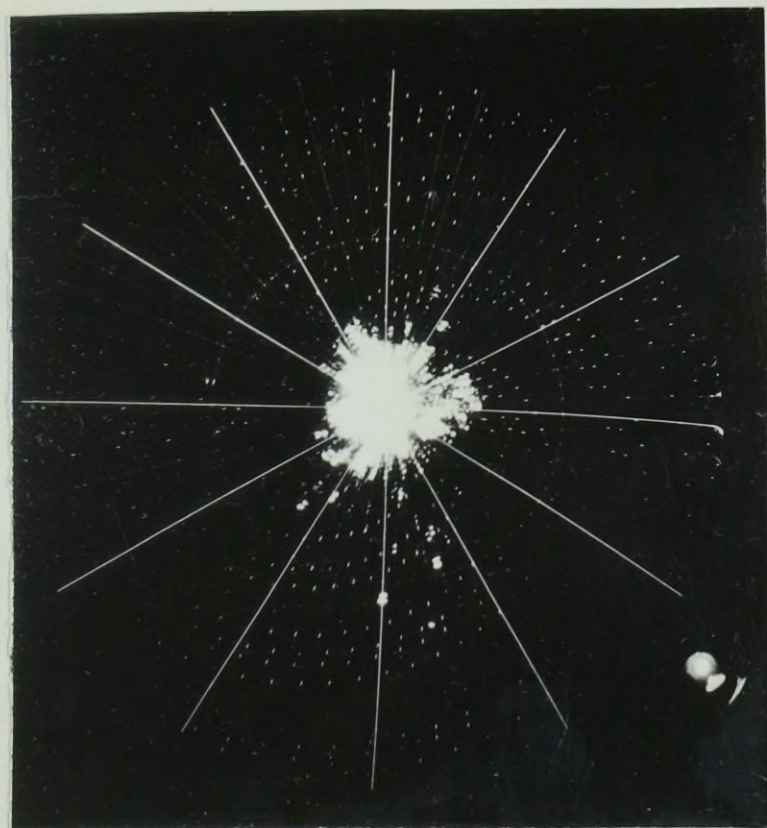
Zdjęcie 23. Zakłócenia wzajemne na wskaźniku P; RLS JAWOR-M; RLS zakłócająca JAWOR-M; odległość wzajemna 10000 m; kąt zorientowania anteny RLS zakłócającej 0° , zakłócanej $0-360^{\circ}$.



Zdjęcie 24. Zakłócenia wzajemne na wskaźniku P; RLS JAWOR-M; RLS zakłócająca JAWOR-M; odległość wzajemna 10000 m; kąt zorientowania anteny RLS zakłócającej $0-360^{\circ}$, zakłócanej $0-360^{\circ}$.



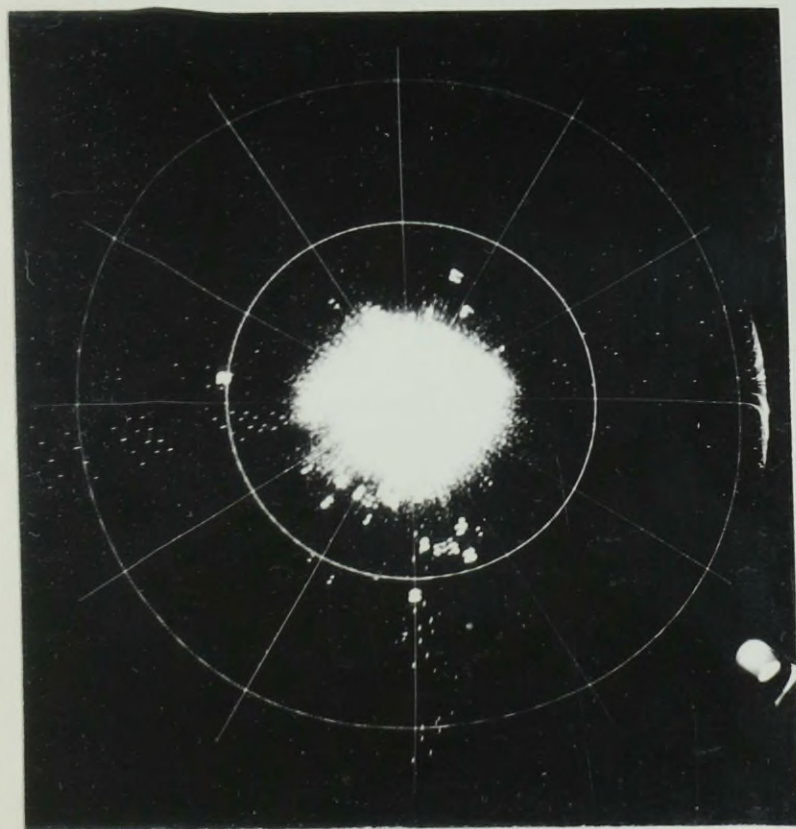
Zdjęcie 25. Zakłócenia wzajemne na wskaźniku P, RLS JAWOR-M; RLS zakłócająca JAWOR M; odległość wzajemna 12000 m; kąt zorientowania anteny RLS zakłócającej 0° , zakłócanej $0-360^{\circ}$.



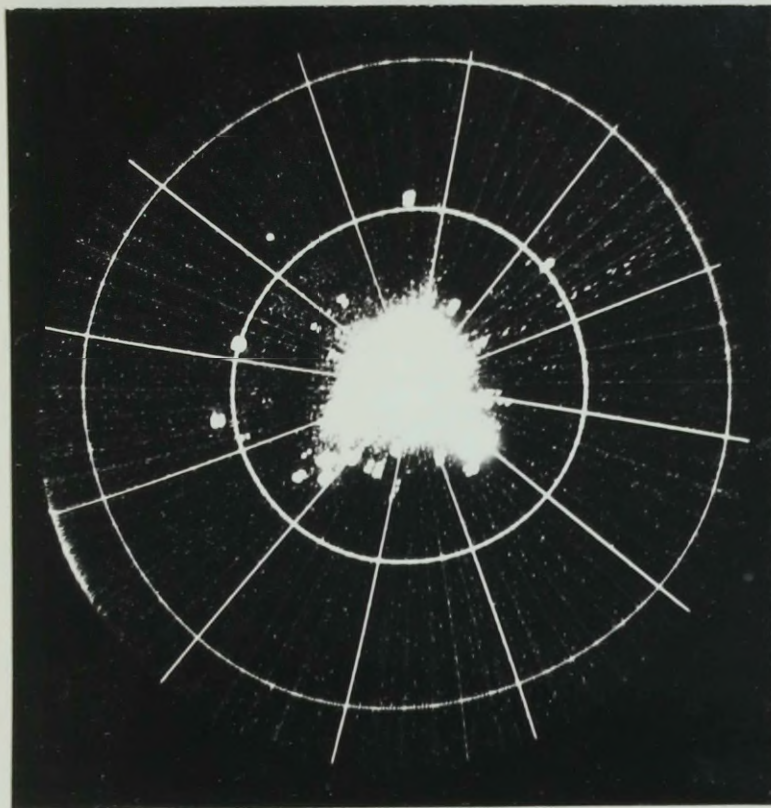
Zdjęcie 26. Zakłócenia wzajemne na wskaźniku P, RLS JAWOR-M; RLS zakłócająca JAWOR M; odległość wzajemna 12000 m; kąt zorientowania anteny RLS zakłócającej $0-360^{\circ}$, zakłócającej $0-360^{\circ}$.



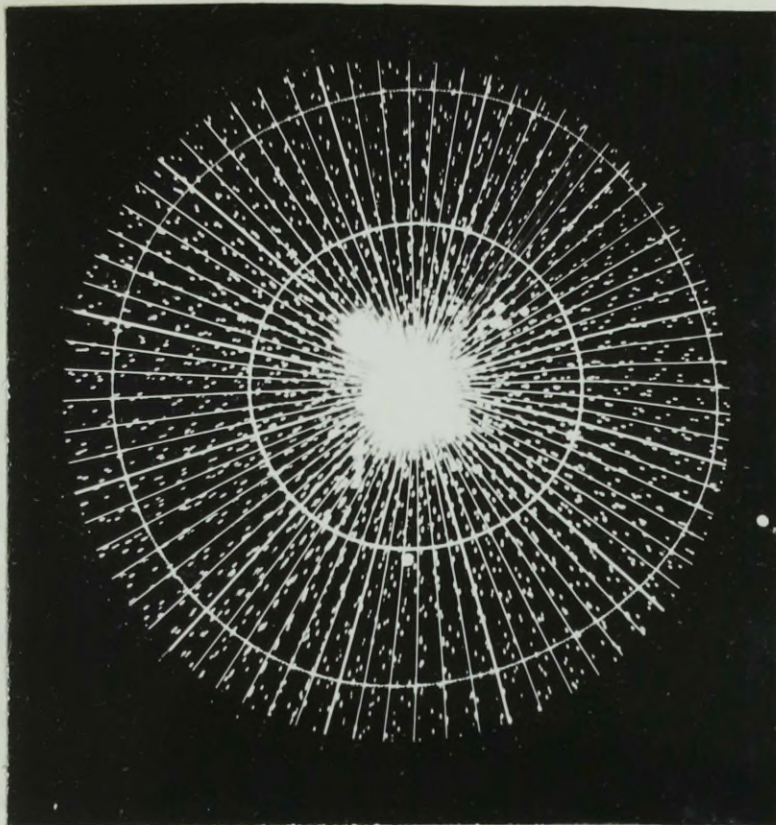
Zdjęcie 27. Zakłócenia wzajemne na wskaźniku P, RLS JAWOR-M; RLS zakłócająca JAWOR M; odległość wzajemna 15000 m; kąt zorientowania anteny RLS zakłócającej 0° , zakłócanej $0-360^{\circ}$.



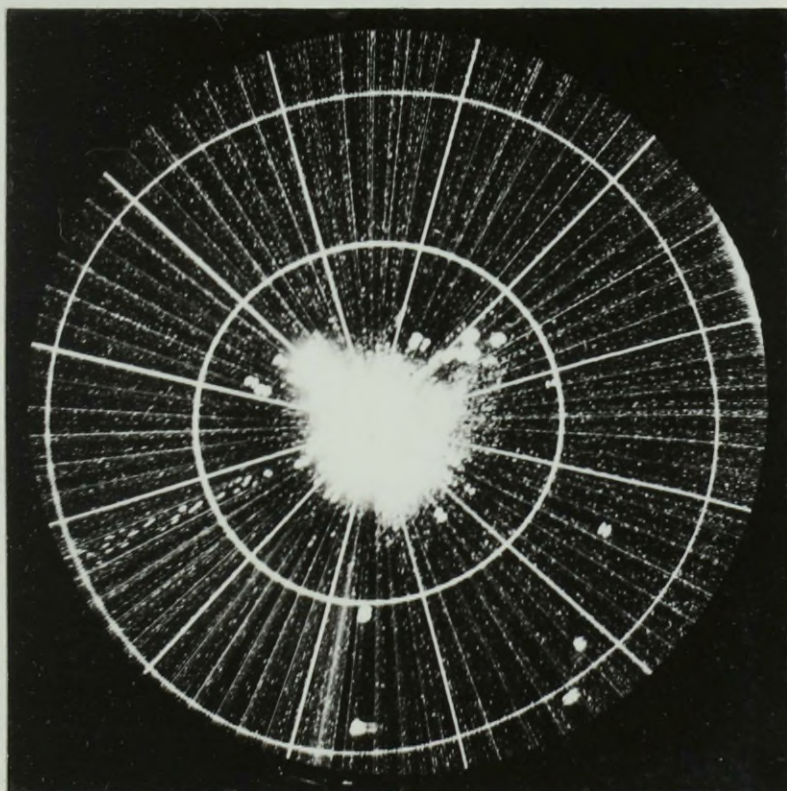
Zdjęcie 28. Zakłócenia wzajemne na wskaźniku P, RLS JAWOR-M; RLS zakłócająca JAWOR-M, odległość wzajemna 15000 m; kąt zorientowania anteny RLS zakłócającej $0-360^{\circ}$, zakłócanej $0-360^{\circ}$.



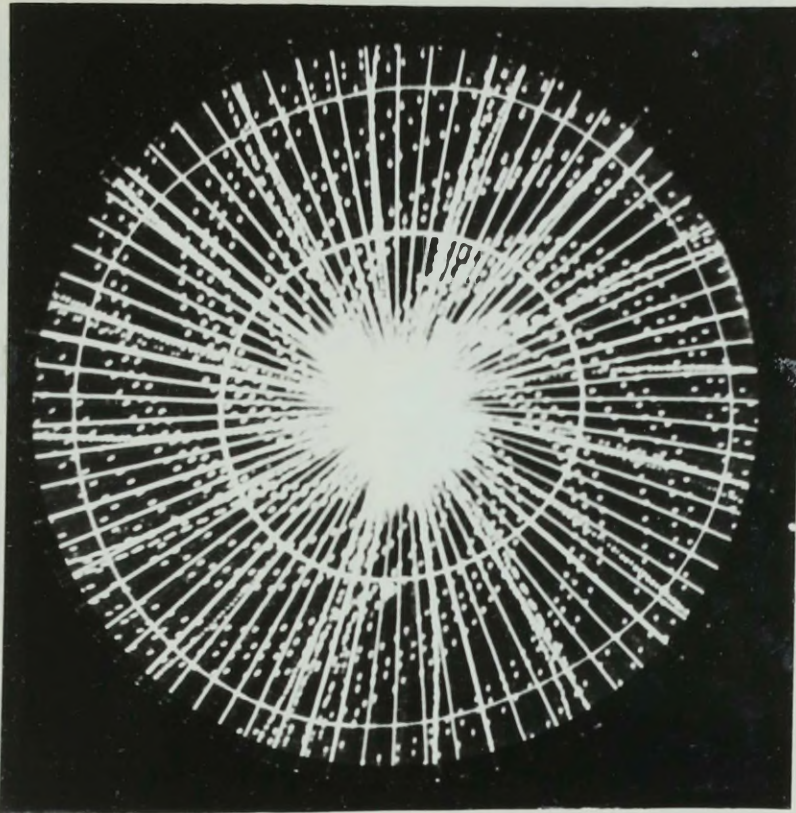
Zdjęcie 29. Obraz wskaźnika P RLS JAWOR-M podczas pracy dwóch RLS typu JAWOR-M znajdujących się w odległości wzajemnej ponad 15 km.



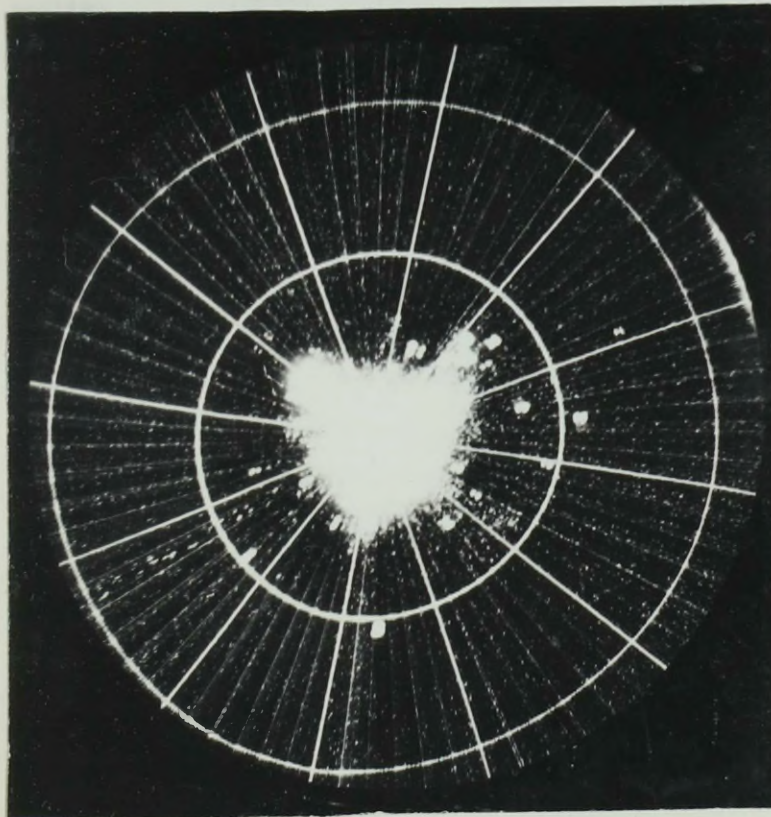
Zdjęcie 30. Zakłócenia wzajemne na wskaźniku P, RLS JAWOR-M; RLS zakłócająca JAWOR-M i P-12; odległość wzajemna 500 m; kąt zorientowania anteny RLS zakłócającej 0-360°, zakłócaniej 0-360°.



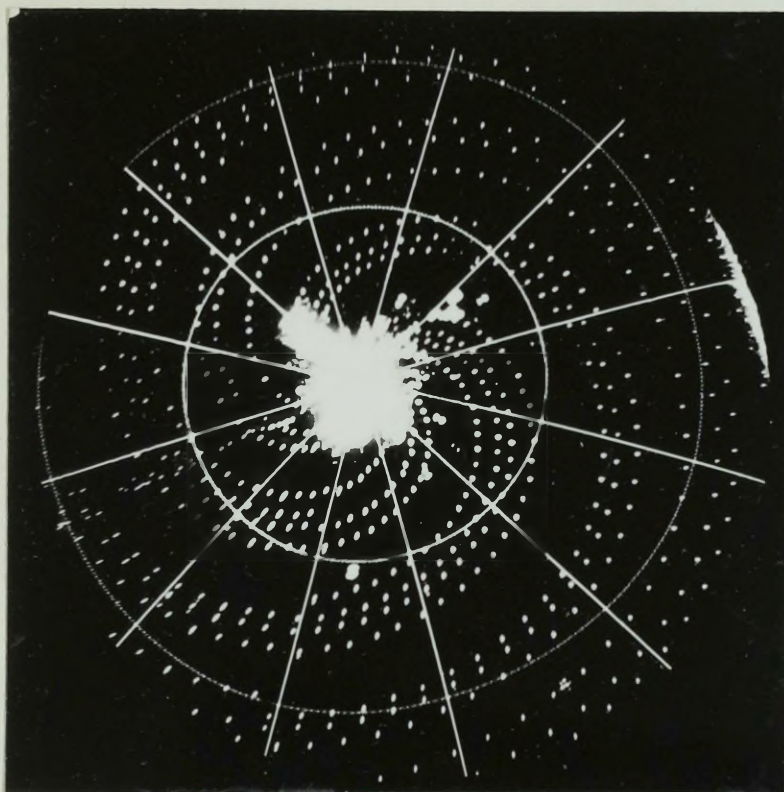
Zdjęcie 31. Zakłócenia wzajemne na wskaźniku P, RLS JAWOR-M; RLS zakłócająca P-12, odległość wzajemna 500 m; kąt zorientowania anteny RLS zakłócającej 0°, zakłócaniej 0-360°.



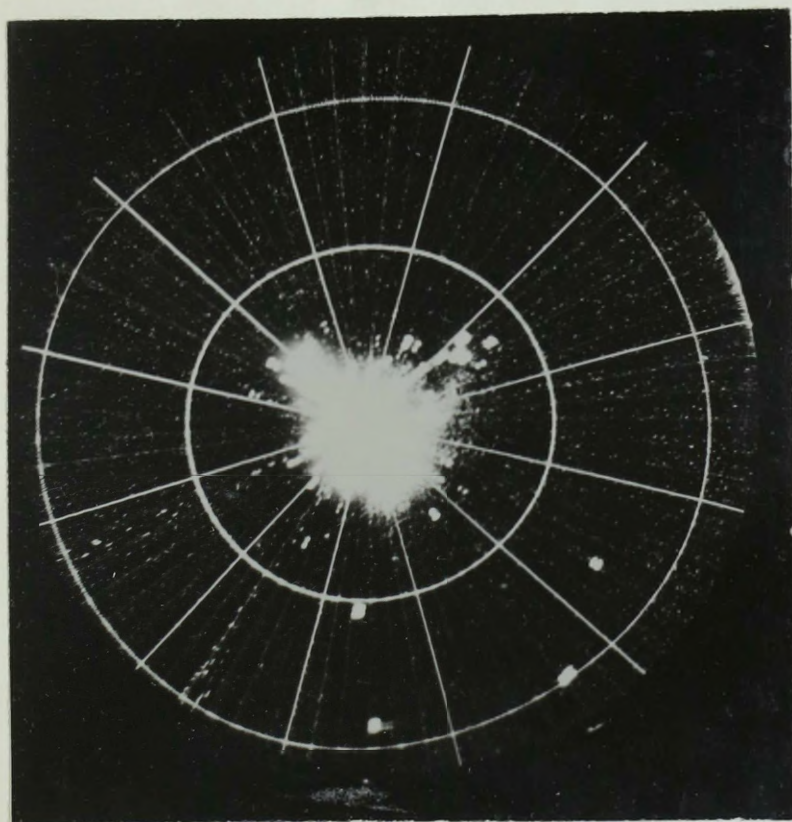
Zdjęcie 32. Zakłócenia wzajemne na wskaźniku P; RLS JAWOR-M; RLS zakłócająca JAWOR-M i P-12; odległość wzajemna 1500 m; kąt zorientowania anteny RLS zakłócającej $0-360^{\circ}$, zakłócanej $0-360^{\circ}$.



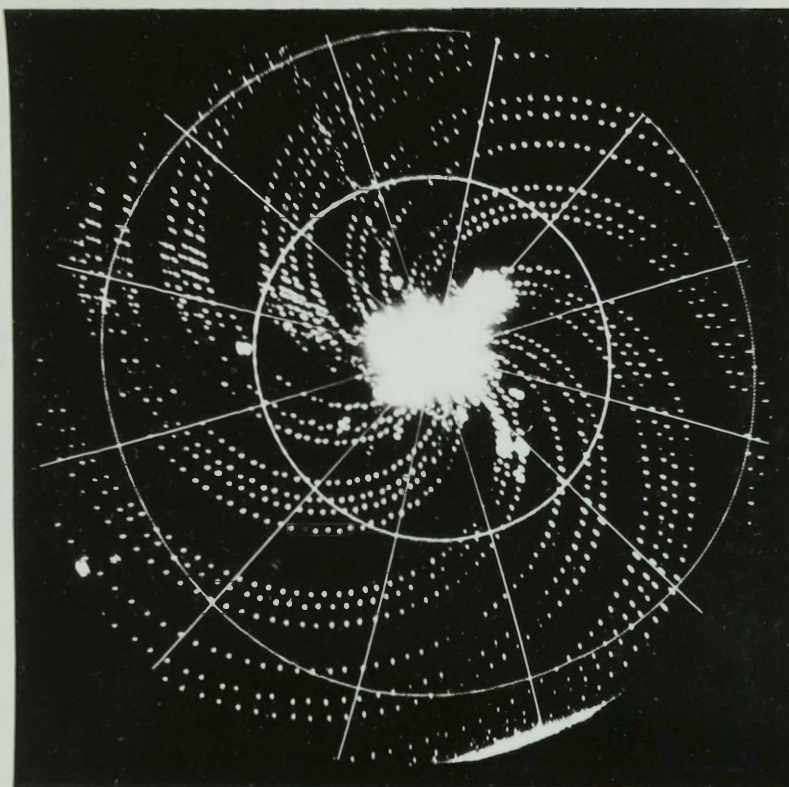
Zdjęcie 33. Zakłócenia wzajemne na wskaźniku P; RLS JAWOR-M; RLS zakłócająca P-12; odległość wzajemna 1500m; kąt zorientowania anteny RLS zakłócającej 0° , zakłócanej $0-360^{\circ}$.



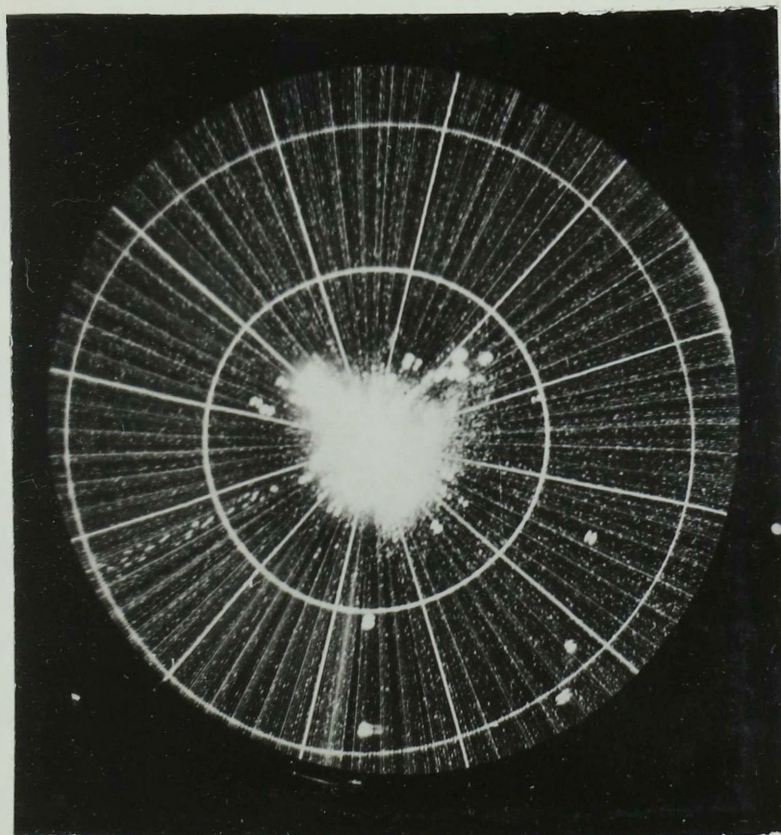
Zdjęcie 34. Zakłócenia wzajemne na wskaźniku P RLS JAWOR-M; RLS zakłócająca JAWOR M i P-15; odległość wzajemna 1500 m; kąt zorientowania anten RLS zakłócających 0-360°, zakłócanej 0-360°.



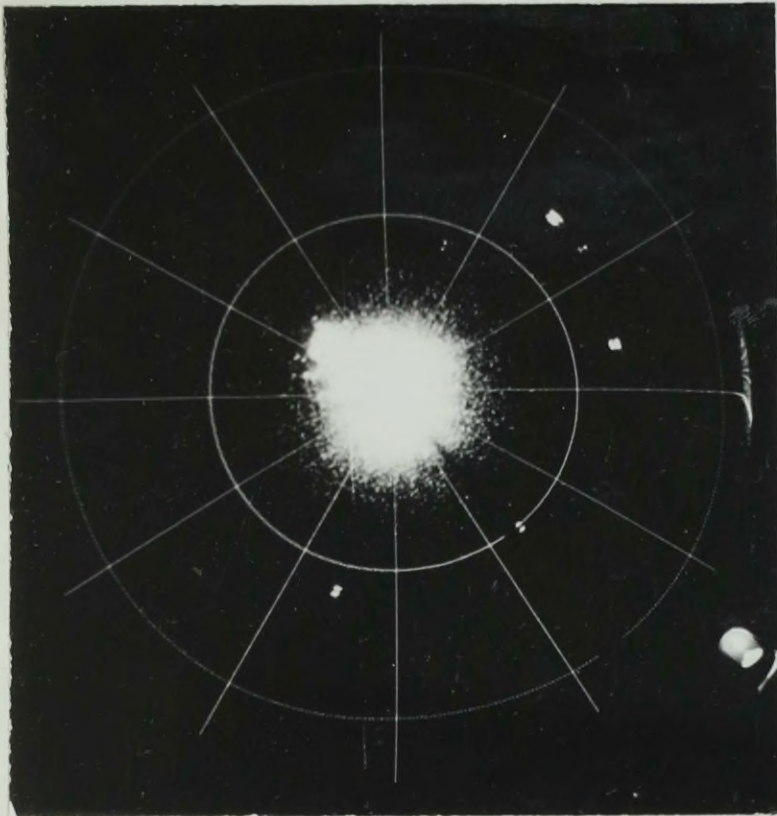
Zdjęcie 35. Zakłócenia wzajemne na wskaźniku P RLS JAWOR-M; RLS zakłócająca P-15; odległość wzajemna 1500m; kąt zorientowania anteny RLS zakłócającej 0°, zakłócanej 0-360°.



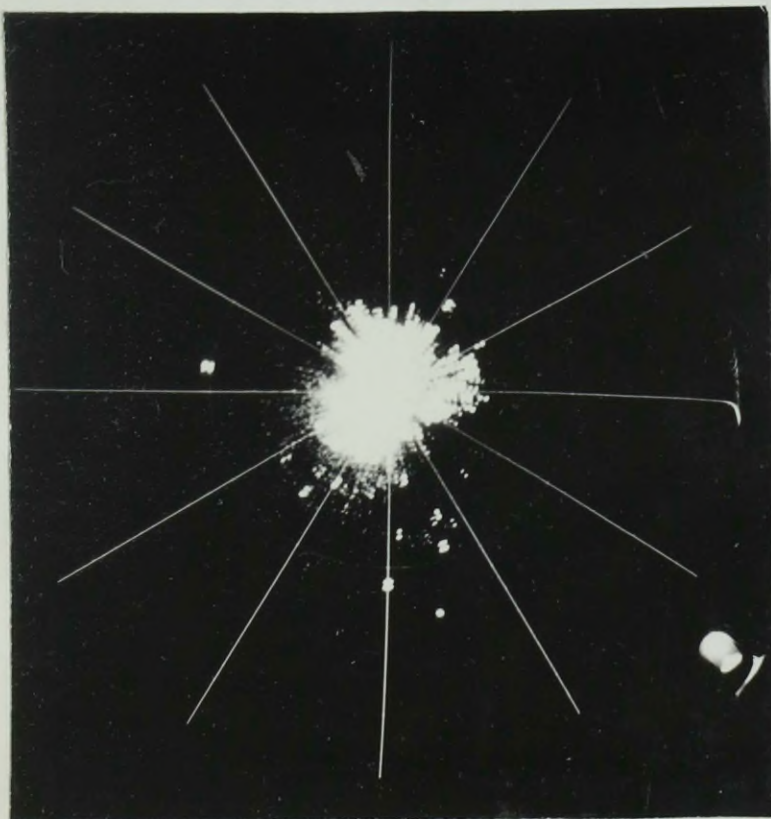
Zdjęcie 36. Zakłócenia wzajemne na wskaźniku P RLS JAWOR-M; RLS zakłócająca JAWOR-M i P-15; odległość wzajemna 2500 m; kąt zorientowania anteny RLS zakłócającej 0-360°, zakłócaniej 0-360°.



Zdjęcie 37. Zakłócenia wzajemne na wskaźniku P RLS-JAWOR-M; RLS zakłócająca P-15; odległość wzajemna 2500m; kąt zorientowania anteny RLS zakłócającej 0°, zakłócaniej 0-360°.



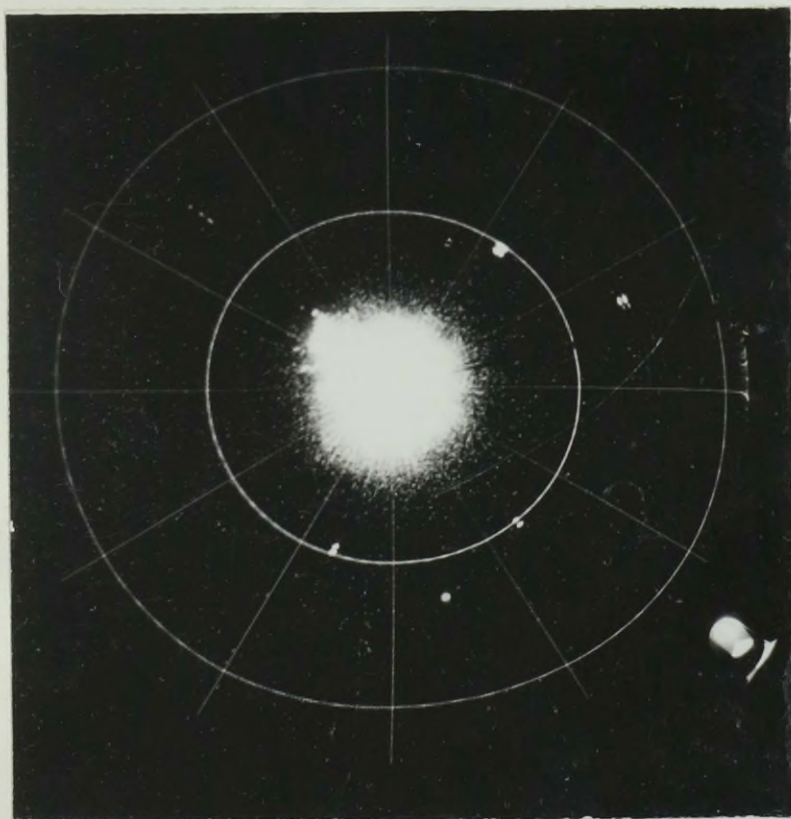
Zdjęcie 38. Zakłócenia wzajemne na wskaźniku P RLS JAWOR-M; RLS zakłócająca ZRP-2; odległość wzajemna 500m; kąt zorientowania anteny RLS zakłócającej 0° , zakłócaniej $0-360^{\circ}$.



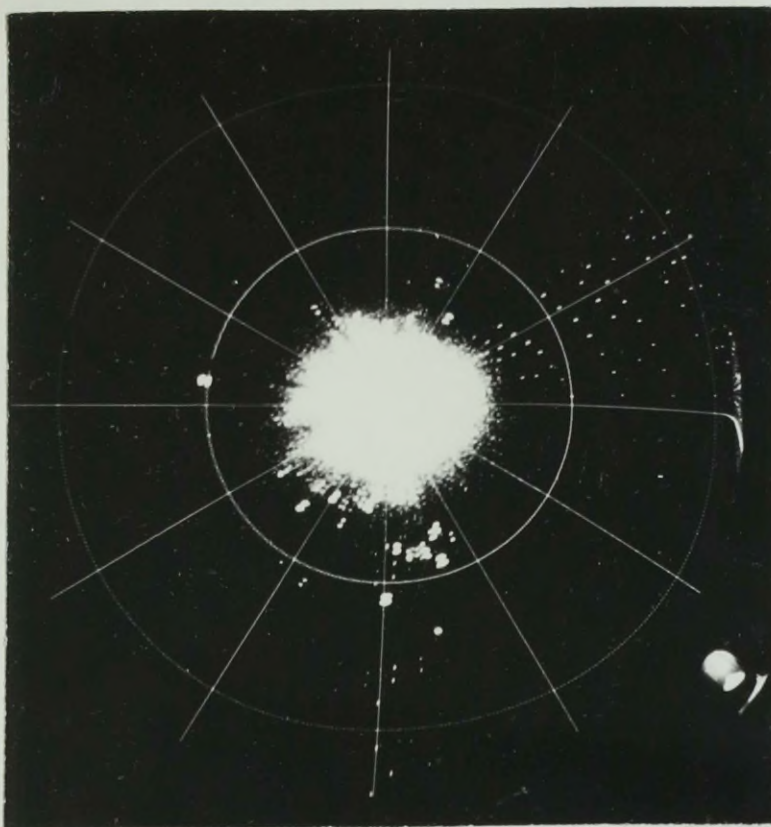
Zdjęcie 39. Zakłócenia wzajemne na wskaźniku P RLS JAWOR-M; RLS zakłócająca ZRP-2; odległość wzajemna-1000m; kąt zorientowania anteny RLS zakłócaniej $0-360^{\circ}$, zakłócającej 0° .



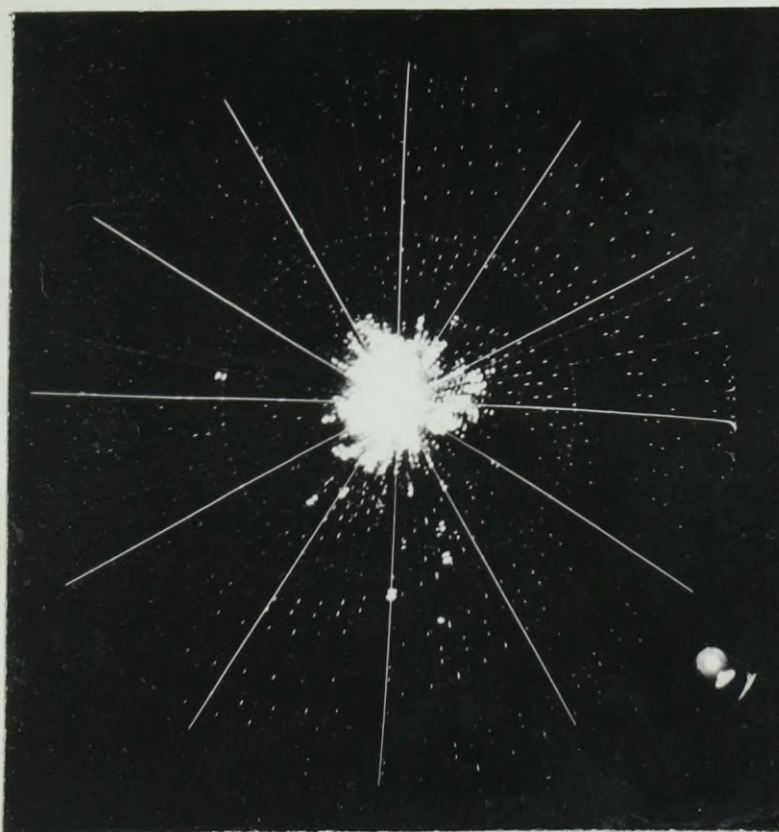
Zdjęcie 42. Zakłócenia wzajemne na wskaźniku P; RLS JAWOR-M;
RLS zakłócająca - SSWN; odległość wzajemna - 500
m.



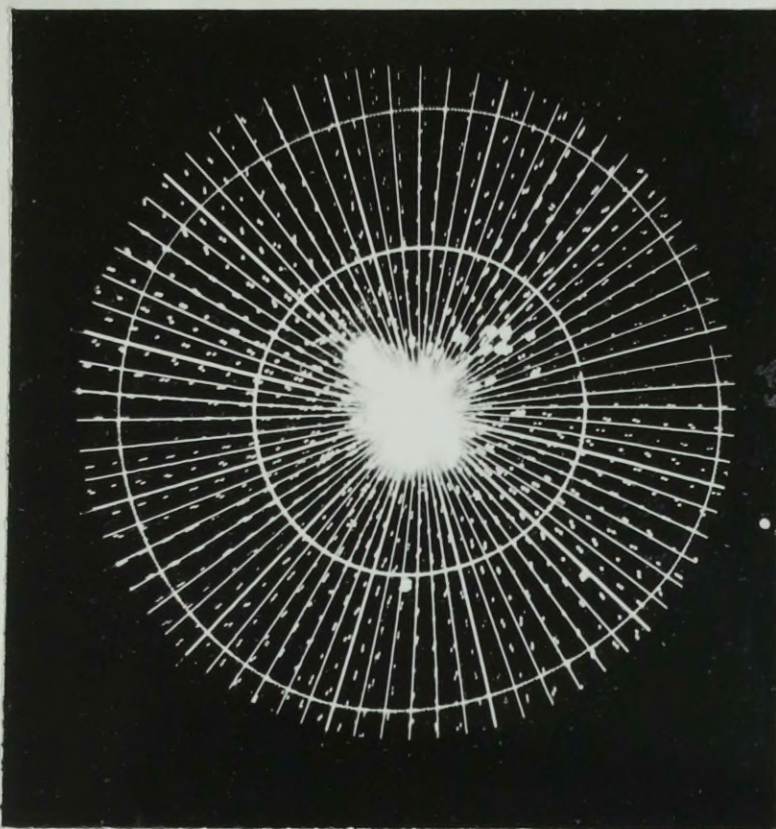
Zdjęcie 43. Zakłócenia wzajemne na wskaźniku P; RLS JAWOR-M;
RLS zakłócająca - SSWN; odległość wzajemna
- 1000 m.



Zdjęcie 44. Zakłócenia wzajemne na wskaźniku P; RLS JAWOR-M; RLS zakłócająca JAWOR-M /rozwinięta 500 m za lasem iglastym o wysok.15-20 m, głębokości lasu ok.1000 m, szerokość duża/ odległość wzajemna 10000 m; kąt zorientowania anteny RLS zakłócającej 0° , zakłócaanej $0-360^{\circ}$.



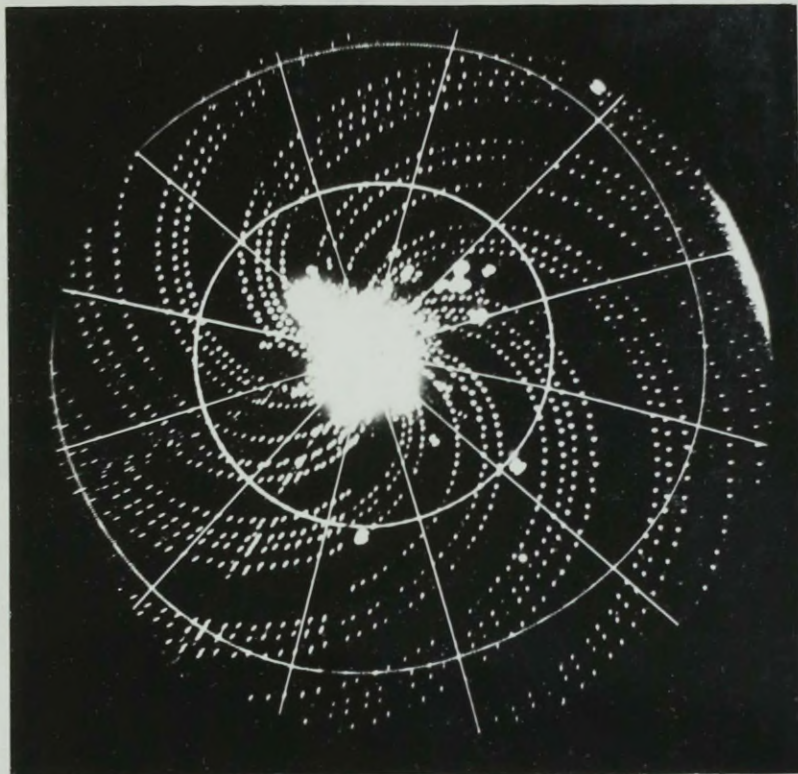
Zdjęcie 45. Zakłócenia wzajemne na wskaźniku P RLS JAWOR-M; RLS zakłócająca JAWOR-M; odległość wzajemna 10000 m /teren odkryty/; kąt zorientowania anteny RLS zakłócającej 0° , zakłócaanej $0-360^{\circ}$.



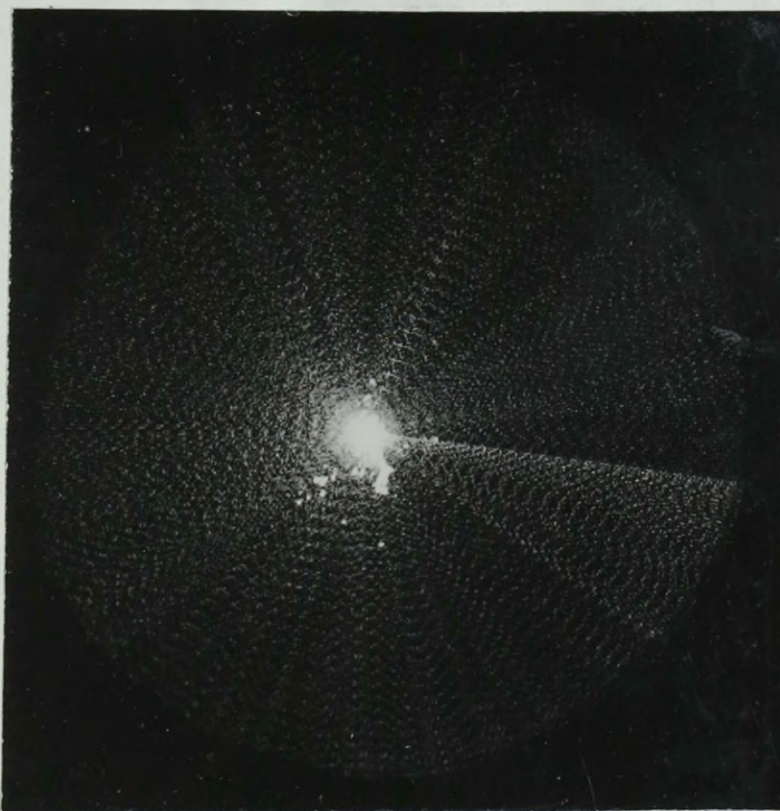
Zdjęcie 46. Zakłócenia wzajemne na wskaźniku P RLS JAWOR-M; RLS zakłócająca JAWOR-M; odległość wzajemna 500 m.



Zdjęcie 47. Obraz wskaźnika P RLS JAWOR-M przy rodzaju pracy "KOINCYDENCJA".



Zdjęcie 48. Zakłócenia wzajemne na wskaźniku P; RLS JAWOR-M; RLS zakłócająca JAWOR-M; odległość wzajemna 7000 m.



Zdjęcie 49. Obraz wskaźnika P RLS JAWOR-M przy rodzaju pracy "KOINCYDENCJA".

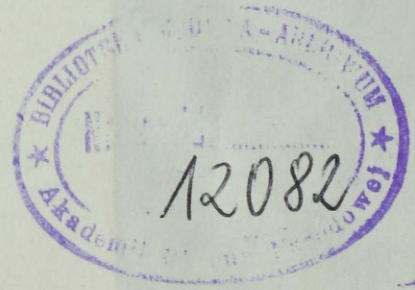
10 11111111

1000 m.
KAS sektorsze JAW-11; odciskó wzajna
Antoio 40. Antoiois wzajna na wkaznik F; RAS JAWO-11

Wykonano w 1 egz.
Wykonał ppłk Cieślak
Druk: DK dn. 16.12.83 r.
Nr masz. Pf 1152



Handwritten: Kauc. PF-1/84
02.01.1984



Objętość 43. Otraz wzajnika F; RAS JAWO-11; odciskó wzajna
"KROJ" 1000 m.

