



AKADEMIA SZTABU GENERALNEGO  
IM. GENERALA BRONI KAROLA SWIERCZEWSKIEGO

~~TAJNE~~

Egz. Nr 3



Materiał zawarty w niniejszym załączniku przeznaczony jest do wyłącznej wiadomości ściśle określonego zespołu kierowniczej kadry WP.

ppłk dypl. Leopold CIBOROWSKI

OPTYMALIZACJA KRÓTKOPALOWEGO NAMIERZANIA  
RADIOWEGO JEDNOLITEGO SYSTEMU ROZPOZNANIA  
RADIOELEKTRONICZNEGO WOJSKA POLSKIEGO

Rozprawa doktorska

12075

WARSZAWA

LUTY - 1984



AKADEMIA SZTABU GENERALNEGO  
IM. GENERAŁA BRONI KAROLA ŚWIERCZEWSKIEGO

~~sztabowego~~  
~~TAJNE~~

Egz. Nr 3

~~01613~~

Materiał zawarty w niniejszym załączniku przeznaczony jest do wyłącznej wiadomości ściśle określonego zespołu kierowniczej kadry WP.

ppłk dypl. Leopold CIBOROWSKI

OPTYMALIZACJA KRÓTKOPALOWEGO NAMIERZANIA  
RADIOWEGO JEDNOLITEGO SYSTEMU ROZPOZNANIA  
RADIOELEKTRONICZNEGO WOJSKA POLSKIEGO

Rozprawa doktorska

12075

WARSZAWA

LUTY - 1984

AKADEMIA SZTABU GENERALNEGO  
IM. GENERAŁA BRONI KAROLA ŚWIERCZEWSKIEGO

*Rekl. Prot. 779/21.08.95*

~~Do użytku~~  
~~slużbowego~~  
~~TAJNE~~

Egz. Nr .....3.....

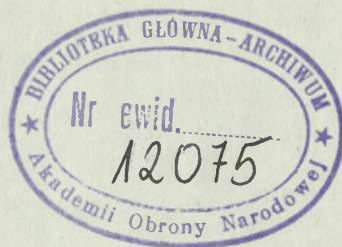


Materiał zawarty w niniejszym załączniku przeznaczony jest do wyłącznej wiadomości ściśle określonego zespołu kierowniczej kadry WP.

ppłk dypl. Leopold CIBOROWSKI

OPTYMALIZACJA KRÓTKOFALOWEGO NAMIERZANIA  
RADIOWEGO JEDNOLITEGO SYSTEMU ROZPOZNANIA  
RADIOELEKTRONICZNEGO WOJSKA POLSKIEGO

Rozprawa doktorska



W A R S Z A W A

L U T Y - 1 9 8 4

## T R E Ś Ć

	Strona
WSTĘP.....	7
ROZDZIAŁ I. CHARAKTERYSTYKA WĘZŁOWYCH PROBLEMÓW ORAZ AKTUALNY STAN I OCENA KRÓTKOFALOWEGO NA- MIERZANIA RADIOWEGO JEDNOLITEGO SYSTEMU ROZPO- ZNANIA RADIOELEKTRONICZNEGO WOJSKA POLSKIEGO.....	13
A. Charakterystyka błędów krótkofalowego na- mierzenia radiowego jednolitego systemu rozpoznania radioelektronicznego WP.....	14
1. Charakterystyka obiektywnych błędów namierzenia.....	17
1.1. Techniczne błędy kątowe.....	17
1.2. Propagacyjne błędy kątowe.....	19
1.2.1. Polaryzacyjne błędy namierza- nia.....	26
1.2.2. Trajektoryjne błędy namierza- nia.....	30
1.2.2.1. Trajektoryjne błędy jednopłaszczyznowe....	33
1.2.2.2. Trajektoryjne błędy wielopłaszczyznowe....	34
2. Charakterystyka subiektywnych błędów na- mierzenia.....	37
2.1. Błąd liniowy boczny radionamiernika...	38
2.2. Błąd liniowy namiaru elementarnego....	40
2.3. Błąd liniowy systemu /sieci/ namie- rzenia.....	54
B. Prognozowanie efektów krótkofalowego namie- rzenia radiowego jednolitego systemu rozpo- znania radioelektronicznego WP.....	63
C. Aktualny stan i ocena krótkofalowego namie- rzenia radiowego w jednolitym systemie roz- poznania radioelektronicznego WP.....	104

	Strona
1. Ocena krótkofalowej sieci namierzania radiowego 1 pułku rozpoznania radioelektronicznego.....	129
2. Ocena krótkofalowej sieci namierzania radiowego 2 pułku rozpoznania radioelektronicznego.....	139
3. Ocena krótkofalowej sieci namierzania radiowego wspólnej dla 9 pułku rozpoznania radiowego oraz 11 i 12 batalionu rozpoznania radioelektronicznego.....	148
4. Ocena krótkofalowej sieci namierzania radiowego 6 pułku rozpoznania radioelektronicznego.....	153
ROZDZIAŁ II. PROPOZYCJA ORGANIZACJI KRÓTKOFALOWEGO NAMIERZANIA RADIOWEGO W JEDNOLITYM SYSTEMIE ROZPOZNANIA RADIOELEKTRONICZNEGO WOJSKA POLSKIEGO.....	169
A. Teoretyczne wymagania organizacyjne sprzyjające zwiększeniu dokładności krótkofalowego namierzania radiowego jednolitego systemu rozpoznania radioelektronicznego WP.....	170
B. Czynniki determinujące organizację krótkofalowego namierzania radiowego w jednolitym systemie rozpoznania radioelektronicznego WP.....	172
1. Dyrektywne postanowienia determinujące organizację krótkofalowego namierzania radiowego w jednolitym systemie rozpoznania radioelektronicznego WP.....	172
2. Wpływ usytuowania obszaru namierzania na organizację krótkofalowego namierzania radiowego w jednolitym systemie rozpoznania radioelektronicznego WP.....	174
2.1. Pierwszy krok analizy.....	176
2.2. Drugi krok analizy.....	187
3. Wpływ obciążenia krótkofalowego namierzania radiowego jednolitego systemu rozpoznania radioelektronicznego WP na jego organizację.....	200
4. Wpływ istniejącego stanu sił i środków oraz techniki namierzania na organizację sieci krótkofalowego namierzania radiowego jednolitego systemu rozpoznania radioelektronicznego WP.....	201

	Strona
C. Propozycja usytuowania i organizacji sieci krótkofalowego namierzania radiowego w jednolitym systemie rozpoznania radioelektronicznego WP.....	211
1. Oczekiwane efekty krótkofalowego namierzania radiowego zorganizowanego według proponowanej koncepcji.....	215
2. Sprawdzenie stopnia wiarygodności oczekiwanych efektów krótkofalowego namierzania radiowego jednolitego systemu rozpoznania radioelektronicznego WP zorganizowanego według proponowanej koncepcji.....	231
3. Wykorzystanie sieci krótkofalowego namierzania radiowego w ramach jednolitego systemu rozpoznania radioelektronicznego WP zorganizowanych według proponowanej koncepcji.....	267
ROZDZIAŁ III. PORÓWNANIE KRÓTKOFALOWEGO NAMIERZANIA RADIOWEGO AKTUALNIE FUNKCJONUJĄCEGO W JEDNOLITYM SYSTEMIE ROZPOZNANIA RADIOELEKTRONICZNEGO WOJSKA POLSKIEGO Z NAMIERZANIEM PROPONOWANYM W ROZPRAWIE.....	288
A. Porównanie krótkofalowego namierzania radiowego aktualnie funkcjonującego w jednolitym systemie rozpoznania radioelektronicznego WP z namierzaniem proponowanym w rozprawie, w wymiarze efektów operacyjnych.....	289
1. Porównanie dokładności krótkofalowego namierzania radiowego aktualnie funkcjonującego w jednolitym systemie rozpoznania radioelektronicznego WP z dokładnością namierzania proponowanego w rozprawie.....	289
1.1. Porównanie błędów kątowych radionamierników „ Δoc ”.....	291
1.2. Porównanie błędów liniowych bocznych „L <sub>b</sub> ”.....	297
1.3. Porównanie błędów liniowych „L <sub>p</sub> ” namiarów elementarnych.....	304
1.4. Porównanie błędów liniowych „L <sub>s</sub> ” sieci namierzania.....	313

	Strona
1.4.1. Wartości błędów liniowych „Ls” sieci namierzenia istniejącego systemu krótkofalowego namierzenia radiowego.....	314
1.4.2. Wartości błędów liniowych „Ls” sieci namierzenia proponowanego systemu krótkofalowego namierzenia radiowego.....	323
1.4.3. Porównanie wartości błędów liniowych „Ls” sieci namierzenia istniejącego systemu krótkofalowego namierzenia radiowego z wartościami błędów właściwych proponowanemu systemowi.....	326
2. Porównanie elastyczności istniejącego systemu krótkofalowego namierzenia radiowego z elastycznością systemu proponowanego w rozprawie.....	330
2.1. Porównanie zdolności reagowania na zmiany wynikłe w sytuacji radioelektronicznej i bojowej przeciwnika.....	332
2.2. Porównanie zdolności reagowania na zmiany w sytuacji radioelektronicznej i bojowej WP wynikłe z wprowadzania wyższych stanów gotowości bojowej.....	335
3. Porównanie odporności istniejącego i proponowanego systemu namierzenia radiowego na oddziaływanie przeciwnika.....	342
B. Porównanie krótkofalowego namierzenia radiowego aktualnie funkcjonującego w jednolitym systemie rozpoznania radioelektronicznego WP z namierzaniem proponowanym w rozprawie, w wymiarze nakładów ekonomicznych.....	345
ZAKOŃCZENIE.....	355
INDEKS TERMINÓW, NAZW, SKRÓTÓW I SYMBOLI.....	363
BIBLIOGRAFIA .....	368

ZAŁĄCZNIKI

1. Wyniki badań krótkofalowego namierzenia radiowego jednolitego systemu rozpoznania radioelektronicznego Wojska Polskiego /załącznik na 257 stronach/
2. Metodyka obliczania błędów liniowych „L<sub>S</sub>” sieci krótkofalowego namierzenia radiowego /załącznik na 124 stronach/

## W S T Ę P

Sytuacja militarno-polityczna w świecie nie przestaje być złożona i trudna. Prawicowe kręgi w państwach imperia-  
listycznych, na czele ze Stanami Zjednoczonymi Ameryki  
Północnej, dążą do zachwiania istniejącej równowagi mi-  
litarnej. Pragną uzyskać przewagę celem zapewnienia so-  
bie możliwości kierowania biegiem wydarzeń światowych.  
Ciągłe zwiększają wydatki militarne, forsują programy  
opracowywania nowych rodzajów broni i technicznego prze-  
zbrajania wojsk.

Wśród tych programów, a szczególnie począwszy od po-  
łowy lat sześćdziesiątych, poczesne miejsce zajmuje do-  
skonalenie techniki radioelektronicznej. W związku z  
tym, do chwili obecnej wprowadzonych zostało już do wy-  
posażenia wojsk przeciwnika cały szereg urządzeń o wyso-  
kich parametrach techniczno-operacyjnych. Między innymi,  
powstały nowe systemy łączności zbudowane w oparciu o  
najnowsze rozwiązania techniczne, z szerokim zastosowa-  
niem elektronicznej techniki obliczeniowej. Zmodernizo-  
wano wiele istniejących systemów łączności. Opracowano  
i wdrożono do powszechnej eksploatacji urządzenia do tech-  
nicznego utajniania informacji emitowanych w eter. Za-  
stosowano szybką transmisję danych oraz złożone rodzaje  
modulacji.

Wprowadzone w radioelektronice przeciwnika zmiany

spowodowały i nadal powodują w rozpoznaniu radioelektronicznym Wojska Polskiego obniżenie skuteczności stosowanych metod rozpoznawczych. Szczególnie dotkliwie odbiło się to na rozpoznaniu radiowym zakresu fal krótkich. Techniczne utajnianie informacji, złożone modulacje oraz szybka transmisja danych spowodowały, że blankiet operatora stanowiska przechwyty przestał być głównym nośnikiem danych rozpoznawczych. Przechwytywane obecnie treści są nadawane w takiej formie, że w większości nie posiadają klasycznych cech demaskujących i są trudne do użytecznego opracowania przez zespoły analityczno-informacyjne. Wszystko to wnosi do rozpoznania radioelektronicznego nowe, zasadnicze i niezależnie od nas istniejące wartości, które podnoszą rolę i znaczenie krótkofalowego namierzania radiowego w całym systemie rozpoznania radioelektronicznego Wojska Polskiego.

Funkcjonujące obecnie sieci krótkofalowego namierzania radiowego Wojska Polskiego, rozpatrywane w oderwaniu od całego procesu rozpoznania radioelektronicznego, są mało dokładne. Popełniane przez nie błędy znacznie przekraczają limity określone przez sztaby i wojska. W obecnej chwili dobra realizacja zadań rozpoznania radioelektronicznego, a w tym i krótkofalowego namierzania radiowego, zapewniana jest tylko dzięki zachowywaniu ciągłości procesu rozpoznania, kompleksowości opracowywania zdobywanych danych oraz dzięki profesjonalnemu przygotowaniu i doświadczeniu kadry zespołów analityczno-informacyjnych. Wybiegając jednak w przyszłość należy zakładać, że w wypadku rozpoczęcia działań zbrojnych może się wytworzyć

u przeciwnika jakościowo nowa sytuacja radioelektroniczna. W takich warunkach, a szczególnie w początkowym okresie, główny wysiłek rozpoznania skoncentrowany zostanie na namierzaniu. Zatem już w chwili obecnej należy myśleć o jego doskonaleniu i dostosowywaniu do autonomicznego działania.

Na przestrzeni lat powojennych, wśród większości kadry rozpoznania radioelektronicznego Wojska Polskiego, panuje powszechny pogląd, że udoskonalenia krótkofalowego namierzania radiowego można dokonać wyłącznie przez techniczne doskonalenie radionamierników i automatyzację procesu namierzania. Poglądy te znajdują odzwierciedlenie w dokumentach planistycznych, jak również konkretnej już realizacji. Nie uwzględniany jest natomiast kierunek doskonalenia namierzania przez rozwiązania organizacyjno-funkcjonalne. W tym względzie uważa się, iż wszystko zostało już wyjaśnione i optymalnie ustalone. Argumentacją powyższego może być chociażby fakt, że za wyjątkiem dostępnych w kraju wydawnictw, o charakterze naukowym z połowy lat sześćdziesiątych, takich jak: „Osnowy radiopelengacji” i „Radiopelengacja”, nie ukazały się podobnego typu opracowania krajowe<sup>x</sup>. Wydane zostały co prawda dwa podręczniki: „Namierzanie radiowe”, syg.Szt.Gen.383/66 i „Organizacja i prowadzenie rozpoznania radioelektronicznego” syg.Szt.Gen.935/79, lecz w części dotyczącej namierzania krótkofalowego stanowią parafrazę treści zawartej

---

<sup>x</sup> „Osnowy radiopelengacji” - I.S. Kukies i M.E. Starik, Moskwa 1964r.

„Radiopelengacja” - W.A. Wartanieszjan, E.Sz. Gojzman i M.I. Rogatkin, Moskwa 1966r.

w podręczniku „Osnowy radiopelengacji”.

Konfrontując dotychczasowe osiągnięcia w zakresie doskonalenia krótkofalowego namierzania radiowego z potrzebami wynikającymi z postanowień dyrektywnych MON, wieloletnimi planami Sztabu Generalnego WP oraz aktualnym stanem i kierunkami rozwoju środków i systemów łączności NATO założono, że istnieje możliwość udoskonalenia krótkofalowego namierzania radiowego przez nowe rozwiązania organizacyjne.

Kierując się taką hipotezą, za temat niniejszej rozprawy przyjęto optymalizację krótkofalowego namierzania radiowego jednolitego systemu rozpoznania radioelektronicznego Wojska Polskiego jako, że w całym rozpoznaniu sił zbrojnych PRL system ten odgrywa znaczącą rolę, nawet już w okresie pokojowym. Jednocześnie za kryterium optymalizacji przyjęto, że stosując rozwiązania organizacyjne, przy istniejącym potencjale namierzania /ilości radionamierników/ oraz tych samych lub zmniejszonych nakładach ekonomicznych, osiągnięta zostanie większa od dotychczasowej dokładność namierzania, a przepustowość zachowana zostanie w granicach realnie istniejących potrzeb.

Ogół problemów wchodzących w zakres tematu, ograniczony przyjętym kryterium optymalizacji, rozwiązany został w trzech następujących rozdziałach rozprawy:

- rozdział pierwszy - charakterystyka węzłowych problemów oraz aktualny stan i ocena krótkofalowego namierzania w jednolitym systemie rozpoznania radioelektronicznego WP;

- rozdział drugi - propozycja organizacji krótkofalowego namierzania radiowego w jednolitym systemie rozpoznania radioelektronicznego WP;

- rozdział trzeci - porównanie krótkofalowego namierzania radiowego aktualnie funkcjonującego w jednolitym systemie rozpoznania radioelektronicznego WP z namierzaniem proponowanym w rozprawie.

Pierwszy rozdział rozprawy poświęcony został trzem różnym, lecz merytorycznie wiążącym się problemom. Unaczyniono w nim realne możliwości w zakresie zwiększania dokładności namierzania przez rozwiązania organizacyjne. Opracowany został stosowny do tego aparat matematyczny oraz dokonana została ocena krótkofalowego namierzania radiowego funkcjonującego obecnie w jednolitym systemie rozpoznania radioelektronicznego Wojska Polskiego.

Drugi rozdział rozprawy, przy uwzględnieniu potencjalnego przeciwnika oraz realnych warunków terenowych i sprzętowych, wskazuje optymalny sposób organizacji krótkofalowego namierzania radiowego w jednolitym systemie rozpoznania radioelektronicznego Wojska Polskiego.

Trzeci rozdział rozprawy poświęcony jest wykazaniu, że proponowany sposób organizacji krótkofalowego namierzania radiowego spełnia założone kryterium optymalizacji i jest, tak pod względem wskaźników operacyjnych jak i ekonomicznych, bardziej opłacalny od obecnie istniejącego w jednolitym systemie rozpoznania radioelektronicznego Wojska Polskiego.

Rozprawę zamyka zakończenie, w którym są zawarte wnioski i sugestie wpływające z ogółu rozważanych problemów.

Na ostatnich stronach rozprawy znajduje się indeks

terminów, nazw, skrótów i symboli oraz bibliografia.

Empiryczną argumentacją teoretycznych rozważań, wniosków, rozwiązań i propozycji są załączone zasadnicze wyniki z przeprowadzonych badań - załącznik 1.

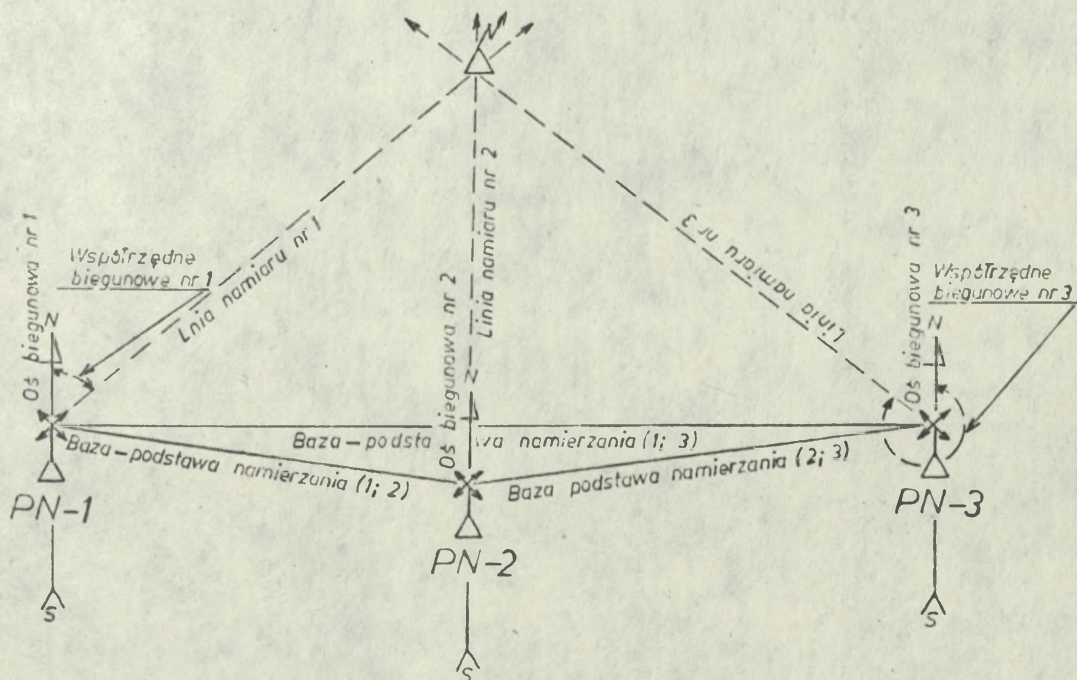
Ponadto opracowano uproszczoną metodykę obliczania błędów liniowych „L<sub>g</sub>” sieci namierzania, wraz z kompletem niezbędnych tablic, wzorów i wykresów - załącznik 2. Metodyka ta opracowana została z myślą o praktycznym zastosowaniu, szczególnie w jednostkach rozpoznania radioelektronicznego wojsk operacyjnych, gdzie tempo rozgrywających się działań jest zbyt duże i nie zawsze pozwala na przeprowadzenie skomplikowanych kalkulacji związanych z wypracowywaniem decyzji organizacyjnych oraz bieżącym ocenianiem wyników namierzania. Metodyka pozwala w stosunkowo krótkim czasie, przy mało skomplikowanym aparacie matematycznym, na rozwiązywanie tych problemów.

## ROZDZIAŁ I

CHARAKTERYSTYKA WĘZŁOWYCH PROBLEMÓW ORAZ AKTUALNY STAN  
I OCENA KRÓTKOFALOWEGO NAMIERZANIA RADIOWEGO JEDNOLI-  
TEGO SYSTEMU ROZPOZNANIA RADIOELEKTRONICZNEGO WOJSKA  
POLSKIEGO

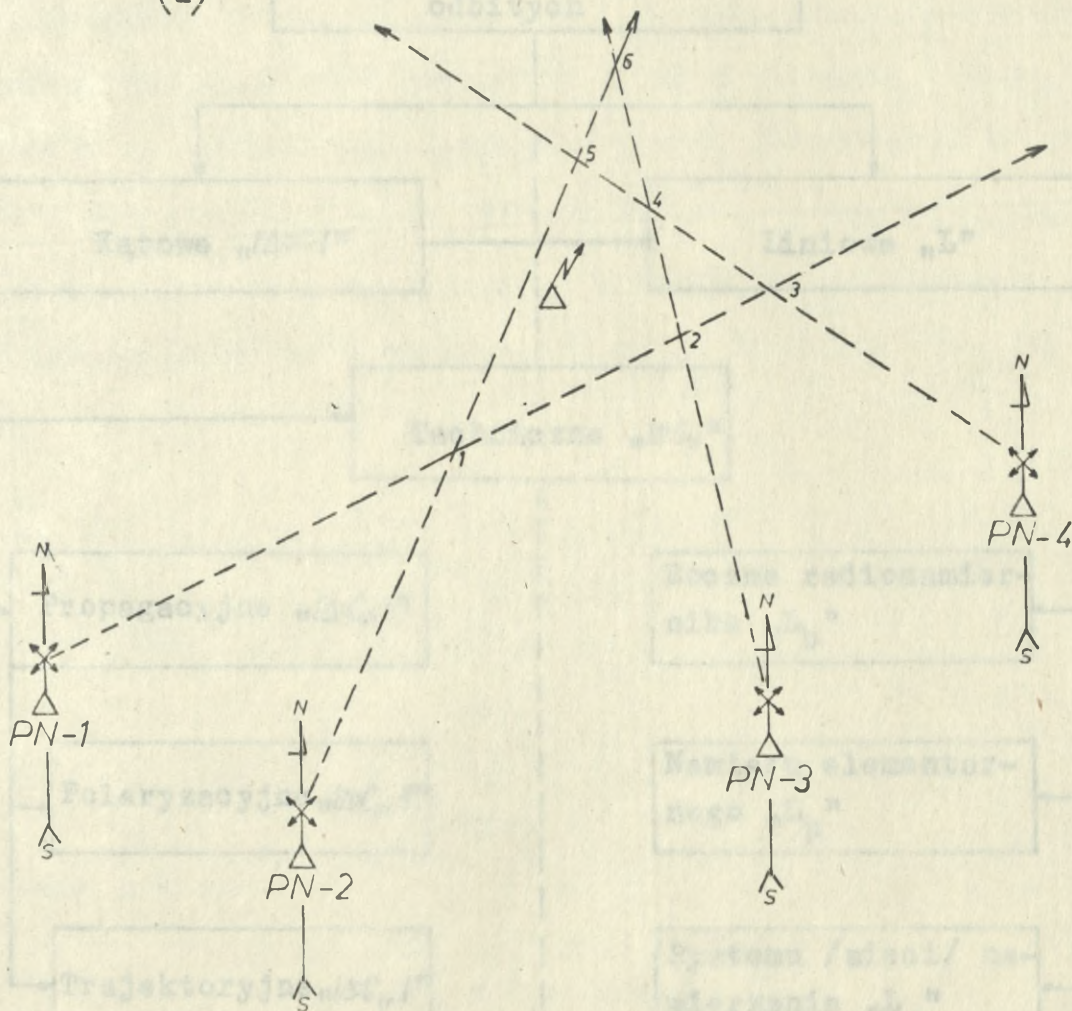
## A. CHARAKTERYSTYKA BŁĘDÓW KRÓTKOFALOWEGO NAMIERZANIA RADIOWEGO JEDNOLITEGO SYSTEMU ROZPOZNANIA RADIO- ELEKTRONICZNEGO WP

Namierzenie radiowe jest to zespół przedsięwzięć techniczno-organizacyjnych polegających na określaniu położenia pracujących radiostacji metodą współrzędnych wielobiegunowych /metodą wcięć/, gdzie biegunami nazywane są punkty rozwinięcia radionamierników, a współrzędnymi biegunowymi azymuty /geograficzne, topograficzne lub magnetyczne/ wyznaczone przez te radionamierniki na pracujące radiostacje. Teoretycznie, jeśli wszystkie radionamierniki namierzają tę samą radiostację, linie namiarów winny się przecinać w jednym punkcie /rysunek 1/, a punkt ten przeniesiony na mapę powinien odzwierciedlać rzeczywiste położenie namierzanej radiostacji.



Rysunek 1

Z przeprowadzonych badań /załącznik 1, strona 7-49/ wynika, iż zdarzenie takie jest prawie niemożliwe. Linie namiarów przecinają się zwykle w różnych punktach, a liczba tych punktów uwarunkowana jest składem sieci namierzania. Jeśli więc przez „n” oznaczona zostanie liczba radionamierników danej sieci, to liczba punktów przecięć wyniesie  $\binom{n}{2}$  - rysunek 2.

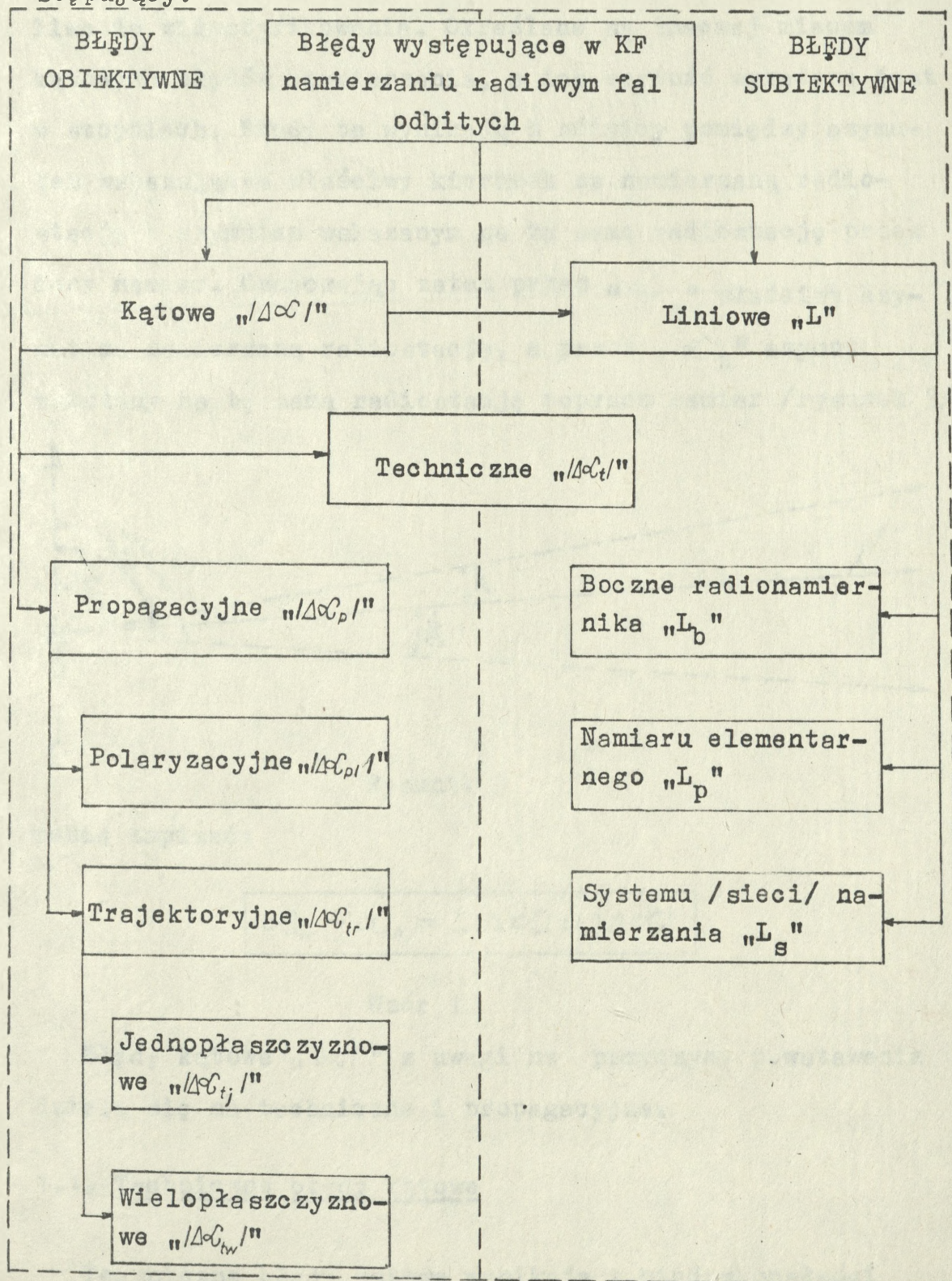


Rysunek 2

Jak z tego wynika, rezultat namierzania jest zbiorem punktów na płaszczyźnie /mapie/ utworzonym poprzez dwójkowe kombinacje namiarów z „n” radionamiernikowej sieci. Można zatem powiedzieć, że podstawowym /elementarnym/ wynikiem w namierzaniu jest namiar z dwóch radionamierników, a rozproszenie tych namiarów uwarunkowane jest

błędami namierzenia.

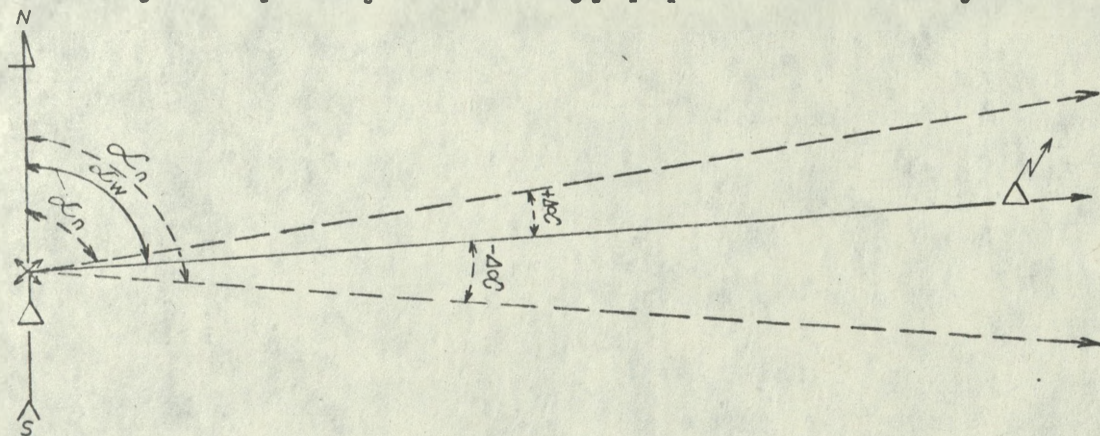
W odróżnieniu od innych, szczególnie krótkofalowe namierzenie radiowe fal odbitych obciążone jest dużą ilością błędów. Błędy te można podzielić w sposób następujący:



Schemat 1

## 1. Charakterystyka obiektywnych błędów namierzenia

Do grupy błędów obiektywnych są zaliczane wszystkie te, które powstają z przyczyn niezależnych od organizatorów namierzenia i w procesie jego realizacji są niemożliwe do zidentyfikowania. Określane są inaczej mianem kątowych błędów namierzenia, a ich wartość wyrażana jest w stopniach. Błędy te wynikają z różnicy pomiędzy azymutem wskazującym właściwy kierunek na namierzaną radiostację a azymutem wskazanym na tę samą radiostację przez dany namiar. Oznaczając zatem przez " $\alpha_w$ " właściwy azymut na namierzaną radiostację, a przez " $\alpha_n$ " azymut wskazany na tę samą radiostację poprzez namiar /rysunek 3/,



Rysunek 3

można zapisać:

$$\alpha_w - \alpha_n = \pm \Delta\alpha = |\Delta\alpha|$$

Wzór 1

Błędy kątowe " $|\Delta\alpha|$ " z uwagi na przyczyny powstawania dzielą się na techniczne i propagacyjne.

### 1.1. Techniczne błędy kątowe

Techniczne błędy kątowe wynikają z niedoskonałości

rozwiązań technologiczno-konstrukcyjnych zastosowanych w danym typie, a nawet egzemplarzu radionamiernika. Nioszą więc w sobie cechy błędów obiektywnych - dla organizatorów namierzania i subiektywnych - dla konstruktorów radionamierników. Jeśli przy namierzaniu radiostacji na fali bezpośredniej /przyziemnej/ istnieje możliwość wyodrębnienia błędu technicznego, to przy namierzaniu radiostacji na fali odbitej /jonosferycznej/ takiej możliwości nie ma, ponieważ nigdy nie wiadomo w jakim stopniu na wielkość błędu wpływają warunki propagacji, a w jakim techniczne. Można tylko przypuszczać, iż warunki techniczne wpływają w podobny sposób jak przy namierzaniu fali bezpośredniej. Sam konstruktor radionamierników podając normy eksploatacyjne też nie wyodrębnia błędu technicznego dla fali odbitej, ale mierzy go w połączeniu z warunkami propagacji i określa mianem „średniego błędu namierzania” /W.A. Wartanieszjan, E.Sz. Gojzman i M.I. Rogatkin - „Radiopelengacja”, Moskwa 1966r./.

Aczkolwiek błędy techniczne mają przewagę cech obiektywnych, to zaznaczyć przy tym należy, że również i użytkownicy radionamierników wywierają wpływ na ten błąd. Oczywiście nie chodzi tu o osiągnięcie lepszych wskaźników od założonych konstrukcyjnie, ale poprzez właściwe przygotowywanie sprzętu do pracy i właściwą jego eksploatację, zachowanie ich w normach nie gorszych jak pierwotnie ustalił konstruktor, przekazując radionamierniki do użytkowników.

## 1.2. Propagacyjne błędy katowe

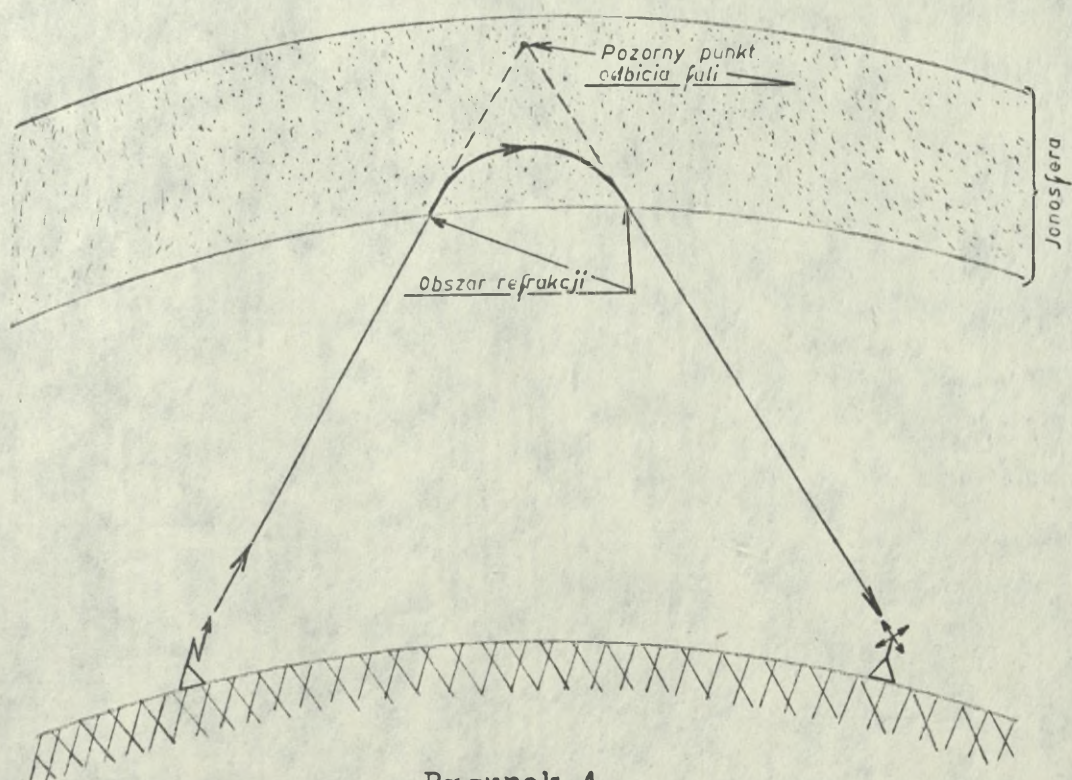
Propagacyjne błędy katowe stanowią zasadniczą grupę obiektywnych błędów namierzania. Do nich zaliczane są wszystkie te, które w jakiś sposób wiążą się ze zjawiskami powodującymi zniekształcanie trajektorii fal elektromagnetycznych w środowisku propagacji, względnie powodującymi inne zakłócenia elektromagnetyczne, które uniemożliwiają wykonanie dokładnego namiaru. Aby jednak lepiej unaocznić istotę tych błędów, należy wyjaśnić, że już w samym procesie namierzania jonosferycznego występuje pewna niekonsekwencja. Polega ona na tym, że celem namierzania jest lokalizacja radiostacji promieniujących fale elektromagnetyczne. Natomiast celem namiaru wykonywanego przez pojedynczy radionamiernik jest określenie kierunku przychodzenia fali, a nie wyznaczanie azymutu na namierzaną radiostację. W warunkach idealnych, gdy trajektorie fal byłyby na swej drodze nie zniekształcane, cel namierzania pokrywałby się z celem pojedynczego namiaru, ponieważ kierunek przychodzenia fali do radionamiernika odpowiadałby azymutowi położenia radiostacji promieniującej tę falę. Praktycznie jest jednak inaczej. Nawet jeśli namiar pojedynczy wydaje się z pozoru być poprawny, to nigdy nie wiadomo jak się ma azymut przychodzenia fali do azymutu określającego kierunek na radiostację promieniującą tę falę. Tę niewiadomą wnosi właśnie środowisko propagacji.

Środowiskiem propagacji fal krótkich jest neutrosfera i jonosfera. Ta pierwsza z punktu właściwości elektrycznych nie odgrywa żadnego znaczenia propagacyjnego.

Znajdują się w niej tylko pojedynczo naładowane cząsteczki gazu, które nie mogą spowodować liczących się w tym względzie następstw. Znaczenie propagacyjne wynika natomiast nie z jej struktury, ale z usytuowania w stosunku do powierzchni Ziemi. Jako obszar rozciągający się do około 60 km nad poziomem morza neutrosfera jest pod silnym oddziaływaniem pola geomagnetycznego. Nie ma to co prawda znaczenia propagacyjnego bezpośrednio wpływającego na dokładność namierzania, ale istotny wpływ na dalszą drogę fal elektromagnetycznych w jonosferze, czyli wpływ pośredni /zjawisko to wyjaśnione zostanie przy polaryzacyjnym błędzie namierzania/. Jeśli pole geomagnetyczne było stałe w funkcji miejsca i czasu, to błędy powodowane nim można by było przewidywać i co za tym idzie, korygować poszczególne wyniki namierzania. Faktycznie dzieje się inaczej. Pole geomagnetyczne nie jest stałe. Ulega ono ciągłym wahaniom w granicach od 0,2 do 0,7 erstedów, a niekiedy gwałtownym zaburzeniom o znacznie większych skutkach. Ponadto podlega ono wahaniom okresowym związanym z obrotem Ziemi wokół własnej osi, obrotem Księżyca dookoła Ziemi, obrotem Ziemi dookoła Słońca oraz cyklicznymi zmianami aktywności słonecznej. Aczkolwiek okresowe zmiany natężenia pola geomagnetycznego z pozoru wydają się być mniej istotne, to jednak faktycznie wpływają w podobny sposób na namierzania jak zmiany ciągłe. Wynika to chociażby z tego, że fale jonosferyczne rozchodzą się na dużych odległościach. Dodając jeszcze fakt, że w namierzaniu nigdy nie wiadomo w jakim punkcie jonosfery nastąpiło „odbicie” namierzonej fali, a ponadto, że co jeden stopień długości geograficznej

następuje zmiana czasu o cztery minuty /ciągle zmienia się nasłonecznienie danego punktu jonosfery/, powyższe stwierdzenie wydaje się być oczywiste.

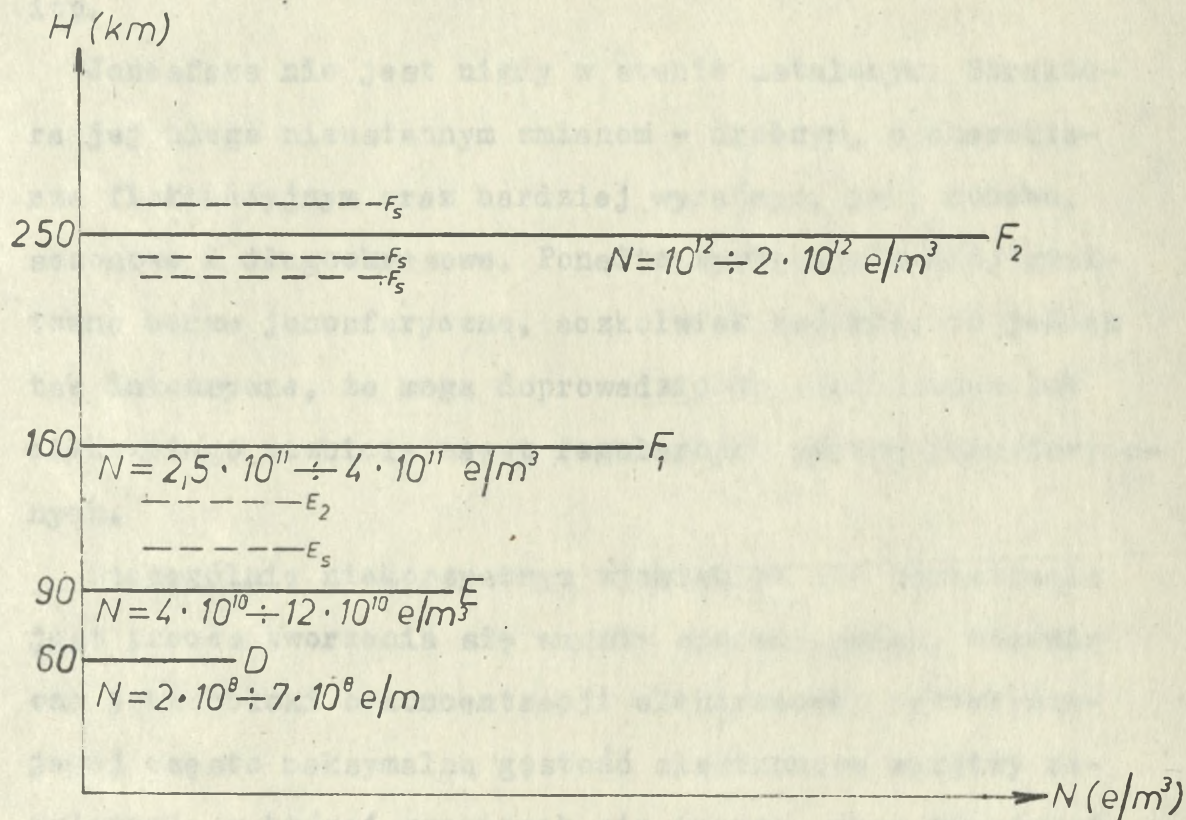
Środowiskiem wywierającym zasadniczy wpływ na dokładność namierzania jest dopiero górna warstwa atmosfery ziemskiej, zwana jonosferą. Środowisko to jest silnie zjonizowane i dlatego stanowi zasadniczy obszar refrakcji fal krótkich, który powoduje, że wypromieniowane pierwotnie z powierzchni Ziemi fale, trafiając do jonosfery, ulegają takiemu załamaniu, iż ponownie wracają do Ziemi. Proces ten potocznie określa się mianem „odbijania fal”. Faktycznie jednak nigdy nie następuje odbicie punktowe fali, tylko jej załamanie. Jeśli nawet w obliczeniach przyjmowany jest punkt odbicia, to należy traktować go jako miejsce pozorne, ponieważ rzeczywistym jest obszar refrakcji /rysunek 4/.



Rysunek 4

W namierzaniu fal jonosferycznych przyjmuje się, że proces refrakcji następuje w płaszczyźnie przechodzącej przez punkt wypromieniowania fali, pozorny punkt jej odbicia, przez punkt namierzania i środek Ziemi. Tak więc rzut przebytej przez falę drogi na powierzchnię Ziemi jest łukiem koła wielkiego, lub inaczej - ortodromą, której punktem początkowym jest miejsce wypromieniowania fali, a końcowym - punkt namierzania. Proces ten przebiegałby w taki sposób wówczas, gdyby jonosfera była środowiskiem jednorodnym i ustabilizowanym. Ponieważ tak nie jest, dlatego każda ortodroma wyznaczana namiarem ma tylko rzeczywisty punkt końcowy /namierzania/, natomiast początkowy /wypromieniowania fali/ jest tylko pozorny. Dzieje się tak dlatego, że rzeczywista droga namierzonej fali jonosferycznej przebiega nie w jednej, a w wielu płaszczyznach wzajemnie przecinających się w obszarze refrakcji.

Stworzony jest co prawda, głównie do celów poglądowych, klasyczny model jonosfery uwzględniający jej strukturę jako warstwową /rysunek 5/, faktycznie jednak jest to daleko idące uproszczenie problemu, ponieważ już poszczególne jej warstwy są same w sobie niejednorodne. Składają się jak gdyby z maleńkich „obłoków i granul” elektronowych, nieustannie zanikających i pojawiających się. W rezultacie obraz warstwy jonosferycznej jest „zmętniony”, a powstawanie i zanikanie jej niejednorodności zachodzi w sposób chaotyczny. Niejednorodności te zanikają w jednym miejscu i pojawiają się natychmiast w sąsiedztwie, następnie po krótkim czasie znowu zanikają, aby pojawić się nieco dalej. Wygląda to tak, jak gdyby



gdzie:

- N - gęstość elektronowa warstw jonosferycznych mierzona w liczbie elektronów na metr sześcienny;
- H - wysokość nad poziom morza;
- D - warstwa jonosferyczna „D”;
- E - warstwa jonosferyczna „E”;
- F<sub>1</sub> - warstwa jonosferyczna „F<sub>1</sub>”;
- F<sub>2</sub> - warstwa jonosferyczna „F<sub>2</sub>”;
- E<sub>s</sub>, E<sub>2</sub>, F<sub>s</sub> - warstwy jonosferyczne - sporadyczne.

Rysunek 5

niejednorodności przesuwały się w określonym kierunku. Niekiedy przesuwanie to odbywa się z bardzo dużymi prędkościami, rzędu paru tysięcy kilometrów na godzinę. Zjawiska takie określane są mianem „wichrów jonosferycznych”. Ponadto w jonosferze mogą jeszcze powstawać elektronowe

warstwy nachylone, układy soczewkujące, rozpraszające itp.

Jonosfera nie jest nigdy w stanie ustalonym. Struktura jej ulega nieustannym zmianom - drobnym, o charakterze fluktuacyjnym oraz bardziej wyraźnym, jak: dobowe, sezonowe i długookresowe. Ponadto występują w niej gwałtowne burze jonosferyczne, aczkolwiek krótkie, to jednak tak intensywne, że mogą doprowadzić do częściowego lub całkowitego rozbitcia nawet regularnych warstw jonosferycznych.

Szczególnie niekorzystnym zjawiskiem dla namierzania jest proces tworzenia się warstw sporadycznych. Właśnie one jako obłoki o koncentracji elektronowej przekraczającej często maksymalną gęstość elektronową warstwy regularnej, w których granicach się tworzą, mogą powodować powstawanie znacznych i licznych błędów w namierzaniu.

Niestabilność i niejednorodność elektronowa jonosfery wynika ze zróżnicowanego składu chemicznego górnych warstw atmosfery ziemskiej, a głównie z niestabilności procesu jonizacji, którego źródłami są: Słońce, gwiazdy, Księżyc, promienie kosmiczne, zorza polarna, meteory i wyładowania atmosferyczne - już same stanowiące cały ogrom niewiadomych. Na tym tle widać jeszcze bardziej jak wielce złożony jest problem lokalizowania radiostacji krótkofalowych, na odległościach przekraczających zasięg fali bezpośredniej. Współczesna technika namierzania stosowana w jednolitym systemie rozpoznania radioelektronicznego WP, właśnie z uwagi na błędy propagacyjne, nie pozwala nic więcej uczynić jak tylko każdy z dowolnych namiarów traktować jako zmienną losową.

W jednolitym systemie rozpoznania radioelektroniczne-

go WP wykorzystywane są obecnie radionamierniki typu R-359, dostosowane do wzrokowego odczytywania namiarów. Istota procesu namierzania za ich pomocą polega na tym, że sygnał namierzanej radiostacji zobrazowany jest na lampie oscyloskopowej bloku wskaźnikowego w postaci elipsy, a jedna z dużych pól tej elipsy wskazuje kierunek przychodzenia fal. W warunkach niezakłócanego namiaru, kiedy dobrze słyszany jest sygnał namierzanej radiostacji, obraz elipsy na lampie oscyloskopowej wskaźnika jest wyraźny, a kształt bardzo wąski - zbliżony do linii /zdjęcie 1/. Zjawisko takie jest niewątpliwie korzystne,

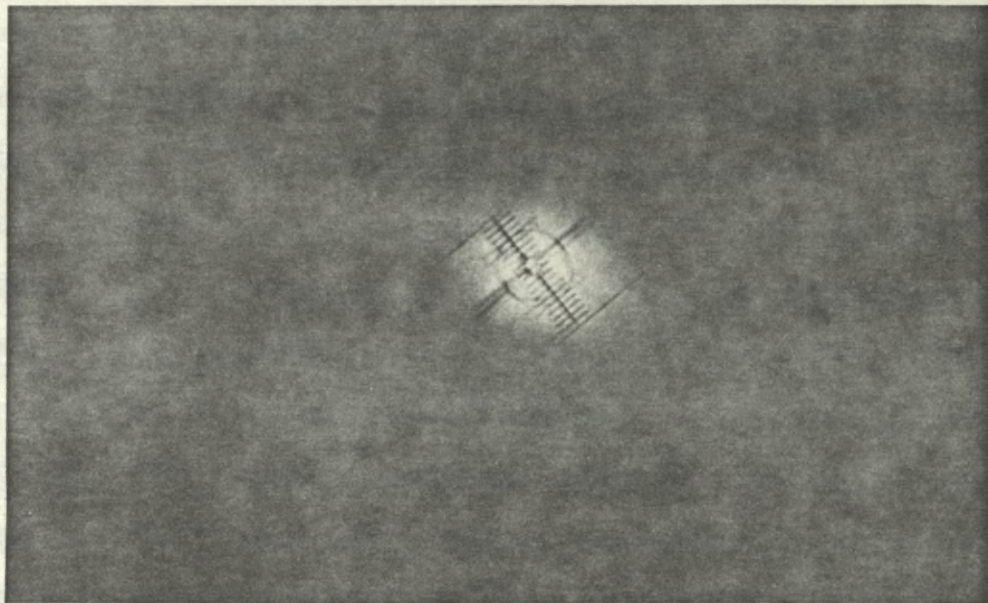


Zdjęcie 1

ale i tak nie wiadomo, w jakim stopniu namiar taki odzwierciedla rzeczywisty azymut na namierzaną radiostację, to znaczy nie można ustalić, jaki błąd kątowy wniosło środowisko propagacji.

Jak wynika z badań przeprowadzonych w jednolitym systemie rozpoznania radioelektronicznego WP, tylko około 20% namiarów jest tak obrazowanych jak na zdjęciu 1, pozostałe natomiast są o wiele mniej czytelne, a około 30% z

nich w ogóle nie daje się odczytać /zdjęcie 2/.



Zdjęcie 2

Biorąc pod uwagę technikę namierzenia stosowaną obecnie w jednolitym systemie rozpoznania radioelektronicznego WP oraz właściwości rozchodzenia się fal krótkich w atmosferze ziemskiej, błędy propagacyjne można podzielić na polaryzacyjne i trajektoryjne.

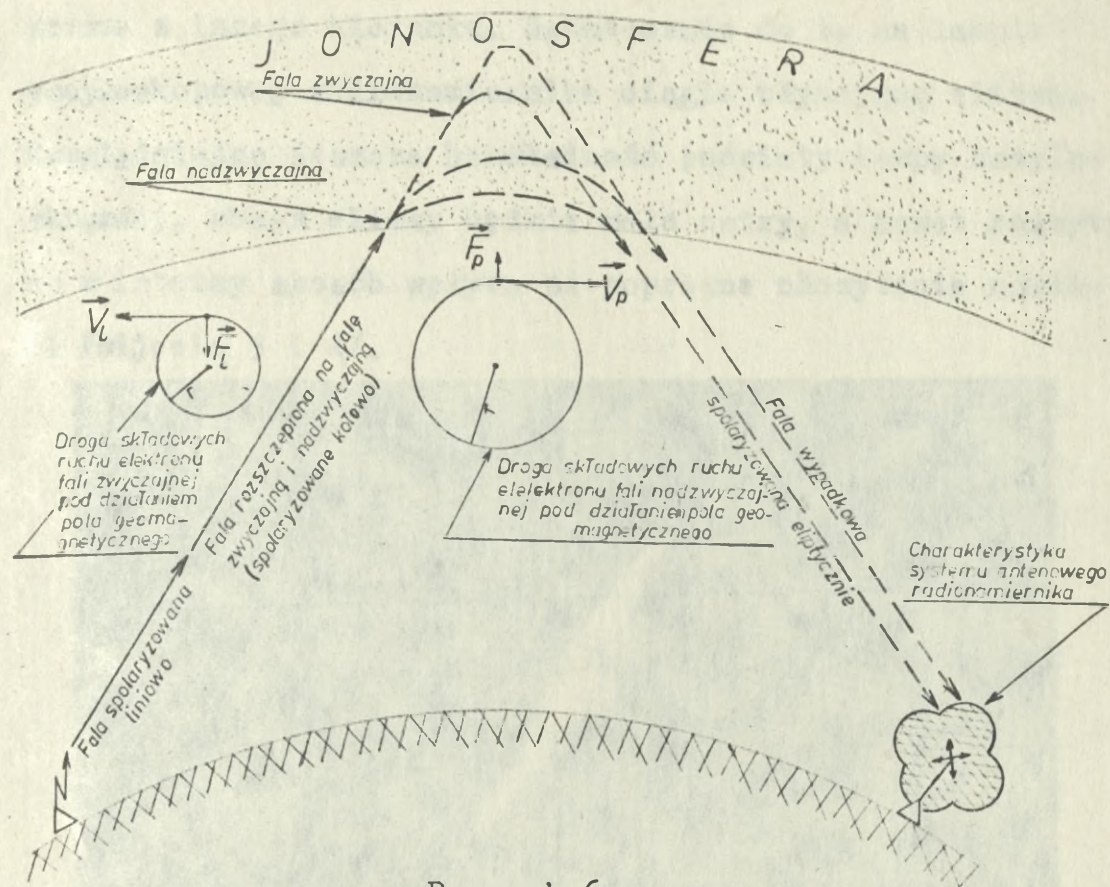
#### 1.2.1. Polaryzacyjne błędy namierzenia

Polaryzacyjnymi błędami namierzenia nazywane są wszystkie te błędy, które wynikają ze szczególnych właściwości propagacyjnych fal elektromagnetycznych spolaryzowanych liniowo. Istota ich polega na tym, że fale elektromagnetyczne spolaryzowane pierwotnie liniowo, po przebyciu drogi od nadajnika do radionamiernika, zmieniają polaryzację na eliptyczną. Proces zmiany polaryzacji rozpoczyna się już w neutrosferze. Aczkolwiek neutrosfera sama nie odgrywa żadnej roli w propagacji fal krótkich, to jednak jako obszar rozciągający się najbliżej powierzchni

Ziemi /do około 60 km n.p.m./ jest pod silnym oddziaływaniem pola geomagnetycznego. Właśnie to pole geomagnetyczne powoduje, że już w neutrosferze następuje rozszczepienie fali elektromagnetycznej spolaryzowanej liniowo na dwie fale składowe spolaryzowane kołowo, to jest falę zwyczajną i nadzwyczajną. W rezultacie do jonosfery docierają już nie jedna, ale dwie fale, różniące się między sobą częstotliwościami krytycznymi i współczynnikami refrakcji /na półkuli północnej fala lewoskrętna, o mniejszym współczynniku refrakcji i mniejszej częstotliwości krytycznej, nazywana jest falą zwyczajną, zaś prawoskrętna, o większym współczynniku refrakcji i większej częstotliwości krytycznej - nadzwyczajną/. Zjawisko to powoduje, że w jonosferze fala zwyczajna i fala nadzwyczajna przebywają różne drogi. Fala zwyczajna odbija się na większej wysokości, a nadzwyczajna na mniejszej. W skrajnych przypadkach może się zdarzyć, że odbiciu ulegnie tylko fala nadzwyczajna, a zwyczajna przebiega przez jonosferę do przestrzeni kosmicznej. W przeważającej jednak większości odbiciu ulegają obydwie fale, a zjawisku temu towarzyszy proces nakładania się dwóch fal - zwyczajnej i nadzwyczajnej - spolaryzowanych kołowo.

W rezultacie z jonosfery do Ziemi wychodzą nie dwie fale spolaryzowane kołowo, ale tylko jedna, lecz spolaryzowana eliptycznie /uproszczony model trajektorii fali elektromagnetycznej spolaryzowanej pierwotnie liniowo przedstawia rysunek 6/.

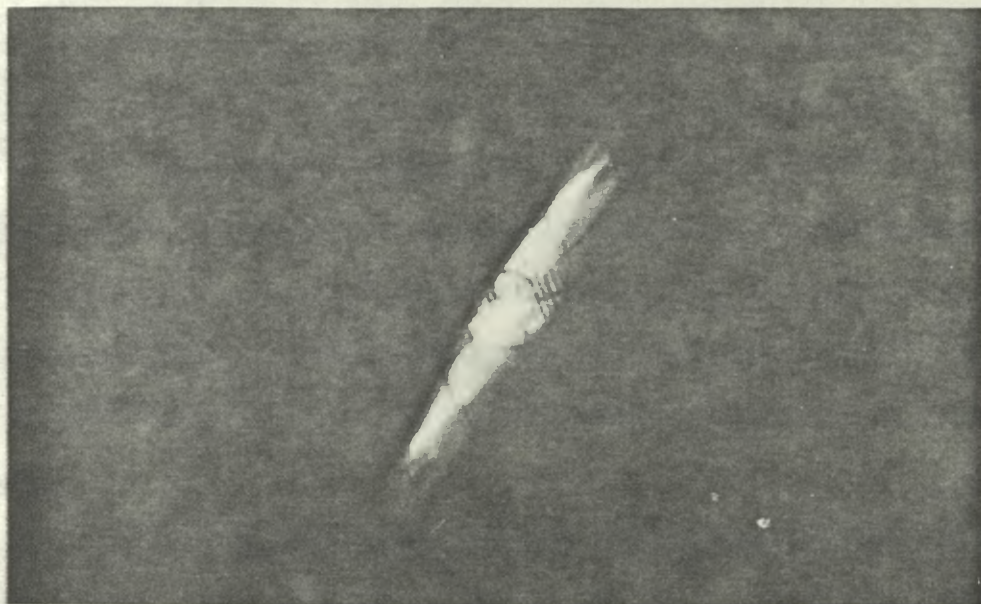
Zmiana polaryzacji fali elektromagnetycznej nie wpływałaby na tworzenie się błędów w namierzaniu, jedynie przy założeniu, że proces ten przebiegałby w stabilnym



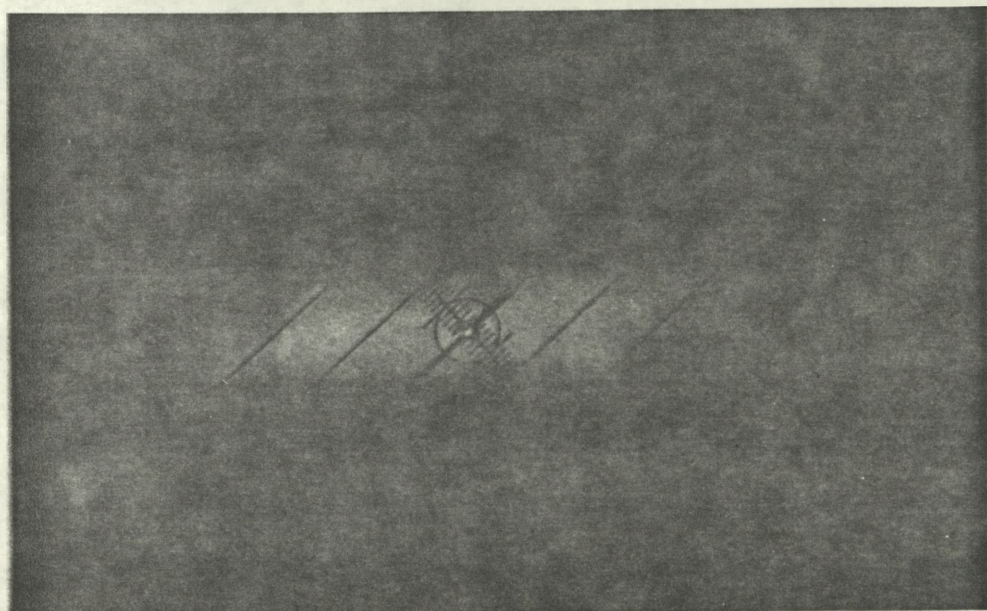
Rysunek 6

polu geomagnetycznym i stabilnym pod względem struktury elektronowej środowisku propagacji. Faktycznie już samo natężenie pola geomagnetycznego ulegając ciągłym zmianom, w granicach od 0,2 do 0,7 erstedów, tak w funkcji czasu jak i miejsca powoduje, że częstotliwości krytyczne oraz współczynniki refrakcji fali zwyczajnej i nadzwyczajnej również ulegają ciągłym zmianom. Widać z tego, że już sama niestabilność geomagnetyczna powoduje ciągłe zmiany trajektorii fali w jonosferze. Biorąc więc pod uwagę chociażby tylko same wewnętrzne niejednorodności i niestabilności elektronowe warstw odbijających, widoczne się staje, że fala wypadkowa /spolaryzowana eliptycznie/ nie będzie stabilna i w konsekwencji będzie ona ciągle docierała do systemu antenowego radionamier-

nika, aczkolwiek z niewielkimi odchyleniami, to jednak zawsze z innego kierunku. Ostatecznie da to na lampie oscyloskopowej radionamiernika ciągle pływającą elipsę. Uwzględniając jeszcze bezwładność poświaty lampy oscyloskopowej, obraz elipsy będzie mało ostry, a nawet rozmyty, co w istotny sposób wpływa na poprawne odczytanie namiaru /zdjęcia 3 i 4/.



Zdjęcie 3



Zdjęcie 4

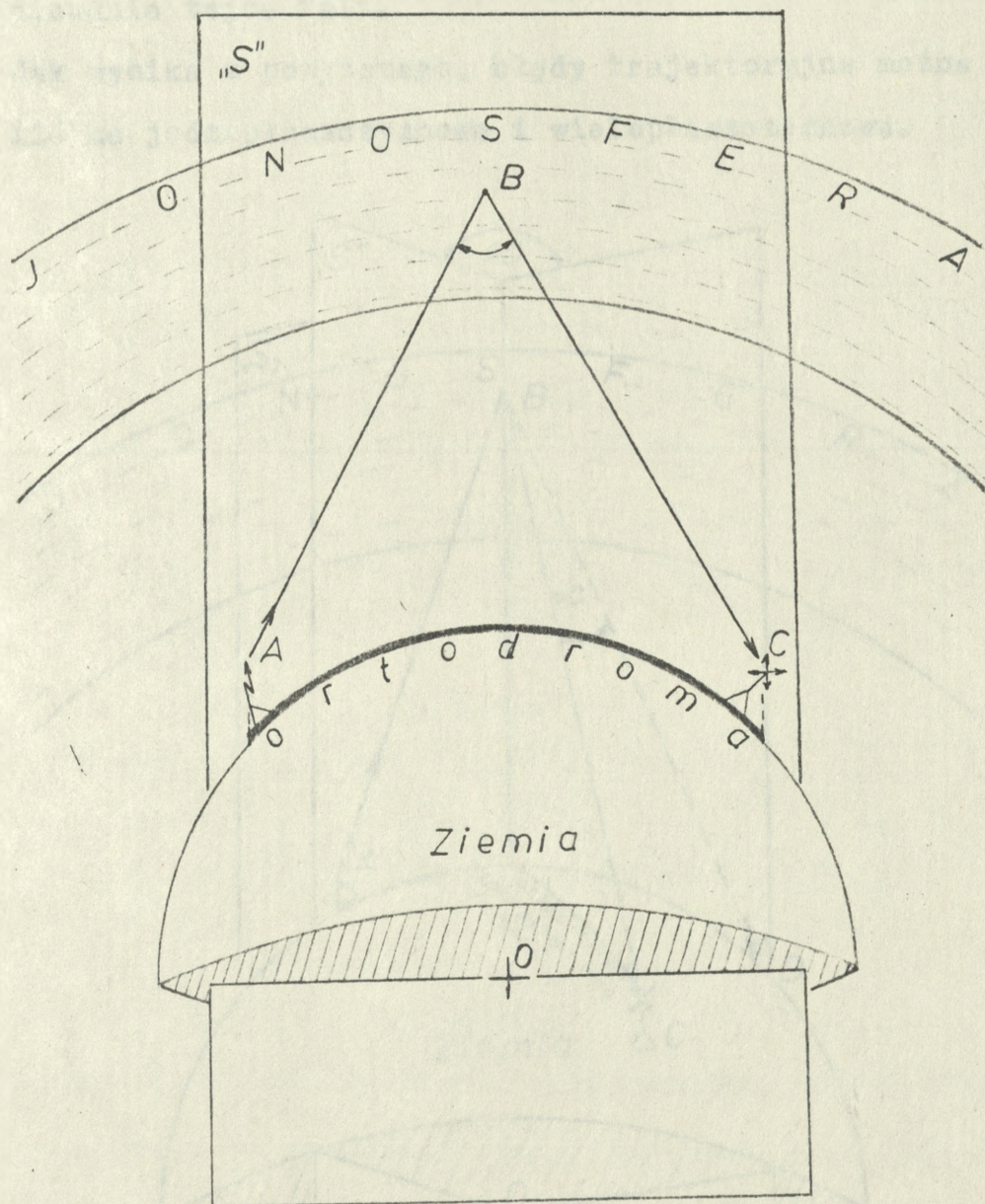
Błędy polaryzacyjne występują tylko przy namierzaniu fal jonosferycznych i zmniejszają się wraz ze wzrostem odległości do namierzanego źródła /radiostacji/. W namierzaniu szczególnie istotne jest drugie uwarunkowanie, ponieważ zawiera w sobie elementy subiektywne /organizatorzy namierzania mogą te odległości zwiększać lub zmniejszać/. Zjawisko to należy tłumaczyć tym, że na mniejszych odległościach fala wypadkowa dochodząca do systemu antenowego radionamiernika jest bardziej niestabilna. Niestabilność ta wynika natomiast z tego, że jako fala bardziej pionowo padająca, głęboko przenika do jonosfery, zanim zajdzie cały proces refrakcji, a w związku z tym będzie w dużym stopniu obciążona wszystkimi konsekwencjami niestabilności i niejednorodności elektronowej jonosfery.

Aczkolwiek w przeprowadzonych badaniach trudno było wyodrębnić tylko sam błąd polaryzacyjny, to jednak, mierząc go nawet z innymi stwierdzono, że dla jednolitego systemu rozpoznania radioelektronicznego WP, wpływ odległości na wartość błędu polaryzacyjnego jest niewielki. Na odległości 1200 km błąd ten jest tylko około  $0,5^{\circ}$  mniejszy jak na odległości 500 km /załącznik 1, strona 5-49/.

### 1.2.2. Trajektoryjne błędy namierzania

Trajektoryjne błędy namierzania, określając najogólniej, to wszystkie te, które wynikają z niestabilności trajektorii fal jonosferycznych. Istota problemu tkwi w tym, że przy opracowywaniu wyników namierzania przyjmowane jest, iż każda z namierzanych fal przebywa na od-

cinku nadajnik - radionamiernik drogę tylko w jednej płaszczyźnie, to jest takiej, która w przecięciu z powierzchnią Ziemi tworzy ortodromę /rysunek 7/.

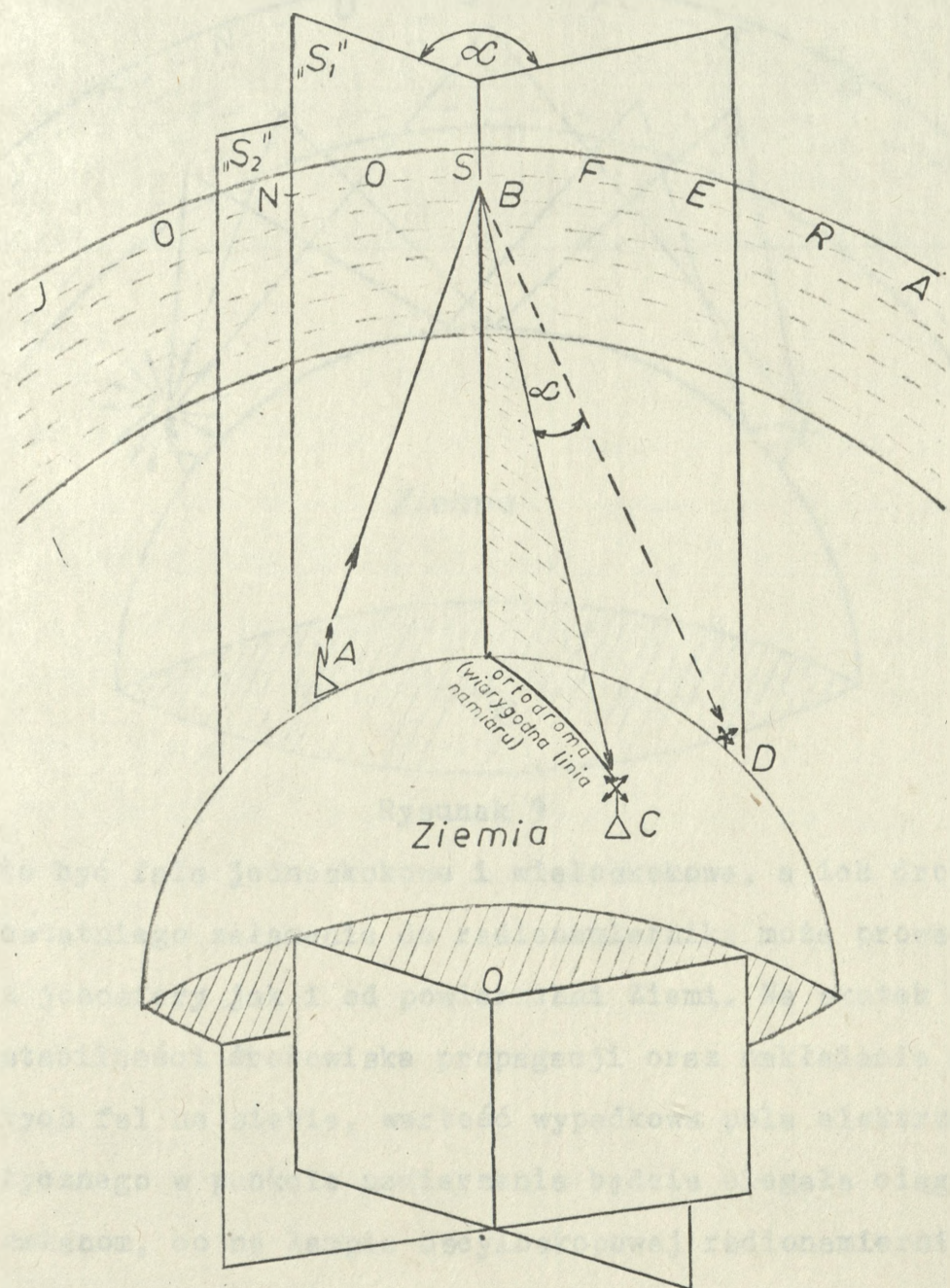


Rysunek 7

W praktyce jednak przypadek taki jest rzadkością. Najczęściej fala na odcinku nadajnik - radionamiernik przebywa drogę w wielu płaszczyznach /rysunek 8/. W wyniku tego, oprócz załamania, następuje jeszcze jak gdyby skręcenie fali, co na rysunku 8 oznaczone zostało symbolem „∞”. Ostatecznie wiarygodną linią nmiaru jest tylko ortodro-

ma przechodząca przez punkt rozwinięcia radionamiernika i punkt ostatniego skrócenia fali w jonosferze - nie przechodzi natomiast przez punkt rozwinięcia źródła promieniowania tejże fali.

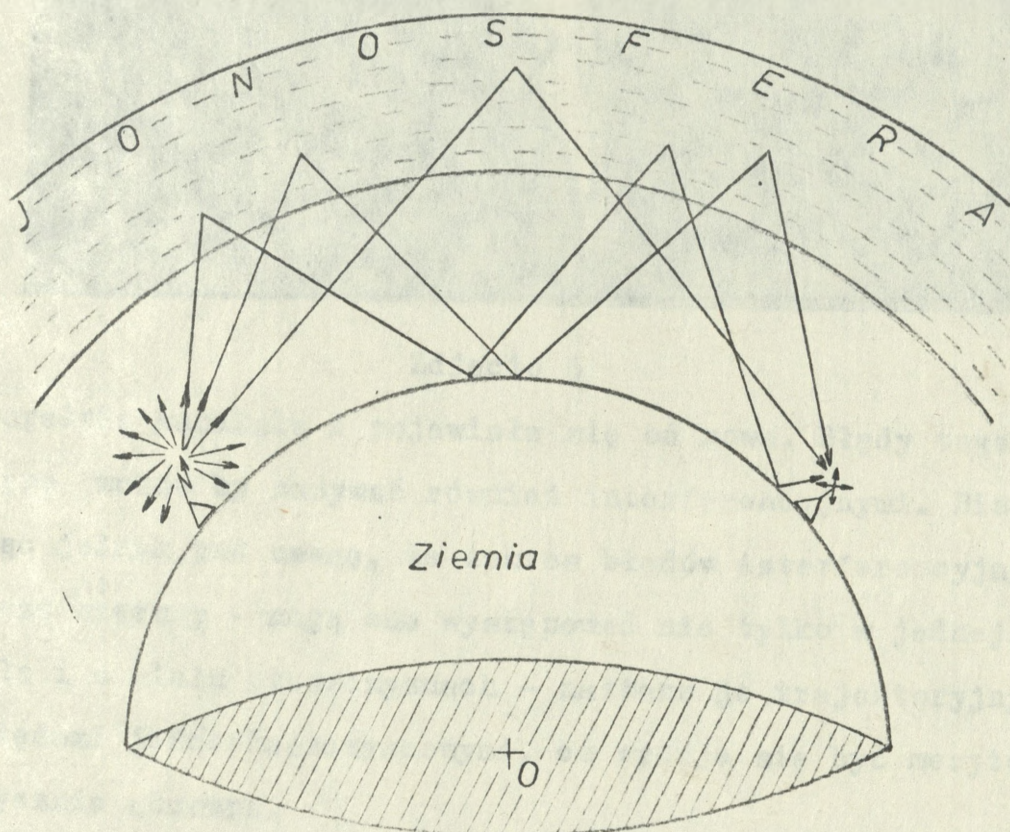
Jak wynika z powyższego, błędy trajektoryjne można podzielić na jednopłaszczyznowe i wielopłaszczyznowe.



Rysunek 8

### 1.2.2.1. Trajekторыjne błędy jednopłaszczyznowe

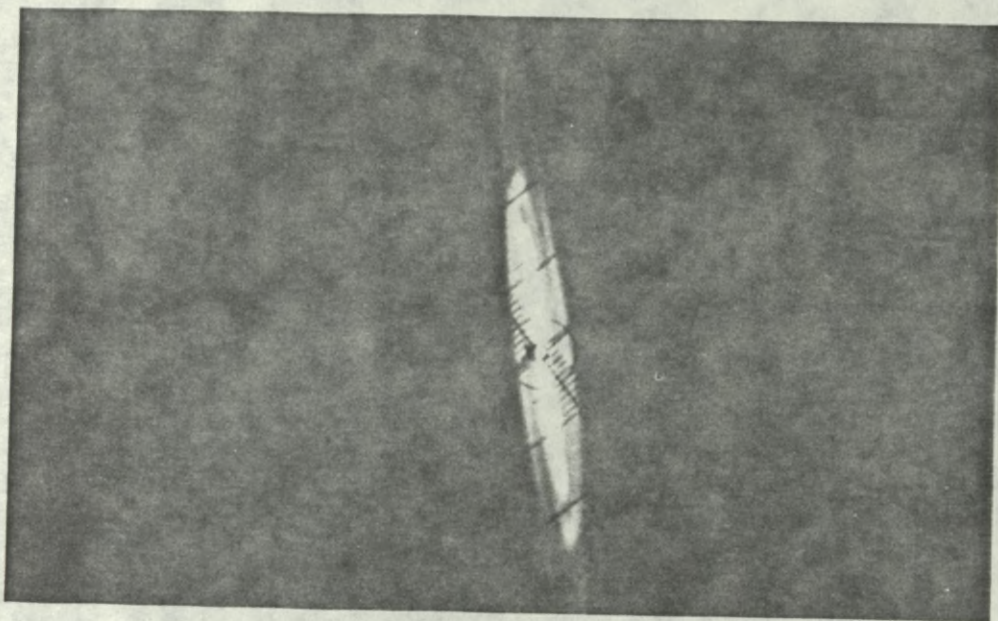
Trajekторыjne błędy jednopłaszczyznowe powstają na skutek jednoczesnego przychodzenia do radionamiernika kilku promieni tej samej fali, aczkolwiek w jednej płaszczyźnie, to jednak różnymi drogami /rysunek 9/. Mogą



Rysunek 9

to być fale jednoskokowe i wieloskokowe, a ich droga od ostatniego załamania do radionamiernika może prowadzić z jonosfery jak i od powierzchni Ziemi. Na skutek niestabilności środowiska propagacji oraz nakładania się tych fal na siebie, wartość wypadkowa pola elektromagnetycznego w punkcie namierzenia będzie ulegała ciągłym zmianom, co na lampie oscyloskopowej radionamiernika zobrazowane zostanie w postaci elipsy, stabilnej pod względem położenia, ale ciągle zmiennej pod względem ampli-

tudy /zdjęcie 5/. Zdarzyć się też może, że elipsa będzie



Zdjęcie 5

zupełnie zanikała i pojawiała się od nowa. Błędy tego typu można by nazywać również interferencyjnymi. Biorąc jednak pod uwagę, że zakres błędów interferencyjnych jest szerszy - mogą one występować nie tylko w jednej, ale i w wielu płaszczyznach - nazwano je trajektoryjnymi błędami jednopłaszczyznowymi, co wydaje się być merytorycznie słuszne.

Trajektoryjne błędy jednopłaszczyznowe nie mają zasadniczego wpływu na dokładność namierzania. Występują z reguły rzadko, a jeśli nawet to się zdarzy, to i tak są o wiele mniejsze od błędów wielopłaszczyznowych czy polaryzacyjnych.

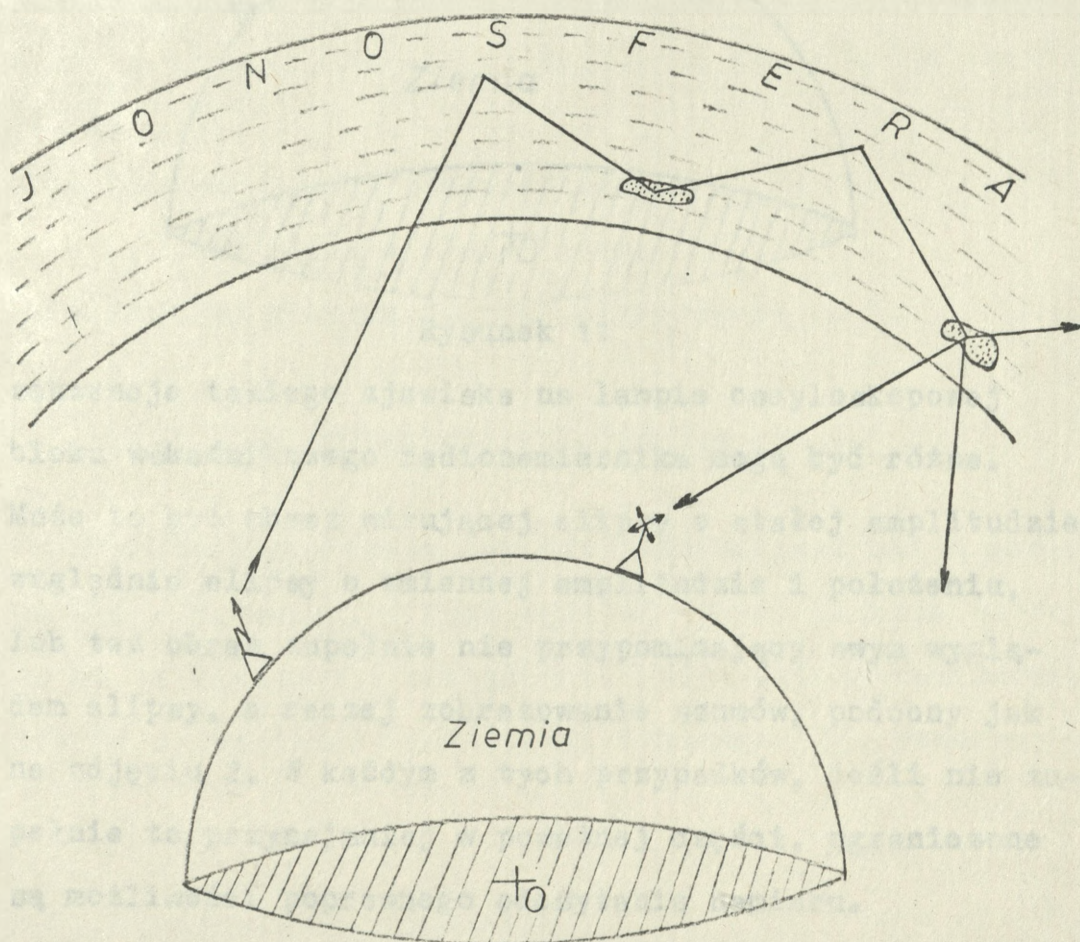
#### 1.2.2.2. Trajektoryjne błędy wielopłaszczyznowe

Trajektoryjne błędy wielopłaszczyznowe stanowią zasadniczą grupę obiektywnych błędów namierzania. Bezpośrednią przyczyną powstawania ich jest jonosfera, a ściślej mówiąc

jej nieustabilizowany, czasowo i przestrzennie, stan gęstości elektronowej. Z przeprowadzonych badań /załącznik 1, strona 5-49/ można wnioskować, że prawdopodobnie około 50% wszystkich tego typu błędów, występujących w namierzaniu jednolitego systemu rozpoznania radioelektronicznego WP, powodowanych jest głównie samą tylko wewnętrzną fluktuacją warstw jonosferycznych. Przemawia za tym fakt, że wewnętrzne fluktuacje warstw jonosferycznych w niewielkim tylko zakresie powodują zmiany gęstości elektronowej, a co za tym idzie nie powinny powodować większego skreślenia trajektorii fali i powodowania większych błędów kątowych /55% badanych namiarów obarczonych było błędem kątowym nie przekraczającym wartości 3<sup>o</sup>/. Błędy tego typu, przy obecnej technice namierzania, są nie do uniknięcia chociażby tylko z tego względu, że zasadnicza refrakcja fal krótkich zachodzi głównie w warstwie F<sub>2</sub> - najbardziej regularnej jako całość, ale najbardziej niestabilnej i niejednorodnej wewnątrz. Jeśli się doda do tego, że przemieszczanie obłoków elektronowych w warstwie F<sub>2</sub> może odbywać się nawet z szybkością kilku tysięcy kilometrów na godzinę /W. Lisicki "Propagacja fal radiowych"/, stwierdzenie wydaje się być zasadne. Podobnego chyba zdania jest także konstruktor radionamierników, ponieważ przy ustalaniu średniego błędu namierzania bierze pod uwagę tylko 50% wyników z badanej serii.

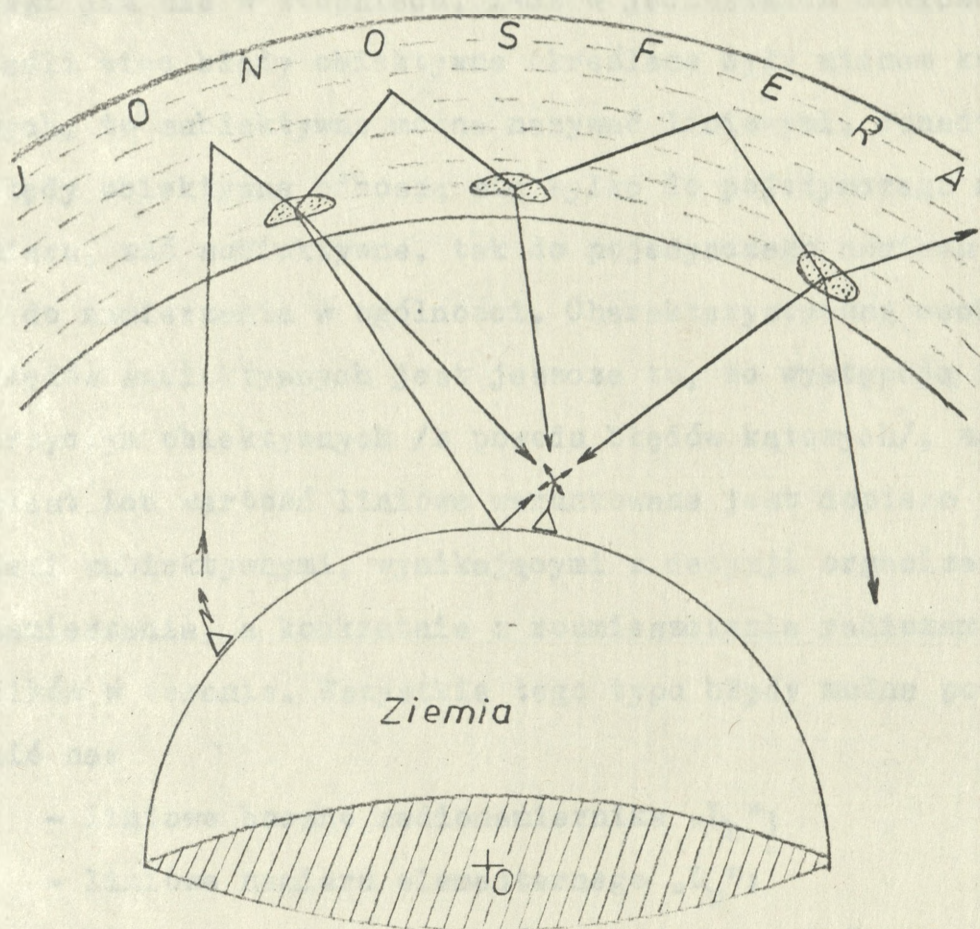
Druga połowa trajektoryjnych błędów wielopłaszczyznowych wynika z wszystkich pozostałych niejednorodności i niestabilności, ale już całej jonosfery. Często organizatorzy namierzania błędy tego typu określają mianem

"grubych", ponieważ w szczególnie nie sprzyjających okolicznościach ich wielkość może osiągnąć wartość nawet  $\pm 180^\circ$ . Występować przy tym jeszcze może pozorna pewność, że namiar jest poprawny, ponieważ obraz sygnału na lampie oscyloskopowej radionamiernika był wąski i stabilny. Przyczyną zaistnienia takiej sytuacji może być w miarę stabilny obłok elektronowy, który na odcinku refrakcji fali spowoduje tak duże skrócenie jej trajektorii, iż dotrze ona do radionamiernika z kierunku przeciwnego do wypromieniowania /rysunek 10 i zdjęcie 1/. Zdarzyć się



Rysunek 10

też może, że jednocześnie docierać będzie nie jedna, a kilka różnokierunkowych fal pochodzących od tego samego źródła promieniowania /radiostacji/ - rysunek 11. Kon-



Rysunek 11

sekwencje takiego zjawiska na lampie oscyloskopowej bloku wskaźnikowego radionamiernika mogą być różne. Może to być obraz wirującej elipsy o stałej amplitudzie, względnie elipsy o zmiennej amplitudzie i położeniu, lub też obraz zupełnie nie przypominający swym wyglądem elipsy, a raczej zobrazowanie szumów, podobny jak na zdjęciu 2. W każdym z tych przypadków, jeśli nie zupełnie to przynajmniej w poważnej części, ograniczone są możliwości poprawnego odczytania namiaru.

## 2. Charakterystyka subiektywnych błędów namierzania

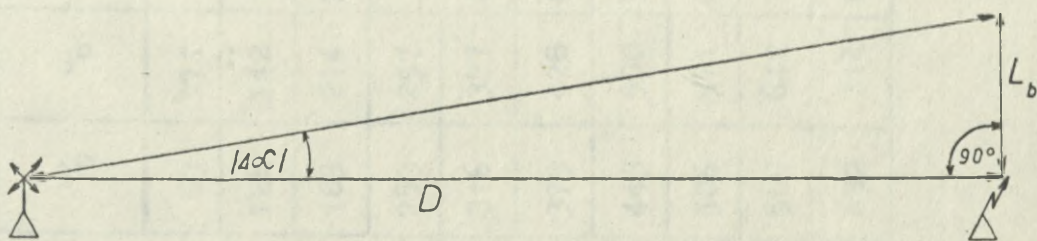
Błędy subiektywne, określając najogólniej, są miarą bezwzględną błędów obiektywnych, a ich wielkość wyrażana

jest już nie w stopniach, lecz w jednostkach długości. Jeśli więc błędy obiektywne określane były mianem kątowych, to subiektywne można nazywać liniowymi. Ponadto błędy obiektywne odnoszą się tylko do pojedynczego namiaru, zaś subiektywne, tak do pojedynczego namiaru jak i do namierzania w ogólności. Charakterystyczną cechą błędów subiektywnych jest jeszcze to, że występują z przyczyn obiektywnych /z powodu błędów kątowych/, natomiast ich wartość liniowa warunkowana jest dopiero względami subiektywnymi, wynikającymi z decyzji organizatorów namierzania, a konkretnie z rozmieszczenia radionamierników w terenie. Wszystkie tego typu błędy można podzielić na:

- liniowe boczne radionamiernika „ $L_b$ ”;
- liniowe namiaru elementarnego „ $L_p$ ”;
- liniowe systemu /sieci/ namierzania „ $L_s$ ”.

### 2.1. Błąd liniowy boczny radionamiernika „ $L_b$ ”

Błąd liniowy boczny radionamiernika jest miarą liniową błędu kąowego, a jego wartość wyraża iloczyn tangensa błędu kąowego i odległości, która dzieli radionamiernik od namierzanej radiostacji /rysunek 12/. Oznaczając



Rysunek 12

zatem przez „D” odległość radionamiernika od namierza-

nej radiostacji, można zapisać:

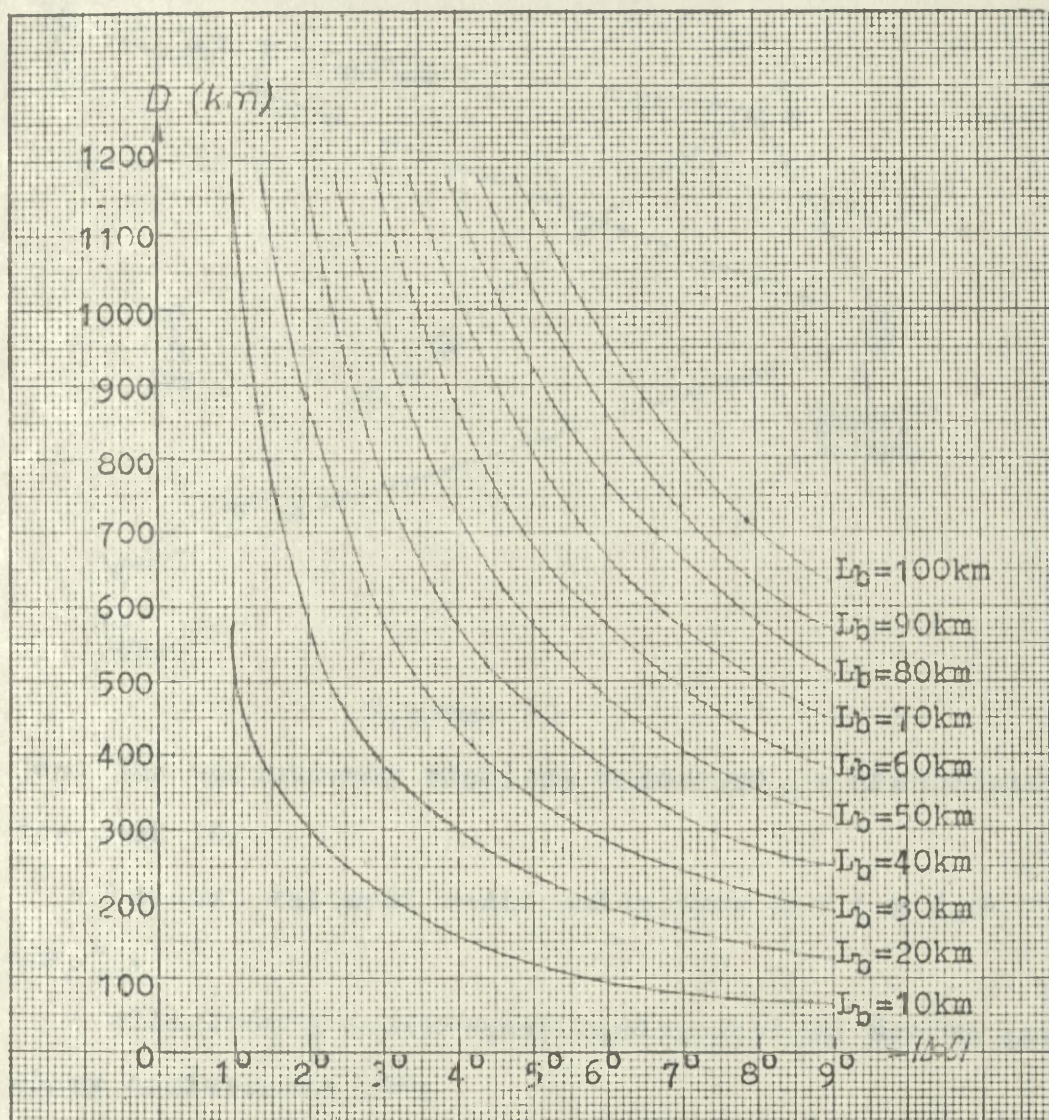
$$L_b = \operatorname{tg}|\Delta\alpha| \cdot D$$

Wzór 2

Widać zatem, że błąd ten jest funkcją dwóch zmiennych, kątowej - obiektywnej i odległościowej - subiektywnej /zależności pomiędzy tymi zmiennymi pokazane są w tabeli i na wykresie 1/.

		D (km)												
		10	20	30	40	50	60	70	80	90	100			
Δα	L <sub>b</sub> (km)													
	1°	574	1149	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2°	294	588	882	1176	1470	-	-	-	-	-	-	-	-
	3°	192	384	576	769	961	1153	1346	1538	-	-	-	-	-
	4°	144	289	434	579	724	869	1014	1159	1304	1449	-	-	-
	5°	114	229	344	459	574	683	804	919	1034	1149	1264	1379	1494
	6°	95	190	285	380	476	571	666	761	857	952	1047	1142	1237
	7°	81	163	245	327	409	491	573	655	737	819	901	983	1065
	8°	71	142	214	287	359	431	503	575	647	719	791	863	935
	9°	63	126	189	253	316	379	443	506	569	632	695	758	821

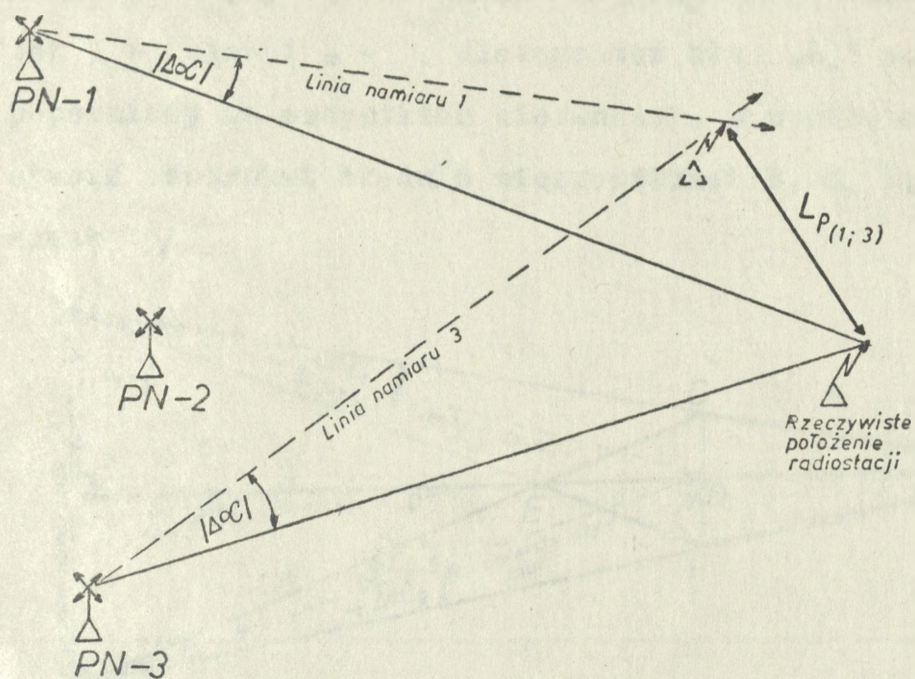
Tabela 1



Wykres 1

## 2.2. Błąd liniowy nmiaru elementarnego „L<sub>p</sub>”

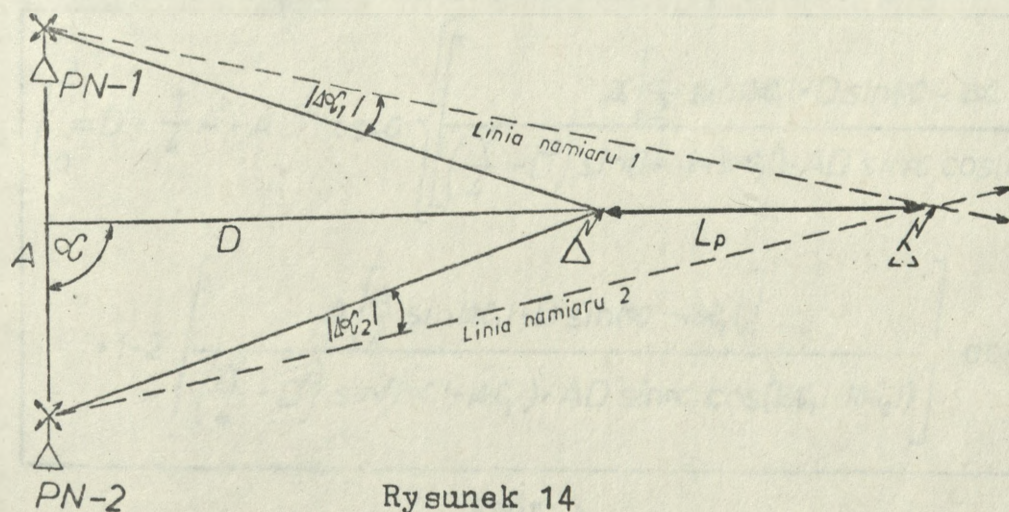
Błąd liniowy nmiaru elementarnego jest to odległość dzieląca miejsce rzeczywistego położenia namierzonej radiostacji od miejsca pozornego, ustalonego na podstawie dwóch nmiarów pochodzących z radionamierników rozwiniętych w różnych punktach terenowych /rysunek 13/. Jeśli więc błąd liniowy boczny radionamiernika był funkcją tylko dwóch zmiennych, to błąd liniowy nmiaru elementarnego



Rysunek 13

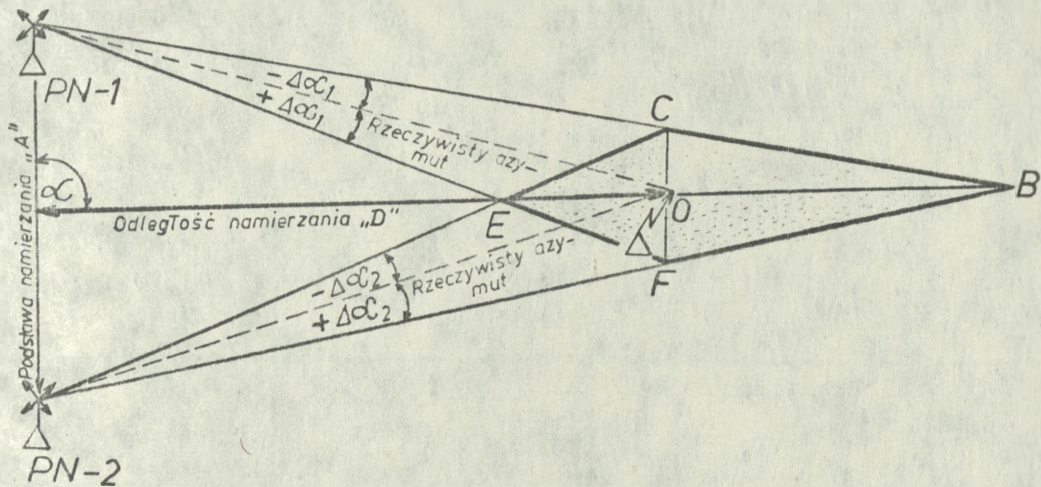
jest już warunkowany pięcioma zmiennymi, a mianowicie /rysunek 14/:

- błędami kątowymi radionamierników nr 1 i 2 / " $|\Delta\alpha_1|$ " i " $|\Delta\alpha_2|$ " /;
- odległością namierzanej radiostacji od środka podstawy namierzania "D";
- długością podstawy namierzania "A";
- kątem nachylenia podstawy namierzania do namierzanej radiostacji " $\alpha$ ".



Rysunek 14

Ponieważ błędy katowe „ $\Delta\alpha_1$ ” i „ $\Delta\alpha_2$ ” mogą mieć znaki tak „+” jak i „-”, dlatego też błąd „ $L_p$ ” może być popełniony we wszystkich kierunkach, w wyniku czego powstanie czworokąt błędu o wierzchołkach B, C, E, F /rysunek 15/.



Rysunek 15

W bieżącym namierzaniu nigdy nie wiadomo, w którym kierunku dany radionamiernik popełnił błąd. Z tego też względu należy rozpatrywać przypadek najbardziej niekorzystny, to jest taki, kiedy błąd „ $L_p$ ” będzie największy - na rysunku 15 jest to odcinek ograniczony punktami OB, ponieważ  $\overline{OB} > \overline{OC}$ ,  $\overline{OB} > \overline{OE}$ ,  $\overline{OB} > \overline{OF}$ .

Aby określić wpływ poszczególnych zmiennych na wielkość błędu „ $L_p$ ”, należy posłużyć się jednym z wzorów:

$$L_p^2 = D^2 + \frac{1}{4}A^2 + AD \cos \alpha \left\{ \frac{A \left[ \frac{A}{2} \sin |\Delta\alpha_1| + D \sin(\alpha - |\Delta\alpha_1|) \right]}{\left( \frac{A^2}{4} - D^2 \right) \sin(|\Delta\alpha_1| + |\Delta\alpha_2|) + AD \sin \alpha \cos(|\Delta\alpha_1| + |\Delta\alpha_2|)} \right\}^2 + 1 - 2 \left\{ \frac{A \left[ \frac{A}{2} \sin |\Delta\alpha_1| + D \sin(\alpha - |\Delta\alpha_1|) \right]}{\left( \frac{A^2}{4} - D^2 \right) \sin(|\Delta\alpha_1| + |\Delta\alpha_2|) + AD \sin \alpha \cos(|\Delta\alpha_1| + |\Delta\alpha_2|)} \right\} \cos |\Delta\alpha_2|$$

Wzór 3

względnie:

$$L_p^2 = D^2 - \frac{1}{4}A^2 - AD \cos \alpha \left\{ \left[ \frac{A \left[ \frac{A}{2} \sin \Delta \alpha_2 + D \sin (\alpha + \Delta \alpha_2) \right]}{\left( \frac{A^2}{4} - D^2 \right) \sin (\Delta \alpha_1 + \Delta \alpha_2) + AD \sin \alpha \cos (\Delta \alpha_1 + \Delta \alpha_2)} \right]^2 + \right. \\ \left. + 1 - 2 \left[ \frac{A \left[ \frac{A}{2} \sin \Delta \alpha_2 + D \sin (\alpha + \Delta \alpha_2) \right]}{\left( \frac{A^2}{4} - D^2 \right) \sin (\Delta \alpha_1 + \Delta \alpha_2) + AD \sin \alpha \cos (\Delta \alpha_1 + \Delta \alpha_2)} \right] \cos \Delta \alpha_1 \right\}$$

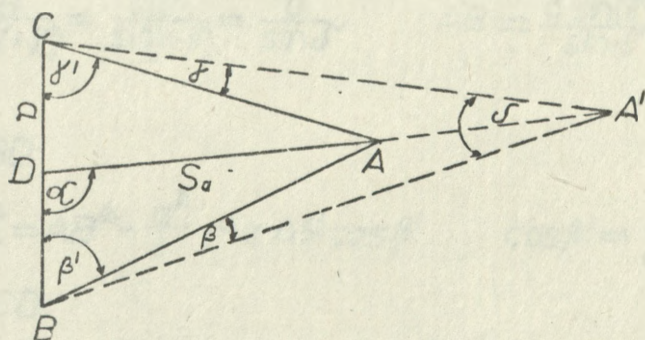
Wzór 4

gdzie:

- A - podstawa namierzenia;
- D - odległość namierzenia;
- $\alpha$  - kąt nachylenia podstawy namierzenia;
- $\Delta \alpha_1$  - błąd kątowy radionamiernika nr 1;
- $\Delta \alpha_2$  - błąd kątowy radionamiernika nr 2.

D O W ð D

Rysunek 14 można przedstawić w postaci następująco oznakowanego trójkąta<sup>x</sup> /rysunek 16/:



Rysunek 16

<sup>x</sup> Przyjęto inne oznakowanie jak na rysunku 14 z uwagi na przejrzystość zapisu w czasie wyprowadzania wzorów.

Dane:

- $a$  - podstawa namierzania /na rysunku 14 oznaczona „A”/;  
 $S_a$  - odległość namierzania /na rysunku 14 oznaczona „D”/;  
 $\alpha$  - kąt nachylenia podstawy namierzania;  
 $\gamma$  - błąd katowy radionamiernika nr 1 /na rysunku 14 oznaczony „ $\Delta\alpha_1$ ”/;  
 $\beta$  - błąd katowy radionamiernika nr 2 /na rysunku 14 oznaczony „ $\Delta\alpha_2$ ”/.

Szukane:

$AA'$  - błąd liniowy niamiaru elementarnego /na rysunku 14 oznaczony „ $L_p$ ”/.

Z  $\triangle ABD$ : (1)  $AB^2 = S_a^2 + \frac{1}{4}a^2 - a S_a \cos \alpha$

Z  $\triangle ACD$ : (2)  $AC^2 = S_a^2 + \frac{1}{4}a^2 + a S_a \cos \alpha$

Z  $\triangle ABD$ :

$$\frac{AD}{\sin \beta'} = \frac{AB}{\sin \alpha}$$

Z  $\triangle ACD$ :

$$\frac{AD}{\sin \gamma'} = \frac{AC}{\sin \alpha}$$

Stąd: (3)  $\sin \beta' = \frac{S_a}{AB} \sin \alpha$  ,  $\sin \gamma' = \frac{S_a}{AC} \sin \alpha$

(4)  $\mathcal{J} = 180^\circ - [(\beta + \gamma) + (\beta' + \gamma')]$

Z  $\triangle A'BC$ :

$$\frac{A'B}{\sin(\gamma + \gamma')} = \frac{A'C}{\sin(\beta + \beta')} = \frac{a}{\sin \mathcal{J}} \quad A'B = \frac{a \sin(\gamma + \gamma')}{\sin \mathcal{J}} \quad A'C = \frac{a \sin(\beta + \beta')}{\sin \mathcal{J}}$$

Z  $\triangle ABD$ :

$$S_a^2 = AB^2 + \frac{a^2}{4} - a AB \cos \beta' \quad \cos \beta' = \frac{1}{a AB} (AB^2 + \frac{a^2}{4} - S_a^2)$$

Z  $\triangle ACD$ :

$$S_a^2 = AC^2 + \frac{a^2}{4} - a AC \cos \gamma' \quad \cos \gamma' = \frac{1}{a AC} (AC^2 + \frac{a^2}{4} - S_a^2)$$

Stąd:

(5)  $\cos \beta' = \frac{1}{AB} (\frac{a}{2} - S_a \cos \alpha)$

$\cos \gamma' = \frac{1}{AC} (\frac{a}{2} + S_a \cos \alpha)$

Z wzorów (3) i (5) obliczamy:

$\sin(\beta+\beta')$ ,  $\cos(\beta+\beta')$ ,  $\sin(\gamma+\gamma')$ ,  $\cos(\gamma+\gamma')$  w celu obliczenia  $\sin \delta$ .

$$\sin(\beta+\beta') = \sin \beta \frac{1}{AB} \left( \frac{a}{2} - S_a \cos \alpha \right) + \frac{S_a}{AB} \sin \alpha \cos \beta$$

Stąd: (6)  $\sin(\beta+\beta') = \frac{1}{AB} \left[ \frac{a}{2} \sin \beta + S_a \sin(\alpha-\beta) \right]$

$$\cos(\beta+\beta') = \cos \beta \frac{1}{AB} \left( \frac{a}{2} - S_a \cos \alpha \right) - \frac{S_a}{AB} \sin \alpha \sin \beta$$

Stąd: (7)  $\cos(\beta+\beta') = \frac{1}{AB} \left[ \frac{a}{2} \cos \beta - S_a \cos(\alpha-\beta) \right]$

$$\sin(\gamma+\gamma') = \sin \gamma \frac{1}{AC} \left( \frac{a}{2} + S_a \cos \alpha \right) + \frac{S_a}{AC} \sin \alpha \cos \gamma$$

Stąd: (8)  $\sin(\gamma+\gamma') = \frac{1}{AC} \left[ \frac{a}{2} \sin \gamma + S_a \sin(\alpha+\gamma) \right]$

$$\cos(\gamma+\gamma') = \cos \gamma \frac{1}{AC} \left( \frac{a}{2} + S_a \cos \alpha \right) - \frac{S_a}{AC} \sin \alpha \sin \gamma$$

Stąd: (9)  $\cos(\gamma+\gamma') = \frac{1}{AC} \left[ \frac{a}{2} \cos \gamma + S_a \cos(\alpha+\gamma) \right]$

$$\sin \delta = \sin[(\beta+\beta') + (\gamma+\gamma')] = \frac{1}{AB \cdot AC} \left[ \left( \frac{a}{2} \sin \beta + S_a \sin(\alpha-\beta) \right) \right.$$

$$\left. \left( \frac{a}{2} \cos \gamma + S_a \cos(\alpha+\gamma) \right) + \left( \frac{a}{2} \cos \beta - S_a \cos(\alpha-\beta) \right) \right]$$

$$\left[ \frac{a}{2} \sin \gamma + S_a \sin(\alpha+\gamma) \right] = \frac{1}{AB \cdot AC} \left[ \frac{a^2}{4} (\sin \beta \cos \gamma + \cos \beta \sin \gamma) + \right.$$

$$\left. + S_a^2 (\sin(\alpha-\beta) \cos(\alpha+\gamma) - \cos(\alpha-\beta) \sin(\alpha+\gamma)) + \right.$$

$$\left. + \frac{aS_a}{2} (\sin \beta \cos(\alpha+\gamma) + \cos \gamma \sin(\alpha-\beta) + \cos \beta \sin(\alpha+\gamma) + \right.$$

$$\left. - \sin \gamma \cos(\alpha-\beta) \right] = \frac{1}{AB \cdot AC} \left[ \frac{a^2}{4} \sin(\beta+\gamma) - S_a^2 \sin(\beta+\gamma) + \right.$$

$$\left. + \frac{aS_a}{2} [\sin(\beta+\alpha+\gamma) + \sin(\alpha-\beta-\gamma)] \right] =$$

$$= \frac{1}{AB \cdot AC} \left[ \left( \frac{a^2}{4} - S_a^2 \right) \sin(\beta+\gamma) + a S_a \sin \alpha \cos(\beta+\gamma) \right]$$

Z  $\Delta A'AC$ : (10)  $A'A^2 = A'C^2 + AC^2 - 2 A'C \cdot AC \cdot \cos \gamma$

Z  $\Delta A'AB$ : (11)  $A'A^2 = A'B^2 + AB^2 - 2 A'B \cdot AB \cdot \cos \beta$

Stąd: 
$$A'C = \frac{\frac{a}{AB} \left[ \frac{a}{2} \sin \beta + S_a \sin(\alpha-\beta) \right]}{\frac{1}{AB \cdot AC} \left[ \left( \frac{a^2}{4} - S_a^2 \right) \sin(\beta+\gamma) + a S_a \sin \alpha \cos(\beta+\gamma) \right]} =$$

$$= \frac{a \cdot AC \left[ \frac{a}{2} \sin \beta + S_a \sin(\alpha-\beta) \right]}{\left( \frac{a^2}{4} - S_a^2 \right) \sin(\beta+\gamma) + a S_a \sin \alpha \cos(\beta+\gamma)}$$

$$A'B = \frac{\frac{a}{AC} \left[ \frac{a}{2} \sin \gamma + S_a \sin(\alpha + \gamma) \right]}{\sin \sigma} =$$

$$= \frac{a AB \left[ \frac{a}{2} \sin \gamma + S_a \sin(\alpha + \gamma) \right]}{\left( \frac{a^2}{4} - S_a^2 \right) \sin(\beta + \gamma) + a S_a \sin \alpha \cos(\beta + \gamma)}$$

Z wzoru (10):

$$A'A^2 = AC^2 \left[ \frac{\left( a \left[ \frac{a}{2} \sin \beta + S_a \sin(\alpha - \beta) \right] \right)^2}{\left( \frac{a^2}{4} - S_a^2 \right) \sin(\beta + \gamma) + a S_a \sin \alpha \cos(\beta + \gamma)} \right]^2 +$$

$$+ 1 - 2 \cos \gamma \frac{a \left[ \frac{a}{2} \sin \beta + S_a \sin(\alpha - \beta) \right]}{\left( \frac{a^2}{4} - S_a^2 \right) \sin(\beta + \gamma) + a S_a \sin \alpha \cos(\beta + \gamma)} =$$

$$= \frac{AC^2}{\left[ \left( \frac{a^2}{4} - S_a^2 \right) \sin(\beta + \gamma) + a S_a \sin \alpha \cos(\beta + \gamma) \right]^2} \left[ a^2 \left[ \frac{a}{2} \sin \beta + \right. \right.$$

$$\left. \left. + S_a \sin(\alpha - \beta) \right]^2 + \left[ \left( \frac{a^2}{4} - S_a^2 \right) \sin(\beta + \gamma) + a S_a \sin \alpha \cos(\beta + \gamma) \right]^2 + \right.$$

$$\left. - 2 a \cos \gamma \left[ \frac{a}{2} \sin \beta + S_a \sin(\alpha - \beta) \right] \left[ \left( \frac{a^2}{4} - S_a^2 \right) \sin(\beta + \gamma) + \right. \right.$$

$$\left. \left. + a S_a \sin \alpha \cos(\beta + \gamma) \right] \right]$$

Wprowadzając oznaczenia:

$$X_c = \frac{a \left[ \frac{a}{2} \sin \beta + S_a \sin(\alpha - \beta) \right]}{\left( \frac{a^2}{4} - S_a^2 \right) \sin(\beta + \gamma) + a S_a \sin \alpha \cos(\beta + \gamma)} ;$$

$$X_B = \frac{a \left[ \frac{a}{2} \sin \gamma + S_a \sin(\alpha + \gamma) \right]}{\left( \frac{a^2}{4} - S_a^2 \right) \sin(\beta + \gamma) + a S_a \sin \alpha \cos(\beta + \gamma)}$$

Otrzymuje się:

$$A'C = AC \cdot X_c ; \quad A'B = AB \cdot X_B$$

W związku z powyższymi wzorami (10) i (11) przyjmą postać:

$$(10') \quad A'A^2 = AC^2 [X_c^2 + 1 - 2 X_c \cos \gamma]$$

$$(11') \quad A'A^2 = AB^2 [X_B^2 + 1 - 2 X_B \cos \beta]$$

Sprawdzenie równoważności wzorów (10) i (11)

Oznaczając przez  $R$  różnicę prawych stron obydwu wzorów dowiedzione zostanie, że  $R = 0$

$$R = (A'C^2 - A'B^2) + (AC^2 - AB^2) + 2(A'B \cdot AB \cos \beta - A'C \cdot AC \cos \gamma)$$

Oblicza się oddzielnie każde z wyrażeń w nawiasach:

$$\begin{aligned} (A'C^2 - A'B^2) &= \frac{a^2}{\sin^2 \sigma} [\sin^2(\beta + \beta') - \sin^2(\gamma + \gamma')] = \frac{a^2}{\sin^2 \sigma} \sin(\beta + \beta' + \gamma + \gamma') \\ &\quad \sin[(\beta + \beta') - (\gamma + \gamma')] = \frac{a^2}{AB \cdot AC \cdot \sin \sigma} \left[ \left[ \frac{a}{2} \sin \beta + S_a \sin(\alpha - \beta) \right] \right. \\ &\quad \left. \left[ \frac{a}{2} \cos \gamma + S_a \cos(\alpha + \gamma) \right] - \left[ \frac{a}{2} \sin \gamma + S_a \sin(\alpha + \gamma) \right] \left[ \frac{a}{2} \cos \beta + \right. \right. \\ &\quad \left. \left. - S_a \cos(\alpha - \beta) \right] \right] = \frac{a^2}{AB \cdot AC \cdot \sin \sigma} \left[ \frac{a^2}{4} (\sin \beta \cos \gamma - \sin \gamma \cos \beta) + \right. \\ &\quad \left. + S_a^2 [\sin(\alpha - \beta) \cos(\alpha + \gamma) + \sin(\alpha + \gamma) \cos(\alpha - \beta)] + \right. \\ &\quad \left. + \frac{aS_a}{2} [\sin \beta \cos(\alpha + \gamma) + \sin(\alpha - \beta) \cos \gamma + \sin \gamma \cos(\alpha - \beta) + \right. \\ &\quad \left. - \sin(\alpha + \gamma) \cos \beta] \right] = \left[ \frac{a^2}{4} \sin(\beta - \gamma) + S_a^2 \sin(2\alpha + \gamma - \beta) + \right. \\ &\quad \left. + \frac{aS_a}{2} [\sin(\beta - \alpha - \gamma) + \sin(\alpha - \beta + \gamma)] \right] \frac{a^2}{AB \cdot AC \cdot \sin \sigma} = \\ &= \frac{a^2}{AB \cdot AC \cdot \sin \sigma} \left[ \frac{a^2}{4} \sin(\beta - \gamma) + S_a^2 \sin(2\alpha + \gamma - \beta) \right] \end{aligned}$$

$$(AC^2 - AB^2) = 2a S_a \cos \alpha = \frac{2a}{\sin \sigma} S_a \sin \sigma \cos \alpha = \frac{2a S_a \cos \alpha}{AB \cdot AC \cdot \sin \sigma}$$

$$\left[ \left( \frac{a^2}{4} - S_a^2 \right) \sin(\beta + \gamma) + a S_a \sin \alpha \cos(\beta + \gamma) \right]$$

$$\begin{aligned} (A'B \cdot AB \cos \beta - A'C \cdot AC \cos \gamma) &= \frac{a}{\sin \sigma} [AB \sin(\gamma + \gamma') \cos \beta - AC \sin(\beta + \beta') \cos \gamma] = \\ &= \frac{a}{AB \cdot AC \sin \sigma} \left[ AB^2 \cos \beta \left[ \frac{a}{2} \sin \gamma + S_a \sin(\alpha + \gamma) \right] + \right. \\ &\quad \left. - AC^2 \cos \gamma \left[ \frac{a}{2} \sin \beta + S_a \sin(\alpha - \beta) \right] \right] = \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{a}{AB \cdot AC \cdot \sin \sigma} \left[ \left( \frac{a^2}{4} + S_a^2 \right) \left[ \frac{a}{2} \sin \gamma \cos \beta + S_a \sin(\alpha + \gamma) \cos \beta + \right. \right. \\
 &\quad \left. \left. - \frac{a}{2} \sin \beta \cos \gamma - S_a \sin(\alpha - \beta) \cos \gamma \right] - a S_a \cos \alpha \left[ \frac{a}{2} \sin \gamma \cos \beta + \right. \right. \\
 &\quad \left. \left. + S_a \sin(\alpha + \gamma) \cos \beta + \frac{a}{2} \sin \beta \cos \gamma + S_a \sin(\alpha - \beta) \cos \gamma \right] \right] = \\
 &= \frac{a}{AB \cdot AC \cdot \sin \sigma} \left[ \left( \frac{a^2}{4} + S_a^2 \right) \left[ \frac{a}{2} \sin(\gamma - \beta) + S_a \left( \sin(\alpha + \gamma) \cos \beta + \right. \right. \right. \\
 &\quad \left. \left. - \sin(\alpha - \beta) \cos \gamma \right) \right] - a S_a \cos \alpha \left[ \frac{a}{2} \sin(\beta + \gamma) + \right. \\
 &\quad \left. \left. + S_a \left( \sin(\alpha + \gamma) \cos \beta + \sin(\alpha - \beta) \cos \gamma \right) \right] \right]
 \end{aligned}$$

Ale:

$$\begin{aligned}
 &\sin(\alpha + \gamma) \cos \beta \pm \sin(\alpha - \beta) \cos \gamma = \sin \alpha \cos \gamma \cos \beta + \\
 &\quad + \sin \gamma \cos \alpha \cos \beta \pm \sin \alpha \cos \beta \cos \gamma \mp \sin \beta \cos \alpha \cos \gamma = \\
 &= \sin \alpha (\cos \gamma \cos \beta \pm \cos \beta \cos \gamma) + \cos \alpha (\sin \gamma \cos \beta \mp \cos \gamma \sin \beta) = \\
 &= \cos \alpha \sin(\gamma \mp \beta) + \begin{cases} 2 \cos \beta \cos \gamma \sin \alpha & \leftarrow \text{dla znaku gornego} \\ 0 & \leftarrow \text{dla znaku dolnego} \end{cases}
 \end{aligned}$$

Stqd:

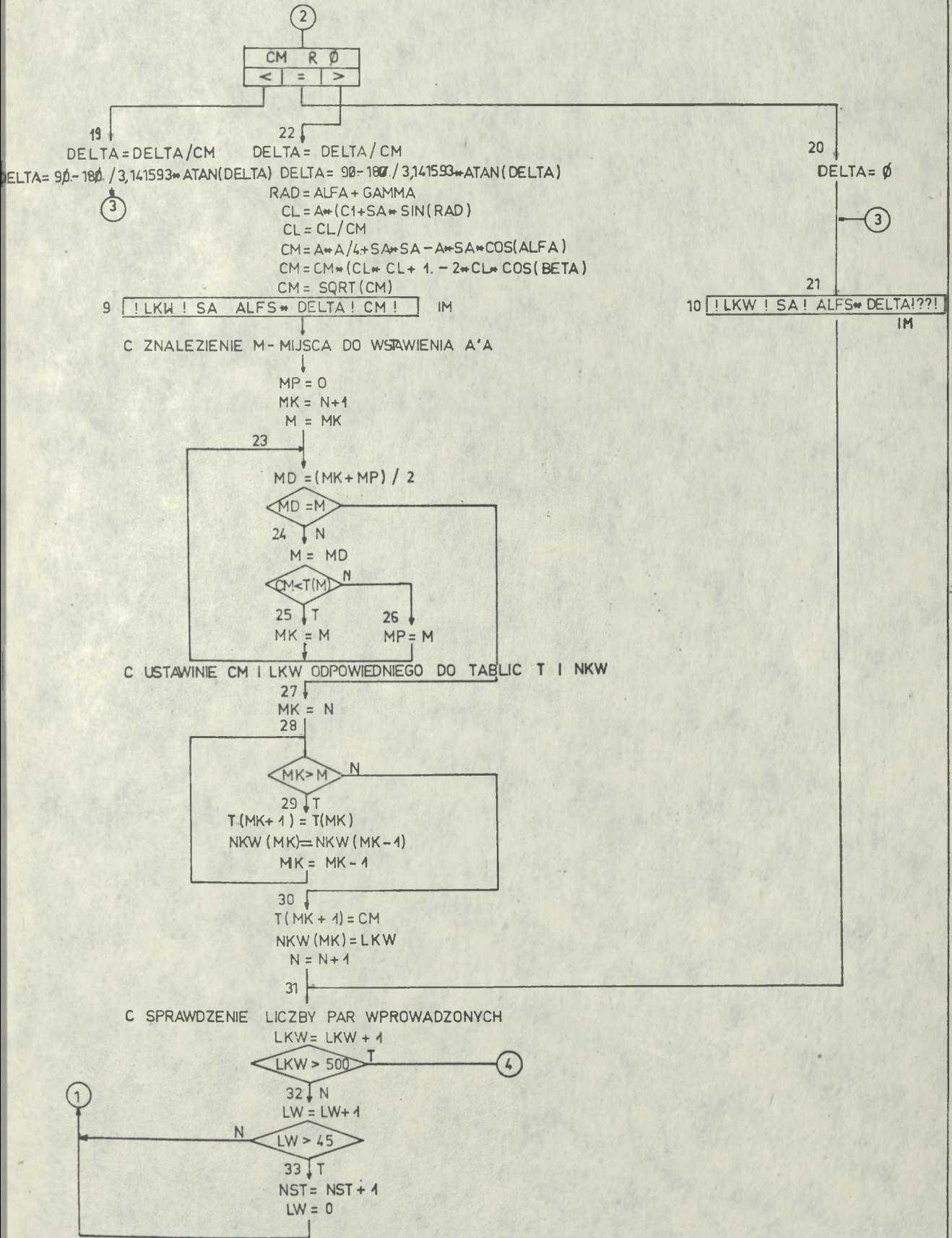
$$\begin{aligned}
 (A'B \cdot AB \cos \beta - A'C \cdot AC \cos \gamma) &= \frac{a}{AB \cdot AC \sin \sigma} \left[ \left( \frac{a^2}{4} + S_a^2 \right) \left[ \frac{a}{2} \sin(\gamma - \beta) + \right. \right. \\
 &\quad \left. \left. + S_a \cos \alpha \sin(\gamma + \beta) \right] - a S_a \cos \alpha \left[ \frac{a}{2} \sin(\beta + \gamma) + S_a \left( \cos \alpha \sin(\gamma - \beta) + \right. \right. \right. \\
 &\quad \left. \left. + 2 \cos \beta \cos \gamma \sin \alpha \right) \right] \right] = \frac{a}{AB \cdot AC \sin \sigma} \left[ \frac{a^3}{8} \sin(\gamma - \beta) + \frac{a^2 S_a}{4} \left[ \cos \alpha \sin(\beta + \gamma) + \right. \right. \\
 &\quad \left. \left. - 2 \cos \alpha \sin(\beta + \gamma) \right] + \frac{a S_a^2}{2} \left[ \sin(\gamma - \beta) - 2 \cos^2 \alpha \sin(\gamma - \beta) - 2 \cos \beta \cos \gamma \sin 2\alpha \right] + \right. \\
 &\quad \left. + S_a^3 \cos \alpha \sin(\gamma + \beta) \right] = \frac{a}{AB \cdot AC \sin \sigma} \left[ \frac{a^3}{8} \sin(\gamma - \beta) - \frac{a^2 S_a}{4} \cos \alpha \sin(\beta + \gamma) + \right. \\
 &\quad \left. - \frac{a S_a^2}{2} \left[ \cos 2\alpha \sin(\gamma - \beta) + 2 \sin 2\alpha \cos \beta \cos \gamma \right] + S_a^3 \cos \alpha \sin(\beta + \gamma) \right]
 \end{aligned}$$

Oblicza się teraz R:

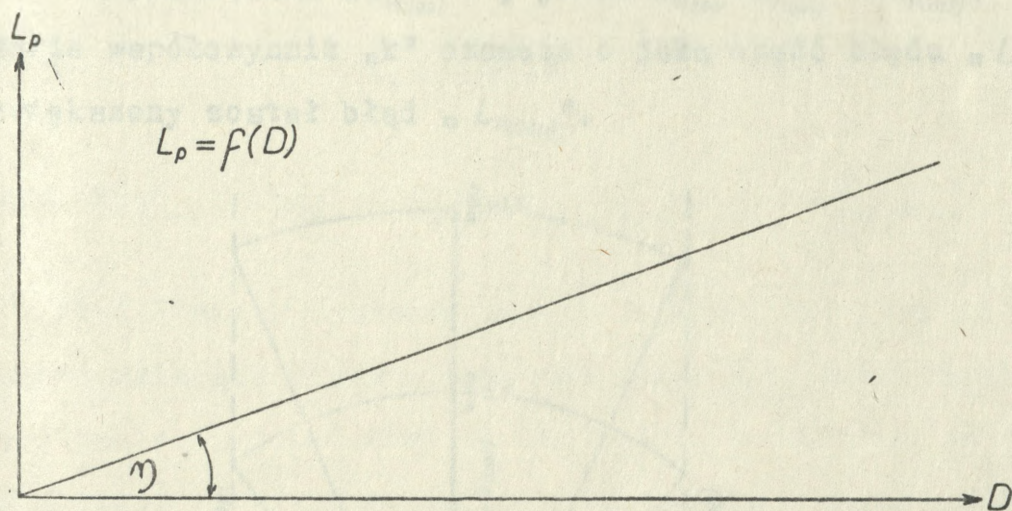
$$\begin{aligned}
 R &= \frac{a}{AB \cdot AC \sin \sigma} \left[ \frac{a^3}{4} \sin(\beta - \gamma) + a S_a^2 \sin(2\alpha + \gamma - \beta) \right] + \\
 &+ 2 S_a \cos \alpha \left[ \left( \frac{a^2}{4} - S_a^2 \right) \sin(\beta + \gamma) + a S_a \sin \alpha \cos(\beta + \gamma) \right] + \frac{a^3}{4} \sin(\gamma - \beta) + \\
 &- \frac{a^2 S_a}{2} \cos \alpha \sin(\beta + \gamma) - a S_a^2 \left[ \cos 2\alpha \sin(\gamma - \beta) + 2 \sin 2\alpha \cos \beta \cos \gamma \right] + \\
 &+ 2 S_a^3 \cos \alpha \sin(\beta + \gamma) \Big] = \frac{a}{AB \cdot AC \sin \sigma} \left[ \frac{a^3}{4} \left[ \sin(\beta - \gamma) + \sin(\gamma - \beta) \right] + \right. \\
 &+ \frac{a^2 S_a}{2} \left[ \cos \alpha \sin(\beta + \gamma) - \cos \alpha \sin(\beta + \gamma) \right] + a S_a^2 \left[ \sin 2\alpha \cos(\beta + \gamma) + \right. \\
 &+ \sin(2\alpha + \gamma - \beta) - \cos 2\alpha \sin(\gamma - \beta) - 2 \sin 2\alpha \cos \beta \cos \gamma \Big] + \\
 &\left. + 2 S_a^3 \left[ -\cos \alpha \sin(\beta + \gamma) + \cos \alpha \sin(\beta + \gamma) \right] \right] = \\
 &= \frac{a^2 S_a^2}{AB \cdot AC \sin \sigma} \left[ \sin 2\alpha \cos(\beta + \gamma) + \sin 2\alpha \cos(\gamma - \beta) + \right. \\
 &+ \sin(\gamma - \beta) \cos 2\alpha - \cos 2\alpha \sin(\gamma - \beta) - 2 \sin 2\alpha \cos \beta \cos \gamma \Big] = \\
 &= \frac{a^2 S_a^2 \sin 2\alpha}{AB \cdot AC \sin \sigma} \left[ \cos \beta \cos \gamma - \sin \beta \sin \gamma + \cos \gamma \cos \beta + \sin \gamma \sin \beta + \right. \\
 &\left. - 2 \cos \beta \cos \gamma \right] = 0
 \end{aligned}$$

Aby uniknąć uciążliwych obliczeń jakich następująco są wzory 3 i 4, można do tego celu wykorzystać elektro-  
niczną technikę obliczeniową, opracowując program, na  
przykład według następującego algorytmu:





Jak wynika z wzorów 3 i 4, wielkość błędu liniowego niamiaru elementarnego „ $L_p$ ” uwarunkowana jest dwoma zmiennymi o wartościach niezależnych od organizatorów namierzenia - to znaczy błędami kątowymi „ $\Delta\alpha_1$ ” i „ $\Delta\alpha_2$ ” oraz trzema zmiennymi o wartościach zależnych od organizatorów namierzenia - to jest długością podstawy namierzenia „ $A$ ”, odległością namierzenia „ $D$ ” i nachyleniem podstawy namierzenia „ $\alpha$ ”. Z analizy wykonanych obliczeń i wykresów /załącznik 1, strona 142-202/ wynika, iż błąd ten rozpatrywany w zależności  $L_p = f(D)$ , przy stałych wartościach „ $\Delta\alpha_1$ ”, „ $\Delta\alpha_2$ ”, „ $\alpha$ ” oraz stałej proporcji  $\frac{D}{A}$ , jest funkcją liniową /załącznik 1, strona 179-202/. Oznaczając zatem przez „ $\eta$ ” kąt nachylenia „ $L_p$ ” do osi zmiennej niezależnej „ $D$ ” /rysunek 17/, można zapisać:



Rysunek 17

jeśli:

$$\frac{D}{A}; \Delta\alpha_1; \Delta\alpha_2; \alpha = \text{constans}$$

to:

$$L_p = \text{tg } \eta \cdot D$$

Wzór 5

Mając tak sformułowany problem, przy wykorzystaniu elek-  
tronicznej techniki obliczeniowej i programu KWANAM moż-  
na opracować trójwymiarowe tablice z wartościami  $\text{tg } \eta$  /za-  
łącznik 2, strona 40-115/, które posłużą do uproszczonego  
obliczania wartości liniowej błędów " $L_p$ " /sposób posługi-  
wania się tablicami wyjaśniony jest w załączniku 2/.

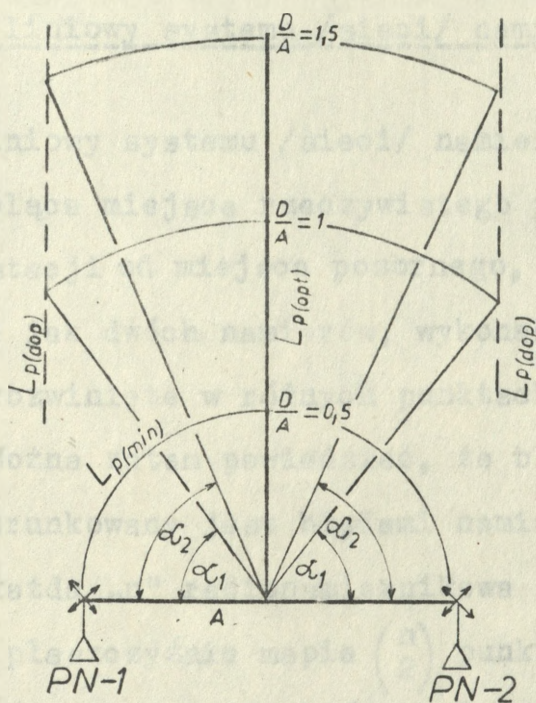
Z analizy tablic zawartych w załączniku 2 /strona 40-115/  
wynika, że błąd liniowy namiaru elementarnego " $L_p$ " może  
przyjmować trzy charakterystyczne wielkości /rysunek 18/:

- minimalną " $L_{p(\min)}$ ", jeśli  $\frac{D}{A} = 0,5$  dla  $\alpha \neq 0^\circ$  i wtedy:

$$L_{p(\min)} \approx 2L_b$$

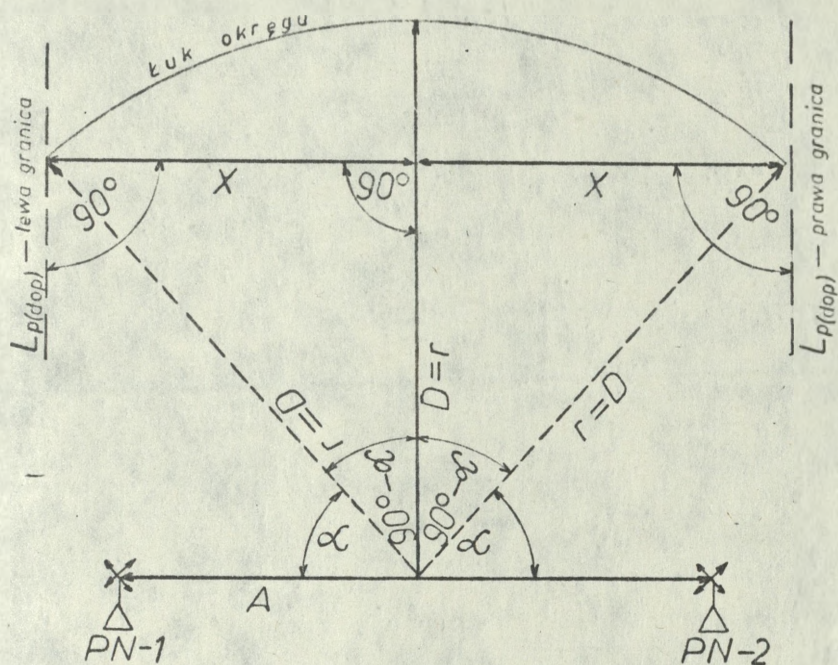
Wzór 6

- optymalną " $L_{p(\text{opt})}$ ", jeśli  $\alpha = 90^\circ$ ;
  - dopuszczalną " $L_{p(\text{dop})}$ ", jeśli  $L_{p(\text{dop})} = L_{p(\text{opt})} + k \cdot L_{p(\text{opt})}$ ,
- gdzie współczynnik " $k$ " oznacza o jaką część błędu " $L_{p(\text{opt})}$ "  
zwiększony został błąd " $L_{p(\text{dop})}$ ".



Rysunek 18

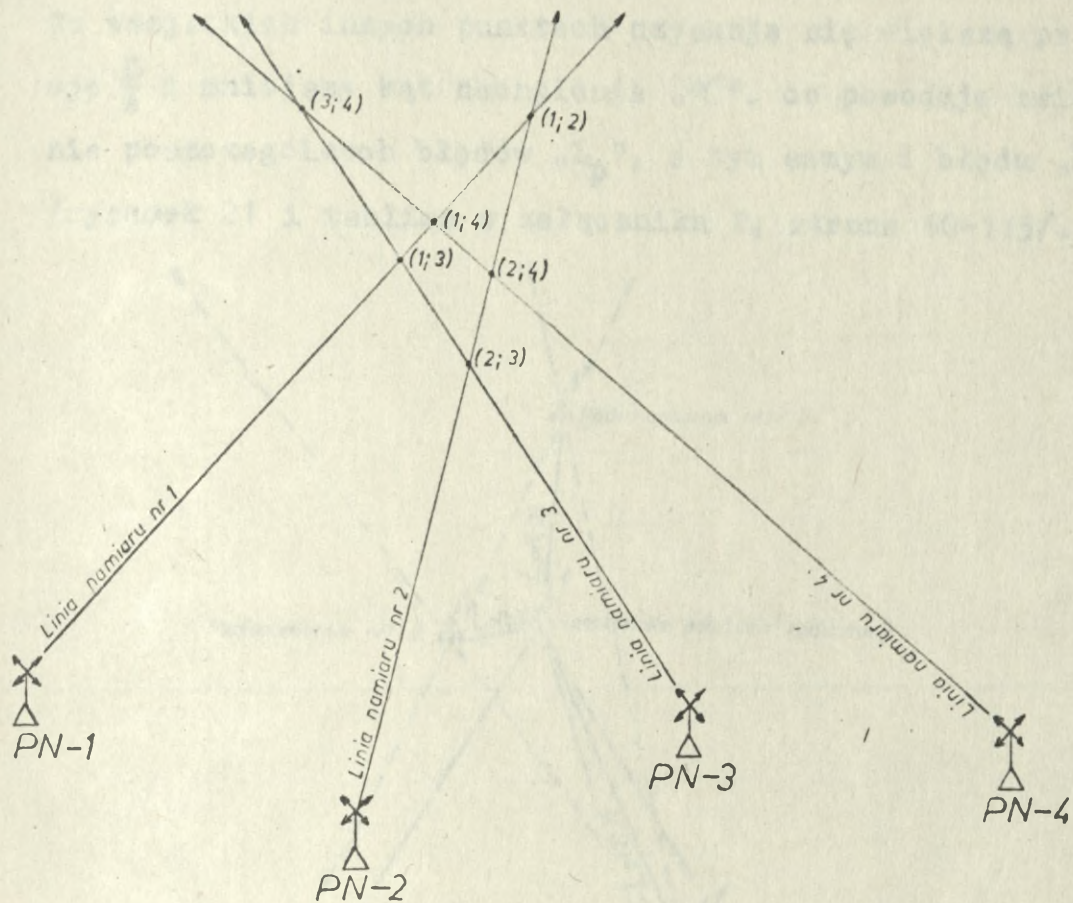
Charakterystyczną cechą dopuszczalnego błędu liniowego nmiaru elementarnego „ $L_{p(dop)}$ ” jest to, że jego granice określa odległość  $X = \sin(90^\circ - \alpha) \cdot D$ . /rysunek 19/.



Rysunek 19

### 2.3. Błąd liniowy systemu /sieci/ namierzania „ $L_s$ ”

Błąd liniowy systemu /sieci/ namierzania jest to odległość dzieląca miejsce rzeczywistego położenia namierzonej radiostacji od miejsca pozornego, ustalonego na podstawie więcej jak dwóch nmiarów, wykonanych przez radionamierniki rozwinięte w różnych punktach terenowych /rysunek 20/. Można zatem powiedzieć, że błąd ten w zasadniczej części uwarunkowany jest błędami nmiarów elementarnych, ponieważ każda „n” radionamiernikowa sieć namierzania wyznacza na płaszczyźnie mapie  $\binom{n}{2}$  punktów /jeśli nmiary są zbieżne/, na podstawie których lokalizowana jest radio-



Rysunek 20

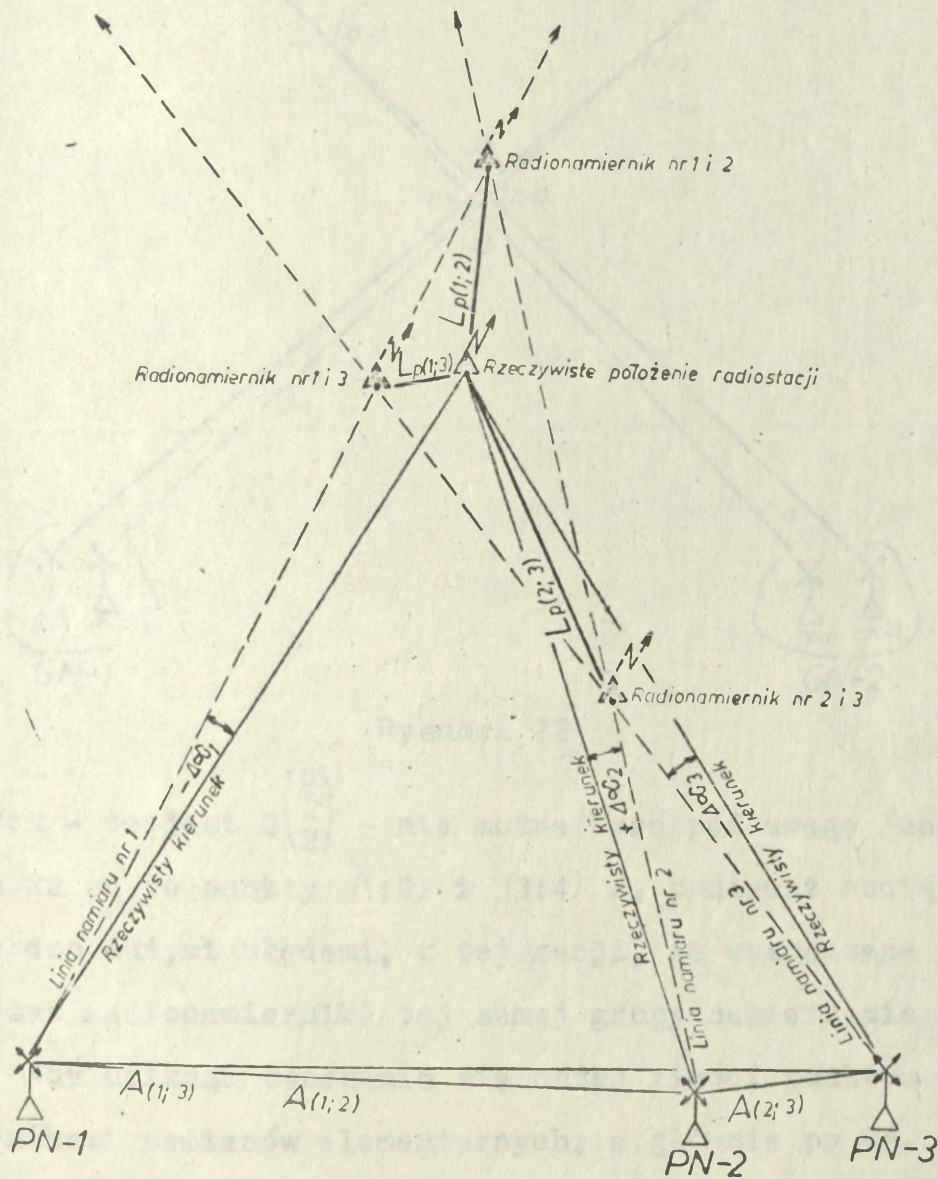
stacja /na rysunku 20 jest zbiór punktów  $\mathcal{S} = \{(1; 2), (1; 3), (1; 4), (2; 3), (2; 4), (3; 4)\}$ . Jak z tego wynika zasadniczy wpływ na dokładność namierzania systemowego /sieci/ można osiągnąć poprzez oddziaływanie na dokładność namierzania elementarnego - czyli zmniejszając błędy nawiązania elementarnych „ $L_p$ ”, zmniejsza się tym samym błąd systemowy „ $L_s$ ”.

Z analizy błędu liniowego nawiązania elementarnego wynika, że dla obszaru namierzania położonego w odległości  $\frac{D}{A} > 0,5$  istnieją tylko dwa punkty, które z uwagi na geometryczne usytuowanie radionamierników, gwarantują powstawanie najmniejszych błędów „ $L_p$ ”. Kryteria wyboru tych punktów są następujące:

$$\frac{D}{A} \rightarrow 0,5;$$

$$\alpha \rightarrow 90^\circ.$$

We wszystkich innych punktach uzyskuje się większą proporcję  $\frac{D}{A}$  i mniejszy kąt nachylenia „ $\mathcal{C}$ ”, co powoduje zwiększenie poszczególnych błędów „ $L_p$ ”, a tym samym i błędu „ $L_s$ ” /rysunek 21 i tablice w załączniku 2, strona 40-115/.



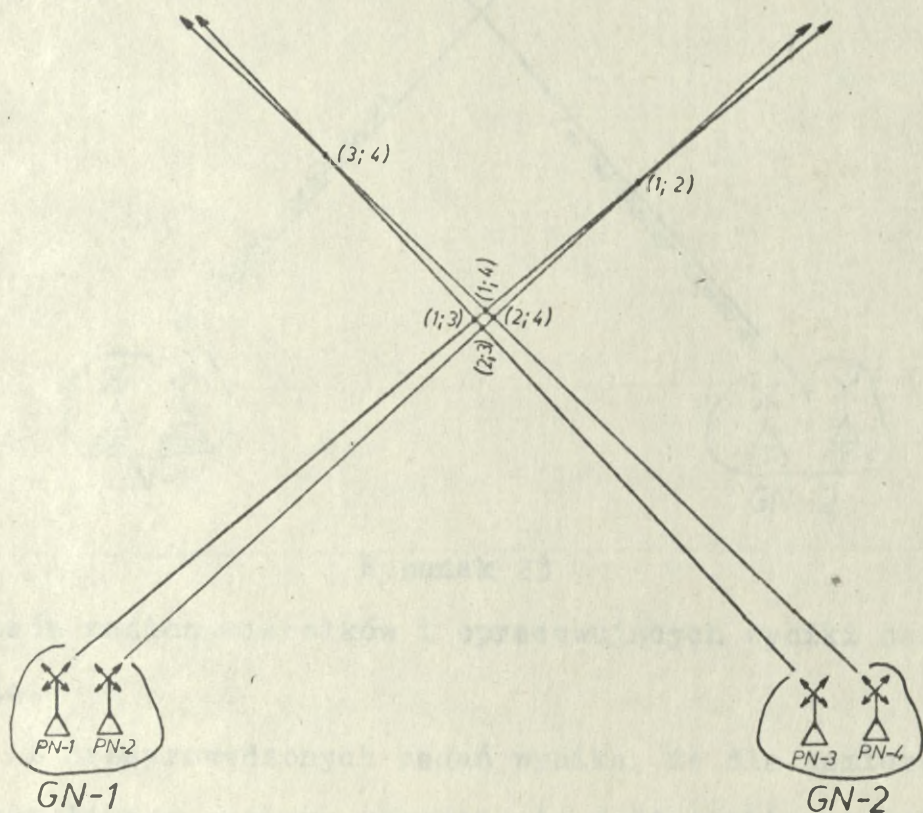
$$|\Delta \alpha_1| = |\Delta \alpha_2| = |\Delta \alpha_3|$$

$$L_{p(1;3)} < L_{p(1;2)} < L_{p(2;3)}$$

Rysunek 21

Decydując się zatem na ześrodkowanie radionamierników danej sieci tylko w dwóch grupach /rejonach/, stwarza się tym samym warunki do uzyskiwania nie tylko jednego namiaru elementarnego obciążonego możliwie najmniejszym błędem

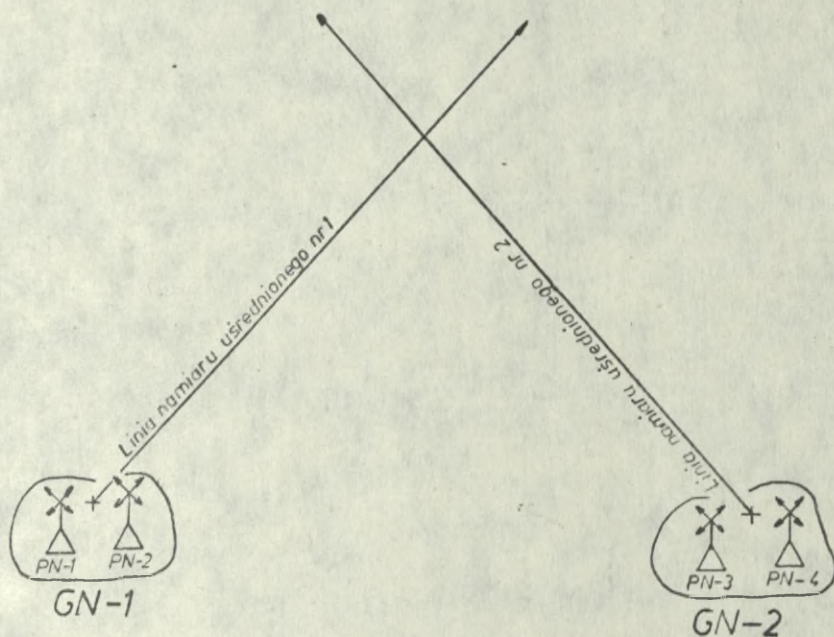
"L<sub>p</sub>", ale  $2 \binom{n}{2}$  /na rysunku 22 są to punkty (1;4), (1;3), (2;3) i (2;4) /. Pozostałych natomiast namiarów elementar-



Rysunek 22

nych - to jest  $2 \binom{n}{2}$  - nie można brać pod uwagę /na rysunku 22 są to punkty (1;2) i (3;4) /, ponieważ obciążone są bardzo dużymi błędami, z tej racji, że wyznaczane są poprzez radionamierniki tej samej grupy namierzania /GN/.

Aby uniknąć tworzenia się dużej ilości punktów będących wynikami namiarów elementarnych, a głównie po to, aby ujednoznaczyć i zmniejszyć błąd „L<sub>s</sub>”, należy w poszczególnych grupach radionamierników uśredniać namiary. W rezultacie tego każda grupa wyznaczy nie  $\frac{n}{2}$  niezależnych, ale tylko jeden - uśredniony azymut na namierzaną radiostację /rysunek 23/. Ponadto w znacznym stopniu uprości to proces opracowywania namiarów i w znacznym stopniu zredukuje błąd typowo subiektywny wnoszony przez radioopera-



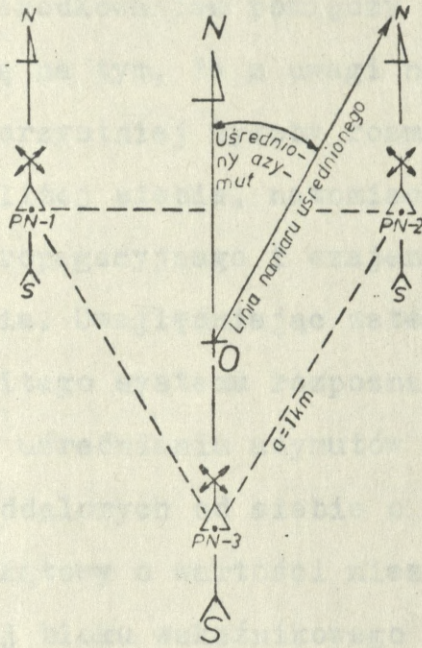
Rysunek 23

torów radionamierników i opracowujących wyniki namierzenia.

Z przeprowadzonych badań wynika, że dla namierzenia jednolitego systemu rozpoznania radioelektronicznego WP błąd „L<sub>s</sub>”, w części uzależnionej li tylko od opracowującego namiary, sięga nawet wartości rzędu setek kilometrów /załącznik 1, strona 136-141/.

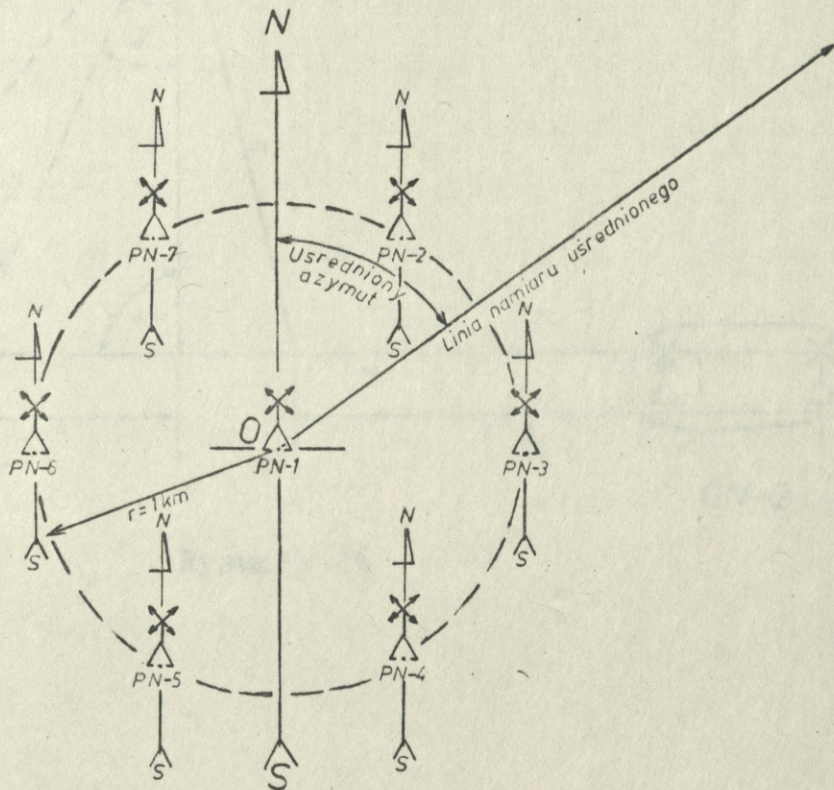
W jednolitym systemie rozpoznania radioelektronicznego WP, aby osiągnąć jak najdokładniej uśrednione wyniki /azy-muty/ namiarów, należy radionamierniki tej samej grupy namierzenia rozwijać w punktach oddalonych od siebie o 1-2km. Warunki takiego rozwinięcia, dla grupy w składzie trzech radionamierników, spełnia pole powierzchni trójkąta równobocznego o boku  $a=1\text{km}$  /rysunek 24/, a dla grupy namierzenia w składzie do siedmiu radionamierników, koło o promieniu  $r=1\text{km}$  /rysunek 25/.

Oddalenie poszczególnych radionamierników od siebie o 1-2km /w ramach tej samej grupy namierzenia/, uwarunko-



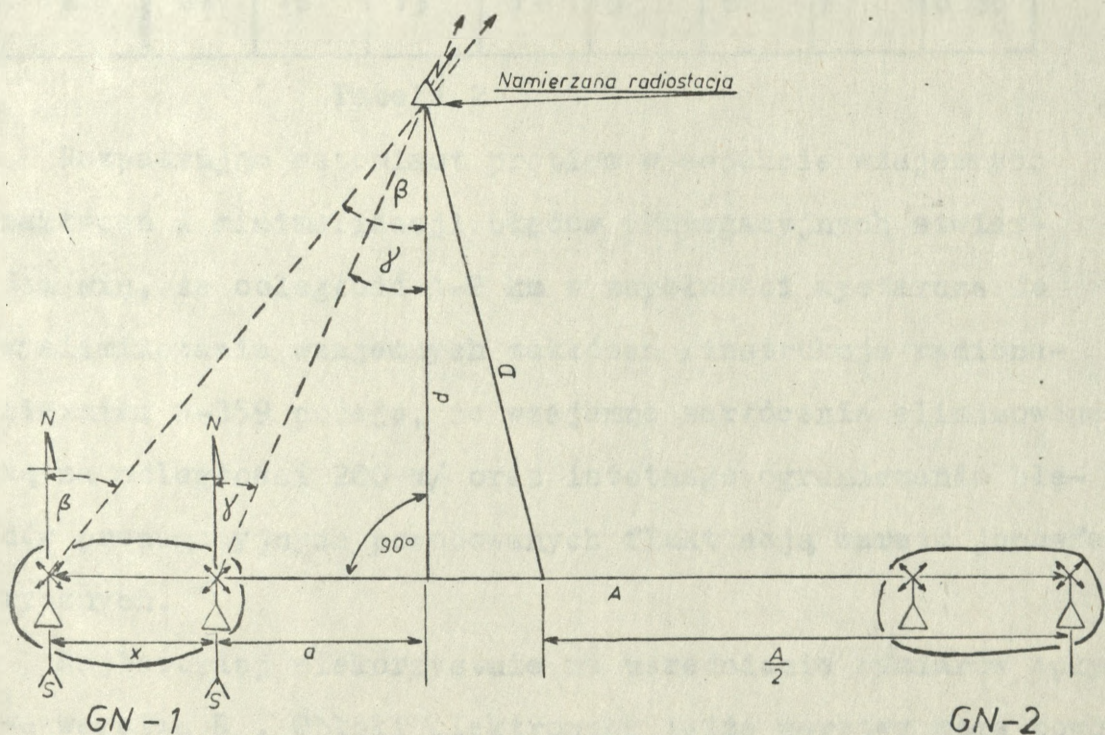
Rysunek 24

wane jest dążeniem do minimalizacji błędu wynikającego z samego procesu usredniania namiarów /azymutów/ oraz dążeniem do minimalizacji błędu propagacyjnego. Przyjęte war-



Rysunek 25

tości są wypośrodkowaniem pomiędzy dwoma sprzecznościami, które polegają na tym, że z uwagi na proces uśredniania namiarów najkorzystniej byłoby rozmieszczać radionamierniki jak najbliżej siebie, natomiast z uwagi na minimalizację błędu propagacyjnego i wzajemnych zakłóceń, jak najdalej od siebie. Uwzględniając zatem jedno i drugie wyniki, że dla jednolitego systemu rozpoznania radioelektronicznego WP, przy uśrednianiu azymutów namiarów z dwóch radionamierników oddalonych od siebie o 1-2 km, wnosi się dodatkowo błąd kątowy o wartości niezauważalnej na lampie oscyloskopowej bloku wskaźnikowego radionamiernika /tabela 2, do rysunku 26/.



Rysunek 26

$$\operatorname{tg} \delta = \frac{a}{d}$$

$$a = d \cdot \operatorname{tg} \delta$$

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{a+x}{d}$$

$$x = d \cdot \operatorname{tg} \beta - a = d \cdot \operatorname{tg} \beta - d \cdot \operatorname{tg} \delta = d(\operatorname{tg} \beta - \operatorname{tg} \delta)$$

$$x = d(\operatorname{tg}\beta - \operatorname{tg}\gamma)$$

Wzór 7

$$\operatorname{tg}\beta - \operatorname{tg}\gamma = \frac{x}{d}$$

Wzór 8

		$\beta - \gamma$						
$x$ (km) \ / $d$ (km)	300	400	500	600	700	800	900	1000
1	11'	8'	6'	5'	4' 48"	4' 12"	3' 36"	3' 24"
2	27'	16'	13'	11'	9'	8'	7'	6' 36"

Tabela 2

Rozpatrując natomiast problem w aspekcie wzajemnych zakłóceń i minimalizacji błędów propagacyjnych stwierdza się, że odległość 1-2 km w zupełności wystarcza do wyeliminowania wzajemnych zakłóceń /instrukcja radionamiernika R-359 podaje, że wzajemne zakłócenia eliminowane są na odległości 200 m/ oraz istotnego ograniczenia błędów propagacyjnych powodowanych fluktuacją warstw jonosferycznych.

Najbardziej niekorzystnie na uśrednianie namiarów wpływa warstwa  $E_s$ . Obłoki elektronowe tejże warstwy mogą powodować skręcanie trajektorii fal i jednocześnie podobnymi wpływami propagacyjnymi obejmować duże obszary - od kilkudziesięciu do kilkuset kilometrów /G.P. Grudzinskaja „Rozprostranienije radiowołn”, Moskwa 1976r/. Ponadto z szybkości ich przemieszczania się /w granicach 150-250 km na godzinę/ wynika, że dana grupa radionamierników może

się znajdować pod wpływami propagacyjnymi jednego obłoku elektronowego warstwy  $E_s$  od kilku minut do nawet kilku godzin. Zjawisko takie jest wyjątkowo niekorzystne i przemawia za tym, aby nie koncentrować radionamierników w grupach, ponieważ może to spowodować wnoszenie bardzo dużych błędów namierzania. Z drugiej zaś strony, warstwa  $E_s$  tworzy się na wysokości 90-110 km nad poziomem morza, co automatycznie powoduje, że intensywność jej wpływów będzie większa na mniejszych odległościach, a namierzanie jednolitego systemu rozpoznania radioelektronicznego WP /radionamierniki/ oddalone jest od zasadniczego obszaru rozpoznania 300-1200 km, dlatego też znajduje się ono poza strefą intensywnych wpływów warstwy  $E_s$ . Dodając do tego jeszcze fakt, że obłoki elektronowe warstwy  $E_s$  nie stanowią zasadniczego obszaru refrakcji fal krótkich i to, że intensywność występowania ich na szerokości geograficznej ŚE TDW jest niewielka, w namierzaniu jednolitego systemu rozpoznania radioelektronicznego WP można ich nie uwzględniać.

## B. PROGNOZOWANIE EFEKTÓW KRÓTKOFALOWEGO NAMIERZANIA RADIOWEGO JEDNOLITEGO SYSTEMU ROZPOZNANIA RADIOELEKTRONICZNEGO WP

Prognozowanie efektów krótkofalowego namierzania radiowego to jedna z podstawowych czynności warunkujących w sposób świadomy racjonalne wykorzystanie potencjału namierzania istniejącego w jednolitym systemie rozpoznania radioelektronicznego WP. Pozwala poprzez określanie precyzji lokalizowania radiostacji, już na etapie wypracowywania koncepcji organizacyjnych, oceniać konsekwencje ewentualnych decyzji. Stwarza tym samym sprzyjające okoliczności do wypracowywania decyzji optymalnych.

Ponieważ w krótkofalowym namierzaniu radiowym jednolitego systemu rozpoznania radioelektronicznego WP każdy z dowolnie wykonanych namiarów jest tylko zmienną losową, dlatego też prognozowanie efektów namierzania należy prowadzić metodą analizy statystycznej opartej o rachunek prawdopodobieństwa, w następujących krokach:

P i e r w s z y k r o k p r o g n o z y polega na obliczeniu wartości prawdopodobieństwa, że „k” radionamierników dowolnej sieci namierzać będzie radiostacje z określonym błędem kątowym „ $\Delta\alpha$ ”. Przy obliczeniach można opierać się o schemat Bernoulliego, ponieważ zjawisko namierzania krótkofalowego spełnia wszystkie warunki jego stosowalności, a mianowicie:

- każdy namiar stanowi zmienną losową typu skokowego o skończonej liczbie wartości /od  $0^\circ$  do  $360^\circ$ , mierzone co  $1^\circ$ /;

- wszystkie pomiary wykonywane są w tych samych warunkach;

- przy każdym pomiarze oczekiwane jest zdarzenie zwane sukcesem lub zdarzenie przeciwne;

- wynik dowolnego pomiaru jest niezależny od wyników innych pomiarów;

- prawdopodobieństwo sukcesu przy dowolnym pomiarze jest takie samo, równe „p”.

Oznaczając przez „X” zmienną losową przyjmującą wartości całkowite od 0 do „n”, gdzie  $X=k$  oznacza, że „k” radionamierników dokonało pomiaru z dokładnością „ $\Delta\alpha$ ”, prawdopodobieństwo zaistnienia takiego zbioru zdarzeń wyraża się wzorem:

$$P(X=k) = \binom{n}{k} p^k (1-p)^{n-k}$$

Wzór 9

i zachodzi przy tym zależność:

$$\sum_{k=0}^n P(X=k) = \sum_{k=0}^n \binom{n}{k} p^k (1-p)^{n-k} = [(1-p) + p]^n = 1$$

P r z y k ł a d 1

Obliczyć jakie będzie prawdopodobieństwo uzyskania pomiarów z dokładnością „ $\Delta\alpha$ ”, jeśli sieć składa się z 6 radionamierników i wiadomo, że każdy z nich może namierzać:

- przy prawdopodobieństwie  $p_1=0,5$  z dokładnością  $\Delta\alpha_1$ ;
- przy prawdopodobieństwie  $p_2=0,4$  z dokładnością  $\Delta\alpha_2$ ;
- przy prawdopodobieństwie  $p_3=0,6$  z dokładnością  $\Delta\alpha_3$ .

Rozwiązanie

Dane:

$$n=6;$$

$$P(\mathcal{A}_1) = p_1 = 0,5;$$

$$P(\mathcal{A}_2) = p_2 = 0,4;$$

$$P(\mathcal{A}_3) = p_3 = 0,6.$$

Szukane:

$$P_1(X=k) \text{ dla } k=0; 1; 2; 3; 4; 5; 6 \text{ i } p_1=0,5;$$

$$P_2(X=k) \text{ dla } k=0; 1; 2; 3; 4; 5; 6 \text{ i } p_2=0,4;$$

$$P_3(X=k) \text{ dla } k=0; 1; 2; 3; 4; 5; 6 \text{ i } p_3=0,6.$$

Podstawiając do wzoru:

$$P(X=k) = \binom{n}{k} p^k (1-p)^{n-k}$$

Oblicza się /tabela 3, 4, 5/:

k	0	1	2	3	4	5	6
$P_1(X=k)$	0,015625	0,09375	0,234375	0,3125	0,234375	0,09375	0,004096

Tabela 3

k	0	1	2	3	4	5	6
$P_2(X=k)$	0,046656	0,186624	0,31104	0,27648	0,13824	0,036864	0,015625

Tabela 4

k	0	1	2	3	4	5	6
$P_3(X=k)$	0,004096	0,036864	0,13824	0,27648	0,31104	0,186624	0,046656

Tabela 5

Ponieważ:

$$\sum_{k=0}^6 P_1(X=k) = 1; \quad \sum_{k=0}^6 P_2(X=k) = 1; \quad \sum_{k=0}^6 P_3(X=k) = 1;$$

to rozwiązanie jest poprawne.

Odpowiedź:

- 1/ Dla  $p_1=0,5$  i  $|\Delta\alpha_1|$  - tabela 3;
- 2/ Dla  $p_2=0,4$  i  $|\Delta\alpha_2|$  - tabela 4;
- 3/ Dla  $p_3=0,6$  i  $|\Delta\alpha_3|$  - tabela 5.

Uwaga!

Wartości zawarte w tabelach 3; 4; 5; należy odczytywać - na przykład z tabeli 3.

Można oczekiwać z prawdopodobieństwem:

-  $p=0,015625$  takiego zdarzenia, że żaden radionamiernik nie namierzy radiostacji z dokładnością  $|\Delta\alpha_1|$ ;

-  $p=0,09375$  takiego zdarzenia, że tylko jeden radionamiernik namierzy radiostację z dokładnością  $|\Delta\alpha_1|$ ;

-  $p=0,234375$  takiego zdarzenia, że dwa radionamierniki namierzą radiostację z dokładnością  $|\Delta\alpha_1|$ ;

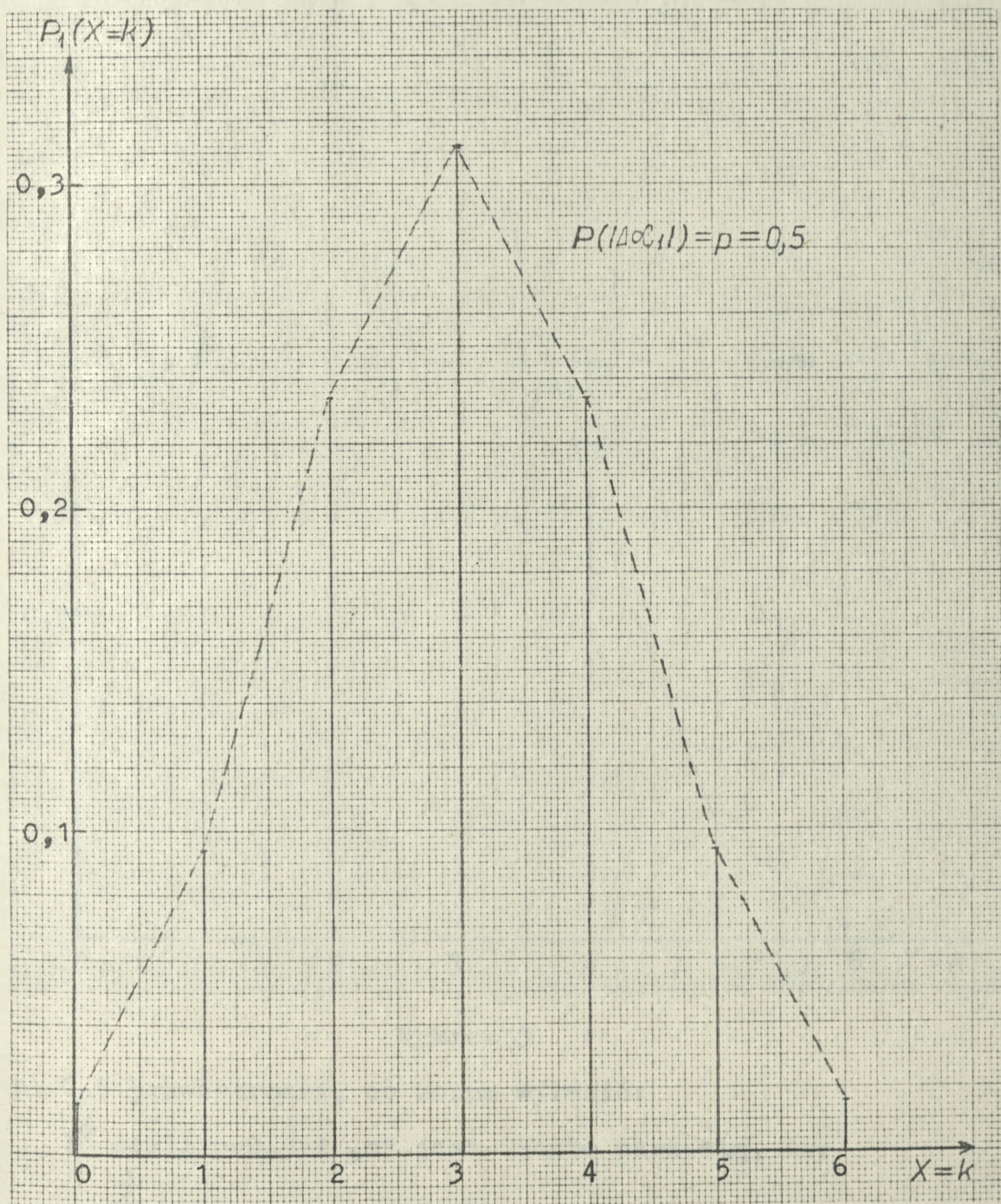
-  $p=0,3125$  takiego zdarzenia, że trzy radionamierniki namierzą radiostację z dokładnością  $|\Delta\alpha_1|$ ;

-  $p=0,234375$  takiego zdarzenia, że cztery radionamierniki namierzą radiostację z dokładnością  $|\Delta\alpha_1|$ ;

-  $p=0,09375$  takiego zdarzenia, że pięć radionamierników namierzy radiostację z dokładnością  $|\Delta\alpha_1|$ ;

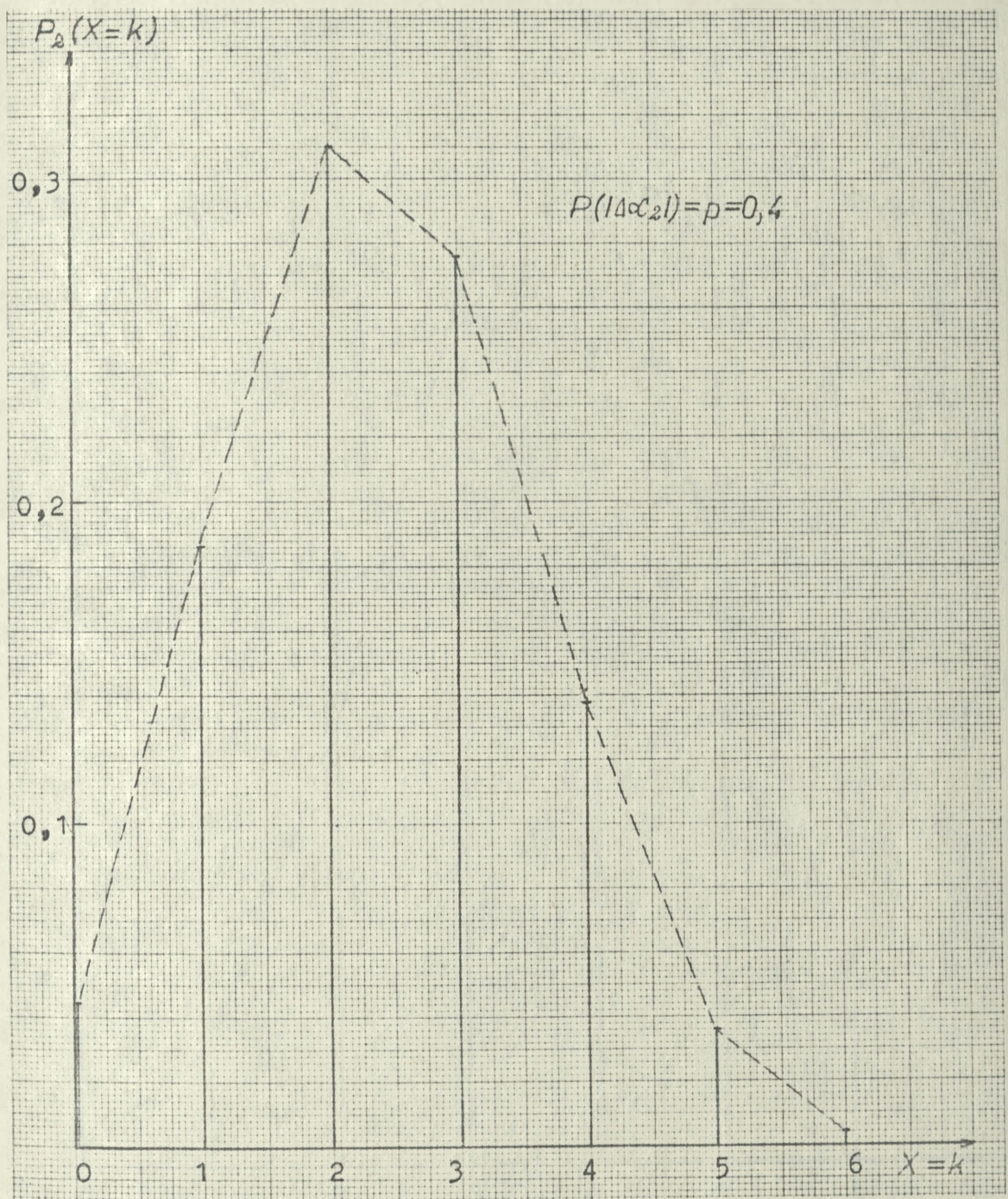
-  $p=0,015625$  takiego zdarzenia, że wszystkie radionamierniki namierzą radiostację z dokładnością  $|\Delta\alpha_1|$ .

Przedstawiając rozwiązanie powyższego przykładu na wykresach: 2; 3; 4 widać, że przy  $p = 0,5$  rozkład prawdopodobień-



Wykres 2

stwa jest symetryczny w odniesieniu do osi zmiennej losowej  $X=k$ , natomiast przy  $p < 0,5$  jest on lewostronny, a przy

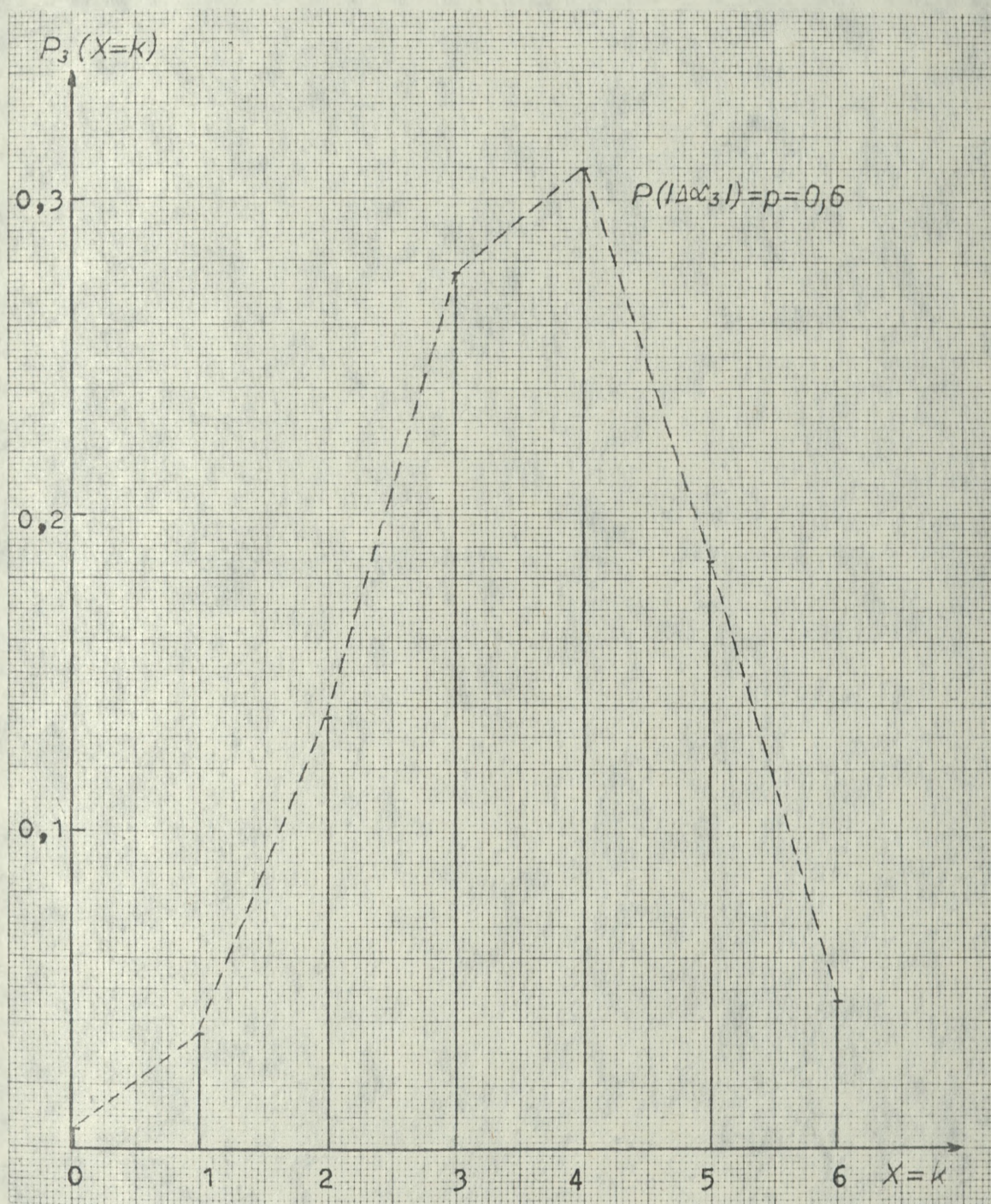


Wykres 3

$p > 0,5$  prawostronny, co można wyrazić:

1° Jeśli  $p=0,5$  i „n” jest liczbą parzystą, to:

$$\sum_{k=0}^{\frac{n}{2}} \binom{n}{k} p^k (1-p)^{n-k} = \sum_{k=\frac{n}{2}}^n \binom{n}{k} p^k (1-p)^{n-k} = \frac{1}{2}$$



Wykres 4

2° Jeśli  $p < 0,5$  i „n” jest liczbą parzystą, to:

$$\frac{1}{2} < \sum_{k=0}^{\frac{n}{2}} \binom{n}{k} p^k (1-p)^{n-k} > \sum_{k=\frac{n}{2}}^n \binom{n}{k} p^k (1-p)^{n-k}$$

3° Jeśli  $p > 0,5$  i „n” jest liczbą parzystą, to:

$$\sum_{k=0}^{\frac{n}{2}} \binom{n}{k} p^k (1-p)^{n-k} < \sum_{k=\frac{n}{2}}^n \binom{n}{k} p^k (1-p)^{n-k} > \frac{1}{2}$$

Powyższe zależności mają istotne znaczenie przy ustalaniu wartości błędu kąowego „ $\Delta\alpha$ ”, ponieważ wskazują z jakim prawdopodobieństwem ten błąd należy przyjmować, aby uzyskać pożądany efekt namierzania, to jest liczbę radionamierników namierzających przy założonym prawdopodobieństwie z dokładnością „ $\Delta\alpha$ ”. Jest to szczególnie ważne przy prognozowaniu efektów jako danych wyjściowych do projektowania składu sieci namierzania, gdzie z góry należy określić próg opłacalności „a”, czyli minimalną liczbę radionamierników namierzających z dokładnością „ $\Delta\alpha$ ” i pożądanym prawdopodobieństwem  $P(\Delta\alpha) = p$ , co wyraża się wzorem:

$$P(a \leq X \leq n) = \sum_{k=a}^n \binom{n}{k} p^k (1-p)^{n-k}$$

Wzór 10

Ponadto przy prognozowaniu danych do projektowania składu sieci namierzania uwzględnić jeszcze należy następujące zależności rozkładu:

1° Jeśli:

$n = \text{constans};$

$p = \text{constans};$

$b > c$

to:

$$\sum_{k=b}^n \binom{n}{k} p^k (1-p)^{n-k} < \sum_{k=c}^n \binom{n}{k} p^k (1-p)^{n-k} \leq 1$$

2<sup>o</sup> Jeśli:

$$n = \text{constans};$$

$$b > 0;$$

$$p_1 > p_2$$

to:

$$1 > \sum_{k=b}^n \binom{n}{k} p_1^k (1-p_1)^{n-k} > \sum_{k=b}^n \binom{n}{k} p_2^k (1-p_2)^{n-k}$$

3<sup>o</sup> Jeśli:

$$n = \text{constans};$$

$$p = \text{constans};$$

$$g = \text{constans};$$

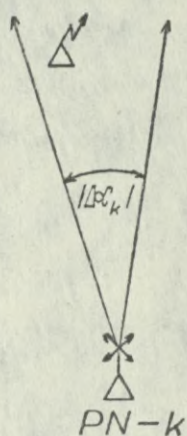
$$n-b > n-d$$

to:

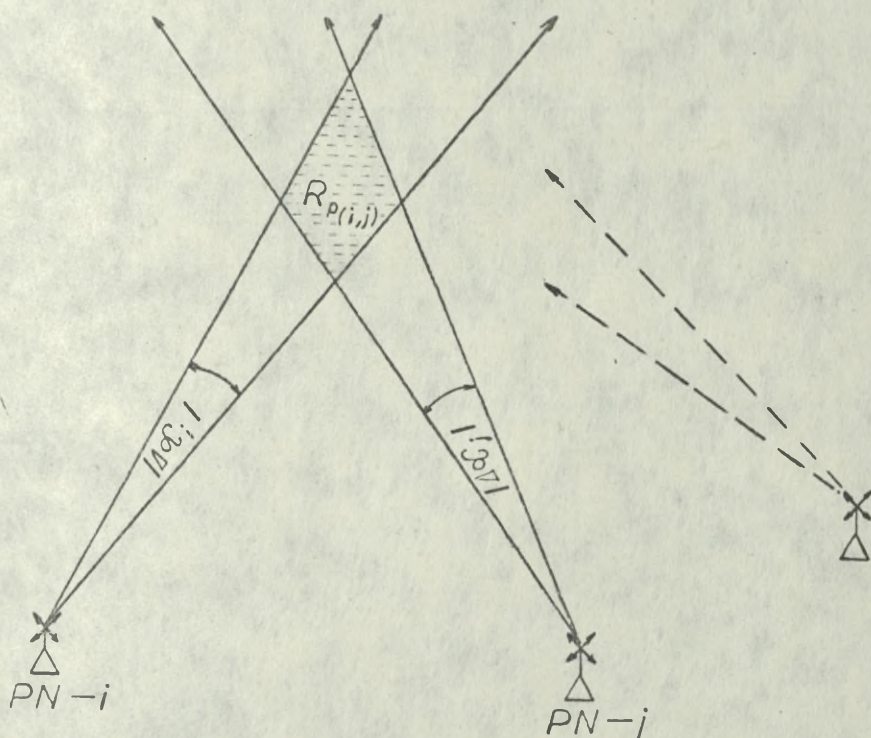
$$1 > \sum_{k=g}^{n-b} \binom{n}{k} p^k (1-p)^{n-k} > \sum_{k=g}^{n-d} \binom{n}{k} p^k (1-p)^{n-k}$$

Drugi krok prognozy polega na ustaleniu stopnia wiarygodności namierzania, lub inaczej wyliczeniu wartości prawdopodobieństwa występowania w obszarze wyznaczonym określonymi namierzeniami namierzonej radiostacji. Aby doprowadzić do rozwiązania problemu, należy przeanalizować zależności zachodzące w procesie namierzania.

1/ Oznaczając przez  $P(|\Delta\alpha_k|)$  prawdopodobieństwo, że w sektorze „ $|\Delta\alpha_k|$ ” k-tego radionamiernika położona jest namierzana radiostacja /rysunek 27/ i jeśli  $P(|\Delta\alpha_k|) = p$  dla  $k=1; 2; \dots; n$ , to dokonując namiaru dowolnie wybraną parą radionamierników wyznaczony zostanie rejon „ $R_p$ ”, będący obszarem wspólnych zdarzeń dla sektorów „ $|\Delta\alpha_i|$ ” i „ $|\Delta\alpha_j|$ ” /rysunek 28/.



Rysunek 27



Rysunek 28

Jak widać na powyższym rysunku obszar " $R_{P(i,j)}$ " jest iloczynem zdarzeń sektorów " $|\Delta\alpha_i|$ " i " $|\Delta\alpha_j|$ ", a zatem prawdopodobieństwo, że w obszarze tym znajduje się namierzana radiostacja również będzie iloczynem zdarzeń, co można zapisać:

$$P(R_{P(i,j)}) = [P(|\Delta\alpha_i|)] \cdot [P(|\Delta\alpha_j|)]$$

Niezależnie od interpretacji graficznej, prawdziwości powyższego stwierdzenia można dowieść przy pomocy rozkładu Bernoulliego - na przykład:

jeśli:

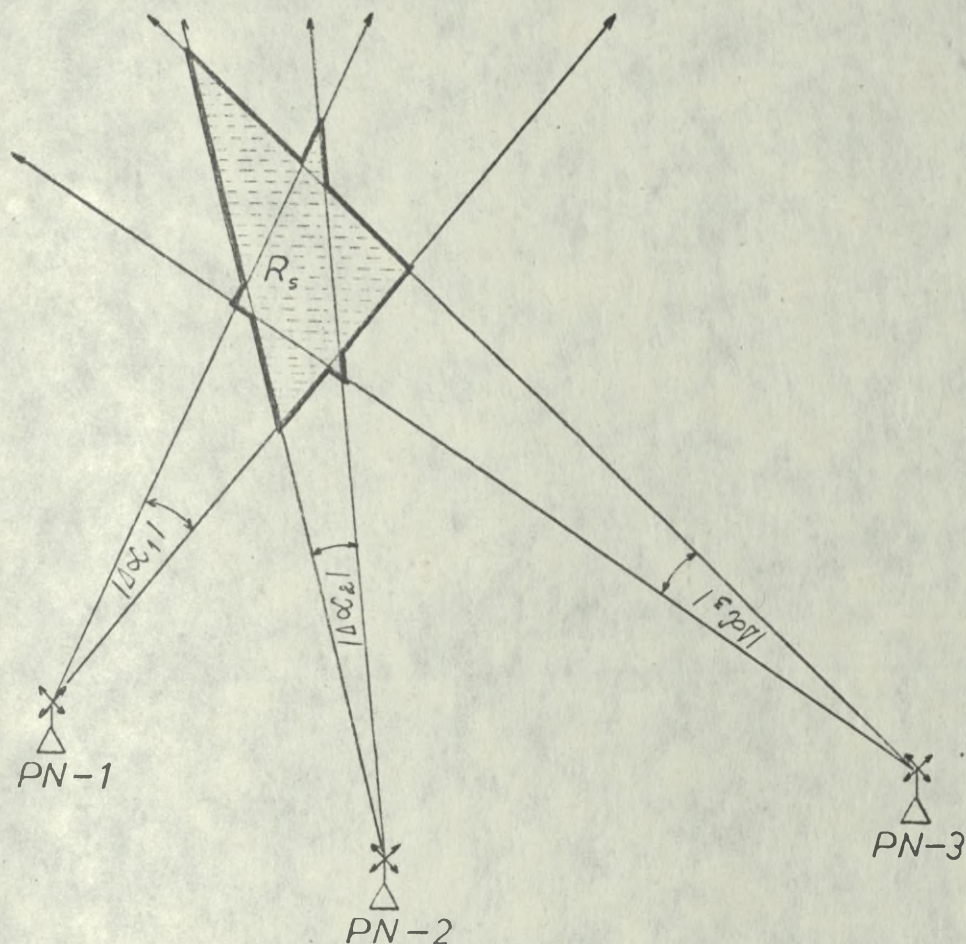
$$P(\mathcal{A}_i; 1) = P(\mathcal{B}_i; 1) = p ;$$

$$n = k = 2$$

to:

$$P(R_{P(i,j)}) = [P(\mathcal{A}_i; 1)] \cdot [P(\mathcal{B}_i; 1)] = \binom{n}{k} \cdot p^k \cdot \bar{p}^{n-k} = p^2$$

2/ Jak wynika z punktu 1 niniejszego kroku prognozy, obszary wspólnych zdarzeń „R<sub>p</sub>” wyznaczane są tylko poprzez pary radionamierników rozmieszczone w różnych punktach terenowych. W związku z powyższym, w wyniku dowolnego namiaru „n” radionamiernikowej sieci wyznaczonych zostanie  $\binom{n}{2}$  obszarów wspólnych zdarzeń „R<sub>p</sub>”, z których część będzie wzajemnie zależna, a część niezależna. Obszary wzajemnie zależne, poprzez nakładanie się, utworzą nowy zbiór „R<sub>s</sub>” będący sumą zależnych zbiorów „R<sub>p</sub>” pomniejszoną o ich iloczyn /rysunek 29/. Aby z ogólnej liczby obszarów /zbiorów/ „R<sub>p</sub>” wyodrębnić wzajemnie zależne, należy w pierwszym kroku prognozy wyliczyć pożądany próg opłacalności „a”, gdzie  $\binom{a}{2}$  oznaczać będzie, że takiej właśnie liczby obszarów „R<sub>p</sub>” wzajemnie zależnych należy oczekiwać. Natomiast wzór określający wartość prawdopodobieństwa, że w obszarze „R<sub>s</sub>” znajduje się namierzana radiostacja można wyrowadzić i udowodnić poprzez analogię do następującego doświadczenia:



Rysunek 29

a/ Niech  $\mathcal{R}$  oznacza zbiór obszarów wspólnych zdarzeń „ $R_p$ ” powstałych z namiarów wykonanych z błędami kątowymi  $0^\circ \leq |\Delta\alpha| \leq 360^\circ$ , czyli  $\mathcal{R} = \{R_{P(i,2)}; R_{P(i,3)}; \dots; R_{P(n-1,n)}\}$ , a w doświadczeniu niech odpowiada to zbiorowi oczek na kostce do gry, czyli  $\mathcal{R} = \{1; 2; 3; 4; 5; 6\}$ .

Powyższe porównanie jest właściwe, ponieważ przy dowolnym niamiarze błąd kątowy „ $|\Delta\alpha|$ ” zawarty będzie zawsze w przedziale  $0^\circ \leq |\Delta\alpha| \leq 360^\circ$ , jak również przy dowolnym rzucie kostką musi się pojawić jedna z liczb oczek zbioru

$$\mathcal{R} = \{1; 2; 3; 4; 5; 6\};$$

b/ Niech „ $R_{s_1}$ ” oznacza zbiór obszarów wspólnych zdarzeń „ $R_p$ ” powstałych z namiarów obarczonych błędami kątowymi nie większymi od „ $|\Delta\alpha_1|$ ”, a w doświadczeniu niech odpowiada to zbiorowi

rowi oczek na kostce podzielnych przez dwa, czyli

$$R_{s_1} = \{2; 4; 6\};$$

c/ Niech „ $R_{s_2}$ ” oznacza zbiór obszarów wspólnych zdarzeń „ $R_p$ ” powstałych z namiarów obarczonych błędami kątowymi nie większymi od „ $\Delta\alpha_2$ ”, a w doświadczeniu niech odpowiada to zbiorowi oczek na kostce podzielnych przez trzy, czyli

$$R_{s_2} = \{3; 6\};$$

d/ Niech „ $R_{s_3}$ ” oznacza zbiór obszarów wspólnych zdarzeń „ $R_p$ ” powstałych z namiarów obarczonych błędami kątowymi większymi od „ $\Delta\alpha_1$ ” i „ $\Delta\alpha_2$ ”, a w doświadczeniu niech odpowiada to zbiorowi oczek na kostce niepodzielnych ani przez dwa ani przez trzy, czyli  $R_{s_3} = \{1; 5\}$ ;

e/ Niech „ $R_s$ ” oznacza zbiór obszarów wspólnych zdarzeń „ $R_p$ ” powstałych z namiarów obarczonych błędami kątowymi nie większymi od „ $\Delta\alpha_1$ ” i „ $\Delta\alpha_2$ ”, a w doświadczeniu niech odpowiada to zbiorowi oczek na kostce wśród których nie będzie niepodzielnych przez dwa i przez trzy, czyli

$$R_s = \{2; 3; 4; 6\}.$$

Z powyższego opisu wynika, że zbiór „ $R_s$ ” może powstać ze zbioru  $\Omega$  pomniejszonego o elementy zbioru „ $R_3$ ”, względnie z sumy zbiorów „ $R_{s_1}$ ” i „ $R_{s_2}$ ” pomniejszonej o ich iloczyn, co można wyrazić:

$$R_s = \Omega - R_3 = R_{s_1} \cup R_{s_2} - R_{s_1} \cap R_{s_2} = \{2, 3, 4, 6\}$$

Podstawiając wartości prawdopodobieństwa:

$$P(\Omega) = 1;$$

$$P(R_{s_3}) = \frac{2}{6};$$

$$P(R_{s_1}) = \frac{3}{6};$$

$$P(R_{s_2}) = \frac{2}{6};$$

stwierdza się, iż zapis jest słuszny, ponieważ:

$$P(R_s) = P(\Omega) - P(R_{s_3}) = P(R_{s_1}) + P(R_{s_2}) - P(R_{s_1}) \cdot P(R_{s_2}) = \frac{4}{6}$$

bo zbiór:

$$R_s = \{2; 3; 4; 6\}$$

stanowi  $\frac{4}{6}$  zbioru:

$$\Omega = \{1; 2; 3; 4; 5; 6\}$$

a ponadto:

$$P(R_{s_1}) + P(R_{s_2}) - P(R_{s_1}) \cdot P(R_{s_2}) \leq 1$$

co dowodzi się:

$$[1 - P(R_{s_1})] \cdot [1 - P(R_{s_2})] \geq 0$$

$$1 - P(R_{s_2}) - P(R_{s_1}) + P(R_{s_1}) \cdot P(R_{s_2}) \geq 0$$

$$P(R_{s_2}) + P(R_{s_1}) - P(R_{s_1}) \cdot P(R_{s_2}) \leq 1$$

Jeżeli:

$$P(R_{s_1}) = P(R_{s_2}) = x$$

to wzór na prawdopodobieństwo, że w obszarze „ $R_s$ ” znajduje się namierzana radiostacja przyjmie postać:

$$P(R_s) = 2x - x^2$$

lub ogólną:

a/ bez progu opłacalności:

$$P(R_s) = \sum_{k=1}^n (-1)^{k+1} \binom{n}{k} x^k$$

Wzór 11

gdzie „ $n$ ” oznacza liczbę obszarów wspólnych zdarzeń „ $R_p$ ”<sup>\*</sup>;

\* Dowolny zbiór „ $R_s$ ” utworzony jest z „ $n$ ” obszarów wspólnych zdarzeń /zbiorów/ „ $R_p$ ”.

b/ z progiem opłacalności „a”:

$$P(R_s) = \sum_{k=1}^a (-1)^{k+1} \binom{a}{k} x^k$$

Wzór 12

gdzie „a” oznacza, iż wcześniej założono, że do zlokalizowania radiostacji wystarczy jeśli wziętych zostanie pod uwagę tylko „a”, a nie „n” obszarów wspólnych zdarzeń „R<sub>p</sub>” /a < n/.

Ponieważ dowolny obszar wspólnych zdarzeń /zbiór/ „R<sub>p</sub>” jest iloczynem dowolnej pary zbiorów „ΔC1” /rysunek 28/ i jak przyjęto w pierwszym kroku prognozy P(ΔC1) = p, to ostateczną postać wzorów 11 i 12 należy wyrazić:

a/ bez prognozy opłacalności:

$$P(R_s) = \sum_{k=1}^{\binom{n}{2}} (-1)^{k+1} \binom{\binom{n}{2}}{k} p^{2k}$$

Wzór 13

gdzie „n” oznacza liczbę radionamierników w dowolnej sieci namierzania;

b/ z progiem opłacalności „a”:

$$P(R_s) = \sum_{k=1}^{\binom{a}{2}} (-1)^{k+1} \binom{\binom{a}{2}}{k} p^{2k}$$

Wzór 14

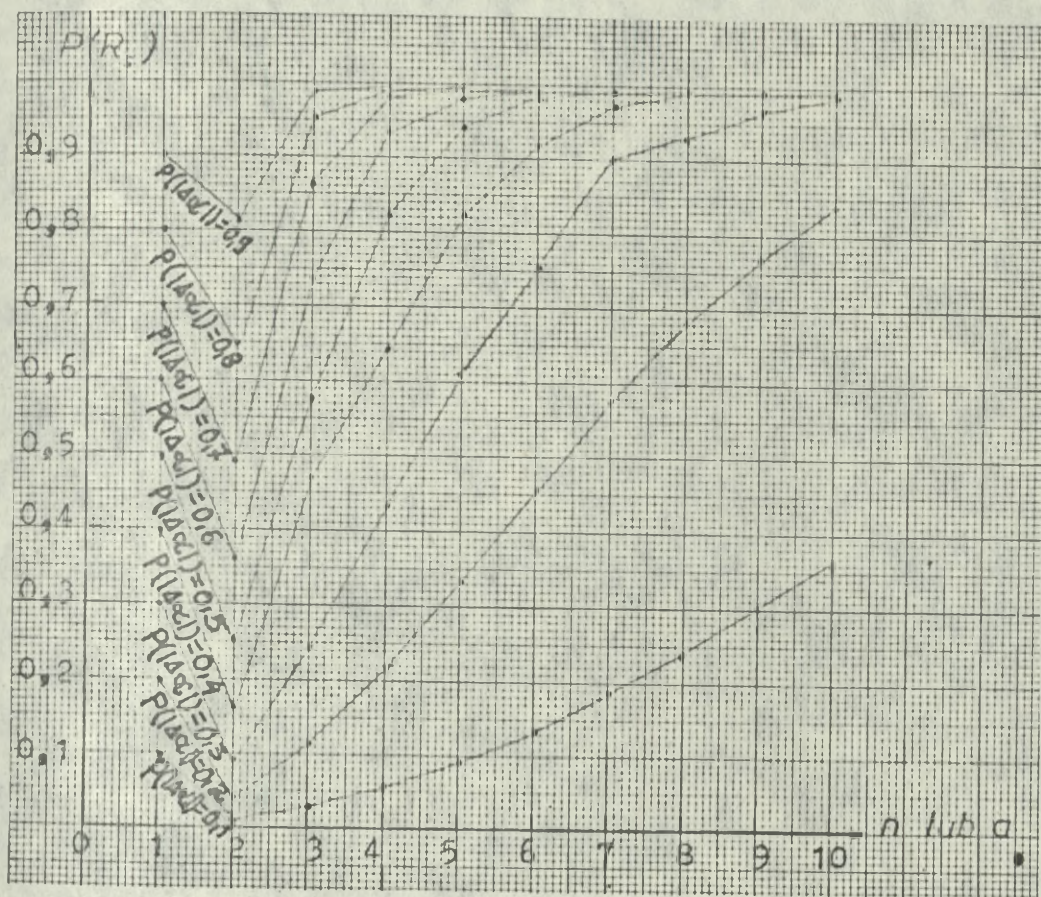
gdzie „a” oznacza, iż wcześniej założono, że do zlokalizowania radiostacji wystarczy jeśli wziętych zostanie pod uwagę tylko „a”, a nie „n” namiarów wykonanych przez sieć „n” radionamiernikową.

Rozkład prawdopodobieństwa według powyższych wzorów, /13 i 14/ dla sieci namierzania w składzie od 2 do 10 radionamierników /n lub a=2; 3; 4; 5; 6; 7; 8; 9; 10/ i prawdopodobieństwie P(ΔC1) = p = 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 0,9, pokazany jest w tabeli 6 i zobrazowany na

wykresie 5.

$P(1 \Delta \alpha \leq 1)$	$P(R_s)$									
	$n$ lub $a$	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0,1		0,01	0,029	0,058	0,095	0,139	0,190	0,245	0,303	0,363
0,2		0,04	0,115	0,217	0,335	0,457	0,575	0,681	0,769	0,840
0,3		0,09	0,246	0,432	0,610	0,756	0,911	0,928	0,966	0,985
0,4		0,16	0,407	0,648	0,825	0,920	0,974	0,992	0,998	0,999
0,5		0,25	0,578	0,822	0,943	0,986	0,997	0,999	0,999	0,999
0,6		0,36	0,737	0,931	0,988	0,998	0,999	0,999	0,999	0,999
0,7		0,49	0,867	0,982	0,998	0,999	0,999	0,999	0,999	0,999
0,8		0,64	0,953	0,997	0,999	0,999	0,999	0,999	0,999	0,999
0,9		0,81	0,993	0,999	0,999	0,999	0,999	0,999	0,999	0,999

Tabela 6



Wykres 5

Przykład 2

Obliczyć jakich efektów namierzenia należy oczekiwać, jeśli sieć namierzenia składa się z sześciu radionamierników i wiadomo, że każdy z nich namierza z dokładnością  $P(|\Delta\alpha| = x^0) = 0,6$ .

Rozwiązanie

Dane:

$$n=6;$$

$$P(|\Delta\alpha| = x^0) = p = 0,6$$

Szukane:

$$P(X=k) \text{ dla } k=0; 1; 2; 3; 4; 5; 6;$$

$$P(R_s)$$

Podstawiając do wzoru:

$$P(X=k) = \binom{n}{k} p^k (1-p)^{n-k}$$

w pierwszym kroku prognozy oblicza się:

k	0	1	2	3	4	5	6
$P(X=k)$	0,004096	0,036864	0,13824	0,27648	0,31104	0,186624	0,046656

Tabela 7

Podstawiając do wzoru:

$$P(R_s) = \sum_{k=1}^{\binom{a}{2}} (-1)^{k+1} \binom{\binom{a}{2}}{k} p^{2k}$$

w drugim kroku prognozy oblicza się:

a	2	3	4	5	6
$P(R_s)$	0,36	0,737	0,931	0,988	0,998

Tabela 8

gdzie  $a=6=n$

Odpowiedź

Można oczekiwać z prawdopodobieństwem:

- $p=0,004096$  takiego zdarzenia, że żaden radionamier-  
nik nie namierzy radiostacji z błędem kątowym „ $\Delta\alpha$ ”;
- $p=0,036864$  takiego zdarzenia, że tylko jeden radio-  
namiernik namierzy radiostację z błędem kątowym „ $\Delta\alpha$ ”;
- $p=0,13824$  takiego zdarzenia, że dwa radionamierniki  
namierzą radiostację z błędem kątowym „ $\Delta\alpha$ ”, a prawdo-  
podobieństwo, że radiostacja ta znajdować się będzie w  
wyznaczonym przez te namiary obszarze „ $R_s$ ”=„ $R_p$ ” wynie-  
sie 0,36;

-  $p=27648$  takiego zdarzenia, że trzy radionamierniki namierzą radiostację z błędem kątowym " $\Delta\alpha$ ", a prawdopodobieństwo, że radiostacja ta znajdować się będzie w wyznaczonym przez te namiary obszarze " $R_s$ " wyniesie 0,737;

-  $p=31104$  takiego zdarzenia, że cztery radionamierniki namierzą radiostację z błędem kątowym " $\Delta\alpha$ ", a prawdopodobieństwo, że radiostacja ta znajdować się będzie w wyznaczonym przez te namiary obszarze " $R_s$ " wyniesie 0,931;

-  $p=0,186624$  takiego zdarzenia, że pięć radionamierników namierzy radiostację z błędem kątowym " $\Delta\alpha$ ", a prawdopodobieństwo, że radiostacja ta znajdować się będzie w wyznaczonym przez te namiary obszarze " $R_s$ " wyniesie 0,988;

-  $p=0,046656$  takiego zdarzenia, że wszystkie radionamierniki namierzą radiostację z błędem kątowym " $\Delta\alpha$ ", a prawdopodobieństwo, że radiostacja ta znajdować się będzie w wyznaczonym przez te namiary obszarze " $R_s$ " wyniesie 0,998.

P r z y k ł a d 3

Obliczyć jakich efektów namierzania należy oczekiwać, jeśli sieć namierzania składa się z sześciu radionamierników i wiadomo, że każdy z nich namierza z dokładnością  $P(|\Delta\alpha|=x)=p=0,6$ , a do lokalizacji namierzanych radiostacji wystarczą tylko cztery namiary wykonane z błędem kątowym " $\Delta\alpha$ ".

#### Rozwiązanie

Dane:

$$n=6;$$

$$P(|\Delta\alpha|=x)=p=0,6;$$

$$a=4 \text{ /próg opłacalności/}$$

Szukane:

$$\sum_{k=a}^n P(X=k) \quad \text{dla } n=6 \quad \text{i} \quad a=4;$$

$$P(R_s) = \sum_{k=1}^{\binom{a}{2}} (-1)^{k+1} \binom{a}{k} p^{2k} \quad \text{dla } a=4$$

W pierwszym kroku prognozy oblicza się:

$$\sum_{k=4}^6 P(X=k) = 0,54432$$

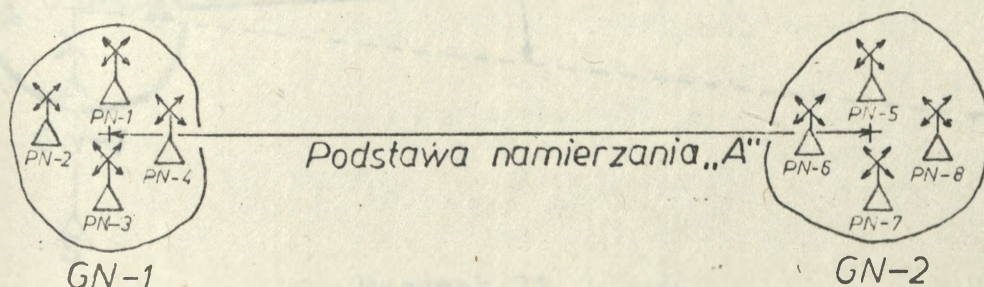
W drugim kroku prognozy oblicza się:

$$P(R_s) = \sum_{k=1}^6 (-1)^{k+1} \binom{6}{k} p^{2k} = 0,931$$

Odpowiedź

Można oczekiwać z prawdopodobieństwem 0,54432 takich zdarzeń, że od czterech do sześciu radionamierników namierzających będzie radiostacje z błędem kątowym „ $\Delta\alpha$ ”, a prawdopodobieństwo, że radiostacje znajdować się będą w wyznaczonych przez te namiary obszarach „ $R_s$ ” nie będzie mniejsze od 0,931.

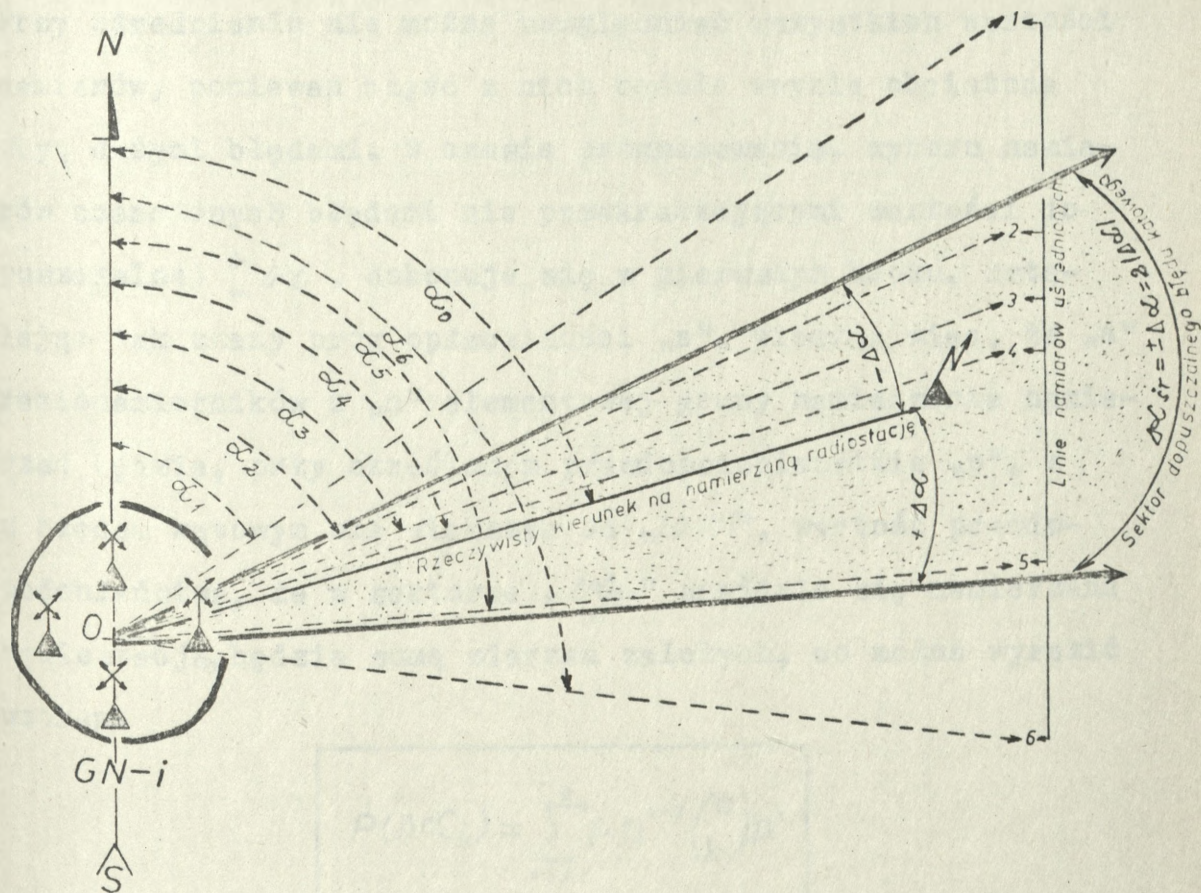
3/ Jeśli sieć namierzania zorganizowana jest w ten sposób, że wszystkie radionamierniki wchodzące w jej skład rozwinięte są tylko w dwóch rejonach - grupach namierzania /rysunek 30/, wtedy prognozę należy przeprowadzić nieco



Rysunek 30

inaczej niż w punkcie 2. Potrzeba taka wynika między in-

nymi z tego, że poprzez zgrupowanie kilku radionamierników w jednym rejonie stwarza się sprzyjające okoliczności do uśredniania namiarów, a tym samym warunki do dokładniejszego lokalizowania namierzanych radiostacji<sup>x</sup>. Kierując się tak rozumianymi potrzebami, należy w pierwszej kolejności wyliczyć, z jakim prawdopodobieństwem można oczekiwać zdarzenia, że w uśrednionym sektorze namiaru  $\Delta\alpha_{sr} = 2/\Delta\alpha$  znajdzie się namierzana radiostacja. Aby tego dokonać, trzeba z ogólnej liczby namiarów wykonanych przez daną grupę radionamierników na tę samą radiostację wybrać tylko te, które mieszczą się w sektorze dopuszczalnego błędu kąowego „ $\pm\Delta\alpha$ ”, czyli „ $\Delta\alpha_{sr}$ ”. Na przykład na rysunku 31 są to namiary: 2, 3, 4, 5, bo:



Rysunek 31

<sup>x</sup> Stwierdzenie udowodnione zostanie w trzecim kroku prognozy.

$$|\alpha_2 - \alpha_3| < \Delta\alpha_{sr}; \quad |\alpha_2 - \alpha_4| < \Delta\alpha_{sr}; \quad |\alpha_2 - \alpha_5| < \Delta\alpha_{sr}$$

$$|\alpha_3 - \alpha_4| < \Delta\alpha_{sr}; \quad |\alpha_3 - \alpha_5| < \Delta\alpha_{sr}; \quad |\alpha_4 - \alpha_5| < \Delta\alpha_{sr};$$

gdzie:

$$\alpha_2; \alpha_5$$

są skrajnymi wartościami „ $\Delta\alpha_{sr}$ ” ponieważ:

$$|\alpha_2 - \alpha_5| \approx \Delta\alpha_{sr} \approx 2|\Delta\alpha|$$

Można zatem powiedzieć, że „ $\Delta\alpha$ ” jest sektorem ograniczającym zbiór namiarów „ $\mathcal{A}$ ”, gdzie:

$$\mathcal{A} = \left\{ \alpha_i : |\alpha_0 - \alpha_i| \leq |\Delta\alpha| \right\} = \left\{ |\alpha_{g_1} - \alpha_{g_2}| \leq \Delta\alpha_{sr} \right\}$$

$\alpha_0$  - rzeczywisty azymut na namierzaną radiostację;

$\alpha_{g_1}; \alpha_{g_2}$  - skrajne wartości namiarów

Przy uśrednianiu nie można uwzględniać wszystkich wartości namiarów, ponieważ część z nich będzie zwykle obciążona zbyt dużymi błędami. W czasie prognozowania, wyboru namiarów obarczonych błędami nie przekraczającymi wartości dopuszczalnej  $\pm \Delta\alpha$ , dokonuje się w pierwszym kroku, ustalając tak zwany próg opłacalności „a”. Wiedząc więc, że „a” radionamierników z „n” elementowej grupy namierzenia namierzać będzie, przy określonym prawdopodobieństwie „p”, z błędem kątowym nie większym od „ $|\Delta\alpha|$ ”, wartość prawdopodobieństwa, że w sektorze „ $\Delta\alpha_{sr}$ ” znajdzie się namierzana radiostacja, będzie sumą zdarzeń zależnych, co można wyrazić wzorem:

$$P(\Delta\alpha_{sr}) = \sum_{k=1}^a (-1)^{k+1} \binom{a}{k} p^k$$

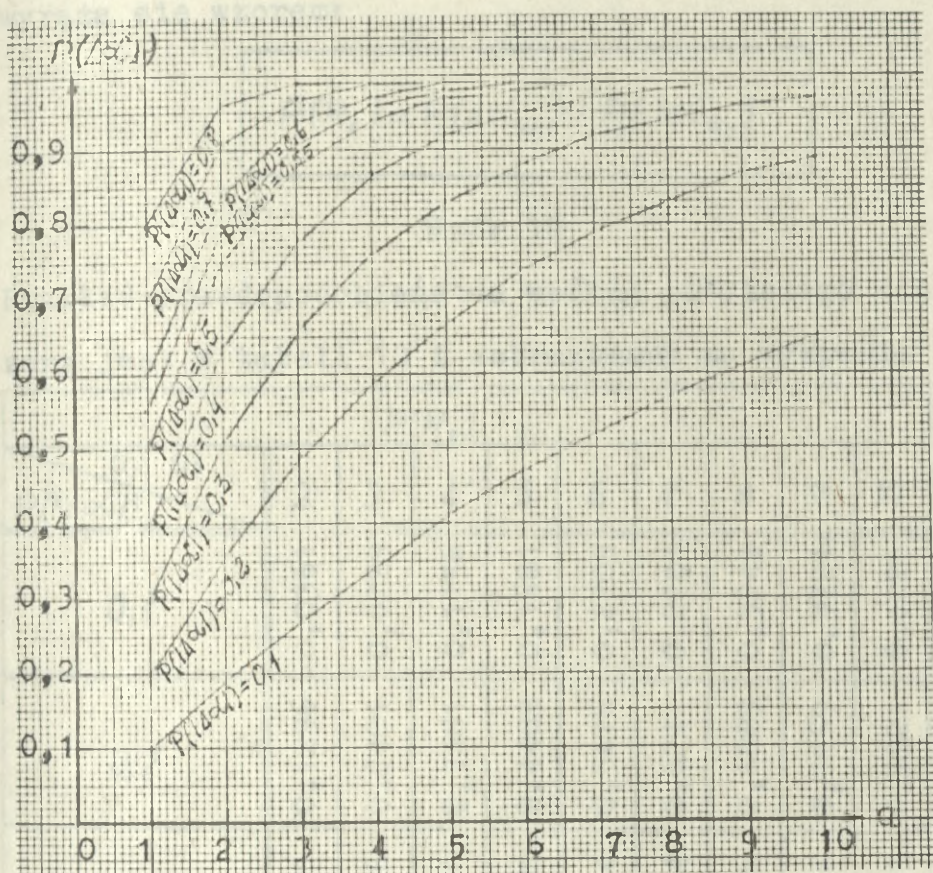
Wzór 15

Rozkład prawdopodobieństwa według powyższego wzoru poka-

zany jest w tabeli 9 i zobrazowany na wykresie 6.

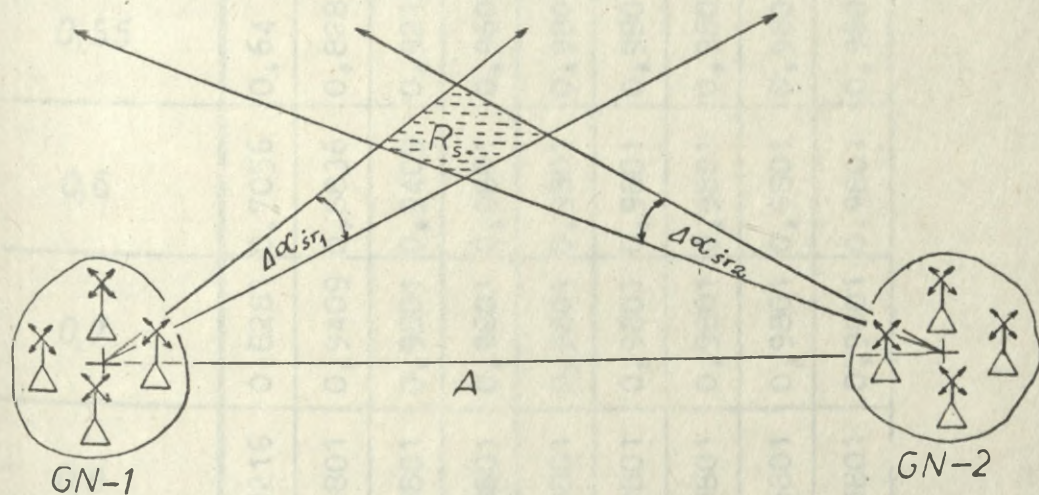
$n$ lub $a$	$P(\Delta\sigma_{sr})$								
	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0,1	0,19	0,27	0,34	0,41	0,47	0,52	0,57	0,61	0,65
0,2	0,36	0,49	0,59	0,67	0,74	0,79	0,83	0,87	0,89
0,3	0,51	0,66	0,76	0,83	0,88	0,92	0,94	0,96	0,97
0,4	0,64	0,78	0,87	0,92	0,95	0,97	0,98	0,99	0,99
0,5	0,75	0,88	0,94	0,97	0,98	0,99	0,99	0,99	0,99
0,55	0,80	0,91	0,96	0,98	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99
0,6	0,84	0,94	0,97	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99
0,7	0,91	0,97	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99
0,8	0,96	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99

Tabela 9



Wykres 6

Oznaczając przez  $P_1(\Delta\alpha_{sr_1})$  wartość prawdopodobieństwa, że w uśrednionym sektorze namiarów pierwszej grupy namierzenia znajduje się namierzana radiostacja, a przez  $P_2(\Delta\alpha_{sr_2})$ , że w sektorze drugiej, wartość prawdopodobieństwa, że radiostacja znalazła się w obszarze „ $R_s$ ” wspólnym dla obydwóch sektorów „ $\Delta\alpha_{sr}$ ” /rysunek 32/, jest iloczynem zdarzeń i



· Rysunek 32

wyraża się wzorem:

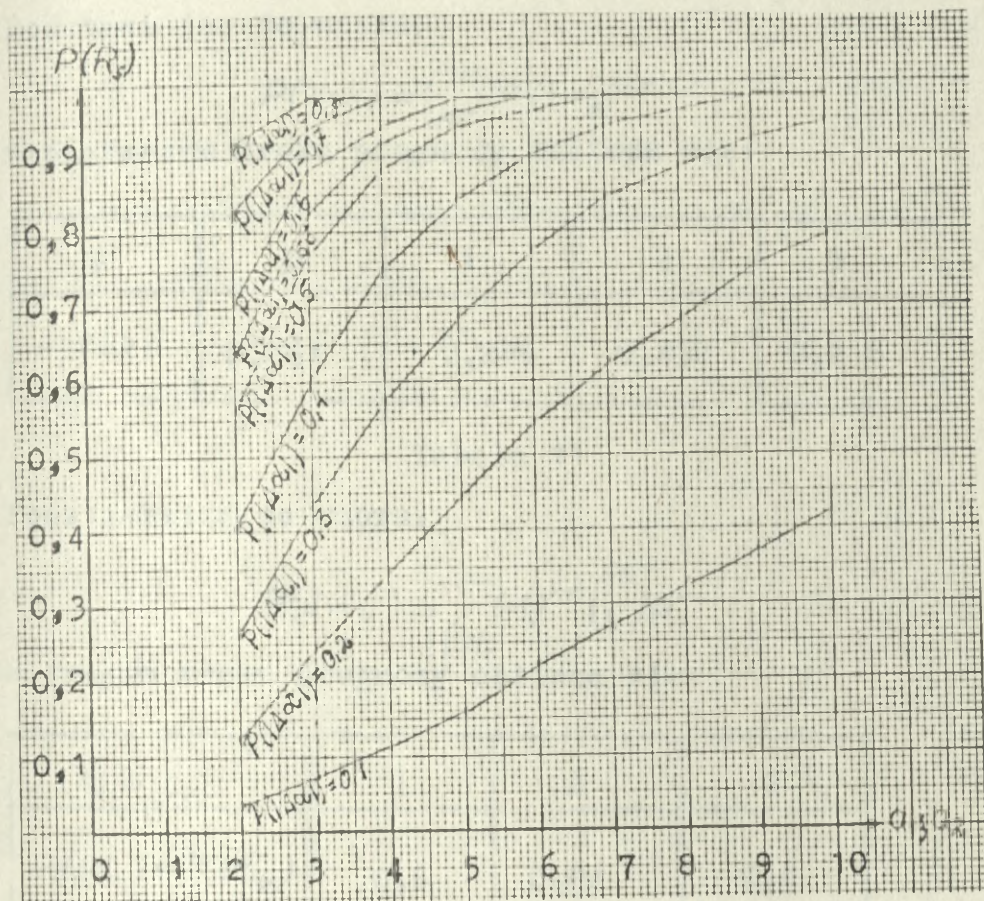
$$P(R_s) = P_1(\Delta\alpha_{sr_1}) \cdot P_2(\Delta\alpha_{sr_2})$$

Wzór 16

Rozkład prawdopodobieństwa według powyższego wzoru pokazany jest w tabeli 10 i zobrazowany na wykresie 7.

		$P(R_s)$								
$a_1; a_2$	$P(\Delta\alpha)$	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0,1		0,0361	0,0729	0,1156	0,1681	0,2209	0,2704	0,3249	0,3721	0,4225
0,2		0,1296	0,2401	0,3481	0,4489	0,5476	0,6241	0,6889	0,7569	0,7921
0,3		0,2601	0,4356	0,5776	0,6889	0,7744	0,8464	0,8836	0,9216	0,9409
0,4		0,4096	0,6084	0,7569	0,8464	0,9025	0,9409	0,9604	0,9801	0,9801
0,5		0,5625	0,7744	0,8836	0,9409	0,9604	0,9801	0,9801	0,9801	0,9801
0,55		0,64	0,8281	0,9216	0,9604	0,9801	0,9801	0,9801	0,9801	0,9801
0,6		0,7056	0,8836	0,9409	0,9801	0,9801	0,9801	0,9801	0,9801	0,9801
0,7		0,8281	0,9409	0,9801	0,9801	0,9801	0,9801	0,9801	0,9801	0,9801
0,8		0,9216	0,9801	0,9801	0,9801	0,9801	0,9801	0,9801	0,9801	0,9801

Tabela 10



Wykres 7

Przykład 4 /analogiczny do przykładu 2/

Obliczyć jakich efektów namierzania należy oczekiwać, jeśli sieć namierzania składa się z sześciu radionamierników rozmieszczonych w dwóch grupach namierzania /po trzy radionamierniki w grupie/ i wiadomo, że każdy z nich namierza z dokładnością  $P(\Delta \leq 1) = 0,6$ .

Rozwiązanie

Dane:

$$n=6;$$

$$a_1 = a_2 = \frac{n}{2} = 3;$$

$$P(\Delta \leq 1) = p = 0,6;$$

Szukane:

$$P(X=k) \quad \text{dla } k=0; 1; 2; 3;$$

$$P(R_s) \quad \text{dla } a=1; 2; 3$$

Podstawiając do wzoru:

$$P(X=k) = \binom{n}{k} p^k (1-p)^{n-k}$$

w pierwszym kroku prognozy oblicza się:

$k$	0	1	2	3
$P(X=k)$	0,064	0,288	0,432	0,216

Tabela 11

Podstawiając do wzoru:

$$P(\Delta\alpha_{sr}) = \sum_{k=1}^a (-1)^{k+1} \binom{a}{k} p^k$$

w drugim kroku prognozy oblicza się:

$a_1 = a_2$	1	2	3
$P_1(\Delta\alpha_{sr_1}) = P_2(\Delta\alpha_{sr_2})$	0,6	0,84	0,94

Tabela 12

Następnie podstawiając do wzoru:

$$P(R_s) = P_1(\Delta\alpha_{sr_1}) \cdot P_2(\Delta\alpha_{sr_2})$$

oblicza się:

$a_1 = a_2$	1	2	3
$P(R_s)$	0,36	0,7056	0,8836

Tabela 13

Odpowiedź

Można oczekiwać z prawdopodobieństwem:

- $p=0,064$  takiego zdarzenia, że żaden radionamiernik nie namierzy radiostacji z błędem kątowym „ $\Delta\alpha$ ”;
- $p=0,288$  takiego zdarzenia, że tylko jeden radionamiernik z każdej grupy namierzy radiostację z błędem kątowym

" $\Delta\alpha$ ", a prawdopodobieństwo, że radiostacja ta znajdować się będzie w wyznaczonym przez te namiary obszarze " $R_s$ ", wyniesie 0,36;

-  $p=432$  takiego zdarzenia, że po dwa radionamierniki z każdej grupy namierzą radiostację z błędem kątowym " $\Delta\alpha$ ", a prawdopodobieństwo, że radiostacja ta znajdować się będzie w wyznaczonym przez te namiary obszarze " $R_s$ ", wyniesie 0,7056;

-  $p=0,216$  takiego zdarzenia, że wszystkie radionamierniki namierzą radiostację z błędem kątowym " $\Delta\alpha$ ", a prawdopodobieństwo, że radiostacja ta znajdować się będzie w wyznaczonym przez te namiary obszarze " $R_s$ ", wyniesie 0,8836.

P r z y k ł a d 5 /analogiczny do przykładu 3/

Obliczyć jakich efektów namierzania należy oczekiwać, jeśli sieć składa się z sześciu radionamierników rozmieszczonych w dwóch grupach namierzania /po trzy radionamierniki w grupie/ i wiadomo, że każdy namierza z błędem kątowym " $\Delta\alpha$ ", przy prawdopodobieństwie 0,6, a do lokalizacji namierzanych radiostacji wystarczą tylko cztery namiary wykonane z błędem kątowym " $\Delta\alpha$ " /po dwa namiary z każdej grupy namierzania/.

#### Rozwiązanie

Dane:

$$n=6; \quad P(\Delta\alpha)=p=0,6;$$

$$\frac{n}{2}=3 \text{ /liczba radionamierników w grupie namierzania/;}$$

$$a_1=a_2=2 \text{ /próg opłacalności/}$$

Szukane:

$$\sum_{k=2}^3 P(X=k);$$

$$P(R_s)$$

W pierwszym kroku prognozy oblicza się:

$$\sum_{k=2}^3 P(X=k) = 0,648$$

W drugim kroku prognozy oblicza się:

$$P_1(\Delta\alpha_{s_1}) \text{ lub } P_2(\Delta\alpha_{s_2}) = \sum_{k=1}^2 (-1)^{k+1} \binom{2}{k} p^k = 0,84$$

a następnie:

$$P(R) = \left[ \sum_{k=1}^2 (-1)^{k+1} \binom{2}{k} p^k \right]^2 = 0,7056$$

Odpowiedź

Można oczekiwać z prawdopodobieństwem 0,648 takich zdarzeń, że od dwóch do trzech radionamierników z każdej grupy namierzać będzie radiostacje z błędem kątowym „ $\Delta\alpha$ ”, a prawdopodobieństwo, że radiostacje będą się znajdować w wyznaczanych przez te namiary obszarach „ $R_s$ ”, nie będzie mniejsze od 0,7056.

T r z e c i k r o k p r o g n o z y polega na wyliczaniu wartości błędów liniowych „ $L_s$ ” sieci namierzania. Aby tego dokonać, należy podobnie jak i w drugim kroku prognozy rozpatrywać dwa warianty. Pierwszy—kiedy wszystkie radionamierniki danej sieci będą rozśrodkowane i drugi—kiedy będą zgrupowane tylko w dwóch rejonach.

Jeśli radionamierniki danej sieci będą rozśrodkowane, to błąd liniowy „ $L_s$ ” będzie zbiorem  $\binom{n}{2}$  błędów liniowych poszczególnych par radionamierników „ $L_p$ ” i wylicza się go ze wzoru 3 lub 4, względnie wzoru 5 i tabel w załączniku 2. Znając z drugiego kroku prognozy wartości  $P(R_s)$  przy określonej liczbie namiarów „ $a$ ” wykonanych z dokładnością /błędem kątowym/ „ $\Delta\alpha$ ”, błąd liniowy „ $L_s$ ” sieci namierzania można scharakteryzować następująco:

$$L_s = \{L_{p_1}; L_{p_2}; \dots; L_{p_n}\}$$

i jeśli:

$$L_{p_1} < L_{p_2} < \dots < L_{p_{n-1}} < L_{p_n}$$

to:

$$P(L_{p_k}) = \frac{k P(R_s)}{n}$$

Wzór 17

a:

$$P(L_{p_n}) = P(R_s)$$

Wzór 18

gdzie:

$$R_s = \pi \cdot L_s^2$$

czyli błąd liniowy „L<sub>s</sub>” sieci namierzania jest promieniem okręgu o powierzchni „R<sub>s</sub>”.

Jeśli radionamierniki danej sieci będą rozwinięte tylko w dwóch grupach, to wartość liniową błędu „L<sub>s</sub>” wylicza się podobnie jak błędu „L<sub>p</sub>” /przy wykorzystaniu wzoru 3 lub 4, względnie wzoru 5 i tabel w załączniku 2/, a prawdopodobieństwo ze wzoru:

$$P(L_s) = P(R_s)$$

Wzór 19

P r z y k ł a d 6

Obliczyć jakich efektów namierzania należy oczekiwać w rejonie punktu oddalonego, w linii prostej prostopadłej do środka najdłuższej podstawy namierzania „A”, o 300 km jeśli:

a/ sieć składa się z trzech radionamierników rozródkowanych w ten sposób, że ich podstawy namierzenia wynoszą:  $A_{(1;2)}=200\text{ km}$ ;  $A_{(1;3)}=300\text{ km}$ ;  $A_{(2;3)}=100\text{ km}$  i każdy z nich namierza z dokładnością /błędem kątowym/  $|\Delta\alpha| = 3^\circ$ , przy prawdopodobieństwie  $P(|\Delta\alpha|) = 0,6$ ;

b/ sieć składa się z trzech radionamierników rozwiniętych w dwóch grupach namierzenia, odległych od siebie o 300 km i wiadomo, że każdy radionamiernik namierza z dokładnością /błędem kątowym/  $|\Delta\alpha| = 3^\circ$ , przy prawdopodobieństwie  $P(|\Delta\alpha|) = 0,6$ .

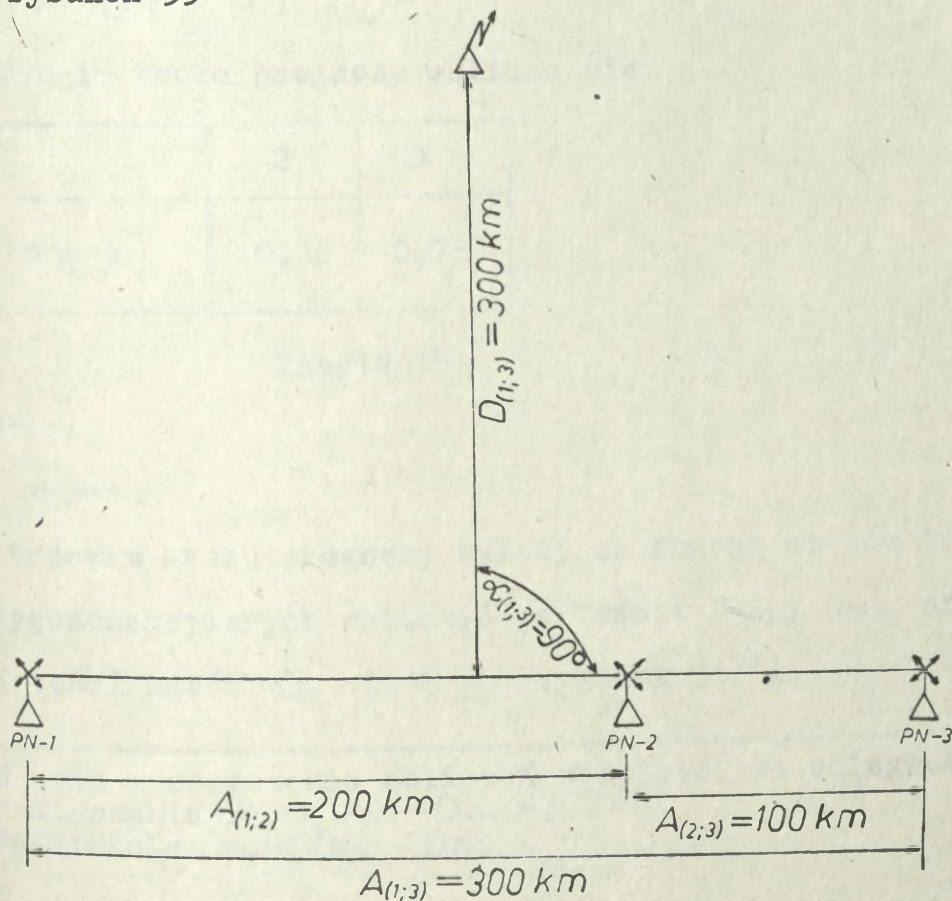
Rozwiązanie wariantu „a”

Dane:

$$n=3;$$

$$P(|\Delta\alpha| = 3^\circ) = p = 0,6;$$

rysunek 33:



Rysunek 33

Szukane:

$$P(X=k);$$

$$P(R_s);$$

$$L_s;$$

$$P(L_s)$$

Podstawiając do wzoru:

$$P(X=k) = \binom{3}{k} p^k (1-p)^{3-k} \quad \text{dla } k=0; 1; 2; 3;$$

w pierwszym kroku prognozy oblicza się:

$k$	0	1	2	3
$P(X=k)$	0,064	0,288	0,432	0,216

Tabela 14

Podstawiając do wzoru:

$$P(R_s) = \sum_{k=1}^{\binom{a}{2}} (-1)^{k+1} \binom{\binom{a}{2}}{k} p^{2k}$$

w drugim kroku prognozy oblicza się:

$a$	2	3
$P(R_s)$	0,36	0,737

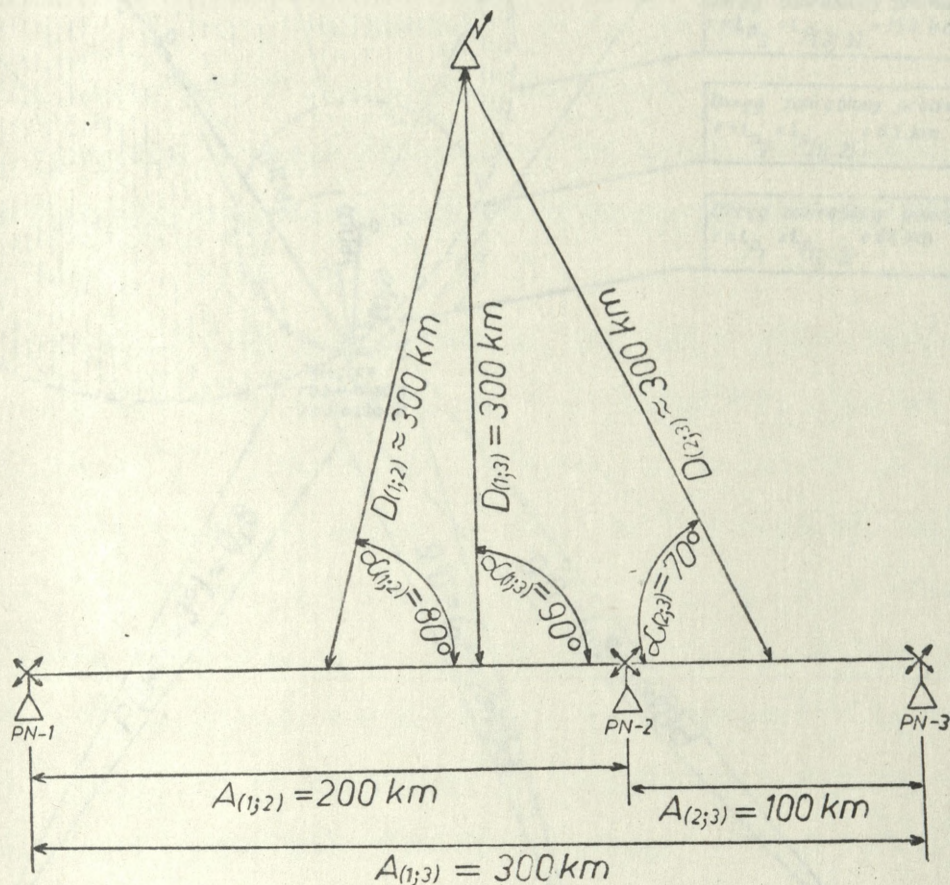
Tabela 15

gdzie:

$$a=3=n$$

W trzecim kroku prognozy należy za pomocą wzorów funkcji trygonometrycznych wyliczyć wartości:  $D_{(1;2)}$ ;  $D_{(2;3)}$  oraz wartości kątów  $\alpha_{(1;2)}$  i  $\alpha_{(2;3)}$  /rysunek 34/<sup>x</sup>.

<sup>x</sup>W celu uproszczenia obliczeń przyjęto, że odległości namierzania  $D_{(1;3)} \approx D_{(1;2)} \approx D_{(2;3)} \approx 300 \text{ km}$ .  
Faktycznie  $D_{(1;3)} < D_{(1;2)} < D_{(2;3)}$ .



Rysunek 34

Następnie podstawiając do wzoru:

$$L_p = \operatorname{tg} \eta \cdot D$$

za pomocą tablic w załączniku 2 należy wyliczyć wartości liniowe błędów:  $L_{P(1;2)}$ ;  $L_{P(1;3)}$ ;  $L_{P(2;3)}$  - rysunek 35<sup>x</sup>.

Ponieważ

$$L_s = \{L_{P(1;2)}; L_{P(1;3)}; L_{P(2;3)}\}$$

to szeregując błędy „ $L_p$ ” według wartości rosnących:

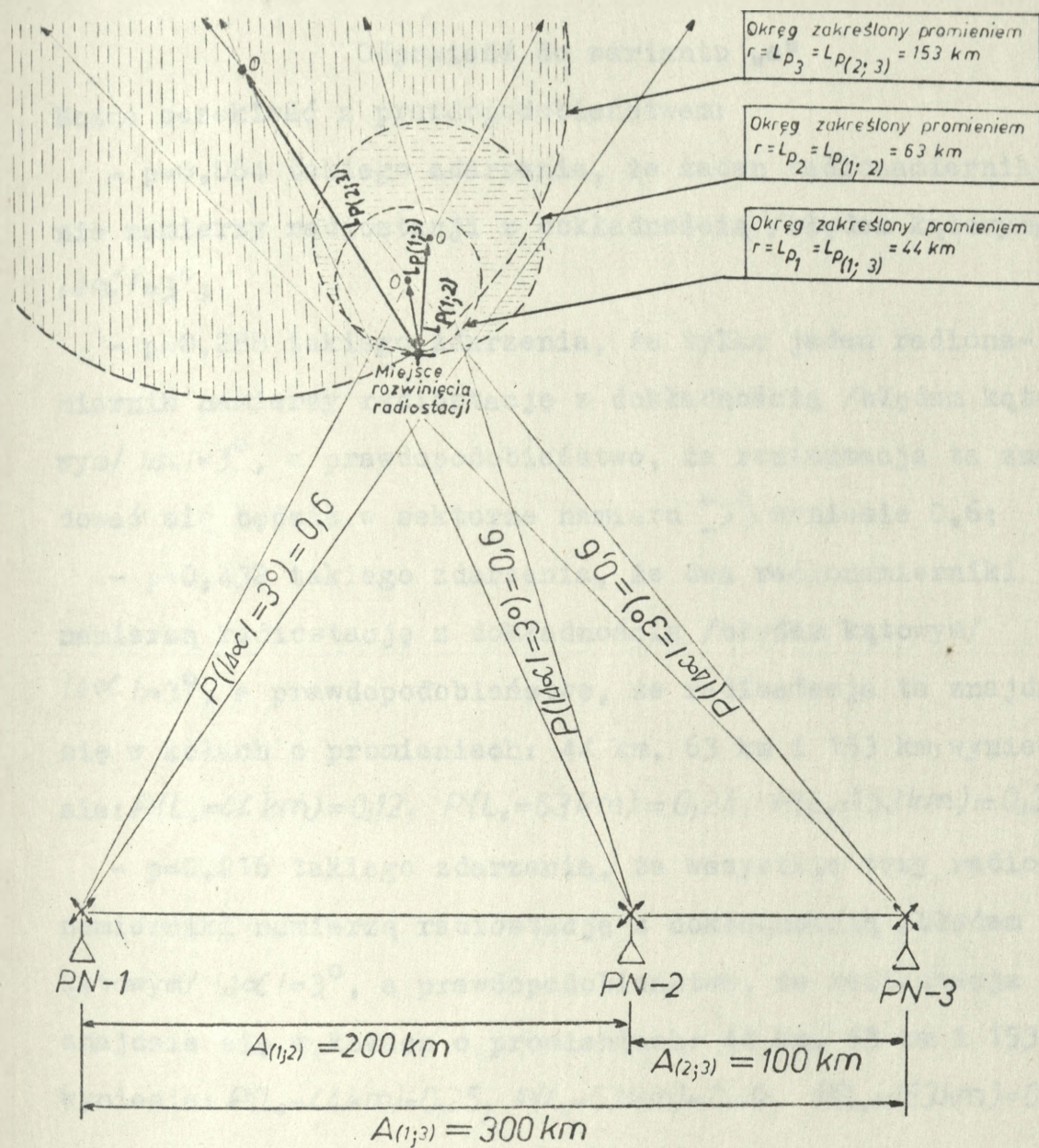
$$L_{P(1;3)} < L_{P(1;2)} < L_{P(2;3)}$$

i zapisując w postaci:

$$L_{p_1} \approx 44 \text{ km}; L_{p_2} \approx 63 \text{ km}; L_{p_3} \approx 153 \text{ km}$$

a następnie korzystając z wzorów 17 i 18 i podstawiając do nich wartości  $P(R_s)$  z tabeli 15, wylicza się /tabela 16/:

<sup>x</sup>Wartości liniowe błędów „ $L_p$ ” można również wyliczać z wzoru 3 lub 4.



Rysunek 35

		$P(L_s)$		
		44 km (Tożsamy z $L_{p_1}$ i $L_{p(1;3)}$ )	63 km (Tożsamy z $L_{p_2}$ i $L_{p(1;2)}$ )	153 km (Tożsamy z $L_{p_3}$ i $L_{p(2;3)}$ )
Liczba namiarów „a” wykonanych z dokładnością (błędem kątowym) $\Delta \alpha = 3^\circ$	$L_s$			
	2		0,12	0,24
3		0,25	0,49	0,737

Tabela 16

Odpowiedź do wariantu „a”

Można oczekiwać z prawdopodobieństwem:

-  $p=0,064$  takiego zdarzenia, że żaden radionamiernik nie namierzy radiostacji z dokładnością /błędem kątowym/  $|\Delta\alpha| = 3^\circ$ ;

-  $p=0,288$  takiego zdarzenia, że tylko jeden radionamiernik namierzy radiostację z dokładnością /błędem kątowym/  $|\Delta\alpha| = 3^\circ$ , a prawdopodobieństwo, że radiostacja ta znajdować się będzie w sektorze namiaru  $\pm 3^\circ$ , wyniesie  $0,6$ ;

-  $p=0,432$  takiego zdarzenia, że dwa radionamierniki namierzą radiostację z dokładnością /błędem kątowym/  $|\Delta\alpha| = 3^\circ$ , a prawdopodobieństwo, że radiostacja ta znajdzie się w kołach o promieniach:  $44 \text{ km}$ ,  $63 \text{ km}$  i  $153 \text{ km}$ , wyniesie:  $P(L_s=44 \text{ km})=0,12$ ,  $P(L_s=63 \text{ km})=0,24$ ,  $P(L_s=153 \text{ km})=0,36$ ;

-  $p=0,216$  takiego zdarzenia, że wszystkie trzy radionamierniki namierzą radiostację z dokładnością /błędem kątowym/  $|\Delta\alpha| = 3^\circ$ , a prawdopodobieństwo, że radiostacja ta znajdzie się w kołach o promieniach:  $44 \text{ km}$ ,  $63 \text{ km}$  i  $153 \text{ km}$ , wyniesie:  $P(L_s=44 \text{ km})=0,25$ ,  $P(L_s=63 \text{ km})=0,49$ ,  $P(L_s=153 \text{ km})=0,737$ .

Rozwiązanie wariantu „b”

Dane:

$n_1=2$  dla grupy namierzania 1 /GN-1/;

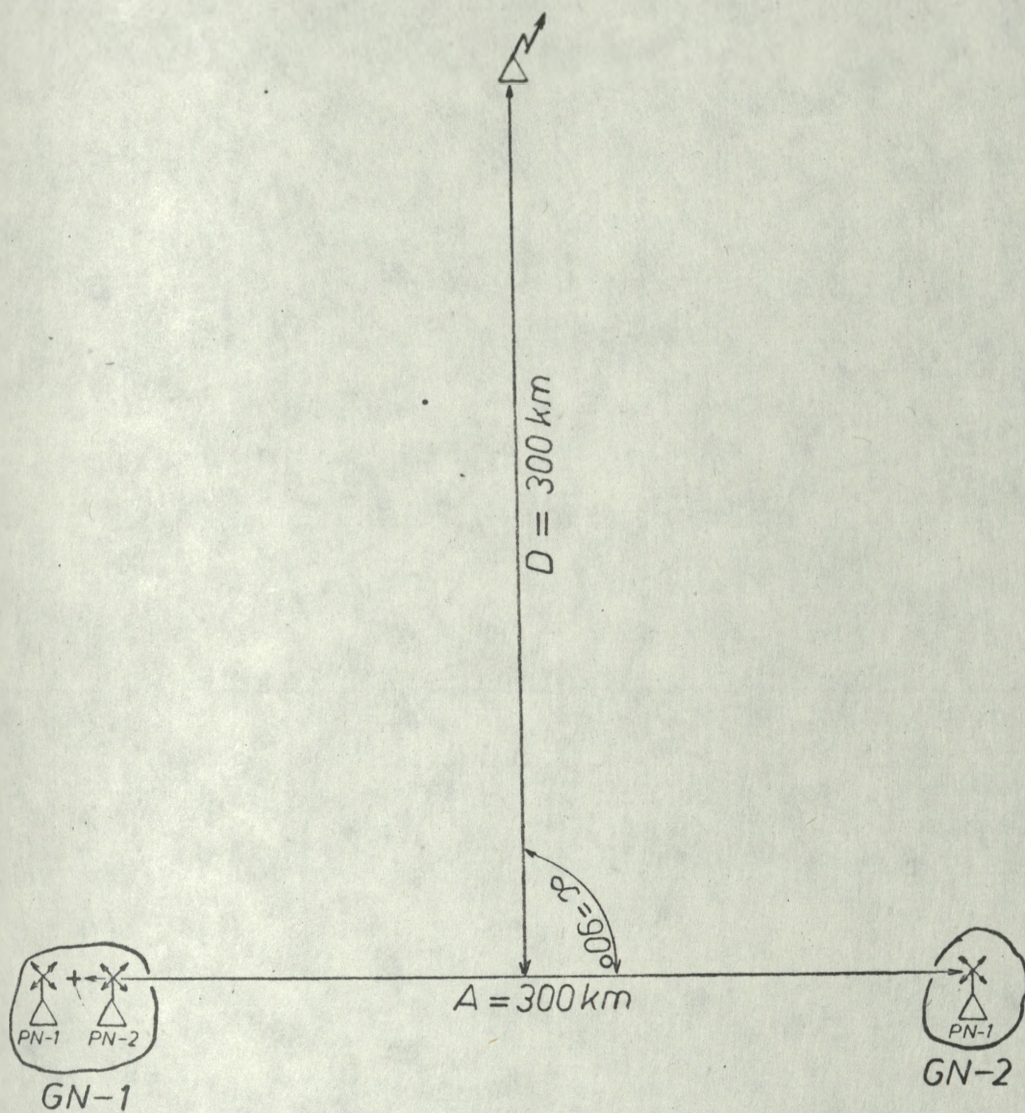
$n_2=1$  dla grupy namierzania 2 /GN-2/;

$|\Delta\alpha| = 3^\circ$ ;

$\Delta\alpha_{sr} = 6^\circ$ ;

$P(|\Delta\alpha| = 3^\circ) = p = 0,6$ ;

rysunek 36



Rysunek 36

Szukane:

$P(X=k)$  tylko dla GN-1;

$P(R_s)$ ;

$L_s$ ;

$P(L_s)$

Podstawiając do wzoru:

$$P(X=k) = \binom{n_i}{k} p^k (1-p)^{n_i-k} \quad \text{dla } k=0; 1; 2$$

w pierwszym kroku prognozy oblicza się dla GN-1 /dla GN-2 nie oblicza się, ponieważ jest to tylko jeden radionamier-  
nik/:

$k$	0	1	2
$P(X=k)$	0,16	0,48	0,36

Tabela 17

Podstawiając do wzoru:

$$P_1(\Delta\mathcal{C}_{sr}) = \sum_{k=1}^{a_1} (-1)^{k+1} \binom{a_1}{k} p^k$$

w drugim kroku prognozy oblicza się:

$a_1$	1	2
$P_1(\Delta\mathcal{C}_{sr})$	0,6	0,84

Tabela 18

gdzie  $a_1=2=n_1$

Następnie podstawiając do wzoru:

$$P(R_s) = P_1(\Delta\mathcal{C}_{sr}) \cdot P_2(\Delta\mathcal{C}_{sr})$$

oblicza się:

$P(R_s)$		
$a_2 \backslash a_1$	1	2
1	0,36	0,504

Tabela 19

Uwaga !

Dla GN-2 za  $P_2(\Delta\mathcal{C}_{sr})$  podstawiono wartość 0,6, ponieważ w grupie tej jest tylko jeden radionamiernik, a zatem  $P_2(\Delta\mathcal{C}_{sr})=P(\Delta\mathcal{C}1)=0,6$ .

Ponieważ radionamierniki sieci rozwinięte są tylko w dwóch grupach, to:

$$L_s = L_p$$

a zatem w trzecim kroku prognozy korzystając z wzoru:

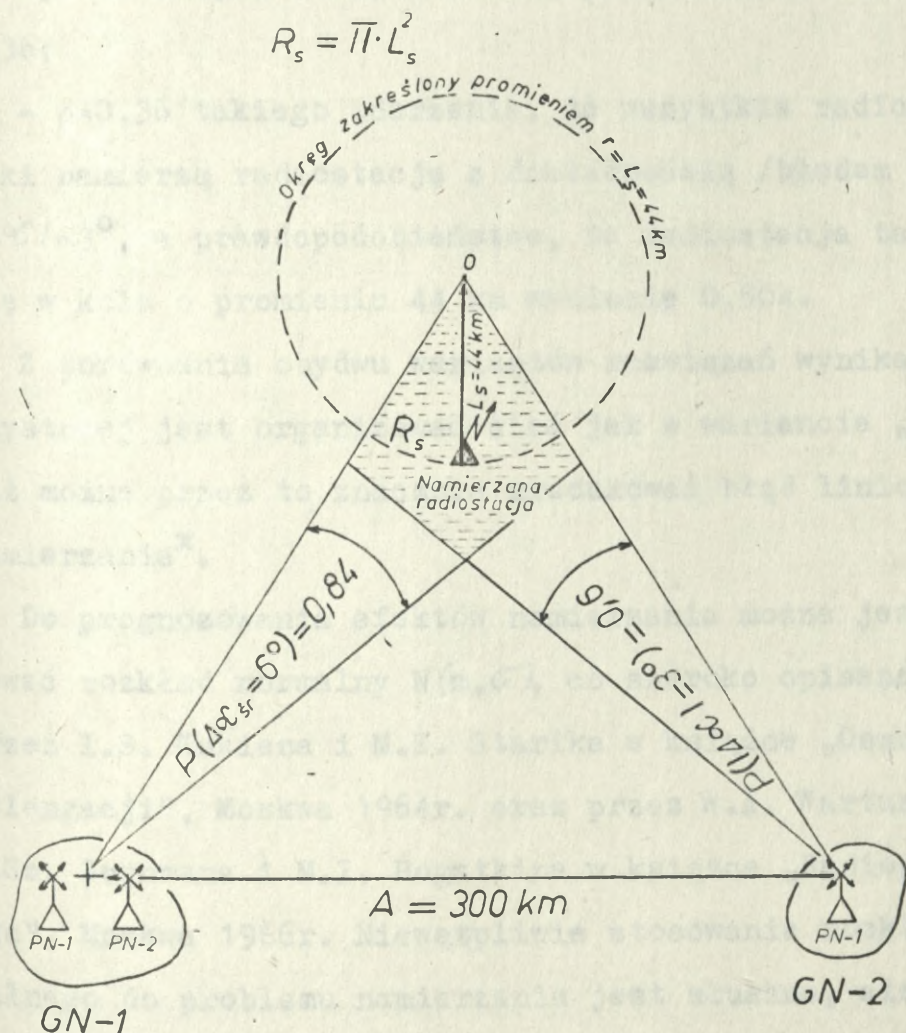
$$L_p = \operatorname{tg} \eta \cdot D \quad / \text{"}L_p\text{" jest tożsamy z "}L_s\text{"} /$$

i podstawiając za "tg $\eta$ " wartości z tablic w załączniku 2 wylicza się:

$$L_s \approx 44 \text{ km} \quad / \text{rysunek 37} / .$$

Natomiast  $P(L_s=44\text{km})$  wyliczone zostało już w drugim kroku prognozy, ponieważ dla sieci namierzania, której radionamierniki rozwinięte są w dwóch grupach  $P(L_s)=P(R_s)$ , gdzie wartości "L<sub>s</sub>" i "R<sub>s</sub>" występują w następującej zależności:

$$R_s = \overline{\Pi} \cdot L_s^2$$



Rysunek 37

Odpowiedź do wariantu „b”

Można oczekiwać z prawdopodobieństwem:

-  $p=0,16$  takiego zdarzenia, że żaden radionamiernik nie namierzy radiostacji z dokładnością /błędem kątowym/  $|\Delta\alpha|=3^\circ$ ;

-  $p=0,48$  takiego zdarzenia, że po jednym radionamierniku z każdej grupy namierzy radiostację z dokładnością /błędem kątowym/  $|\Delta\alpha|=3^\circ$ , a prawdopodobieństwo, że radiostacja ta znajdzie się w kole o promieniu 44 km wyniesie 0,36;

-  $p=0,36$  takiego zdarzenia, że wszystkie radionamierniki namierzą radiostację z dokładnością /błędem kątowym/  $|\Delta\alpha|=3^\circ$ , a prawdopodobieństwo, że radiostacja ta znajdzie się w kole o promieniu 44 km wyniesie 0,504.

Z porównania obydwu wariantów rozwiązań wynika, że korzystniej jest organizować sieć jak w wariacie „b”, ponieważ można przez to znacznie zredukować błąd liniowy sieci namierzania<sup>x</sup>.

Do prognozowania efektów namierzania można jeszcze stosować rozkład normalny  $N(m, \sigma)$ , co szeroko opisane jest przez I.S. Kukiesę i M.E. Starikę w książce „Osnowy radiopelengacji”, Moskwa 1964r. oraz przez W.A. Wartanieszana, E.Sz. Gojhmę i M.I. Rogatkina w książce „Radiopelengacja”, Moskwa 1966r. Niewątpliwie stosowanie rozkładu normalnego do problemu namierzania jest słuszne, ale przy du-

---

<sup>x</sup> Stwierdzenie dowodzone jeszcze będzie w dalszej części rozprawy.

żych seriach namierów. Pozwala to funkcji

$$f(x) = \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} \exp \left[ -\frac{(X-m)^2}{2\sigma^2} \right]$$

gdzie:

$m$  - wartość średnia;

$\sigma$  - odchylenie standardowe;

$X$  - zmienna losowa;

osiągać stromy przebieg. Natomiast przy małych seriach namierów, funkcja  $f(x)$  będzie spłaszczona. Zdecyduje o tym fakt, że w namierzaniu zdarzenie pewne liczy się od  $m-180^\circ$  do  $m+180^\circ$ , czyli:

$$P(m-180^\circ \leq X \leq m+180^\circ) = \int_{m-180^\circ}^{m+180^\circ} f(x) dx \approx 1$$

Przy tak dużym przedziale zmiennej losowej „ $X$ ” i małej serii namierów odchylenie standardowe osiągnie wartość  $\sigma \gg 1$ , a to spowoduje bardzo duże spłaszczenie funkcji  $f(x)$  oraz to, że:

$$\begin{aligned} P(m-x_a \leq X \leq m+x_b) &= \int_{x_a}^{x_b} f(x) dx \approx P(m-x_c \leq X \leq m+x_d) = \int_{x_c}^{x_d} f(x) dx \approx \\ &\approx P(m-x_e \leq X \leq m+x_f) = \int_{x_e}^{x_f} f(x) dx \end{aligned}$$

jeśli:

$$x_b - x_a = x_d - x_c = x_f - x_e$$

i

$$x_a < x_b < x_c < x_d < x_e < x_f$$

Ponadto zastrzeżenie może budzić sam fakt, że rozkład  $N(m, \sigma)$  jest rozkładem zmiennej losowej ciągłej, a w namierzaniu występuje tylko zmienna losowa typu skokowego.

Z treści podręczników „Osnowy radiopelengacji” i „Radiopelengacja” wynika, że ich autorom chodziło bardziej o

wskazanie możliwego kierunku podejścia do problemu namierzenia, niż o zaprezentowanie konkretnego /optymalnego/ sposobu rozwiązującego ten problem.

Prognozowanie efektów krótkofalowego namierzenia radiowego jest czynnością złożoną i w praktyce może nastroić wiele trudności. Widząc tak problem, jako załącznik 2, opracowano metodykę obliczania błędów liniowych " $L_g$ " sieci krótkofalowego namierzenia radiowego, która może stanowić wydatną pomoc podczas planowania sieci namierzenia i podczas oceny wyników namierzenia. Metodyka ta stanowi odrębną całość i może być wyłączona z rozprawy. Wyjaśnia się jednocześnie, że do opracowania tablic załączonych do metodyki wykorzystano dane źródłowe zawarte w zasadniczej części rozprawy, przetworzone za pomocą elektronicznej techniki obliczeniowej. Można zatem określić, iż w przeważającej części metodyka jest ubocznym produktem rozprawy.

C. AKTUALNY STAN I OCENA KRÓTKOFALOWEGO NAMIERZANIA RADIO-  
DIOWEGO W JEDNOLITYM SYSTEMIE ROZPOZNANIA RADIO-  
ELEKTRONICZNEGO WP

Jednolity system rozpoznania radioelektronicznego WP został zorganizowany na mocy decyzji szefa Sztabu Generalnego WP zawartej w zarządzeniu nr 0100 z dnia 13 listopada 1967 roku. Decyzję taką powzięto celem zintegrowania i zintensyfikowania istniejącego potencjału rozpoznania radioelektronicznego do zdobywania maksymalnej ilości informacji o potencjalnych przeciwnikach /państwach NATO/ już w czasie pokoju.

W związku z tak sprecyzowanym zadaniem w skład jednolitego systemu rozpoznania radioelektronicznego WP weszły wydzielone siły i środki jednostek rozpoznania radioelektronicznego, a w tym sieci krótkofalowego namierzenia radiowego: 1, 2 i 6 pułku rozpoznania radioelektronicznego, 9 pułku rozpoznania radiowego oraz 11 i 12 batalionu rozpoznania radioelektronicznego /zestawienie sił i środków namierzenia - tabela 20/.

Zgodnie z planem jednolitego systemu rozpoznania radioelektronicznego WP na lata 1981-1985, zatwierdzonym przez szefa Sztabu Generalnego WP dnia 10 listopada 1980 roku, zadaniem krótkofalowego namierzenia radiowego funkcjonującego w tym systemie jest jak najdokładniejsze lokalizowanie pracujących radiostacji przeciwnika, a poprzez to aktywne współuczestniczenie:

Jednostki rozpoznania radiotelegraficzne	1 prrel		2 prrel		6 prrel		9 prr		11 brrel		12 brrel		R a z e m	
	"P"	"W"	"P"	"W"	"P"	"W"	"P"	"W"	"P"	"W"	"P"	"W"	"P"	"W"
Oficerowie	5	7	4	9	1	1	-	-	-	-	-	-	10	17
Chorążowie	7	9	10	11	2	2	2	-	1	-	1	-	23	22
Podoficerowie	6	7	18	27	-	-	2	-	-	-	-	-	26	34
Szeregowcy	43	66	49	76	23	32	26	-	10	-	9	-	160	174
R a z e m	61	89	81	123	26	35	30	-	11	-	10	-	219	247
Radionamierniki R-359	5	10	5	10	3	6	2	-	1	-	1	-	17	26
Radiostacje KF	4	6	10	13	-	-	1	-	1	-	1	-	17	19
	1	3	-	5	3	3	2	-	-	-	-	-	6	11

Tabela 20

Uwaga ! W tabeli podane zostały dane z 12 kwietnia 1983 roku.

a/ w śledzeniu:

- stanu gotowości bojowej narodowych i połączonych sił zbrojnych NATO rozmieszczonych na północnym i środkowoeuropejskim TDW oraz w wydzielonym rejonie Wysp Brytyjskich i rejonie kanału La Manche, a przede wszystkim strategicznych i operacyjnych środków przenoszenia broni jądrowej;

- działalności rozpoznawczej prowadzonej przez samoloty i okręty narodowych oraz połączonych sił zbrojnych NATO wzdłuż północnej granicy PRL, a także przez samoloty w obszarze powietrznym północnego i środkowoeuropejskiego TDW;

- działalności bojowej i szkoleniowej narodowych oraz połączonych sił zbrojnych NATO na rozpoznawanych TDW i w rejonach wydzielonych;

- zmian w organizacji krótkofalowej łączności radiowej rozpoznawanego przeciwnika;

b/ w wykrywaniu:

- przerzutów wojsk i sprzętu bojowego ze Stanów Zjednoczonych i Wielkiej Brytanii na północny i środkowoeuropejski TDW;

- zmian w organizacji, dyslokacji oraz zasadach działania i użycia sił zbrojnych przeciwnika na rozpoznawanych TDW i w rejonach wydzielonych.

W tym celu na terytorium kraju zostały rozwinięte cztery autonomiczne sieci krótkofalowego namierzania radiowego, to jest:

- 1 pułku rozpoznania radioelektronicznego, w składzie pięciu radionamierników rozmieszczonych w rejonach: Ustki, Dziwnowa, Zgorzelca, Grójca i Przemyśla, przeznaczonych głównie do namierzania radiostacji pracujących z te-

rytorium RFN i południowej części Jutlandii;

- 2 pułku rozpoznania radioelektronicznego, w składzie pięciu radionamierników rozmieszczonych w rejonach: Ustki, Szczecina, Przasnysza, Zgorzelca i Przemyśla, przeznaczonej głównie do namierzania radiostacji pracujących z terytorium RFN i południowej części Jutlandii;

- 6 pułku rozpoznania radioelektronicznego, w składzie trzech radionamierników rozmieszczonych w rejonach: Braniewa, Ustki i Dziwnowa, przeznaczonej głównie do namierzania radiostacji pracujących z wybrzeży morskich Holandii i RFN, terytorium Jutlandii i z cieśnin bałtyckich oraz z zachodniej części akwenu Morza Bałtyckiego;

- 9 pułku rozpoznania radiowego oraz 11 i 12 batalionu rozpoznania radioelektronicznego, w składzie czterech radionamierników rozmieszczonych w rejonach: Braniewa /radionamiernik 12 brrel/, Zgorzelca /radionamiernik 11 brrel/ oraz Dziwnowa i Prudnika /radionamierniki 9 prr/, przeznaczonej głównie do namierzania radiostacji pracujących z terytorium Jutlandii, z obszaru północnej grupy armii i środkowej części obszaru centralnej grupy armii.

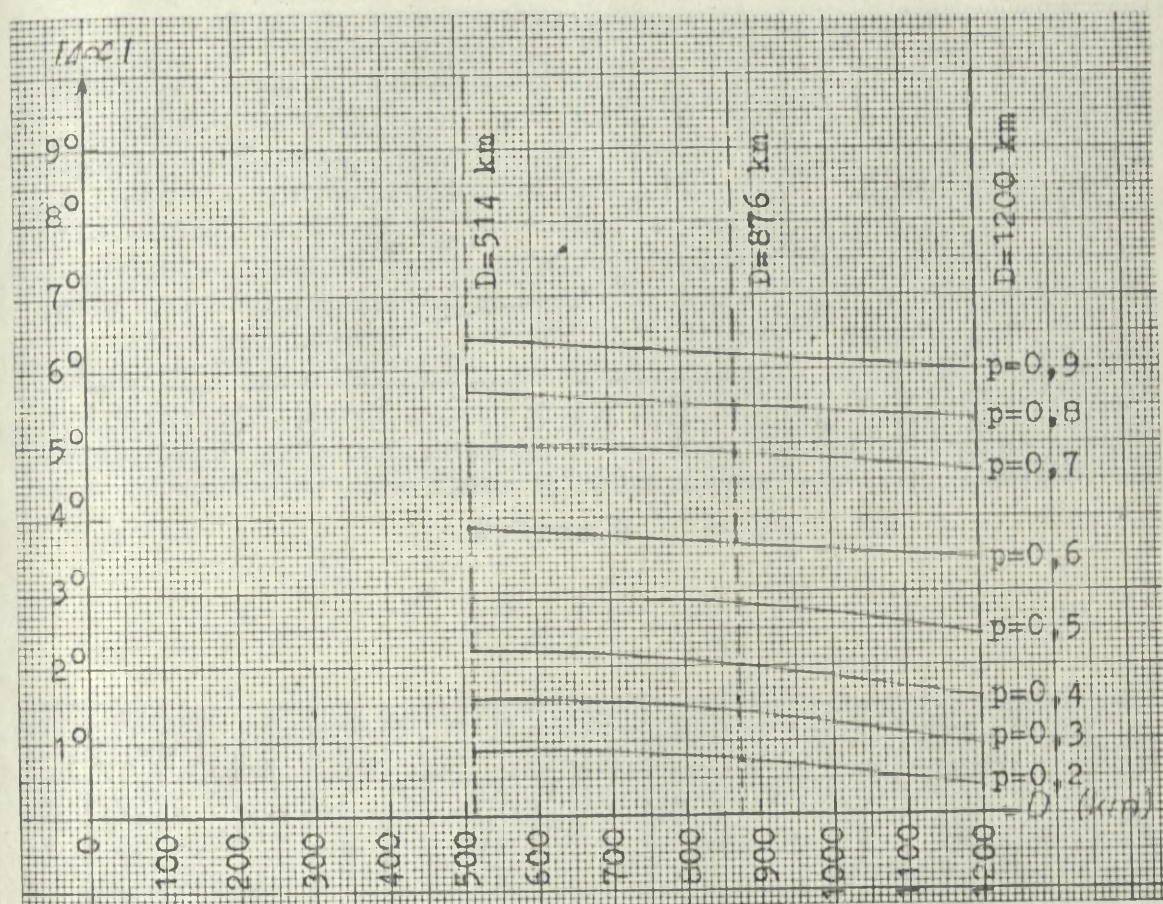
Sieci namierzania w powyższym składzie funkcjonują tylko w okresie stałej i podwyższonej gotowości bojowej, natomiast w okresie stanu gotowości bojowej „zagrożenie wojenne” sieć namierzania zorganizowana dla potrzeb 9 prr oraz 11 i 12 brrel wychodzi z jednolitego systemu rozpoznania radioelektronicznego i zostaje podporządkowana wojskom operacyjnym. Pozostałe natomiast zwiększają swoje możliwości poprzez rozwinięcie dodatkowych radionamierników w rejonie każdego posterunku namierzania /rozmieszczenie radionamierników w terenie na tle zasadniczych obszarów

namierzania - załącznik 1, strona 51 i 95/.

We wszystkich sieciach namierzania, funkcjonujących w jednolitym systemie rozpoznania radioelektronicznego WP, wykorzystywane są radionamierniki typu R-359, umożliwiające wykonywanie namiarów emisji radiowych w paśmie częstotliwości od 1,5 do 25 MHz. Radionamierniki te są sprzętem drugiej generacji - dostosowanym do obsługi ręcznej. Do wojsk wprowadzone zostały, w większości, na przełomie lat sześćdziesiątych i do tej pory w poważnej części wypracowały już swoje normy rewersyjne, co w wyraźny sposób wpłynęło na obniżenie ich zasadniczego parametru, jakim jest dokładność namierzania. W wyniku badań /załącznik 1, strona 5-49/ ustalono, że przy określonym prawdopodobieństwie  $P(|\Delta\alpha|) = p$  błąd kątowy „ $|\Delta\alpha|$ ” radionamierników R-359, w zależności od odległości namierzania „D”, wynosi:

		Δα							
D (km)	P( Δα )=p	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
		514	0,87° 52'	1,54° 1°32'	2,22° 2°13'	2,90° 2°54'	3,89° 3°51'	5° 5°	5,71° 5°42'
876	0,77° 46'	1,39° 1°23'	2,03° 2°1'	2,86° 2°51'	3,66° 3°39'	4,83° 4°49'	5,52° 5°31'	6,21° 6°12'	
1200	0,39° 23'	0,94° 56'	1,58° 1°34'	2,44° 2°26'	3,45° 3°27'	4,67° 4°40'	5,33° 5°19'	6° 6°	

Tabela 21



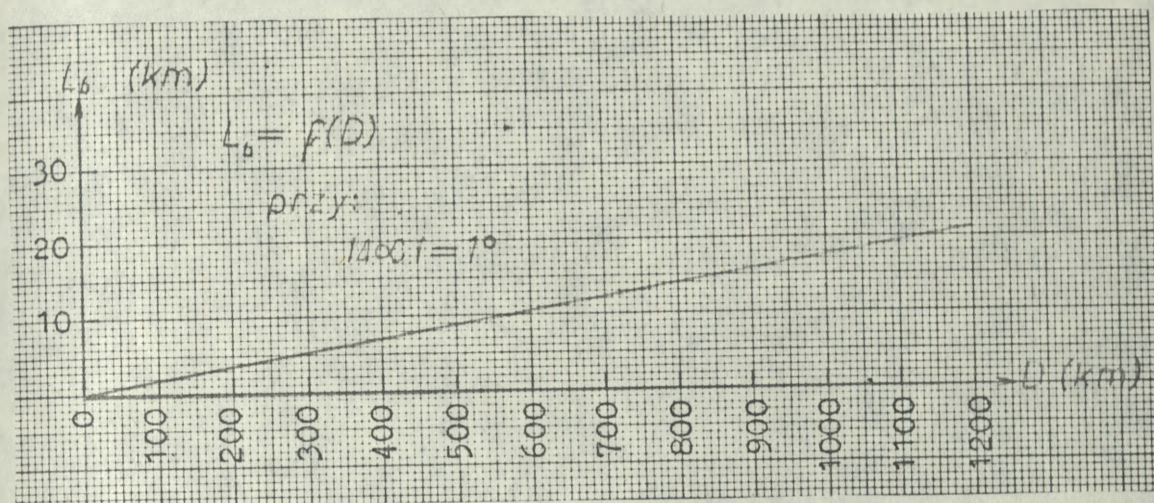
Wykres 8

Porównując zatem wyniki badań z normami zawartymi w instrukcji „Namiernik radiowy R-359” syg. Łączn. 403/69 widać, że dokładność namierzania została zaniziona około jednego stopnia<sup>x</sup>. Powoduje to tym samym wzrost błędu liniowego bocznego radionamiernika „L<sub>p</sub>” /wykres 9/ i błędu liniowego namierzania „L<sub>p</sub>” /wykres 10/.

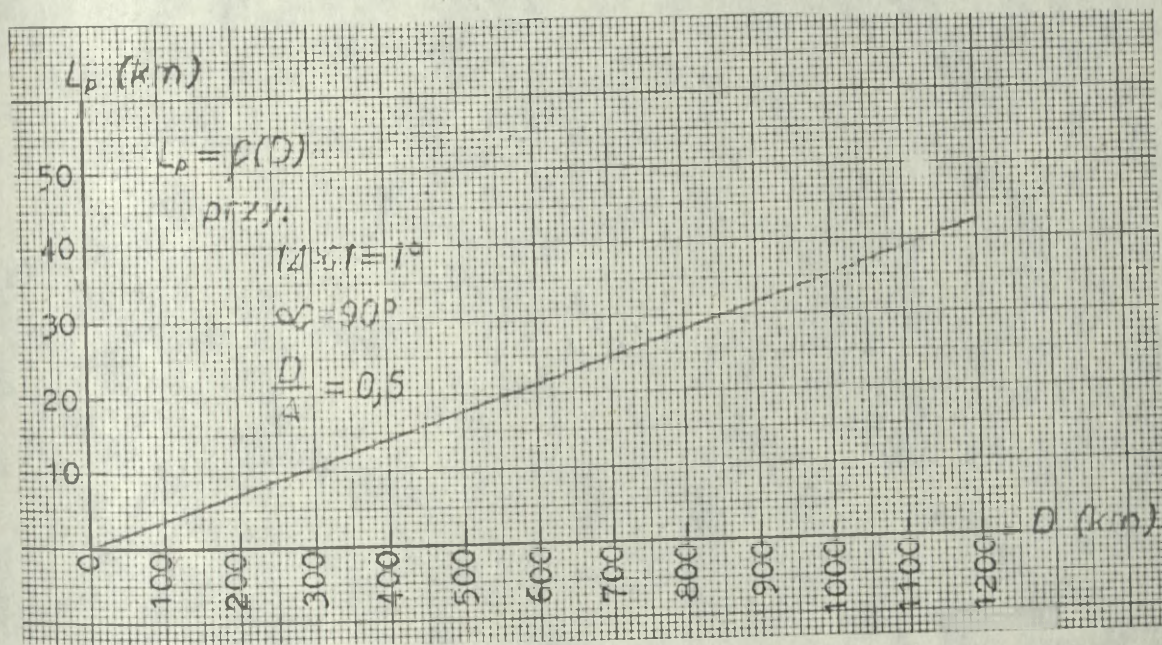
Z przeprowadzonych badań wynika, że błąd kątowy radionamiernika „1400” jest uzależniony od odległości namierza-

<sup>x</sup>Instrukcja „Namiernik radiowy R-359” syg. Łączn. 403/69 podaje, że średni błąd przy namierzaniu fal odbitych nie przekracza:

- w odległości 300-350 km od namierzanej radiostacji  $-2^{\circ}$ ;
- w odległości większej od 500 km  $- 1,6^{\circ}$ .



Wykres 9



Wykres 10

gdzie:

A - podstawa namierzania;

D - odległość namierzania;

$\alpha$  - kąt nachylenia podstawy namierzania;

$|\Delta\alpha|$  - błąd kątowy radionamiernika.

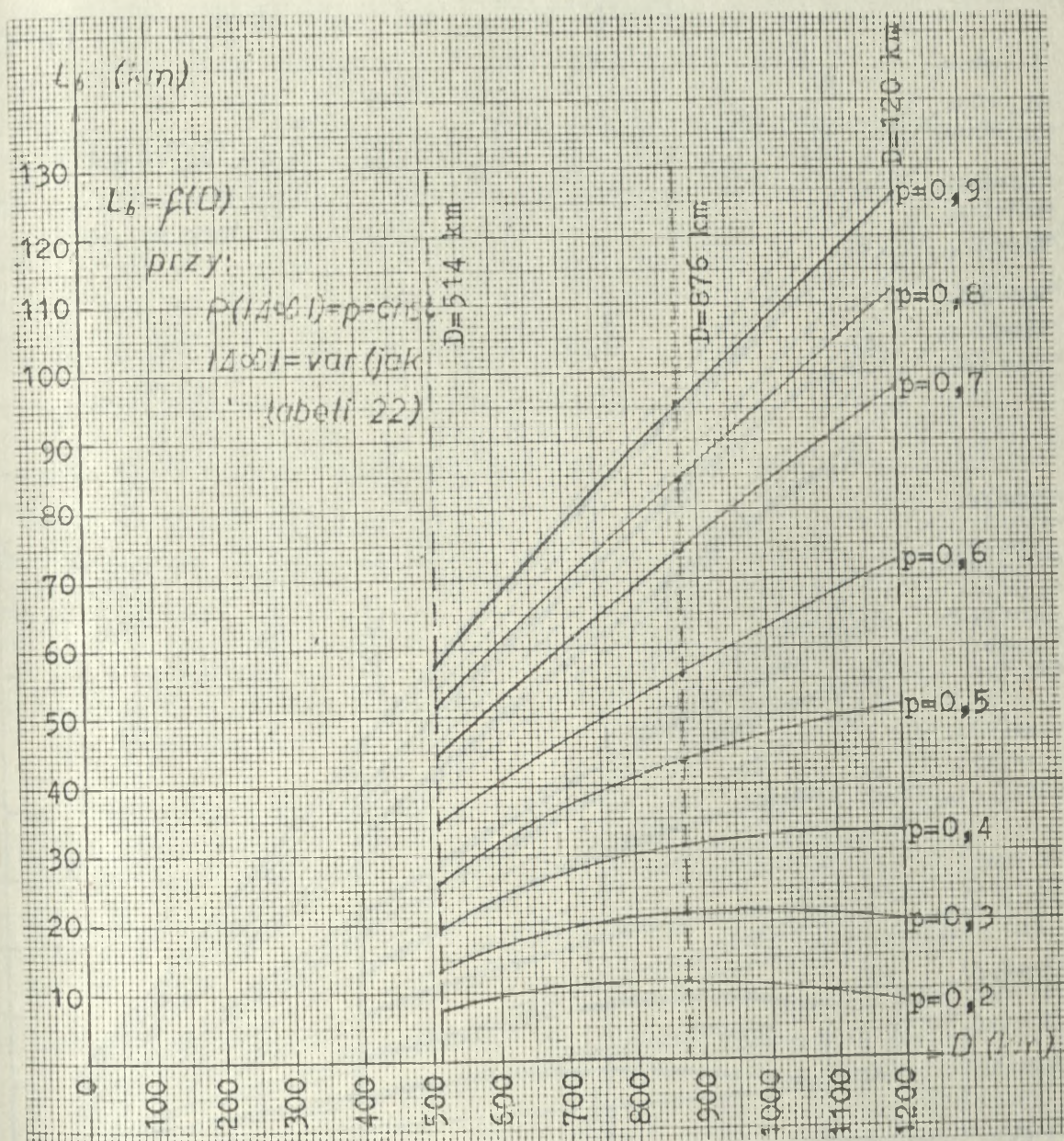
nia, a zależność ta polega na tym, że wraz ze wzrostem odległości błąd kątowy maleje /tabela 21 i wykres 8/.

Pozornie zatem może się wydawać, że wzrost odległości korzystnie wpływa na dokładność namierzania. Wniosek taki jest jednak nieprawdziwy, ponieważ został oparty tylko o wpływy błędu kąтового, a błąd ten w namierzaniu jest tylko miarą względną i nie interpretuje w pełni problemu jego dokładności<sup>x</sup>. Jednoznacznej interpretacji można dokonać tylko w kategoriach miary bezwzględnej, gdzie błąd kątowy będzie rozpatrywany względem odległości namierzania „D”, czyli błędem liniowym bocznym „L<sub>b</sub>”. Przedstawiając zatem błąd liniowy boczny  $L_b = f(D)$ , przy jednoczesnym uwzględnieniu zmian błędu kąтового „ $\Delta\alpha$ ”, widać, że zmniejszanie się wartości błędu kąowego „ $\Delta\alpha$ ” wraz ze wzrostem odległości „D” jest zbyt małe, aby mogło zrekompensować, w odniesieniu do błędu liniowego bocznego „L<sub>b</sub>”, skutki zwiększonej odległości /tabela 22 i wykres 11/.

		L <sub>b</sub> (km)							
D (km)	P( $\Delta\alpha$ )	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
514		7,8	13,8	19,9	26	34,9	44,9	51,3	57,8
876		11,7	21,2	31	43,7	56	74	84,6	95,3
1200		8,1	19,6	33	51,1	72,3	98	111,9	126,1

Tabela 22

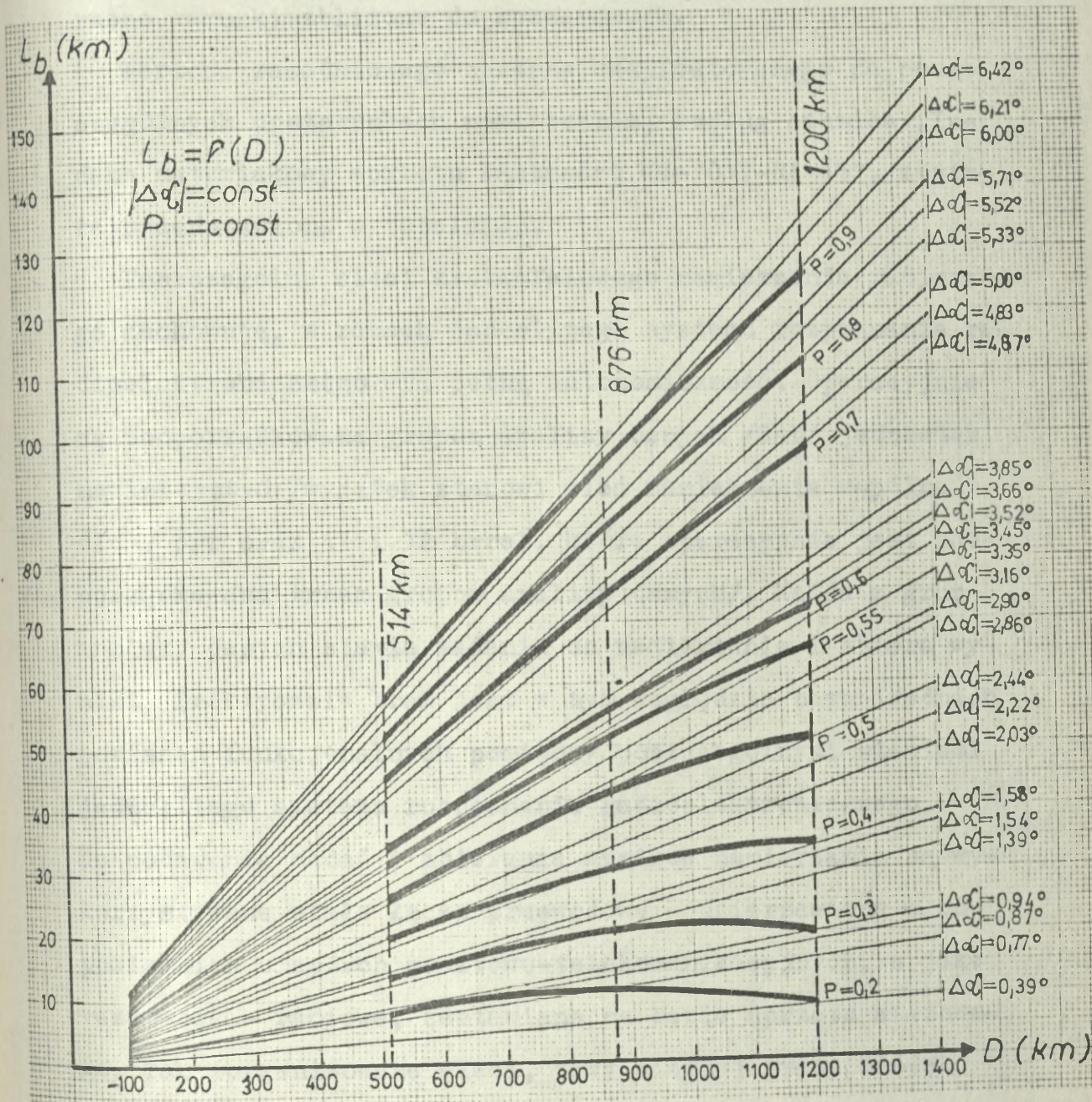
<sup>x</sup>Błąd kątowy radionamiernika „ $\Delta\alpha$ ” określono mianem wartości względnej, ponieważ w namierzaniu, rozumianym jako proces, występuje nie w oderwaniu, ale jako  $\text{tg}\Delta\alpha$ , czyli we wzorze  $L_b = \text{tg}\Delta\alpha \cdot D$  jest wartością niemianowaną.



Wykres 11

Dokładniej jeszcze zależność ta uwidoczniła jest na wykresie 12, na którym wyraźnie widać, że czynnikiem decydującym o wartości błędów liniowych bocznych „ $L_b$ ” jest odległość namierzania „ $D$ ” - to znaczy, że ze wzrostem odległości „ $D$ ” wzrasta również błąd „ $L_b$ ”.

Wszystkie sieci krótkofalowego namierzania radiowego jednolitego systemu rozpoznania radioelektronicznego WP funkcjonują w oparciu o stacjonarne posterunki namierza-



Wykres 12

nia /PN/. W skład posterunków, oprócz sprzętu zasadniczego - radionamierników, wchodzi jeszcze urządzenia łączności i elementy tyłowe zabezpieczające nieprzerwany proces namierzania. Do każdego posterunku są doprowadzone przewodowe linie łączności oraz energia elektryczna z sieci państwowej. Obsługi natomiast zakwaterowane są w najbliższej znajdujących się obiektach wojskowych. Wszystkim stwo-

rzone warunki zbliżone do koszarowych.

Wartość zasadniczego sprzętu eksploatowanego na poszczególnych posterunkach namierzania, według cennika „Indeks materiałowy sprzętu łączności WU-7017-RA 15”, została przedstawiona w tabeli 23.

Poszczególne sieci krótkofalowego namierzania radiowego zachowują, w ramach jednolitego systemu rozpoznania radioelektronicznego WP, pełną autonomiczność. Operacyjnie są podporządkowane grupom analizy danych /GAD/ jednostek macierzystych/wyjątek stanowi sieć namierzania wspólna dla 9 prr oraz 11 i 12 brrel, która operacyjnie jest podporządkowana trzem grupom analizy danych/. Każda z grup analizy danych stawia zadania do namierzania i zbiera wyniki. Praktycznie brak jest w tym względzie bezpośrednich powiązań funkcjonalnych pomiędzy poszczególnymi sieciami jednolitego systemu rozpoznania radioelektronicznego. Do podawania zadań i zbierania wyników namierzania są wykorzystywane stałe łącza przewodowe - dzierżawione w odpowiednich urzędach pocztowo-telekomunikacyjnych, a jako rezerwowe - radiowe, zestawiane na bazie sprzętu etatowego. Tak zorganizowane sieci, przy ciągłej pracy źródeł namierzania /radiostacji/, mogą łącznie wykonać od 80 do 120 namiarów w ciągu godziny, co w skali doby stanowi 1920 lub 2880 namiarów<sup>x</sup>. Przytoczone liczby są jednak nie-

---

<sup>x</sup>Wskaźniki liczbowe przyjęto na podstawie norm zawartych w podręczniku „Organizacja i prowadzenie rozpoznania radioelektronicznego /pułk - batalion rozpoznania radioelektronicznego/” sygn. Szt. Gen. 935/79, gdzie określone jest, że jedna sieć namierzania może wykonać w ciągu jednej godziny 20 namiarów - przy podawaniu zadań drogą radiową i 30 namiarów - przy podawaniu zadań drogą przewodową.

Wartość zasadniczego sprzętu eksploatowanego na posterunkach namierzania /PN/ liczona w milionach złotych

Jednostki PN	1 prrel		2 prrel		6 prrel		9 prr 11 brrel 12 brrel
	„P”	„W”	„P”	„W”	„P”	„W”	
Ustka	3,6	6,4	-	-	-	-	-
Dziwnów	3,6	12,1	-	-	-	-	-
Grójec	8,4	11,1	-	-	-	-	-
Zgorzelec	3,6	12,1	-	-	-	-	-
Przemysł	3,6	8,3	-	-	-	-	-
Ustka	-	-	4,6	13,1	-	-	-
Szczecin	-	-	4,6	13,1	-	-	-
Przasnysz	-	-	4,6	15,9	-	-	-
Zgorzelec	-	-	4,6	13,1	-	-	-
Przemysł	-	-	4,6	13,1	-	-	-
Braniewo	-	-	-	-	8,4	11,1	-
Ustka	-	-	-	-	8,4	11,1	-
Dziwnów	-	-	-	-	8,4	11,1	-
Braniewo	-	-	-	-	-	-	3,6
Zgorzelec	-	-	-	-	-	-	3,6
Dziwnów	-	-	-	-	-	-	3,6
Prudnik	-	-	-	-	-	-	14,1
R a z e m	22,8	50	23	68,3	25,2	33,3	24,9

Ogółem: w okresie „P” - 95,9; w okresie „W” - 151,6

Tabela 23<sup>x</sup>

<sup>x</sup>Według cennika „Indeks materiałowy sprzętu łączności  
WU-7017-RA 15” kosztują: R-359 - 2 724 417 złotych;  
R-118 - 959 800 złotych; R-140 - 5 698 000 złotych.

realne, ponieważ nie uwzględniają faktycznej sytuacji radioelektronicznej przeciwnika.

Źródłami krótkofalowego namierzania radiowego jednolitego systemu rozpoznania radioelektronicznego WP są radiostacje narodowych i połączonych sił zbrojnych NATO, pracujące w paśmie od 1,5 do 25 MHz. Radiostacje te, w przeważającej większości, są sprzętem budowanym na układach scalonych, głównie średniej skali integracji, dostosowanym do pracy w zautomatyzowanych zestawach systemowych. Dla namierzania taki stan rzeczy ma o tyle istotne znaczenie, iż spowodował znaczne ograniczenie czasów nadawań radiowych, a tym samym uodpornił radiostacje na wykrywanie i namierzanie. Z przeprowadzonych badań /załącznik 1, strona 205/ wynika, że czas jednorazowego przebywania radiostacji przeciwnika w eterze wynosi:

Czas jednorazowych nadawań	Dłużej od 3'	2' - 3'	1' - 2'	10'' - 1'	2'' - 10''
% nadawań	24%	5%	11%	30%	30%

Tabela 24

Stosowana obecnie w narodowych i połączonych siłach zbrojnych NATO technika krótkofalowych nadawań radiowych nie zadowala jeszcze przeciwnika. Uważa on, że mimo osiągniętego postępu, w dalszym ciągu czas emitowania informacji na tej samej częstotliwości jest jeszcze zbyt długi, co powoduje, że tego rodzaju łączność jest mało odporna na wykrycie, namierzanie i zakłócanie. W ocenie specjalistów zachodnich istnieje pogląd, że problem ten można rozwiązać przez opracowanie i wdrożenie do eksploatacji radiosta-

cji dostosowanych do nadawań z dużą częstością zmian częstotliwości nośnej „frequency hopping”. Choć program budowy takich radiostacji został zapoczątkowany już w połowie lat siedemdziesiątych, to jednak do chwili obecnej zasadniczy wysiłek koncentruje się na opracowywaniu wersji dostosowanych do pracy tylko w paśmie ultrakrótkofalowym /30-88 MHz/. Można zatem przypuszczać, że w najbliższej przyszłości nie należy oczekiwać istotnych zmian w krótkofalowych nadawaniach radiowych, które zupełnie uniemożliwiłyby dokonywanie namiarów dotychczas stosowaną techniką. Biorąc pod uwagę nie perspektywę rozwoju, lecz tylko obecnie stosowaną w narodowych i połączonych siłach zbrojnych NATO technikę nadawań widać, że przy dwuminutowej bezwładności sieci namierzania nie można rytmicznie /co dwie minuty/ podawać nowych zadań, ponieważ około 70% radiostacji przeciwnika przebywa jednorazowo na nadawaniu krócej niż dwie minuty. Aby namierzać tak pracujące radiostacje, należy oczekiwać na danej częstotliwości tak długo, aż radiostacja zacznie nadawać. W sumie taki stan rzeczy poważnie ogranicza przepustowość sieci namierzania i z tego też względu normy zawarte w podręczniku „Organizacja i prowadzenie rozpoznania radioelektronicznego /pułk - - batalion rozpoznania radioelektronicznego/ syg. Szt. Gen. 935/79 są nierealne w odniesieniu do krótkofalowego namierzania radiowego jednolitego systemu rozpoznania radioelektronicznego WP.

Z przeprowadzonych badań /załącznik 1, strona 206-244/ wynika, że średni czas namiaru jednej krótkofalowej radiostacji przeciwnika w jednolitym systemie rozpoznania radioelektronicznego WP wynosi 3,5 minuty, co stwarza warun-

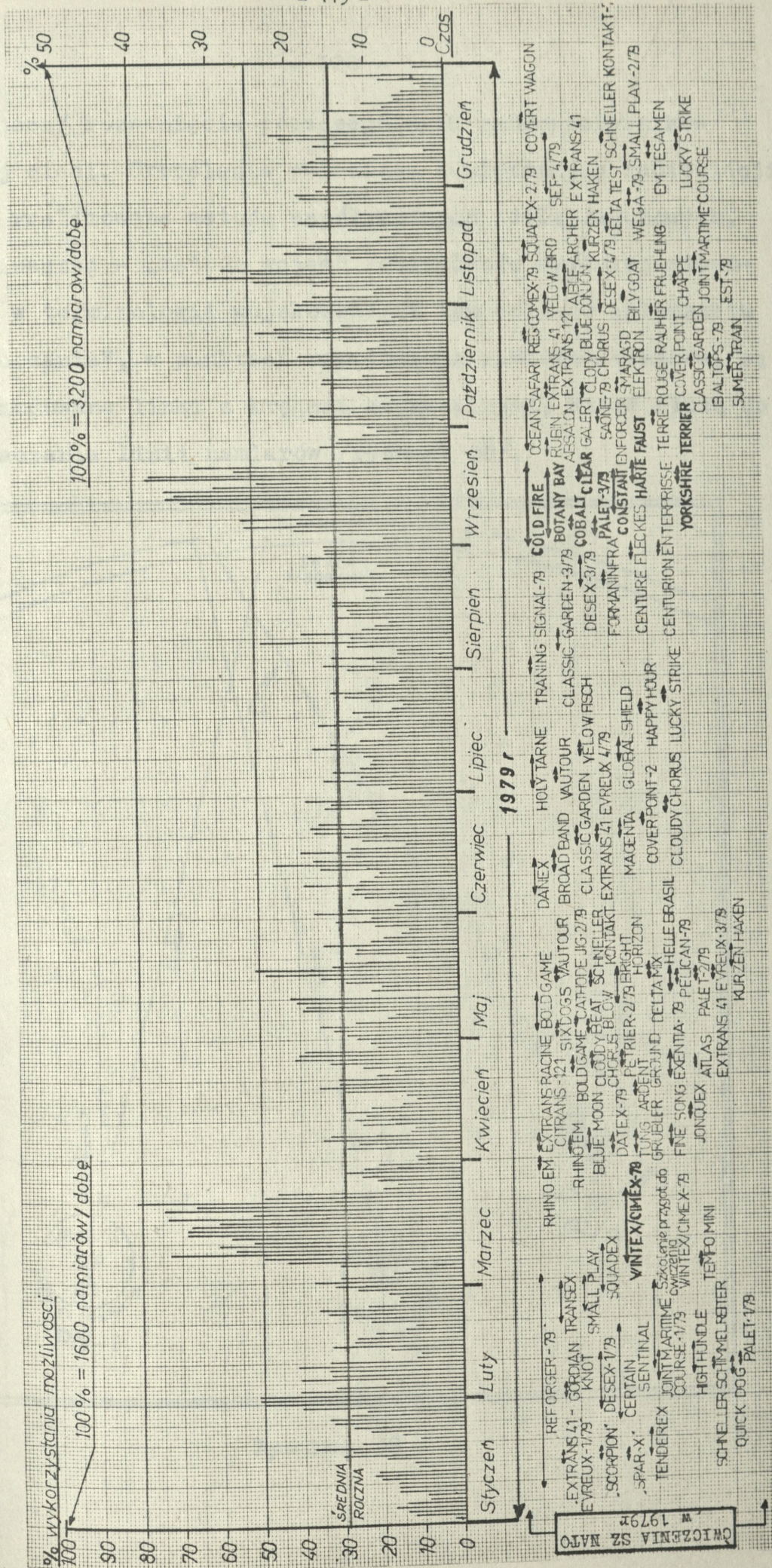
ki do wykonania 17 zadań w ciągu godziny, a 408 w ciągu doby. Zatem wszystkie sieci namierzania mogą w ciągu jednej doby wykonać około 1600 zadań. Uwzględniając przy tym, że każdy radionamiernik R-359 posiada dwa stanowiska, możliwości te podwajają się.

Badając potrzeby w zakresie krótkofalowego namierzania radiowego jednolitego systemu rozpoznania radioelektronicznego WP w 1979 roku /załącznik 1, strona 245-257/ dochodzi się do wniosku, że jest ono niedociążone, a możliwości eksploatowanego sprzętu nie są w pełni wykorzystane<sup>x</sup>. Przy wykorzystywaniu jednego stanowiska na każdym radionamierniku, możliwości funkcjonujących sieci były wykorzystywane średnio w granicach 30%, a tylko w ciągu 30 dni od 50% do 80%. Przy wykorzystywaniu drugiego stanowiska namierzania, procent wykorzystania zmniejsza się o połowę i wynosi: średni roczny - 15%, maksymalny - od 25% do 40% /wykres 13/.

Opracowywanie wyników namierzania odbywa się w grupach analizy danych, a ściślej mówiąc w wyspecjalizowanych komórkach tych grup - w pułkach rozpoznania radioelektronicznego, lub przez odpowiednio przygotowane osoby - w batalionach rozpoznania radioelektronicznego. Przy opracowywaniu wyników namierzania, jako pomoc zasadnicza, są wykorzystywane przygotowane we własnym zakresie „planszety namierzania”. Merytoryczną podstawę „planszety namierzania” stanowi standardowa mapa topograficzna w skali 1:500 000, w odwzorowaniu wiernokątnym powierzchni elipsoidy /Ziemi/ metodą Gaussa-Krugerera. Na mapę tę nanoszone są punkty

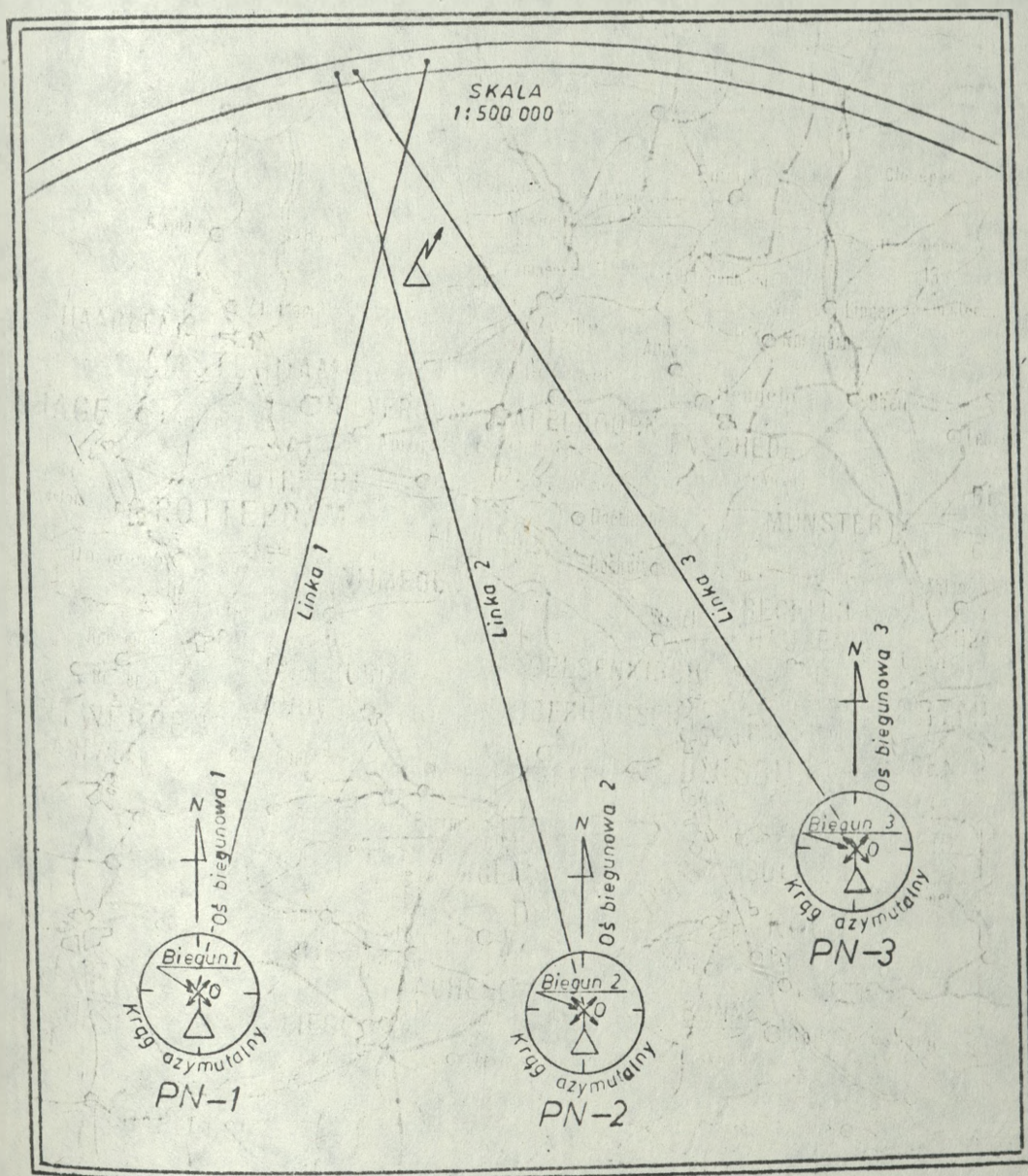
---

<sup>x</sup>Rok 1979 był okresem największej aktywności elektromagnetycznej przeciwnika, o czym może świadczyć liczba przeprowadzonych ćwiczeń.



Wykres 13

/miejsca/ rozwinięcia poszczególnych radionamierników danej sieci. Określanie położenia namierzonych radiostacji jest realizowane metodą współrzędnych wielobiegunowych, lub inaczej - „metodą wcięć” /określenie częściej stosowane w terminologii wojskowej/. W tym celu do „planszetu namierzania”, w punktach rozwinięcia radionamierników, są przymocowane linki z kręgami azymutalnymi, które służą do wyznaczania linii namiarów /rysunek 38/.

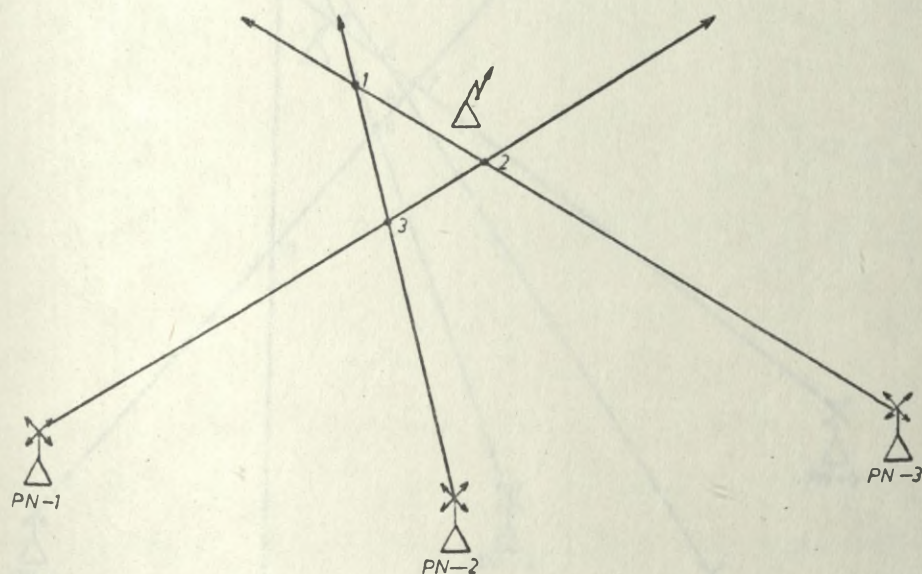


Rysunek 38

W jednolitym systemie rozpoznania radioelektronicznego WP, krótkofalowe sieci namierzania radiowego składają się z trzech /6 prrel/, czterech /wspólna dla 9 prr, 11 i 12 brrel/ i pięciu /1 i 2 prrel/ radionamierników. Zakładając zatem, że wszystkie radionamierniki namierzą daną radiostację z pożądaną dokładnością /błędem kątowym/ „ $\Delta \alpha$ ”, wtedy finalnym wynikiem namierzania zobrazowanym na planszecie będzie zbiór punktów, wyznaczonych poprzez linie przecinających się namiarów poszczególnych par radionamierników danej sieci - czyli dla każdej sieci wyznaczonych zostanie na „planszecie namierzania”  $\binom{n}{2}$  punktów<sup>x</sup>.

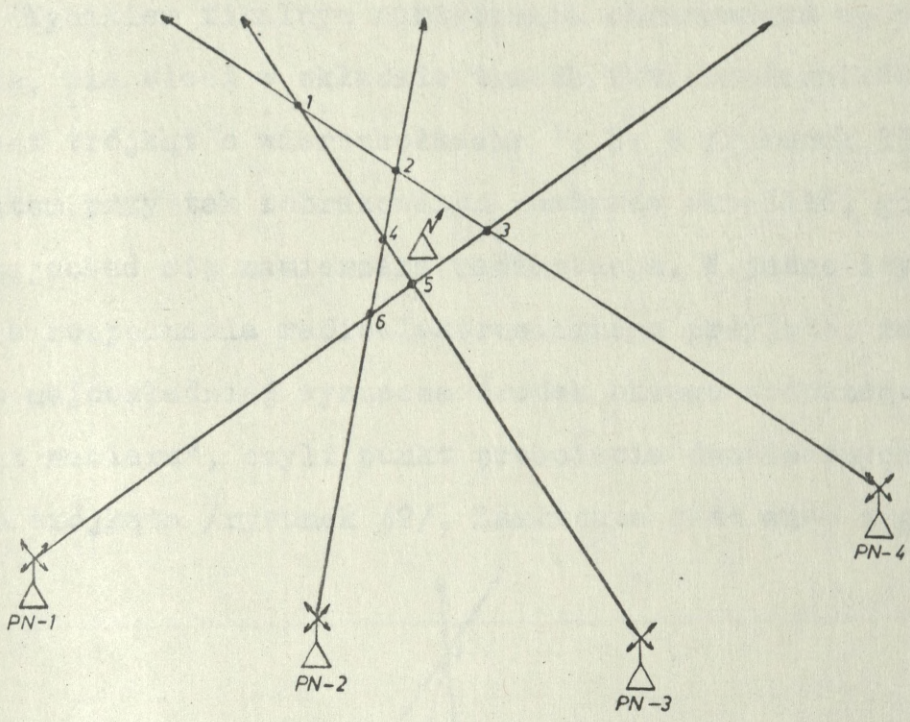
Finalne zobrazowanie wyników namierzania na planszecie przedstawia - dla sieci w składzie:

- trzech radionamierników - rysunek 39;
- czterech radionamierników - rysunek 40;
- pięciu radionamierników - rysunek 41.

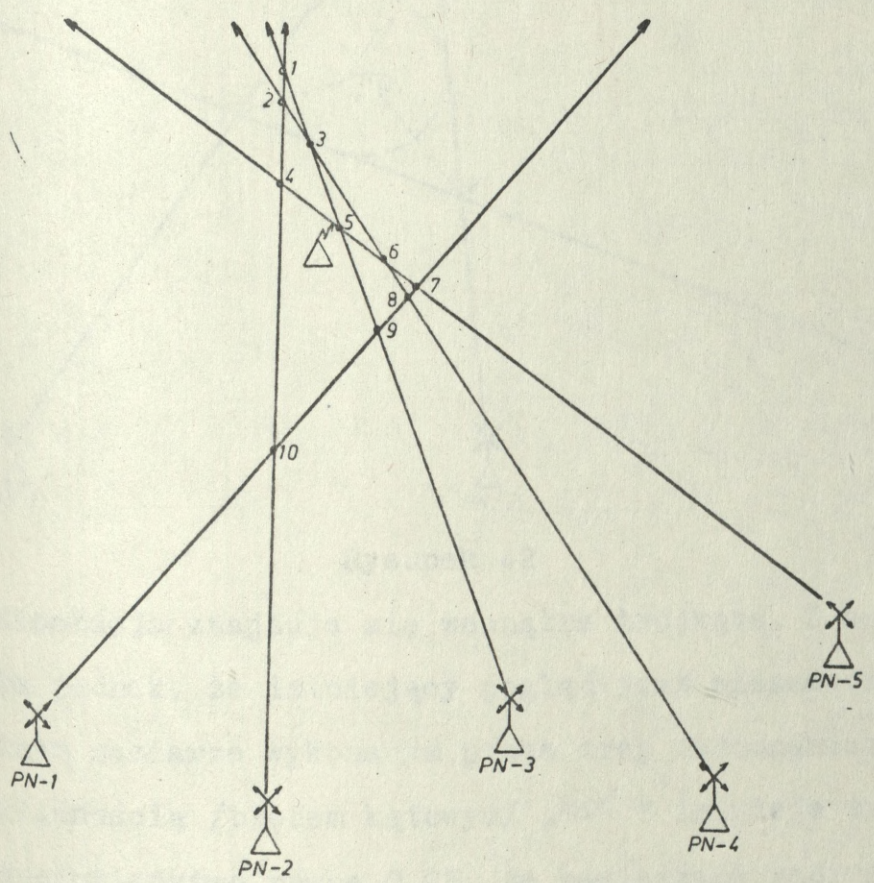


Rysunek 39

<sup>x</sup>Z przeprowadzonych badań /załącznik 1, strona 5-49/ wynika, że takie zdarzenie, aby wszystkie linie namiarów przecięły się w jednym punkcie, jest prawie niemożliwe.

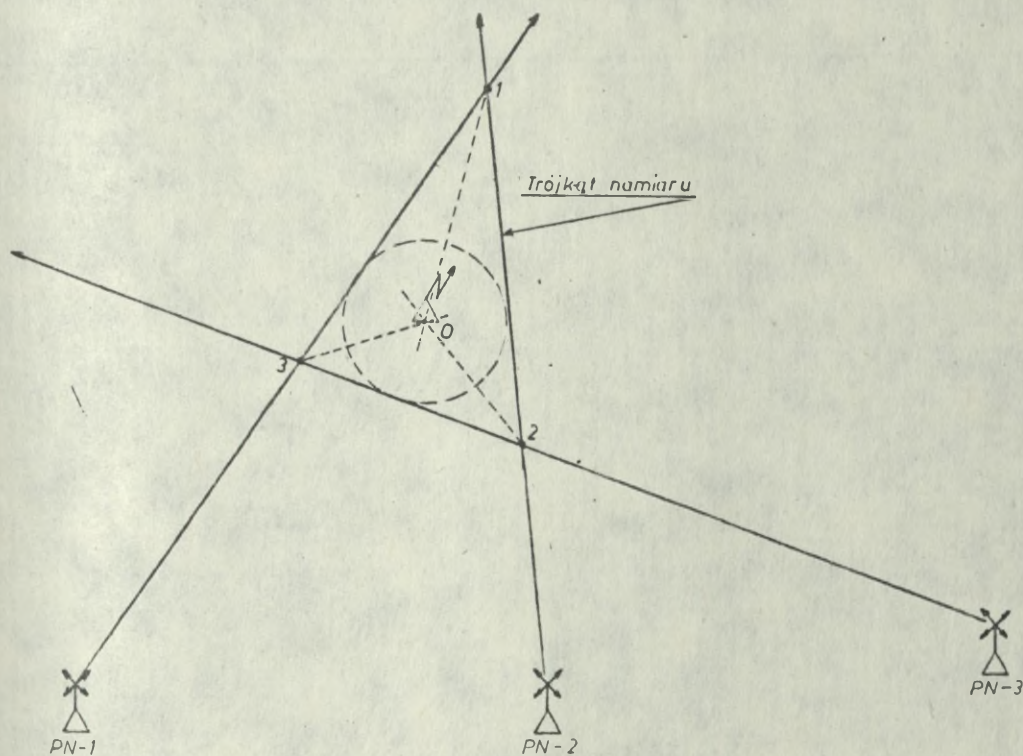


Rysunek 40



Rysunek 41

Wynikiem finalnym namierzania obrazowanym na planszecie, dla sieci w składzie trzech radionamierników /6 prrel/, jest trójkąt o wierzchołkach: 1; 2; 3 /rysunek 39/. Trudno zatem przy tak zobrazowanym namiarze określić, gdzie może znajdować się namierzana radiostacja. W jednolitym systemie rozpoznania radioelektronicznego przyjęto, że miejsce to najdokładniej wyznacza środek okręgu wpisanego w „trójkąt namiaru”, czyli punkt przecięcia dwusiecznych kątów tego trójkąta /rysunek 42/. Zakładane jest więc z góry, że

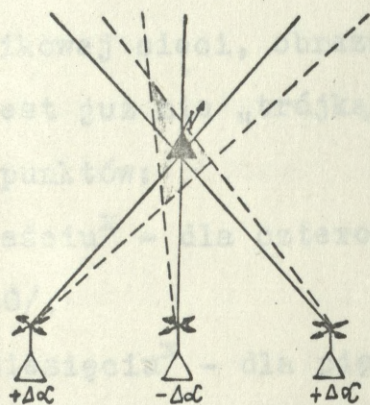


Rysunek 42

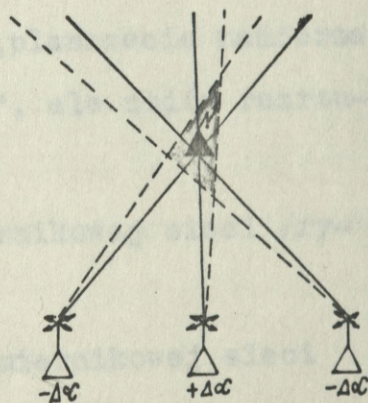
radiostacja znajduje się wewnątrz trójkąta. Z analizy wynika jednak, że istniejący pogląd jest niezasadny. Przy dowolnym namiarze wykonanym przez trzy radionamierniki z dokładnością /błędem kątowym/ „ $\Delta\alpha$ ” istnieje tylko prawdopodobieństwo równe 0,25, że namierzana radiostacja znajdzie się wewnątrz „trójkąta namiarów”, natomiast prawdopodobieństwo, że radiostacja znajdzie się na zewnątrz

tego trójkąta wynosi 0,75. Uwarunkowane jest to tym, że tylko w dwóch przypadkach na osiem możliwych namierzana radiostacja znajdzie się wewnątrz „trójkąta namiarów”. Zdarzenie takie nastąpi wtedy, gdy skrajne radionamierniki /na rysunku 42 są to radionamierniki 1 i 3/ dokonają nmiaru z błędem „ $+\Delta\alpha$ ”, a środkowy z „ $-\Delta\alpha$ ”, względnie skrajne z błędem „ $-\Delta\alpha$ ”, a środkowy z „ $+\Delta\alpha$ ”. W pozostałych sześciu możliwych przypadkach radiostacja znajdzie się na zewnątrz „trójkąta nmiaru”.

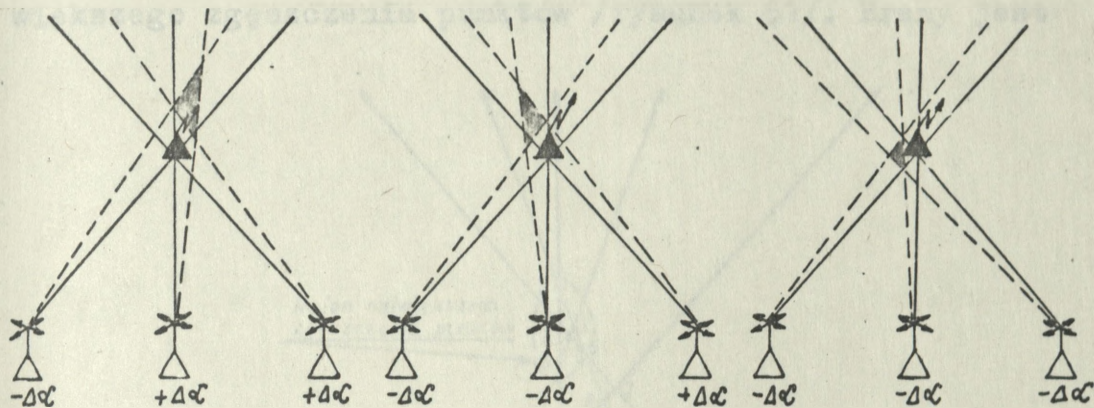
Kolejnym, również błędnie interpretowanym, zjawiskiem jest to, że użytkownicy sieci namierzania uważają, iż mały „trójkąt nmiaru” świadczy o tym, że poszczególne nmiary zostały wykonane z dużą dokładnością i istnieje także duże prawdopodobieństwo, że w „trójkącie nmiaru” znajduje się namierzana radiostacja. Faktycznie mały „trójkąt nmiaru”, przy „ $\Delta\alpha = \text{constans}$ ” świadczy, że namierzana radiostacja znajduje się na zewnątrz /rysunki od 43 do 50/.



Rysunek 43



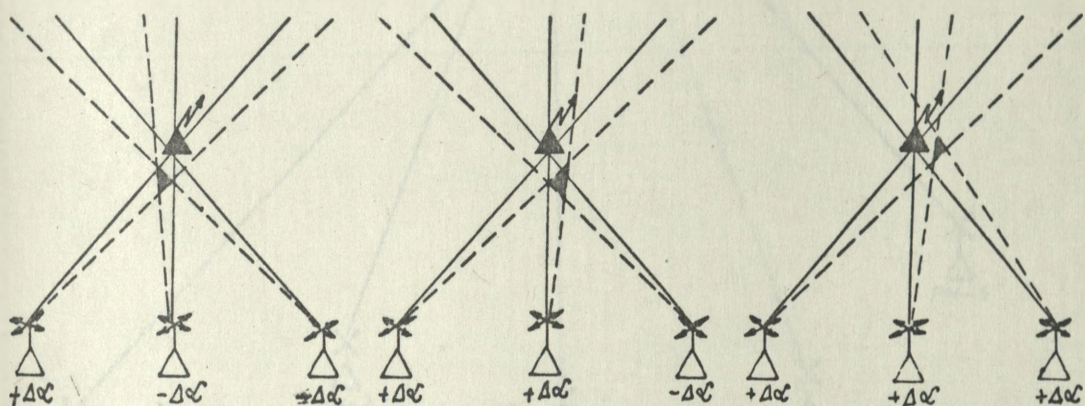
Rysunek 44



Rysunek 45

Rysunek 46

Rysunek 47



Rysunek 48

Rysunek 49

Rysunek 50

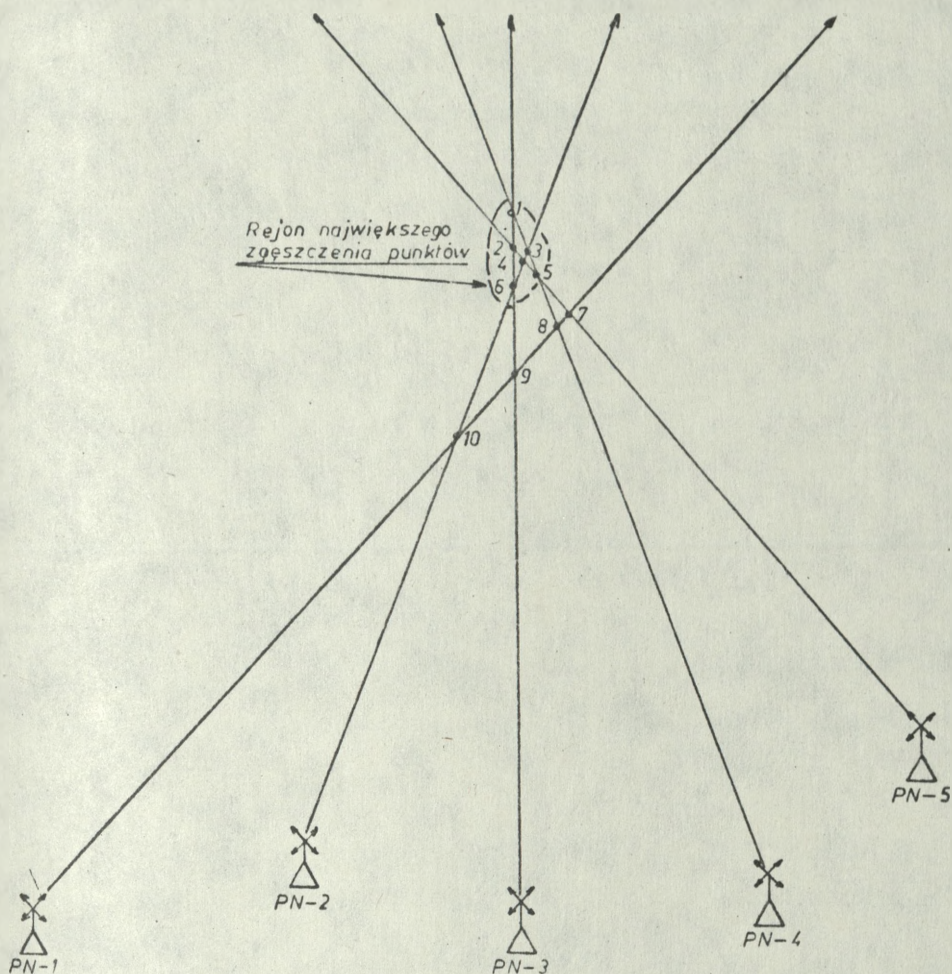
Wynikiem finalnym namierzania cztero- i pięcioradionamiernikowej sieci, obrazowanym na „planszecie namierzania”, jest już nie „trójkąt namiarów”, ale zbiór rozrzuconych punktów:

- sześciu<sup>x</sup> - dla czteroradionamiernikowej sieci /rysunek 40/;
- dziesięciu<sup>x</sup> - dla pięcioradionamiernikowej sieci /rysunek 41/.

Użytkownicy dysponujący sieciami namierzania w takim właśnie składzie /1 i 2 prrel, 9 prr, 11 i 12 brrel/ miejsca namierzanych radiostacji wyznaczają w rejonach naj-

<sup>x</sup>Liczby są prawdziwe przy założeniu, że wszystkie namiary będą zbieżne.

większego zgęszczenia punktów /rysunek 51/. Brany jest



Rysunek 51

więc pod uwagę błąd liniowy namierzania „ $L_p$ ”. Jeżeli zatem wszystkie radionamierniki danej sieci dokonałyby namiaru z błędem  $\Delta \infty \neq \text{constans}$ , to dla danego obszaru tylko jedna para radionamierników dokona namiaru z najmniejszym błędem „ $L_p$ ”<sup>x</sup>. Pozostałe, z uwagi na mniej korzystne usytuowanie podstaw namierzania w stosunku do namierzanej radiostacji, popełnią większe błędy „ $L_p$ ”. Można więc wnioskować, że użytkownicy poprzez sposób opracowywania wyników namierzania, chociaż nieświadomie, to jednak zacierają do organizowania sieci namierzania w ten sposób, aby wszystkie wchodzące

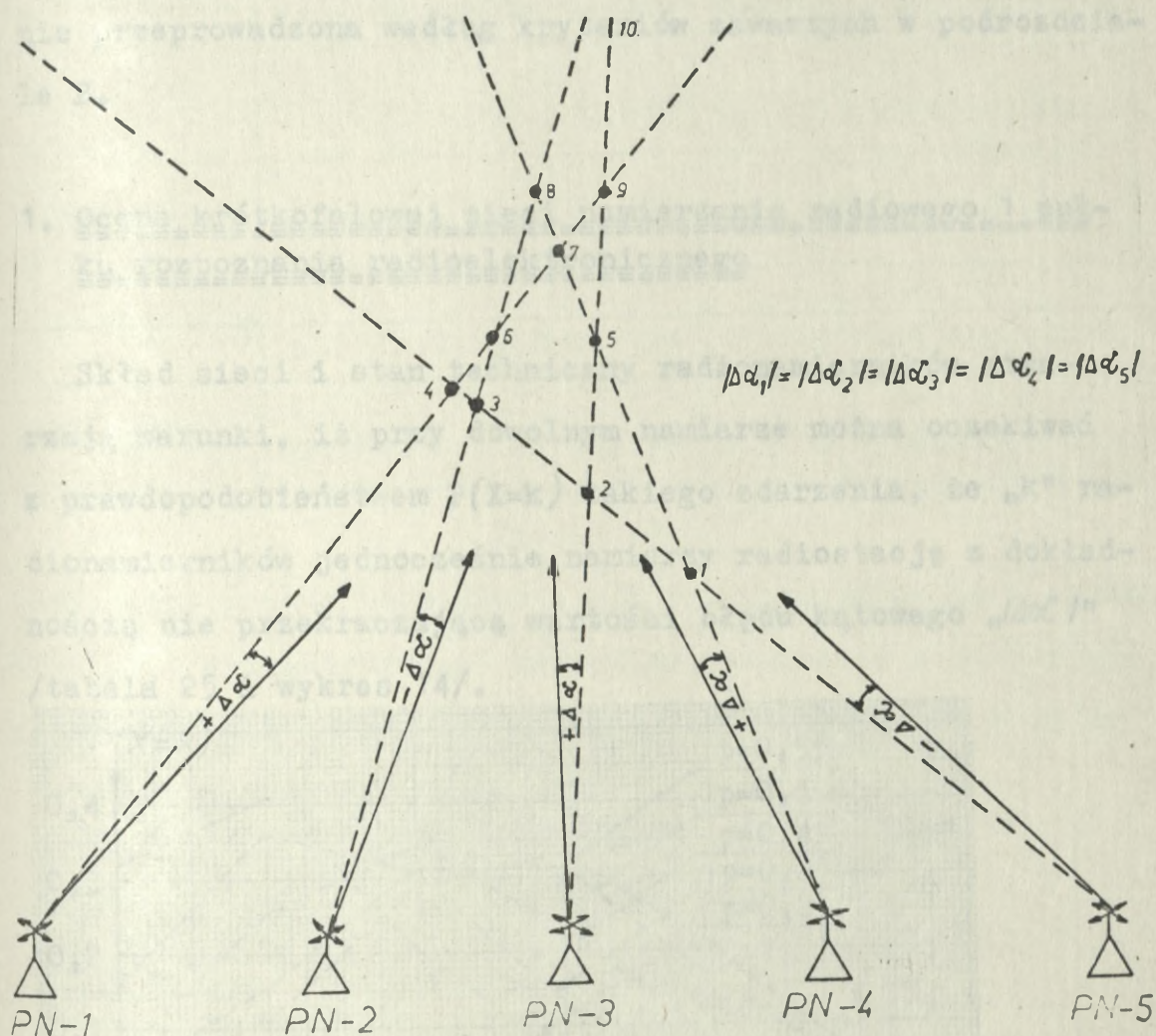
<sup>x</sup> Stwierdzenie udowodnione jest w podrozdziale A, punkty 2.2 i 2.3.

w jej skład radionamierniki rozwijać tylko w dwóch grupach, optymalnie rozmieszczonych w stosunku do danego obszaru namierzania, co stworzyłoby tym samym korzystne warunki do uzyskiwania możliwie najmniejszych błędów „L<sub>p</sub>”.

W praktycznej działalności jednolitego systemu rozpoznania radioelektronicznego WP prawie każdy wynik namierzenia jest korygowany przez opracowującego namiary, na podstawie dodatkowych informacji pochodzących z rozpoznania radioelektronicznego, ale spoza namierzania. Zjawisko takie w rozpoznaniu radioelektronicznym jest niekorzystne, ponieważ na kolejnym etapie opracowywania danych rozpoznawczych może powodować nieświadome powielanie raz popełnionego błędu. Wynik namierzenia powinien być opracowywany tylko na podstawie namiarów, a ewentualnej jego korekty można dokonywać dopiero na podstawie wniosków wynikłych z kompleksowej analizy sytuacji radioelektronicznej, dokonanej przez oficerów grupy analizy danych - ale spoza namierzenia.

Na podstawie przeprowadzonych badań /załącznik 1, strona 136-141/ można wnioskować, że przy opracowywaniu wyników namierzenia tylko według namiarów, położenie namierzanej radiostacji jest ustalane częściowo intuicyjnie. Świadczy o tym fakt, że na 100 namierzanych radiostacji /badana próbka/, w czasie czterokrotnego opracowywania tych samych wyników, tylko 6,5% ustalonych rejonów pokrywało się. Pozostałe natomiast nie pokrywały się, a w niektórych nawet przypadkach różnica odległości pomiędzy dwoma rejonami sięgnęła wartości rzędu około stu kilometrów /załącznik 1, strona 136-141, pozycja 2; 33; 40; 42; 43; 47; 74/. Istota tego problemu nie wynika bynajmniej ze złego przygoto-

wania opracowujących wyniki namierzenia, ale z przyjętej metody i usytuowania radionamierników w terenie. Trudno jest na przykład jednoznacznie określić położenie radiostacji przy wynikach namierzenia zobrazowanych jak na rysunku 52, a takie właśnie są typowymi obecnie.



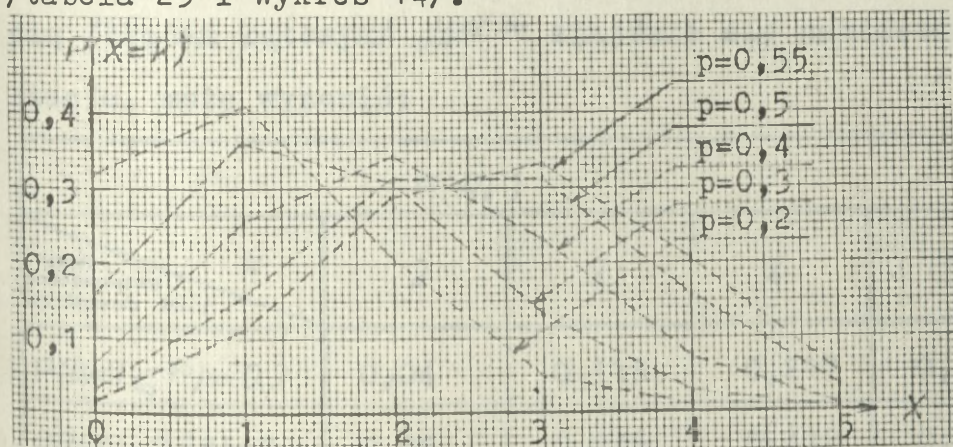
Rysunek 52

Stosowane dotychczas sposoby opracowywania wyników krótkofalowego namierzenia radiowego, w ramach jednolitego systemu rozpoznania radioelektronicznego WP, są pozbawione jednoznacznych kryteriów oceny. Przy realizacji tego procesu duże znaczenie ma profesjonalne doświadczenie opracowujących oraz umiejętne wykorzystywanie do tego

celu szeregu innych informacji o namierzanych radiostacjach zdobytych przez rozpoznania radioelektroniczne<sup>x</sup>. Ponieważ celem niniejszej rozprawy jest, między innymi, wykazanie jednoznacznych efektów proponowanej koncepcji, dlatego też ocena poszczególnych sieci namierzania została przeprowadzona według kryteriów zawartych w podrozdziale B.

1. Ocena krótkofalowej sieci namierzania radiowego 1 pułku rozpoznania radioelektronicznego

Skład sieci i stan techniczny radionamierników stwarzają warunki, iż przy dowolnym namiarze można oczekiwać z prawdopodobieństwem  $P(X=k)$  takiego zdarzenia, że „k” radionamierników jednocześnie namierzy radiostację z dokładnością nie przekraczającą wartości błędu kąowego „ $\Delta\alpha$ ” /tabela 25 i wykres 14/.



Wykres 14

<sup>x</sup>Inne informacje o namierzanych radiostacjach, zdobywane przez rozpoznanie radioelektroniczne, a wykorzystywane w czasie opracowywania wyników namierzania mogą stanowić: sygnały rozpoznawcze i kryptonimy radiostacji, częstotliwości pracy, rodzaje emisji, rodzaje kodów, przynależność państwowa i wojskowa, zasady działania określonego rodzaju sił zbrojnych, poprzednie położenie namierzanej radiostacji itp.

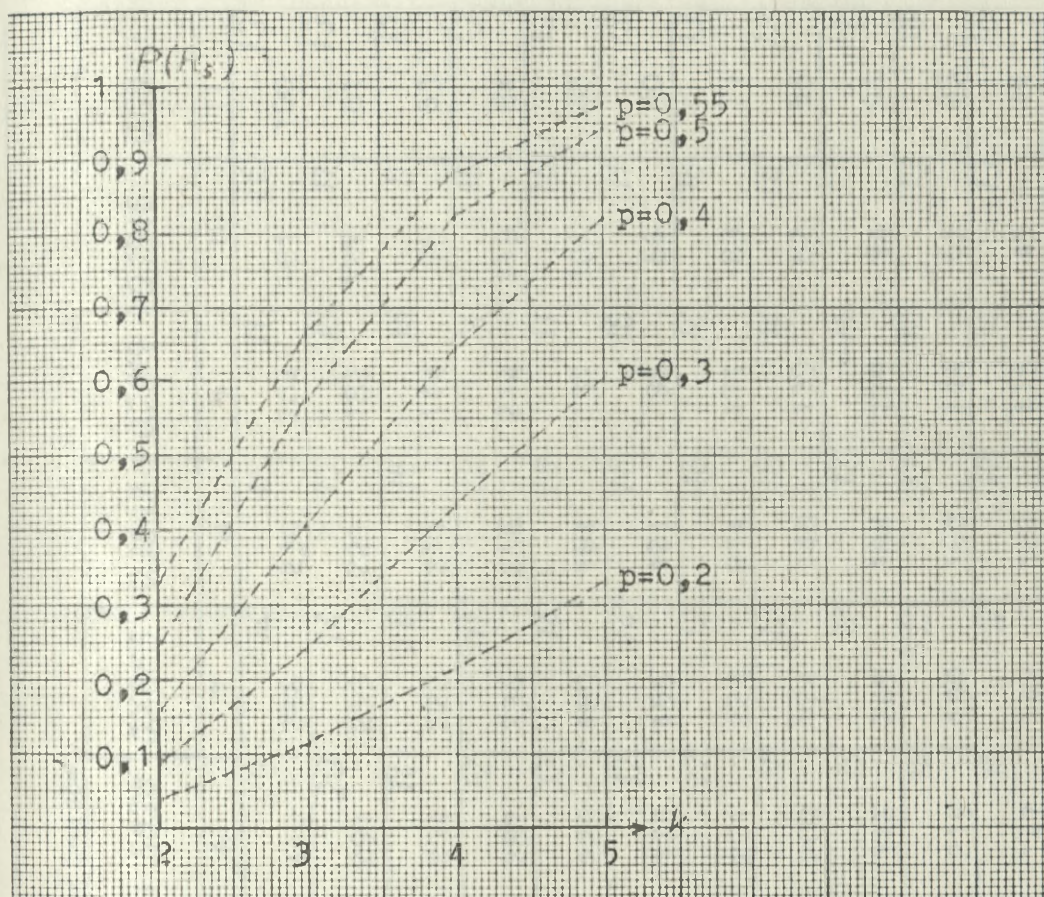
$P(X=k)$						
$k$ Prawdo- podobieństwo wystąpienia błędu ką- towego $1\Delta\alpha$	0	1	2	3	4	5
$P(1\Delta\alpha \leq 1^\circ) = 0,2$	0,32768	0,4096	0,2048	0,0512	0,0064	0,00032
$P(1\Delta\alpha \leq 1,5^\circ) = 0,3$	0,16807	0,36015	0,3087	0,1323	0,02835	0,00243
$P(1\Delta\alpha \leq 2^\circ) = 0,4$	0,07776	0,2592	0,3456	0,2304	0,0768	0,01024
$P(1\Delta\alpha \leq 2,5^\circ) = 0,5$	0,03125	0,15625	0,3125	0,3125	0,15625	0,03125
$P(1\Delta\alpha \leq 3^\circ) = 0,55$	0,01845	0,1127	0,27565	0,3369	0,20589	0,05033

Tabela 25

Natomiast prawdopodobieństwo  $P(R_s)$  oznaczające, że w obszarze „ $R_s$ ” wyznaczonym „ $k$ ” namiarami wykonanymi z dokładnością /błędem kątowym/ „ $1\Delta\alpha$ ” znajdzie się namierzana radio-  
stacja, może wynosić:

$P(R_s)$				
$k$ Prawdo- podobieństwo wystąpienia $1\Delta\alpha$	2	3	4	5
$P(1\Delta\alpha \leq 1^\circ) = 0,2$	0,04	0,115	0,217	0,335
$P(1\Delta\alpha \leq 1,5^\circ) = 0,3$	0,09	0,246	0,432	0,610
$P(1\Delta\alpha \leq 2^\circ) = 0,4$	0,16	0,407	0,648	0,825
$P(1\Delta\alpha \leq 2,5^\circ) = 0,5$	0,25	0,578	0,822	0,943
$P(1\Delta\alpha \leq 3^\circ) = 0,55$	0,303	0,661	0,885	0,973

Tabela 26



Wykres 15

Przyjmując założenie<sup>x</sup>, że:

- próg opłacalności  $a=3$ ;
- błąd kątowy radionamierników  $|\Delta\alpha| \leq 3^\circ$

oraz uwzględniając stan techniczny radionamierników, skład sieci i jej usytuowanie w stosunku do zasadniczego obszaru namierzania, można oczekiwać z prawdopodobieństwem  $p=0,59313$ , że od trzech do pięciu radionamierników będzie jednocześnie namierzać radiostacje z dokładnością /błędem kątowym/  $|\Delta\alpha| \leq 3^\circ$ , a prawdopodobieństwo, że radiostacje te znajdować się będą w obszarach wyznaczanych promieniami okręgów o określonej długości, wyniesie /tabela 27/:

<sup>x</sup>Założono, że do lokalizowania radiostacji drogą namierzania radiowego wystarczy jeśli tylko 3 radionamierniki sieci namierzają będą jednocześnie radiostacje z dokładnością nie przekraczającą wartości błędu kąowego równego  $3^\circ$ .

P(L <sub>p</sub> ) Numer kwadratu		L <sub>p</sub> (km) (DŁUGOŚĆ PROMIENI OKRĘGÓW)										
		0,973	0,8757	0,7784	0,6811	0,5838	0,4865	0,3892	0,2919	0,1946	0,0973	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11		
1	15	17	8327	419	410	286	230	204	181	100		
2	17	19	1589	342	291	253	221	183	127	81		
3	19	17	351	348	234	222	211	144	75	63		
4	15	19	698	439	287	236	216	214	118	84		
5	15	19	1790	290	229	183	164	137	101	65		
6	17	19	2144	198	179	155	121	95	66	50		
7	19	15	512	354	261	224	214	171	83	75		
8	19	15	298	236	200	174	148	139	62	55		
9	11	20	1361	332	316	245	194	179	94	91		
10	11	19	747	245	219	190	160	144	69	63		
11	11	19	372	163	147	142	120	115	49	44		

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
12	??	??	1212	420	303	288	196	190	127	116
13	??	??	975	431	226	220	161	149	95	81
14	??	4783	765	265	173	154	130	117	69	54
15	??	653	628	163	128	102	102	84	48	37
16	??	??	2128	1279	347	325	222	204	178	157
17	??	??	1181	989	278	248	184	162	136	115
18	??	??	799	677	218	179	151	128	102	81
19	??	??	629	432	168	126	121	97	76	54
20	??	??	5248	1086	345	296	215	202	186	165
21	??	12214	4191	877	276	219	179	158	147	122
22	??	3497	3197	687	218	163	155	146	120	88
23	??	2290	1363	538	170	119	118	92	89	61
24	??	??	1162	1002	381	271	241	214	188	176
25	??	??	793	792	285	229	194	178	140	138



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
39	1883	11	13	18	19	12	16	20	15	17
40	1092	13	11	19	18	16	12	15	14	17
50	??	13	11	19	16	12	18	15	14	17
				254	188	165	108	105	82	72

Tabela 27

Legenda do tabeli:

- 1/ Numeracja kwadratów wynika z tego, że przy ocenie sieci zastosowano poligonizację zasadniczego obszaru namierzania 41 kwadratami o bokach 80 km i dopiero w odniesieniu do środka każdego kwadratu oceniano sieć namierzania /załącznik 1, strona 51/.
- 2/ Indeksy cyfrowe w górnych prawych rogach oznaczają numery identyfikacyjne tabel w załączniku 1, strona 73-87 oraz numery identyfikacyjne poszczególnych par radionamierników, to jest:
  - 11.....Ustka - Dziwnów;
  - 12.....Ustka - Grójec;
  - 13.....Ustka - Zgorzelec;
  - 14.....Ustka - Przemysł;
  - 15.....Dziwnów - Grójec;
  - 16.....Dziwnów - Zgorzelec;
  - 17.....Dziwnów - Przemysł;
  - 18.....Grójec - Zgorzelec;
  - 19.....Grójec - Przemysł;
  - 20.....Zgorzelec - Przemysł.
- 3/ Wartości zawarte w tabeli należy rozumieć i odczytywać następująco - na przykład dla kwadratu 1:
  - jeśli z dowolnego punktu wyznaczonego przez przecinające się dwie linie namia-

rów zakreślony zostanie okręg promieniem:

- 8327 km, to można stwierdzić z prawdopodobieństwem  $p=0,7784$ , że wewnątrz tego okręgu znajduje się namierzana radiostacja;
- 419 km, to można stwierdzić z prawdopodobieństwem  $p=0,6811$ , że wewnątrz tego okręgu znajduje się namierzana radiostacja;
- /pozostałe wartości należy odczytywać analogicznie do przytoczonego przykładu/.

Z analizy danych zawartych w tabeli 29 wynika, że sieć jest niekorzystnie zorganizowana i usytuowana w stosunku do zasadniczego obszaru namierzania. Rozśrodkowanie radionamierników w pięciu rejonach /załącznik 1, strona 51/ stworzyło warunki, iż tylko trzy pary radionamierników, spośród dziesięciu możliwych, mogą namierzać radiostacje z błędem liniowym „L<sub>p</sub>” w granicach około 100 km i to nie w jednym jednocześnie, lecz w trzech odrębnych obszarach:

- w południowej Jutlandii /około 20% zasadniczego obszaru namierzania - kwadraty 1-8/ - para radionamierników rozwinięta w rejonie Ustki i Zgorzelca /numer identyfikacyjny 13/;

- w północnej części terytorium RFN /około 46% zasadniczego obszaru namierzania - kwadraty 9-27/ - para radionamierników rozwinięta w rejonie Dziwnowa i Zgorzelca /numer identyfikacyjny 16/;

- w południowej części terytorium RFN /około 34% zasadniczego obszaru namierzania - kwadraty 28-41/ - para radionamierników rozwinięta w rejonie Dziwnowa i Przemyśla /numer identyfikacyjny 17/.

Pozostałe siedem par ma warunki znacznie gorsze i z tego też względu wykonywane przez nie namiary są obciążone o wiele większymi błędami liniowymi „L<sub>p</sub>”, sięgającymi wartości setek czy nawet tysięcy kilometrów, a dla niektórych także nieskończoności /para radionamierników rozwinięta w rejonie Ustki i Dziwnowa namierza na 80% zasadniczego obszaru z błędem nieskończenie wielkim/. Uśredniając natomiast warunki usytuowania poszczególnych par radionamierników dochodzi się do wniosku, iż w odniesieniu do całego zasadniczego obszaru namierzania najkorzystniej w sieci

jest usytuowana tylko jedna para, z radionamiernikami rozwiniętymi w rejonie Dziwnowa i Przemyśla. Pozostałe pary są usytuowane znacznie gorzej, a takie jak: Ustka - Dziwnów, Grójec - Przemyśl, Grójec - Zgorzelec i Ustka - Grójec aż tak źle, że przy trzystopniowym błędzie kątowym radionamiernika powoduje to powstawanie błędów liniowych „L<sub>p</sub>” od około 1000 km do nieskończoności włącznie /tabela 28/.

NR IDENTYFIKACJI	Rejony rozwinięcia poszczególnych par radionamierników /miejsowości/		A (km)	Wartości średnie			
				D (km)	$\frac{D}{A}$	$\alpha$ (stopnie)	L <sub>p</sub> (km)
11	Ustka	Dziwnów	220	578	2,6	5,8	??
12	Ustka	Grójec	372	728	2	18,8	1098
13	Ustka	Zgorzelec	416	546	1,3	26,3	214
14	Ustka	Przemyśl	624	772	1,2	31,8	227
15	Dziwnów	Grójec	472	628	1,3	20	557
16	Dziwnów	Zgorzelec	296	456	1,5	25	250
17	Dziwnów	Przemyśl	704	679	1	32	140
18	Grójec	Zgorzelec	400	625	1,6	10,1	3331
19	Grójec	Przemyśl	256	877	3,4	6,6	??
20	Zgorzelec	Przemyśl	540	697	1,3	12,1	871

Tabela 28

Legenda do tabeli:

A - podstawa namierzania;

D - odległość namierzania;

$\alpha$  - kąt nachylenia podstawy namierzania;

$L_p$  - błąd liniowy namiarów elementarnych /par radionamierników;

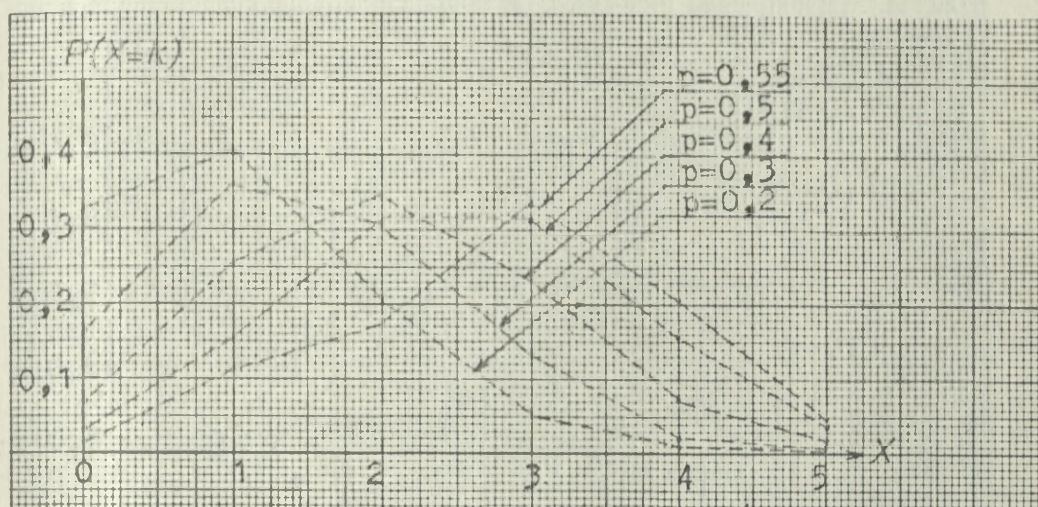
$\frac{D}{A}$  - stosunek odległości namierzania do podstawy namierzania.

2. Ocena krótkofalowej sieci namierzania radiowego 2 pułku rozpoznania radioelektronicznego

Skład sieci i stan techniczny radionamierników stwarzają warunki, iż przy dowolnym namiarze można oczekiwać z prawdopodobieństwem  $P(X=k)$  takiego zdarzenia, że „k” radionamierników jednocześnie namierzy radiostację z dokładnością nie przekraczającą wartości błędu kąowego „ $\alpha$ ” /tabela 29 i wykres 16/.

		$P(X=k)$					
		0	1	2	3	4	5
Prawdopodobieństwo wystąpienia $\alpha$	k						
	$P(\alpha \leq 1^\circ) = 0,2$		0,32768	0,4096	0,2048	0,0512	0,0064
$P(\alpha \leq 1,5^\circ) = 0,3$		0,16807	0,36015	0,3087	0,1323	0,02835	0,00243
$P(\alpha \leq 2^\circ) = 0,4$		0,07776	0,2592	0,3456	0,2304	0,0768	0,01024
$P(\alpha \leq 2,5^\circ) = 0,5$		0,03125	0,15625	0,3125	0,3125	0,15625	0,03125
$P(\alpha \leq 3^\circ) = 0,55$		0,01845	0,11277	0,27565	0,33691	0,20589	0,05033

Tabela 29

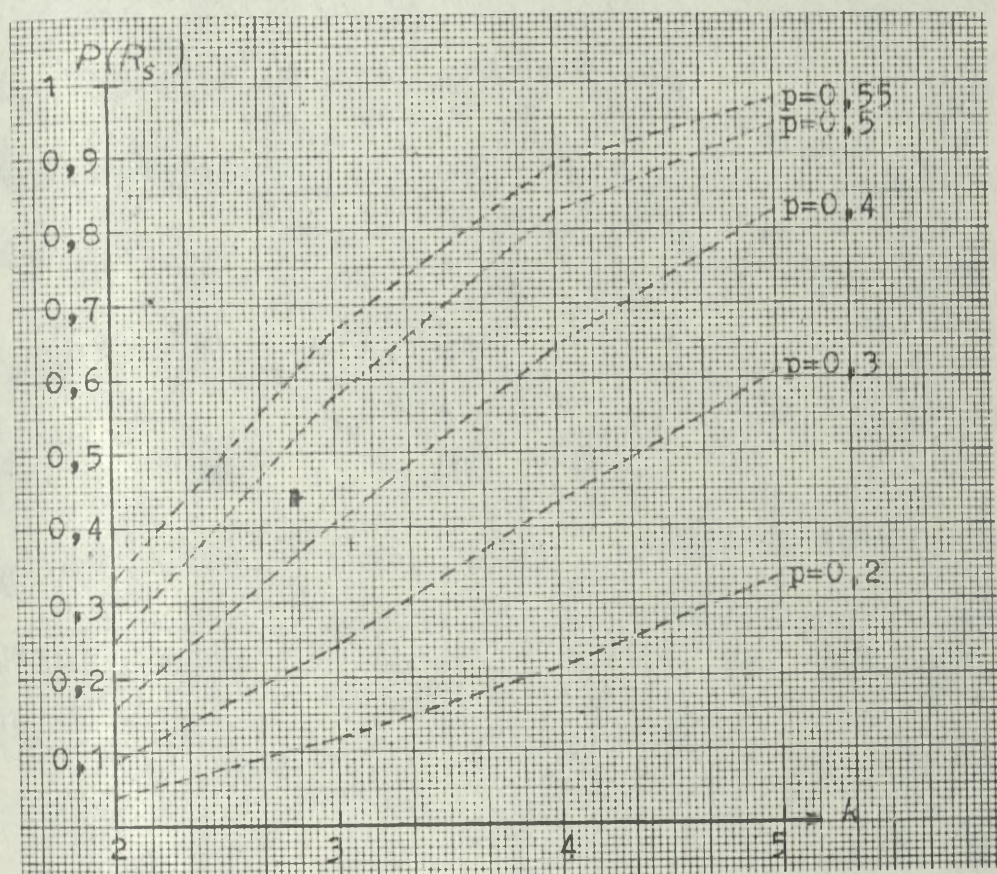


Wykres 16

Natomiast prawdopodobieństwo  $P(R_g)$  oznaczające, że w obszarze „ $R_g$ ” wyznaczonym „ $k$ ” namiarami wykonanymi z dokładnością /błędem kątowym/ „ $|\Delta\alpha|$ ” znajdzie się namierzana radiostacja przedstawiono w tabeli 30 i na wykresie 17.

		$P(R_g)$			
		$k$			
Prawdopodobieństwo wystąpienia $ \Delta\alpha $	$k$	2	3	4	5
	$P( \Delta\alpha  \leq 1^\circ) = 0,2$		0,04	0,115	0,217
$P( \Delta\alpha  \leq 1,5^\circ) = 0,3$		0,09	0,246	0,432	0,610
$P( \Delta\alpha  \leq 2^\circ) = 0,4$		0,16	0,407	0,648	0,825
$P( \Delta\alpha  \leq 2,5^\circ) = 0,5$		0,25	0,578	0,822	0,943
$P( \Delta\alpha  \leq 3^\circ) = 0,55$		0,303	0,661	0,885	0,973

Tabela 30



Wykres 17

Przyjmując założenie, że:

- próg opłacalności  $a=3$ ;
- błąd kątowy radionamierników  $|\Delta\alpha| \leq 3^\circ$

oraz uwzględniając stan techniczny radionamierników, skład sieci i jej usytuowanie w stosunku do zasadniczego obszaru namierzania, można oczekiwać z prawdopodobieństwem  $p=0,59313$ , że od trzech do pięciu radionamierników będzie jednocześnie namierzać radiostacje z dokładnością /błędem kątowym/  $|\Delta\alpha| \leq 3^\circ$ , a prawdopodobieństwo, że radiostacje te znajdować się będą w obszarach wyznaczonych promieniami okręgów o określonej długości, wyniesie /tabela 31/:

		Lp (km) (DŁUGOŚĆ PROMIENI OKRĘGÓW)										
P(Lp) Numer kwadratu	0,973	0,8757	0,7784	0,6811	0,5838	0,4865	0,3892	0,2919	0,1946	0,0973		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11		
1	??	1354	658	410	386	286	247	159	149	100		
2	??	1232	597	291	253	240	237	127	108	81		
3	1433	627	538	307	234	222	103	131	69	63		
4	15910	786	691	518	439	214	170	155	144	84		
5	??	534	447	324	290	183	129	112	103	65		
6	??	387	387	198	155	141	133	81	58	50		
7	??	512	457	414	398	214	171	140	101	75		
8	3509	386	353	336	298	139	120	102	77	55		
9	??	2314	570	502	427	253	192	179	108	94		
10	??	747	365	352	337	204	144	137	74	69		
11	??	372	290	258	211	168	115	96	57	49		



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
26	??	1004	543	404	318	276	156	147	118	117
27	722	361	312	256	207	203	127	120	92	84
28	??	??	545	463	392	363	255	191	180	147
29	??	??	430	337	321	270	221	152	147	117
30	??	36941	341	259	225	194	181	125	114	93
31	??	1272	272	209	176	146	141	102	91	74
32	??	??	582	398	356	348	346	240	189	148
33	??	??	474	330	318	270	252	198	160	121
34	??	5065	385	315	271	208	181	169	133	97
35	??	1100	362	312	219	158	145	122	112	78
36	666	577	442	258	175	150	124	92	82	64
37	??	??	637	516	417	367	315	302	200	154
38	??	??	557	527	348	292	277	222	129	170

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
39	??	6 3292	1 604	3 441	2 291	9 253	6 229	5 162	10 144	4 107
40	1245	1 1092	3 815	2 367	6 245	9 237	5 182	4 123	10 118	7 87
50	??	3 718	1 323	2 313	6 290	9 193	5 147	4 105	10 82	7 73

Tabela 31

Legenda do tabeli:

1/ Indeksy cyfrowe w górnych prawych rogach oznaczają numery identyfikacyjne następujących par radionamierników:

- 1.....Ustka - Szczecin;
- 2.....Ustka - Przasnysz;
- 3.....Ustka - Zgorzelec;
- 4.....Ustka - Przemysł;
- 5.....Szczecin - Przasnysz;
- 6.....Szczecin - Zgorzelec;
- 7.....Szczecin - Przemysł;
- 8.....Przasnysz - Zgorzelec;
- 9.....Przasnysz - Przemysł;
- 10.....Zgorzelec - Przemysł.

2/ Pozostałe oznaczenia - jak w legendzie do tabeli 27.

Z analizy danych zawartych w tabeli 31 wynika, że sieć jest niekorzystnie zorganizowana i usytuowana w stosunku do zasadniczego obszaru namierzania. Rozsrodkowanie radionamierników w pięciu rejonach /załącznik 1, strona 51/ stworzyło warunki, iż tylko trzy pary radionamierników spośród dziesięciu możliwych, mogą namierzać radiostacje z błędem liniowym „L<sub>p</sub>” w granicach około 100 km i to nie w jednym jednocześnie, lecz trzech odrębnych obszarach:

- w południowej Jutlandii /około 32% zasadniczego obszaru namierzania - kwadraty 1-13/ - para radionamierników rozwinięta w rejonie Ustki i Zgorzelca /numer identyfikacyjny 3/;

- w północnej części terytorium RFN /około 24% zasadniczego obszaru namierzania - kwadraty 14-23/ - para radionamierników rozwinięta w rejonie Szczecina i Zgorzelca /numer identyfikacyjny 6/;

- w środkowej i południowej części terytorium RFN /około 44% zasadniczego obszaru namierzania - kwadraty 24-41/ - para radionamierników rozwinięta w rejonie Szczecina i Przemyśla /numer identyfikacyjny 7/.

Pozostałe siedem par ma warunki znacznie gorsze i z tego też względu w wykonywanych przez nie namiarach występują o wiele większe błędy „L<sub>p</sub>”, sięgając wartości setek czy nawet tysięcy kilometrów, a dla niektórych obszarów także nieskończoności. Uśredniając natomiast warunki usytuowania poszczególnych par radionamierników widać, że w odniesieniu do całego zasadniczego obszaru namierzania najkorzystniej w sieci jest usytuowana tylko jedna para, z radionamiernikami rozwiniętymi w rejonie Szczecina i Przemyśla. Pozostałe pary są usytuowane znacznie gorzej, a takie

jak: Ustka - Szczecin, Ustka - Przasnysz, Przasnysz - Przemyśl, Szczecin - Przasnysz i Przasnysz - Zgorzelec, aż tak źle, że przy trzystopniowym błędzie kątowym radionamiernika powoduje to powstawanie błędów liniowych „ $L_p$ ” od około 1000 km do nieskończoności włącznie /tabela 32/.

NR IDENTYFIKACYJNY	Rejony rozwinięcia poszczególnych par radionamierników /miejscowości/		A (km)	Wartości średnie			
				D (km)	$\frac{D}{A}$	$\alpha$ (stopnie)	$L_p$ (km)
1	Ustka	Szczecin	232	575	2,5	7	??
2	Ustka	Przasnysz	272	742	2,7	10	??
3	Ustka	Zgorzelec	416	546	1,3	26,3	214
4	Ustka	Przemyśl	624	772	1,2	31,8	227
5	Szczecin	Przasnysz	436	648	1,5	12,6	1147
6	Szczecin	Zgorzelec	260	455	1,8	21,1	414
7	Szczecin	Przemyśl	680	677	1	29,4	155
8	Przasnysz	Zgorzelec	436	631	1,4	13,6	1052
9	Przasnysz	Przemyśl	372	870	2,3	15,2	7462
10	Zgorzelec	Przemyśl	540	697	1,3	12,1	871

Tabela 32

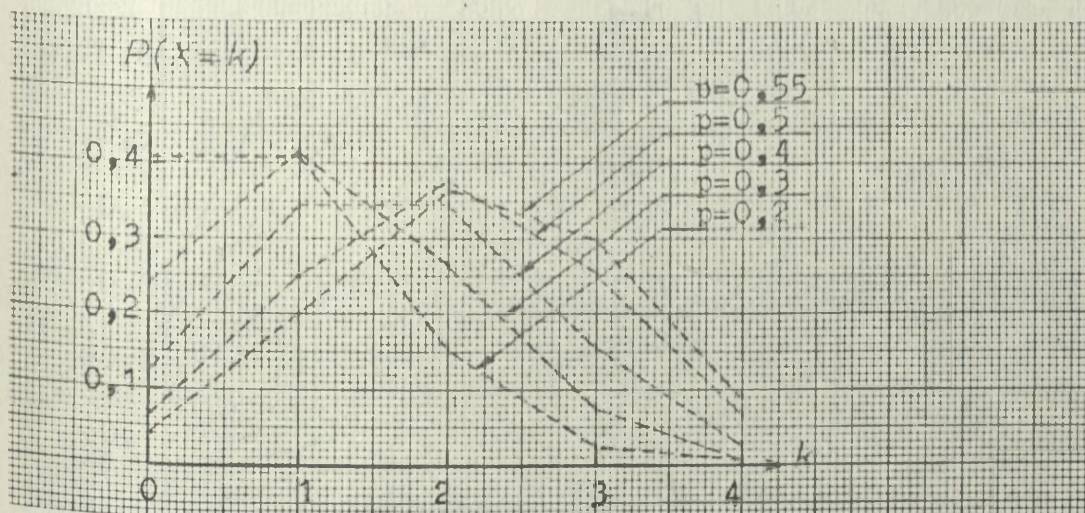
/Oznaczenia w tabeli 32 - jak w tabeli 28/

3. Ocena krótkofalowej sieci namierzania radiowego  
wspólnej dla 9 pułku rozpoznania radiowego oraz  
11 i 12 batalionu rozpoznania radioelektronicznego

Skład sieci i stan techniczny radionamierników stwarzają warunki, iż przy dowolnym namiarze można oczekiwać z prawdopodobieństwem  $P(X=k)$  takiego zdarzenia, że „k” radionamierników jednocześnie namierzy radiostację z dokładnością nie przekraczającą wartości błędu kąowego „ $\Delta\alpha$ ” /tabela 33 i wykres 18/.

		$P(X=k)$				
		0	1	2	3	4
Prawdopodobieństwo wystąpienia $\Delta\alpha < 1$	k					
	$P(\Delta\alpha < 1^\circ) = 0,2$		0,4096	0,4096	0,1536	0,0256
$P(\Delta\alpha < 1,5^\circ) = 0,3$		0,2401	0,4116	0,2646	0,0756	0,0081
$P(\Delta\alpha < 2^\circ) = 0,4$		0,1296	0,3456	0,3456	0,1536	0,0256
$P(\Delta\alpha < 2,5^\circ) = 0,5$		0,0625	0,25	0,375	0,25	0,0625
$P(\Delta\alpha < 3^\circ) = 0,55$		0,04101	0,20047	0,36754	0,29947	0,09151

Tabela 33

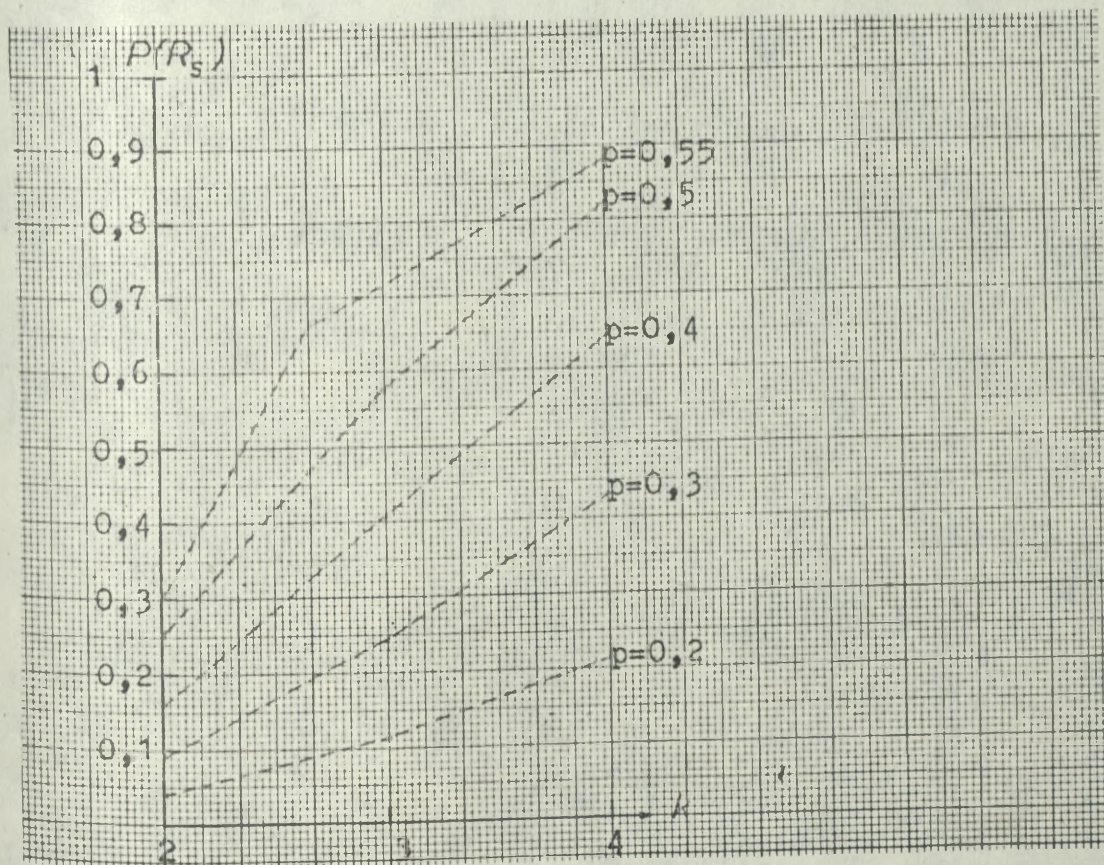


Wykres 18

Natomiast prawdopodobieństwo  $P(R_s)$  oznaczające, że w obszarze „ $R_s$ ” wyznaczonym „ $k$ ” namiarami wykonanymi z dokładnością /błędem kątowym/  $|\Delta\alpha| \leq 3^\circ$  znajdzie się namierzana radiostacja przedstawiono w tabeli 34 i na wykresie 19.

		$P(R_s)$		
Prawdopodobieństwo wystąpienia $ \Delta\alpha $	$k$	2	3	4
	$P( \Delta\alpha  \leq 1^\circ) = 0,2$		0,04	0,115
$P( \Delta\alpha  \leq 1,5^\circ) = 0,3$		0,09	0,246	0,432
$P( \Delta\alpha  \leq 2^\circ) = 0,4$		0,16	0,407	0,648
$P( \Delta\alpha  \leq 2,5^\circ) = 0,5$		0,25	0,578	0,822
$P( \Delta\alpha  \leq 3^\circ) = 0,55$		0,303	0,661	0,885

Tabela 34



Wykres 19

Przyjmując założenie, że:

- próg opłacalności  $a=3$ ;
- błąd kątowy radionamierników  $|\Delta\alpha| \leq 3^\circ$

oraz uwzględniając stan techniczny radionamierników, skład sieci i jej usytuowanie w stosunku do zasadniczego obszaru namierzania, można oczekiwać z prawdopodobieństwem  $p=0,39098$ , że od trzech do czterech radionamierników jednocześnie namierzają będzie radiostacje z dokładnością /błędem kątowym/  $|\Delta\alpha| \leq 3^\circ$ , a prawdopodobieństwo, że radiostacje te znajdować się będą w obszarach wyznaczanych promieniami okręgów o określonej długości, wyniesie:

		$L_p$ (km)					
		(DŁUGOŚĆ PROMIENI OKRĘGÓW)					
$P(L_p)$		0,885	0,7375	0,59	0,4425	0,295	0,1475
NUMER KWADRATU							
1		2	3	4	5	6	7
1	26	??	309	259	173	152	113
2	25	3430	432	221	156	126	85
3	26	5189	1075	211	106	90	72
4	21	??	431	187	134	128	101
5	25	4423	206	185	108	101	79
6	26	914	284	107	95	87	60
7	21	??	3129	118	114	93	83
8	25	??	683	97	95	70	62
9	26	??	348	140	123	114	91
10	23	??	??	111	92	79	63
11	22	??	??	85	66	63	44
12	25	??	??	173	173	126	116

1	2	3	4	5	6	7
13	?? <sup>21</sup>	?? <sup>26</sup>	138 <sup>23</sup>	131 <sup>22</sup>	85 <sup>25</sup>	81 <sup>24</sup>
14	?? <sup>26</sup>	?? <sup>21</sup>	108 <sup>23</sup>	96 <sup>22</sup>	68 <sup>25</sup>	54 <sup>24</sup>
15	?? <sup>26</sup>	1858 <sup>21</sup>	83 <sup>23</sup>	68 <sup>22</sup>	48 <sup>25</sup>	37 <sup>24</sup>
16	?? <sup>26</sup>	?? <sup>21</sup>	260 <sup>22</sup>	220 <sup>23</sup>	157 <sup>24</sup>	144 <sup>25</sup>
17	?? <sup>26</sup>	?? <sup>21</sup>	196 <sup>22</sup>	169 <sup>23</sup>	116 <sup>25</sup>	115 <sup>24</sup>
18	?? <sup>26</sup>	6248 <sup>21</sup>	152 <sup>22</sup>	142 <sup>23</sup>	87 <sup>25</sup>	81 <sup>24</sup>
19	?? <sup>26</sup>	870 <sup>21</sup>	110 <sup>23</sup>	109 <sup>22</sup>	63 <sup>25</sup>	54 <sup>24</sup>
20	?? <sup>21</sup>	9319 <sup>26</sup>	315 <sup>22</sup>	236 <sup>23</sup>	165 <sup>24</sup>	147 <sup>25</sup>
21	3052 <sup>21</sup>	1421 <sup>26</sup>	247 <sup>22</sup>	192 <sup>23</sup>	122 <sup>24</sup>	113 <sup>25</sup>
22	1364 <sup>26</sup>	996 <sup>21</sup>	194 <sup>22</sup>	153 <sup>23</sup>	88 <sup>24</sup>	84 <sup>25</sup>
23	745 <sup>26</sup>	492 <sup>21</sup>	148 <sup>22</sup>	119 <sup>23</sup>	61 <sup>24</sup>	61 <sup>25</sup>
28	1006 <sup>21</sup>	654 <sup>26</sup>	520 <sup>22</sup>	242 <sup>23</sup>	168 <sup>24</sup>	124 <sup>25</sup>
29	594 <sup>21</sup>	479 <sup>22</sup>	435 <sup>26</sup>	201 <sup>23</sup>	125 <sup>24</sup>	99 <sup>25</sup>
30	489 <sup>22</sup>	384 <sup>21</sup>	258 <sup>26</sup>	165 <sup>23</sup>	107 <sup>24</sup>	77 <sup>25</sup>
31	534 <sup>22</sup>	260 <sup>21</sup>	149 <sup>26</sup>	133 <sup>23</sup>	86 <sup>24</sup>	60 <sup>25</sup>
32	1097 <sup>22</sup>	860 <sup>21</sup>	570 <sup>26</sup>	291 <sup>23</sup>	211 <sup>24</sup>	137 <sup>25</sup>
33	1260 <sup>22</sup>	594 <sup>21</sup>	370 <sup>26</sup>	244 <sup>23</sup>	178 <sup>24</sup>	111 <sup>25</sup>
34	2671 <sup>22</sup>	403 <sup>21</sup>	234 <sup>26</sup>	206 <sup>23</sup>	150 <sup>24</sup>	90 <sup>25</sup>
35	?? <sup>22</sup>	291 <sup>21</sup>	190 <sup>23</sup>	144 <sup>26</sup>	139 <sup>24</sup>	73 <sup>25</sup>
36	?? <sup>22</sup>	217 <sup>21</sup>	157 <sup>23</sup>	141 <sup>24</sup>	86 <sup>26</sup>	61 <sup>25</sup>

Tabela 35

Legenda do tabeli:

1/ Indeksy cyfrowe w górnych prawych rogach oznaczają numery identyfikacyjne następujących par radionamierników:

- 21.....Braniewo - Dziwnów;

- 22.....Braniewo - Zgorzelec;
- 23.....Braniewo - Prudnik;
- 24.....Dziwnów - Zgorzelec;
- 25.....Dziwnów - Prudnik;
- 26.....Zgorzelec - Prudnik.

2/ pozostałe oznaczenia - jak w legendzie do tabeli 27.

Z analizy danych zawartych w tabeli 35 wynika, że sieć jest niekorzystnie zorganizowana i usytuowana w stosunku do zasadniczego obszaru namierzania. Rozśrodkowanie radionamierników w czterech rejonach /załącznik 1, strona 51/ stworzyło warunki, iż tylko trzy pary radionamierników spośród sześciu możliwych, mogą namierzać radiostacje z błędem liniowym „L<sub>p</sub>” w granicach około 100 km i to nie w jednym jednocześnie, lecz trzech odrębnych obszarach:

- w południowej Jutlandii /około 19% zasadniczego obszaru namierzania - kwadraty 1-6/ - para radionamierników rozwinięta w rejonie Braniewa i Zgorzelca /numer identyfikacyjny 22/;

- w północnej części terytorium RFN /około 37% zasadniczego obszaru namierzania - kwadraty 7-19/ - para radionamierników rozwinięta w rejonie Dziwnowa i Zgorzelca /numer identyfikacyjny 24/;

- w środkowej i południowej części terytorium RFN /około 44% zasadniczego obszaru namierzania - kwadraty 20-23 i 28-36/ - para radionamierników rozwinięta w rejonie Dziwnowa i Prudnika /numer identyfikacyjny 25/.

Pozostałe trzy pary mają warunki znacznie gorsze i z tego też względu w wykonywanych przez nie namiarach występują o wiele większe błędy „L<sub>p</sub>”, sięgające wartości setek czy nawet tysięcy kilometrów, a dla niektórych obszarów nawet nieskończoności. Uśredniając natomiast warunki usytuowa-

nia poszczególnych par radionamierników widać, że w odniesieniu do całego zasadniczego obszaru namierzania najkorzystniej w sieci jest usytuowana tylko jedna para, z radionamiernikami rozwiniętymi w rejonie Dziwnowa i Zgorzelca. Pozostałe pary są usytuowane znacznie gorzej, a takie jak: Zgorzelec - Prudnik i Braniewo - Dziwnów aż tak źle, że przy trzystopniowym błędzie kątowym radionamiernika powoduje to powstawanie błędów liniowych „ $L_p$ ” od około 600 km do około 1300 km /tabela 36/.

NR IDENTYFIKACYJNY	Rejony rozwinięcia poszczególnych par radionamierników /nazwy miejscowości/		A (km)	Wartości średnie			
				D (km)	$\frac{D}{A}$	$\alpha$ (stopnie)	$L_p$ (km)
21	Braniewo	Dziwnów	344	599	1,7	19,4	628
22	Braniewo	Zgorzelec	464	587	1,3	43,2	138
23	Braniewo	Prudnik	464	661	1,4	65,2	140
24	Dziwnów	Zgorzelec	296	420	1,4	60,8	91
25	Dziwnów	Prudnik	432	505	1,2	55,6	94
26	Zgorzelec	Prudnik	184	542	2,9	25,2	1322

Tabela 36

/Oznaczenia w tabeli 36 - jak w tabeli 28/

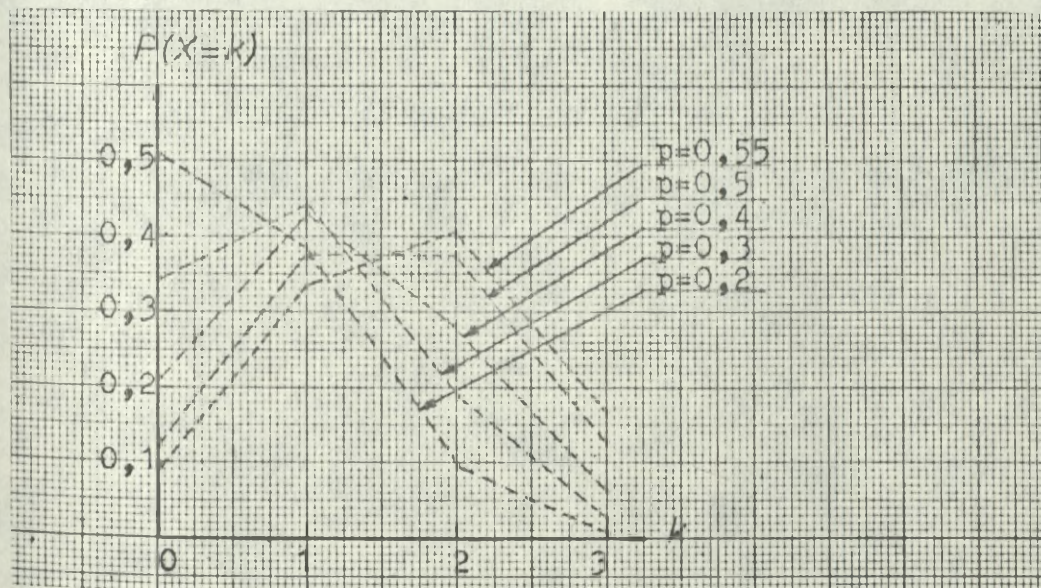
4. Ocena krótkofalowej sieci namierzania radiowego  
6 pułku rozpoznania radioelektronicznego

Skład sieci i stan techniczny radionamierników stwarzają warunki, iż przy dowolnym namiarze można oczekiwać z prawdopodobieństwem  $P(X=k)$  takiego zdarzenia, że „k” radionamierników jednocześnie namierzy radiostację z do-

kładnością nie przekraczającą wartości błędu kąowego  $|\Delta\alpha| \leq 3^\circ$  /tabela 37 i wykres 20/.

$P(X=k)$				
$k$ Prawdopodobieństwo wystąpienia $ \Delta\alpha $	0	1	2	3
$P( \Delta\alpha  \leq 1^\circ) = 0,2$	0,512	0,384	0,096	0,008
$P( \Delta\alpha  \leq 1,5^\circ) = 0,3$	0,343	0,441	0,189	0,027
$P( \Delta\alpha  \leq 2^\circ) = 0,4$	0,216	0,432	0,288	0,064
$P( \Delta\alpha  \leq 2,5^\circ) = 0,5$	0,125	0,375	0,375	0,125
$P( \Delta\alpha  \leq 3^\circ) = 0,55$	0,09112	0,33413	0,40837	0,16638

Tabela 37



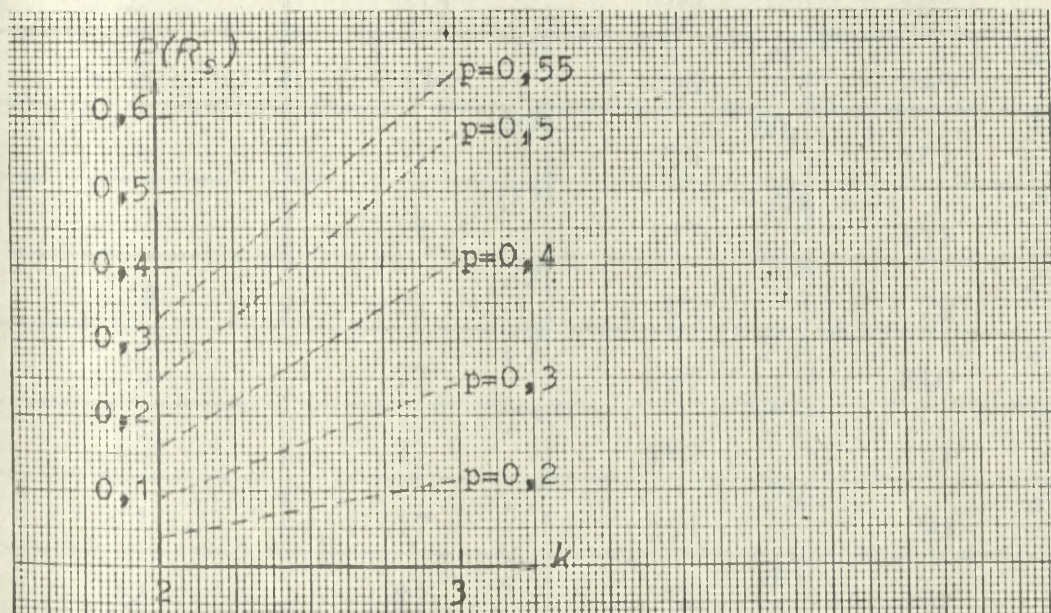
Wykres 20

Natomiast prawdopodobieństwo  $P(R_S)$  oznaczające, że w obszarze „ $R_S$ ” wyznaczonym „ $k$ ” niamiarami wykonanymi z dokład-

nością /błędem kątowym/  $|\Delta\alpha| \leq 3^\circ$  znajdzie się namierzana radiostacja przedstawiono w tabeli 38 i na wykresie 21.

$P(R_s)$		
$k$	2	3
$P( \Delta\alpha  \leq 1^\circ) = 0,2$	0,04	0,115
$P( \Delta\alpha  \leq 1,5^\circ) = 0,3$	0,09	0,246
$P( \Delta\alpha  \leq 2^\circ) = 0,4$	0,16	0,407
$P( \Delta\alpha  \leq 2,5^\circ) = 0,5$	0,25	0,578
$P( \Delta\alpha  \leq 3^\circ) = 0,55$	0,303	0,661

Tabela 38



Wykres 21

Przyjmując założenie, że:

- próg opłacalności  $a=3$ ;
- błąd kątowy radionamiernika  $3^\circ$

oraz uwzględniając stan techniczny radionamierników, skład sieci i jej usytuowanie w stosunku do zasadnicze-

go obszaru namierzania, można oczekiwać z prawdopodobieństwem  $p=0,16638$ , że trzy radionamierniki jednocześnie namierzą radiostację z dokładnością /błędem kątowym/  $|\Delta\alpha| \leq 3^\circ$ , a prawdopodobieństwo, że radiostacja ta znajdować się będzie w obszarze wyznaczonym promieniami okręgów o określonej długości, wyniesie:

		$L_p$ (km)		
		(DŁUGOŚĆ PROMIENI OKRĘGÓW)		
NUMERY KWADRATÓW	$P(L_p)$	0 661	0 4407	0 2203
	1	2	3	4
1	??	27	263 28	261 29
2	??	27	195 28	184 29
3	7448	27	140 28	132 29
4	815	27	109 28	101 29
5	3134	27	258 29	248 28
6	??	27	176 29	161 28
7	??	27	117 29	111 28
8	??	27	82 28	79 29
9	??	27	295 29	240 28
10	??	27	182 29	151 28
11	??	27	111 29	93 28
12	??	27	66 29	57 28
13	??	27	413 29	272 28
14	??	27	230 29	168 28
15	??	27	119 29	92 28
16	??	27	64 29	49 28

1	2	3	4
17	?? 27	34 29	24 28
18	?? 27	19 29	13 28
19	?? 27	992 29	398 28
20	11012 27	457 29	237 28
21	1478 27	213 29	101 28
22	?? 27	?? 29	12123 28
23	?? 29	116427 27	3978 28
24	?? 29	3820 27	1855 28
25	114 27	78 28	58 29
26	96 28	81 27	56 29
27	152 28	70 27	61 29
28	76 27	46 28	41 29
29	49 27	61 28	36 29
30	112 28	43 27	42 29
31	44 27	24 28	23 29
32	34 28	27 27	22 29
33	97 28	27 29	20 27
34	57 27	16 29	11 28

Tabela 39

Legenda do tabeli:

1/ Indeksy cyfrowe w górnych prawych rogach oznaczają numery identyfikacyjne następujących par radionamierników:

- 27.....Ustka - Braniewo;
- 28.....Ustka - Dziwnów;
- 29.....Braniewo - Dziwnów.

2/ Pozostałe oznaczenia - jak w legendzie do tabeli 27.

Z analizy danych zawartych w tabelach 37 i 39 wynika, iż w porównaniu z innymi, sieć jest szczególnie niekorzystnie zorganizowana i usytuowana do zasadniczego obszaru namierzania /załącznik 1, strona 95/. Świadczą o tym następujące fakty:

- po pierwsze, istnieje zbyt małe prawdopodobieństwo, bo wynoszące tylko 0,16638, że jednocześnie trzy radionamierniki będą namierzać radiostacje z dokładnością /błędem kątowym/  $|\Delta\alpha| \leq 3^\circ$ ;

- po drugie, jeśli nawet zaistnieje zdarzenie, że trzy radionamierniki jednocześnie namierzą radiostację z dokładnością /błędem kątowym/  $|\Delta\alpha| \leq 3^\circ$ , to i tak namiaru wykonanego przez parę radionamierników: Ustka - Braniewo /numer identyfikacyjny 27/, dla około 65% zasadniczego obszaru namierzania nie będzie można wykorzystać, ponieważ usytuowanie tej pary jest tak niekorzystne, że przy popełnieniu trzystopniowego błędu kąowego, błąd liniowy " $L_p$ " będzie nieskończenie wielki. Uśredniając natomiast warunki usytuowania sieci w stosunku do zasadniczego obszaru namierzania widać jeszcze wyraźniej, że rozmieszczenie radionamierników w rejonach Ustki i Braniewa jest niecelowe /tabela 40/. W porównaniu z wynikami zawartymi w tabeli 40,

NUMER IDENTYFIKACYJNY	Rejony rozwinięcia poszczególnych par radionamierników /nazwy miejscowości/		A (km)	Wartości średnie			
				D (km)	$\frac{D}{A}$	$\alpha$ (stopnie)	$L_p$ (km)
27	Ustka	Braniewo	200	460	2,3	10,7	??
28	Ustka	Dziwnów	220	368	1,7	24	248
29	Braniewo	Dziwnów	344	422	1,2	31,7	80

Tabela 40

/Oznaczenia w tabeli 40 - jak w tabeli 28/

odnoszącymi się do całego zasadniczego obszaru namierzania, o wiele gorzej kształtują się wyniki w odniesieniu do obszaru namierzania z wyłączeniem zachodniej strefy Bałtyku /w załączniku 1, strona 95 - kwadraty 25-34/ - tabela 41;

NUMER IDENTYFIKACYJNY	Rejony rozwinięcia poszczególnych par radionamierników /nazwy miejscowości/		A (km)	Wartości średnie			
				D (km)	$\frac{D}{A}$	$\alpha$ (stopnie)	$L_p$ (km)
27	Ustka	Braniewo	200	548	2,7	2,8	??
28	Ustka	Dziwnów	220	411	1,9	19,8	490
29	Braniewo	Dziwnów	344	481	1,4	20,6	288

Tabela 41

/Oznaczenia w tabeli 41 - jak w tabeli 28/

- po trzecie, tak dla całego zasadniczego obszaru namierzania, jak i dla obszaru z wyłączeniem zachodniego Bałtyku istnieje tylko jedna para radionamierników /Braniewo - Dziwnów, numer identyfikacyjny 29/, która ma najkorzystniejsze warunki namierzania. Wykorzystując więc do lokalizacji tylko jedną parę radionamierników uzyskiwane będzie zbyt małe prawdopodobieństwo, bo wynoszące tylko 0,303 /tabela 38/, że w obszarze wyznaczonym namiarami znajduje się namierzana radiostacja;

- po czwarte, w obszarze południowej części zachodniego Bałtyku /strefa odpowiedzialności Marynarki Wojennej/ są stworzone terytorialne warunki do namierzania fal bezpośrednich /przziemnych/ oraz takiego usytuowania radionamierników, aby stosunek odległości „D” do podstawy namierzania „A” zbliżony był do 0,5, co gwarantowałoby dość dużą dokładność namierzania /mały błąd liniowy „ $L_p$ ”/.

Obecne usytuowanie sieci jest niekorzystne również i dla tego obszaru, ponieważ stosunek odległości „D” do podstawy namierzania „A” jest dużo większy od 0,5, co powoduje powstawanie również dużych błędów liniowych „L<sub>p</sub>” w kierunku równoleżnikowym.

#### Uwaga!

W punkcie „B” i „C” niniejszej rozprawy błąd liniowy „L<sub>s</sub>” sieci namierzania interpretowany jest jako zbiór (3) błędów liniowych namiarów elementarnych „L<sub>p</sub>”, których wartości liniowe wyliczane są za pomocą wzorów: 3, 4 i 5, dla najbardziej niekorzystnych okoliczności namierzania, czyli dla takich warunków kiedy błędy te będą największe /na przykład na rysunku 15 jest to odcinek  $\overline{OA}$ , a na rysunku 16  $\overline{AA'}$ /. Dalsza interpretacja polega na tym, że błędy „L<sub>p</sub>” stanowią promienie, którymi z dowolnego punktu wyznaczonego na mapie przez dwie przecinające się linie namiarów, zakreślane zostają okręgi, jako najbardziej prawdopodobne rejony rozmieszczenia namierzanych radiostacji /rysunek 35/.

Przy liczeniu środka ciężkości (3) punktów wyznaczonych na mapie przez przecinające się linie namiarów „n” radionamiernikowej sieci i z tego punktu zakreślając okręgi promieniami „L<sub>p</sub>”, błąd liniowy namiaru elementarnego „L<sub>p</sub>” zmniejsza się około 50% na skutek tego, że każdy radionamiernik sieci może z takim samym prawdopodobieństwem popełnić błąd kątowy „/AC/” ze znakiem „+” jak i „-”. Ponadto z przeprowadzonych badań wynika, że opracowujący namiary, dysponując tylko mapą i doświadczeniem operacyjnym, może je korygować w granicach 20%. Reasumując zatem, przy takiej interpretacji wzory 3, 4 i 5 należy pomnożyć przez współczynnik „0,4”, jak również wartości liniowe błędów „L<sub>p</sub>” zawarte w tabelach: 27, 31, 35 i 39.

## W N I O S K I

1. Błędy występujące w namierzaniu jednolitego systemu rozpoznania radioelektronicznego WP, z uwagi na przyczyny występowania, dzielą się na obiektywne i subiektywne. Przyczyną występowania błędów obiektywnych jest środowisko propagacji fal elektromagnetycznych, natomiast subiektywnych - organizatorzy i eksploataotorzy namierzania.
2. Krótkofalowe namierzanie radiowe jednolitego systemu rozpoznania radioelektronicznego WP, z uwagi na usytuowanie obszaru rozpoznania, realizowane jest wyłącznie na falach odbitych, których środowiskiem propagacji jest neutrosfera i jonosfera. Aczkolwiek neutrosfera jest środowiskiem tylko pojedynczo zjonizowanych cząsteczek gazów i sama nie wpływa na propagację fal krótkich, to jednak będąc obszarem rozciągającym się najbliżej powierzchni Ziemi jest pod silnym oddziaływaniem zmiennego pola geomagnetycznego, co wywiera pośredni wpływ na deformacje trajektorii fal, czyli przyczynia się do powstawania błędów namierzania. Środowiskiem propagacji obciążającym w sposób bezpośredni i zasadniczy dokładność namierzania jest jonosfera. Współczesna technika namierzania stosowana w jednolitym systemie rozpoznania radioelektronicznego WP nie pozwala na bieżąco oceniać tak natężenia pola geomagnetycznego, jak i

stanu jonosfery, co powoduje, że każdy z dowolnie wykonanych namiarów można tylko traktować jako zmienną losową typu skokowego o skończonej liczbie wartości /od  $0^{\circ}$  do  $360^{\circ}$ /.

3. Błędy subiektywne wynikają z niekorzystnej organizacji i usytuowania sieci namierzania w stosunku do rozpoznawanego obszaru oraz z niedokładnego odczytywania namiarów i sposobu opracowywania wyników namierzania. Usytuowanie obszaru rozpoznania dla namierzania jednolitego systemu rozpoznania radioelektronicznego WP wskazuje na to, że wszystkie organizowane na terytorium kraju sieci namierzania, z uwagi na minimalizację błędów, winny się składać tylko z dwóch grup namierzania.
4. Proponowana metoda prognozowania dostosowana jest tylko do potrzeb krótkofalowego namierzania radiowego realizowanego na falach odbitych /jonosferycznych/ i można stosować ją podczas:
  - oceniania istniejących sieci namierzania;
  - projektowania sieci namierzania;
  - bieżącej oceny wyników namierzania /drugi i trzeci krok prognozy/.
5. Proponowana metoda prognozowania stwarza możliwości charakteryzowania trzech zasadniczych problemów występujących w namierzaniu:
  - odpowiada jakiego należy oczekiwać efektu, że określona liczba radionamierników danej sieci wskazywać będzie azymuty na namierzane radiostacje z błędem kątowym nie większym od empirycznie ustalonego;
  - określa na ile można być pewnym, że w obszarach

wyznaczanych namiarami znajdują się namierzone radiostacje;

- określa w jak wielkich rejonach, na danym obszarze namierzania, można lokalizować radiostacje.

6. Prognoza potwierdza wcześniejszy wniosek /z podrozdziału A/, że wszystkie sieci krótkofalowego namierzania radiowego rozwijane na terytorium kraju, z uwagi na minimalizację błędów, winny się składać tylko z dwóch grup namierzania.
7. W okresie stałej i podwyższonej gotowości bojowej, zadania krótkofalowego namierzania radiowego w ramach jednolitego systemu rozpoznania radioelektronicznego WP są realizowane przez 219 żołnierzy /10 oficerów, 23 chorążych, 26 podoficerów zawodowych i 160 żołnierzy służby zasadniczej/ oraz sprzętem o łącznej wartości około 95 milionów złotych. Natomiast, począwszy już od stanu gotowości bojowej „zagrożenie wojenne”, stan osobowy zwiększa się do 247 żołnierzy /17 oficerów, 22 chorążych, 34 podoficerów zawodowych i 174 żołnierzy służby zasadniczej/, a wartość eksploatawanego sprzętu do sumy około 151 milionów złotych<sup>x</sup>.
8. W roku największej aktywności elektromagnetycznej przeciwnika /1979 rok/, możliwości krótkofalowego namierzania radiowego jednolitego systemu rozpoznania radioelektronicznego WP - okresu stałej gotowości

---

<sup>x</sup>W naliczeniach nie uwzględniono stanów osobowych z grup analizy danych, etatowo przewidzianych do opracowywania wyników namierzania.

bojowej, były wykorzystywane średnio tylko w 15%. Natomiast w okresie największego nasilenia pracy radiosacji przeciwnika /około 30 dni w całym 1979r/ wykorzystanie możliwości namierzania sięgało lecz nie przekraczało 40%<sup>x</sup>.

9. Eksploatowane w krótkofalowym namierzaniu radiowym jednolitego systemu rozpoznania radioelektronicznego WP radionamierniki R-359, w przeważającej większości wypracowały już swoje normy rewersyjne, co niewątpliwie ujemnie wpływa na dokładność namierzania. Uwzględniając zatem stan techniczny radionamierników oraz propagacyjne warunki dokonywania namiarów z terytorium<sup>króju</sup>, przy opracowywaniu namiarów należy przyjmować z prawdopodobieństwem  $p=0,55$ , że każdy z dowolnych namiarów został wykonany z dokładnością /błędem kątowym/  $|\Delta\alpha| \leq 3^\circ$ .

10. Chociaż z przeprowadzonych badań wynika, że wraz ze wzrostem odległości z 500 do 1200 km błąd kątowy radionamiernika R-359 maleje o około  $0,5^\circ$ , to jednak zależności tej w namierzaniu jednolitego systemu rozpoznania radioelektronicznego WP nie można wykorzystać, ponieważ wpływ zwiększonej odległości na wielkość błędu liniowego " $L_p$ " jest nieporównywalnie większy od wpływu zmniejszonej wartości błędu kąowego.

11. Stan techniczny radionamierników, propagacyjne warunki namierzania, organizacja i usytuowanie sieci na-

---

<sup>x</sup>W kalkulacji uwzględniono dwa stanowiska namierzania na każdym radionamierniku.

mierzania oraz sposób opracowywania namierzeń powodują, że krótkofalowe namierzanie radiowe jednolitego systemu rozpoznania radioelektronicznego WP, przy pozbawieniu go informacji uzupełniających o namierzanych źródłach /radiostacjach/ jest mało wiarygodne. Oceniane autonomicznie, zupełnie w nowej jakościowo sytuacji radioelektronicznej, jest w stanie lokalizować radiostacje przeciwnika, pracujące z zasadniczego obszaru namierzania /RFN i Dania/, tylko z dokładnością od kilkudziesięciu do kilkuset kilometrów. W bieżącej działalności jednolitego systemu rozpoznania radioelektronicznego WP, właściwa realizacja zadań namierzania jest osiągnięta głównie poprzez nieprzerwane, kompleksowe i wnikliwe analizowanie sytuacji radioelektronicznej przeciwnika oraz umiejętne wykorzystywanie wniosków z tych analiz do korygowania wyników namierzania. Zakładając jednak, że na wypadek wojny pojawić się może zupełnie nowa jakościowo sytuacja radioelektroniczna przeciwnika, należy się liczyć, że w takim przypadku zostanie przerwana ciągłość analiz, zdezaktualizowane zostaną dotychczasowe wiadomości o sytuacji radioelektronicznej przeciwnika, a w związku z tym tylko samo krótkofalowe namierzanie radiowe stanowić będzie zasadnicze źródło informacji. W przewidywaniu powyższego należy więc dążyć do autonomicznego doskonalenia namierzania.

12. W każdej sieci krótkofalowego namierzania radiowego jednolitego systemu rozpoznania radioelektronicznego WP tylko jedna para radionamierników, z uwagi na

usytuowanie, ma stworzone najkorzystniejsze warunki namierzania. Powoduje to, iż różnice pomiędzy błędami liniowymi „L<sub>p</sub>” tej pary i par pozostałych sięgają wartości: dziesiątek, setek, tysięcy aż do nieskończoności kilometrów włącznie. Przy dotychczasowym usytuowaniu sieci namierzania na terytorium kraju, jedna para radionamierników ma stworzone, w porównaniu z innymi, najkorzystniejsze warunki namierzania na obszarze o powierzchni odpowiadającej pojemnością grupie armii. Wynika stąd, że zasadnicze obszary przydzielone poszczególnym sieciom namierzania, w ramach jednolitego systemu rozpoznania radioelektronicznego WP, są za duże. Należałoby więc cały zasadniczy obszar namierzania podzielić na trzy części i przydzielić go trzem sieciom, zorganizowanym w ten sposób, aby wszystkie radionamierniki danej sieci zostały rozwinięte tylko w dwóch rejonach, optymalnie położonych w odniesieniu do właściwego im obszaru namierzania. Aktualny stan sił i środków, nawet tylko okresu stałej gotowości bojowej, pozwala na zorganizowanie takich sieci.

13. Charakterystyczną cechą aktualnie funkcjonującego krótkofalowego namierzania radiowego w jednolitym systemie rozpoznania radioelektronicznego WP jest to, że przy średniorocznej, 85-procentowej rezerwie istniejącego potencjału namierzania - uwzględniając tylko możliwości okresu stałej gotowości bojowej, uzyskiwane efekty są znikome. Należy więc oczekiwać, że przy pełnym wykorzystaniu możliwości, wyniki winny ulec istotnej poprawie.

14. Zasadniczy obszar krótkofalowego namierzania radiowego, przydzielony w ramach jednolitego systemu rozpoznania radioelektronicznego 6 pułkowi rozpoznania radioelektronicznego, jest zdecydowanie nieproporcjonalny do możliwości pułku. W efekcie powoduje to, że w żadnej z części tego obszaru nie mogą być właściwie realizowane zadania namierzania. Chociaż wydawać się może, że namierzanie pułku jest dostosowane wyłącznie do potrzeb Marynarki Wojennej, to jednak pogląd taki jest mało zasadny. Strefa odpowiedzialności Marynarki Wojennej obejmuje południowo-zachodnią część akwenu Morza Bałtyckiego, gdzie można by stworzyć warunki do namierzania fal bezpośrednich /przemnych/, a ponadto takie usytuowanie sieci, aby stosunek odległości namierzania „D” do podstawy namierzania „A” był maksymalnie zbliżony do 0,5. Obecnie sieć pułku jest tak usytuowana, że jeśli nawet jeden z radionamierników namierzać będzie falę bezpośrednią, to do następnych docierać już będzie tylko fala odbita, a zbyt duże oddalenie radionamierników od siebie /szczególnie pary Braniewo - Dziwnów/ powoduje, że stosunek  $\frac{D}{A} \ll 0,5$ , co w następstwie stwarza bardzo duże błędy liniowe „L<sub>p</sub>”, popełniane w kierunku równoleżnikowym. Ponadto lokalizowanie radiostacji na podstawie trzech, nawet poprawnie wykonanych namiarów, jest bardzo trudne przy obecnie stosowanej w pułku metodzie.
15. Pozytywną właściwością krótkofalowego namierzania radiowego jednolitego systemu rozpoznania radioelektronicznego WP jest to, że na wypadek wojny po-

szczególne sieci namierzania, z uwagi na rozśrod-  
kowanie radionamierników, są uodpornione przed łat-  
wym zniszczeniem, szczególnie przez lotnictwo i ra-  
kiety przeciwnika.

K O Z U S T A W I I

PRACOWNIA OROZNIENIA I WODKOWALANSO KANTERLAK  
KANTERLAK + JELNO IYK SINTAKA KANTERLAK  
KANTERLAK KANTERLAK KANTERLAK

## R O Z D Z I A Ł   I I

PROPOZYCJA ORGANIZACJI KRÓTKOFALOWEGO NAMIERZANIA  
RADIOWEGO W JEDNOLITYM SYSTEMIE ROZPOZNANIA RADIO-  
ELEKTRONICZNEGO WOJSKA POLSKIEGO

A. TEORETYCZNE WYMAGANIA ORGANIZACYJNE SPRZYJAJĄCE  
ZWIĘKSZENIU DOKŁADNOŚCI KRÓTKOFALOWEGO NAMIERZA-  
NIA RADIOWEGO JEDNOLITEGO SYSTEMU ROZPOZNANIA  
RADIOELEKTRONICZNEGO WP

Z charakterystyki węzłowych problemów oraz aktualnego stanu i oceny krótkofalowego namierzania radiowego jednolitego systemu rozpoznania radioelektronicznego WP /rozdział I/ wynika, że zwiększenie dokładności namierzania przez zastosowanie nowych rozwiązań strukturalno-organizacyjnych jest możliwe przy spełnieniu następujących warunków:

1/ zorganizowaniu sieci namierzania w ten sposób, aby wszystkie radionamierniki jednej i tej samej sieci rozmieszczone były tylko w dwóch grupach, a usytuowanie tych grup w terenie gwarantowało zachowanie możliwie najmniejszej odległości namierzania  $/D \rightarrow \text{minimum}/$  oraz proporcji odległości „D” do podstawy namierzania „A” maksymalnie zbliżonej do  $0,5 \frac{D}{A} \rightarrow 0,5/;$

2/ dokonaniu takiego przydziału obszarów namierzania, aby każdej z funkcjonujących sieci stworzyć warunki, by przy namierzaniu dowolnej radiostacji kąt nachylenia podstawy namierzania do namierzanej radiostacji był maksymalnie zbliżony do  $90^\circ / \alpha \rightarrow 90^\circ/;$

3/ rozmieszczeniu w poszczególnych grupach namierzania maksymalnej liczby radionamierników, ale w taki sposób, aby odległość pomiędzy dowolną parą radionamierników tej samej grupy mieściła się w granicach od 1 do 2 km.



B. CZYNNIKI DETERMINUJĄCE ORGANIZACJĘ KRÓTKOFALOWEGO  
NAMIERZANIA RADIOWEGO W JEDNOLITYM SYSTEMIE ROZ-  
POZNANIA RADIOELEKTRONICZNEGO WP

Organizacja krótkofalowego namierzania radiowego w jednolitym systemie rozpoznania radioelektronicznego WP determinowana jest:

1/ dyrektywnymi postanowieniami wykorzystania rozpoznania radioelektronicznego sił zbrojnych PRL w poszczególnych stanach gotowości bojowej;

2/ usytuowaniem obszaru namierzania /rozpoznania/ w stosunku do terytorium kraju;

3/ liczbą i intensywnością pracy źródeł namierzania /radiostacji przeciwnika/;

4/ istniejącym stanem sił i środków oraz techniką namierzania.

1. Dyrektywne postanowienia co do organizacji krótkofalowego namierzania radiowego jednolitego systemu rozpoznania radioelektronicznego WP

Postanowienia determinujące organizację krótkofalowego namierzania radiowego jednolitego systemu rozpoznania radioelektronicznego WP są zawarte w następujących aktach normatywnych:

- dyrektywie ministra obrony narodowej nr 001/Oper. z 1979 roku;

- zarządzeniu szefa Sztabu Generalnego WP nr 029/Oper. z dnia 5 lipca 1976 roku;

- zarządzeniu szefa Sztabu Generalnego WP nr 011/Oper. z dnia 17 kwietnia 1982 roku;

- planie rozpoznania jednolitego systemu rozpoznania radioelektronicznego WP na lata 1981 - 1985, zatwierdzonym przez szefa Sztabu Generalnego WP w dniu 10 listopada 1980 roku.

Z powyższych aktów normatywnych dla organizatorów krótkofalowego namierzania radiowego wynikają następujące wnioski:

- szczególny wysiłek namierzania należy skupić na obszarze RFN i Danii oraz cieśninach bałtyckich, wybrzeżu morskim Holandii i zachodniej części akwenu Morza Bałtyckiego;

- system krótkofalowego namierzania radiowego jednolitego systemu rozpoznania radioelektronicznego WP winien być tak zorganizowany, aby wydzielonym z 9 prr, 11 i 12 brrel radionamiernikom stworzyć, w okresie stanu gotowości bojowej „zagrożenie wojenne”, jak najkorzystniejsze warunki wyjścia z systemu i przystąpienia w trybie alarmowym do realizacji zadań zgodnie z planami nadrzędnych sztabów związków operacyjnych, a dla radionamierników pozostających w jednolitym systemie rozpoznania radioelektronicznego WP zachować warunki zapewniające ciągłość procesu namierzania;

- krótkofalowe namierzanie radiowe jednolitego systemu rozpoznania radioelektronicznego WP powinno umożliwić, w okresie wyższych stanów gotowości bojowej, autonomiczność działania 1 i 6 prrel;

- do kierowania pracą krótkofalowego namierzania radiowego jednolitego systemu rozpoznania radioelektro-

nicznego WP winny być wykorzystywane linie przewodowe, natomiast łącza radiowe tylko jako awaryjne;

- do zakwaterowania stanów osobowych krótkofalowego namierzania radiowego jednolitego systemu rozpoznania radioelektronicznego WP należy wykorzystywać istniejące obiekty koszarowe.

## 2. Wpływ usytuowania obszaru namierzania na organizację krótkofalowego namierzania radiowego jednolitego systemu rozpoznania radioelektronicznego WP

Usytuowanie obszaru krótkofalowego namierzania radiowego jednolitego systemu rozpoznania radioelektronicznego WP stanowi zasadniczy czynnik, determinujący rozwiązania organizacyjne w zakresie ustalania:

- liczby sieci namierzania;
- usytuowania sieci namierzania w terenie;
- podziału zadań namierzania /podziału obszaru namierzania/.

Aby znaleźć optymalne rozwiązania, należy najpierw ustalić warunki, które sprzyjać będą powstawaniu możliwie najmniejszych błędów liniowych namiarów elementarnych „ $L_p$ ”. Ustalenie takich warunków jest jednak procesem dość złożonym, ponieważ sama wartość liniowa błędu „ $L_p$ ” zależy od sześciu zmiennych<sup>x</sup>:

- błędu kąтового radionamiernika nr „i”;
- błędu kąтового radionamiernika nr „j”;
- długości podstawy namierzania „A”;
- odległości namierzania „D”;

---

<sup>x</sup>Merytorycznie stwierdzenie udowodnione zostało wzorami 3 i 4.

- stosunku odległości „D” do podstawy namierzenia „A”;
- kąta nachylenia podstawy namierzenia do namierzanej radiostacji „ $\alpha$ ”.

Z uwagi na to, że powyższy problem analizowany jest tylko w aspekcie optymalnych rozwiązań strukturalno-organizacyjnych, można zastosować uproszczenie, które polega na tym, że błędy kątowe radionamierników „ $\Delta\alpha_1$ ” i „ $\Delta\alpha_2$ ” można przyjąć, z określonym prawdopodobieństwem, za wartości stałe. Uproszczenie takie jest merytorycznie słuszne, ponieważ w warunkach jednolitego systemu rozpoznania radioelektronicznego WP, tak organizatorzy jak i użytkownicy krótkofalowego namierzenia radiowego nie mają wpływu na wielkość błędów kątowych radionamierników w takim zakresie, aby warunkować nimi usytuowanie radionamierników w terenie<sup>x</sup>. Dla nich błąd ten występuje jako obiektywnie istniejąca wartość stała, właściwa procesowi krótkofalowego namierzenia radiowego jednolitego systemu rozpoznania radioelektronicznego WP. W konsekwencji ilość zmiennych wywierających wpływ na wielkość błędu liniowego namiaru elementarnego „ $L_p$ ” zredukowana zostaje do czterech, to jest:

- długości podstawy namierzenia „A”;
- odległości namierzenia „D”;

---

<sup>x</sup>z przeprowadzonych badań /załącznik 1, strona 5-49/ wynika, że zwiększając odległość namierzenia z 500 do 1200km, błąd kątowy radionamiernika „ $\Delta\alpha_1$ ” zmniejsza się o około 0,5, co świadczy, że zmniejszona wartość błędu kąowego jest zbyt mała, aby mogła zrekompensować skutki zwiększonej odległości wpływającej na wielkość błędu liniowego namiaru elementarnego „ $L_p$ ” /wykresy 8, 11, 12/.

- stosunku odległości „D” do podstawy namierzania „A”;
- kąta nachylenia podstawy namierzania do namierzanej radiostacji „ $\alpha$ ”.

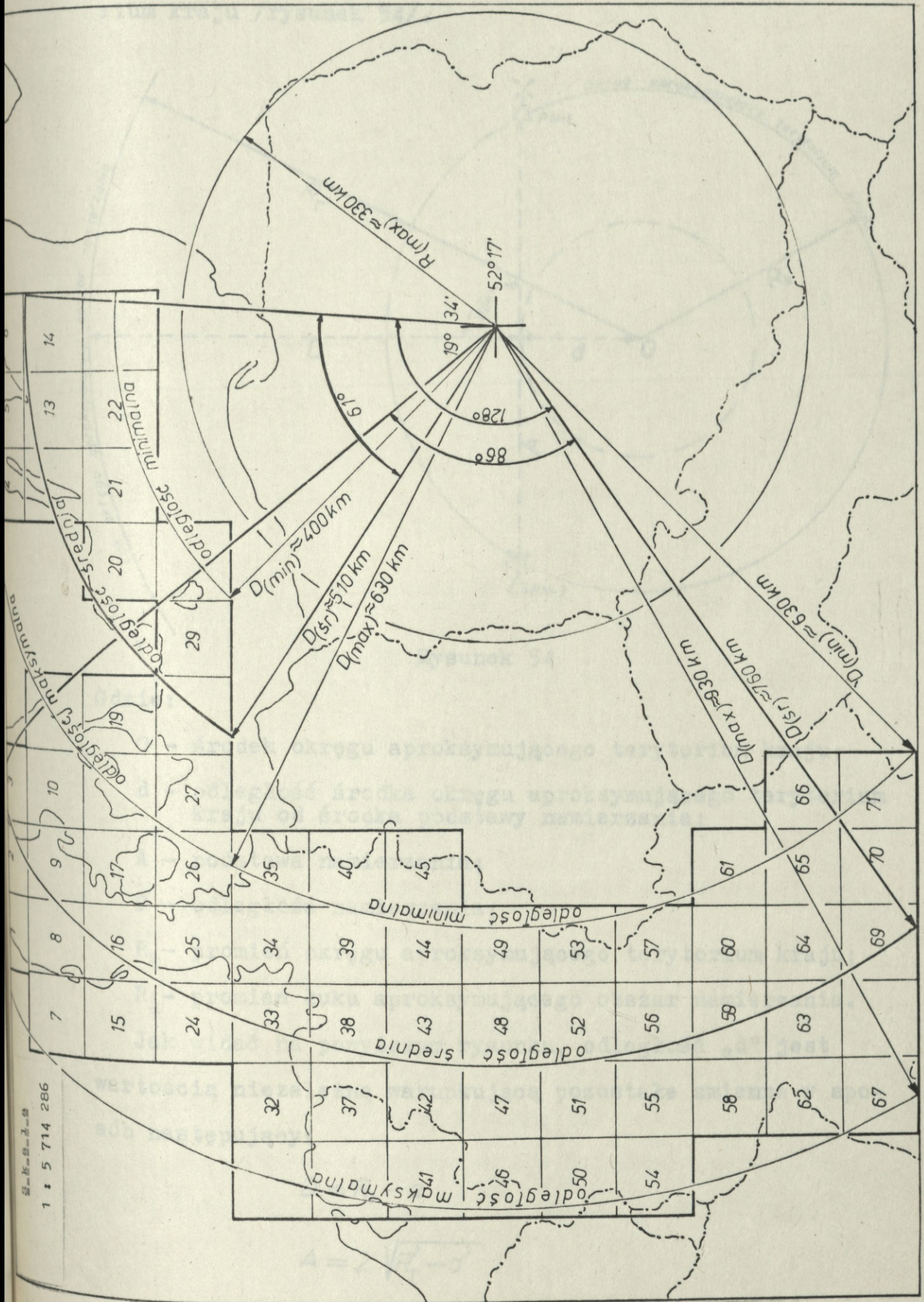
Aby dla tak już zależnego błędu znaleźć optymalne wartości poszczególnych zmiennych, należy najpierw dokonać odpowiedniej aproksymacji zasadniczego obszaru namierzania i terytorium kraju. Istniejące w tym względzie warunki pozwalają, aby z punktu  $52^{\circ}17'$  szerokości geograficznej północnej i  $19^{\circ}34'$  długości geograficznej wschodniej aproksymować:

- terytorium kraju - okręgiem o promieniu 330 km;
- zasadniczy obszar namierzania - łukami okręgów o promieniach: 400 km, 510 km, 630 km, 760 km i 930 km /rysunek 53/.

Mając więc obszar namierzania i terytorium, z którego namierzanie można prowadzić /terytorium kraju/, określone jak na rysunku 53, należy w pierwszym kroku analizy ustalić optymalną długość podstawy namierzania „A”, optymalną odległość namierzania „D” i optymalny stosunek odległości „D” do podstawy namierzania „A”, natomiast w drugim kroku analizy - dopuszczalne nachylenie podstawy namierzania „ $\alpha_{(dop)}$ ”.

## 2.1. Pierwszy krok analizy

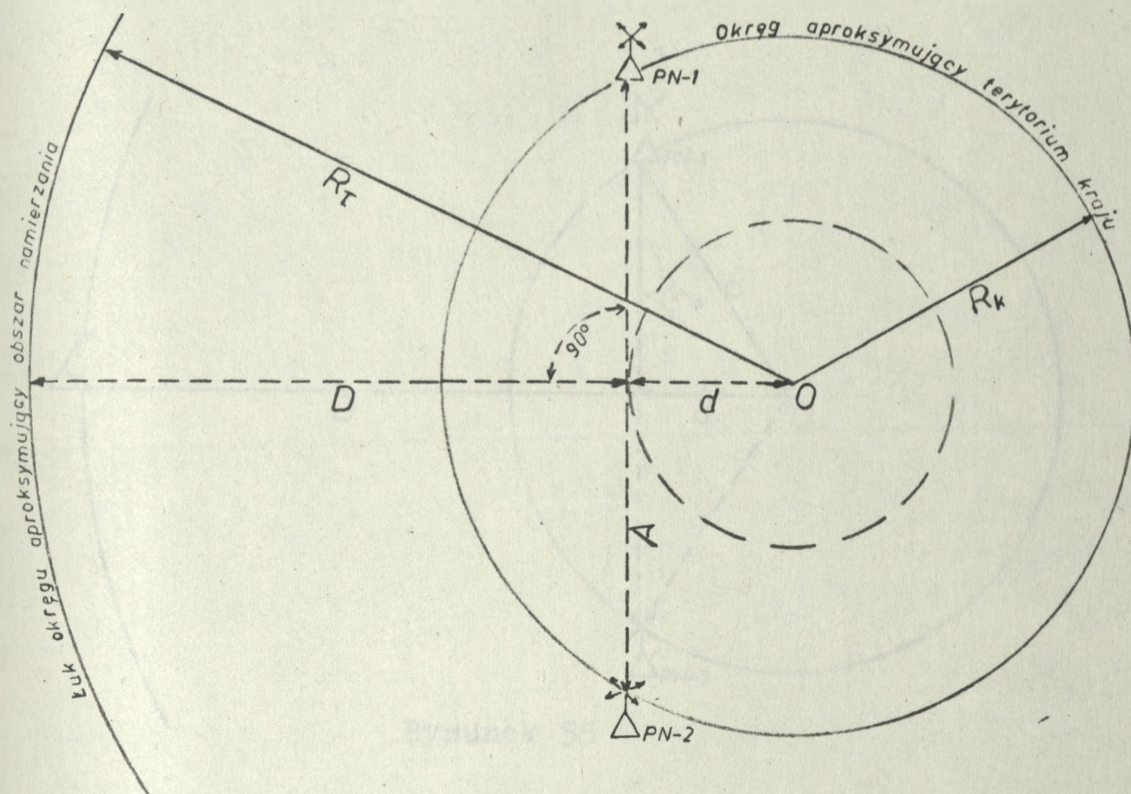
Chociaż pierwszy etap w swojej istocie związany jest tylko z analizą trzech zmiennych, to jednak dążąc do ustalenia usytuowania poszczególnych sieci namierzania w terenie, należy do analizy tej wprowadzić czwartą zmienną „d”, która oznaczać będzie odległość środka podstawy



Rysunek 53

1 : 5 714 286

namierzania „A” od środka okręgu aproksymującego terytorium kraju /rysunek 54/.



Rysunek 54

Gdzie:

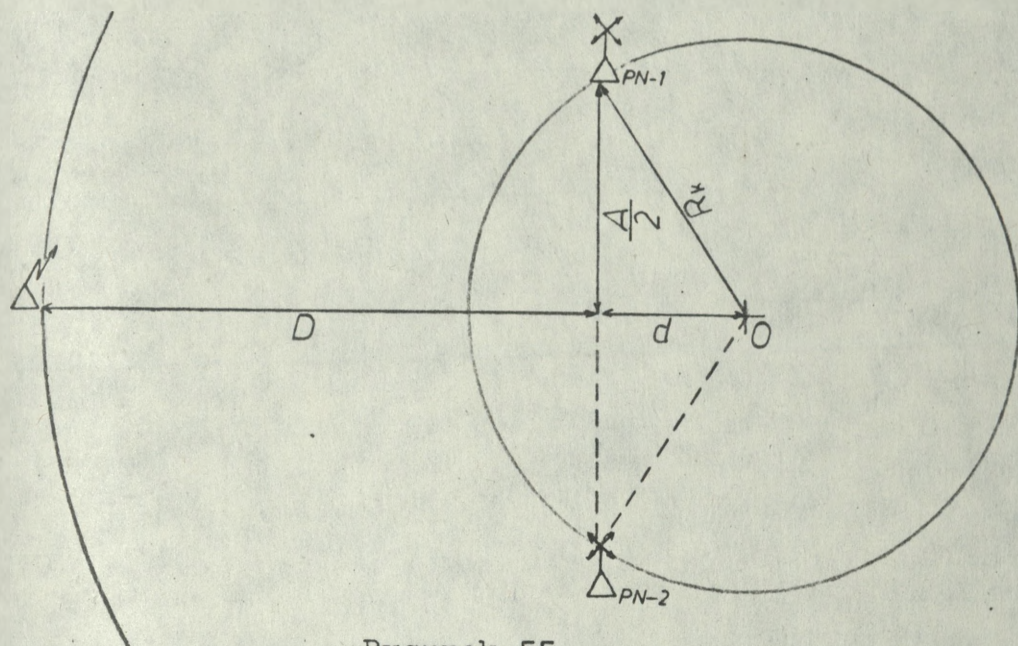
- O - środek okręgu aproksymującego terytorium kraju;
- d - odległość środka okręgu aproksymującego terytorium kraju od środka podstawy namierzania;
- A - podstawa namierzania;
- D - odległość namierzania;
- $R_k$  - promień okręgu aproksymującego terytorium kraju;
- $R_T$  - promień łuku aproksymującego obszar namierzania.

Jak widać na powyższym rysunku, odległość „d” jest wartością niezależną warunkującą pozostałe zmienne w sposób następujący:

$$D = R_T - d$$

$$A = 2 \sqrt{R_T^2 - d^2}$$

$$\frac{D}{A} = \frac{R_T - d}{2\sqrt{R_T^2 - d^2}}$$



Rysunek 55

$$R_k^2 = \left(\frac{A}{2}\right)^2 + d^2$$

$$\frac{A}{2} = \sqrt{R_k^2 - d^2}$$

$$A = 2\sqrt{R_k^2 - d^2}$$

Aproksymacja zasadniczego obszaru namierzania i terytorium kraju łukami okręgów i okręgiem /jak na rysunku 53/ oraz wprowadzenie zmiennej niezależnej „d”, przy wykorzystaniu wzorów 3 lub 4 - względnie wzoru 5 i tablic w załączniku 2, umożliwiającą wykonanie tabel 42 i 43 oraz wykresów 22 i 23, z których wynika, że:

1/ dla obszaru namierzania obejmującego terytorium RFN i Jutlandię /rysunek 53/ najmniejszy błąd liniowy na-

d (km)		0	10	20	30	40	50	60	70
Zmienne zależ- ne od "d"	D (km)	760	750	740	730	720	710	700	690
	A (km)	660	659	658	657	655	652	648	644
	$\frac{D}{A}$	1,15	1,13	1,12	1,11	1,09	1,08	1,07	1,06
	Lp (km)	124	121,1	118,4	115,7	113,2	110,8	108,5	106,3

d (km)		80	90	100	110	120	130	140	150
Zmienne zależ- ne od "d"	D (km)	680	670	660	650	640	630	620	610
	A (km)	640	634	628	622	614	606	597	587
	$\frac{D}{A}$	1,06	1,05	1,04	1,04	1,04	1,03	1,03	1,03
	Lp (km)	104,1	102,1	100,2	98,3	96,6	94,9	93,3	91,8

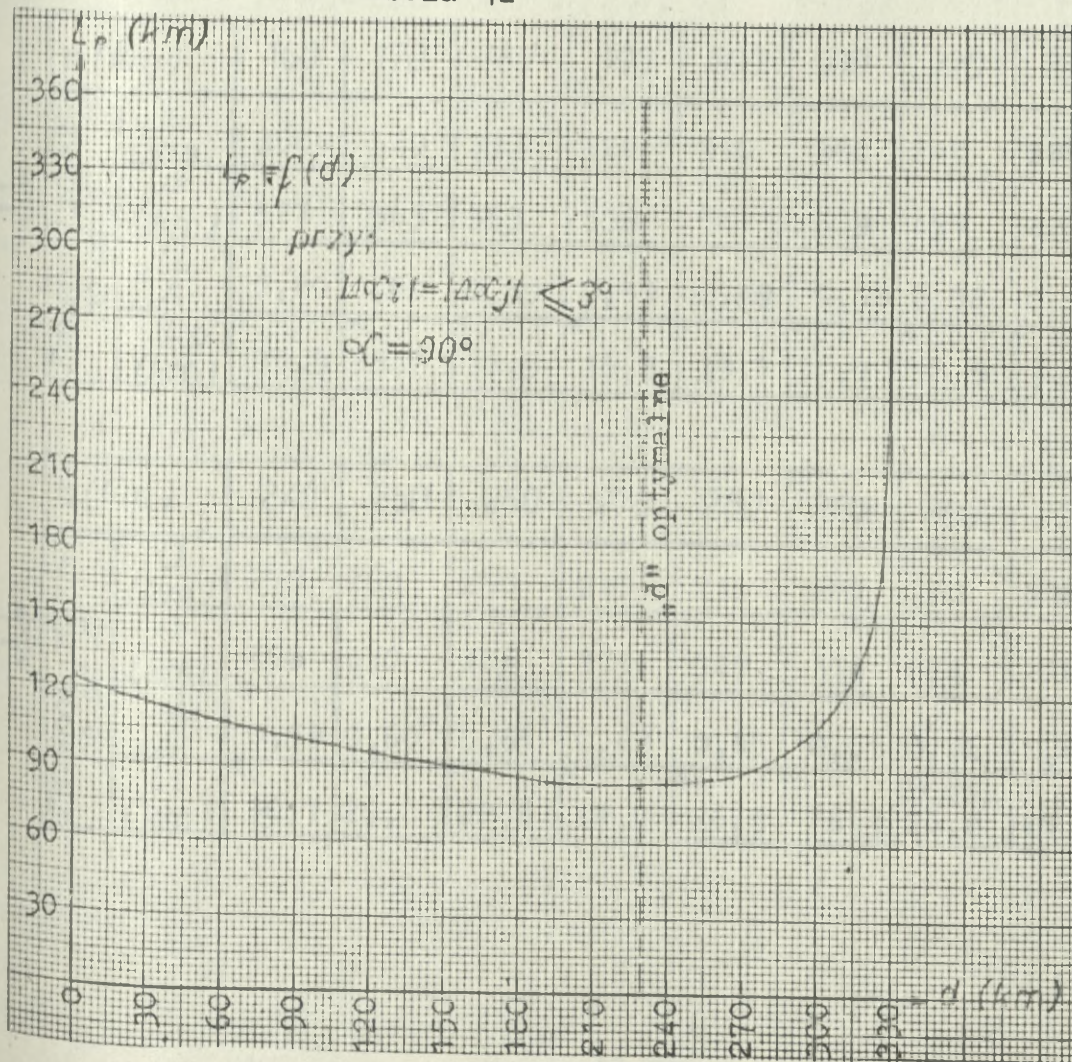
d (km)		160	170	180	190	200	210	220	230
Zmienne zależ- ne od "d"	D (km)	600	590	580	570	560	550	540	530
	A (km)	577	565	553	539	524	509	491	473
	$\frac{D}{A}$	1,03	1,04	1,04	1,05	1,06	1,08	1,09	1,12
	Lp (km)	90,4	89,1	87,9	86,9	86,1	85,3	84,9	Wartość minimalna 84,6

d (km)		240	250	260	270	280	290	300	310
Zmienne zależ- ne od "d"	D (km)	520	510	500	490	480	470	460	450
	A (km)	452	430	406	379	349	314	274	226
	$\frac{D}{A}$	1,14	1,18	1,23	1,29	1,37	1,49	1,67	1,98
	Lp (km)	84,8	85,3	86,3	88,3	91,5	97,2	106,9	126,2

d km		312	314	316	318	320
Zmienne zależ- ne od "d"	D km	448	446	444	442	440
	A km	214	203	190	176	161
	$\frac{D}{A}$	2,08	2,19	2,33	2,50	2,72
	$L_p$ km	133,1	140,3	150,6	164,2	182,5

d (km)		322	324	326	328	330
Zmienne zależ- ne od "d"	D (km)	438	436	434	432	430
	A (km)	144	125	102	72	0
	$\frac{D}{A}$	3,03	3,48	4,23	5,95	??
	$L_p$ (km)	210,5	256,4	354,2	737,2	??

Tabela 42



Wykres 22

d (km)		0	10	20	30	40	50	60	70
Zmienne zależne od "d"	D (km)	510	500	490	480	470	460	450	440
	A (km)	660	659	658	657	655	652	648	644
	$\frac{D}{A}$	0,77	0,75	0,74	0,73	0,71	0,70	0,69	0,68
	Lp (km)	63,8	62,0	60,2	58,4	56,8	55,2	53,6	52,1

d (km)		80	90	100	110	120	130	140	150
Zmienne zależne od "d"	D (km)	430	420	410	400	390	380	370	360
	A (km)	640	634	628	622	614	606	597	587
	$\frac{D}{A}$	0,67	0,66	0,65	0,64	0,63	0,62	0,61	0,61
	Lp (km)	50,6	49,2	47,8	46,4	45,1	43,7	42,4	41,2

d (km)		160	170	180	190	200	210	220	230
Zmienne zależne od "d"	D (km)	350	340	330	320	310	300	290	280
	A (km)	577	565	553	539	524	509	491	473
	$\frac{D}{A}$	0,60	0,60	0,59	0,59	0,59	0,58	0,58	0,59
	Lp (km)	39,9	38,7	37,5	36,3	35,1	34,0	32,9	31,7

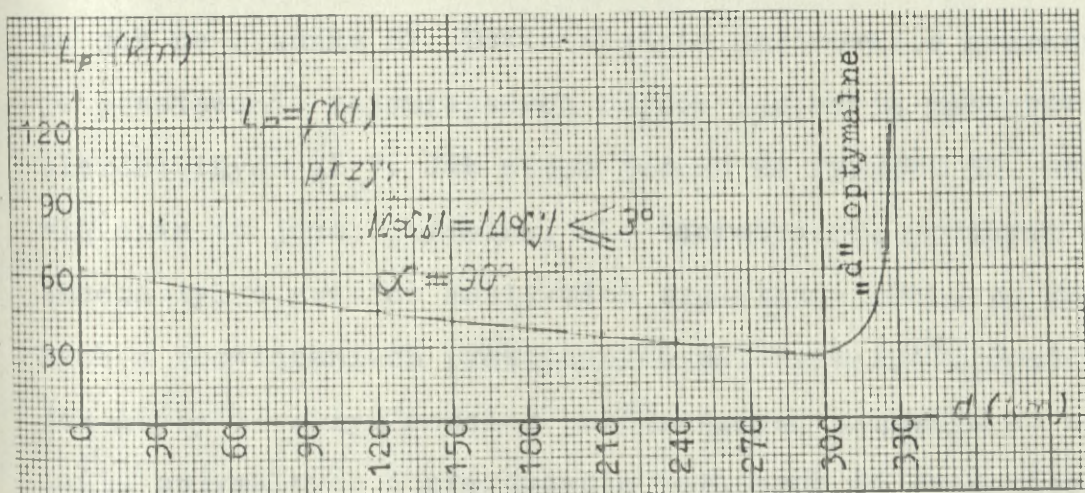
d (km)		240	250	260	270	280	290	300	310
Zmienne zależne od "d"	D (km)	270	260	250	240	230	220	210	200
	A (km)	452	430	406	379	349	314	274	226
	$\frac{D}{A}$	0,59	0,60	0,61	0,63	0,65	0,69	0,76	0,88
	Lp (km)	30,7	29,6	28,6	27,7	26,9	26,3	26,2	27,0

Wartosc minimalna

d km		312	314	316	318	320
Zmienne zależ- ne od "d"	D km	198	196	194	192	190
	A km	214	203	190	176	161
	$\frac{D}{A}$	0,92	0,96	1,02	1,08	1,17
	$L_p$ km	27,5	28,0	28,8	30,0	31,6

d (km)		322	324	326	328	330
Zmienne zależ- ne od "d"	D (km)	188	186	184	182	180
	A (km)	144	125	102	72	0
	$\frac{D}{A}$	1,30	1,48	1,79	2,51	??
	$L_p$ (km)	34,2	38,3	46,2	68,2	??

Tabela 43



Wykres 23

miaru elementarnego „ $L_p$ ” gwarantują:

$A=473$  km;

$D=530$  km;

$\frac{D}{A}=1,12$

Powyższe warunki spełnia każda podstawa namierzania „A”, która jest cięciwą okręgu aproksymującego terytorium kra-

ju, styczną do okręgu o promieniu 230 km /rysunek 56/;

2/ dla obszaru namierzania obejmującego zachodnią część akwenu Morza Bałtyckiego /rysunek 53/ najmniejszy błąd liniowy namiaru elementarnego „ $L_p$ ” gwarantują:

$$A=274 \text{ km};$$

$$D=210 \text{ km};$$

$$\frac{D}{A}=0,76.$$

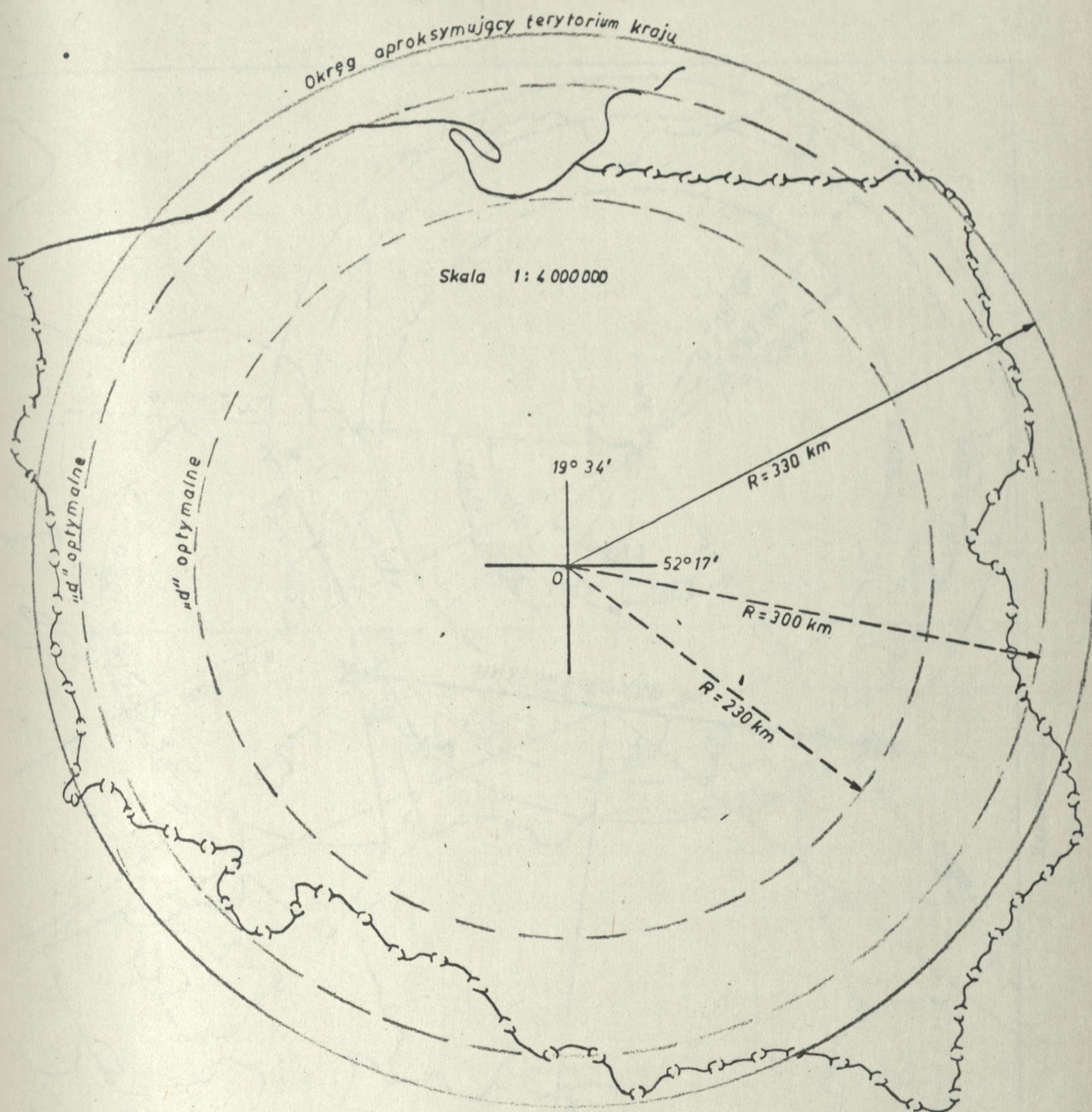
Powyższe warunki spełnia każda podstawa namierzania „A”, która jest cięciwą okręgu aproksymującego terytorium kraju, styczną do okręgu o promieniu 300 km /rysunek 56/.

Z przeprowadzonej analizy wynika, że dla całego zasadniczego obszaru krótkofalowego namierzania radiowego jednolitego systemu rozpoznania radioelektronicznego WP winny być zorganizowane tylko dwie sieci namierzania, usytuowane jak na rysunku 57. Takie właśnie usytuowanie gwarantuje powstawanie najmniejszych błędów liniowych namiarów elementarnych „ $L_p$ ”. Jak widać jednak na rysunku 57, rozwiązanie to jest optymalne, ale teoretyczne, ponieważ wyznacza tylko granice możliwości organizacyjnych, do których w rozwiązaniach praktycznych należy dążyć<sup>x</sup>. Jest więc jak gdyby idealnym modelem porównawczym, służącym do ustalania optymalnych i praktycznie możliwych do osiągnięcia wartości:

- odległości środka podstawy namierzania od środka okręgu aproksymującego terytorium kraju /odległość oznaczona symbolem „d”/;

---

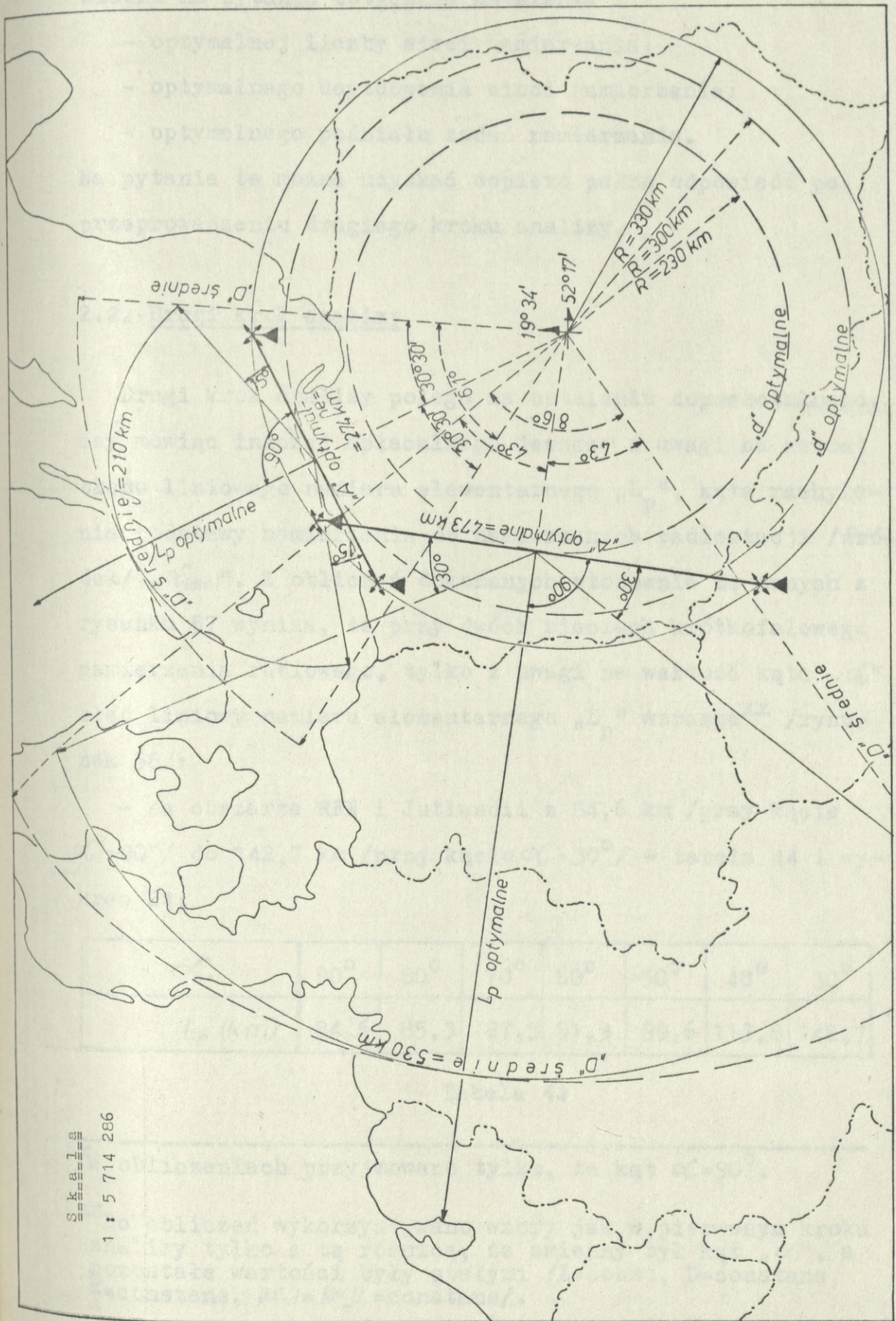
<sup>x</sup>Określenia „teoretyczne” użyto na tej podstawie, że na ogólną liczbę czterech radionamierników /grup namierzania/ trzy rozmieszczone są poza granicami kraju /jeden w Czechosłowacji, a dwa na wodach Morza Bałtyckiego/.



Rysunek 56

- długości podstawy namierzania „A”;
- odległości namierzania „D”;
- stosunku odległości namierzania „D” do podstawy namierzania „A”.

Ponieważ w obliczeniach nie była uwzględniana zmienność kąta nachylenia podstawy namierzania do namierzanych radiostacji „ $\alpha$ ”, dlatego też na podstawie pierwszego kroku analizy nie można jeszcze uzyskać wyczerpującej odpo-



Rysunek 57

wiedzi na pytania dotyczące ustalenia<sup>x</sup>:

- optymalnej liczby sieci namierzania;
- optymalnego usytuowania sieci namierzania;
- optymalnego podziału zadań namierzania.

Na pytania te można uzyskać dopiero pełną odpowiedź po przeprowadzeniu drugiego kroku analizy.

## 2.2. Drugi krok analizy

Drugi krok analizy polega na ustaleniu dopuszczalnego, czy mówiąc inaczej opłacalnego jeszcze z uwagi na wzrost błędu liniowego namiaru elementarnego " $L_p$ ", kąta nachylenia podstawy namierzania do namierzanych radiostacji /źródła/ " $\alpha_{(dop)}$ ". Z obliczeń dokonanych stosownie do danych z rysunku 57 wynika, że przy dwóch sieciach krótkofalowego namierzania radiowego, tylko z uwagi na wartość kąta " $\alpha$ " błąd liniowy namiaru elementarnego " $L_p$ " wzrasta<sup>xx</sup> /rysunek 58/:

- na obszarze RFN i Jutlandii z 84,6 km /przy kącie  $\alpha=90^\circ$ / do 142,7 km /przy kącie  $\alpha=30^\circ$ / - tabela 44 i wykres 24;

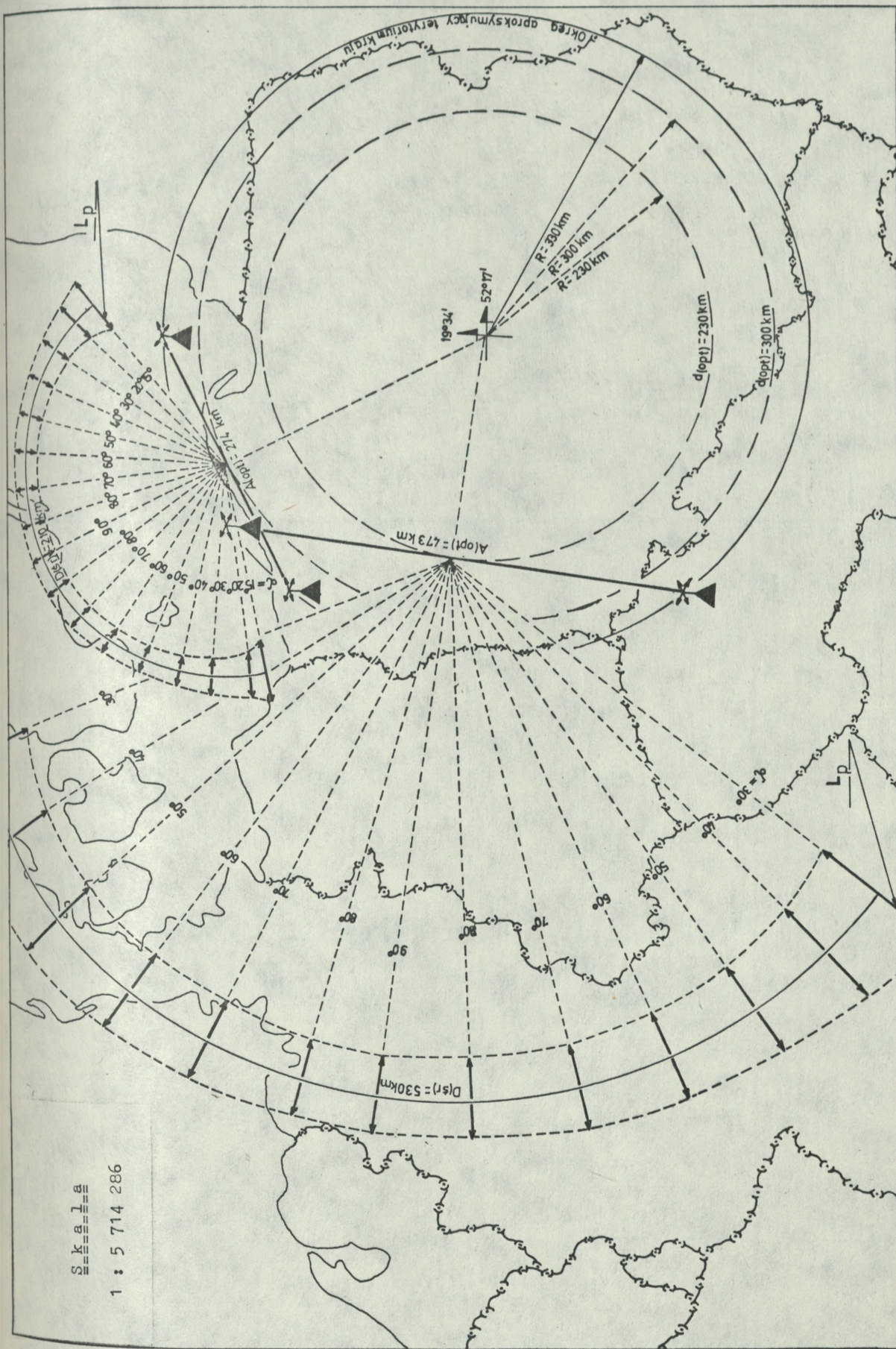
$\alpha$	$90^\circ$	$80^\circ$	$70^\circ$	$60^\circ$	$50^\circ$	$40^\circ$	$30^\circ$
$L_p$ (km)	84,6	85,3	87,5	91,9	99,6	113,8	142,7

Tabela 44

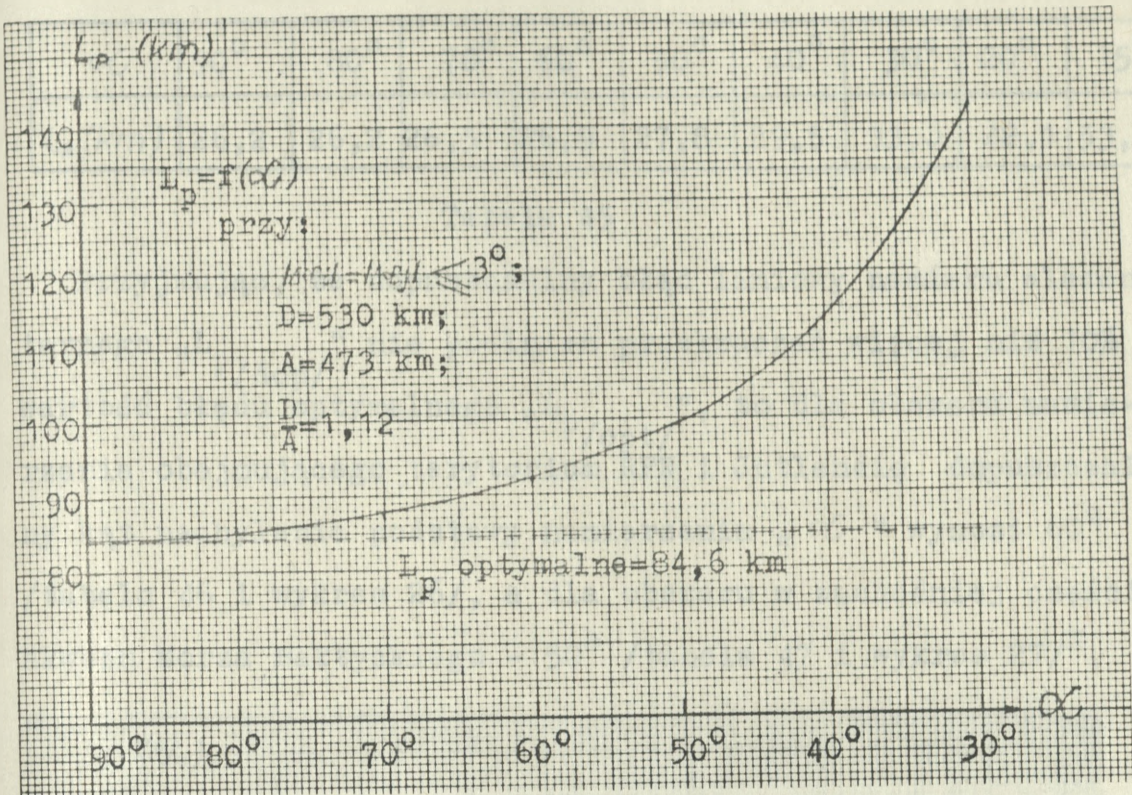
---

<sup>x</sup>W obliczeniach przyjmowano tylko, że kąt  $\alpha=90^\circ$ .

<sup>xx</sup>Do obliczeń wykorzystywano wzory jak w pierwszym kroku analizy tylko z tą różnicą, że zmienny był kąt " $\alpha$ ", a pozostałe wartości były stałymi / $A=\text{const}$ ,  $D=\text{constans}$ ,  $\bar{A}=\text{constans}$ ,  $|\Delta\alpha_i| = |\Delta\alpha_j| = \text{constans}/$ .

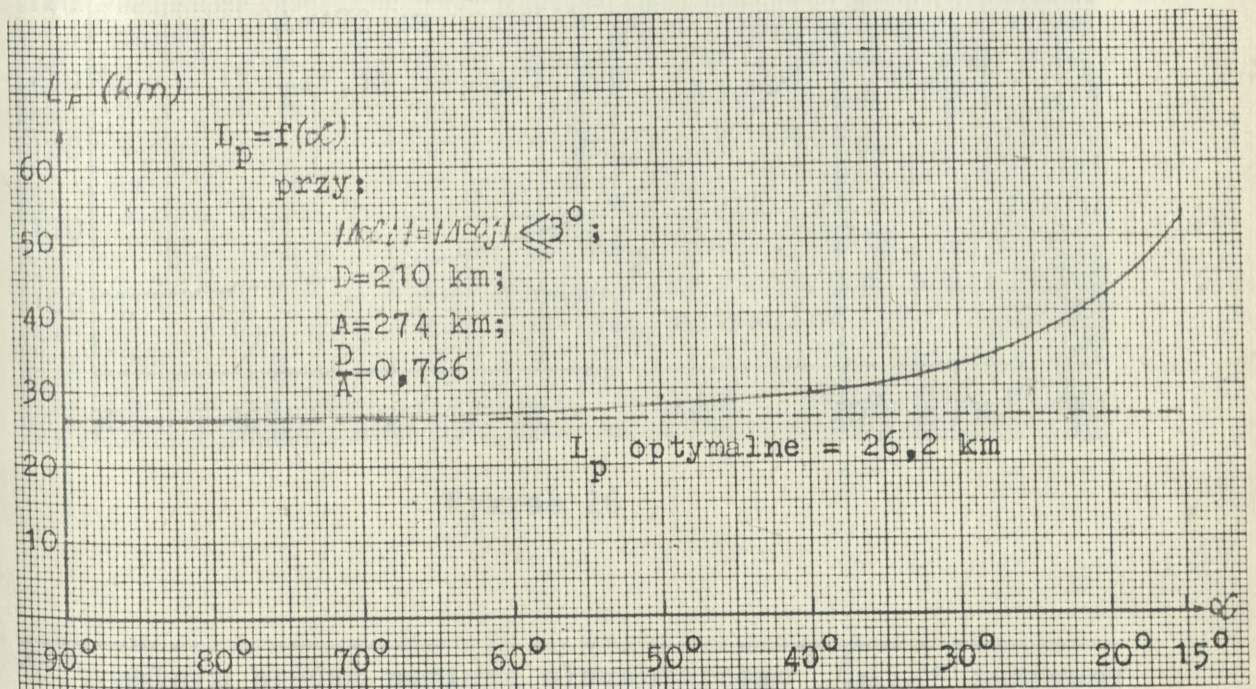


Rysunek 58



Wykres 24

- w zachodniej części akwenu Morza Bałtyckiego z 26,2 km /przy kącie  $\alpha = 90^\circ$ / do 53,5 km /przy kącie  $\alpha = 15^\circ$ / - tabela 45 i wykres 25.

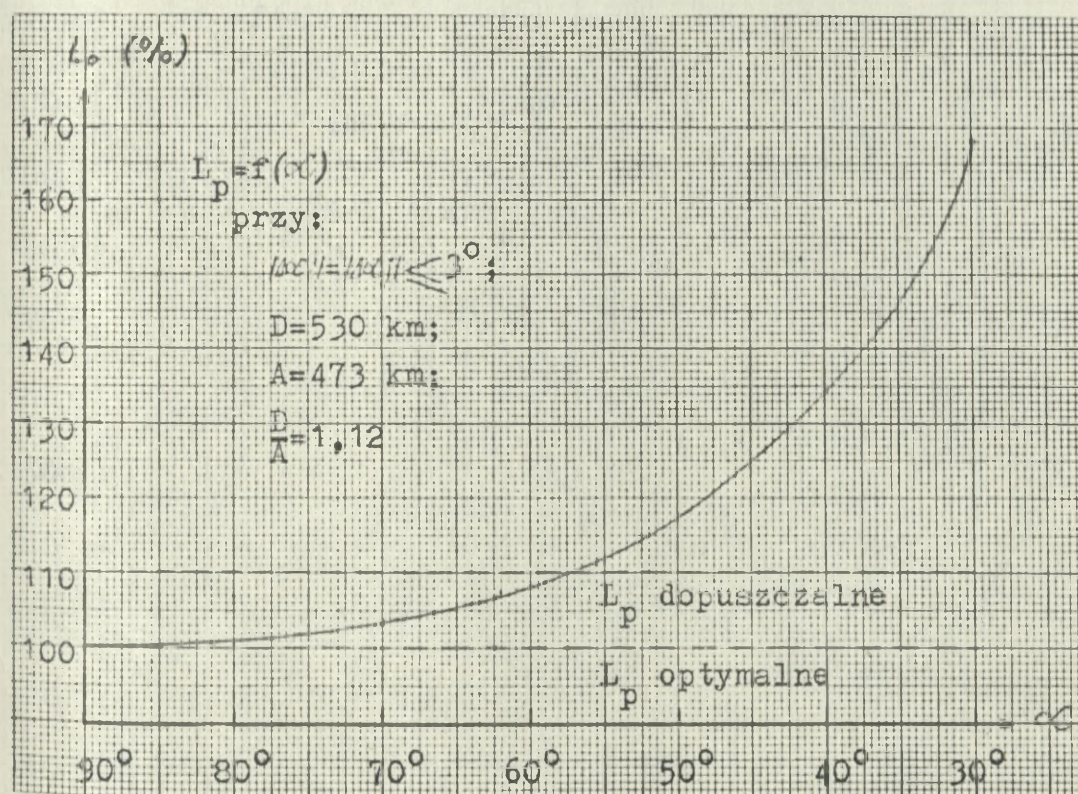


Wykres 25

$\alpha$	90°	80°	70°	60°	50°	40°	30°	20°	15°
$L_p$ (km)	26,2	26,2	26,5	26,9	27,8	29,5	33,0	42,1	53,5

Tabela 45

Przyjmując, że dopuszczalny błąd liniowy namiaru elementarnego " $L_{p/dop/}$ " nie powinien przekraczać więcej niż 10% wartość błędu optymalnego " $L_{p/opt/}$ ", to dla obszaru namierzania obejmującego terytorium RFN i Jutlandię dopuszczalny kąt nachylenia podstawy namierzania " $\alpha$ " wynosi 60° /tabela 46 i wykres 26/, a dla obszaru w zachodniej części akwenu Morza Bałtyckiego - 50° /tabela 47 i wykres 27/<sup>x</sup>.



Wykres 26

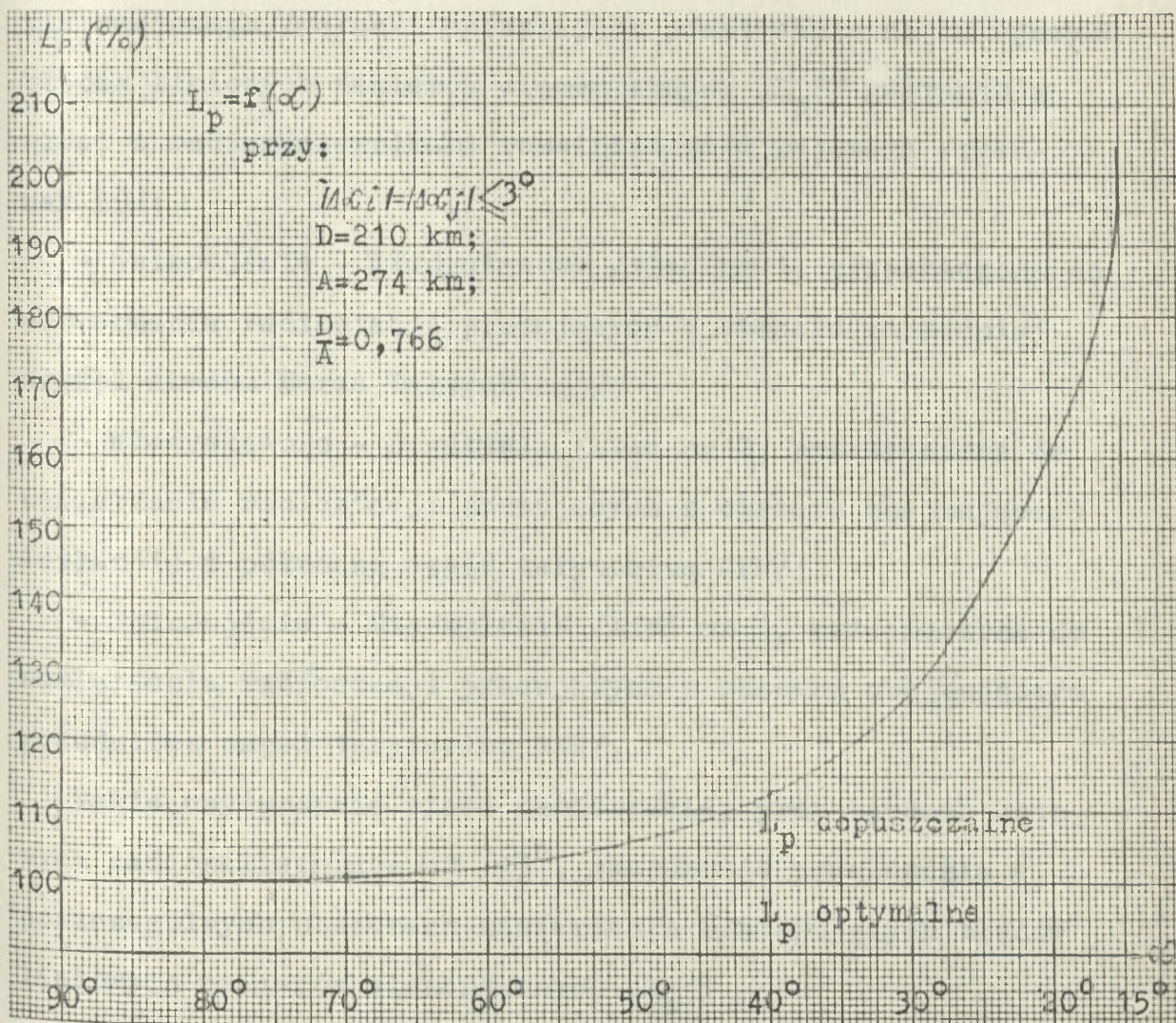
<sup>x</sup>Optymalnym błędem namiaru elementarnego " $L_{p(opt)}$ " nazywany jest taki błąd, który powstaje przy kącie nachylenia podstawy namierzania  $\alpha = 90^\circ$ .

$\alpha$	90°	80°	70°	60°	50°	40°	30°
$L_p$ (%)	100	100,8	103,4	108,6	117,7	134,5	168,6

Tabela 46

$\alpha$	90°	80°	70°	60°	50°	40°	30°	20°	15°
$L_p$ (%)	100	100	101,1	102,6	106,1	112,5	125,9	160,6	204,1

Tabela 47



Wykres 27

Znaczy to, że w pierwszym przypadku obszar namierzania powinien mieścić się w  $60^\circ$  sektorze, a w drugim w  $80^\circ$ . Uwzględniając zatem, że cały zasadniczy obszar namierzania jednolitego systemu rozpoznania radioelektronicznego WP mieści się w  $130^\circ$  sektorze /rysunek 57 lub 58/, to dla potrzeb tego systemu winny być zorganizowane przynajmniej trzy sieci namierzania - dwie na terytorium RFN i Jutlandię, a jedna na zachodnią część akwenu Morza Bałtyckiego. Konfiguracja terytorium kraju i wymogi ustalone w pierwszym kroku analizy określają, iż optymalne warunki krótkofalowego namierzania radiowego /warunki sprzyjające powstawaniu najmniejszych błędów liniowych namiarów elementarnych „L<sub>p</sub>”/ gwarantują sieci z radionamiernikami rozwiniętymi w rejonach /rysunek 59/:

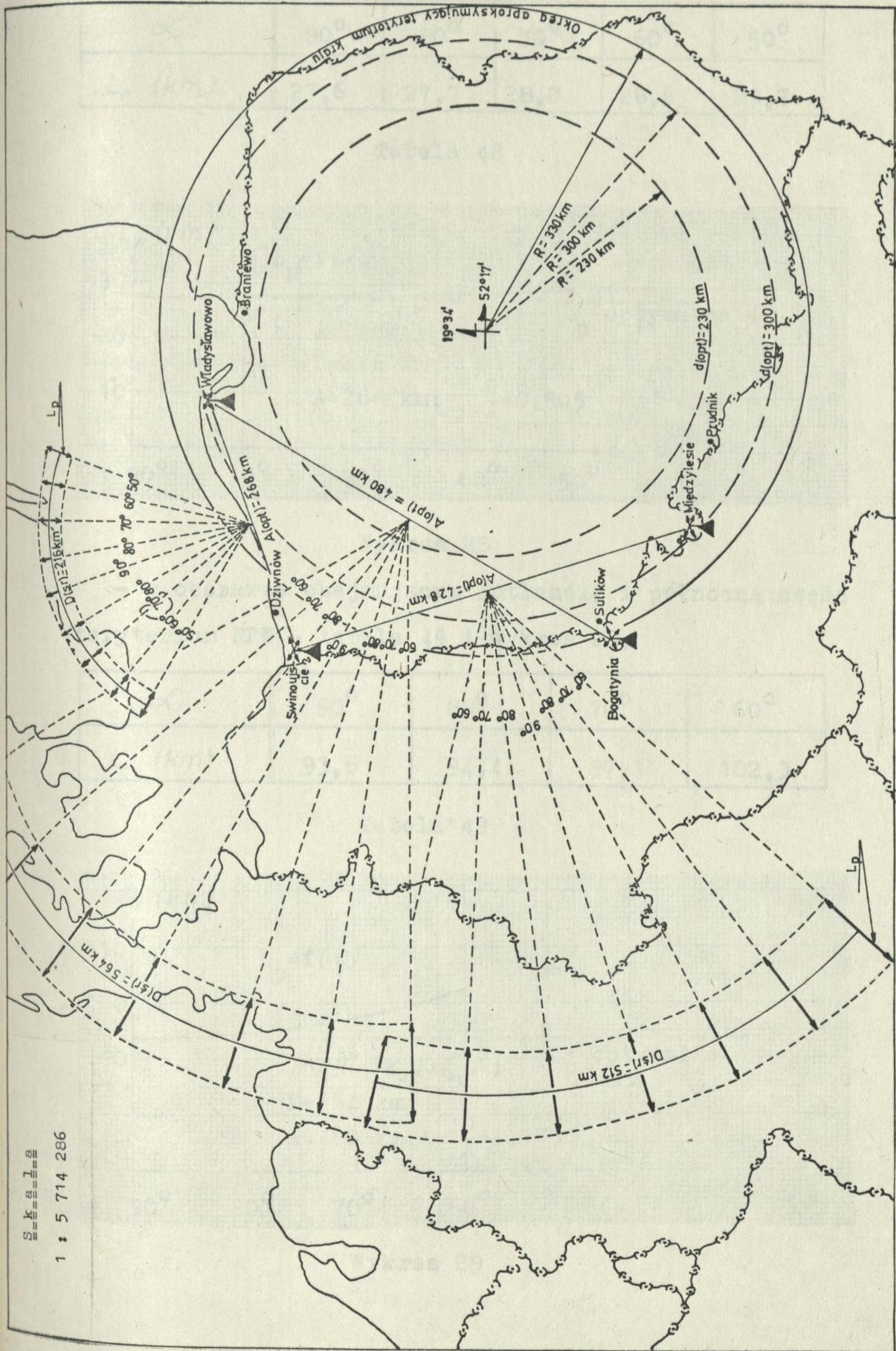
- Świnoujście - Władysławowo /sieć nr 1, przeznaczona do namierzania radiostacji pracujących z obszaru zachodniej części akwenu Morza Bałtyckiego/;

- Władysławowo - Bogatynia /sieć nr 2, przeznaczona do namierzania radiostacji pracujących z obszaru obejmującego Jutlandię i północną część terytorium RFN/;

- Świnoujście - Międzylesie /sieć nr 3, przeznaczona do namierzania radiostacji pracujących z obszaru obejmującego południową część terytorium RFN/.

Takie usytuowanie sieci namierzania, przy błędach kątowych radionamierników  $|\Delta\alpha| \leq 3^\circ$ , gwarantuje powstawanie w poszczególnych obszarach namierzania następujących błędów liniowych namiarów elementarnych „L<sub>p</sub>”:

- w obszarze zachodniej części akwenu Morza Bałtyckiego - tabela 48 i wykres 28;

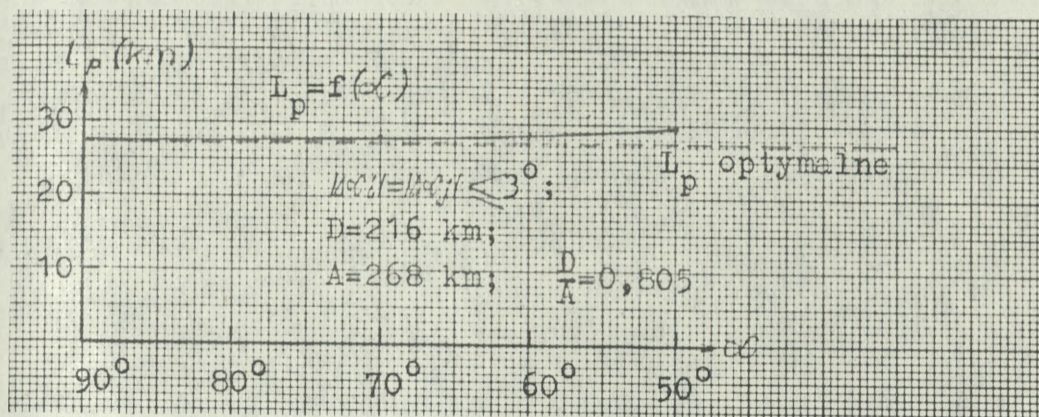


Rysunek 59

Scale  
1 : 5 714 286

$\alpha$	90°	80°	70°	60°	50°
$L_p$ (km)	27,6	27,7	28,0	28,6	29,7

Tabela 48

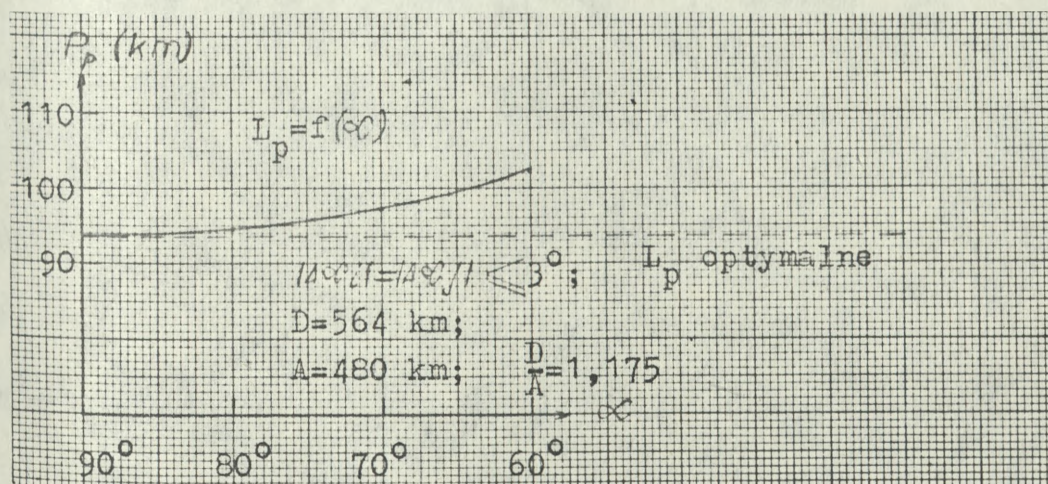


Wykres 28

- w obszarze obejmującym Jutlandię i północną część terytorium RFN - tabela 49 i wykres 29;

$\alpha$	90°	80°	70°	60°
$L_p$ (km)	93,6	94,4	97,1	102,3

Tabela 49

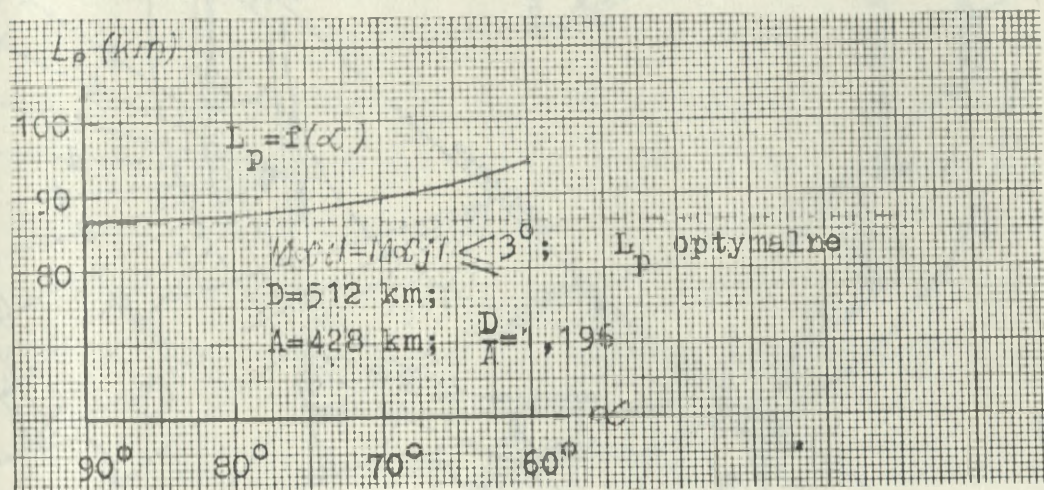


Wykres 29

- w obszarze obejmującym południową część terytorium RFN - tabela 50 i wykres 30.

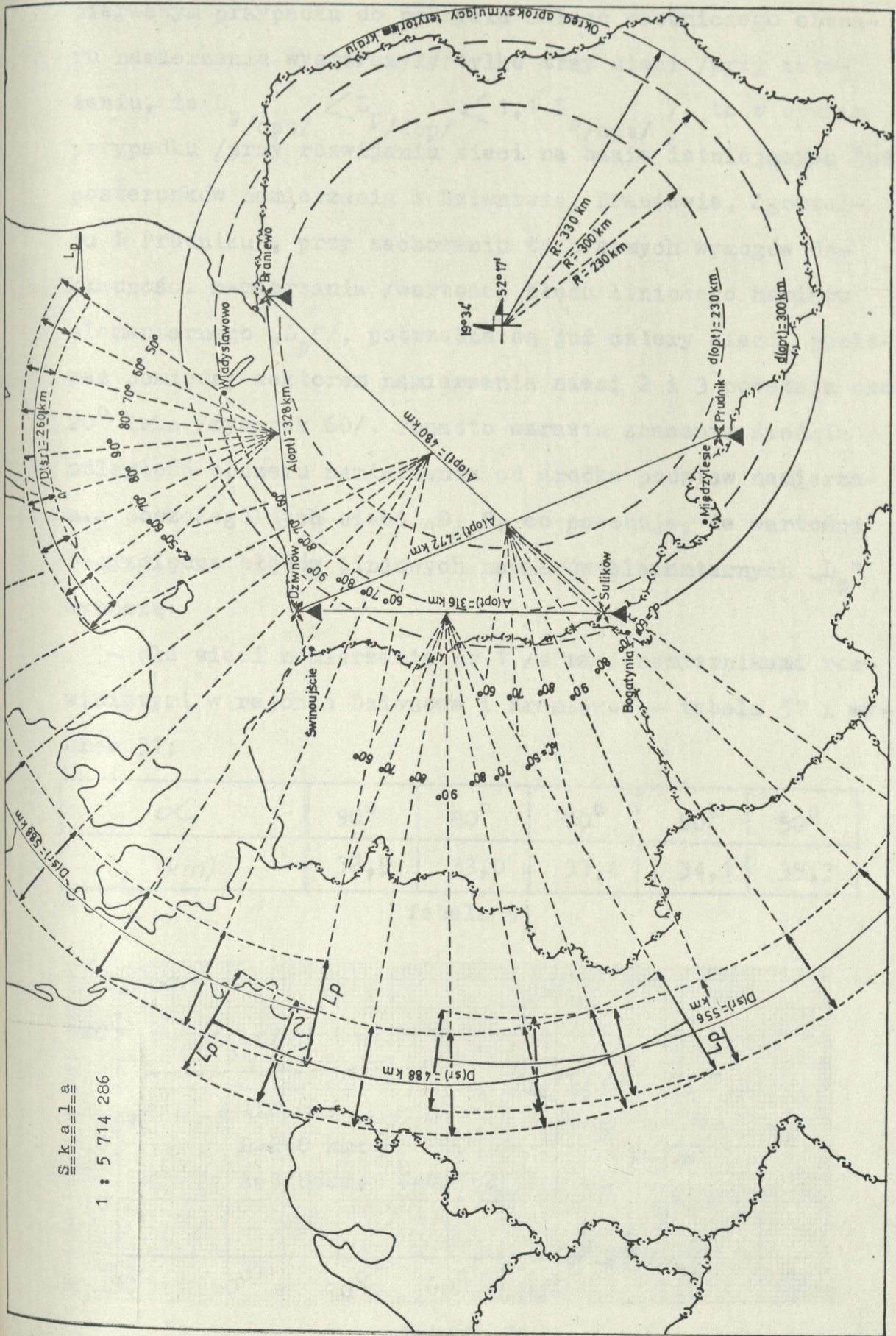
$\alpha$	90°	80°	70°	60°
$L_p$ (km)	86,2	87,0	89,6	94,5

Tabela 50



Wykres 30

W obowiązujących aktach normatywnych stwierdza się, że do zakwaterowania stanów osobowych krótkofalowego namierzenia radiowego jednolitego systemu rozpoznania radioelektronicznego WP należy wykorzystywać istniejące obiekty koszarowe. Porównując zatem usytuowanie sieci namierzenia wynikłe z pierwszego i drugiego kroku analizy /rysunek 59/ z usytuowaniem aktualnym /załącznik 1, strona 51/ nasuwa się refleksja, że nowy system krótkofalowego namierzenia radiowego jednolitego systemu rozpoznania radioelektronicznego WP można by rozwinąć na bazie istniejących już posterunków namierzenia w Dziwnowie, Braniewie, Zgorzelcu i Prudniku /rysunek 60/. Rozwiązanie takie w sposób najprostszymi pozwoliłoby wykonać powyższe zalecenie. Problem jednak komplikuje się o tyle, że jeśli w



S k a l a

1 : 5 714 286

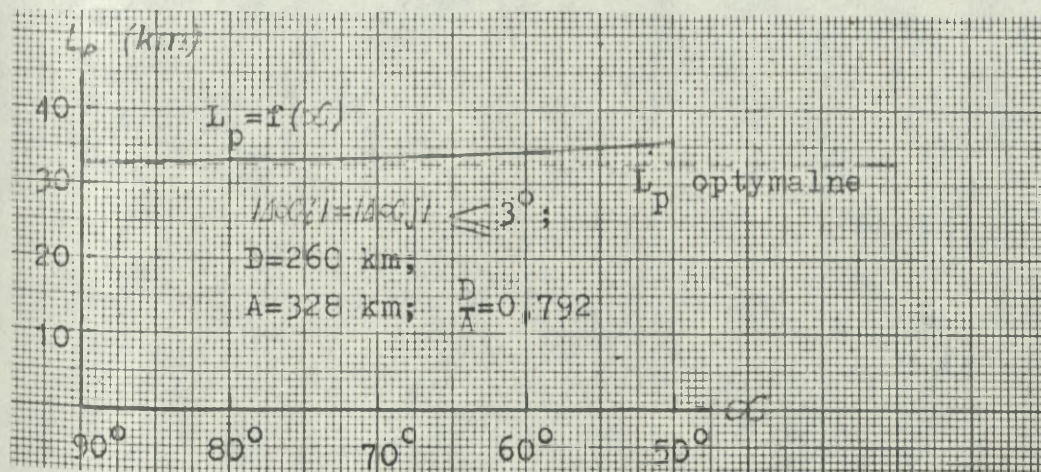
Rysunek 60

pierwszym przypadku do pokrycia całego zasadniczego obszaru namierzania wystarczyły tylko trzy sieci /przy założeniu, że  $L_{p/opt} / < L_{p/dop} / < 1,1 L_{p/opt} /$ , to w drugim przypadku /przy rozwijaniu sieci na bazie istniejących już posterunków namierzania w Dziwnowie, Braniewie, Zgorzelcu i Prudniku/, przy zachowaniu tych samych wymogów dokładności namierzania /wartości błędu liniowego namiaru elementarnego „ $L_p$ ”/, potrzebne są już cztery sieci, ponieważ pomiędzy sektorem namierzania sieci 2 i 3 powstaje około  $20^\circ$  luka /rysunek 60/. Ponadto wzrasta znacznie średnia odległość obszaru namierzania od środka podstaw namierzania poszczególnych sieci „ $D_{sr}$ ”, co powoduje, że wartości bezwzględne błędów liniowych namiarów elementarnych „ $L_p$ ” wynoszą:

- dla sieci namierzania nr 1 /z radionamiernikami rozwiniętymi w rejonie Dziwnowa i Braniewa/ - tabela 51 i wykres 31;

$\alpha$	$90^\circ$	$80^\circ$	$70^\circ$	$60^\circ$	$50^\circ$
$L_p$ (km)	32,9	33,0	33,4	34,1	35,3

Tabela 51

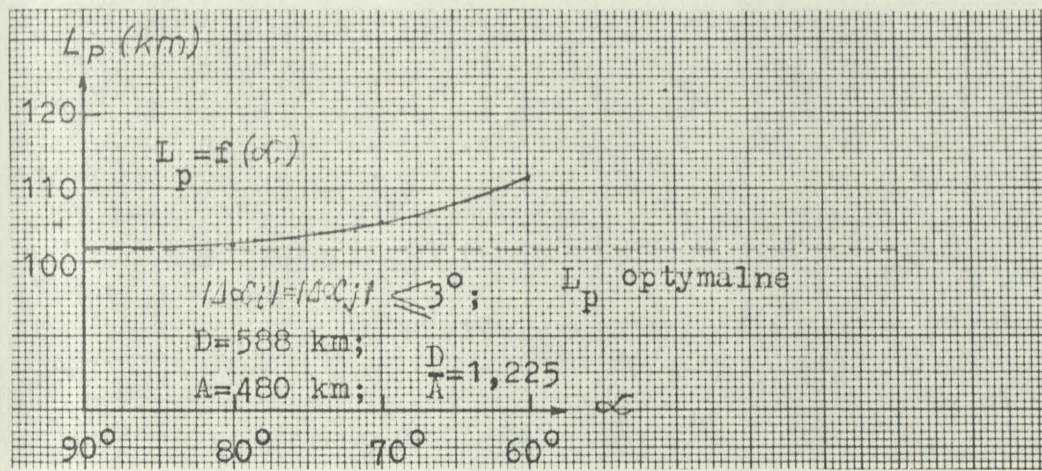


Wykres 31

- dla sieci namierzania nr 2 /z radionamiernikami rozwiniętymi w rejonie Braniewa i Sulikowa/ - tabela 52 i wykres 32;

$\alpha$	90°	80°	70°	60°
$L_p$ (km)	101,1	102,0	105,1	111,1

Tabela 52

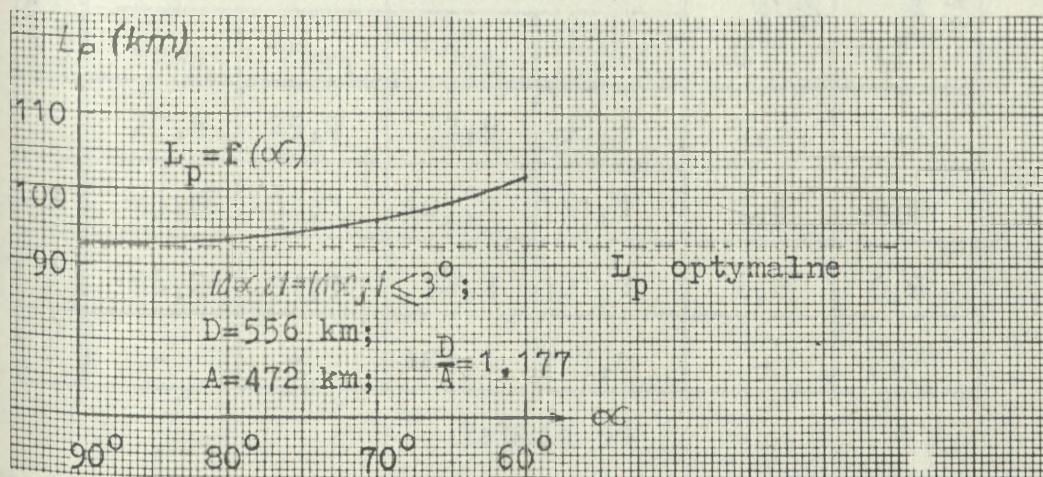


Wykres 32

- dla sieci namierzania nr 3 /z radionamiernikami rozwiniętymi w rejonie Dziwnowa i Prudnika/ - tabela 53 i wykres 33;

$\alpha$	90°	80°	70°	60°
$L_p$ (km)	92,4	93,3	95,9	101,1

Tabela 53

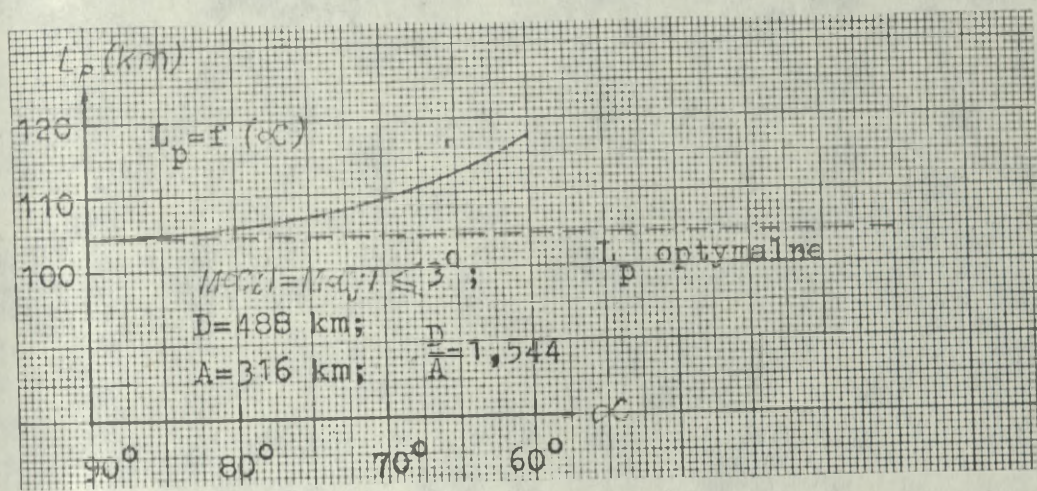


Wykres 33

- dla sieci namierzania nr 4 /z radionamiernikami rozwiniętymi w rejonie Dziwnowa i Zgorzelca/ - tabela 54 i wykres 34/.

$\infty$	$90^\circ$	$80^\circ$	$70^\circ$	$60^\circ$
$L_p$ (km)	104,1	105,4	109,6	117,8

Tabela 54



Wykres 34

Nazywając wariantem 1 rozwiązanie przedstawione na rysunku 59, a wariantem 2 na rysunku 60 i porównując wartości bezwzględne błędów liniowych namiarów elementarnych " $L_p$ " właściwe wariantowi 1 i wariantowi 2 /tabela 55/ dochodzi

NUMER SIECI NAMIERZANIA	$L_p$ (km)				$L_{P(opt)2} - L_{P(opt)1}$ (km)	$L_{P(dop)2} - L_{P(dop)1}$ (km)
	Wariant 1		Wariant 2			
	$L_{P(opt)1}$	$L_{P(dop)1}$	$L_{P(opt)2}$	$L_{P(dop)2}$		
1	27,6	29,7	32,9	35,3	5,3	5,6
2	93,6	102,3	101,1	111,1	7,5	8,8
3	86,2	94,5	92,4	101,1	6,2	6,6
4	-	-	104,1	117,8	-	-

Tabela 55

się do wniosku, że usytuowanie sieci krótkofalowego namierzania radiowego w wariancie 1 jest znacznie korzystniejsze z uwagi na:

- mniejszy średnio o 6,3 km optymalny błąd liniowy namiaru elementarnego " $L_{P/opt/}$ ";
- mniejszy średnio o 7 km dopuszczalny błąd liniowy namiaru elementarnego " $L_{P/dop/}$ ";
- mniejszą liczbę sieci namierzania.

3. Wpływ obciążenia krótkofalowego namierzania radiowego jednolitego systemu rozpoznania radioelektronicznego WP na organizację systemu namierzania

Krótkofalowe namierzanie radiowe jednolitego systemu rozpoznania radioelektronicznego WP powinno być tak zorganizowane, aby w okresie największej aktywności elektromagnetycznej rozpoznawanego przeciwnika miało stworzone jak najdogodniejsze warunki do namierzania wszystkich jego pracujących radiostacji.

W ciągu szesnastu lat funkcjonowania jednolitego systemu rozpoznania radioelektronicznego WP /1967-1983 rok/ największą aktywność elektromagnetyczną rozpoznawanego przeciwnika zarejestrowano w 1979 roku<sup>x</sup>. W tym czasie /w 1979 roku/ na środkowo- i północnoeuropejskim TDW było rozgrywanych 106 różnego rodzaju ćwiczeń narodowych i połączonych sił zbrojnych NATO, w tym między innymi

---

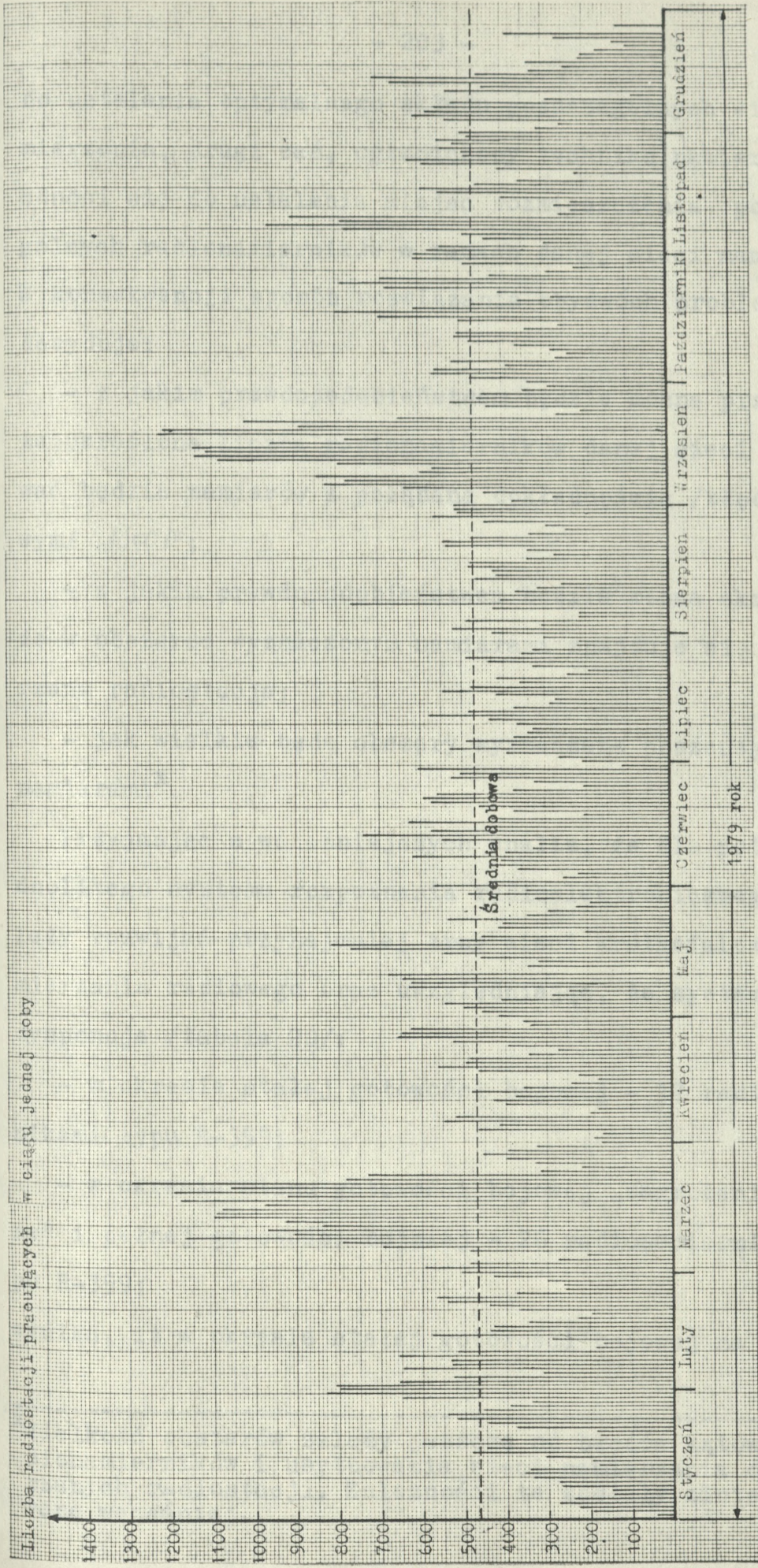
<sup>x</sup> Stwierdzono na podstawie analizy dobowych meldunków oficerów dyżurnych stanowiska koordynacji jednolitego systemu rozpoznania radioelektronicznego WP /meldunki dostępne są w archiwum Zarządu II Sztabu Generalnego WP/.

„WINTEX/CIMEX-79” oraz „AUTUMN FORGE” /załącznik 1, strona 245-257 oraz wykres 13/. Zabezpieczenie tak intensywnej działalności militarno-szkoleniowej powodowało, że średnio w ciągu doby istniała potrzeba namierzenia 467 krótkofalowych radiostacji przeciwnika. Natomiast w okresach największego nasilenia pracy środków radioelektronicznych potrzeby te wzrastały do około 1200 namiarów na dobę /potrzeby namierzenia występujące w poszczególnych dniach 1979 roku - wykres 35/.

Z badań /załącznik 1, strona 206-244/ wynika, że jedna sieć krótkofalowego namierzenia radiowego jednolitego systemu rozpoznania radioelektronicznego WP może namierzyć w ciągu godziny 17 radiostacji przeciwnika, czyli w ciągu doby może wykonać tych namiarów 408, a stąd wypływa wniosek, że potrzeby jednolitego systemu rozpoznania radioelektronicznego WP występujące w zakresie krótkofalowego namierzenia radiowego mogą pokryć trzy sieci /trzy sieci krótkofalowego namierzenia radiowego mogą wykonać w ciągu doby 1224 namiary/.

4. Wpływ istniejącego stanu sił i środków oraz techniki namierzenia na organizację sieci krótkofalowego namierzenia radiowego jednolitego systemu rozpoznania radioelektronicznego WP

Istniejący stan sił i środków oraz technika namierzenia determinują w sposób zasadniczy zakres rozwiązań dwóch bardzo istotnych problemów związanych z lokalizacją krótkofalowych radiostacji przeciwnika w ramach jednolitego systemu rozpoznania radioelektronicznego WP. Pierwszy z nich, ograniczony tylko stanem sił i środków, odnosi się



Wykres 35

do ustalania optymalnego składu poszczególnych sieci namierzenia, drugi zaś, ograniczony techniką namierzenia, odnosi się do ustalania miejsc rozmieszczenia poszczególnych radionamierników w ramach danej sieci namierzenia. W konsekwencji sposób rozwiązania obydwóch problemów zdecydowanie:

- z jakim prawdopodobieństwem będzie można przyjmować, że określona liczba radionamierników danej sieci dokonywać będzie namiarów z pożądaną dokładnością /błędem kątowym/ „ $\Delta\alpha$ ”;

- z jakim prawdopodobieństwem będzie można określać, że w obszarze wyznaczonym namiarami znajduje się namierzana radiostacja;

- jak wielkie będą obszary wyznaczane poszczególnymi namiarami<sup>x</sup>.

Przyjmując z wcześniejszych analiz, że dla potrzeb jednolitego systemu rozpoznania radioelektronicznego WP należy rozwijać przynajmniej trzy sieci krótkofalowego namierzenia radiowego oraz uwzględniając, że system ten dysponuje /tabela 20/:

- w okresie stałej gotowości bojowej - 17 radionamiernikami typu R-359;

- w okresie stanu gotowości bojowej „zagrożenie wojenne” i pełnej gotowości bojowej - 26 radionamiernikami typu R-359;

wynika, iż w okresie stałej gotowości bojowej na bazie

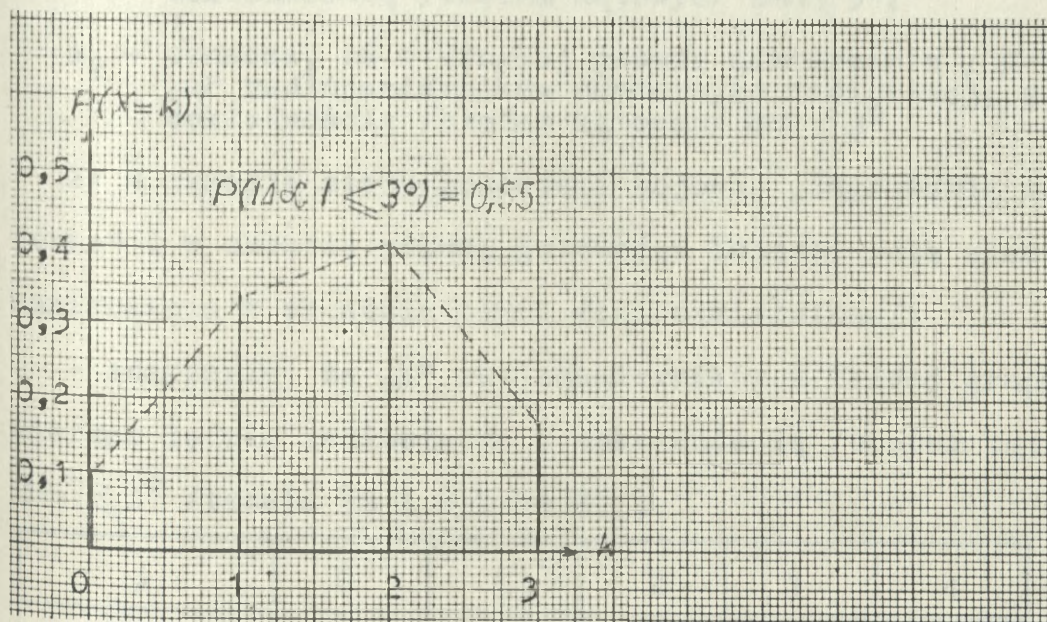
---

<sup>x</sup>Wielkość obszarów zależy jeszcze od błędów kątowych radionamierników i usytuowania sieci namierzenia do namierzanych radiostacji. Zależności te zostały zinterpretowane wcześniej.

istniejącego sprzętu można organizować sieci w składzie pięcio- i sześcioradionamiernikowym, natomiast począwszy od stanu gotowości bojowej „zagrożenie wojenne” skład ten może wzrosnąć do ośmiu - dziewięciu radionamierników. Uwzględniając przy tym istniejącą technikę namierzania /błąd kątowy radionamierników  $|\Delta\alpha| \leq 3^\circ$ , przy prawdopodobieństwie  $p=0,55$  - załącznik 1, strona 5-49/ i koncepcję rozwijania radionamierników sieci tylko w dwóch grupach /słuszność koncepcji rozwijania radionamierników sieci tylko w dwóch grupach udowodniona została w podrozdziale „B” rozdziału I/ oraz posługując się aparatem matematycznym proponowanym w podrozdziale „B” rozdziału I można oczekiwać następujących efektów namierzania:

1/ w okresie stałej gotowości bojowej /dla sieci namierzania w składzie sześciu radionamierników/:

- zdarzenia, że „k” radionamierników z każdej grupy namierzać będzie radiostacje z dokładnością  $|\Delta\alpha| \leq 3^\circ$  /tabela 56 i wykres 36/;



Wykres 36

$k$	0	1	2	3
$P(X=k)$	0,091	0,334	0,408	0,167

Tabela 56

- prawdopodobieństwa  $P(R_S)$  oznaczającego, że w obszarach „ $R_S$ ” wyznaczanych „ $a$ ” namiarami znajdować się będą namierzane radiostacje /tabela 57/;

		$P(R_S)$		
$a_2 \backslash a_1$		1	2	3
1		0,3025	0,44	0,5005
2		0,44	0,64	0,728
3		0,5005	0,728	0,8281

Tabela 57

Gdzie:

$a_1$  - oznacza, że w pierwszej grupie namierzenia /GN-1/ „ $a_1$ ” radionamierników namierzyło radiostację z dokładnością /błędem kątowym/  $|\Delta\alpha| \leq 3^\circ$ ;

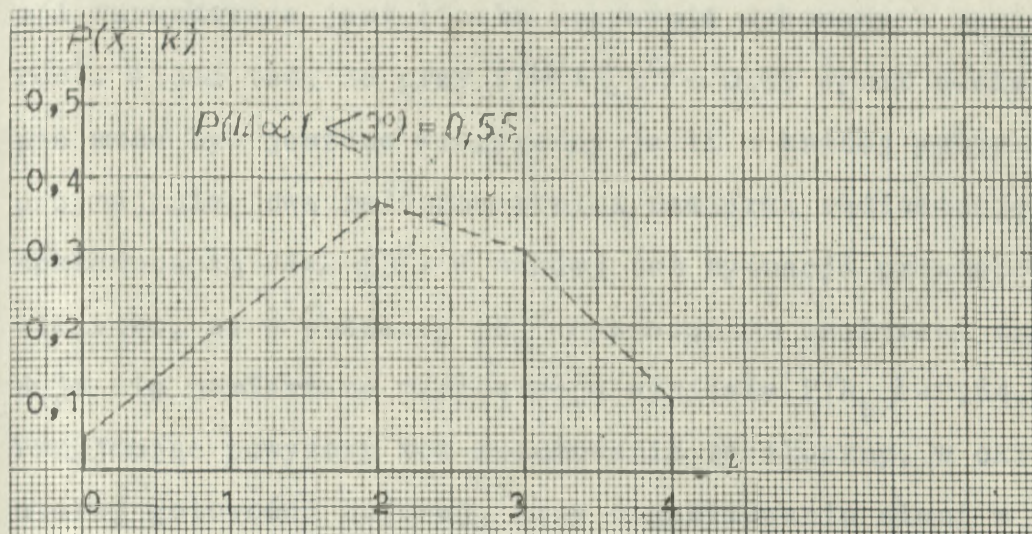
$a_2$  - oznacza, że w drugiej grupie namierzenia /GN-2/ „ $a_2$ ” radionamierników namierzyło radiostację z dokładnością /błędem kątowym/  $|\Delta\alpha| \leq 3^\circ$ .

2/ w okresie stanu gotowości bojowej „zagrożenie wojenne” i w okresie pełnej gotowości bojowej /dla sieci namierzenia w składzie ośmiu radionamierników/:

- zdarzenia, że „ $k$ ” radionamierników z każdej grupy namierzać będzie radiostacje z dokładnością /błędem kątowym/  $|\Delta\alpha| \leq 3^\circ$  /tabela 58 i wykres 37/;

$k$	0	1	2	3	4
$P(X=k)$	0,041	0,2004	0,3675	0,2995	0,0916

Tabela 58



Wykres 37

- prawdopodobieństwa  $P(R_s)$  oznaczającego, że w obszarach „ $R_s$ ” wyznaczanych „ $a$ ” namiarami znajdować się będą namierzone radiostacje /tabela 59/.

		$P(R_s)$			
		1	2	3	4
$a_2 \backslash a_1$					
	1	0,3025	0,44	0,5005	0,528
	2	0,44	0,64	0,728	0,768
	3	0,505	0,728	0,8281	0,8736
	4	0,528	0,768	0,8736	0,9216

Tabela 59

Gdzie:

$a_1$  - oznacza, że w pierwszej grupie namierzenia /GN-1/ „ $a_1$ ” radionamierników namierzyło radiostację z dokładnością /błędem kątowym/  $|\Delta\alpha| \leq 3^\circ$ ;

$a_2$  - oznacza, że w drugiej grupie namierzenia /GN-2/ „ $a_2$ ” radionamierników namierzyło radiostację z dokładnością /błędem kątowym/  $|\Delta\alpha| \leq 3^\circ$ .

Z analizy wyników zawartych w tabelach 56-59 oraz na wykresach 36 i 37 wynika, że ufność lokalizacji radiosta-

cji warunkowana jest liczbą poprawnie wykonanych namiarów<sup>x</sup>. Widać też, że przy  $P(|\Delta\alpha| \leq 3^\circ) = 0,55$  wynik namierzenia może być jeszcze wiarygodny jeśli z każdej grupy /GN/ przynajmniej dwa radionamierniki namierzą radiostację z dokładnością  $|\Delta\alpha| \leq 3^\circ$ . W takiej też sytuacji prawdopodobieństwo, że w obszarze „R<sub>g</sub>” wyznaczonym namiarami znajduje się namierzana radiostacja wyniesie  $P(R_g) = 0,64$ . Przyjmując powyższy tok rozumowania za słuszny, w okresie stałej gotowości bojowej, przy organizowaniu sieci w składzie sześciu radionamierników /po trzy radionamierniki w grupie namierzenia/ prawdopodobieństwo zaistnienia takiego zdarzenia, że po dwa radionamierniki z każdej grupy namierzą radiostację z pożądaną dokładnością /błędem kątowym/ jest zbyt małe, bo wynosi zaledwie 0,575 /tabela 56 i wykres 36/. Znacznie lepiej problem ten kształtuje się dla sieci w składzie ośmiu radionamierników /po cztery radionamierniki w grupie namierzenia/. Prawdopodobieństwo, że w sieci tej przynajmniej po dwa radionamierniki z każdej grupy namierzą radiostację z dokładnością  $|\Delta\alpha| \leq 3^\circ$  wynosi już 0,7586 /tabela 58 i wykres 37/. Wynika też stąd wniosek, że lepsze rezultaty namierzenia można osiągnąć poprzez zwiększenie liczby radionamierników w sieci. W warunkach jednolitego systemu rozpoznania radioelektronicznego WP zwiększenie liczebności radionamierników w sieciach można osiągnąć poprzez wykorzystanie obydwóch stanowisk namierzenia. Nie można tego czynić na wszystkich radionamiernikach, lecz tylko na wybranych. Cofając się do poprzed-

---

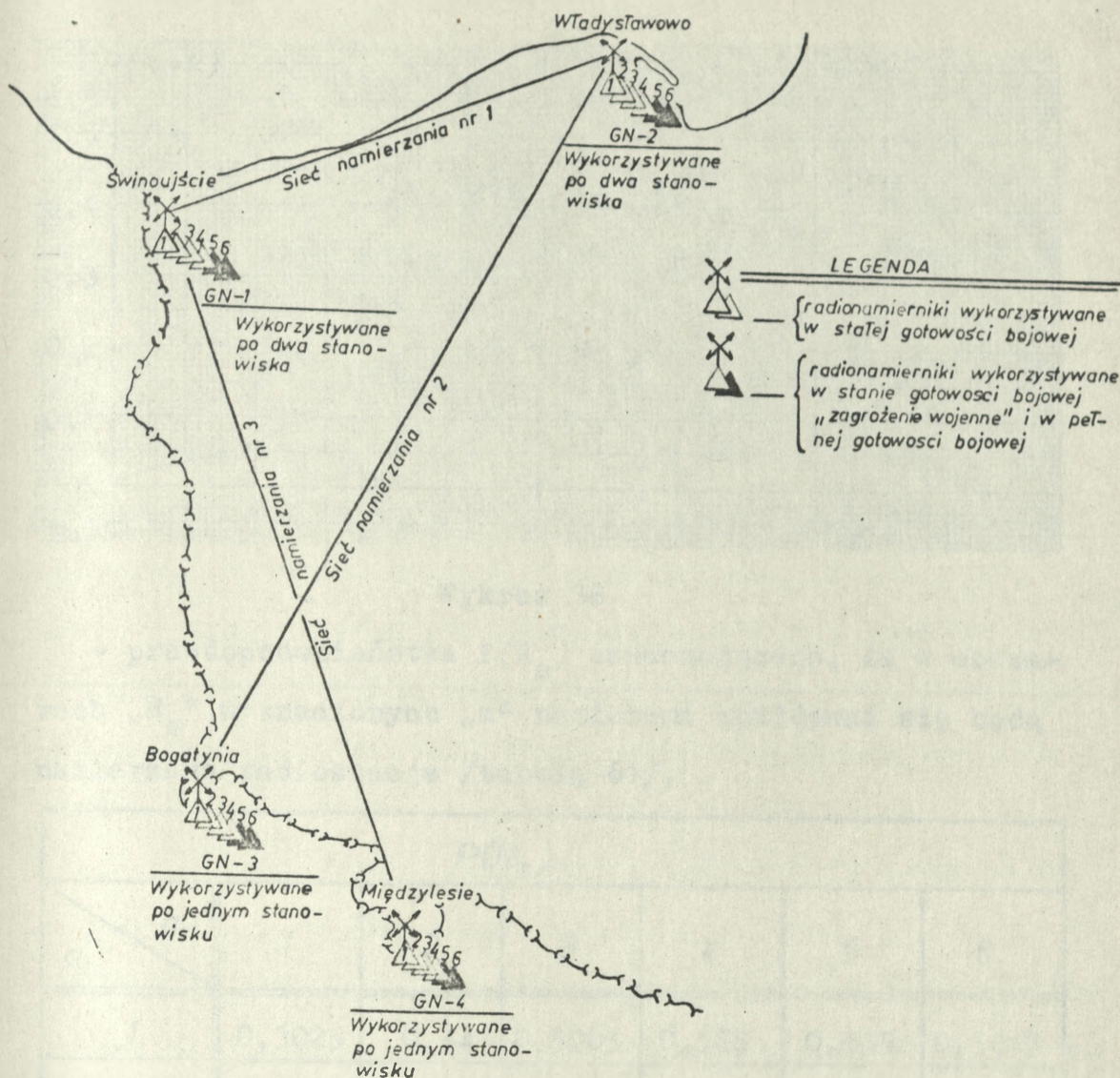
<sup>x</sup>Za namiar poprawny uważany jest taki, którego błąd kątowy „ $|\Delta\alpha|$ ” nie przekroczył ustalonej wcześniej wartości.

niego punktu /wpływ usytuowania obszaru namierzania na organizację krótkofalowego namierzania radiowego jednolitego systemu rozpoznania radioelektronicznego WP/ wiadać, że usytuowanie sieci namierzania 2 i 3 /rysunek 59/ jest tak korzystne, ponieważ w grupach namierzania rozwiniętych w rejonach Świnoujścia i Władysławowa można wykorzystywać obydwa stanowiska namierzania. Jedno stanowisko do namierzania radiostacji pracujących z terytorium RFN i Jutlandii, a drugie z zachodniej części akwenu Morza Bałtyckiego. W konsekwencji przy istniejącym potencjale środków /17 radionamierników w stałej gotowości bojowej i 26 radionamierników począwszy od stanu gotowości bojowej „zagrożenie wojenne”/ można zwiększyć liczebność sieci namierzania. Istnieją więc warunki, aby w okresie stałej gotowości bojowej organizować sieci ośmioradionamiernikowe /po cztery radionamierniki w grupie namierzania/, a w stanie gotowości bojowej „zagrożenie wojenne” i w okresie pełnej gotowości bojowej dwunastoradionamiernikowe /po sześć radionamierników w grupie namierzania/ - rysunek 61. W związku z powyższym można oczekiwać następujących efektów namierzania:

1/ w okresie stałej gotowości bojowej /dla sieci namierzania w składzie ośmiu radionamierników/:

- zdarzenia, że „k” radionamierników z każdej grupy namierzać będzie radiostacje z dokładnością /błędem kątowym/  $|\Delta\alpha| \leq 3^\circ$  /tabela 58 i wykres 37/;

- prawdopodobieństwa  $P(R_S)$  oznaczającego, że w obszarach „ $R_S$ ” wyznaczanych „a” namiarami znajdować się będą namierzane radiostacje /tabela 59/;



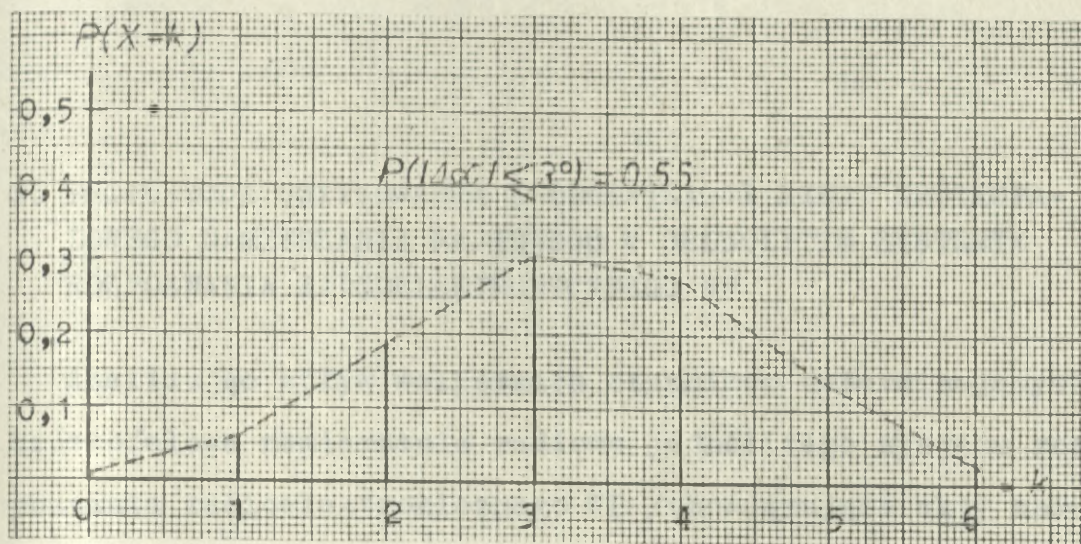
Rysunek 61

2/ w okresie gotowości bojowej „zagrożenie wojenne” i w pełnej gotowości bojowej /dla sieci namierzania w składzie dwunastu radionamierników/:

- zdarzenia, że „k” radionamierników z każdej grupy namierzać będzie radiostacje z dokładnością /błędem kątowym/  $|\Delta\alpha| \leq 3^\circ$  /tabela 60 i wykres 38/;

k	0	1	2	3	4	5	6
P(X=k)	0,0084	0,0608	0,186	0,3033	0,2779	0,1359	0,0277

Tabela 60



Wykres 38

- prawdopodobieństwa  $P(R_s)$  oznaczającego, że w obszarach „ $R_s$ ” wyznaczonych „ $a$ ” namiarami znajdować się będą namierzane radiostacje /tabela 61/.

		$P(R_s)$					
$a_2 \backslash a_1$		1	2	3	4	5	6
1		0,3025	0,44	0,5005	0,528	0,539	0,5445
2		0,44	0,64	0,728	0,768	0,784	0,792
3		0,505	0,728	0,8281	0,8736	0,8918	0,9009
4		0,528	0,768	0,8736	0,9216	0,9408	0,9504
5		0,539	0,5445	0,8918	0,9408	0,9604	0,9702
6		0,5445	0,792	0,9009	0,9504	0,9702	0,9801

Tabela 61

Gdzie:

$a_1$  - oznacza, że w pierwszej grupie namierzenia /GN-1/ „ $a_1$ ” radionamierników namierzyło radiostację z dokładnością /błędem kątowym/  $|\Delta\alpha| \leq 3^\circ$ ;

$a_2$  - oznacza, że w drugiej grupie namierzenia /GN-2/ „ $a_2$ ” radionamierników namierzyło radiostację z dokładnością /błędem kątowym/  $|\Delta\alpha| \leq 3^\circ$ .

C. PROPOZYCJA USYTUOWANIA I ORGANIZACJI SIECI KRÓTKOFALOWEGO NAMIERZANIA RADIOWEGO W JEDNOLITYM SYSTEMIE ROZPOZNANIA RADIOELEKTRONICZNEGO WP

Analizując wpływ wszystkich czynników determinujących krótkofalowe namierzanie radiowe jednolitego systemu rozpoznania radioelektronicznego WP /obowiązujące akty normatywne, usytuowanie obszaru namierzenia, liczbę i intensywność pracy źródeł namierzenia, istniejący stan sił i środków oraz technikę namierzenia/ dochodzi się do wniosku, że optymalne warunki namierzenia zagwarantowane będą, jeśli:

1/ wszystkie sieci namierzenia będą organizowane w ten sposób, że radionamierniki wchodzące w skład każdej sieci będą rozwijane tylko w dwóch grupach /rysunek 30/, tak aby odległość pomiędzy dowolną parą radionamierników tej samej grupy nie była mniejsza od 1 km i większa od 2 km /rysunki 24 i 25/;

2/ na bazie istniejącego potencjału sił i środków zostaną zorganizowane trzy sieci namierzenia /ośmioradionamiernikowe - w okresie stałej gotowości bojowej i dwunastoradionamiernikowe - w stanie gotowości bojowej „zagrożenie wojenne” oraz w pełnej gotowości bojowej/, usytuowane w ten sposób, że w dwóch grupach namierzenia /rozwinętych na wybrzeżu Morza Bałtyckiego - na rysunku 61 są to GN-1 i GN-2/ będzie można wykorzystywać obydwa stanowiska namierzenia;

3/ dla sieci przewidzianych do lokalizacji radiostacji

pracujących z terytorium RFN i Jutlandii obszary namierzenia będą zawarte w  $60^{\circ}$  sektorach, a z obszaru zachodniej części akwenu Morza Bałtyckiego w sektorze  $80^{\circ}$ ;

4/ dla sieci przewidzianych do namierzenia radiostacji pracujących z terytorium RFN i Jutlandii odległość od środka około 400 km podstawy namierzenia do środka terytorium kraju /punkt:  $52^{\circ}17'$  szerokości geograficznej północnej i  $19^{\circ}34'$  długości geograficznej wschodniej/ będzie maksymalnie zbliżona lub większa od 230 km, a dla sieci przewidzianej do namierzenia radiostacji pracujących z zachodniej części akwenu Morza Bałtyckiego odległość od środka około 260 km podstawy namierzenia do środka terytorium kraju będzie maksymalnie zbliżona lub większa od 300 km;

5/ w poszczególnych grupach namierzenia będzie stosowana zasada uśredniania namiarów;

6/ usytuowanie poszczególnych sieci namierzenia zagwarantuje, w okresie stanu gotowości bojowej „zagrożenie wojenne” i w pełnej gotowości bojowej, niezależność działania jednostkom rozpoznania radioelektronicznego wojsk operacyjnych /9 prr oraz 11 i 12 brrel/ oraz autonomiczność jednostkom rozpoznania radioelektronicznego rodzajów sił zbrojnych /1 i 6 prrel/, przy jednoczesnym zachowaniu ciągłości procesu namierzenia w ramach jednolitego systemu rozpoznania radioelektronicznego WP.

Aby spełnić powyższe warunki, należy siły i środki krótkofalowego namierzenia radiowego jednolitego systemu rozpoznania radioelektronicznego WP rozwinąć w czterech następująco usytuowanych grupach:

- w rejonie Świnoujścia - grupa namierzenia nr 1 /GN-1/ w składzie: czterech radionamierników w okresie stałej go-

towości bojowej /po jednym radionamierniku z 1 prrel i 12 brrel oraz dwa radionamierniki z 6 prrel/ i sześciu w okresie gotowości bojowej „zagrożenie wojenne” oraz pełnej gotowości bojowej /jeden radionamiernik z 2 prrel, dwa radionamierniki z 1 prrel i trzy radionamierniki z 6 prrel/;

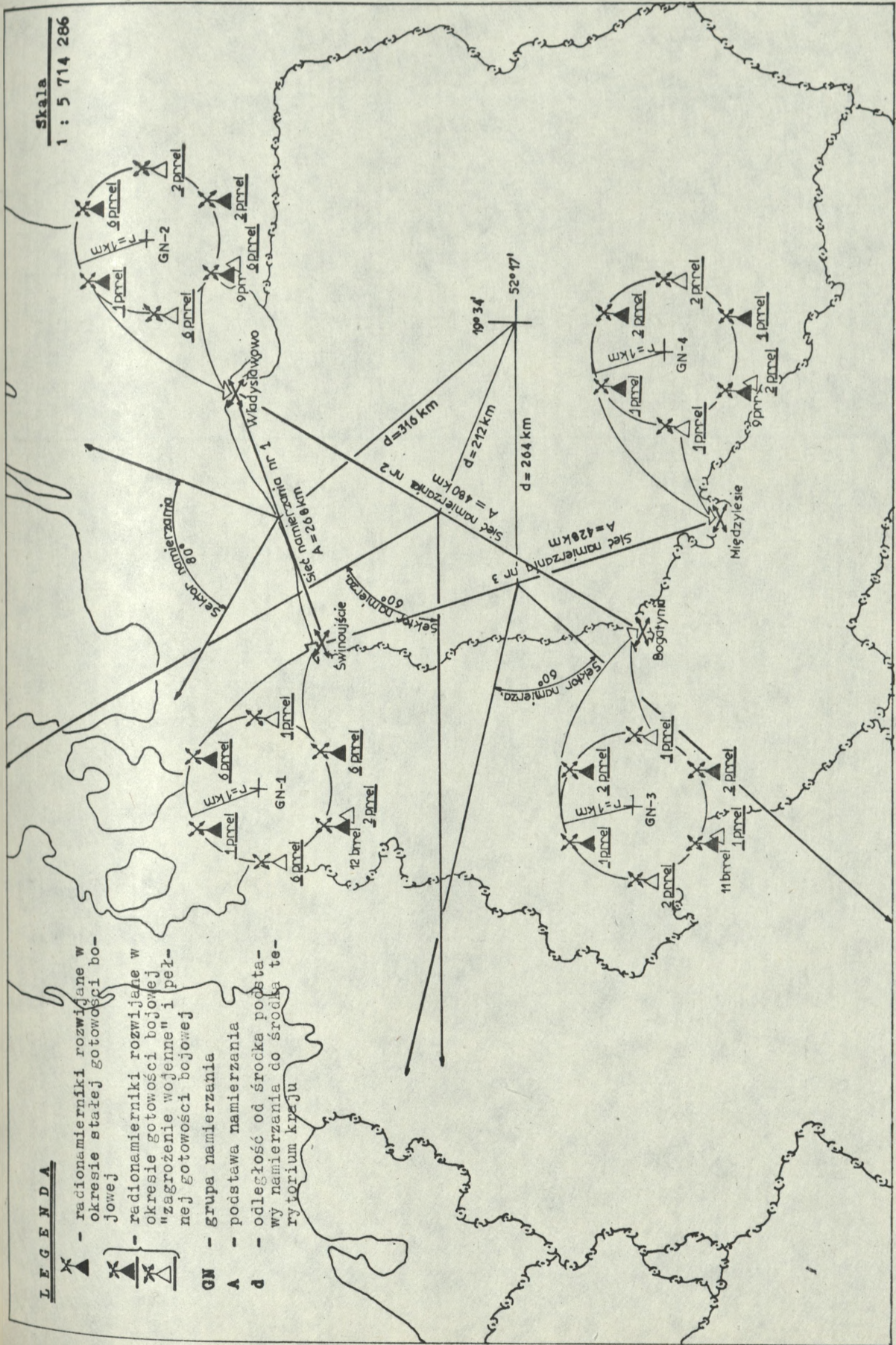
- w rejonie Władysławowa - grupa namierzania nr 2 /GN-2/ w składzie: czterech radionamierników w okresie stałej gotowości bojowej /po jednym radionamierniku z 1, 2, 6 prrel i 9 prr/ i sześciu w okresie gotowości bojowej „zagrożenie wojenne” oraz pełnej gotowości bojowej /jeden radionamiernik z 1 prrel, dwa radionamierniki z 2 prrel i trzy radionamierniki z 6 prrel/;

- w rejonie Bogatyni - grupa namierzania nr 3 /GN-3/ w składzie: czterech radionamierników w okresie stałej gotowości bojowej /po jednym radionamierniku z 1 prrel i 11 brrel oraz dwa radionamierniki z 2 prrel/ i sześciu w okresie gotowości bojowej „zagrożenie wojenne” oraz pełnej gotowości bojowej /po trzy radionamierniki z 1 i 2 prrel/;

- w rejonie Międzylesia - grupa namierzania nr 4 /GN-4/ w składzie: czterech radionamierników w okresie stałej gotowości bojowej /po jednym radionamierniku z 2 prrel i 9 prr oraz dwa radionamierniki z 1 prrel/ i sześciu w okresie gotowości bojowej „zagrożenie wojenne” oraz pełnej gotowości bojowej /po trzy radionamierniki z 1 i 2 prrel/.

Powyższe rozśrodkowanie sił i środków /rysunek 62/ umożliwia, przy wykorzystaniu obydwóch stanowisk namierzania na radionamiernikach grupy nr 1 i 2, zorganizowanie

Skala  
1 : 5 714 286



Rysunek 62

trzech sieci dostosowanych do namierzania radiostacji przeciwnika pracujących z obszarów:

- zachodniej części akwenu Morza Bałtyckiego - sieć nr 1 /podstawa namierzania  $A=268$  km, sektor namierzania  $80^\circ$ , odległość środka podstawy namierzania od środka terytorium kraju  $d=316$  km/;
- północnej części terytorium RFN i Jutlandii - sieć nr 2 /podstawa namierzania  $A=480$  km, sektor namierzania  $60^\circ$ , odległość środka podstawy namierzania od środka terytorium kraju  $d=212$  km/;
- południowej części terytorium RFN - sieć nr 3 /podstawa namierzania  $A=428$  km, sektor namierzania  $60^\circ$ , odległość środka podstawy namierzania od środka terytorium kraju  $d=264$  km/.

1. Oczekiwane efekty krótkofalowego namierzania radiowego zorganizowanego według proponowanej koncepcji

Efektom krótkofalowego namierzania radiowego jednolitego systemu rozpoznania radioelektronicznego WP jest dokładność lokalizacji radiostacji państw NATO pracujących z obszaru środkowo- i północnoeuropejskiego TDW, a w tym głównie z obszaru RFN, Jutlandii i zachodniej części akwenu Morza Bałtyckiego. Miarą tejże dokładności jest wielkość i ufność błędów liniowych „ $L_s$ ” sieci namierzania. Jak z tego wynika, efekty namierzania są określane wielkością błędów liniowych „ $L_s$ ” sieci namierzania i wartością prawdopodobieństwa, z jakim te błędy mogą występować.

Jak udowodniono w podrozdziale „B” rozdziału I, przy rozwijaniu radionamierników poszczególnych sieci tylko

w dwóch grupach /rysunek 30/ i uśrednianiu namiarów, błędy liniowe „L<sub>s</sub>” sieci namierzania oblicza się według tej zasady co błędy liniowe namiarów elementarnych „L<sub>p</sub>” - przy wykorzystaniu wzorów 3 lub 4, względnie 5 i tabel w załączniku 2. Aby jednak w trakcie wyliczania błędu liniowego „L<sub>s</sub>” sieci namierzania można było zastosować ten sam aparat matematyczny co przy wyliczaniu błędu liniowego namiaru elementarnego „L<sub>p</sub>”, należy najpierw obliczyć wartości uśrednionych błędów kątowych „Δα<sub>sr</sub>”. Wykorzystując zatem zależność, że Δα<sub>sr</sub> = 2Δα /podrozdział „B” rozdziału I/ oraz opierając się na badaniach błędów kątowych radionamierników „Δα” /załącznik 1, strona 5-49/ ocenia się, że przy dowolnym namiarze można oczekiwać następujących rezultatów:

$P( \Delta\alpha  = 0^\circ) \approx 0,1$
$P( \Delta\alpha  \leq 1^\circ) \approx 0,3$
$P( \Delta\alpha  \leq 2^\circ) \approx 0,5$
$P( \Delta\alpha  \leq 3^\circ) \approx 0,6$
$P( \Delta\alpha  \leq 4^\circ) \approx 0,7$
$P( \Delta\alpha  \leq 5^\circ) \approx 0,8$

Tabela 62

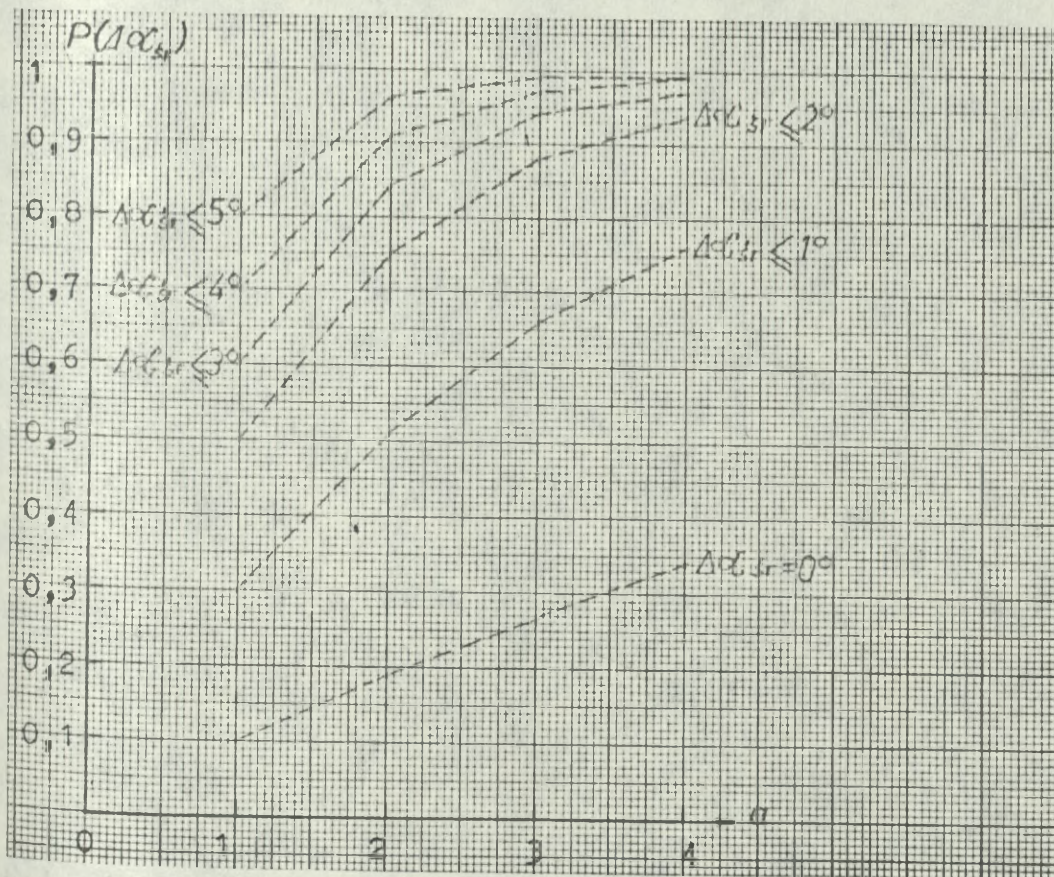
Przyjmując powyższe wartości za jednostkowe i podstawiając je do wzoru 15 wylicza się prawdopodobieństwo, z jakim należy oczekiwać określonych wartości uśrednionych błędów kątowych „Δα<sub>sr</sub>”. Zatem przy uśrednianiu namiarów w czteroradionamiernikowej grupie /wielkość grupy namierzania proponowana do organizowania w stałej gotowości bojowej/ można oczekiwać następujących efektów:

		$P(\Delta\alpha_{sr})$		
		2	3	4
Prawdopodobieństwo jednostkowe	$\alpha$			
	$P(\Delta\alpha \leq 0^\circ) \approx 0,1$	0,19	0,27	0,34
	$P(\Delta\alpha \leq 1^\circ) \approx 0,3$	0,51	0,66	0,76
	$P(\Delta\alpha \leq 2^\circ) \approx 0,5$	0,75	0,88	0,94
	$P(\Delta\alpha \leq 3^\circ) \approx 0,5$	0,84	0,94	0,97
	$P(\Delta\alpha \leq 4^\circ) \approx 0,7$	0,91	0,97	0,99
	$P(\Delta\alpha \leq 5^\circ) \approx 0,8$	0,96	0,99	0,99

Tabela 63

Gdzie:

$\alpha$  - liczba pojedynczych namiarów wykorzystywana przy uśrednianiu wyniku.

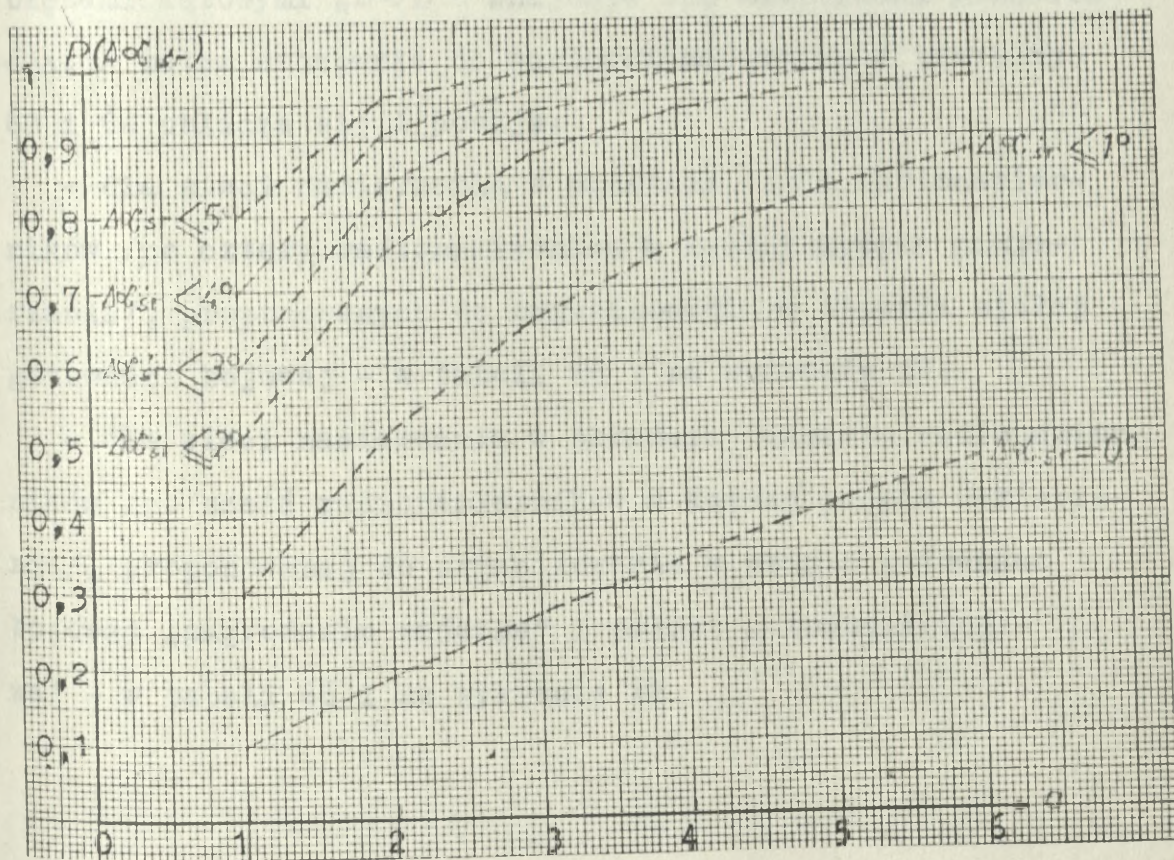


Wykres 39

Natomiast przy uśrednianiu namiarów w sześcioradionamier-  
nikowej grupie /wielkość grupy namierzania proponowana do  
organizowania w stanie gotowości bojowej „zagrożenie wo-  
jenne” i pełnej gotowości bojowej/ efekty będą następujące:

		$P(\Delta\alpha_{sr})$				
Prawdopodobień- stwa jednostkowe	$a$	2	3	4	5	6
		$P( \Delta\alpha  = 0^\circ) \approx 0,1$	0,19	0,27	0,34	0,41
	$P( \Delta\alpha  \leq 1^\circ) \approx 0,3$	0,51	0,66	0,76	0,83	0,88
	$P( \Delta\alpha  \leq 2^\circ) \approx 0,5$	0,75	0,88	0,94	0,97	0,98
	$P( \Delta\alpha  \leq 3^\circ) \approx 0,6$	0,84	0,94	0,97	0,99	0,99
	$P( \Delta\alpha  \leq 4^\circ) \approx 0,7$	0,91	0,97	0,99	0,99	0,99
	$P( \Delta\alpha  \leq 5^\circ) \approx 0,8$	0,96	0,99	0,99	0,99	0,99

Tabela 64



Wykres 40

**Uwaga!**

Wartości w tabelach 63 i 64 należy odczytywać następująco:

- tabela 63, wiersz pierwszy, kolumna pierwsza - jeśli namiar uśredniony zostanie na podstawie dwóch wyników, to istnieje prawdopodobieństwo równe 0,19, że na linii tego namiaru znajduje się namierzana radiostacja;

- tabela 63, wiersz pierwszy, kolumna druga - jeśli namiar uśredniony zostanie na podstawie trzech wyników, to istnieje prawdopodobieństwo równe 0,27, że na linii tego namiaru znajduje się namierzana radiostacja;

- tabela 64, wiersz drugi, kolumna trzecia - jeśli namiar uśredniony zostanie na podstawie czterech wyników, to istnieje prawdopodobieństwo równe 0,76, że w sektorze dwustopniowym znajduje się namierzana radiostacja.

Znając już, z tabel 63 i 64 oraz wykresów 39 i 40, wartości uśrednionych błędów kątowych „ $\Delta\alpha_{sr}$ ” i prawdopodobieństwo, z jakim tych błędów można oczekiwać oraz podstawiając wartości te do wzoru 16 można wyliczyć, jakie będzie prawdopodobieństwo, że w obszarze „ $R_S$ ” wyznaczonym dwoma namiarami uśrednionymi /rysunek 32/ z określonymi błędami kątowymi „ $\Delta\alpha_{sr}$ ” znajduje się namierzana radiostacja. A zatem stosownie do wartości zawartych w tabelach 63 i 64 oblicza się i podaje:

- dla sieci namierzania w składzie ośmiu radionamierników /po cztery radionamierniki w każdej grupie namierzania/, proponowanych do organizowania w okresie stałej gotowości bojowej - w tabeli 65 i na wykresie 41;

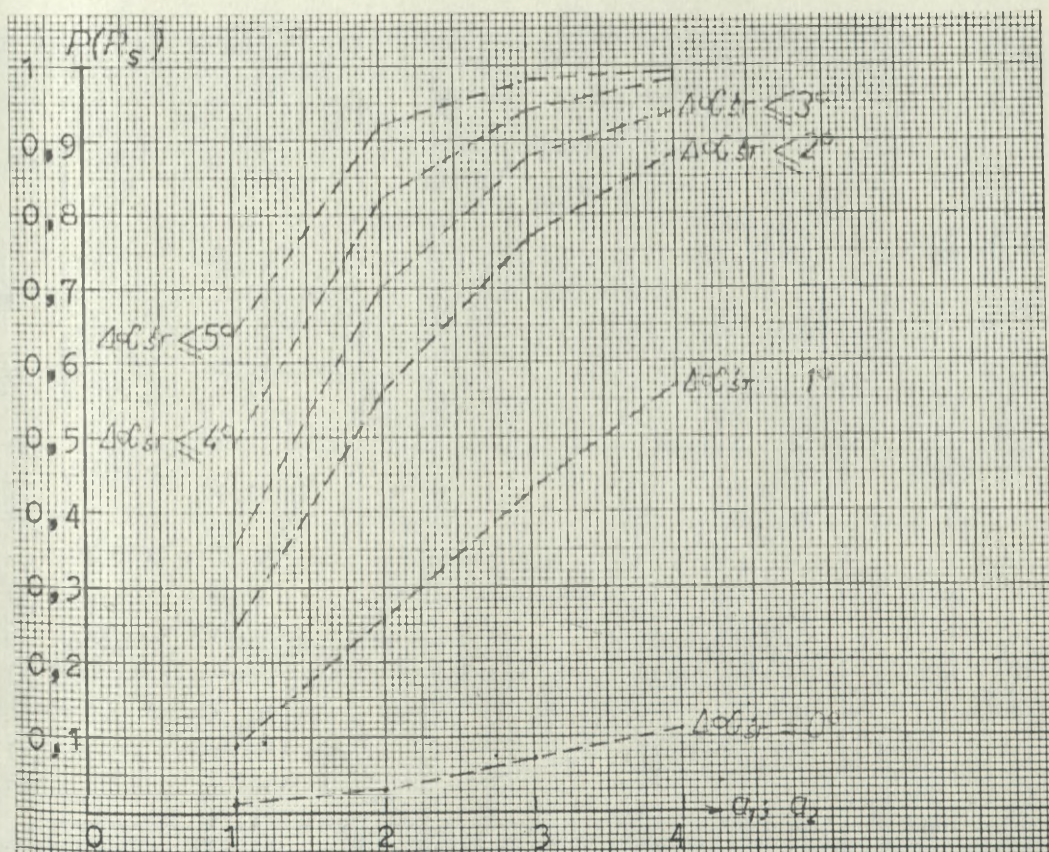
- dla sieci namierzania w składzie dwunastu radionamierników /po sześć radionamierników w każdej grupie namierzania/, proponowanej do organizowania w stanie gotowości bojowej „zagrożenie wojenne” i pełnej gotowości bojowej - w tabeli 66 i na wykresie 42.

		$P(R_s)$		
$a_1; a_2$		2	3	4
Prawdopodobieństwo jednoskowe				
$P(\Delta \alpha \leq 0^\circ) \approx 0,1$		0,03	0,07	0,11
$P(\Delta \alpha \leq 1^\circ) \approx 0,3$		0,26	0,43	0,57
$P(\Delta \alpha \leq 2^\circ) \approx 0,5$		0,56	0,77	0,88
$P(\Delta \alpha \leq 3^\circ) \approx 0,6$		0,7	0,88	0,94
$P(\Delta \alpha \leq 4^\circ) \approx 0,7$		0,82	0,94	0,98
$P(\Delta \alpha \leq 5^\circ) \approx 0,8$		0,92	0,98	0,99

Tabela 65

Gdzie:

$a_1; a_2$  - liczba pojedynczych namiarów w grupie namierzania nr 1 i 2 /GN-1 i GN-2/ wykorzystywana przy uśrednianiu wyników



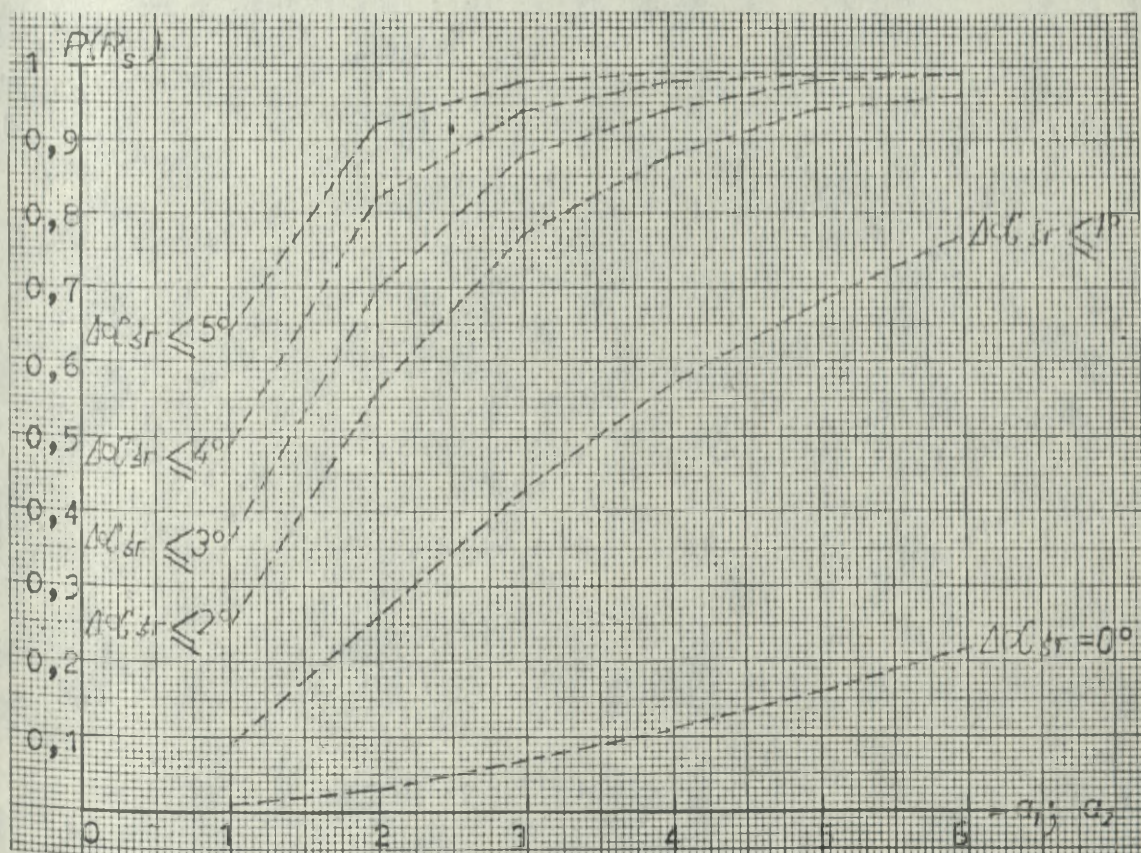
Wykres 41

		$P(R_s)$				
Prawdopodobieństwo jednostkowe	$a_1; a_2$	2	3	4	5	6
		$P( \Delta\alpha  = 0^\circ) \approx 0,1$	0,03	0,07	0,11	0,16
	$P( \Delta\alpha  \leq 1^\circ) \approx 0,3$	0,26	0,43	0,57	0,68	0,77
	$P( \Delta\alpha  \leq 2^\circ) \approx 0,5$	0,56	0,77	0,88	0,94	0,96
	$P( \Delta\alpha  \leq 3^\circ) \approx 0,6$	0,7	0,88	0,94	0,98	0,99
	$P( \Delta\alpha  \leq 4^\circ) \approx 0,7$	0,82	0,94	0,98	0,99	0,99
	$P( \Delta\alpha  \leq 5^\circ) \approx 0,8$	0,92	0,98	0,99	0,99	0,99

Tabela 66

Gdzie:

$a_1; a_2$  - liczba pojedynczych namiarów w grupie namiarowania nr 1 i 2 /GN-1 i GN-2/ wykorzystywana przy uśrednianiu wyników



Wykres 42

Uwaga!

Wartości w tabelach 65 i 66 należy odczytywać następująco:

- tabela 65, wiersz drugi, kolumna trzecia - jeśli w grupie namierzania nr 1 i 2 /GN-1 i GN-2/ namiary uśrednione zostaną na podstawie czterech wyników /w każdej grupie namierzania/, to istnieje prawdopodobieństwo równe 0,57, że w obszarze „R<sub>s</sub>” wyznaczonym przez dwa przecinające się dwustopniowe sektory znajduje się namierzana radiostacja;

- tabela 66, wiersz pierwszy, kolumna piąta - jeśli w grupie namierzania nr 1 i 2 /GN-1 i GN-2/ namiary uśrednione zostaną na podstawie sześciu wyników /w każdej grupie namierzania/, to istnieje prawdopodobieństwo równe 0,22, że namierzana radiostacja znajduje się w punkcie przecięcia tych namiarów /uśrednionych/.

Znając już ufność lokalizowania radiostacji P(R<sub>s</sub>) i ufność występowania określonych błędów kątowych radionamierników P( $\Delta\alpha$ ) /tabela 62/ oraz wykorzystując zależność, że  $\Delta\alpha_{sr} = 2\Delta\alpha$  można, przy zastosowaniu wzorów 3 lub 4, względnie 5 i tablic w załączniku 2, wyliczyć odpowiednio do poszczególnych błędów kątowych, błędy liniowe „L<sub>s</sub>” sieci namierzania, ponieważ:

$$R_s = \pi \cdot L_s^2$$

Zatem tabele 65 i 66 oraz wykresy 41 i 42 przyjmą postać:

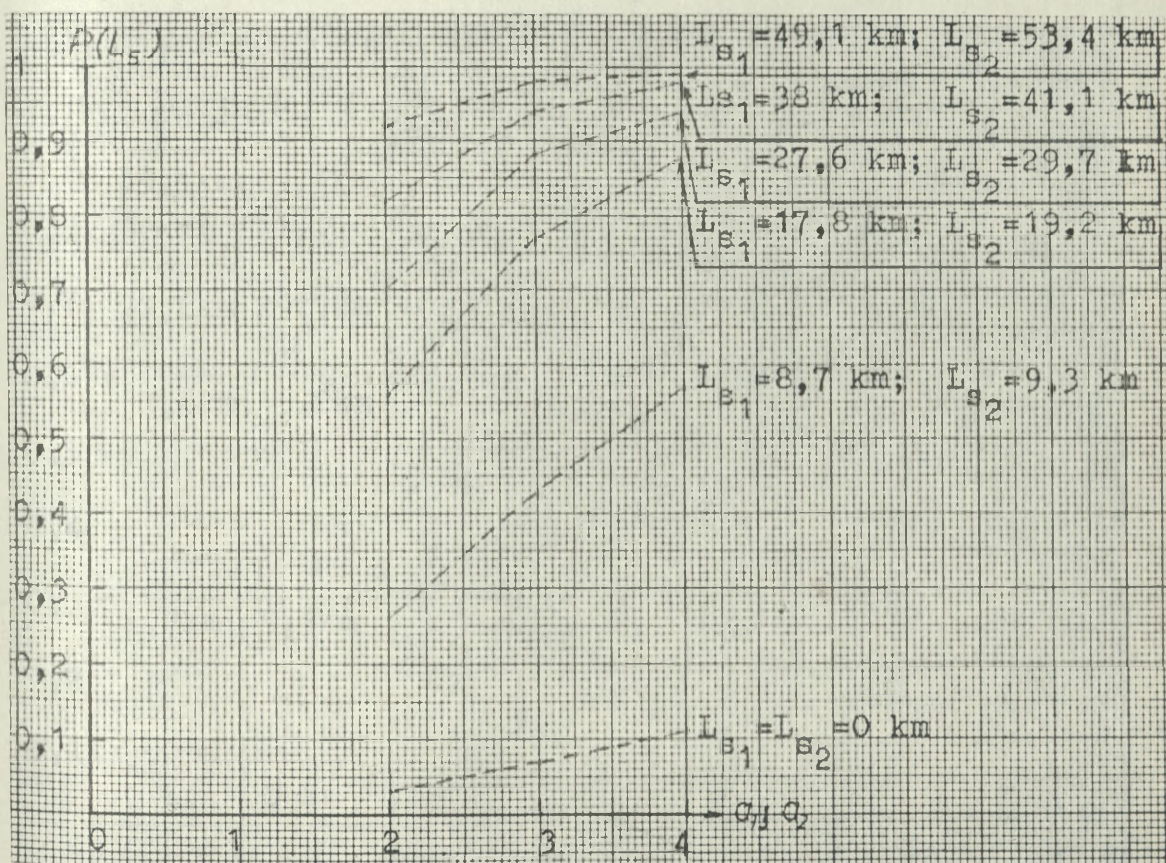
1/ dla sieci namierzania nr 1, przy: A=268 km, D<sub>sr</sub>=216 km,  $\alpha=90^\circ$  i  $50^\circ$  /rysunek 59 i 62/, w składzie:

- ośmiu radionamierników /sieć proponowana do organizowania w stałej gotowości bojowej/ - tabela 67 i wykres 43;

- dwunastu radionamierników /sieć proponowana do organizowania w stanie gotowości bojowej „zagrożenie wojenne” i pełnej gotowości bojowej/ - tabela 68 i wykres 44;

$L_s$ (km)		$P(L_s)$			
		$a_1; a_2$	2	3	4
$L_{s_1} = 0$	$L_{s_2} = 0$		0,03	0,07	0,11
$L_{s_1} \leq 8,7$	$L_{s_2} \leq 9,3$		0,26	0,43	0,57
$L_{s_1} \leq 17,8$	$L_{s_2} \leq 19,2$		0,56	0,77	0,88
$L_{s_1} \leq 27,6$	$L_{s_2} \leq 29,7$		0,7	0,88	0,94
$L_{s_1} \leq 38$	$L_{s_2} \leq 41,1$		0,82	0,94	0,98
$L_{s_1} \leq 49,1$	$L_{s_2} \leq 53,4$		0,92	0,98	0,99

Tabela 67



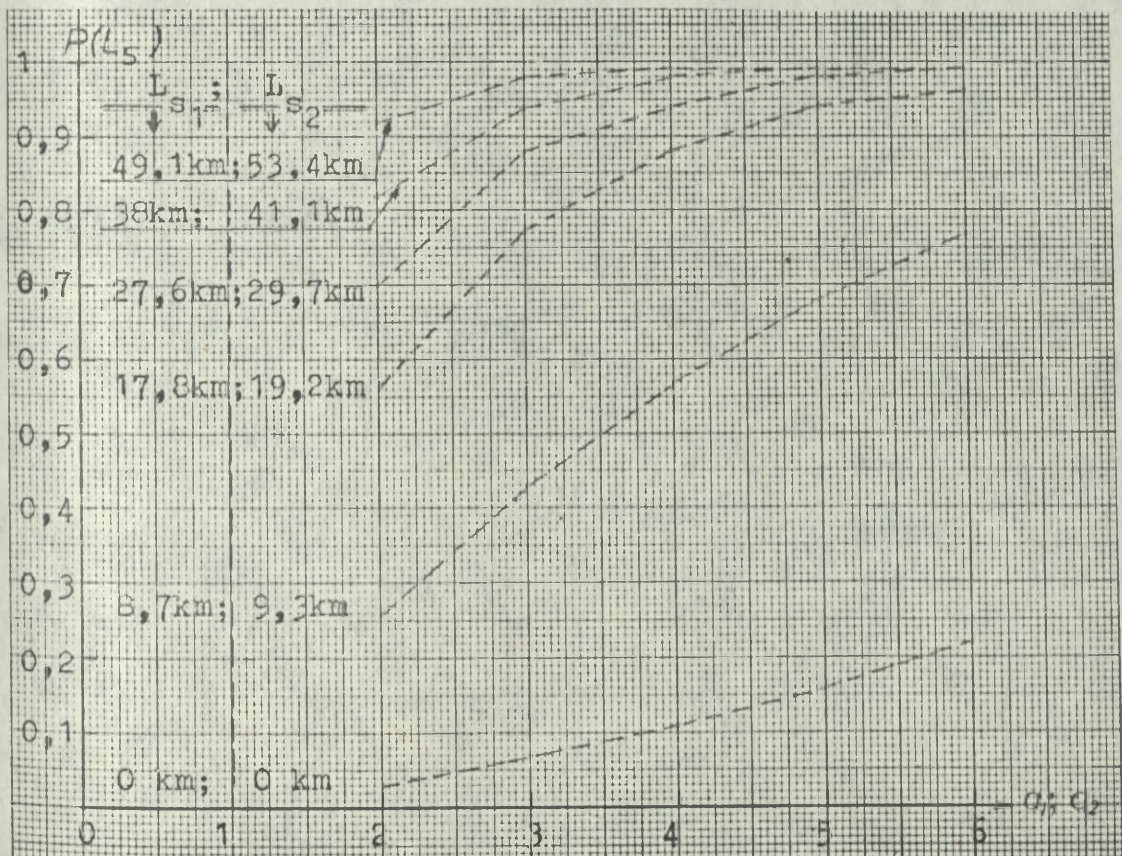
Wykres 43

Uwaga!

Wyjaśnienia do tabel 67-72 i wykresów 43-48 zawarte są na stronie 229.

$L_s$ (km)		$P(L_s)$					
		$a_1; a_2$	2	3	4	5	6
$L_{s_1} = 0$	$L_{s_2} = 0$		0,03	0,07	0,11	0,16	0,22
$L_{s_1} \leq 8,7$	$L_{s_2} \leq 9,3$		0,26	0,43	0,57	0,68	0,77
$L_{s_1} \leq 17,8$	$L_{s_2} \leq 19,2$		0,56	0,77	0,88	0,94	0,96
$L_{s_1} \leq 27,6$	$L_{s_2} \leq 29,7$		0,7	0,88	0,94	0,98	0,99
$L_{s_1} \leq 38$	$L_{s_2} \leq 41,1$		0,82	0,94	0,98	0,99	0,99
$L_{s_1} \leq 49,1$	$L_{s_2} \leq 53,4$		0,92	0,98	0,99	0,99	0,99

Tabela 68



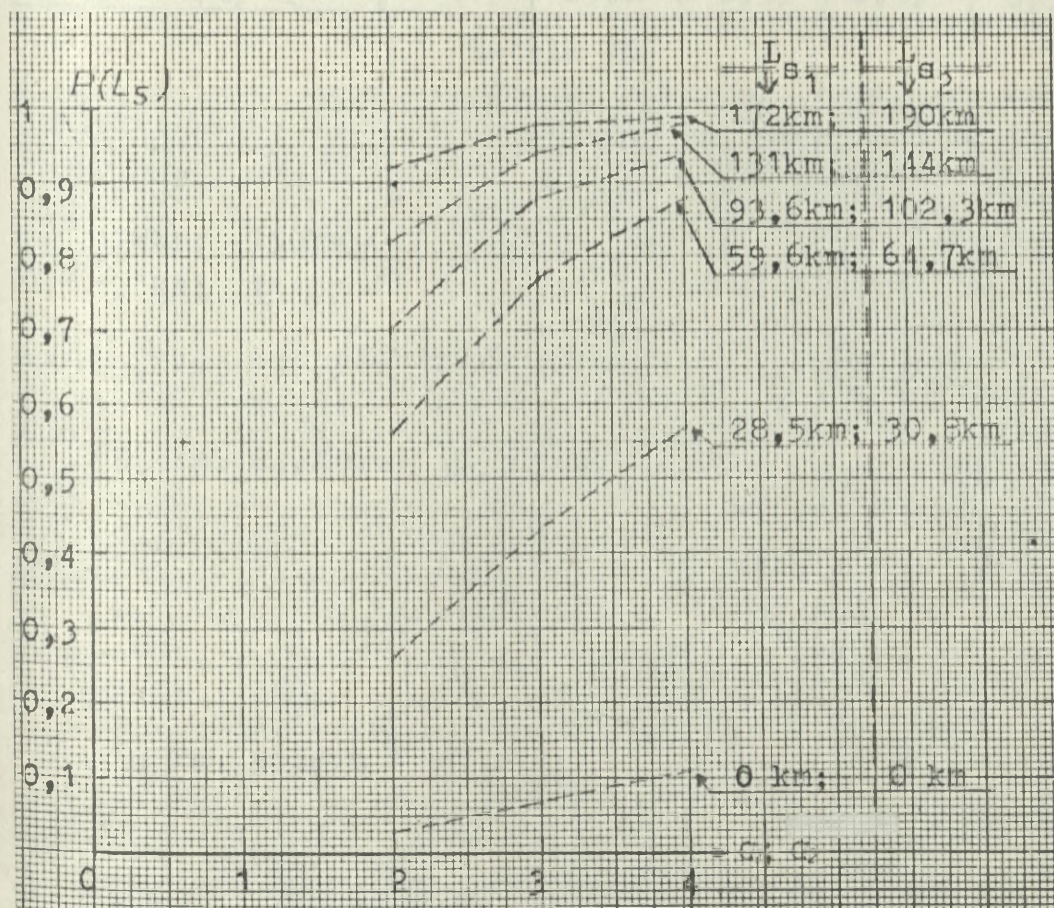
Wykres 44

2/ dla sieci namierzania nr 2, przy:  $A=480$  km,  
 $D_{sr}=564$  km,  $\alpha=90^\circ$  i  $60^\circ$  /rysunek 59 i 62/, w składzie:  
 - ośmiu radionamierników /sieć proponowana do organi-

zowania w stałej gotowości bojowej/ - tabela 69 i wykres 45;

$L_s$ (km)		$P(L_s)$			
		$a_1; a_2$	2	3	4
$L_{s_1} = 0$	$L_{s_2} = 0$		0,03	0,07	0,11
$L_{s_1} \leq 28,5$	$L_{s_2} \leq 30,8$		0,26	0,43	0,57
$L_{s_1} \leq 59,6$	$L_{s_2} \leq 64,7$		0,56	0,77	0,88
$L_{s_1} \leq 93,6$	$L_{s_2} \leq 102,3$		0,7	0,88	0,94
$L_{s_1} \leq 131$	$L_{s_2} \leq 144$		0,82	0,94	0,98
$L_{s_1} \leq 172$	$L_{s_2} \leq 190$		0,92	0,98	0,99

Tabela 69

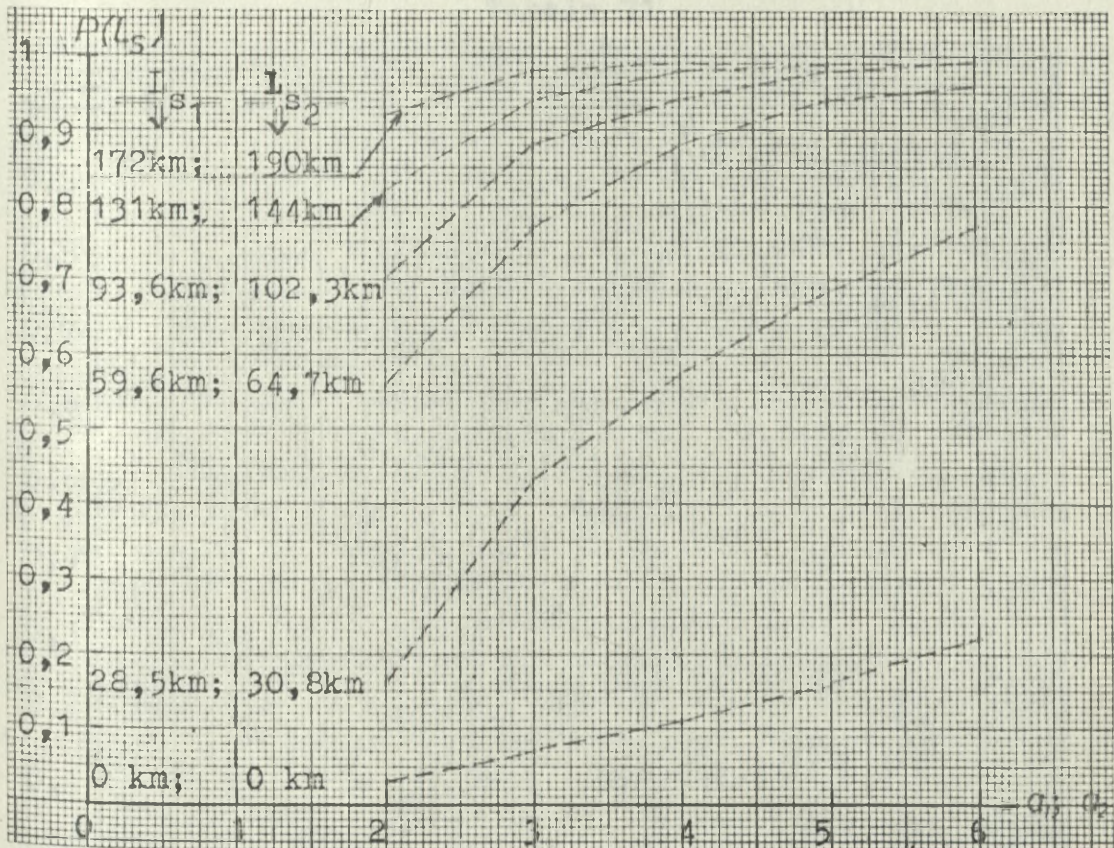


Wykres 45

- dwunastu radionamierników /sieć proponowana do organizowania w stanie gotowości bojowej „zagrożenie wojenne” i pełnej gotowości bojowej/ - tabela 70 i wykres 46;

$L_s$ (km)		$P(L_s)$					
		$a_1, a_2$	2	3	4	5	6
$L_{s_1} = 0$	$L_{s_2} = 0$		0,03	0,07	0,11	0,16	0,22
$L_{s_1} \leq 28,5$	$L_{s_2} \leq 30,8$		0,26	0,43	0,57	0,68	0,77
$L_{s_1} \leq 59,6$	$L_{s_2} \leq 64,7$		0,56	0,77	0,88	0,94	0,96
$L_{s_1} \leq 93,6$	$L_{s_2} \leq 102,3$		0,7	0,88	0,94	0,98	0,99
$L_{s_1} \leq 131$	$L_{s_2} \leq 144$		0,82	0,94	0,98	0,99	0,99
$L_{s_1} \leq 172$	$L_{s_2} \leq 190$		0,92	0,98	0,99	0,99	0,99

Tabela 70



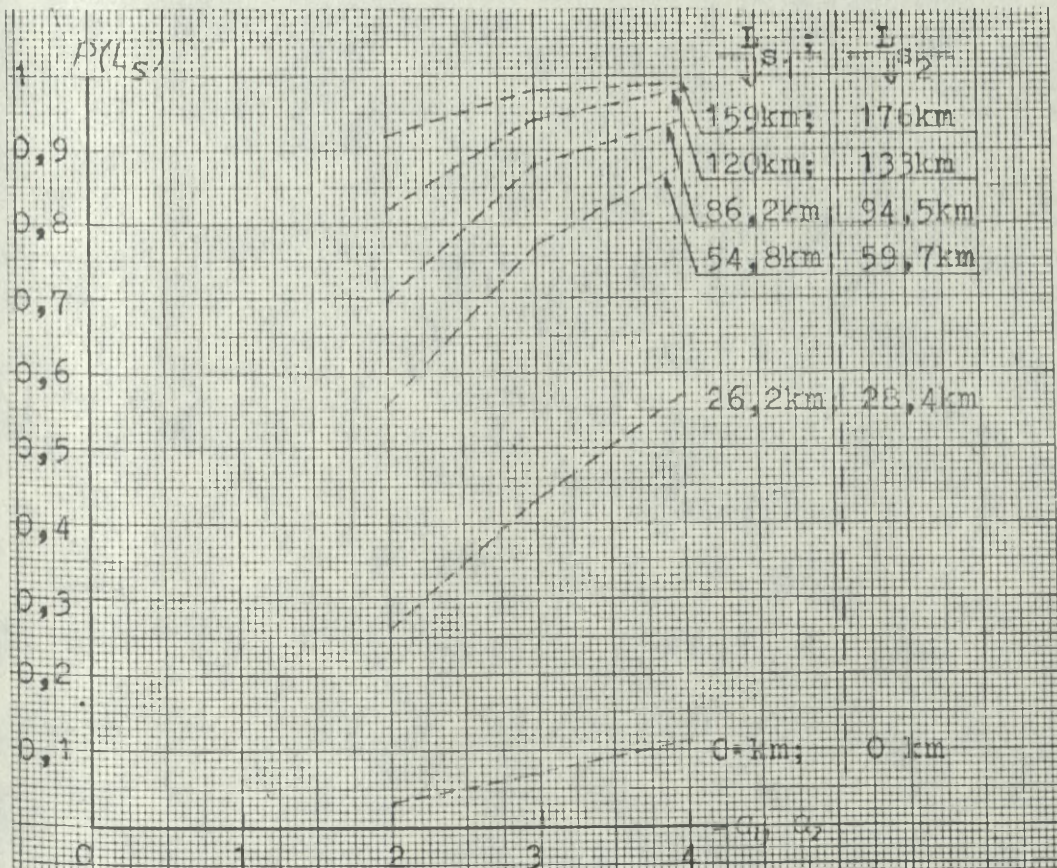
Wykres 46

3/ dla sieci namierzania nr 3, przy:  $A=428$  km,  
 $D_{sr}=512$  km,  $\alpha=90^\circ$  i  $60^\circ$  /rysunek 59 i 62/, w składzie:

- ośmiu radionamierników /sieć proponowana do organizo-  
 wania w stałej gotowości bojowej/ - tabela 71 i wykres 47;

$L_s$ (km)		$P(L_s)$			
		$a_1; a_2$	2	3	4
$L_{s_1} = 0$	$L_{s_2} = 0$		0,03	0,07	0,11
$L_{s_1} \leq 26,2$	$L_{s_2} \leq 28,4$		0,26	0,43	0,57
$L_{s_1} \leq 54,8$	$L_{s_2} \leq 59,7$		0,56	0,77	0,88
$L_{s_1} \leq 86,2$	$L_{s_2} \leq 94,5$		0,7	0,88	0,94
$L_{s_1} \leq 120$	$L_{s_2} \leq 133$		0,82	0,94	0,98
$L_{s_1} \leq 159$	$L_{s_2} \leq 176$		0,92	0,98	0,99

Tabela 71

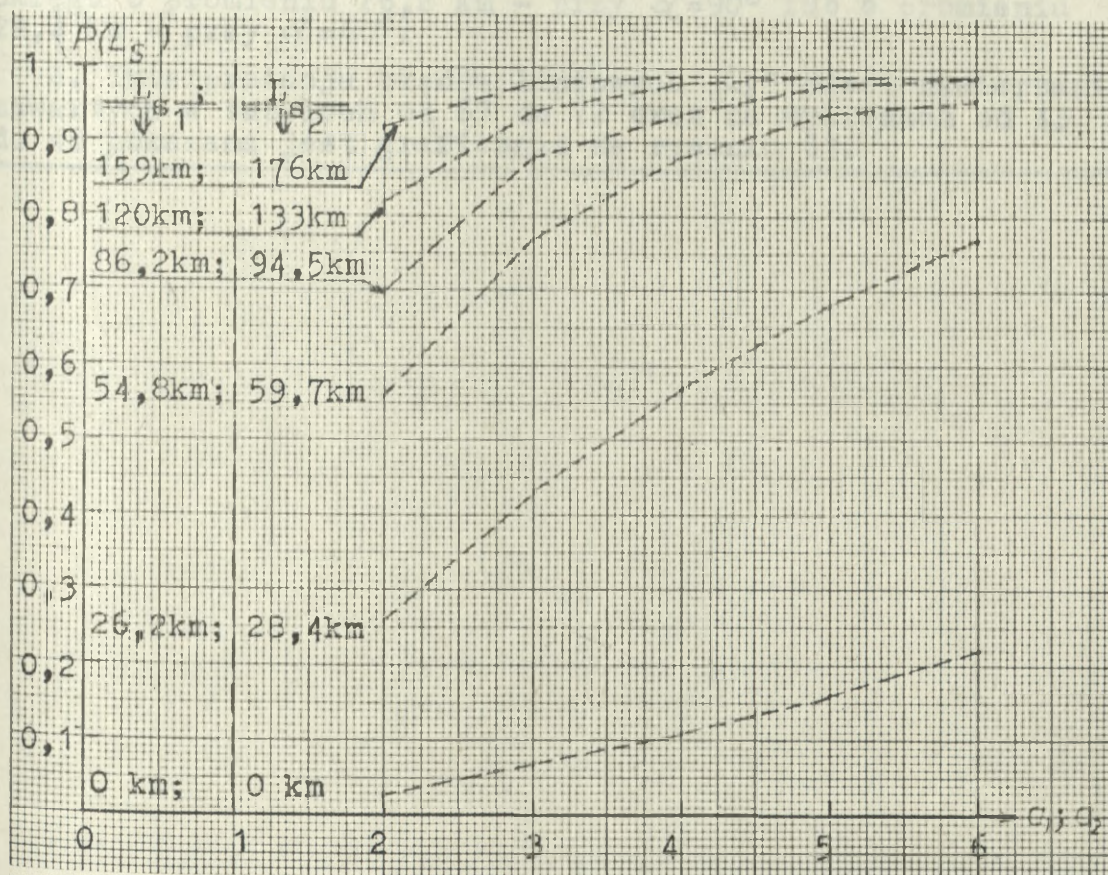


Wykres 47

- dwunastu radionamierników /sieć proponowana do organizowania w stanie gotowości bojowej „zagrożenie wojenne” i pełnej gotowości bojowej/ - tabela 72 i wykres 48.

$L_s$ (km)		$P(L_s)$					
		$a_1, a_2$	2	3	4	5	6
$L_{s_1} = 0$	$L_{s_2} = 0$		0,03	0,07	0,11	0,16	0,22
$L_{s_1} \leq 26,2$	$L_{s_2} \leq 28,4$		0,26	0,43	0,57	0,68	0,77
$L_{s_1} \leq 54,8$	$L_{s_2} \leq 59,7$		0,56	0,77	0,88	0,94	0,96
$L_{s_1} \leq 86,2$	$L_{s_2} \leq 94,5$		0,7	0,88	0,94	0,98	0,99
$L_{s_1} \leq 120$	$L_{s_2} \leq 133$		0,82	0,94	0,98	0,99	0,99
$L_{s_1} \leq 159$	$L_{s_2} \leq 176$		0,92	0,98	0,99	0,99	0,99

Tabela 72



Wykres 48

Uwagi:

1. W tabelach od 67 do 72 „ $L_{S_1}$ ” oznacza wartości błędu liniowego sieci namierzania przy kącie nachylenia podstawy namierzania do namierzanej radiostacji  $\alpha=90^\circ$  /optymalny błąd liniowy sieci namierzania/.

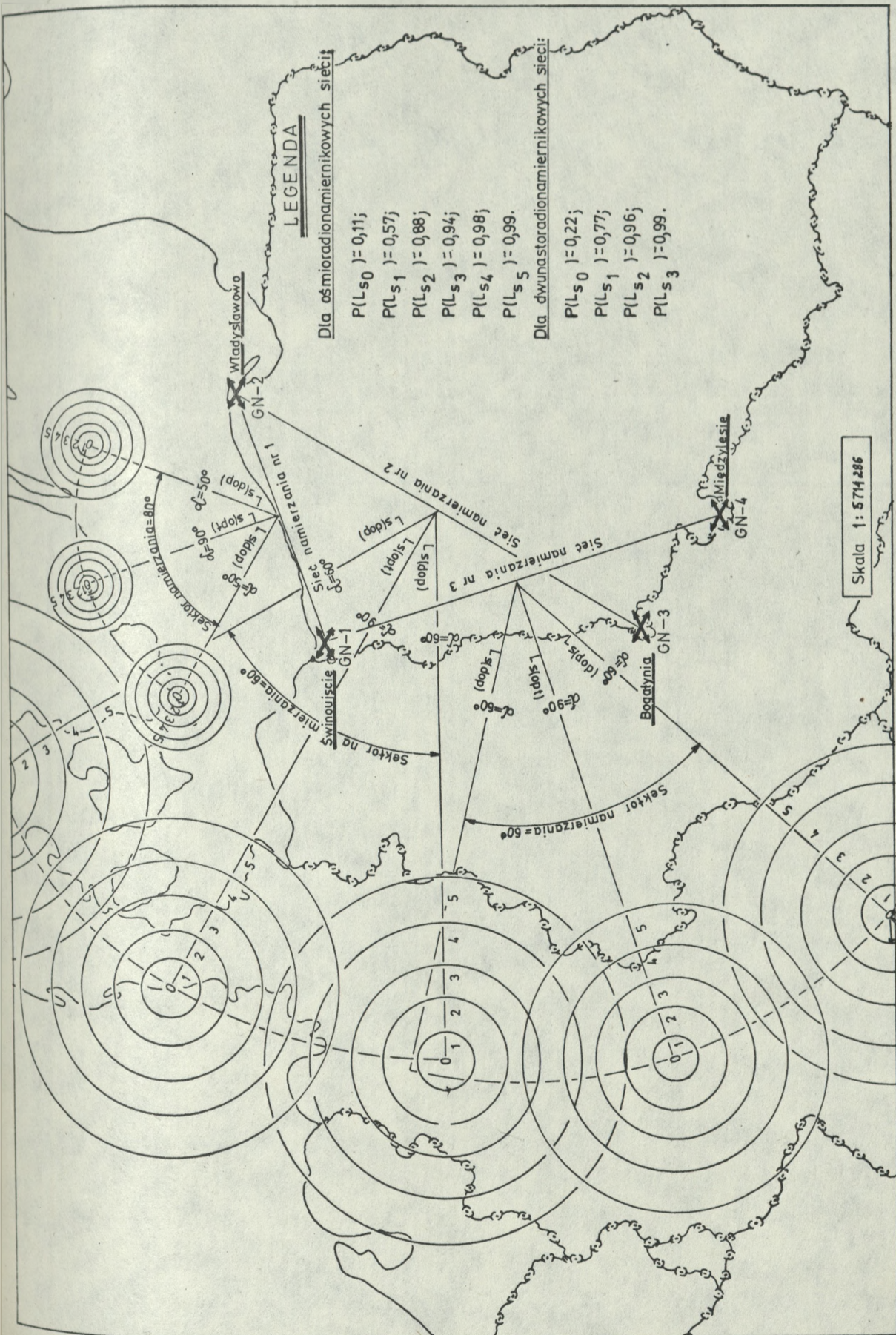
2. W tabelach 67 i 68 „ $L_{S_2}$ ” oznacza wartość błędu liniowego sieci namierzania przy kącie nachylenia podstawy namierzania do namierzanej radiostacji  $\alpha=50^\circ$  /dopuszczalny błąd liniowy sieci namierzania/, a w tabelach od 69 do 72 „ $L_{S_2}$ ” oznacza wartość błędu liniowego sieci namierzania przy kącie nachylenia podstawy namierzania do namierzanej radiostacji  $\alpha=60^\circ$  /dopuszczalny błąd liniowy sieci namierzania/.

3. Wartości w tabelach od 67 do 72 należy odczytywać następująco - na przykład:

- tabela 71, wiersz pierwszy, kolumna trzecia - jeśli w każdej grupie namierzania /GN-1 i GN-2/ sieci nr 3 namiar uśredniony zostanie na podstawie czterech wyników /w każdej grupie namierzania/, to istnieje prawdopodobieństwo równe 0,11, że namierzana radiostacja znajduje się w punkcie przecięcia namiarów uśrednionych poprowadzonych z grupy namierzania nr 1 i 2 /GN-1 i GN-2/;

- tabela 72, wiersz drugi, kolumna piąta - jeśli w każdej grupie namierzania /GN-1 i GN-2/ sieci nr 3 namiar uśredniony zostanie na podstawie sześciu wyników /w każdej grupie namierzania/, to istnieje prawdopodobieństwo równe 0,77, że namierzana radiostacja znajduje się wewnątrz okręgu o promieniu 26,2 km - przy  $\alpha=90^\circ$  lub o promieniu 28,4 km - przy  $\alpha=60^\circ$ .

4. Interpretacja błędów liniowych „ $L_S$ ” sieci namierzania, zawartych w tabelach od 67 do 72 oraz na wykresach od 43 do 48 pokazana jest graficznie na rysunku 63.



Rysunek 63

2. Sprawdzenie stopnia wiarygodności oczekiwanych efektów krótkofalowego namierzenia radiowego jednolitego systemu rozpoznania radioelektronicznego WP zorganizowanego według proponowanej koncepcji

Sprawdzenia stopnia wiarygodności oczekiwanych efektów krótkofalowego namierzenia radiowego jednolitego systemu rozpoznania radioelektronicznego WP, zorganizowanego według proponowanej koncepcji, dokonano w następujący sposób.

W okresie od 1 czerwca do 18 października 1981 roku, za pomocą czterech radionamierników typu R-359 namierzano trzy radiostacje przeciwnika pracujące z terytorium RFN, których dokładne położenie zostało ustalone wcześniej przez wywiad agenturalny /usytuowanie radionamierników i namierzanych radiostacji - tabela 73/. W konsekwencji ze-

Położenie radionamierników	Kryptonimy /sygnały rozpoznawcze namierzanych radiostacji/	Koordynaty namierzanych radiostacji
Sulików /51°06'; 15°04' /	EAGLE FARM	48°45'; 9°10'
	DHJ-49	50°45'; 7°05'
Dołuje /53°26'; 14°22' /	EAGLE FARM	48°45'; 9°10'
Ustka /54°35'; 16°58' /	ONY-27	50°25'; 4°00'
Przemysł /49°46'; 22°52' /	EAGLE FARM	48°45'; 9°10'
	DHJ-49	50°45'; 7°05'
	ONY-27	50°25'; 4°00'

Tabela 73

brano próbkę 588 namiarów, która pozwoliła na wykonanie siedmiu następujących arkuszy namierzenia.



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
20	10.07	20.00	9244	247	5	244	2								
21	12.07	18.34	9244	244	2			244							
22	13.07	01.40	3060	242	0	243	1								
23	13.07	09.10	9244	248	6					243.5					
24	13.07	16.05	10478	240	2	244	2	243,3	1		2	243.4		243.6	2
25	14.07	17.10	9244	243	1	240.5									
26	15.07	18.15	14705	238	5		1	240,6							
27	16.07	21.30	3060	241	1	244,5	3		1	242.5					
28	17.07	21.25	4560	248	6						1				
29	19.07	20.00	10478	242	0			243,3				241.8		242	
30	20.07	18.10	14705	240	2	241	1		2				0		
31	23.07	06.15	14705	245	3					242	0				
32	25.07	11.28	10478	241	1	243	1	242,3	0						
33	27.07	16.23	9244	241	1										
34	29.07	17.05	10478	237	5	239	3					242.6	1	242	0
35	02.08	23.25	3060	249	7					241.5	0				
36	04.08	22.01	3060	239	3	244	2	241,6	0						
37	05.08	01.10	3060	245	3	245.5									
38	09.08	06.15	9244	246	4		4	244	2			242.2			
39	11.08	07.23	10478	241	1	240.5				243	1		0		
40	12.08	08.05	10478	240	2		1							243.1	
41	14.08	18.25	9244	242	0										1
42	17.08	19.30	9244	245	3	243.5	2	242,3		240.7					
43	17.08	21.10	3060	236	6					1		242,4	0		

NR 1 (c.d.)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
44	19.08	18.30	10478	240	2	238	4								
45	23.08	21.07	4560	249	7	245.5	4	241,6	0						
46	25.08	23.05	3060	242	0	245.5	4								
47	25.08	23.58	3060	245	3	251	9	248	6	248.2	6			244.8	3
48	28.08	01.10	3060	257	15	251	9								
49	28.08	07.45	10478	243	1	244	2					246.4	4		
50	31.08	06.10	9244	245	3	244	2	244.6	3						
51	31.08	10.30	10478	246	4	241	1			242.5	1				
52	02.09	16.40	10478	236	6	241	1								
53	03.09	12.45	9244	246	4	243	1	240.6	1						
54	05.09	18.08	14705	240	2	243	1	240.6	1				1	242.6	1
55	06.09	12.36	9244	248	6	244.5	3			243.7	2				
56	07.09	18.05	10478	241	1	243	3	243	1						
57	10.09	19.10	9244	240	2	240	2								
58	11.09	19.25	10478	240	2	240	2							242	0
59	13.09	23.15	3060	245	3	241.5	0	241	1	240.7	1	240.8	1		
60	14.09	08.10	10478	238	4	241.5	0								
61	15.09	23.10	3060	245	3	243	1								
62	16.09	18.05	14705	241	1	243	1	240	2						
63	23.09	22.00	9244	234	8	241	1			242	0				
64	25.09	21.47	9244	248	6	241	1					241.6	0		
65	25.09	22.09	3060	240	2	237.5	4	241	1					240.5	1
66	25.09	23.50	3060	235	7	237.5	4								
67	26.09	23.00	3060	241	1					241.2	1				

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
68	29.09	04.00	3060	249	7	245	3								
69	30.09	21.37	4560	243	1	244.5	3	244,3	2			242	0		
70	03.10	18.09	10478	246	4	244.5	3							244.6	3
71	04.10	23.20	3060	247	5	244.5	3	245	3	244.5	3				
72	06.10	07.10	10478	242	0	244.5	3					242.2	0		
73	07.10	09.25	10478	238	4										
74	08.10	18.10	9244	238	4	238	4	238,3	4						
75	09.10	20.09	9244	239	3	240	2			239	3				
76	09.10	23.00	3060	241	1	244.5	3	243,3	1					240.8	1
77	10.10	21.00	4560	245	3	244.5	3					241	1		
78	11.10	13.00	10478	244	2	244.5	3	243,3	1						
79	12.10	13.40	9244	236	9	239	3			241.7	0				
80	14.10	18.33	9244	242	0	239	3	240,3	2						
81	16.10	13.28	9244	243	1	241	1								
82	17.10	16.33	10478	239	3	241	1								
83	17.10	19.25	10478	250	8	245	3	243	1	243	1	242.8	1	241.6	0
84	18.10	18.30	9244	240	2	245	3								

Liczba wyników

Liczba uśrednianych namiarów	$ \Delta\alpha  = 0^\circ$	$ \Delta\alpha  \leq 1^\circ$	$ \Delta\alpha  \leq 2^\circ$	$ \Delta\alpha  \leq 3^\circ$	$ \Delta\alpha  \leq 4^\circ$	$ \Delta\alpha  \leq 5^\circ$	$ \Delta\alpha  > 5^\circ$
1 (namiar pojedynczy)	8	23	37	51	59	63	21
2	3	15	25	34	39	40	2
3	5	15	23	26	27	27	1
4	5	14	17	20	20	20	1
5	8	16	16	16	17	-	-
6	5	11	12	14	-	-	-

ARKUSZ NAMIERZANIA NR 2

- 1 Typ i położenie radionamiernika R-359 ; 51°06' - 15°04' Sulików  
 2 Kryptonim i położenie namierzanej radiostacji DHJ-49 ; 50°45' - 7°05'  
 3 Okres badań 01.06.-04.10.1981 r.  
 4 Poprawny namiar 270  
 5 Wyniki namiarów:

L.p.	Dzień; miesiąc	Godzina	Często- tliwość kHz	Azy- mut	Błąd  Δα	Namiary uśrednione									
						Azy- mut	Błąd  Δα	Azy- mut	Błąd  Δα	Azy- mut	Błąd  Δα	Azy- mut	Błąd  Δα	Azy- mut	Błąd  Δα
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	01.06	16.30	4432	267	3	270.5	1	271	1	270.2	0	270.6	1	269.1	1
2	03.06	23.10	1970	274	4										
3	04.06	22.10	3399	272	2	270	0	267.3	3	270.2	0	270.6	1	269.1	1
4	06.06	17.10	4932	268	2										
5	07.06	23.10	1970	272	2	266	4	267.3	3	270.2	0	270.6	1	269.1	1
6	08.06	21.10	4932	262	8										
7	11.06	17.25	4932	275	5	273.5	4	274	4	270.2	0	269.8	0	269.1	1
8	13.06	16.30	4932	272	2										
9	14.06	17.10	4932	275	5	270	0	267	3	269	1	269.8	0	269.1	1
10	16.06	08.06	4932	265	5										
11	17.06	23.10	1970	267	3	268	2	267	3	269	1	269.8	0	269.1	1
12	19.06	21.15	3399	269	1										
13	20.06	16.16	4932	270	0	277.5	2	269	1	269.7	0	268.6	1	269.1	1
14	23.06	01.10	1970	265	5										
15	23.06	17.15	4932	272	2	272	2	269	1	269.7	0	268.6	1	269.1	1
16	24.06	23.00	3399	272	2										
17	26.06	04.10	1970	270	0	271.5	2	271.6	2	271.7	2	271.8	2	270.3	0
18	28.06	13.15	4932	273	3										
19	29.06	23.30	1970	276	6	271.5	2	271.6	2	271.7	2	271.8	2	270.3	0

NR\_2\_ (c.d.)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
20	01.07	24.00	1970	268	2	272	2	268.6							
21	04.07	01.13	1970	262	8	266.5	3	268.6	1						
22	05.07	02.17	1970	271	1	266.5	3	269.3		267.5					
23	07.07	22.10	4932	263	7	268.5	1	269.3	1	267.5	2	268.4	2	269	
24	09.07	15.10	4932	274	4	268.5	1	269.3							1
25	10.07	07.00	4932	272	2	268.5	1	269.3							
26	12.07	23.10	1970	265	5	268.5		269.3	1						
27	13.07	02.10	1970	271	1	266.5	3	269.3		267.5	2				
28	19.07	08.20	4932	262	8	266.5	3	269.3				268.8	1	269.3	
29	21.07	10.40	4932	274	4	273	3	269.3	1			268.8		269.3	1
30	22.07	13.50	4932	272	2	273	3	269.3		269.7	0				
31	25.07	05.00	1970	268	2	266.5	3	269.6		269.7					
32	26.07	21.15	4932	265	5	266.5	3	269.6	0						
33	28.07	00.13	1970	276	6	273.5	4	269.6							
34	30.07	13.13	4932	271	1	273.5	4	269.2		269.2	1	268.2	2	268.3	2
35	03.08	18.10	4932	261	9	265	5	267	3	269.2				268.3	
36	04.08	23.15	1970	269	1	265	5	267							
37	04.08	23.19	3399	271	1	270	0	270.3							
38	05.08	23.10	3399	269	1	270	0	270.3	0						
39	06.08	00.16	1970	271	1	272.5	3	271.2		271.2	1	270.8	1		
40	07.08	17.13	4932	274	4	272.5	3	271.2						272.8	3
41	08.08	18.10	4932	278	8	276	6	275.3	6						
42	09.08	23.10	3399	274	4	276	6	275.3		271.5	2				
43	10.08	16.10	4932	265	5	276	6	275.3		2					



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
68	13.09	23.55	1970	269	1	271.5	2								
69	14.09	32.15	3399	274	4	269	1	272.3	2			272.5	3		
70	16.09	16.10	4932	264	6									270	0
71	16.09	17.10	4832	271	1	269.5	0	267.6	2	269.2	1				
72	17.09	18.25	4932	268	2							268.4			
73	19.09	19.30	4932	270	0	269.5	0						2		
74	20.09	23.10	3399	269	1	268		268.2	2		2				
75	23.09	23.15	1970	265	5	267	3								
76	23.09	23.59	1970	269	1										
77	24.09	00.20	1970	274	4	272.5	3	271.3	1			271.2	1	269.6	0
78	25.09	16.45	4932	271	1										
79	26.09	17.10	4932	277	7	272.5	3			272.5	3				
80	29.09	22.15	3399	268	2			269.6	0						
81	30.09	23.10	1970	264	6	267.5	2								
82	01.10	06.00	4932	271	1							268.4		269.8	0
83	03.10	17.55	4932	270	0	269.5	0	270	0	268.5	1	268.4	2		
84	04.10	18.10	4932	269	1										

Liczba wyników

Liczba uśrednianych namiarów	$ \Delta\alpha  = 0^\circ$	$ \Delta\alpha  \leq 1^\circ$	$ \Delta\alpha  \leq 2^\circ$	$ \Delta\alpha  \leq 3^\circ$	$ \Delta\alpha  \leq 4^\circ$	$ \Delta\alpha  \leq 5^\circ$	$ \Delta\alpha  > 5^\circ$
1 (namiar pojedynczy)	5	25	42	49	59	69	15
2	10	16	24	34	40	41	1
3	4	16	22	26	27	27	1
4	5	12	20	21	-	-	-
5	2	9	16	17	-	-	-
6	6	12	13	14	-	-	-



NR-33 (c.d.)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
20	10.07	20.00	9244	216	3	213	6								
21	12.07	18.34	9244	215	4	216.5	2	213.6	5						
22	13.07	01.40	3060	218	1	216.5	2								
23	13.07	09.10	9244	217	2	220.5	2	219.6	1	218.5	0				
24	13.07	16.05	10478	224	5	220.5	2	219.6	1			218.4	1	216.6	2
25	14.07	17.10	9244	218	1	219.5	1								
26	15.07	18.15	14705	221	2	219.5	1	218.3	1						
27	16.07	21.30	3060	216	3	215.5	3	218.3	1	217.5	1				
28	17.07	21.25	4560	215	4	215.5	3								
29	19.07	20.00	10478	220	1	219	0	217.6	1			218	1	218	1
30	20.07	18.10	14705	218	1	219	0	217.6	1						
31	23.07	06.15	14705	217	2	216	3			217.5	1				
32	25.07	11.28	10478	215	4	216	3	220.6	2						
33	27.07	16.23	9244	230	1	224	5								
34	29.07	17.05	10478	218	1	224	5					219.2	0	220.1	1
35	02.08	23.25	3060	216	3	220.5	2	219.6	1	222.2	3				
36	04.08	22.01	3060	225	6	220.5	2	219.6	1						
37	05.08	01.00	3060	218	1	216.5	2								
38	09.08	06.15	9244	215	4	216.5	2	216.6	2	217	2	218.6	0		
39	11.08	07.23	10478	217	2	217.5	1								
40	12.08	08.05	10478	218	1	217.5	1							218.8	0
41	14.08	18.05	9244	229	1	222.5	4	221	2						
42	17.08	19.30	9244	216	3	222.5	4			219.5	1				
43	17.08	21.10	3060	215	4							220.4	1		

NR 3 (c.d.)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
44	19.08	18.13	10478	218	1	216.5	2								
45	23.08	21.07	4560	224	3	220.5	2	219	0						
46	25.08	23.05	3060	217	2										
47	25.08	23.58	3060	218	1	217	2	217	2	218.7	0			218	1
48	28.08	01.10	3060	216	3	217	2								
49	28.08	07.40	10478	226	7		3					219			
50	31.08	06.10	9244	218	1	222		219.3	0						
51	31.08	10.30	10478	214	5		4			218.5	0				
52	02.09	16.30	10478	216	3	215									
53	03.09	12.45	9244	215	4	216.5	2	216.3	3					217.8	1
54	05.09	18.08	14705	218	1	216.5						216.2	3		
55	06.09	12.36	9244	218	1	221.5	3			219	0				
56	07.09	18.05	10478	225	6	221.5		224	5						
57	10.09	19.10	9244	229	10										
58	11.09	19.25	10478	215	4	222	3							220	1
59	13.09	23.15	3060	217	2	216.5	2	216	3	219.2	0	220.4	1		
60	14.09	08.10	10478	216	3	216									
61	15.09	23.10	3060	231	12										
62	16.09	18.05	14705	209	10	220	1	219.3	0						
63	23.09	22.00	9244	218	1	223	4			221.5	3				
64	25.09	21.47	9244	228	9							220.2	1		
65	25.09	22.09	3060	215	4	215.5		219.6	1					219.5	1
66	25.09	23.50	3060	216	3	215.5	3								
67	26.09	23.00	3060	227	8					219	0				

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
68	29.09	04.00	3060	218	1	222.5	4								
69	30.09	21.37	4560	226	7	223.5	5	223.6							
70	03.10	18.09	10478	221	2	223.5	5								
71	04.10	23.20	3060	224	5	219.5	1	220	1	221.5				221.8	3
72	06.10	07.10	10478	215	4	219.5	1								
73	07.10	09.25	10478	225	6	221.5	3					220.6			
74	08.10	18.10	9244	218	1	221.5	3	220.3							
75	09.10	20.09	9244	218	1	217.5	1			219.5					
76	09.10	23.00	3060	217	2	217.5	1							218.8	
77	10.10	21.00	4560	209	10	217.5	1	217.3	2			217	2		0
78	11.10	13.00	10478	226	7	217.5	1								
79	12.10	13.40	9244	215	4	216	3			216.7					
80	14.10	18.33	9244	217	2	216	3	218.6	0						
81	16.10	13.28	9244	224	5	223	4								
82	17.10	16.33	10478	222	3	219	0					220.2			
83	17.10	19.25	10478	221	2	219	0	220	1	221	2		1	219.3	
84	18.10	18.30	9244	217	2	219	0								0

Liczba wyników

Liczba uśrednianych namiarów	$ \Delta\alpha =0^\circ$	$ \Delta\alpha \leq 1^\circ$	$ \Delta\alpha \leq 2^\circ$	$ \Delta\alpha \leq 3^\circ$	$ \Delta\alpha \leq 4^\circ$	$ \Delta\alpha \leq 5^\circ$	$ \Delta\alpha >5^\circ$
1 (namiar pojedynczy)	0	23	36	48	61	68	16
2	2	9	21	33	38	40	2
3	7	18	23	25	25	28	-
4	7	11	17	20	20	21	-
5	5	12	15	17	-	-	-
6	5	12	13	14	-	-	-

ARKUSZ NAMIERZANIA NR 4

1. Typ i położenie radionamiernika R-359 ; 54° 35' - 16° 58' Ustka  
 2. Kryptonim i położenie namierzanej radiostacji ONY-27 ; 50° 25' - 4° 00'  
 3. Okres badań 02.06-01.09.1981 r.  
 4. Poprawny namiar 249  
 5. Wyniki namiarów:

L.p.	Dzień; miesiąc	Godzina	Czesto- tliwość kHz	Azy- mut	Błęd  Δα	Namiary uśrednione									
						Azy- mut	Błęd  Δα	Azy- mut	Błęd  Δα	Azy- mut	Błęd  Δα	Azy- mut	Błęd  Δα	Azy- mut	Błęd  Δα
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	02.06	17.12	4581	250	1										
2	03.06	18.30	9871	254	5	252	3	248.6	0						
3	04.06	05.00	7879	242	7					249	0				
4	04.06	16.20	7879	250	1	246	3					249	0		
5	04.06	23.40	3505	249	0	248.5	0	249	0					248.8	0
6	05.06	14.50	7879	248	1	248.5	0	249	0						
7	05.06	22.00	4581	256	7					252.2	3				
8	06.06	08.30	13937	256	7	256	7	253.3	4			252.8	4		
9	08.06	07.17	13937	248	1										
10	08.06	14.20	13937	256	7	252	3			250.5	2			252.3	3
11	09.06	17.45	7878	246	3			251.3	2	250.5	2				
12	10.06	11.48	9871	252	3	249	0								
13	11.06	21.17	4581	251	2	249.5	1					249.4	0		
14	12.06	00.12	4581	248	1	249.5	1	249.6	1	249.5	1				
15	12.06	07.00	9871	250	1	249.5	1			249.5	1				
16	12.06	17.40	9878	249	0	249.5	1							249.5	1
17	13.06	09.53	7878	249	0	249.5	1	249.3	0	249.5	1				
18	14.06	16.15	13932	250	1	249.5	1					249.4	0		
19	15.06	19.03	7878	250	1					249.5	1	249.4	0		





1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	15
68	16.08	15.27	7878	246	3	247	2	248.3							
69	16.08	17.55	4581	251	2	248	1	248.3	1			248.5	0		
70	16.08	23.40	4581	245	4	248	1								
71	20.08	06.46	4581	248	1	248.5	0	247.3	2	248.2	1			247.8	1
72	20.08	22.17	13937	249	0	248.5	0	247.3	2						
73	22.08	12.20	9871	248	1	247.5	1					247	2		
74	23.08	09.30	9871	245	4	247.5	1	246	3						
75	23.08	19.40	7693	245	4	247.5	1	246	3	246,5	2				
76	27.08	05.20	4581	248	1	247.5	1	246.3	3	246,5				246.1	3
77	27.08	20.35	4581	248	1	245.5	3	246.3	3			246.8	2		
78	28.08	00.25	7878	243	6	245.5	3	246.3	3						
79	29.08	17.13	7693	250	1	250.5	2	252.3	3	248	1				
80	29.08	21.00	7878	251	2	250.5	2	252.3	3						
81	29.08	18.06	7878	256	7	248.5	0								
82	30.08	15.09	13937	242	7	248.5	0	246.6	2	249	0	249.4	0	249.5	1
83	30.08	12.00	7878	247	2	249	0	246.6	2	249	0	249.4	0	249.5	1
84	01.09	18.44	7878	251	2	249	0	246.6	2	249	0	249.4	0	249.5	1

Liczba wyników

Liczba usrednianych namiarów	$ \Delta\alpha  = 0^\circ$	$ \Delta\alpha  \leq 1^\circ$	$ \Delta\alpha  \leq 2^\circ$	$ \Delta\alpha  \leq 3^\circ$	$ \Delta\alpha  \leq 4^\circ$	$ \Delta\alpha  \leq 5^\circ$	$ \Delta\alpha  > 5^\circ$
1 (namiar pojedynczy)	10	39	49	62	68	69	15
2	10	22	31	36	37	41	1
3	6	15	22	27	28	-	-
4	5	13	17	21	-	-	-
5	6	9	14	16	17	-	-
6	4	11	11	14	-	-	-







NR - 5 (c.d.)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
68	29.09	04.00	3060	277	7	273	3	271,3	1						
69	30.09	21.37	4560	268	2	267,5	2	271,3							
70	03.10	18.09	10478	267	3	267,5	2							270,3	0
71	04.10	23.20	3060	273	3	270,5	1	269,3	1	269	1				
72	06.10	07.10	10478	268	2	270,5	1	269,3				271,4			
73	07.10	09.25	10478	274	4	274,5									
74	08.10	18.10	9244	275	5	274,6	5	272,6	3						
75	09.10	20.09	9244	269	1	269,5	0	272		272	2				
76	09.10	23.00	3060	270	0	269,5	0								
77	10.10	21.00	4560	273	3	270	0	270	0					271,3	1
78	11.10	13.00	10478	267	3	270	0	270				269,4			
79	12.10	13.40	9244	268	2			268,5		268,5	1				
80	14.10	18.33	9244	266	4	267	3	268,3	2						
81	16.10	13.28	9244	271	1	271,5	2								
82	17.10	16.33	10478	272	2	271,5	2							271,3	1
83	17.10	19.25	10478	266	4	270	0	270,6	1	270,7	1	269,8	0	269,5	0
84	18.10	18.30	9244	274	4	270	0	270,6	1					269,5	0

Liczba wyników

Liczba uśrednianych namiarów	$ \Delta\alpha  = 0^\circ$	$ \Delta\alpha  \leq 1^\circ$	$ \Delta\alpha  \leq 2^\circ$	$ \Delta\alpha  \leq 3^\circ$	$ \Delta\alpha  \leq 4^\circ$	$ \Delta\alpha  \leq 5^\circ$	$ \Delta\alpha  > 5^\circ$
1 (namiar pojedynczy)	4	25	42	50	64	72	12
2	5	17	25	36	40	42	-
3	5	18	24	27	28	-	-
4	1	14	18	20	21	-	-
5	7	13	16	16	17	-	-
6	5	12	13	13	14	-	-







1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
68	13.09	23.55	1970	283	1	281,5	0								
69	14.09	22.15	3399	289	7			284	2						
70	16.09	16.10	4932	283	1	286	4								
71	16.09	17.10	4932	282	0	281,5	0	282	0	283,7				283	
72	17.09	18.25	4932	281	1						2				
73	19.09	19.30	4932	280	2							280,8			
74	20.09	23.10	3399	278	4	279	3	278,3					1		
75	23.09	23.15	1970	277	5				4	278,5	3				
76	23.09	23.59	1970	279	3	278	4								
77	24.09	00.30	1970	288	6	285	3	283				281,8		280,6	1
78	25.09	16.45	4932	282	0				1	285,5			0		
79	26.09	17.10	4932	283	1	286	4				4				
80	29.09	22.15	3399	289	7			284,6	3						
81	30.09	23.10	1970	282	0										
82	01.10	06.00	4932	282	0	282	0								
83	03.10	17.55	4932	279	4			280,6	1	281	1	282,6	1	282,6	1
84	04.10	18.10	4932	281	1	280	2								

Liczba wyników

Liczba uśrednianych namiarów	$ \Delta\alpha =0^\circ$	$ \Delta\alpha \leq 1^\circ$	$ \Delta\alpha \leq 2^\circ$	$ \Delta\alpha \leq 3^\circ$	$ \Delta\alpha \leq 4^\circ$	$ \Delta\alpha \leq 5^\circ$	$ \Delta\alpha >5^\circ$
1 (namiar pojedynczy)	21	38	46	56	62	63	21
2	11	20	22	30	37	39	3
3	4	12	17	25	26	28	-
4	4	8	15	19	21	-	-
5	5	9	13	15	17	-	-
6	2	10	11	14	-	-	-





1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
44	16.07	16.25	13937	275	6	277,5	3								
45	18.07	06.23	13937	280	1	265	4	278,3	3						
46	18.07	19.03	7879	290	9	282	1	284,6	4	283,5				281,5	1
47	18.07	19.50	7879	281	0						3				
48	21.07	12.17	13937	283	2	282	1	284,6	4			282,6			
49	21.07	15.38	13937	280	1	279,5							2		
50	22.07	21.40	7878	279	2	279,5	1	282	1	280,2					
51	23.07	20.50	7878	287	6	281				280,2	1				
52	23.07	23.48	4581	275	6	281	0	279,6						280,8	0
53	24.07	14.05	13937	284	3	282		279,6	1			282,6	2		
54	25.07	22.07	9871	287	6	282	1			282,2					
55	25.07	22.07	9871	280	1	282,5	2	279,3		282,2	1				
56	02.08	07.15	13937	278	3	282,5	2		2						
57	04.08	20.05	7878	273	8	278,5	2	279,3							
58	04.08	23.07	4581	284	3	278,5	2			280,5				281,1	0
59	05.08	16.01	13937	282	1	282,5	2	283	2	280,5	0	280	1	281,1	0
60	06.08	07.20	13937	283	2	282,5	2								
61	08.08	18.10	9871	280	1	283,5	3								
62	09.08	11.40	13937	287	6	283,5		285							
63	10.08	12.05	13937	288	7	283,5	3		4	283,5	3				
64	11.08	16.21	9871	279	2	283,5	3					282,6	2		
65	14.08	17.00	7978	279	2	279,5	1	279,3	2					282,1	1
66	15.08	10.06	13937	280	1	279,5				281,5					
67	15.08	22.00	7878	287	6					1					

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
68	16.08	15.27	7878	280	1	283,5	3								
69	16.08	17.55	7878	286	5	286	5	284,3	3						
70	16.08	23.40	4581	286	5	280	1			283	2				
71	20.08	06.46	4581	273	8	280	1	282	1						
72	20.08	22.17	4581	287	6	281	0					281,6	1		
73	22.08	12.20	13937	289	8	281	0	283,3	2						
74	23.08	09.30	9871	273	8	284	3			282,5	2				
75	23.08	19.40	9871	288	7	278,5	2	279	2						
76	27.08	05.20	7693	280	1	279	2			278,7	2				
77	27.08	20.35	4581	279	2	279	2	279	2			282,6	2		
78	28.08	09.25	4581	278	3	279	2								
79	29.08	17.13	7878	288	7	283	2	279	2						
80	29.08	21.00	7693	270	1	283	2	279	2						
81	29.08	18.06	7878	279	2	277	4								
82	30.08	15.09	7878	287	6	280,3	1								
83	30.08	12.00	13937	274	7	280	1					278	3		
84	01.09	18.44	7878	280	1	279,6	1								

Liczba wyników

Liczba usrednianych namiarów	$ \Delta\alpha =0^\circ$	$ \Delta\alpha \leq 1^\circ$	$ \Delta\alpha \leq 2^\circ$	$ \Delta\alpha \leq 3^\circ$	$ \Delta\alpha \leq 4^\circ$	$ \Delta\alpha \leq 5^\circ$	$ \Delta\alpha >5^\circ$
1 (namiar pojedynczy)	10	24	40	47	50	53	31
2	5	14	24	34	39	42	-
3	1	8	20	24	27	27	1
4	3	14	18	20	21	-	-
5	2	10	15	17	-	-	-
6	7	13	14	-	-	-	-

W arkuszach tych, zawierających po 84 namiary każdy, dokonano uśredniania wyników na podstawie:

- dwóch namiarów - kolumny 7 i 8;
- trzech namiarów - kolumny 9 i 10;
- czterech namiarów - kolumny 11 i 12;
- pięciu namiarów - kolumny 13 i 14;
- sześciu namiarów - kolumny 15 i 16.

Z podsumowania arkuszy namierzania od 1 do 7 wynikło, że prawdopodobieństwo namiarów uśrednionych  $P(\Delta\alpha_{sr})$  wynosi:

$P(\Delta\alpha_{sr})$					
$a$	2	3	4	5	6
$P( \Delta\alpha  = 0^\circ) = 0,098$	0,156	0,163	0,204	0,294	0,346
$P( \Delta\alpha  \leq 1^\circ) = 0,335$	0,384	0,520	0,585	0,655	0,826
$P( \Delta\alpha  \leq 2^\circ) = 0,496$	0,585	0,770	0,829	0,882	0,887
$P( \Delta\alpha  \leq 3^\circ) = 0,617$	0,806	0,918	0,959	0,984	0,989
$P( \Delta\alpha  \leq 4^\circ) = 0,719$	0,918	0,959	0,986	1	1
$P( \Delta\alpha  \leq 5^\circ) = 0,777$	0,969	0,984	0,993	1	1
$P( \Delta\alpha  > 5^\circ) = 0,223$	0,031	0,016	0,007	-	-

Tabela 74

Gdzie:

$a$  - liczba pojedynczych namiarów wykorzystywana przy uśrednianiu wyniku;

prawdopodobieństwo jednostkowe - prawdopodobieństwo wystąpienia określonego błędu kąтового radio-namiernika  $|\Delta\alpha|$ .

Porównując zatem wyniki wyliczeń teoretycznych rozkładu prawdopodobieństwa  $P(\Delta\alpha_{sr})$  /tabela 63 i 64/ z wynikami badań empirycznych /tabela 75/ i przedstawiając je  $P(\Delta\alpha_{sr}) = f(a)$ ,

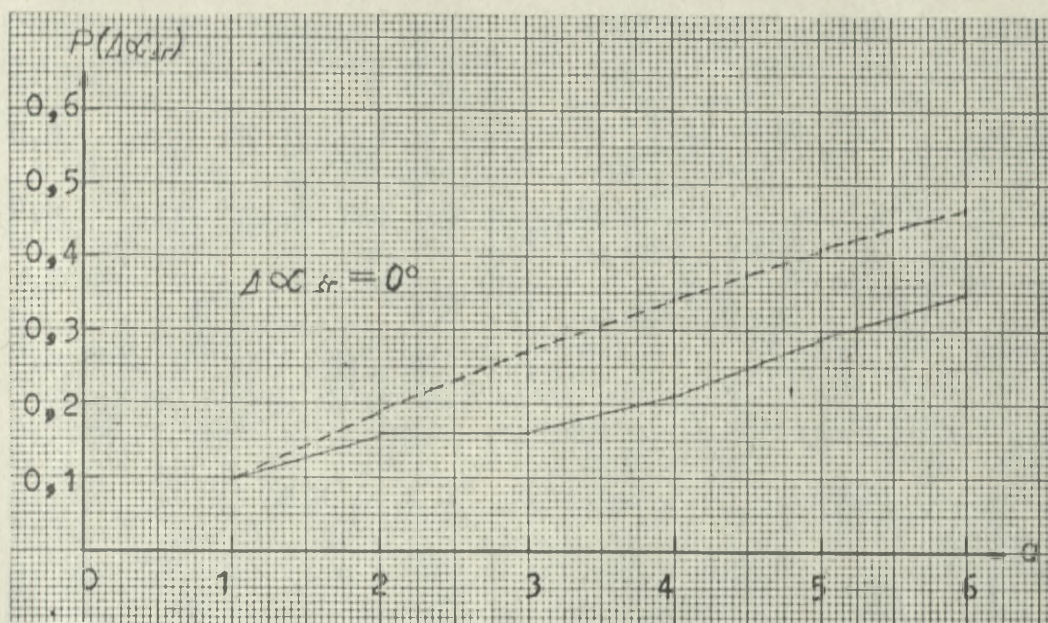
przy  $|\Delta\alpha| = \text{constans}$ , na wykresach od 49 do 55 widać, iż są one zbieżne.

$P(\Delta\alpha_{sr})$					
$\alpha$ Prawdopodobieństwo jednostkowe	2	3	4	5	6
$P( \Delta\alpha  = 0^\circ) \approx 0,1$	0,19	0,27	0,34	0,41	0,47
	0,16	0,16	0,21	0,29	0,35
$P( \Delta\alpha  \leq 1^\circ) \approx 0,3$	0,51	0,66	0,76	0,83	0,88
	0,38	0,52	0,58	0,65	0,82
$P( \Delta\alpha  \leq 2^\circ) \approx 0,5$	0,75	0,88	0,94	0,97	0,98
	0,58	0,77	0,83	0,88	0,89
$P( \Delta\alpha  \leq 3^\circ) \approx 0,6$	0,84	0,94	0,97	0,99	0,99
	0,81	0,92	0,96	0,98	0,99
$P( \Delta\alpha  \leq 4^\circ) \approx 0,7$	0,91	0,97	0,99	0,99	0,99
	0,92	0,96	0,99	1	1
$P( \Delta\alpha  \leq 5^\circ) \approx 0,8$	0,96	0,99	0,99	0,99	0,99
	0,97	0,98	0,99	1	1
$P( \Delta\alpha  > 5^\circ) \approx 0,2$	0,04	0,01	0,01	0,01	0,01
	0,03	0,02	0,01	-	-

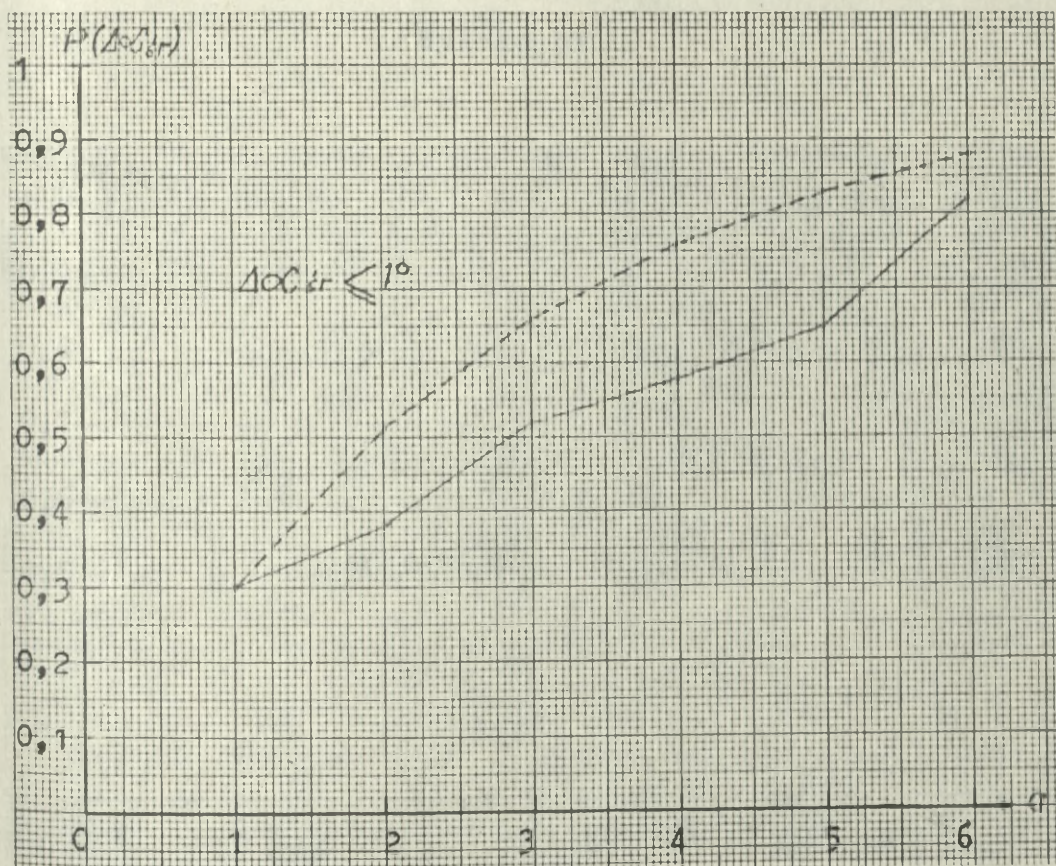
Tabela 75

Gdzie:

- w liczniku - wartości prawdopodobieństwa wyliczone ze wzoru 15;
- w mianowniku - wartości prawdopodobieństwa z badanej próbki /arkusze namierzania od 1 do 7/.



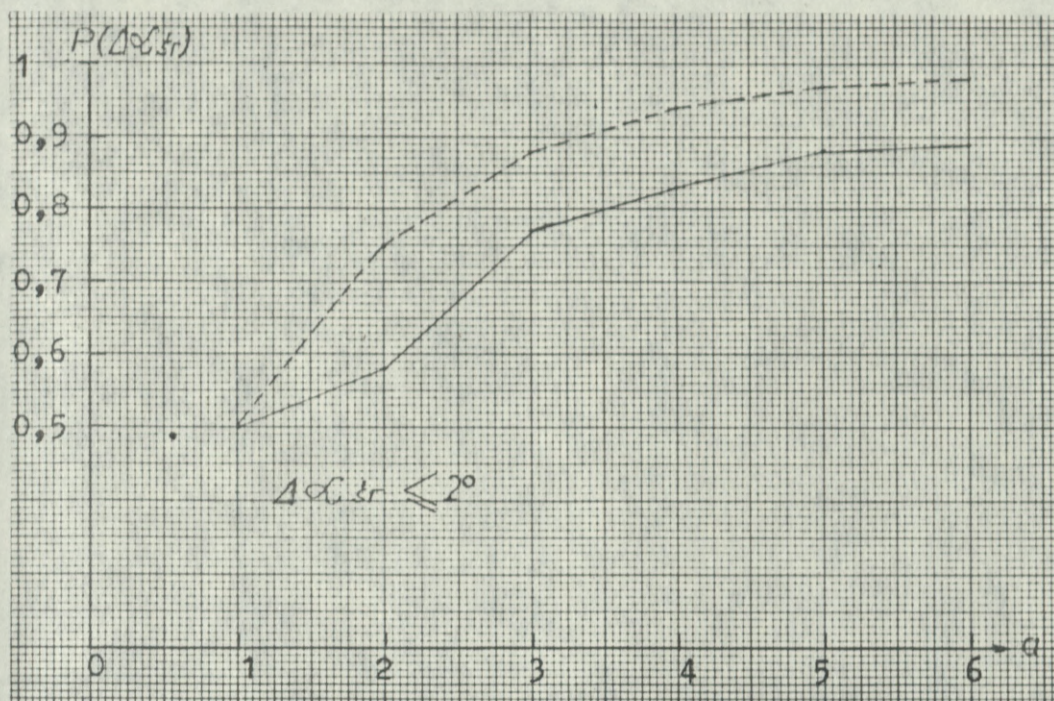
Wykres 49



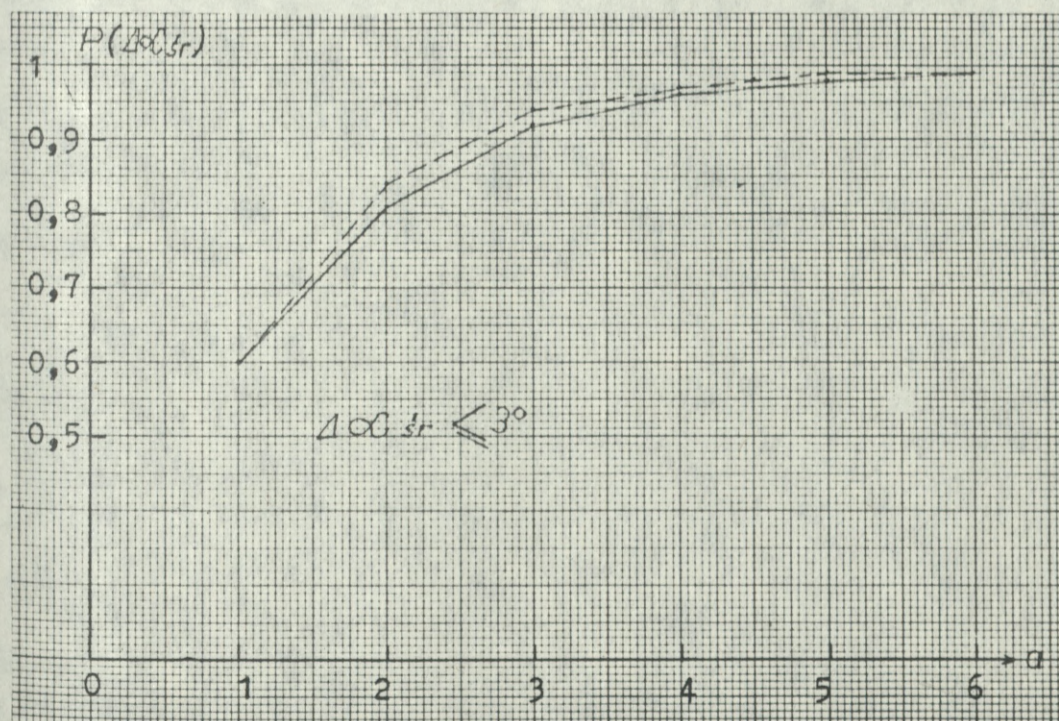
Wykres 50

**Uwaga!**

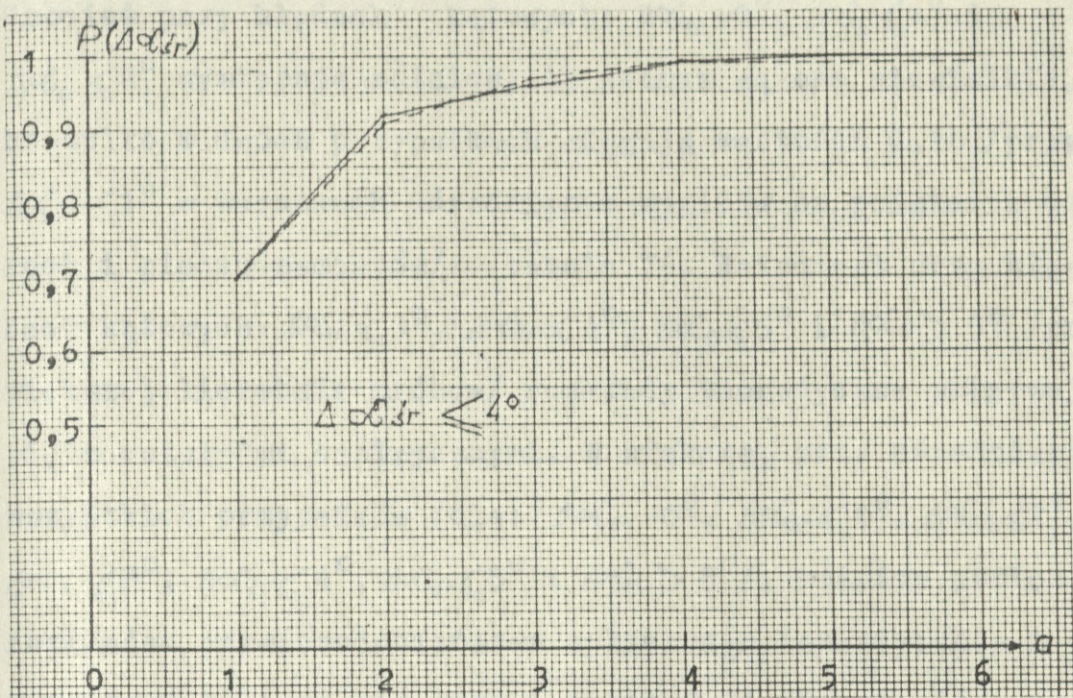
Na wykresach od 49 do 55 liniami przerywanymi zaznaczono wartości prawdopodobieństwa wyliczane ze wzoru 15, a liniami ciągłymi wartości prawdopodobieństwa z badanej próbki /arkusze namierzania od 1 do 7/.



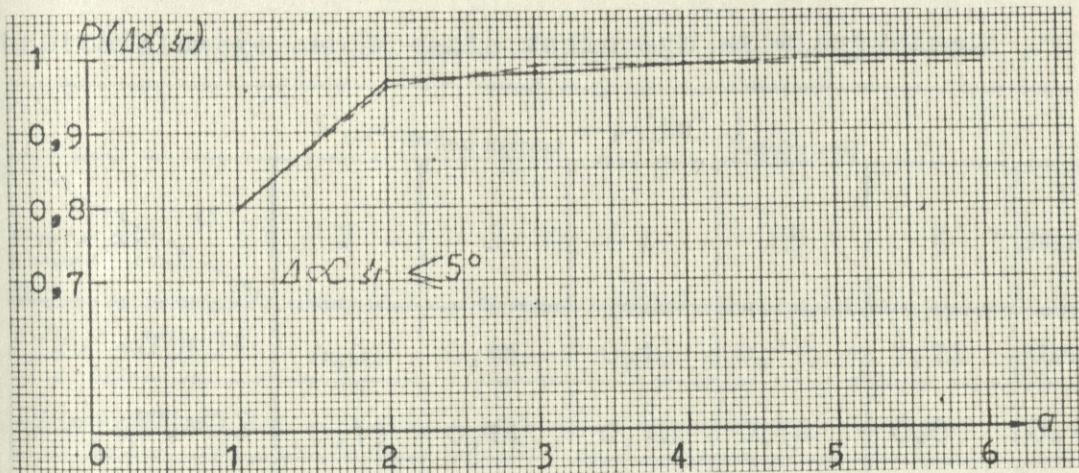
Wykres 51



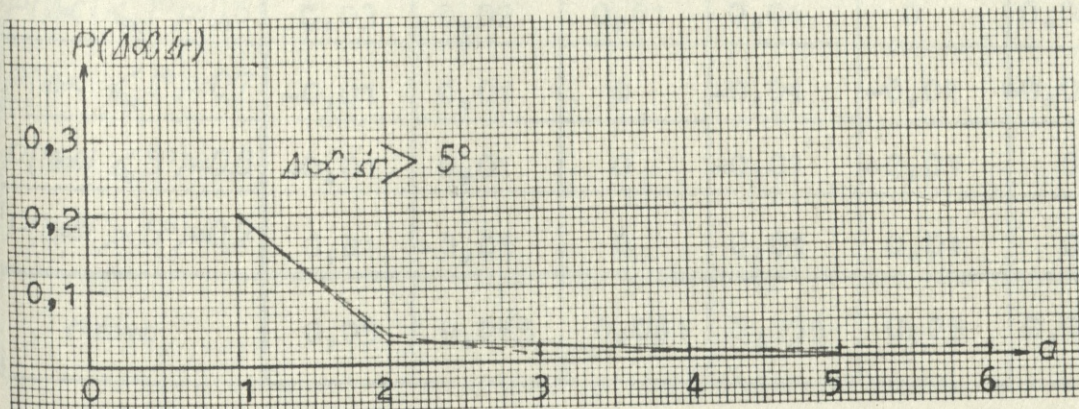
Wykres 52



Wykres 53



Wykres 54



Wykres 55

Chociaż przy błędach kątowych:  $\Delta\alpha_{sr} = 0^\circ$ ,  $\Delta\alpha_{sr} \leq 1^\circ$  i  $\Delta\alpha_{sr} \leq 2^\circ$  występują różnice, to jednak są one niewielkie, bo tylko w dwóch przypadkach sięgają wartości 0,18 /przy  $\Delta\alpha_{sr} \leq 1^\circ$  w warunkach uśredniania wyników na podstawie czterech i pięciu pomiarów/ - tabela 76. Natomiast przy błędach kątowych:  $\Delta\alpha_{sr} \leq 3^\circ$ ,  $\Delta\alpha_{sr} \leq 4^\circ$ ,  $\Delta\alpha_{sr} \leq 5^\circ$  i  $\Delta\alpha_{sr} > 5^\circ$  /przy większej liczbie próbek/ rozkłady teoretyczne pokrywają się z rozkładami empirycznymi. W efekcie, przy uśrednianiu wszystkich przypadków /dla:  $\Delta\alpha_{sr} = 0^\circ$ ,  $\Delta\alpha_{sr} \leq 1^\circ$ ,  $\Delta\alpha_{sr} \leq 2^\circ$ ,  $\Delta\alpha_{sr} \leq 3^\circ$ ,  $\Delta\alpha_{sr} \leq 4^\circ$ ,  $\Delta\alpha_{sr} \leq 5^\circ$  i  $\Delta\alpha_{sr} > 5^\circ$ /, różnica pomiędzy rozkładem prawdopodobieństwa wyliczonym teoretycznie i ustalonym empirycznie wynosi tylko 0,04 /tabela 76/, co świadczy, że przewidywane w poprzednim rozdziale efekty krótkofalowego namierzania radiowego są wiarygodne.

$P(\Delta\alpha_{sr})_{(teoretyczne)} - P(\Delta\alpha_{sr})_{(empiryczne)}$						
$\alpha$	2	3	4	5	6	ŚREDNIO
$P( \Delta\alpha  = 0^\circ) \approx 0,1$	0,03	0,11	0,13	0,12	0,12	0,085
$P( \Delta\alpha  \leq 1^\circ) \approx 0,3$	0,13	0,14	0,18	0,18	0,01	0,101
$P( \Delta\alpha  \leq 2^\circ) \approx 0,5$	0,17	0,11	0,11	0,09	0,09	0,096
$P( \Delta\alpha  \leq 3^\circ) \approx 0,6$	0,03	0,02	0,01	0,01	0	0,0083
$P( \Delta\alpha  \leq 4^\circ) \approx 0,7$	-0,01	0,01	0	-0,01	-0,01	-0,0066
$P( \Delta\alpha  \leq 5^\circ) \approx 0,8$	-0,01	0,01	0	-0,01	-0,01	0
$P( \Delta\alpha  > 5^\circ) \approx 0,2$	0,01	-0,01	0	0,01	0,01	0
ŚREDNIO	0,05	0,055	0,061	0,055	0,03	0,04

Tabela 76

W zaprezentowanym sposobie sprawdzenia stopnia wiary-

godności oczekiwanych efektów krótkofalowego namierzania radiowego wątpliwości może budzić fakt, że przy uśrednianiu wyników wykorzystywano namiary pochodzące nie z różnych, lecz z jednego radionamiernika. W proponowanej koncepcji przewidywane jest natomiast, że każdy wynik uśredniany będzie na podstawie namiarów pochodzących z różnych radionamierników tej samej grupy namierzania. Porównując jednak proponowany sposób uśredniania wyników namierzania /wyniki uśredniane na podstawie namiarów pochodzących z różnych radionamierników tej samej grupy namierzania/ ze sposobem praktycznie wykorzystanym w niniejszej rozprawie dochodzi się do wniosku, iż istnieją między nimi wspólne cechy. W proponowanej koncepcji radionamierniki w obrębie jednej i tej samej grupy namierzania rozmieszcza się w odległości 1-2 km jeden od drugiego, tak aby każdemu z nich stworzyć, przy namierzaniu jednej i tej samej radiostacji, różne warunki propagacyjne<sup>x</sup>. Jeśli więc przy uśrednianiu wyników namierzania podstawowym warunkiem jest to, aby każdemu radionamiernikowi stworzyć inne warunki propagacyjne, to w sposobie praktycznie zaprezentowanym różne warunki propagacyjne, przy każdym namiarze, uzyskano stosując rozbieżności czasowe /każdy namiar dokonywany był przez jeden i ten sam radionamiernik, ale w innym czasie/. Czyli meritum problemu zostało zachowane. Można zatem stwierdzić, że sposób, którym posłużono się, jest wia-

---

<sup>x</sup>To, że odległość 1-2 km radionamierników od siebie gwarantuje im przy namierzaniu jednej i tej samej radiostacji różne warunki propagacyjne i jednocześnie pozwala na uśrednianie namiarów wykazane zostało w rozdziale I.

rygodny, tym bardziej że nawet przy tak nielicznej próbce - 588 namiarów /arkusze namierzania 1-7/ zaszła duża zbieżność pomiędzy wynikami rozkładu wyliczonego teoretycznie /ze wzoru 15/ i rozkładem ustalonym empirycznie. Oczywiście w ogóle nie budzącym zastrzeżeń byłby model identyczny z proponowanym w niniejszej koncepcji /uśrednianie wyników na podstawie namiarów pochodzących z różnych radionamierników tej samej grupy namierzania/. Przeprowadzenie jednak takich badań byłoby bardzo drogie i nie obyłoby się bez naruszenia namierzania funkcjonującego obecnie w jednolitym systemie rozpoznania radioelektronicznego WP. Uwzględniając zatem istniejącą sytuację ekonomiczną kraju i polityczno-militarną w świecie, przy sprawdzaniu stopnia wiarygodności przewidywanych efektów krótkofalowego namierzania radiowego, posłużono się modelem najbardziej ekonomicznym /bez dodatkowych nakładów finansowych i bez dezorganizacji funkcjonującego krótkofalowego namierzania radiowego w jednolitym systemie rozpoznania radioelektronicznego WP/.

3. Wykorzystanie sieci krótkofalowego namierzania radiowego w ramach jednolitego systemu rozpoznania radioelektronicznego WP zorganizowanych według proponowanej koncepcji

Organizując krótkofalowe namierzanie radiowe jednolitego systemu rozpoznania radioelektronicznego WP według koncepcji proponowanej w niniejszej rozprawie, należy uwzględnić dwa zasadnicze warianty wykorzystywania sieci namierzania.

W wariantcie pierwszym wykorzystywanie poszczególnych

sieci namierzania trzeba oprzeć na zasadzie terytorialności stawiania zadań w ramach jednolitego systemu rozpoznania radioelektronicznego WP. Znaczy to, że poszczególnym wykonawcom /jednostkom rozpoznania radioelektronicznego/ nie należy przydzielać konkretnych obiektów rozpoznania, ale obszary, a przez to wszystkie obiekty znajdujące się w danym czasie na tych obszarach<sup>x</sup>. W takim ujęciu problemu, podział terytorialny całego obszaru rozpoznania powinien być warunkowany możliwościami krótkofalowego namierzania radiowego w taki sposób, aby obszar rozpoznania przydzielany danej jednostce odpowiadał, swoją wielkością i usytuowaniem, obszarowi namierzania stosownie położonej do niego sieci, z takim wyliczeniem aby, przy namierzaniu dowolnej na tym obszarze radiostacji, nie przekroczony został dopuszczalny błąd liniowy sieci namierzania „ $L_{s/dop}$ ”. Zatem w warunkach jednolitego systemu rozpoznania radioelektronicznego WP cały zasadniczy obszar rozpoznania /zachodni Bałtyk, Jutlandia i RFN/ należy podzielić na trzy części - to jest:

- numer 1 - obejmującą zachodnią część akwenu Morza Bałtyckiego - podporządkowaną pod względem namierzania sieci nr 1;

- numer 2 - obejmującą Jutlandię i północną część terytorium RFN - podporządkowaną pod względem namierzania sieci nr 2;

---

<sup>x</sup>Obecnie zadania do rozpoznania radioelektronicznego stawiane są obiektami, w związku z czym jednostki rozpoznają: 1 prrel /WOPK/ - obiekty sił powietrznych NATO; 2 prrel /Z. II Sztabu Generalnego WP/, 9 prr /frontowy/, 11 i 12 brrel /armijne/ - obiekty sił lądowych NATO; 6 prrel /MW/ - obiekty sił morskich NATO.

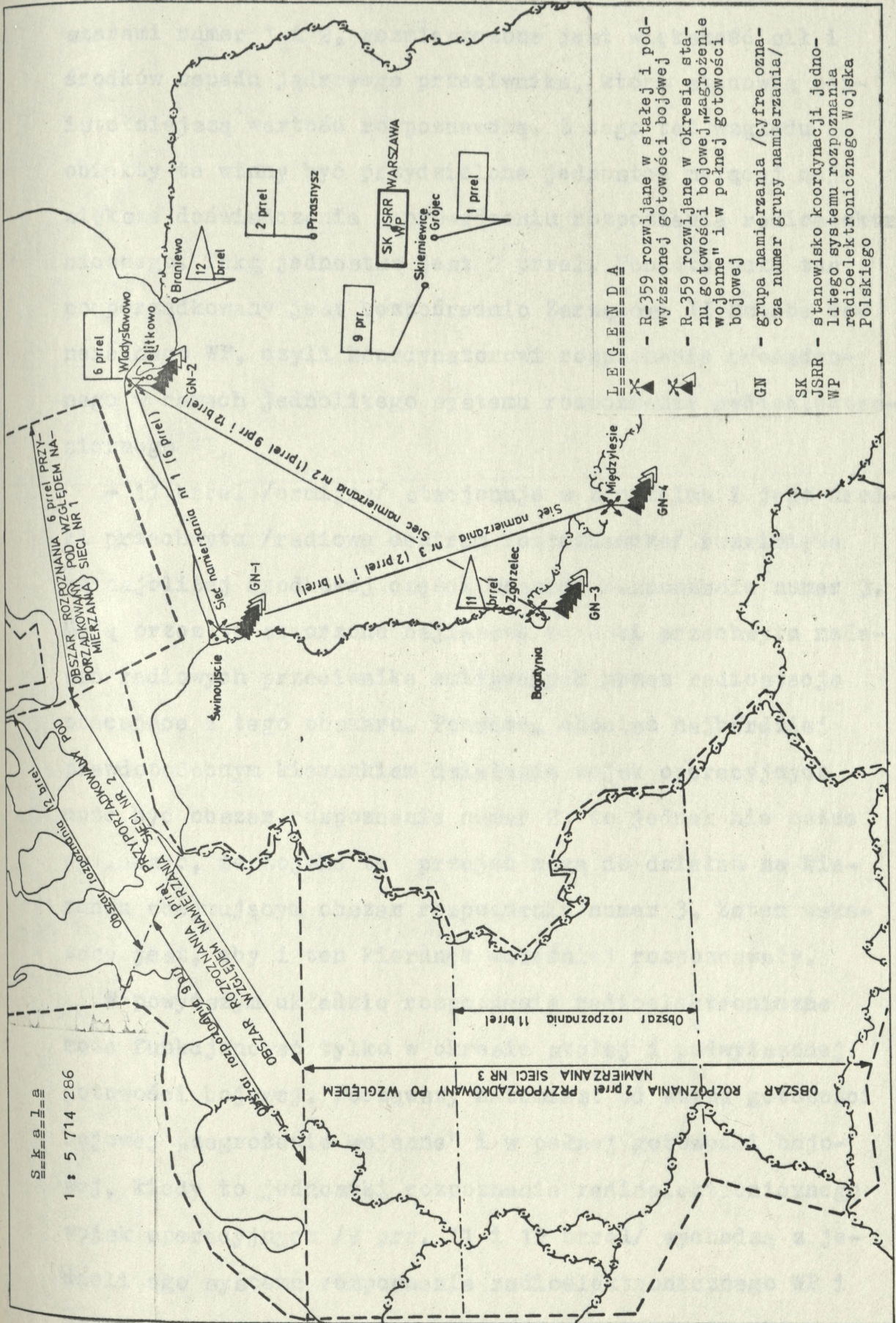
- numer 3 - obejmującą południową część terytorium RFN - podporządkowaną pod względem namierzania sieci nr 3.

Obszar rozpoznania numer 1 należy przydzielić 6 prrel, co wydaje się być słuszne, ponieważ pokrywa się on ze strefą odpowiedzialności Marynarki Wojennej.

Obszar rozpoznania numer 2 należy przydzielić 1 prrel, 9 prr i 12 brrel, z takim wyliczeniem, aby 1 prrel rozpoznawał całość terytorium, 9 prr północną część RFN, a 12 brrel Jutlandię. Uzasadnieniem takiego podziału zadań jest to, że północny i północno-zachodni kierunek zagrożenia powietrznego kraju stanowią newralgiczną strefę obrony dla WOPK, a zatem kierunki te winny się znaleźć w obrębie obszaru rozpoznawanego przez 1 prrel jako, że pułk ten podlega WOPK. Natomiast przydział zadań dla 9 prr oraz 12 brrel pokrywa się z najbardziej prawdopodobnym kierunkiem działań wojsk operacyjnych, a przecież 9 prr jest jednostką frontową, a 12 brrel armijną.

Obszar rozpoznania numer 3 należy przydzielić 2 prrel, a środkową jego część, obecnie zajmowaną przez 5 i 7 KA/A/ oraz 56 BAP/A/, 11 brrel /podział zasadniczego obszaru rozpoznania według wariantu pierwszego - rysunek 64/. Za podziałem takim przemawiają następujące fakty:

- konieczność przydziału obszaru rozpoznania numer 1 6 prrel jako, że pokrywa się on ze strefą odpowiedzialności Marynarki Wojennej, a pułk ten podlega Marynarce Wojennej. Następnie, konieczność przydziału obszaru rozpoznania numer 2 1 prrel dlatego, że obszar ten pokrywa się z najważniejszymi kierunkami zagrożenia powietrznego kraju, a pułk ten podlega WOPK. Zatem obszar rozpoznania numer 3 pozostaje dla 2 prrel;



Rysunek 64

- na obszarze rozpoznania numer 3, w porównaniu z obszarami numer 1 i 2, rozmieszczona jest większość sił i środków napadu jądrowego przeciwnika, które stanowią najistotniejszą wartość rozpoznawczą. Z tego też względu obiekty te winny być przydzielone jednostce mającej największe doświadczenie w prowadzeniu rozpoznania radioelektronicznego. Taką jednostką jest 2 prrel. Ponadto pułk ten podporządkowany jest bezpośrednio Zarządowi II Sztabu Generalnego WP, czyli koordynatorowi rozpoznania prowadzonego w ramach jednolitego systemu rozpoznania radioelektronicznego WP;

- 11 brrel /armijny/ stacjonuje w Żgorzelcu i jego środki przechwyty /radiowe centrum rozpoznawcze/ rozwinięte są najbliżej środkowej części obszaru rozpoznania numer 3. Mają przez to stworzone najlepsze warunki przechwyty nadeń radiowych przeciwnika emitowanych przez radiostacje pracujące z tego obszaru. Ponadto, chociaż najbardziej prawdopodobnym kierunkiem działania wojsk operacyjnych może być obszar rozpoznania numer 2, to jednak nie można wykluczyć, że wojska te przejść mogą do działań na kierunku obejmującym obszar rozpoznania numer 3. Zatem wskazane jest, aby i ten kierunek wcześniej rozpoznawały.

W powyższym układzie rozpoznanie radioelektroniczne może funkcjonować tylko w okresie stałej i podwyższonej gotowości bojowej. Począwszy natomiast od stanu gotowości bojowej „zagrożenie wojenne” i w pełnej gotowości bojowej, kiedy to jednostki rozpoznania radioelektronicznego wojsk operacyjnych /9 prr, 11 i 12 brrel/ wychodzą z jednolitego systemu rozpoznania radioelektronicznego WP i przygotowują się oraz przechodzą do prowadzenia rozpozna-

nia w ramach operacji frontowej /9 prr/ i armijnych /11 i 12 brrel/, rozpoznanie całego obszaru jednolitego systemu rozpoznania radioelektronicznego WP będą wykonywać tylko 1, 2 i 6 prrel, przy zachowaniu dotychczasowego podziału zadań<sup>x</sup>. Natomiast jednostki wojsk operacyjnych /9 prr, 11 i 12 brrel/, do chwili uruchomienia własnych sieci namierzania na rubieżach zgodnych z planami operacji frontowej i armijnych, będą mogły korzystać z sieci namierzania jednolitego systemu rozpoznania radioelektronicznego WP. W takim układzie przerwy w prowadzeniu rozpoznania, spowodowane przejściem jednostek do realizacji nowych zadań, będą dość krótkie, tzn. trwać tylko tyle, ile potrzeba czasu na rozwinięcie i uruchomienie radiowych centr. rozpoznawczych /RCR/ w nowych rejonach /stosownych do planu operacji frontowej - RCR 9 prr i armijnych - RCR 11 i 12 brrel/.

Aby jednak można było w proponowany sposób wykorzystywać sieci namierzania, należy zorganizować następujący system łączności:

- jako zasadniczy - przewodowej dalekosiężnej / rysunek 65/;
- jako awaryjny - radiowej krótkofalowej /rysunek 66/<sup>xx</sup>;
- wewnętrznej w grupach namierzania /rysunek 67/.

<sup>x</sup>6 prrel rozpoznawałyby obszar numer 1 i wykorzystywałyby sieć namierzania nr 1. 1 prrel rozpoznawałyby obszar numer 2 i wykorzystywałyby sieć namierzania nr 2. 2 prrel rozpoznawałyby obszar numer 3 i wykorzystywałyby sieć namierzania nr 3.


























































<sup>xx</sup>W okresie stanu gotowości bojowej „zagrożenie wojenne” i w pełnej gotowości bojowej, system krótkofalowej łączności radiowej jest podstawowym dla jednostek rozpoznania radioelektronicznego wojsk operacyjnych /9 prr, 11 i 12 brrel/, w przypadku kiedy korzystać będą one z sieci namierzania jednolitego systemu rozpoznania radioelektronicznego WP.

L	P	Wyszczególnienie Nazwa sieci	Jednostki								Grupy radionamierników	Długość łącz (w linii prostej) km		
			SK JSRR WP	1 prrel	2 prrel	6 prrel	9 prr	11 brrel	12 brrel	GN-1			GN-2	GN-3
1		Sieć koordynacji JSRR WP	Warszawa	Grójec	Przasnysz	Jelitkowo	Skiernie- Włoc	Zgorzelec	Braniewo	Świnoujście	Władysławowo	Bogatynia	Międzyzylce	1156 km
2		Sieć podawania zadań namierzania		UK							Rozdział- łącz			2112 km
3		Sieć podawania zadań namierzania			UK					Rozdział- łącz				1304 km
4		Sieć podawania zadań namierzania								dzie- łącz				300 km
5		Sieć zbierania wyników namierzania									UK	UK		2112 km
6		Sieć zbierania wyników namierzania								UK			UK	1304 km
7		Sieć zbierania wyników namierzania												300 km
8		R a z e m												8588 km

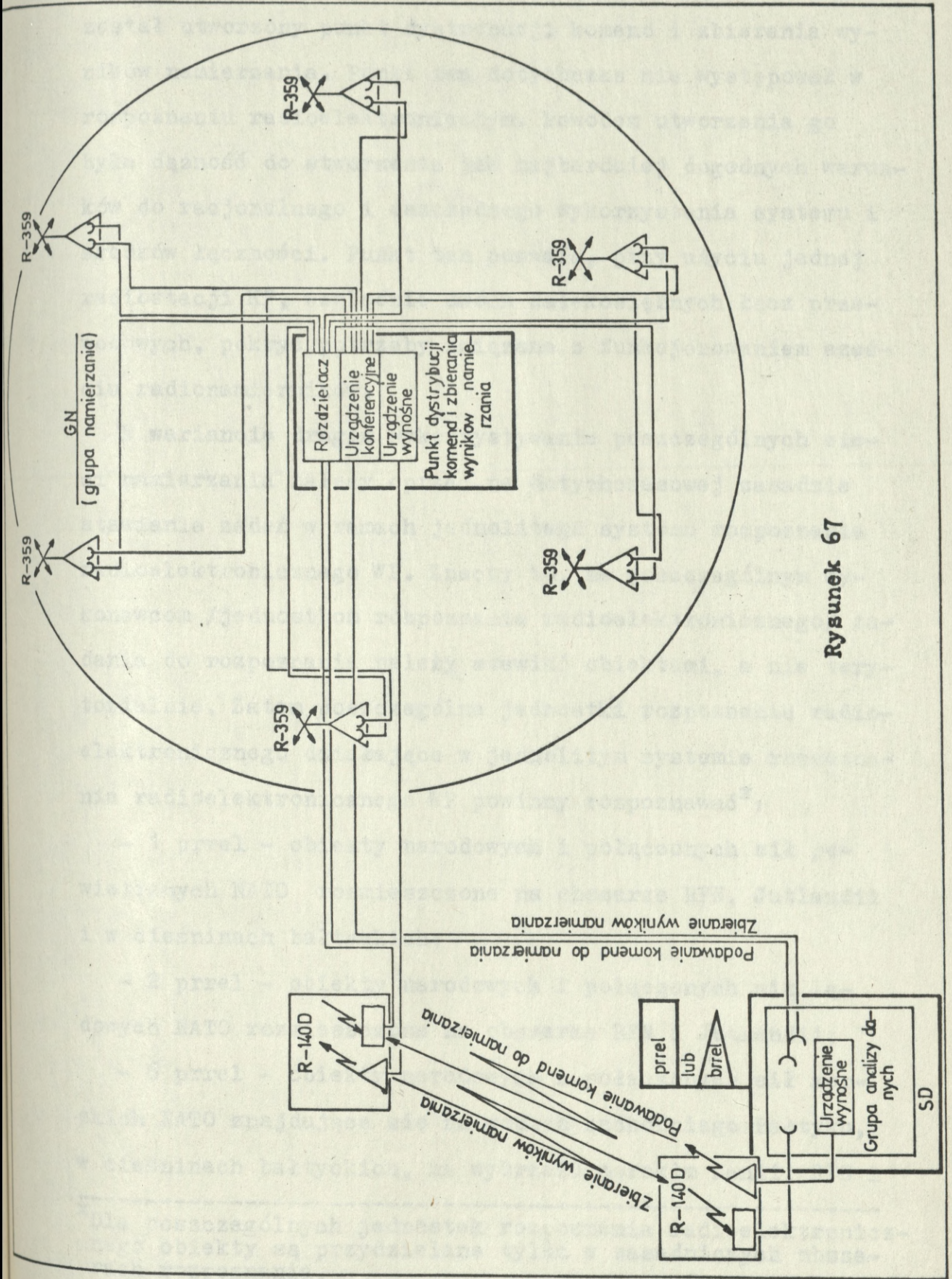
Legenda

1. SK JSRR WP - stanowisko koordynacji jednolitego systemu rozpoznania radioelektronicznego Wojska Polskiego.

2. UK - urządzenie konferencyjne.

L P	Wyszczególnienie Nazwa sieci	Typ sprzętu	SK JSRR WP	Jednostki						Grupy radionamierników				
				1 prrel Grójec	2 prrel Przasnysz	6 prrel Jelitkowo	9 prr Skierpień- wice	11 bmel Zgorzelec	12 bmel Braniewo	GN-1 Świnoujście	GN-2 Władysławowo	GN-3 Bogatynia	GN-4 Międzyzdroje	
1	Sieć koordynacji JSRR WP	R-118												
2	Sieć podawania za- dań namierzania	R-140D R-155P												
3	Sieć zbierania wy- ników namierzania	R-140D R-155P												
4	Sieć podawania za- dań namierzania	R-140D R-155P												
5	Sieć zbierania wy- ników namierzania	R-140D R-155P												
6	Sieć podawania za- dań namierzania	R-140D R-155P												
7	Sieć zbierania wy- ników namierzania	R-140D R-155P												
8	R a z e m	R-118 R-140D	1 -	1 1	1 1	1 1	1 1	1 1	1 1	1 1	1 1	1 1	1 1	1 1

Rysunek 66



Rysunek 67

Jak widać na rysunku 67, w każdej grupie namierzania został utworzony punkt dystrybucji komend i zbierania wyników namierzania. Punkt ten dotychczas nie występował w rozpoznaniu radioelektronicznym. Powodem utworzenia go była dążność do stworzenia jak najbardziej dogodnych warunków do racjonalnego i oszczędnego wykorzystania systemu i środków łączności. Punkt ten pozwala, przy użyciu jednej radiostacji KF, względnie dwóch dalekosiężnych łącz przewodowych, pokryć potrzeby związane z funkcjonowaniem sześciu radionamierników.

W wariancie drugim wykorzystywanie poszczególnych sieci namierzania należy oprzeć na dotychczasowej zasadzie stawiania zadań w ramach jednolitego systemu rozpoznania radioelektronicznego WP. Znaczy to, że poszczególnym wykonawcom /jednostkom rozpoznania radioelektronicznego/ zadania do rozpoznania należy stawiać obiektami, a nie terytorialnie. Zatem poszczególne jednostki rozpoznania radioelektronicznego działające w jednolitym systemie rozpoznania radioelektronicznego WP powinny rozpoznawać<sup>x</sup>:

- 1 prrel - obiekty narodowych i połączonych sił powietrznych NATO rozmieszczone na obszarze RFN, Jutlandii i w cieśninach bałtyckich;

- 2 prrel - obiekty narodowych i połączonych sił lądowych NATO rozmieszczone na obszarze RFN i Jutlandii;

- 6 prrel - obiekty narodowych i połączonych sił morskich NATO znajdujące się na wodach zachodniego Bałtyku, w cieśninach bałtyckich, na wybrzeżu morskim Danii, RFN i

---

<sup>x</sup> Dla poszczególnych jednostek rozpoznania radioelektronicznego obiekty są przydzielane tylko w zasadniczych obszarach rozpoznania.

Holandii;

- 9 prr - obiekty narodowych i połączonych sił lądowych NATO znajdujące się w północnej części terytorium RFN;

- 11 brrel - obiekty 5 i 7 KA/A/ oraz 56 BAP/A/;

- 12 brrel - obiekty narodowych i połączonych sił lądowych NATO rozmieszczone na obszarze Jutlandii i wyspach cieśnin bałtyckich.

Podział całego zasadniczego obszaru rozpoznania według wariantu drugiego jest przedstawiony na rysunku 68.

Jak wynika z powyższego, poszczególne jednostki w trakcie prowadzenia rozpoznania radioelektronicznego powinny korzystać z następujących sieci namierzania:

- 1 prrel - z sieci namierzania nr 2 i 3;

- 2 prrel - z sieci namierzania nr 2 i 3;

- 6 prrel - z sieci namierzania nr 1 i 2;

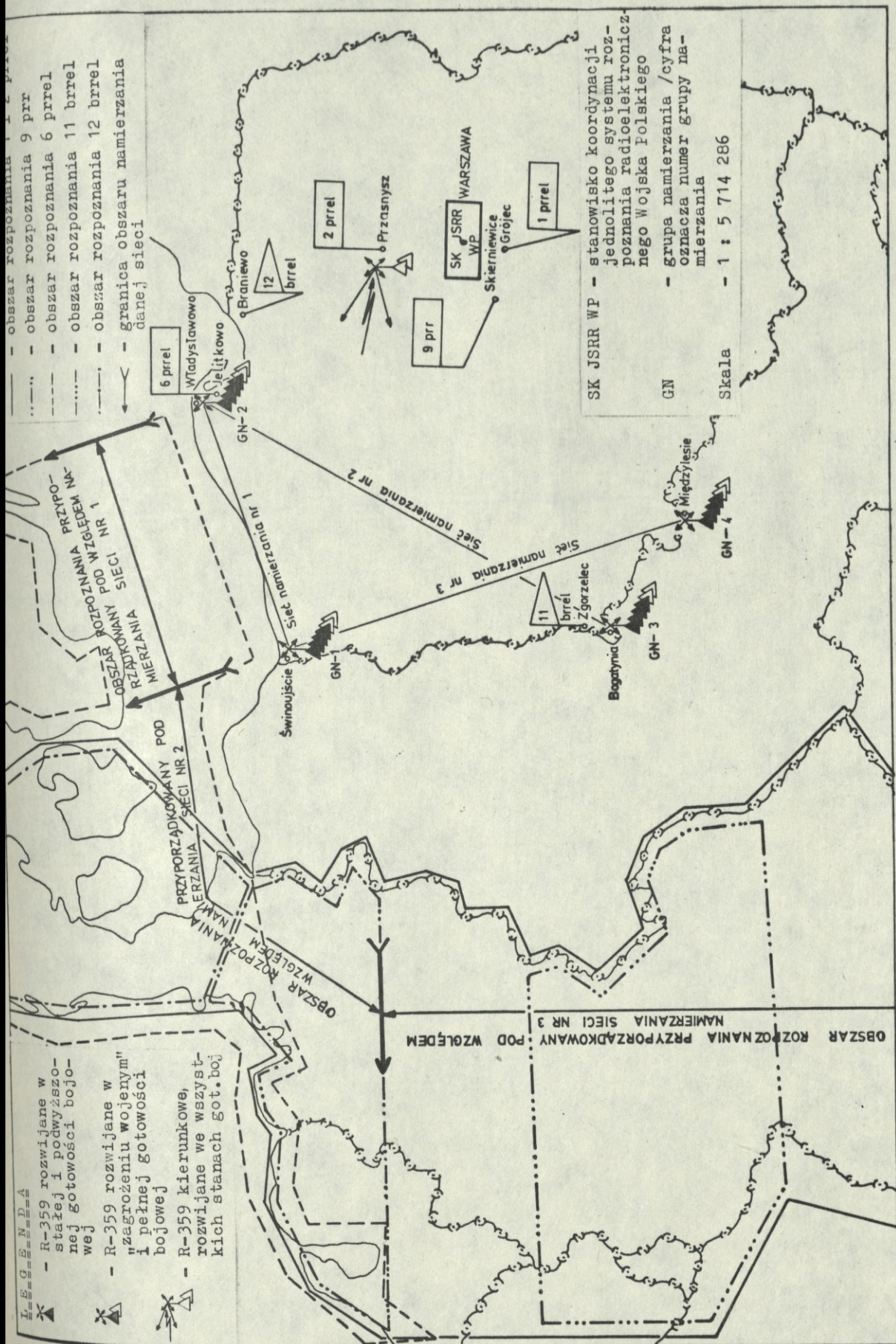
- 9 prr - z sieci namierzania nr 2;

- 11 brrel - z sieci namierzania nr 3;

- 12 brrel - z sieci namierzania nr 2.

Zatem z sieci namierzania nr 1 powinien korzystać jeden użytkownik /6 prrel/, z sieci nr 2 - pięciu użytkowników /1, 2, 6 prrel, 9 prr i 12 brrel/, a z sieci nr 3 - trzech użytkowników /1, 2 prrel i 11 brrel/. Aby przy takim podziale zadań zagwarantować sprawne wykorzystywanie poszczególnych sieci namierzania, należy zorganizować następujące systemy łączności:

- jako zasadniczy - przewodowej dalekosiężnej /rysunek 69/;



**LEGENDA**

- R-359 rozwijane w stałej i podwyższej gotowości bojowej
- R-359 rozwijane w "zagrożeniu wojennym" i pełnej gotowości bojowej
- R-359 kierunkowe, rozwijane we wszystkich stanach got. boj.

- obszar rozpoznania 1 prr
- obszar rozpoznania 9 prr
- obszar rozpoznania 6 prrel
- obszar rozpoznania 11 brrel
- obszar rozpoznania 12 brrel
- granica obszaru namierzenia danej sieci

SK JSRR WP - stanowisko koordynacji jednolitego systemu rozpoznania radioelektronicznego Wojska Polskiego

GN - grupa namierzenia / cyfra oznacza numer grupy namierzenia

Skala - 1 : 5 714 286

Rysunek 68

- jako awaryjny<sup>x</sup> - radiowej krótkofalowej /rysunek 70/;
- wewnętrznej w grupach namierzania /na podobnej zasadzie jak na rysunku 67/.

Przy powyższym sposobie podziału zadań w ramach jednolitego systemu rozpoznania radioelektronicznego WP /wariant drugi/ należy oczekiwać, że najbardziej obciążona będzie sieć namierzania nr 2, następnie nr 3, najmniej natomiast sieć nr 1. W takiej sytuacji przy wykorzystywaniu na każdym radionamierniku R-359 dwóch stanowisk namierzania istnieje możliwość, w czasie kiedy nie będzie eksploatowana sieć nr 1, utworzenia na bazie drugich stanowisk namierzania sieci nr 2a i 3a. Takie rozwiązanie pozwoli dwom użytkownikom jednocześnie realizować dwa różne zadania namierzania na obszarze RFN i Jutlandii, a ponadto stwarza warunki do pełnego i efektywnego wykorzystywania możliwości radionamierników - dwóch stanowisk namierzania na każdym egzemplarzu sprzętu /w wariacie pierwszym warunki do pełnego wykorzystywania możliwości radionamierników - dwóch stanowisk namierzania - stworzone były tylko dla grupy namierzania nr 1 i 2 - w pozostałych grupach, to jest nr 3 i 4, przewidywane jest wykorzystywanie jednego stanowiska namierzania na każdym egzemplarzu sprzętu, co w odniesieniu do wszystkich sieci gwarantuje 75% efektywnego wykorzystywania istniejącego potencjału namierzania/.

---

<sup>x</sup>W okresie stanu gotowości bojowej „zagrożenie wojenne” i w pełnej gotowości bojowej, system krótkofalowej łączności radiowej jest podstawowym dla jednostek rozpoznania radioelektronicznego wojsk operacyjnych /9 prr, 11 i 12 brrel/, w przypadku kiedy korzystać będą one z namierzania jednolitego systemu rozpoznania radioelektronicznego WP.

L	Nazwa Sieci	Wyszczególnienie	Jednostki							Grupy radionamierników	Radionamierniki kierunkowe Przasnysz	Długość łącz (w linii prostej)
			SK JSRR WP Warszawa	1 prrel Grojec	2 prrel Przasnysz	6 prrel Jelittkowo	9 prr Skiernie-wice	11 brrel Zgorzelec	12 brrel Braniewo			
1	Sieć koordynacji JSRR WP										1156 km	
2	Sieć podawania kierunkowych zadań nam.										360 km	
3	Sieć podawania zadań namierzenia											3116 km
4	Sieć podawania zadań namierzenia											788 km
5	Sieć podawania zadań namierzenia											1280 km
6	Sieć pod. zad. nam.											444 km
7	Sieć zbierania wyników namierzenia											3116 km
8	Sieć zbierania wyników namierzenia											788 km
9	Sieć zbierania wyników namierzenia											1280 km
10	Sieć zbie. wyn. nam.											444 km
11	Sieć zbierania kierunkowych wyników namierzenia											360 km
12	R a z e m											13132 km

Rysunek 69

L P	Nazwa sieci	Wyszczególnienie	Typ sprzętu	SK JSRR WP	Jednostki							Grupy radionamierników				Radiona- mierniki kierunko- we Przasnysz	
					1 prrel Grojec	2 prrel Przasnysz	6 prrel Jelitkowo	9 prr Skiernie- wice	11 brrel Zgorzelec	12 brrel Braniewo	GN-1 Swinouj- ście	GN-2 Władysła- wowo	GN-3 Bogatynia	GN-4 Międzyle- sie			
1	Sieć koordynacji JSRR WP	R-118															
2	Sieć podawania kierunkowych zadań namierz. kowych	R-140D R-155P															
3	Sieć zbierania kierunkowych wyników nam.	R-140D R-155P															
4	Kierunek podawania kier. zadań namierza.	R-107 Lub105															
5	Kierunek zbierania kier. wyników namierz.	R-107 Lub105															
6	Sieć podawania zadań namierzania	R-140D R-155P															
7	Sieć zbierania wyników namierzania	R-140D R-155P															
8	Sieć podawania zadań namierzania	R-140D R-155P															
9	Sieć zbierania wyników namierzania	R-140D R-155P															
10	Sieć podawania zadań namierzania	R-140D R-155P															
11	Sieć zbierania wyników namierzania	R-140D R-155P															
12	Sieć podawania zadań namierzania	R-140D R-155P															
13	Sieć zbierania wyników namierzania	R-140D R-155P															
14	R a z e m	R-140D R-118 R-107/5		1	1	2	1	1	1	1	2	2	2	1	1		1
				1	1	1	1	1	1	1							2

Rysunek 70

Zarówno w wariancie pierwszym jak i drugim sprawne wykorzystywanie poszczególnych sieci namierzania może być możliwe tylko w warunkach zachowania dużej dyscypliny pracy i przestrzegania priorytetów eksploatacyjnych<sup>x</sup>. W przeciwnej sytuacji, z uwagi na liczebnie duży skład poszczególnych sieci łączności, proces eksploatacji poszczególnych sieci namierzania może być zakłócony. Sądząc jednak na podstawie dotychczasowych obserwacji, sprawne funkcjonowanie sieci łączności może być gwarantowane nawet wówczas, gdy sieć ta składa się z ponad dwudziestu korespondentów. Przykładem tego mogą być sieci łączności radiowej KF Stanów Zjednoczonych systemu zaopatrywania w amunicję specjalną. Zatem proponowany sposób wykorzystywania poszczególnych sieci namierzania, tak w wariancie pierwszym jak i drugim, wydaje się być realny<sup>xx</sup>.

W niniejszej koncepcji organizacji krótkofalowego namierzania radiowego jednolitego systemu rozpoznania radioelektronicznego WP proponuje się, aby jednostki rozpoznania radioelektronicznego wojsk operacyjnych /9 prr,

---

<sup>x</sup>Przez priorytety eksploatacyjne rozumiane jest przestrzeganie, ustalonych wcześniej, zasad pierwszeństwa namierzania źródeł promieniowania fal elektromagnetycznych /radiostacji KF/, w zależności od ich wartości rozpoznawczej. Zasady te polegają na tym, że w przypadku kiedy dwie lub więcej jednostek jednocześnie korzystać będzie chciało z tej samej sieci namierzania, to pierwszeństwo powinna otrzymać ta jednostka, której radiostacja przewidziana do namierzania stanowi największą wartość rozpoznawczą. Dlatego też przy stawianiu zadań namierzania powinna być określana wartość rozpoznawcza źródła /radiostacji/.

<sup>xx</sup>Onieważ w trakcie opracowywania niniejszej rozprawy nie było możliwości praktycznego sprawdzenia proponowanych wariantów wykorzystania sieci namierzania, dlatego też nie dokonano oceny, który z nich jest bardziej opłacalny w eksploatacji.

11 i 12 brrel/, w okresie stałej i podwyższonej gotowości bojowej, wydzielają do tego systemu: 9 prr - dwa radionamierniki, a 11 i 12 brrel - po jednym radionamierniku. Rozwiązanie takie, w okresie wychodzenia tych jednostek z jednolitego systemu rozpoznania radioelektronicznego WP /w okresie stanu gotowości bojowej „zagrożenie wojenne”/ i przechodzenia do prowadzenia rozpoznania tylko na bazie własnych systemów, nie powoduje w zasadzie opóźnień organizacyjnych, ponieważ 9 pułkowi rozpoznania radiowego pozostaje w miejscu stałej dyslokacji jeszcze sześć radionamierników, a 11 i 12 brrel po trzy. Dążąc jednak do stworzenia tym jednostkom jeszcze dogodniejszych warunków wychodzenia z jednolitego systemu, można by zastosować, w okresie stałej i podwyższonej gotowości bojowej, rotację radionamierników wydzielanych do pracy w jednolitym systemie rozpoznania radioelektronicznego WP. Rotacja ta polegałaby na tym, że na miejsce radionamierników wydzielanych z 9 prr oraz 11 i 12 brrel do jednostek tych przydzielane mogłyby być tego samego typu radionamierniki wraz z załogami, lecz etatowo pochodzące z jednostek działających przez cały czas w jednolitym systemie rozpoznania radioelektronicznego WP /z 1, 2 lub 6 prrel/. Rozwiązanie to powodowałoby, że jednostki rozpoznania radioelektronicznego wojsk operacyjnych przez cały czas posiadałyby w miejscach stałej dyslokacji pełne stany sił i środków, a jednocześnie miałyby stworzone warunki do szkolenia załóg radionamierników w realnej sytuacji radioelektronicznej. Ponadto rozwiązanie takie gwarantowałoby równomierne zużywanie radionamierników we wszystkich jednostkach rozpoznania radioelektronicznego działających w jednolitym systemie rozpoznania radioelektronicznego WP.

## W N I O S K I

1. Organizacja krótkofalowego namierzania radiowego w jednolitym systemie rozpoznania radioelektronicznego WP determinowana jest:

- obowiązującymi postanowieniami odnoszącymi się do zasad wykorzystywania rozpoznania radioelektronicznego sił zbrojnych PRL w poszczególnych stanach gotowości bojowej;

- usytuowaniem obszaru rozpoznania w stosunku do terytorium kraju;

- liczbą i intensywnością pracy źródeł namierzania /radiostacji przeciwnika/;

- istniejącym stanem sił i środków oraz techniką namierzania.

2. Z analizy wynika, że przy uwzględnieniu powyższych czynników optymalnym wariantem rozwiązania, gwarantującym jednocześnie największą dokładność namierzania /powstawanie najmniejszych błędów liniowych „L<sub>g</sub>” sieci namierzania/ będzie taki, który zapewni spełnienie następujących warunków:

- wszystkie sieci namierzania zorganizowane zostaną w ten sposób, że radionamierniki wchodzące w skład każdej z nich będą rozwijane tylko w dwóch grupach, tak aby odległość pomiędzy dowolnymi radionamiernikami tej samej grupy nie była mniejsza od 1 i większa od 2 km;

- na bazie istniejącego potencjału sił i środków zostaną zorganizowane trzy sieci namierzania, ośmio-

radionamiernikowe - w okresie stałej i podwyższonej gotowości bojowej i dwunastoradionamiernikowe - w okresie gotowości bojowej „zagrożenie wojenne” oraz pełnej gotowości bojowej, usytuowane w ten sposób, że w dwóch grupach namierzania, rozwiniętych na wybrzeżu Morza Bałtyckiego, będzie można wykorzystywać obydwa stanowiska namierzania znajdujące się na każdym radionamierniku;

- dla sieci przewidzianych do namierzania radiostacji pracujących z terytorium RFN i Jutlandii obszary namierzania zawarte będą w  $60^{\circ}$  sektorach, a z obszaru zachodniej części akwenu Morza Bałtyckiego w sektorze  $80^{\circ}$ ;

- dla sieci przewidzianych do namierzania radiostacji pracujących z terytorium RFN i Jutlandii, odległość od środka około 400 km podstawy namierzania do środka terytorium kraju /punkt:  $52^{\circ}17'$  szerokości geograficznej północnej i  $19^{\circ}34'$  długości geograficznej wschodniej/ będzie maksymalnie zbliżona lub większa od 230 km, a dla sieci przewidzianej do namierzania radiostacji pracujących z zachodniej części akwenu Morza Bałtyckiego, odległość od środka około 260 km podstawy namierzania do środka terytorium kraju będzie maksymalnie zbliżona lub większa od 300 km;

- w poszczególnych grupach namierzania stosowana będzie zasada uśredniania namiarów;

- usytuowanie poszczególnych sieci namierzania zagwarantuje, w okresie stanu gotowości bojowej „zagrożenie wojenne” i w pełnej gotowości bojowej, niezależność działania jednostkom rozpoznania radioelektronicz-

nego wojsk operacyjnych /9 prr, 11 i 12 brrel/ oraz autonomiczność jednostkom rozpoznania radioelektronicznego rodzajów sił zbrojnych /1 i 6 prrel/, przy jednoczesnym zachowaniu ciągłości procesu namierzania w ramach jednolitego systemu rozpoznania radioelektronicznego WP.

3. Spełnienie warunków optymalnej organizacji krótkofalowego namierzania radiowego w jednolitym systemie rozpoznania radioelektronicznego WP gwarantowane jest poprzez utworzenie czterech grup namierzania - czteroradionamiernikowych, w stałej i podwyższonej gotowości bojowej oraz sześcioradionamiernikowych, w stanie gotowości bojowej „zagrożenie wojenne” i pełnej gotowości bojowej i rozmieszczenie ich:

- grupy namierzania nr 1 /GN-1/ - w rejonie Świnoujścia;

- grupy namierzania nr 2 /GN-2/ - w rejonie Władysławowa;

- grupy namierzania nr 3 /GN-3/ - w rejonie Bogatyni;

- grupy namierzania nr 4 /GN-4/ - w rejonie Międzylesia.

4. Przeprowadzone badania potwierdziły, że przy uśrednianiu wyników namierzania w grupie radionamierników, prawdopodobieństwo występowania określonego błędu kąowego wyniku uśrednionego rozkłada się według sumy zbioru zdarzeń zależnych jednakowo prawdopodobnych. Potwierdza to jednocześnie, że prawdopodobieństwo występowania określonego błędu liniowego „L<sub>g</sub>” sieci namierzania roz-

kładać się będzie zgodnie z iloczynem dwóch sum zbiorów zdarzeń zależnych jednakowo prawdopodobnych<sup>x</sup>.

---

<sup>x</sup> Iloczyn dwóch sum zbiorów zdarzeń zależnych jednakowo prawdopodobnych wynika również z rozkładu Bernoulliego, co wyjaśnione jest w rozdziale I rozprawy.

### ROZDZIAŁ III

PORÓWNANIE KRÓTKOFALOWEGO NAMIERZANIA RADIOWEGO AKTUALNIE  
FUNKCJONUJĄCEGO W JEDNOLITYM SYSTEMIE ROZPOZNANIA RADIO-  
ELEKTRONICZNEGO WOJSKA POLSKIEGO Z NAMIERZANIEM PROPONO-  
WANYM W NINIEJSZEJ ROZPRAWIE

Najbardziej komunikatywną formą porównawczą krótkofalowego namierzenia radiowego obecnie funkcjonującego w jednolitym systemie rozpoznania radioelektronicznego WP z namierzaniem proponowanym w rozprawie będzie, jeśli jeden i drugi system namierzenia porównany zostanie w wymiarze efektów operacyjnych i w wymiarze nakładów ekonomicznych.

#### A. PORÓWNANIE KRÓTKOFALOWEGO NAMIERZANIA RADIOWEGO AKTUALNIE FUNKCJONUJĄCEGO W JEDNOLITYM SYSTEMIE ROZPOZNANIA RADIOELEKTRONICZNEGO WP Z NAMIERZANIEM PROPONOWANYM W ROZPRAWIE W WYMIARZE EFEKTÓW OPERACYJNYCH

Na efekty operacyjne krótkofalowego namierzenia radiowego jednolitego systemu rozpoznania radioelektronicznego WP składają się następujące czynniki:

- dokładność namierzenia;
- elastyczność namierzenia;
- odporność namierzenia na oddziaływanie przeciwnika.

#### 1. Porównanie dokładności krótkofalowego namierzenia radiowego aktualnie funkcjonującego w jednolitym systemie rozpoznania radioelektronicznego WP z dokładnością namierzenia proponowanego w rozprawie

Stopień dokładności krótkofalowego namierzenia radiowego można określić:

- błędami kątowymi radionamierników „ $\Delta\alpha$ ”;
- błędami liniowymi bocznymi „ $L_b$ ”;
- błędami liniowymi namiarów elementarnych „ $L_p$ ”;
- błędami liniowymi „ $L_s$ ” sieci namierzenia.

Najistotniejszymi z wymienionych są błędy liniowe „ $L_s$ ”

sieci namierzania. One ostatecznie określają, z jaką dokładnością lokalizowane mogą być namierzane radiostacje. Uwzględniają wszystkie zmienne wywierające wpływ na dokładność namierzania. Błędy te są sumarycznym miernikiem efektów decyzji organizacyjnych, walorów technicznych sprzętu i warunków propagacji radiowych fal krótkich. Pozostałe błędy charakteryzują tylko fragmentarycznie proces namierzania, ponieważ powiązane są tylko z niektórymi zmiennymi wywierającymi wpływ na jego dokładność, i tak:

- błąd kątowy radionamiernika „ $\Delta\alpha$ ” charakteryzuje właściwości techniczne danego egzemplarza sprzętu i warunki propagacyjne w momencie namierzania kierunku przychodzenia danej fali. Mimo że wyrażony jest w stopniach, to jednak należy traktować go jako miarę względną, ponieważ w procesie namierzania występuje jako  $\text{tg}/\Delta\alpha/$ , a zatem jest wartością niemianowaną;

- błąd liniowy boczny „ $L_b$ ” odnosi się tylko do jednego radionamiernika i jest wyrażeniem miary względnej błędu kąтового „ $\Delta\alpha$ ” miarą bezwzględną z uwagi na to, że uwzględnia odległość radionamiernika od namierzonej radiostacji. W odniesieniu do błędu kąтового radionamiernika „ $\Delta\alpha$ ” charakteryzuje o jedną zmienną więcej /odległość radionamiernika od namierzonej radiostacji/;

- błąd liniowy namiaru elementarnego „ $L_p$ ” charakteryzuje już prawie wszystkie zmienne wywierające wpływ na dokładność namierzania. Nie uwzględnia tylko wpływu wzrostu liczby namiarów na dokładność lokalizowania namierzanych radiostacji, co jest uwzględnione dopiero przy błędzie liniowym „ $L_s$ ” sieci namierzania.

Chociaż błędy kątowe radionamierników „ $\Delta\alpha$ ”, błędy liniowe boczne „ $L_b$ ” i błędy liniowe namiarów elementarnych „ $L_p$ ” stanowią tylko fragmentaryczną wykładnię oceny decyzji organizacyjnych, walorów technicznych radionamierników i warunków propagacji radiowych fal krótkich, to jednak między nimi i błędami liniowymi „ $L_s$ ” sieci namierzania zachodzi zależność polegająca na tym, że wraz ze wzrostem lub zmniejszaniem się tych błędów, odpowiednio wzrastają lub maleją błędy liniowe „ $L_s$ ” sieci namierzania. Zatem dla bardziej jaskrawego zobrazowania problemu, w podrozdziale dokonane zostanie porównanie wszystkich wyżej wymienionych błędów, właściwych procesowi krótkofalowego namierzania radiowego jednolitego systemu rozpoznania radioelektronicznego WP<sup>x</sup>.

### 1.1. Porównanie błędów kątowych radionamierników „ $\Delta\alpha$ ”

Porównanie błędów kątowych radionamierników „ $\Delta\alpha$ ” może z pozoru wydawać się zbędne, ponieważ w obydwóch systemach krótkofalowego namierzania radiowego /istniejącym obecnie w jednolitym systemie rozpoznania radioelektronicznego WP i proponowanym w rozprawie/ wykorzystywane są te same radionamierniki, czyli obciążone takimi samymi błędami kątowymi, a więc wszelkie porównania tego parametru /błędu kątowego/ wydają się być zbyteczne. Jak zaznaczono,

---

<sup>x</sup>Używając określenia „...błędów, właściwych procesowi krótkofalowego namierzania radiowego jednolitego systemu rozpoznania radioelektronicznego WP”, zaznacza się, że błędy te, w takiej właśnie interpretacji, występują przy namierzaniu odbitych fal krótkich, a takie tylko fale namierzone są w jednolitym systemie rozpoznania radioelektronicznego WP.

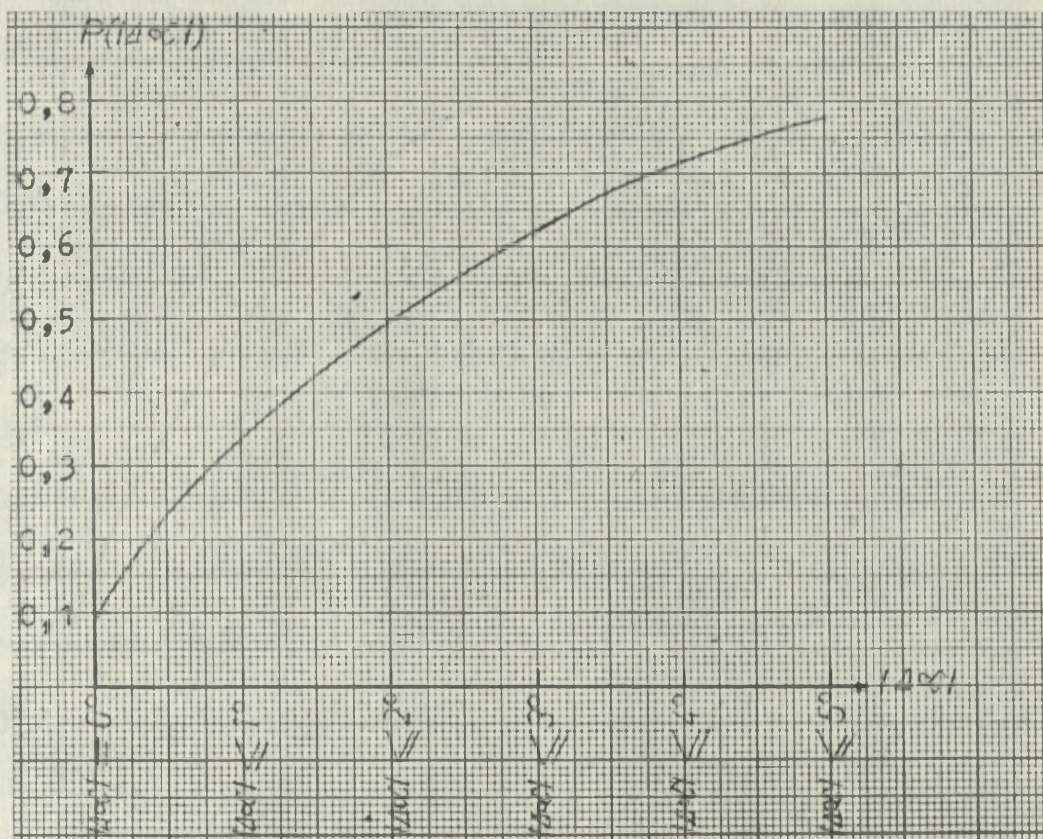
taki tok rozumowania jest błędny. W proponowanym do zorganizowania systemie krótkofalowego namierzania radiowego jest przewidywane uśrednianie namiarów w poszczególnych grupach namierzania. Znaczy to, że na podstawie kilku namiarów /na przykład: czterech - w stałej i podwyższonej gotowości bojowej i sześciu - w okresie stanu gotowości bojowej „zagrożenie wojenne” oraz w pełnej gotowości bojowej/ wykonywanych jednocześnie na tę samą radiostację w danej grupie namierzania, po uśrednieniu ich, powstaje nowy wynik, różniący się wartością kątową od poszczególnych wyników jednostkowych, na podstawie których został opracowany<sup>x</sup>. Zatem każda grupa namierzania /GN/ stanowi jak gdyby pozorny radionamiernik. W tym też aspekcie dokonane zostanie porównanie.

Z przeprowadzonych badań /załącznik 1, strona 5-49 oraz arkusze namierzania od 1 do 7, rozdział II rozprawy/ wynika, że w warunkach kraju, radionamierniki R-359, eksploatowane w jednolitym systemie rozpoznania radioelektronicznego WP, obciążone są następującymi błędami kątowymi „ $\Delta\alpha$ ”:

$\Delta\alpha$	$\Delta\alpha = 0^\circ$	$\Delta\alpha \leq 1^\circ$	$\Delta\alpha \leq 2^\circ$	$\Delta\alpha \leq 3^\circ$	$\Delta\alpha \leq 4^\circ$	$\Delta\alpha \leq 5^\circ$	$\Delta\alpha > 5^\circ$
$P(\Delta\alpha)$	0,098	0,335	0,496	0,617	0,719	0,777	0,223

Tabela 77

<sup>x</sup>Namiarem jednostkowym nazywany jest namiar wykonany przez pojedynczy radionamiernik, znajdujący się w grupie namierzania /GN/.



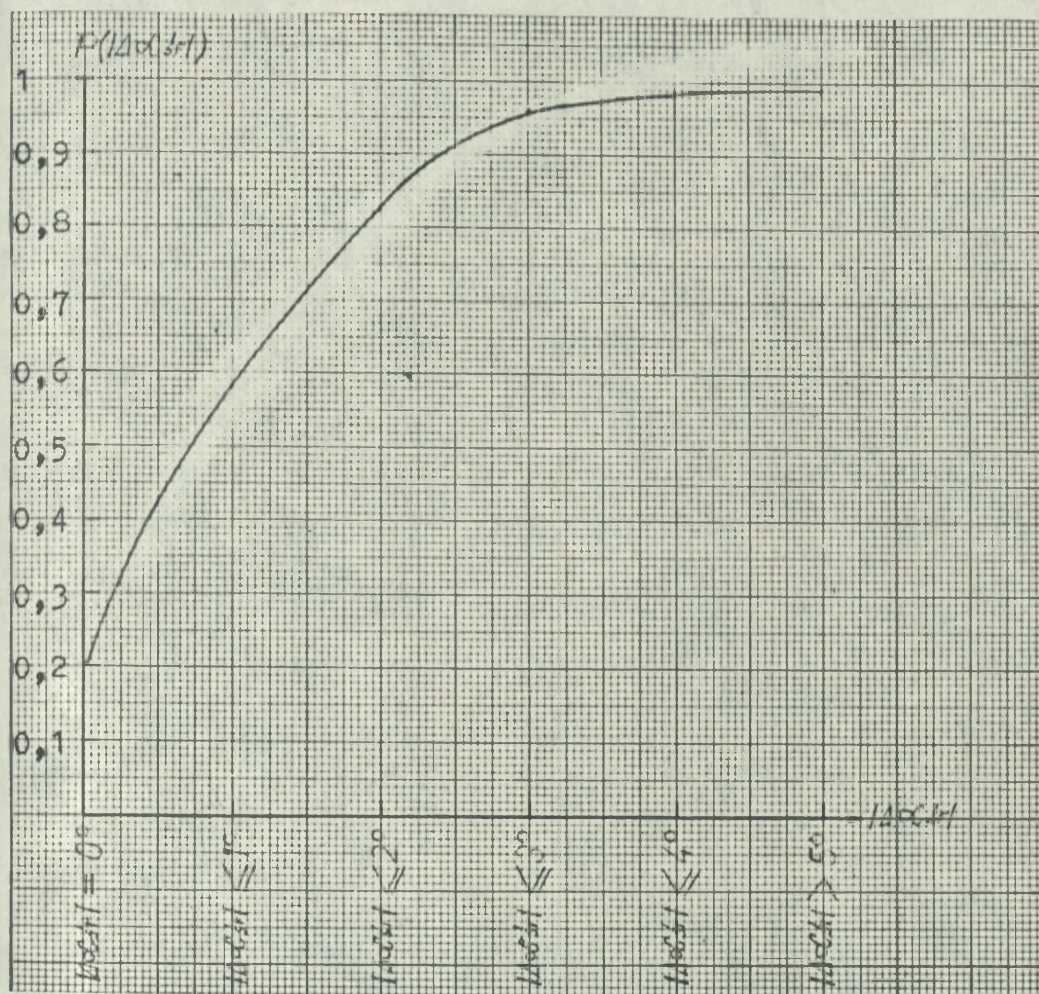
Wykres 56

Natomiast przy uśrednianiu wyników namierzenia /arkusze namierzenia od 1 do 7, rozdział II rozprawy/ uśrednione błędy kątowe „ $|\Delta\alpha_{sr}|$ ” przedstawione zostały:

- przy uśrednianiu w czteroradionamiernikowej grupie namierzenia - w tabeli 78 i na wykresie 57.

$ \Delta\alpha_{sr} $	$ \Delta\alpha_{sr}  = 0^\circ$	$ \Delta\alpha_{sr}  \leq 1^\circ$	$ \Delta\alpha_{sr}  \leq 2^\circ$	$ \Delta\alpha_{sr}  \leq 3^\circ$	$ \Delta\alpha_{sr}  \leq 4^\circ$	$ \Delta\alpha_{sr}  \leq 5^\circ$	$ \Delta\alpha_{sr}  > 5^\circ$
$P( \Delta\alpha_{sr} )$	0,204	0,585	0,829	0,959	0,986	0,993	0,007

Tabela 78

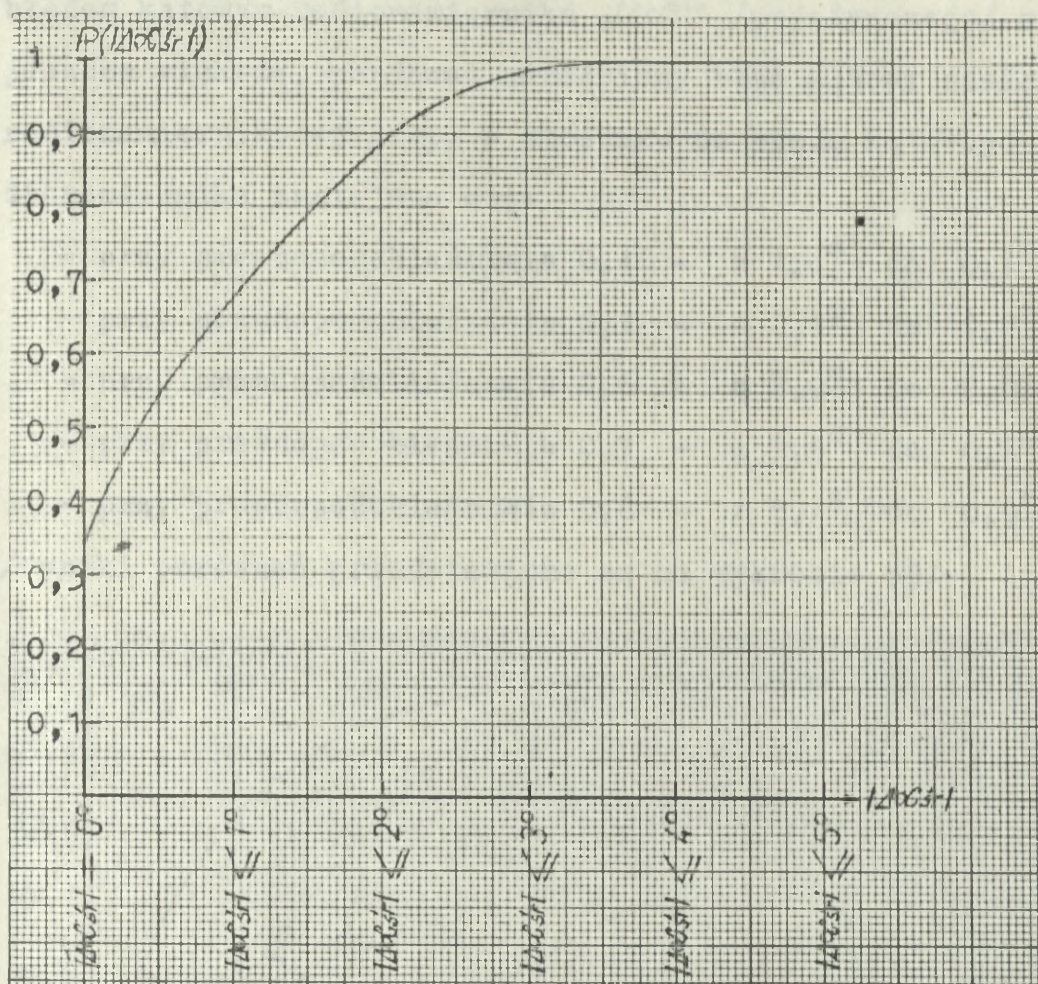


Wykres 57

- przy uśrednianiu w sześcioradionamiernikowej grupie namierzenia - w tabeli 79 i na wykresie 58.

$ \Delta\alpha_{srl} $	$ \Delta\alpha_{srl}  = 0^\circ$	$ \Delta\alpha_{srl}  \leq 1^\circ$	$ \Delta\alpha_{srl}  \leq 2^\circ$	$ \Delta\alpha_{srl}  \leq 3^\circ$	$ \Delta\alpha_{srl}  \leq 4^\circ$	$ \Delta\alpha_{srl}  \leq 5^\circ$	$ \Delta\alpha_{srl}  > 5^\circ$
$P( \Delta\alpha_{srl} )$	0,346	0,826	0,887	0,989	1	1	0

Tabela 79



Wykres 58

Z porównania wyników /tabele 77-79 i wykresy 56-58/ wynika, że uśredniony błąd kątowy „ $\Delta\alpha_{sr}$ ”, w cztero-radionamiernikowej grupie namierzenia, w stosunku do błędu kątowego radionamiernika „ $\Delta\alpha$ ” /pojedynczego/, zmniejsza się:

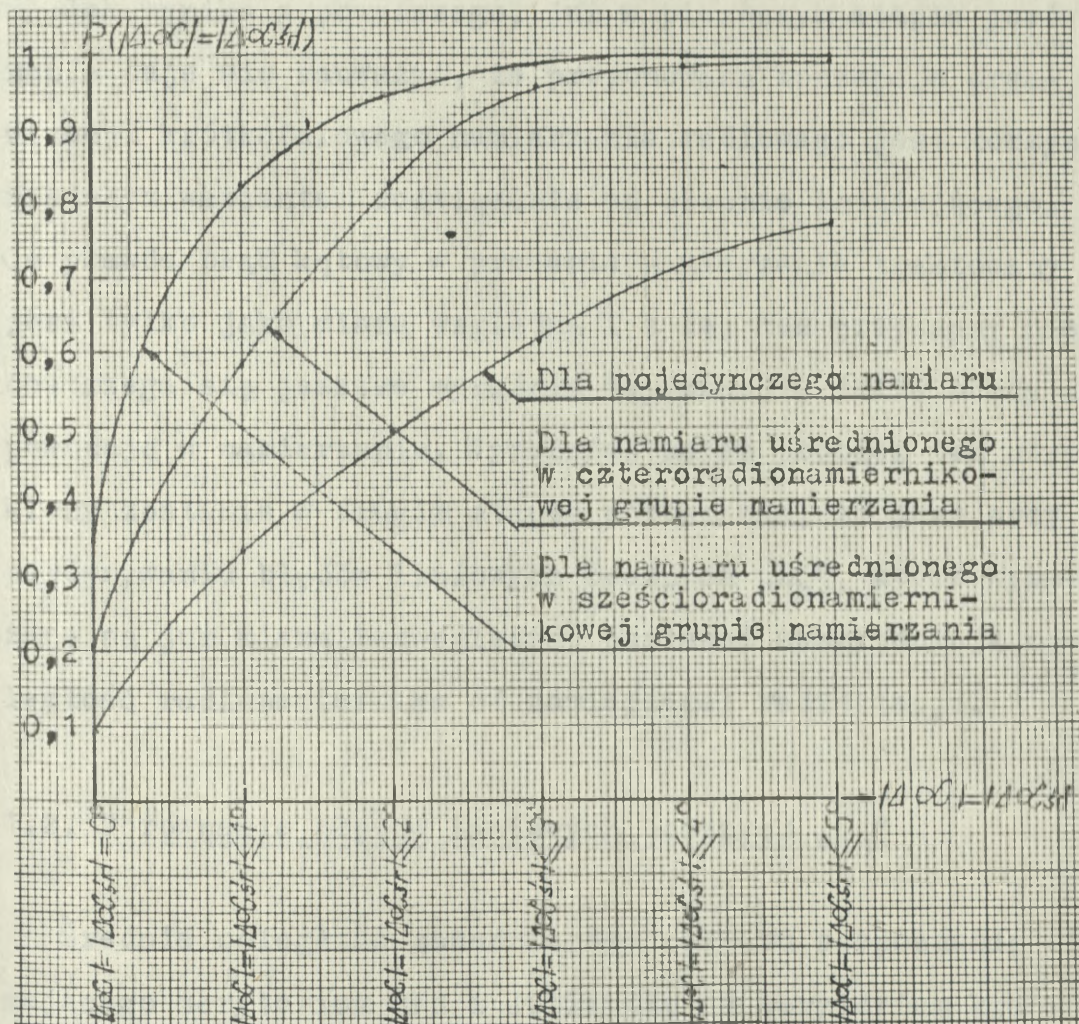
- przy prawdopodobieństwie 0,4 - z  $1,4^\circ$  do  $0,45^\circ$ ;
- przy prawdopodobieństwie 0,5 - z  $2,1^\circ$  do  $0,75^\circ$ ;
- przy prawdopodobieństwie 0,6 - z  $2,9^\circ$  do  $1,05^\circ$ ;
- przy prawdopodobieństwie 0,7 - z  $3,9^\circ$  do  $1,45^\circ$ ;
- przy prawdopodobieństwie 0,8 - z  $5,4^\circ$  do  $1,9^\circ$ .

Natomiast w sześcioradionamiernikowej grupie namierzenia różnice pomiędzy uśrednionym błędem kątowym „ $\Delta\alpha_{sr}$ ” a

błędem kątowym radionamiernika „ $\Delta\alpha$ ” /pojedynczego/ są jeszcze większe, ponieważ uśredniony błąd kątowy sześcioradionamiernikowej grupy w stosunku do błędu kątowego radionamiernika zmniejsza się:

- przy prawdopodobieństwie 0,4 - z  $1,4^\circ$  do  $0,1^\circ$ ;
- przy prawdopodobieństwie 0,5 - z  $2,1^\circ$  do  $0,2^\circ$ ;
- przy prawdopodobieństwie 0,6 - z  $2,9^\circ$  do  $0,35^\circ$ ;
- przy prawdopodobieństwie 0,7 - z  $3,9^\circ$  do  $0,6^\circ$ ;
- przy prawdopodobieństwie 0,8 - z  $5,4^\circ$  do  $0,9^\circ$ .

/Wyniki porównań przedstawione są na wykresie 59/



Wykres 59

Przyjmując, że każdy namiar może być uznany za wiarygodny, jeśli prawdopodobieństwo wahać się będzie w gra-

nicach od 0,7 do 0,8 widać, że przy uśrednianiu namiarów w czteroradionamiernikowej grupie namierzenia uzyskuje się zmniejszenie uśrednionego błędu kąowego „ $\Delta\alpha_{sr}$ ” w stosunku do błędu kąowego radionamiernika „ $\Delta\alpha_1$ ” o około  $2,5^\circ$  - przy prawdopodobieństwie 0,7 i o około  $3,5^\circ$  - przy prawdopodobieństwie 0,8. Natomiast w sześcioradionamiernikowej grupie namierzenia wartości różnic wynoszą /pomiędzy błędem kąowym radionamiernika i uśrednionym błędem kąowym/  $3,5^\circ$  - przy prawdopodobieństwie 0,7 i  $4,5^\circ$  - przy prawdopodobieństwie 0,8.

Jak wynika z powyższego, już w pierwszym etapie porównania daje się zauważyć, że proponowana koncepcja organizacji krótkofalowego namierzenia radiowego jest korzystniejszym wariantem rozwiązania od obecnie istniejącego. Co prawda błąd kąowy w procesie namierzenia traktowany jest tylko jako miara względna i z tej też przyczyny nie dostrzega się jeszcze wyraźnie reperkusji, jakie błędy te powodują w namierzaniu. Wyraźniej zatem problem ten uwypuklony zostanie w drugim etapie porównania, to jest przy porównywaniu błędów liniowych bocznych „ $L_b$ ”, które wyrażane są już miarą bezwzględną, ponieważ uwzględniają odległość radionamiernika od namierzanej radiostacji.

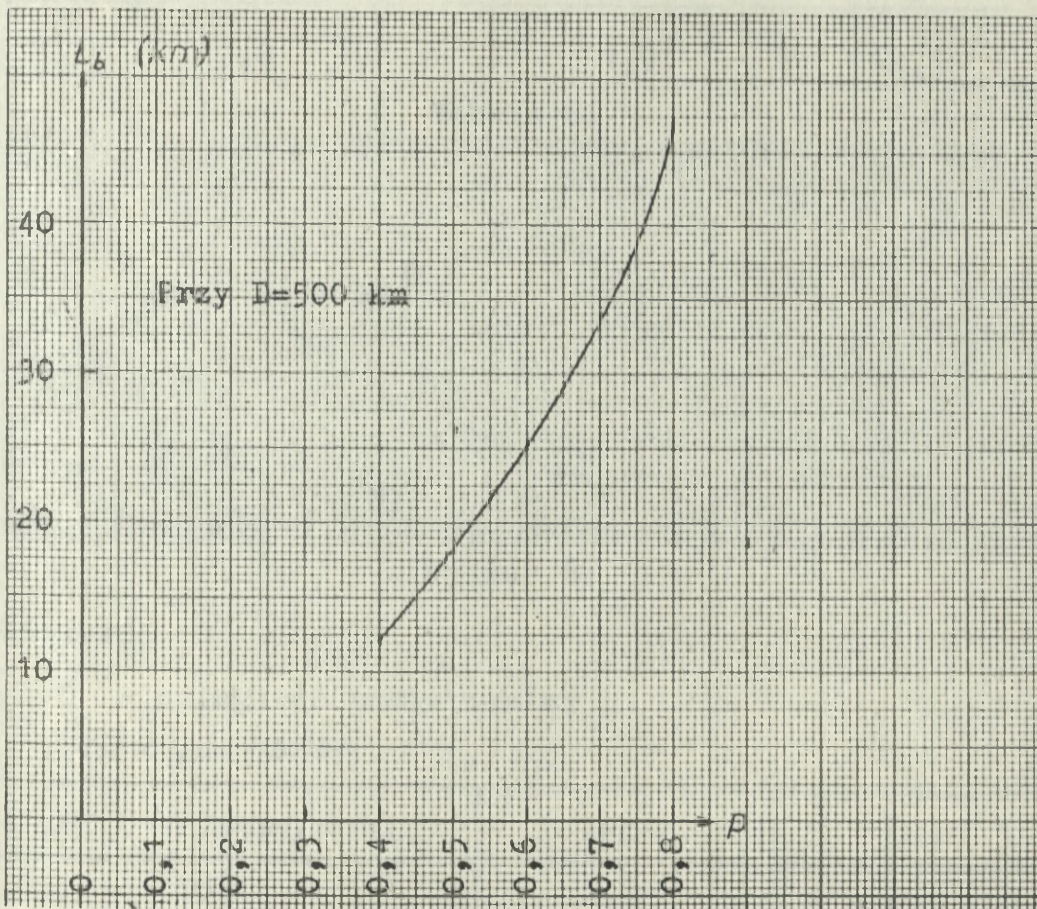
## 1.2. Porównanie błędów liniowych bocznych „ $L_b$ ”

Średnia odległość zasadniczego obszaru rozpoznania obejmującego terytorium RFN i Jutlandię od terytorium kraju wynosi około 500 km, natomiast średnia odległość zachodniej części akwenu Morza Bałtyckiego - około 120 km. Zatem błąd liniowy boczny „ $L_b$ ” na obszarze RFN i Jutlandii, dla

namiaru nieuśrednionego /pojedynczego/ osiągnie wartość:

$P( \Delta\alpha ) = P(L_b)$	$ \Delta\alpha $	$L_b$ (km)
0,4	$1,4^\circ$	12,2
0,5	$2,1^\circ$	18,3
0,6	$2,9^\circ$	25,3
0,7	$3,9^\circ$	34
0,8	$5,4^\circ$	47,2

Tabela 80



Wykres 60

Gdzie:

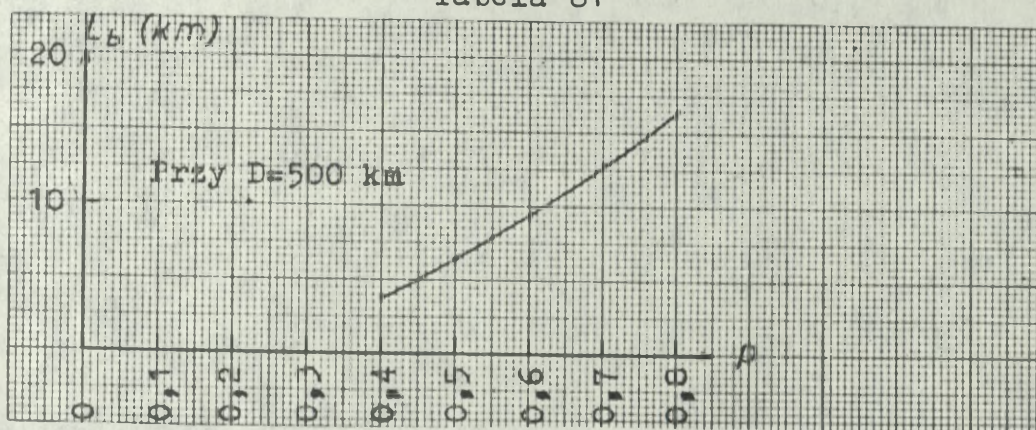
$D$  - odległość namierzenia;

$$P(|\Delta\alpha|) = P(L_b) = p$$

Natomiast przy namiarze uśrednionym w czteroradionamiernikowej grupie namierzania błąd ten przedstawia tabela 81 i wykres 61, a w sześcioradionamiernikowej - tabela 82 i wykres 62.

$P( \Delta\alpha ) = P( \Delta\alpha_{sr} ) = P(L_b)$	$ \Delta\alpha_{sr} $	$L_b$ (km)
0,4	$0,45^\circ$	3,9
0,5	$0,75^\circ$	6,5
0,6	$1,05^\circ$	9,2
0,7	$1,45^\circ$	12,7
0,8	$1,9^\circ$	16,5

Tabela 81



Wykres 61

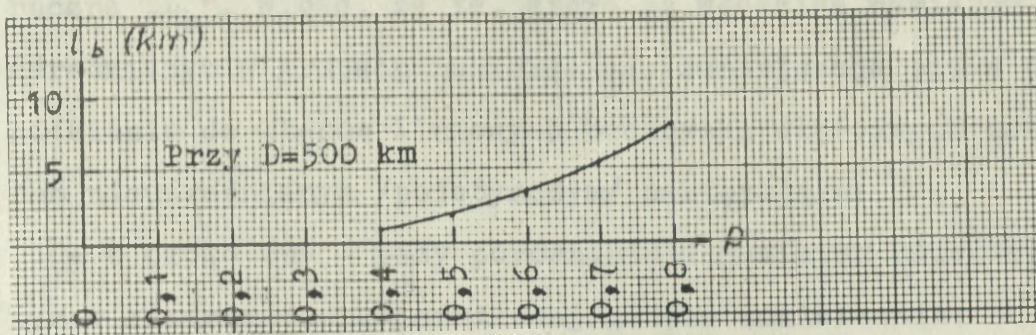
Gdzie:

D - odległość namierzania;

$$P(|\Delta\alpha|) = P(|\Delta\alpha_{sr}|) = P(L_b) = p$$

$P( \Delta\alpha ) = P( \Delta\alpha_{sr} ) = P(L_b)$	$ \Delta\alpha_{sr} $	$L_b$ (km)
0,4	$0,1^\circ$	0,9
0,5	$0,2^\circ$	1,7
0,6	$0,35^\circ$	3,1
0,7	$0,6^\circ$	5,2
0,8	$0,9^\circ$	7,9

Tabela 82



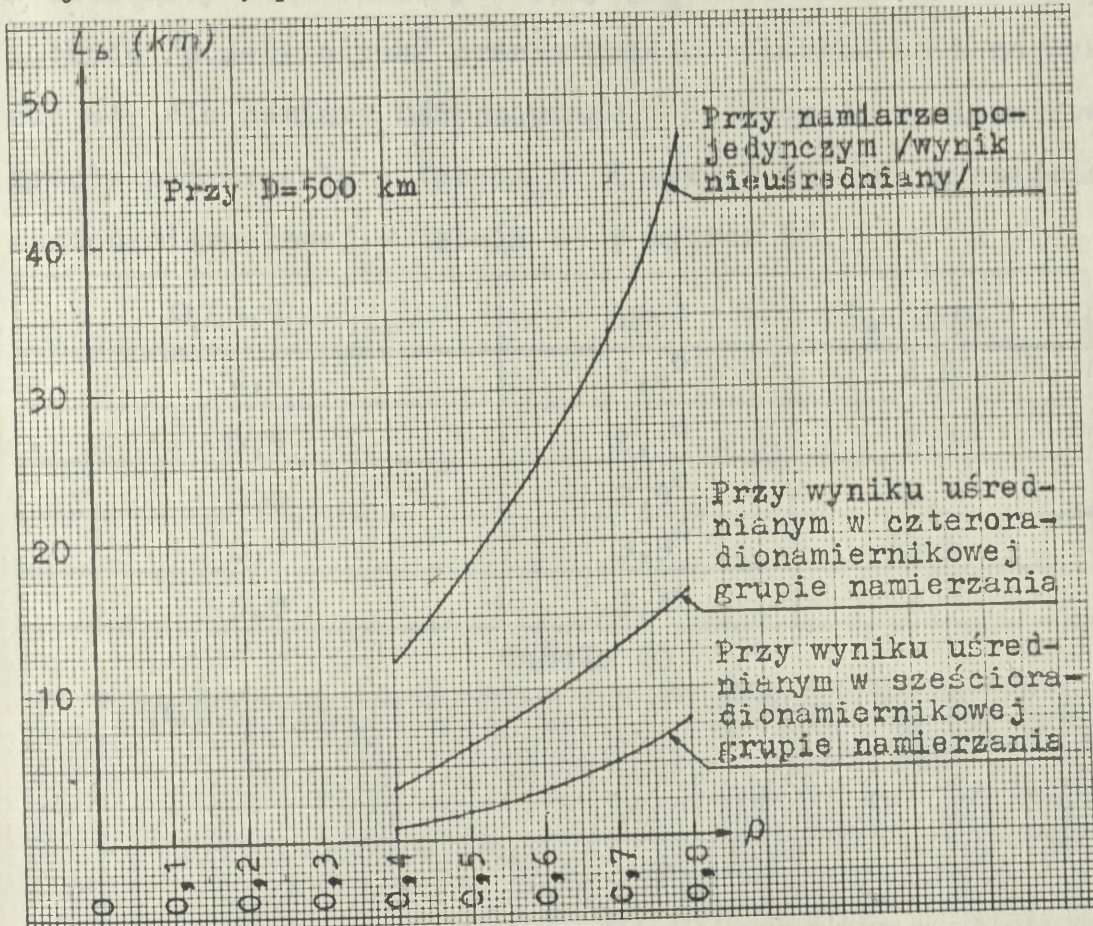
Wykres 62

Gdzie:

$D$  - odległość namierzania;

$$P(|\Delta\alpha|) = P(|\Delta\alpha_{sr}|) = P(L_b) = p$$

Z wykresu 63, przedstawiającego wszystkie błędy liniowe



Wykres 63

Gdzie:

$D$  - odległość namierzania;

$$P(|\Delta\alpha|) = P(|\Delta\alpha_{sr}|) = P(L_b) = p$$

boczne „ $L_b$ ”, widać, że te, które są właściwe namięrom uśrednianym w grupach namierzania, zmniejszają się w odniesieniu do błędów liniowych bocznych, właściwych namięrom nieuśrednianym /pojedynczym/ następująco:

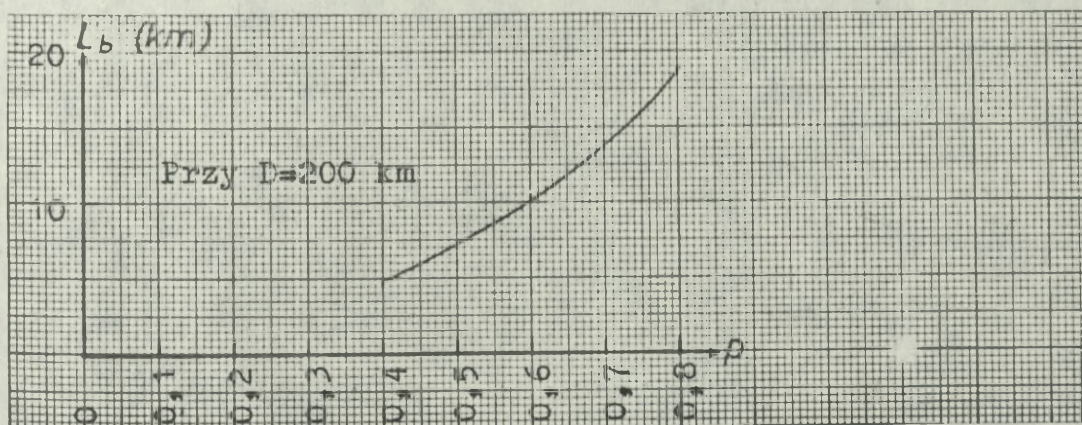
- o około 65% - przy porównaniu z namięrem uśrednianym w czteroradionamiernikowej grupie namierzania;

- o około 85% - przy porównaniu z namięrem uśrednianym w sześcioradionamiernikowej grupie namierzania.

W analogiczny sposób został rozpatrzony obszar rozpoznania obejmujący zachodnią część akwenu Morza Bałtyckiego, a obliczony błąd liniowy boczny „ $L_b$ ” dla namięrom nieuśrednionych /pojedynczych/ przedstawiono w tabeli 83 i na wykresie 64, dla namięru uśrednionego w czteroradionamiernikowej grupie namierzania - tabela 84 i wykres 65 oraz w sześcioradionamiernikowej - tabela 85 i wykres 66.

$P( \Delta\alpha ) = P(L_b)$	$ \Delta\alpha $	$L_b$ (km)
0,4	$1,4^\circ$	4,9
0,5	$2,1^\circ$	7,3
0,6	$2,9^\circ$	10,1
0,7	$3,9^\circ$	13,6
0,8	$5,4^\circ$	18,9

Tabela 83



Wykres 64

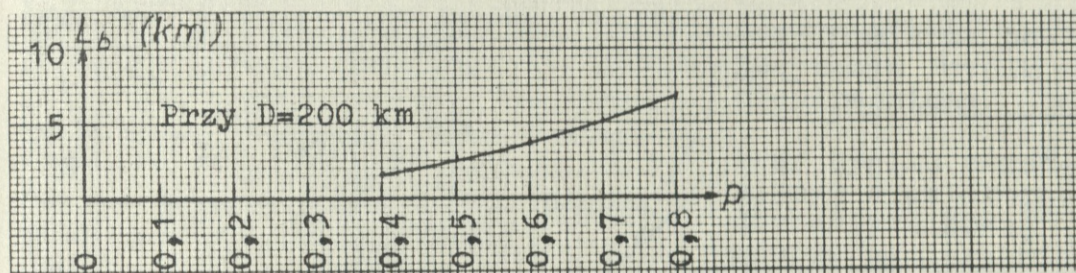
Gdzie:

D - odległość namierzania;

$$P(|\Delta\alpha|) = P(L_b) = p$$

$P( \Delta\alpha ) = P( \Delta\alpha'sr ) = P(L_b)$	$ \Delta\alpha'sr $	$L_b$ (km)
0,4	$0,45^\circ$	1,6
0,5	$0,75^\circ$	2,6
0,6	$1,05^\circ$	3,7
0,7	$1,45^\circ$	5,1
0,8	$1,9^\circ$	6,6

Tabela 84



Wykres 65

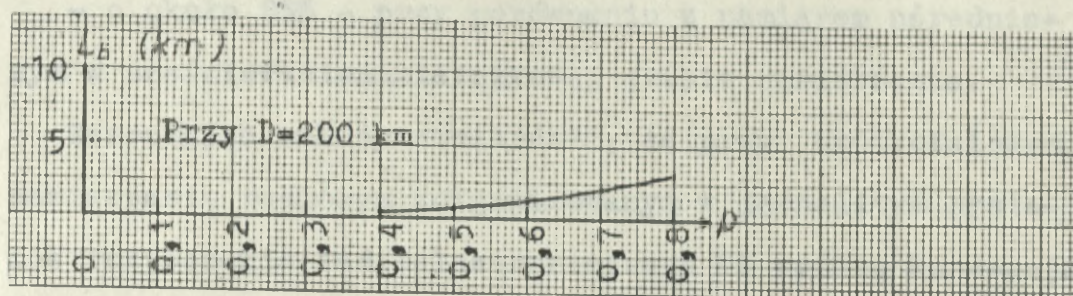
Gdzie:

D - odległość namierzania;

$$P(|\Delta\alpha|) = P(|\Delta\alpha'sr|) = P(L_b) = p$$

$P( \Delta\alpha )$	$P( \Delta\alpha'sr )$	$P(L_b)$	$ \Delta\alpha'sr $	$L_b$ (km)
0,4			$0,1^\circ$	0,3
0,5			$0,2^\circ$	0,7
0,6			$0,35^\circ$	1,2
0,7			$0,6^\circ$	2,1
0,8			$0,9^\circ$	3,1

Tabela 85

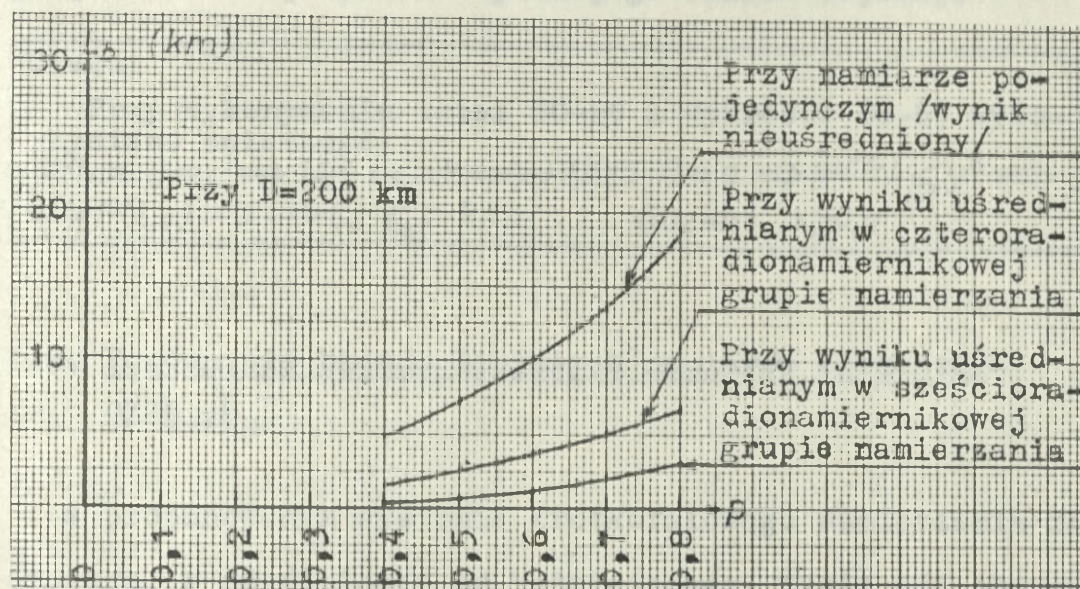


Wykres 66

Gdzie:

D - odległość namierzania;

$$P(|\Delta\alpha|) = P(|\Delta\alpha_{str}|) = P(L_b) = p$$



Wykres 67

Gdzie:

D - odległość namierzania;

$$P(|\Delta\alpha|) = P(|\Delta\alpha_{str}|) = P(L_b) = p$$

Z wykresu 67 widać, że błędy liniowe boczne „L<sub>b</sub>” właściwe nmiarom uśrednianym w grupach namierzania, zmniejszają się w odniesieniu do błędów, właściwych nmiarom nieuśrednianym /pojedynczym/ następująco:

- o około 65% - przy porównaniu z nmiarem uśrednianym w czteroradionamiernikowej grupie namierzania;

- o około 85% - przy porównaniu z namiarem uśrednionym w sześcioradionamiernikowej grupie namierzania.

Reasumując należy stwierdzić, że przy krótkofalowym namierzaniu radiowym zorganizowanym w jednolitym systemie rozpoznania radioelektronicznego WP według koncepcji proponowanej w rozprawie można, w porównaniu do stanu aktualnego, uzyskać około 65% zmniejszenie błędu liniowego bocznego „ $L_b$ ” w okresie stałej i podwyższonej gotowości bojowej oraz około 85% w stanie gotowości bojowej „zagrożenie wojenne” i w pełnej gotowości bojowej.

Uwaga!

Przy wykonywaniu tabel 80-85 i wykresów 60-67 wykorzystano zależność:

$$\begin{aligned} P(|\Delta\alpha|) = a &\Rightarrow |\Delta\alpha| \leq x^\circ \Rightarrow P(|\Delta\alpha|) = a \Rightarrow |\Delta\alpha| \leq y^\circ \Rightarrow \\ \Rightarrow P(L_b) = a &\Rightarrow L_b \leq z \text{ km.} \quad \text{Gdzie: } x > y \end{aligned}$$

### 1.3. Porównanie błędów liniowych namiarów elementarnych „ $L_p$ ”

W proponowanym systemie krótkofalowego namierzania radiowego, w odróżnieniu od istniejącego, występuje charakterystyczna cecha polegająca na tym, że błąd liniowy namiaru elementarnego „ $L_p$ ” jest taki sam jak błąd liniowy sieci namierzania „ $L_s$ ”. Cecha ta wynika z tego, że w sieciach systemu proponowanego nie występują pojedyncze radionamierniki, ale grupy namierzania, a zatem w czasie ustalania położenia namierzanej radiostacji są brane pod uwagę tylko wyniki uśrednione w poszczególnych grupach namierzania, czyli każda z tych grup występuje jako jeden radionamiernik pozorny. Z tej też przyczyny porównywanie tychże błędów w relacji: system aktualny - system propo-

nowany, byłoby niezbyt miarodajne, ponieważ porównywany byłby błąd liniowy namiaru elementarnego, właściwy systemowi obecnie funkcjonującemu z błędem liniowym sieci namierzenia systemu proponowanego. Kierując się właśnie takim poglądem, porównane zostaną tylko minimalne błędy liniowe namiarów elementarnych „ $L_p$  /min/”.

Mimo że istota minimalnych błędów liniowych namiarów elementarnych „ $L_p$  /min/” wyjaśniona jest w rozdziale I rozprawy, to jednak z uwagi na lepsze zrozumienie problemu wyjaśnia się, że przy wyliczaniu tego błędu eksponowane są takie zmienne, jak:

- błędy kątowe radionamierników „ $\Delta\alpha$  /” lub uśrednione błędy kątowe grup namierzenia „ $\Delta\alpha_{sr}$  /”;
- odległość namierzenia „ $D$ ”.

Jeżeli chodzi o pozostałe zmienne, to kąt nachylenia podstawy namierzenia do namierzanej radiostacji „ $\alpha$ ” jest w ogóle nie uwzględniany, a długość podstawy namierzenia „ $A$ ” jest uwzględniana w wartościach fikcyjnych - tak aby stosunek realnej odległości namierzenia „ $D$ ” do fikcyjnej podstawy namierzenia „ $A$ ” wynosił  $0,5 \frac{D}{A} = 0,5/$ . W tej też płaszczyźnie /minimalnego błędu liniowego namiaru elementarnego/ można dokonać porównania, ponieważ zaakcentowane zostaną w nim główne konsekwencje, jakie w realnym obszarze rozpoznania wywierają błędy kątowe radionamierników lub uśrednione błędy kątowe grup namierzenia na wielkość błędu liniowego namiaru elementarnego „ $L_p$ ”, który w sposób już dość wyraźny rzutuje na dokładność namierzenia -

- błąd systemowy.

Przy porównywaniu błędów liniowych namiarów elementar-

nych „ $L_p$ ”, a tym samym i przy porównywaniu minimalnych błędów liniowych namiarów elementarnych „ $L_{p/min/}$ ”, w odniesieniu do porównania błędów kątowych radionamierników „ $\Delta\alpha/$ ” /grup namierzania „ $\Delta\alpha_{sr}/$ ”/ oraz błędów liniowych bocznych „ $L_b$ ”, zmienia się wartość prawdopodobieństwa. Zmiana ta wynika z tego, prawdopodobieństwo wystąpienia określonego błędu kąтового radionamiernika  $P(\Delta\alpha/)=p$  czy grupy namierzania  $P(\Delta\alpha_{sr}/)=p$  lub też błędu liniowego bocznego  $P(L_b)=p$  jest prawdopodobieństwem jednostkowym, natomiast prawdopodobieństwo, że dwa radionamierniki czy grupy namierzania jednocześnie namierzą daną radiostację z błędem kątowym właściwym prawdopodobieństwu jednostkowemu wynika z rozkładu Bernoulliego i przy rozpatrywaniu w aspekcie błędu liniowego namiaru elementarnego „ $L_p$ ” jest ono iloczynem prawdopodobieństw jednostkowych<sup>x</sup>.

Z uwagi na to, że tak w odniesieniu do istniejącego systemu namierzania jak i proponowanego, przyjmowane jest jednakowe prawdopodobieństwo jednostkowe, dlatego też i rozkład prawdopodobieństwa, że dwa radionamierniki lub grupy namierzania jednocześnie namierzą radiostację z określonym błędem kątowym „ $\Delta\alpha/$ ” /uśrednionym błędem kątowym „ $\Delta\alpha_{sr}/$ ”, właściwym temu prawdopodobieństwu /jednostkowemu/, będzie jednakowe - czyli zachowana zostanie ta sama płaszczyzna porównawcza.

Z porównania wartości minimalnych błędów liniowych namiarów elementarnych „ $L_{p/min/}$ ”, dokonanego według za-

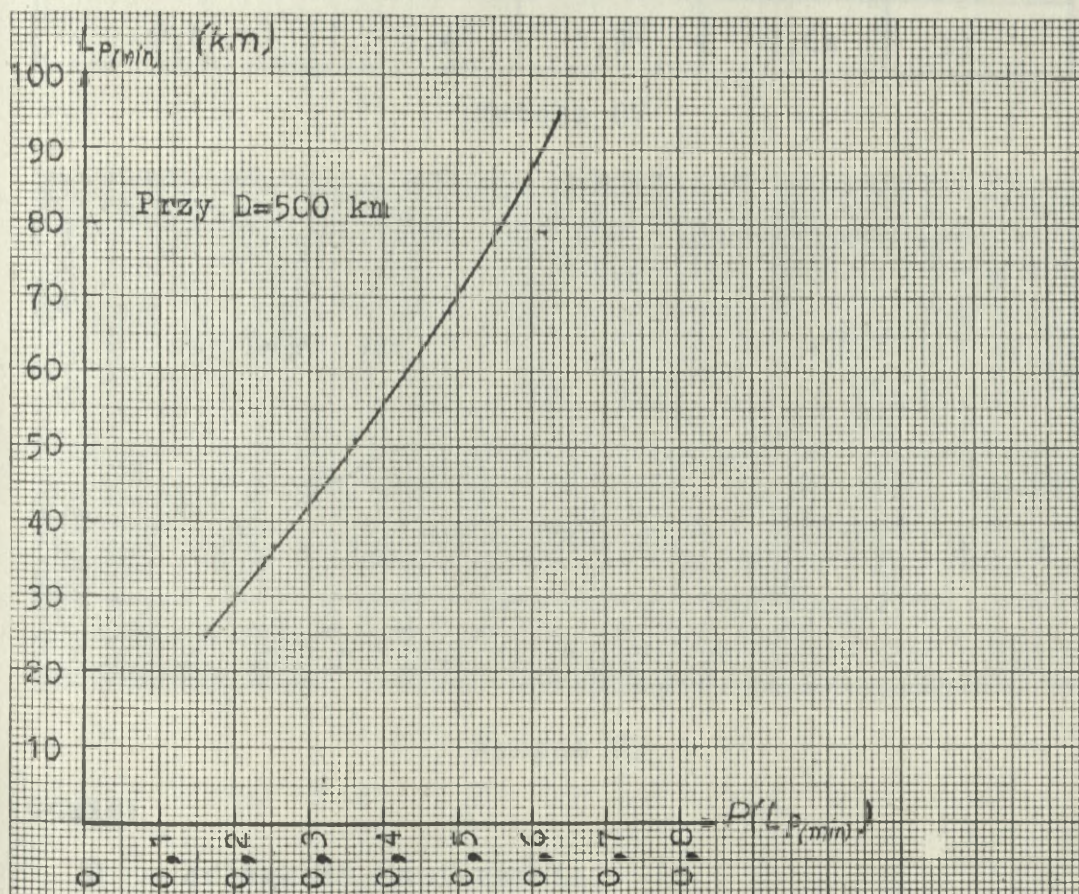
---

<sup>x</sup>Stwierdzenie udowodnione zostało już w rozdziale I rozprawy, a jego istota polega na tym, że:  
 $n=k=2 \Rightarrow \binom{n}{k} p^k (1-p)^{n-k} = p^2$

sady zbliżonej do podanej w poprzednim etapie, widać, że dla istniejącego systemu namierzania, na obszarze RFN i Jutlandii, błąd ten będzie wynosił:

$P(1\Delta\alpha 1)$	$1\Delta\alpha 1$	$P(L_{P_{(min)}})$	$L_{P_{(min)}} (km)$
0,4	$1,4^{\circ}$	0,16	25
0,5	$2,1^{\circ}$	0,25	37
0,6	$2,9^{\circ}$	0,36	51
0,7	$3,9^{\circ}$	0,49	68
0,8	$5,4^{\circ}$	0,64	95

Tabela 86



Wykres 68

Gdzie:

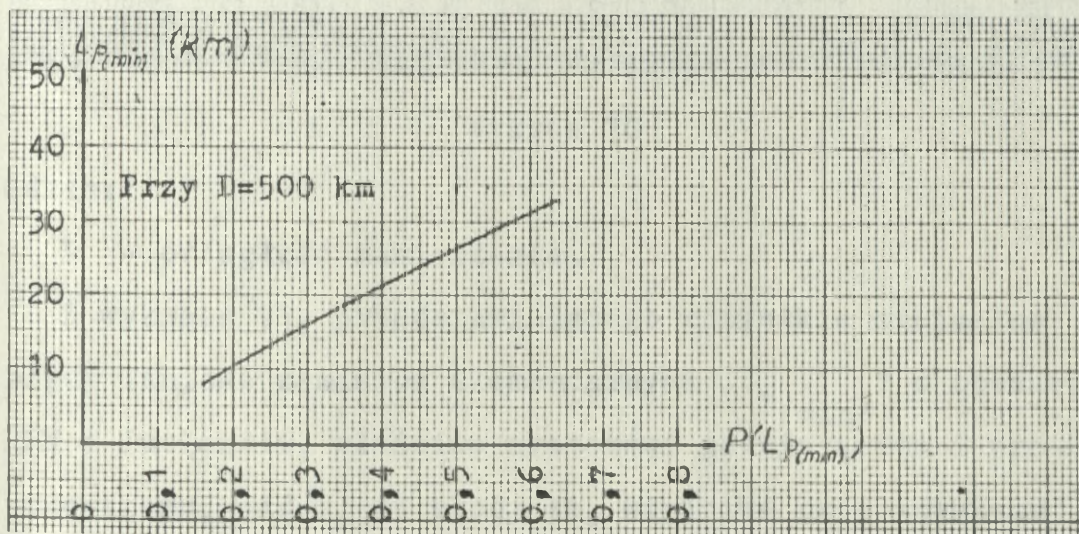
D - odległość namierzania.

Natomiast na tym samym obszarze rozpoznania /RFN, Jutlandia/, dla proponowanego systemu namierzania, błąd ten wyniesie:

- w stałej i podwyższonej gotowości bojowej /przy czteroradionamiernikowych grupach namierzania/:

$P(1\Delta\alpha 1) = P(1\Delta\alpha \dot{s}r1)$	$1\Delta\alpha 1$	$1\Delta\alpha \dot{s}r1$	$P(L_{P(min)})$	$L_{P(min)}$ (km)
0,4	1,4°	0,45°	0,16	8
0,5	2,1°	0,75°	0,25	13
0,6	2,9°	1,05°	0,36	19
0,7	3,9°	1,45°	0,49	26
0,8	5,4°	1,9°	0,64	33

Tabela 87



Wykres 69

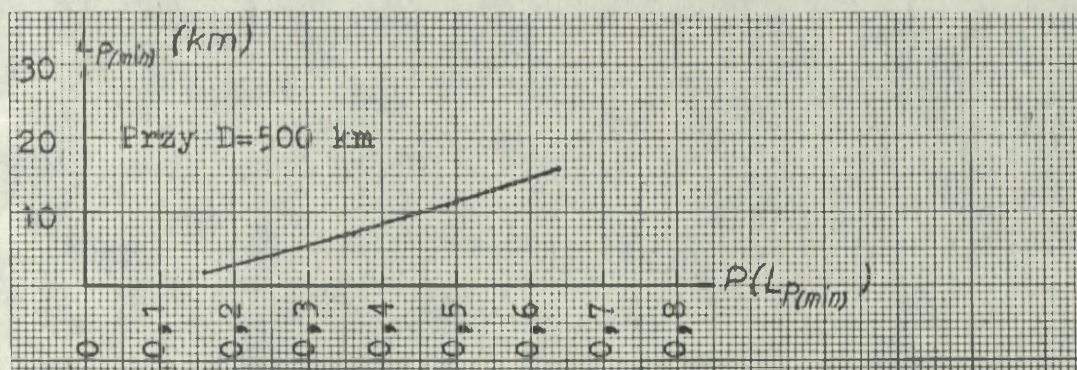
Gdzie:

D - odległość namierzania.

- w stanie gotowości bojowej „zagrożenie wojenne” i w pełnej gotowości bojowej /przy sześcioradionamiernikowych grupach namierzania/:

$P(1\Delta\alpha \leq 1) = P(1\Delta\alpha \leq sr1)$	$1\Delta\alpha \leq 1$	$1\Delta\alpha \leq sr1$	$P(L_{P(min)})$	$L_{P(min)}$ (km)
0,4	$1,4^\circ$	$0,1^\circ$	0,16	2
0,5	$2,1^\circ$	$0,2^\circ$	0,25	4
0,6	$2,9^\circ$	$0,35^\circ$	0,36	7
0,7	$3,9^\circ$	$0,6^\circ$	0,49	11
0,8	$5,4^\circ$	$0,9^\circ$	0,64	16

Tabela 88



Wykres 70

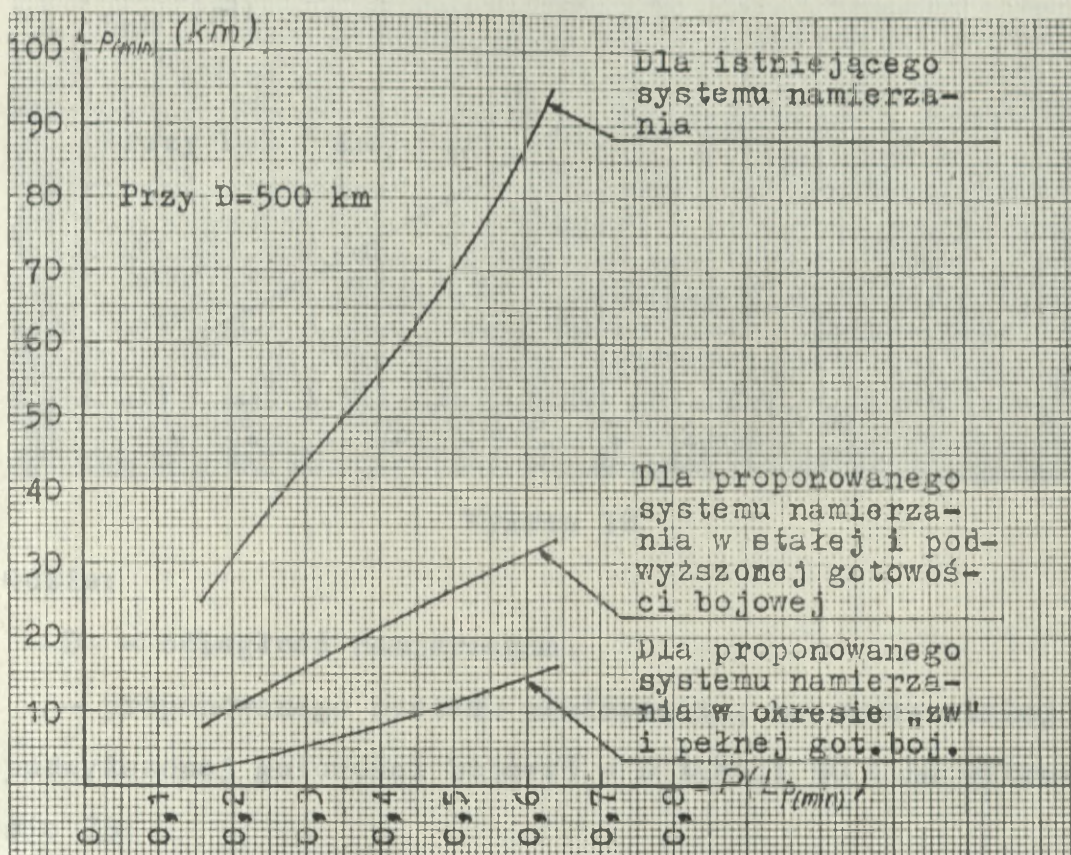
Gdzie:

D - odległość namierzania.

Z wykresu 71, przedstawiającego wszystkie minimalne błędy liniowe namiarów elementarnych " $L_{P/min}$ " z obszaru RFN i Jutlandii, właściwe systemowi istniejącemu i proponowanemu, widać, że błędy te, właściwe proponowanemu systemowi namierzania, zmniejszają się w odniesieniu do błędów istniejącego systemu następująco:

- o około 65% - w okresie stałej i podwyższonej gotowości bojowej;

- o około 85% - w okresie stanu gotowości bojowej „zagrożenie wojenne” i w pełnej gotowości bojowej.



Wykres 71

Gdzie:

D - odległość namierzenia;

"zw" - stan gotowości bojowej "zagrożenie wojenne".

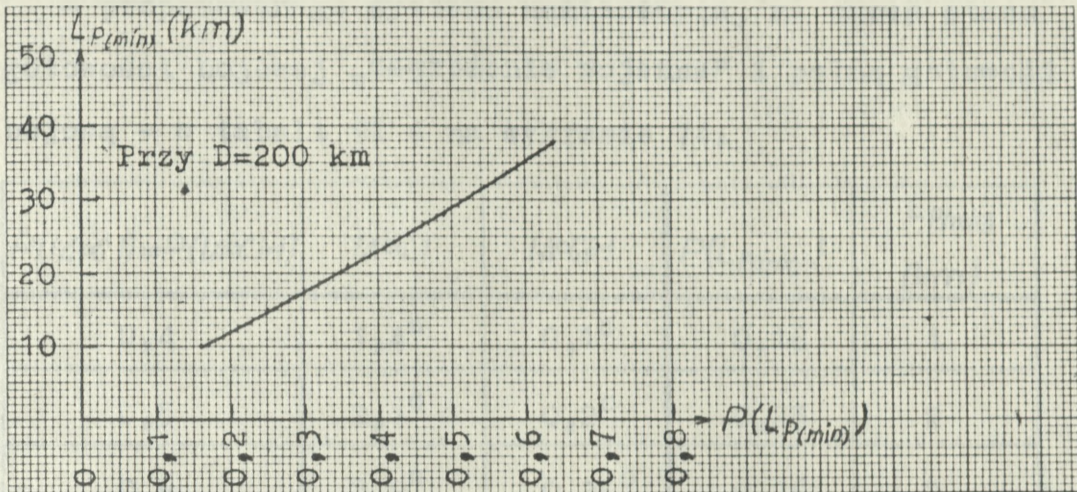
W analogiczny sposób został rozpatrzony obszar rozpoznania obejmujący zachodnią część akwenu Morza Bałtyckiego, a wartości minimalnych błędów liniowych namiarów elementarnych " $L_{p/min}$ " przedstawiono:

- istniejącego systemu namierzenia - w tabeli 89 i na

wykresie 72;

$P( \Delta\alpha )$	$ \Delta\alpha $	$P(L_{p(min)})$	$L_{p(min)} (km)$
0,4	$1,4^{\circ}$	0,16	10
0,5	$2,1^{\circ}$	0,25	15
0,6	$2,9^{\circ}$	0,36	21
0,7	$3,9^{\circ}$	0,49	28
0,8	$5,4^{\circ}$	0,64	38

Tabela 89



Wykres 72

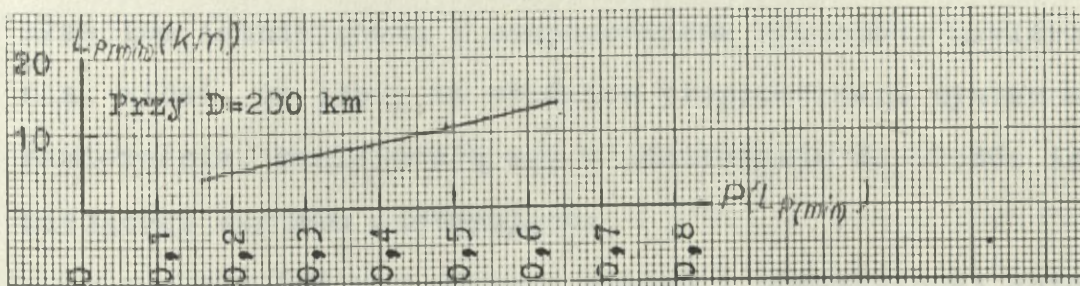
Gdzie:

$D$  - odległość namierzania.

- proponowanego systemu namierzania, na okres stałej i podwyższonej gotowości bojowej - w tabeli 90 i na wykresie 73;

$P( \Delta\alpha ) = P( \Delta\alpha_{sr} )$	$ \Delta\alpha $	$ \Delta\alpha_{sr} $	$P(L_{P(min)})$	$L_{P(min)}$ (km)
0,4	$1,4^\circ$	$0,45^\circ$	0,16	4
0,5	$2,1^\circ$	$0,75^\circ$	0,25	6
0,6	$2,9^\circ$	$1,05^\circ$	0,36	8
0,7	$3,9^\circ$	$1,45^\circ$	0,49	11
0,8	$5,4^\circ$	$1,9^\circ$	0,64	14

Tabela 90



Wykres 73

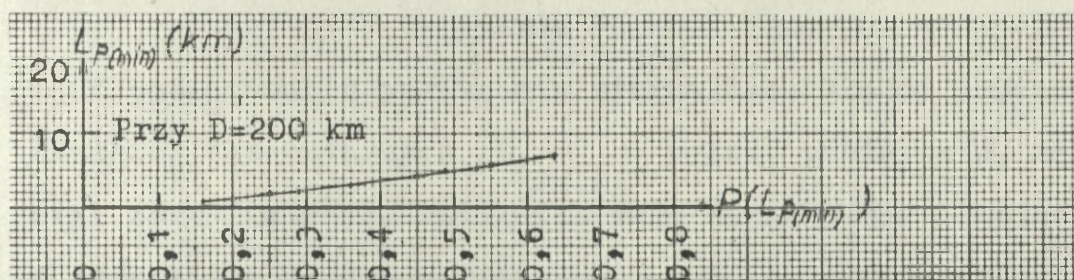
Gdzie:

$D$  - odległość namierzania.

- proponowanego systemu namierzania, na okres stanu gotowości bojowej „zagrożenie wojenne” i pełną gotowość bojową - w tabeli 91 i na wykresie 74.

$P( \Delta\alpha ) = P( \Delta\alpha'_{sr} )$	$ \Delta\alpha $	$ \Delta\alpha'_{sr} $	$P(L_{P(min)})$	$L_{P(min)}$ (km)
0,4	1,4°	0,1°	0,16	1
0,5	2,1°	0,2°	0,25	2
0,6	2,9°	0,35°	0,36	3
0,7	3,9°	0,6°	0,49	5
0,8	5,4°	0,9°	0,64	7

Tabela 91



Wykres 74

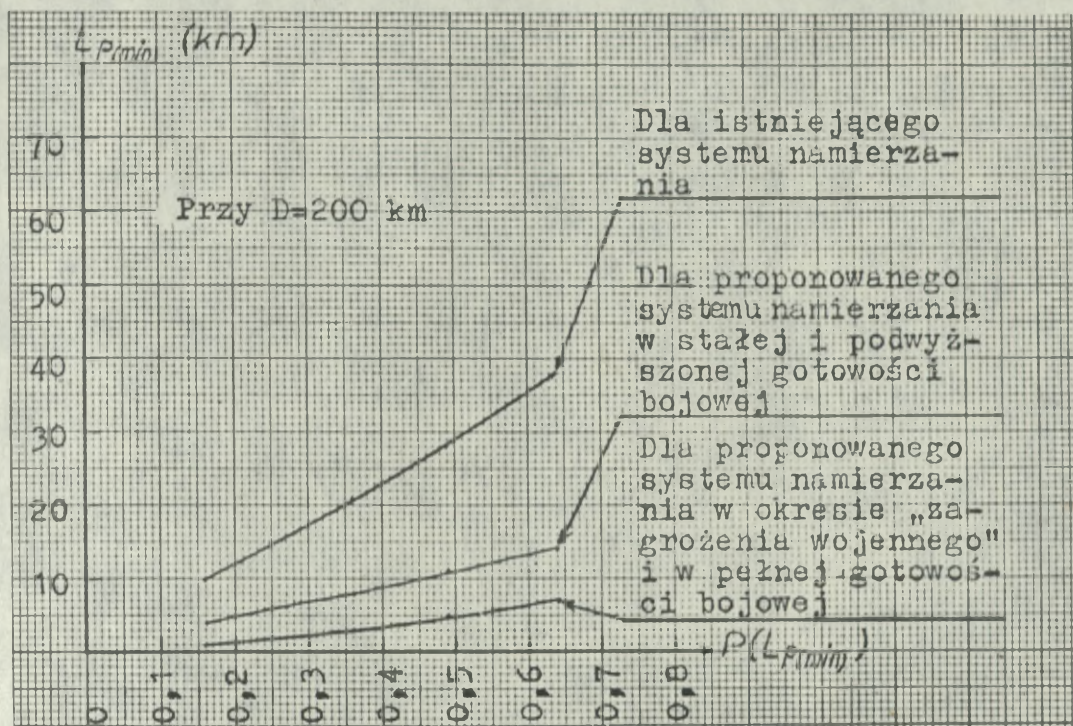
Gdzie:

D - odległość namierzania.

Z wykresu 75, przedstawiającego wszystkie minimalne błędy liniowe namiarów elementarnych „ $L_{P/min/}$ ”, z obszaru obejmującego zachodnią część akwenu Morza Bałtyckiego, właściwe istniejącemu i proponowanemu systemowi namierzania, widać, że błędy te właściwe proponowanemu systemowi namierzania, zmniejszają się w odniesieniu do błędów istniejącego systemu następująco:

- o około 65% - w okresie stałej i podwyższonej gotowości bojowej;

- o około 85% - w okresie stanu gotowości bojowej „zagrożenie wojenne” i w pełnej gotowości bojowej.



Wykres 75

W podsumowaniu porównania minimalnych błędów liniowych namiarów elementarnych „ $L_{P/min}$ ” należy stwierdzić, że przy zorganizowaniu krótkofalowego namierzenia radiowego w jednolitym systemie rozpoznania radioelektronicznego WP według proponowanej koncepcji można, w porównaniu do stanu obecnego, uzyskać około 65% zmniejszenie tego błędu w okresie stałej i podwyższonej gotowości bojowej oraz około 85% w stanie gotowości bojowej „zagrożenie wojenne” i w pełnej gotowości bojowej.

#### 1.4. Porównanie błędów liniowych sieci namierzenia „ $L_g$ ”

Porównanie błędów liniowych sieci namierzenia „ $L_g$ ” stanowi zasadniczy element w sposobie wykazania efektów operacyjnych, proponowanego w rozprawie, systemu krótkofalowego namierzenia radiowego jednolitego systemu rozpoznania radioelektronicznego WP. Merytoryczną motywacją

powyższego stwierdzenia jest to, że błędy tego typu są liniowym wyrażeniem konsekwencji oddziaływania na proces dokładności namierzania /lokalizowania w terenie namierzanych radiostacji/ wszystkich zmiennych<sup>x</sup>. Zatem w wielkości swej są również wyrażeniem konsekwencji rozwiązań organizacyjnych - co dla niniejszej rozprawy stanowi zasadniczy przedmiot badań i rozważań.

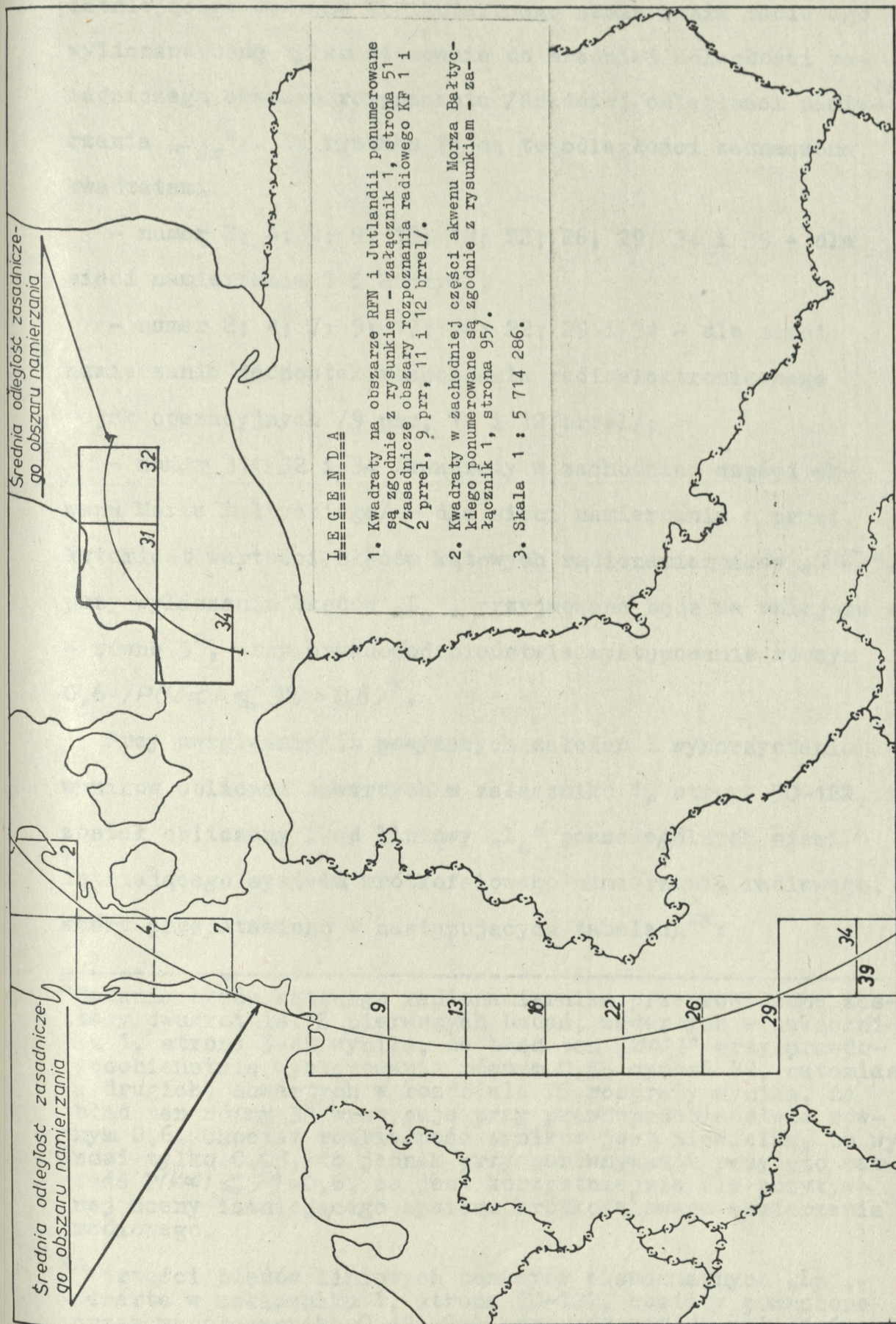
Porównując istniejący system krótkofalowego namierzania radiowego z systemem namierzania proponowanym w rozprawie wyjaśnia się, że czynność ta będzie realizowana w sposób następujący:

- błędy liniowe sieci namierzania „L<sub>s</sub>”, systemu istniejącego i proponowanego, określane będą na tym samym obszarze rozpoznania /jednakowo odległym od terytorium kraju/;
- wartość prawdopodobieństwa wystąpienia określonego błędu liniowego sieci namierzania  $P(L_s \leq x)$  liczona będzie przy jednakowym prawdopodobieństwie występowania błędu kąтового radionamiernika „ $\Delta \alpha$ ” i uśrednionego błędu kąтового grupy namierzania „ $\Delta \alpha_{sr}$ ”, czyli przy  $P(\Delta \alpha) = P(\Delta \alpha_{sr}) = 0,6$ ;
- wartość błędów liniowych sieci namierzania „L<sub>s</sub>”, systemu istniejącego i proponowanego, porównywana będzie przy jednakowym prawdopodobieństwie wystąpienia tych błędów, to znaczy  $P(L_{s_1} \leq x) = P(L_{s_2} \leq y)$ .

#### 1.4.1. Wartości błędów liniowych „L<sub>s</sub>” sieci namierzania istniejącego systemu krótkofalowego namierzania radiowego

Wartości błędów liniowych „L<sub>s</sub>” poszczególnych sieci

<sup>x</sup>Istota błędów liniowych sieci namierzania „L<sub>s</sub>” wyjaśniona jest w rozdziale I rozprawy.



Rysunek 71

istniejącego systemu krótkofalowego namierzania radiowego wyliczane będą tylko stosownie do średniej odległości zasadniczego obszaru rozpoznania /średniej odległości namierzania „ $D_{sr}$ ”/. Na rysunku 71 są to odległości zaznaczone kwadratami:

- numer 2; 4; 7; 9; 13; 18; 22; 26; 29; 34 i 39 - dla sieci namierzania 1 i 2 prrel;

- numer 2; 4; 7; 9; 13; 18; 22; 29 i 34 - dla sieci namierzania jednostek rozpoznania radioelektronicznego wojsk operacyjnych /9 prr, 11 i 12 brrel/;

- numer 31; 32 i 34 /kwadraty w zachodniej części akwenu Morza Bałtyckiego/ - dla sieci namierzania 6 prrel. Natomiast wartości błędów kątowych radionamierników „ $\Delta\alpha$ ”, przy wyliczaniu błędów „ $L_s$ ”, przyjmowane będą za mniejsze -  
- równe  $3^\circ$ , przy prawdopodobieństwie występowania równym  $0,6 \ /P(\Delta\alpha \leq 3^\circ) = 0,6 /^x$ .

Przy uwzględnieniu powyższych założeń i wykorzystaniu wyników obliczeń zawartych w załączniku 1, strona 50-122, został obliczony błąd liniowy „ $L_s$ ” poszczególnych sieci istniejącego systemu krótkofalowego namierzania radiowego, który przedstawiono w następujących tabelach<sup>xx</sup>:

---

<sup>x</sup>Badania błędu kąтового radionamiernika przeprowadzone zostały dwukrotnie. Z pierwszych badań, zawartych w załączniku 1, strona 5-49 wynika, że błąd ten „ $\Delta\alpha$ ” przy prawdopodobieństwie występowania równym 0,55 wynosi  $3^\circ$ , natomiast z drugich, zawartych w rozdziale II rozprawy wynika, że błąd ten równy  $3^\circ$  występuje przy prawdopodobieństwie równym 0,6. Chociaż rozbieżność wyników jest niewielka, bo wynosi tylko 0,05, to jednak przy porównywaniu przyjęto wartość  $P(\Delta\alpha \leq 3^\circ) = 0,6$ , co jest korzystniejsze dla pozytywnej oceny istniejącego systemu krótkofalowego namierzania radiowego.

<sup>xx</sup>Wartości błędów liniowych namiarów elementarnych „ $L_p$ ”, zawarte w załączniku 1, strona 50-122, zostały pomnożone przez współczynnik „0,4”. Cel wprowadzenia do obliczeń współczynnika „0,4” wyjaśniony jest w rozdziale I rozprawy.

- tabela 92 - dla sieci namierzania 1 pułku rozpoznania radioelektronicznego;

- tabela 93 - dla sieci namierzania 2 pułku rozpoznania radioelektronicznego;

- tabela 94 - dla sieci namierzania jednostek rozpoznania radioelektronicznego wojsk operacyjnych /9 prr oraz 11 i 12 brrel/;

- tabela 95 - dla sieci namierzania 6 pułku rozpoznania radioelektronicznego.

Natomiast uśrednione wartości błędów „ $L_S$ ”, zawarte w tabelach 92-95, przedstawiono na wykresie 76.

Z wykresu 76, który przedstawia wartości uśrednione, wiadać, że:

- 1 prrel może, co najwyżej, lokalizować namierzone radiostacje z prawdopodobieństwem 0,7904 przy błędzie liniowym sieci namierzania mniejszym - równym 408 km

$$/P(L_S \leq 408 \text{ km}) = 0,7904 /;$$

- 2 prrel może, co najwyżej, lokalizować namierzone radiostacje z prawdopodobieństwem 0,7904 przy błędzie liniowym sieci namierzania mniejszym - równym 218 km

$$/P(L_S \leq 218 \text{ km}) = 0,7904 /;$$

- jednostki rozpoznania radioelektronicznego wojsk operacyjnych /9 prr, 11 i 12 brrel/ mogą, co najwyżej, lokalizować namierzone radiostacje z prawdopodobieństwem 0,6206 przy błędzie liniowym sieci namierzania mniejszym -

- równym 78 km  $/P(L_S \leq 78 \text{ km}) = 0,6206 /;$

- 6 prrel może, co najwyżej, lokalizować namierzone radiostacje z prawdopodobieństwem 0,4910 przy błędzie liniowym sieci namierzania mniejszym - równym 8,9 km

$$/P(L_S \leq 8,9 \text{ km}) = 0,4910 /.$$

P(Ls) NUMER KWADRATU		Ls (km)											
		0,9880	0,8892	0,7904	0,6916	0,5928	0,4940	0,3952	0,2964	0,1976	0,0988		
2	??	17	19	15	12	20	14	16	18	11	13		
4	??	15	19	17	20	12	101	88	73	50	32		
7	??	19	15	20	11	17	94	86	85	47	33		
9	596	11	20	204	141	104	89	85	68	33	30		
13	1141	11	20	520	132	126	98	77	71	37	36		
18	??	11	20	390	172	90	88	64	59	38	32		
22	??	11	20	319	270	87	71	60	51	40	32		
26	??	11	18	1278	274	87	65	62	58	48	35		
29	??	18	11	251	217	88	63	62	58	44	42		
34	557	11	18	237	134	97	88	65	60	50	44		
39	593	11	13	184	126	90	72	60	55	53	38		
Ls(srednie)	??	??	??	408	179	100	83	70	64	45	36		

Tabela 92

P(L <sub>s</sub> ) NUMER KWADRATU	L <sub>s</sub> (km)										
	0,9880	0,8892	0,7904	0,6916	0,5928	0,4940	0,3952	0,2964	0,1976	0,0988	
2	??	492	238	116	101	96	94	50	43	1	3
4	6364	314	276	207	175	85	68	62	57	8	3
7	??	204	182	165	159	85	68	56	40	6	3
9	??	925	228	200	170	101	76	71	43	6	3
13	??	958	362	170	152	84	70	64	38	4	3
18	??	??	173	156	138	105	60	56	40	3	6
22	??	1278	157	152	130	125	58	50	48	3	6
26	??	401	217	161	127	110	62	58	47	7	6
29	??	??	172	134	128	108	88	60	58	6	7
34	??	2026	154	126	108	83	72	67	53	4	7
39	??	1316	241	176	116	101	91	64	57	4	7
L <sub>s</sub> (średnie)	??	??	218	160	137	98	73	60	48		38

Tabela 93

		$L_S$ (km)					
NUMER KWADRATU \ $P(L_S)$	0,9310	0,7758	0,6206	0,4655	0,3103	0,1552	
2	26 1372	25 172	24 88	21 62	23 50	22 34	22
4	26 ??	21 172	25 74	23 53	24 47	24 40	22
7	26 ??	21 1251	23 47	25 45	22 37	24 33	24
9	21 ??	26 139	23 56	22 49	25 45	24 36	24
13	21 ??	26 ??	23 55	22 52	25 38	24 32	24
18	26 ??	21 2499	22 60	23 56	25 34	24 32	24
22	26 545	21 398	22 56	23 61	24 35	25 33	25
29	21 237	22 191	26 174	23 80	24 50	25 39	25
34	22 1068	21 161	26 93	23 82	24 60	25 36	25
$L_S$ (średnie)	??	??	78	60	44	35	

Tabela 94

		$L_S$ (km)		
NUMER KWADRATU \ $P(L_S)$	0,7370	0,4910	0,2460	
31	27 11,6	28 9,6	29 9,2	29
32	28 13,6	27 10,8	28 8,8	29
34	27 ??	29 6,4	28 4,4	28
$L_S$ (średnie)	??	8,9	7,4	

Tabela 95

Legenda do tabel 92-95:

- 1/ Indeksy cyfrowe w górnych prawych rogach oznaczają numery identyfikacyjne tabel w załączniku 1, strona 50-122.

2/ Wartości błędów liniowych „L<sub>S</sub>” sieci namierzania, zawarte w tabelach, należy rozumieć i odczytywać następująco - na przykład w tabeli 94, dla kwadratu 2:

- jeśli wyznaczony zostanie środek ciężkości (G) namiarów elementarnych „L<sub>p</sub>” i z tego punktu zakreślony zostanie okrąg promieniem:

- 1372 km, to można stwierdzić z prawdopodobieństwem  $p=0,9310$ , że wewnątrz tego okręgu znajduje się namierzana radiostacja;

- 172 km, to można stwierdzić z prawdopodobieństwem  $p=0,7758$ , że wewnątrz tego okręgu znajduje się namierzana radiostacja;

- 88 km, to można stwierdzić z prawdopodobieństwem  $p=0,6206$ , że wewnątrz tego okręgu znajduje się namierzana radiostacja;

- 62 km, to można stwierdzić z prawdopodobieństwem  $p=0,4655$ , że wewnątrz tego okręgu znajduje się namierzana radiostacja;

- 50 km, to można stwierdzić z prawdopodobieństwem  $p=0,3103$ , że wewnątrz tego okręgu znajduje się namierzana radiostacja;

- 34 km, to można stwierdzić z prawdopodobieństwem  $p=0,1552$ , że wewnątrz tego okręgu znajduje się namierzana radiostacja.

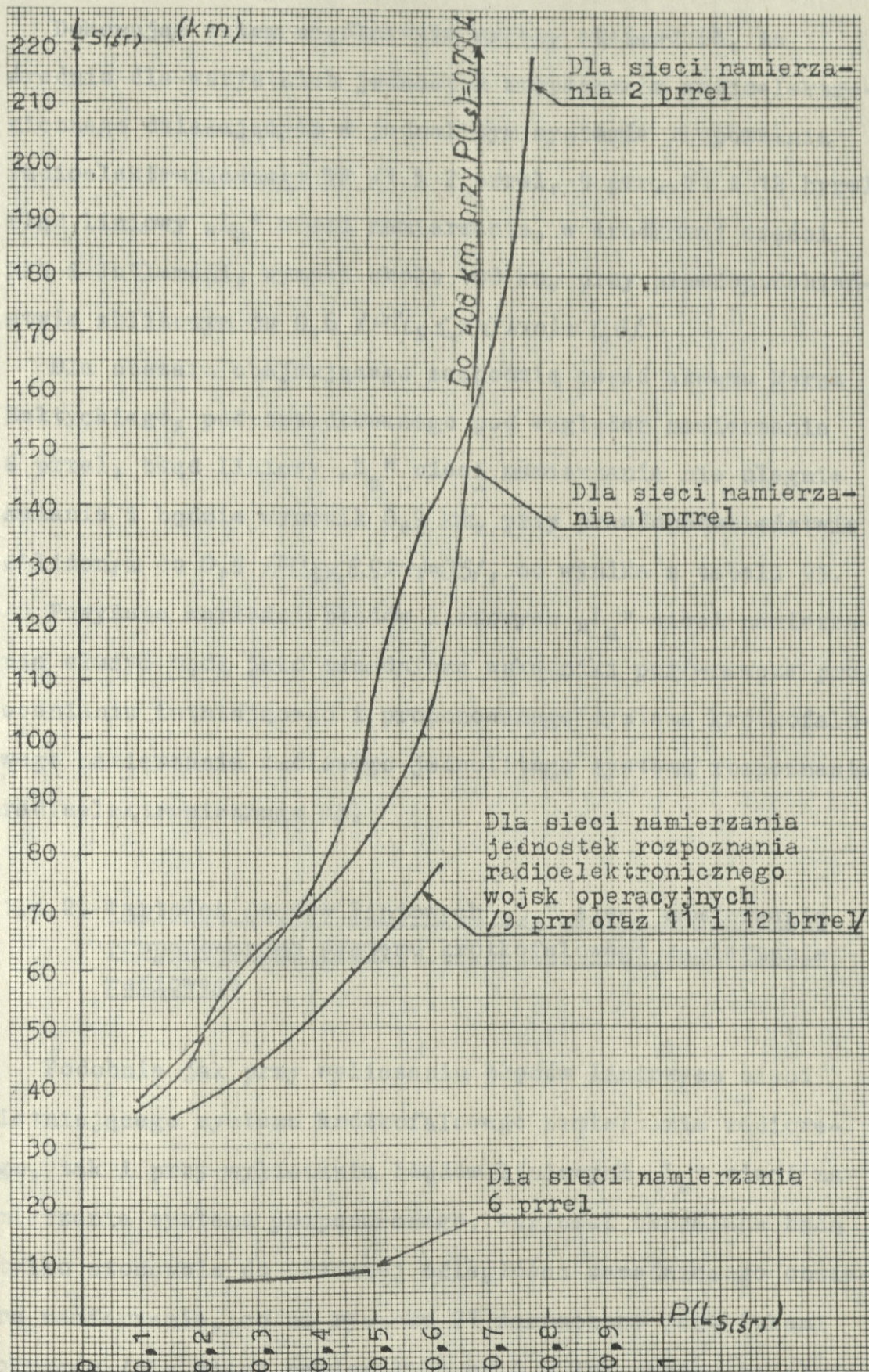
---

Przyjmując prawdopodobieństwo występowania błędu liniowego „L<sub>S</sub>” sieci namierzania wspólne dla wszystkich jednostek jednolitego systemu rozpoznania radioelektronicznego WP namierzających radiostacje na obszarze RFN i Jutlandii, na przykład  $P(L_S) \approx 0,6$ , można określić, na podstawie tabel 92-94 oraz wykresu 76, że błąd liniowy „L<sub>S</sub>” sieci namierzania, przy tym prawdopodobieństwie  $/P(L_S) \approx 0,6/$ , będzie wynosił około:

- 130 km - dla sieci namierzania 1 pułku rozpoznania radioelektronicznego;

- 100 km - dla sieci namierzania 2 pułku rozpoznania radioelektronicznego;

- 75 km - dla sieci namierzania jednostek rozpoznania radioelektronicznego wojsk operacyjnych /9 prr oraz 11 i 12 brrel/.



Wykres 76

...rze zachodniej części składowej ...

Dokonując zatem uogólnienia należy stwierdzić, że średnio dla wszystkich jednostek rozpoznania radioelektronicznego działających w jednolitym systemie rozpoznania radioelektronicznego WP /1 i 2 prrel, 9 prr, 11 i 12 brrel/, błąd liniowy „L<sub>S</sub>” sieci namierzania, w środkowej części RFN i Jutlandii, wynosi około 100 km, przy prawdopodobieństwie zbliżonym do 0,6 / $P(L_S \leq 100 \text{ km}) \approx 0,6$ /.

Dla obszaru obejmującego zachodnią część akwenu Morza Bałtyckiego, podporządkowanego pod względem namierzania 6 prrel, błąd liniowy „L<sub>S</sub>” sieci namierzania nie ulegnie zmianie i będzie wynosił 8,9 km, przy prawdopodobieństwie zbliżonym do 0,5 / $P(L_S \leq 8,9 \text{ km}) \approx 0,5$ /, co wynika z tabeli 95.

Powyższe wartości błędów liniowych „L<sub>S</sub>” sieci namierzania służyć będą jako zasadnicze wskaźniki porównawcze przy ocenianiu istniejącego i proponowanego systemu krótkofalowego namierzania radiowego jednolitego systemu rozpoznania radioelektronicznego WP.

#### 1.4.2. Wartości błędów liniowych „L<sub>S</sub>” sieci namierzania proponowanego systemu krótkofalowego namierzania radiowego

Podobnie jak przy wyliczaniu błędów liniowych sieci istniejącego systemu krótkofalowego namierzania radiowego, tak i przy wyliczaniu błędów liniowych „L<sub>S</sub>” sieci namierzania systemu proponowanego, wartości określone będą tylko stosownie do średniej odległości zasadniczego obszaru namierzania, co na rysunku 71 zaznaczone jest łukami okręgów /dla sieci namierzania nr 1 - łuk okręgu na obszarze zachodniej części akwenu Morza Bałtyckiego, dla sie-

ci namierzenia nr 2 i 3 - łuk okręgu na obszarze RFN i Jutlandii/.

Postępując zgodnie z ustaleniami zawartymi w punkcie 1.4 niniejszego rozdziału, należałoby wartość prawdopodobieństwa wystąpienia określonego błędu liniowego „ $L_S$ ” sieci namierzenia  $P(L_S)$  liczyć przy prawdopodobieństwie wystąpienia uśrednionego błędu kąowego grupy namierzenia „ $\Delta\alpha'_{sr}$ ” zbliżonym do 0,6  $P(\Delta\alpha'_{sr}) \approx 0,6$ , ponieważ przy wyliczaniu błędów liniowych sieci istniejącego systemu namierzenia, przyjmowane było takiej samej wielkości prawdopodobieństwo występowania błędów kąowych radionamierników „ $\Delta\alpha$ ”  $P(\Delta\alpha) \approx 0,6$ . Z uwagi na to, że w proponowanym systemie prawdopodobieństwo wystąpienia określonych błędów liniowych „ $L_S$ ” sieci namierzenia jest iloczynem prawdopodobieństwa występowania określonego, uśrednionego błędu kąowego dwóch grup namierzenia, dlatego też  $P(\Delta\alpha'_{sr}) \approx 0,6$  daje  $P(L_S) \approx 0,36$ . W tej też sytuacji, aby stworzyć podobne warunki porównawcze, należy wartości prawdopodobieństwa występowania uśrednionych błędów kąowych grup namierzenia przyjąć za zbliżone do 0,8  $P(\Delta\alpha'_{sr}) \approx 0,8$ , co spowoduje, że  $P(L_S) \approx 0,64$ , a to już stanowić będzie właściwą płaszczyznę porównawczą, ponieważ błędy liniowe sieci istniejącego systemu krótkofalowego namierzenia radiowego liczone były przy  $P(L_S) \approx 0,6$  - dla 1 i 2 prrel oraz 9 prr, 11 i 12 brrel. Przy porównywaniu błędów w obszarze zachodniej części akwenu Morza Bałtyckiego można przyjmować natomiast  $P(\Delta\alpha'_{sr}) \approx 0,7$ , ponieważ błędy liniowe sieci namierzenia 6 prrel liczone były przy  $P(L_S) \approx 0,5$ .

Z wyliczeń teoretycznych i wyników badań empirycznych zawartych w tabeli 75 i na wykresach 50, 51, 59 wynika, że

przy uśrednianiu namiarów w czteroradionamiernikowych grupach namierzenia,  $P(|\Delta\alpha_{sr}| \approx 0,8 \Rightarrow |\Delta\alpha_{sr}| \leq 2^\circ$ , a przy uśrednianiu namiarów w sześcioradionamiernikowych grupach namierzenia  $P(|\Delta\alpha_{sr}| \approx 0,8 \Rightarrow |\Delta\alpha_{sr}| \leq 1^\circ$ . Natomiast prawdopodobieństwu  $P(|\Delta\alpha_{sr}| \approx 0,7 \Rightarrow |\Delta\alpha_{sr}| \leq 1,5^\circ$  - przy uśrednianiu namiarów w czteroradionamiernikowych grupach namierzenia i  $P(|\Delta\alpha_{sr}| \approx 0,7 \Rightarrow |\Delta\alpha_{sr}| \leq 0,5^\circ$  - przy uśrednianiu namiarów w sześcioradionamiernikowych grupach namierzenia.

Uwzględniając powyższe dane i posługując się wzorem 3 lub 4, względnie 5 i tablicami w załączniku 2, przy proponowanym usytuowaniu poszczególnych sieci namierzenia /rysunek 62/, błędy liniowe „L<sub>s</sub>” wyniosą:

1/ przy uśrednianiu namiarów w czteroradionamiernikowych grupach namierzenia:

- 6,4 km /optymalny/ i 6,5 km /dopuszczalny/ - dla sieci namierzenia nr 1;

- 59,6 km /optymalny/ i 64,7 km /dopuszczalny/ - dla sieci namierzenia nr 2;

- 54,8 km /optymalny/ i 59,7 km /dopuszczalny/ - dla sieci namierzenia nr 3;

2/ przy uśrednianiu namiarów w sześcioradionamiernikowych grupach namierzenia:

- 2,1 km /optymalny/ i 2,1 km /dopuszczalny/ - dla sieci namierzenia nr 1;

- 28,5 km /optymalny/ i 30,8 km /dopuszczalny/ - dla sieci namierzenia nr 2;

- 26,2 km /optymalny/ i 28,4 km /dopuszczalny/ - dla sieci namierzenia nr 3.

Ponieważ sieć nr 1 proponowana jest do namierzenia radiostacji w zachodniej części akwenu Morza Bałtyckiego, a

sieci nr 2 i 3 na obszarze RFN i Jutlandii, dlatego też dokonując uogólnienia należy stwierdzić, że przy uśrednianiu namiarów w czteroradionamiernikowych grupach namierzania, radiostacje namierzone w zachodniej części akwenu Morza Bałtyckiego, lokalizowane będą średnio z błędem liniowym mniejszym - równym 6 km, przy prawdopodobieństwie 0,49  $P(L_s \leq 6 \text{ km}) \approx 0,49$ , natomiast na obszarze RFN i Jutlandii średnio z błędem liniowym mniejszym - równym 60 km, przy prawdopodobieństwie 0,64  $P(L_s \leq 60 \text{ km}) \approx 0,64$ . Przy uśrednianiu namiarów w sześcioradionamiernikowych grupach namierzania, w zachodniej części akwenu Morza Bałtyckiego, radiostacje lokalizowane będą średnio z błędem liniowym mniejszym - równym 2 km, przy prawdopodobieństwie 0,49  $P(L_s \leq 2 \text{ km}) \approx 0,49$ , a na obszarze RFN i Jutlandii, średnio z błędem mniejszym - równym 28 km, przy prawdopodobieństwie 0,64  $P(L_s \leq 28 \text{ km}) \approx 0,64$ .

#### 1.4.3. Porównanie wartości błędów liniowych „L<sub>s</sub>” sieci namierzania istniejącego systemu krótkofalowego namierzania radiowego z wartościami błędów właściwych proponowanemu systemowi

Z przeprowadzonych wcześniej obliczeń wynika, że średnio błędy liniowe „L<sub>s</sub>” sieci namierzania wynoszą:

1/ istniejącego systemu krótkofalowego namierzania radiowego - we wszystkich stanach gotowości bojowej /dokonano zaokrąglenia wartości liniowej błędów i prawdopodobieństwa/:

- $P(L_s \leq 100 \text{ km}) \approx 0,6$  - na obszarze RFN i Jutlandii;
- $P(L_s \leq 9 \text{ km}) \approx 0,5$  - na obszarze zachodniej części akwenu Morza Bałtyckiego;

2/ proponowanego systemu krótkofalowego namierzania radiowego - na okres stałej i podwyższonej gotowości bojowej<sup>x</sup>:

-  $P(L_s \leq 60 \text{ km}) \approx 0,6$  - na obszarze RFN i Jutlandii;

-  $P(L_s \leq 6 \text{ km}) \approx 0,5$  - na obszarze zachodniej części akwenu Morza Bałtyckiego;

3/ proponowanego systemu krótkofalowego namierzania radiowego - na okres stanu gotowości bojowej „zagrożenie wojenne” i pełnej gotowości bojowej<sup>xx</sup>:

-  $P(L_s \leq 20 \text{ km}) \approx 0,6$  - na obszarze RFN i Jutlandii;

-  $P(L_s \leq 2 \text{ km}) \approx 0,5$  - na obszarze zachodniej części akwenu Morza Bałtyckiego.

Z porównania wyżej przedstawionych błędów wynika, że organizując krótkofalowe namierzanie radiowe jednolitego systemu rozpoznania radioelektronicznego WP według koncepcji proponowanej w rozprawie można, w odniesieniu do istniejącego aktualnie stanu, uzyskać następujące efekty<sup>xxx</sup>:

---

<sup>x</sup>W systemie krótkofalowego namierzania radiowego, proponowanym na okres stałej i podwyższonej gotowości bojowej, przewiduje się organizowanie czteroradionamiernikowych grup namierzania.

<sup>xx</sup>W systemie krótkofalowego namierzania radiowego, proponowanym na okres stanu gotowości bojowej „zagrożenie wojenne” i pełnej gotowości bojowej, przewiduje się organizowanie sześcioradionamiernikowych grup namierzania.

<sup>xxx</sup>Dla istniejącego systemu krótkofalowego namierzania radiowego są przyjmowane błędy liniowe „ $L_s$ ” sieci namierzania takiej samej wielkości we wszystkich stanach gotowości bojowej dlatego, że w okresie stanu gotowości bojowej „zagrożenie wojenne” i w pełnej gotowości bojowej zwiększa się liczba sieci namierzania, a nie skład, co powoduje tylko wzrost przepustowości, a nie dokładności namierzania. Natomiast w systemie proponowanym na okres stanu gotowości bojowej „zagrożenie wojenne” i pełną gotowość bojową zwiększa się skład sieci z ośmiu radionamierników do dwunastu /z czteroradionamiernikowych grup namierzania na sześcioradionamiernikowe grupy/.

1/ w okresie stałej i podwyższonej gotowości bojowej:

- zwiększenie w granicach 40% dokładności namierzania na obszarze RFN i Jutlandii /zmniejszenie błędu liniowego „L<sub>S</sub>” sieci namierzania z  $P(L_S \leq 100 \text{ km}) \approx 0,5$  do  $P(L_S \leq 60 \text{ km}) \approx 0,6$  /, a w zachodniej części akwenu Morza Bałtyckiego zwiększenie dokładności namierzania w granicach 35% /zmniejszenie błędu liniowego „L<sub>S</sub>” sieci namierzania z  $P(L_S \leq 9 \text{ km}) \approx 0,5$  do  $P(L_S \leq 6 \text{ km}) \approx 0,5$  /;

2/ w okresie stanu gotowości bojowej „zagrożenie wojenne” i w pełnej gotowości bojowej:

- zwiększenie w granicach 70% dokładności namierzania na obszarze RFN i Jutlandii /zmniejszenie błędu liniowego „L<sub>S</sub>” sieci namierzania z  $P(L_S \leq 100 \text{ km}) \approx 0,6$  do  $P(L_S \leq 28 \text{ km}) \approx 0,6$  /, a w zachodniej części akwenu Morza Bałtyckiego, zwiększenie dokładności namierzania w granicach 75% /zmniejszenie błędu liniowego „L<sub>S</sub>” sieci namierzania z  $P(L_S \leq 9 \text{ km}) \approx 0,5$  do  $P(L_S \leq 2 \text{ km}) \approx 0,5$  /.

Przytoczone błędy liniowe „L<sub>S</sub>” sieci namierzania, systemu istniejącego, liczone były przy uwzględnieniu stopnia udokładniania wyniku przez opracowującego namiary /planszecistę/ przy założeniu, że dysponuje on tylko mapą i doświadczeniem operacyjnym<sup>x</sup>. Mimo że z pozoru błędy „L<sub>S</sub>” mogą się i

---

<sup>x</sup>Z przeprowadzonych badań w zakresie ustalania stopnia udokładniania wyników namierzania przez opracowującego namiary /wnioski wykorzystano przy opracowywaniu rozdziału I rozprawy/ wynika, że opracowujący namiary /planszecista/, dysponując tylko mapą i doświadczeniem operacyjnym, może każdy wynik końcowy, opracowany na podstawie pięciu pojedynczych namiarów, udokładniać w granicach 20%. Wartość ta jest zatem właściwa wszystkim pięcioradionamiernikowym sieciom systemu istniejącego. W odniesieniu do cztero- i trójradionamiernikowych sieci badań takich nie prowadzono. Z tego też względu przy obliczaniu błędów liniowych „L<sub>S</sub>” włas-

i tak wydawać zbyt dużymi, to jednak w rzeczywistości są realnymi. Aby w tej kwestii nie pozostać gołosłownym, dokonano empirycznego sprawdzenia ich średniej wartości na obszarze RFN. Z przeprowadzonych badań /załącznik 1, strona 136-141/ wynika, że na 400 opracowanych namiarów tylko 228 obciążonych było błędem  $L_S \leq 100$  km, co stanowi  $P(L_S \leq 100 \text{ km}) \approx 0,57$ . Widać więc, że praktyka potwierdza wyliczenia teoretyczne, co świadczy o poprawnym i wiarygodnym rozwiązaniu rozważanego w rozprawie problemu dokładności namierzania.

Przy obliczaniu błędów liniowych „ $L_S$ ” sieci namierzania przyjęto, że wszystkie radionamierniki istniejącego systemu namierzają z błędem kątowym  $P(|\mu\alpha| \leq 3^\circ) \approx 0,6$ . Wartość tę przyjęto na podstawie wyników badań, ale odnoszących się tylko do namiarów wykonywanych na radiostacje odległe od radionamierników 500-1200 km. Obszar wód Bałtyku zachodniego oddalony jest od radionamierników sieci 6 prrel średnio - od dolnej granicy zasięgu fali odbitej /jonosferycznej/ aż do około 300 km. Jest to więc odległość znacznie

---

ciwych tym sieciom również przyjmowano współczynnik „20%”. Po przeprowadzeniu badań w tym zakresie na pewno okazałoby się, że w stosunku do sieci czteroradionamiernikowych jest on mniejszy, a do trójradionamiernikowych jeszcze mniejszy. Ponieważ badań takich nie prowadzono, a przyjęte „20%” dla wszystkich sieci jest korzystne dla pozytywnej oceny istniejącego systemu namierzania, dlatego też zaniechano dalszych badań w tym zakresie. Kontynuując dalej rozpoczętą myśl można przypuszczać, że dla sieci namierzania 6 prrel współczynnik ten w ogóle może nie występować. W takiej sytuacji dokładność namierzania w stałej i podwyższonej gotowości bojowej wzrosłaby do około 45% /z  $P(L_S \leq 11 \text{ km}) \approx 0,5$  do  $P(L_S \leq 6 \text{ km}) \approx 0,5$  /, a w okresie stanu gotowości bojowej „zagrożenie wojenne” i w pełnej gotowości bojowej do około 80% /z  $P(L_S \leq 11 \text{ km}) \approx 0,5$  do  $P(L_S \leq 2 \text{ km}) \approx 0,5$  /.

mniejsza. W tym też kontekście naświetlania problemu, powołując się na instrukcję radionamiernika R-359 /syg. Łączn. 403/69/, błąd kątowy radionamiernika „ $\Delta\alpha$ ” nie wynosi  $P(|\Delta\alpha| \leq 3^\circ) \approx 0,6$  jak przy odległości 500-1200 km, ale  $P(|\Delta\alpha| \leq 6^\circ) \approx 0,5$ . Zatem błędy liniowe „ $L_s$ ” sieci namierzania będą również znacznie większe<sup>x</sup>. W tym znowu kontekście, powołując się na wyniki badań /arkusze namierzania 1-7, rozdział II rozprawy/, można oczekiwać, że przy uśrednianiu namiarów obciążonych większymi błędami kątowymi, jeśli  $P(+\Delta\alpha) = P(-\Delta\alpha)$ , efekty uśredniania będą jeszcze lepsze. Można więc liczyć, że wartości wynikłe z porównywania błędów liniowych „ $L_s$ ” sieci namierzania 6 prrel z błędami liniowymi „ $L_s$ ” sieci proponowanej /numer 1/ będą również jeszcze większe - na korzyść sieci proponowanej /numer 1/.

2. Porównanie elastyczności istniejącego systemu krótkofalowego namierzania radiowego z elastycznością systemu proponowanego w rozprawie

Elastyczność namierzania jest określeniem często używanym, lecz do tej pory nie posiadającym jednoznacznej definicji. Trudno zatem, bez poczynienia wcześniejszych w tym względzie ustaleń, dokonywać jakichkolwiek porównań. Merytorycznie najbliższą, formalnie akceptowaną definicją, jest definicja zawarta w podręczniku „Organizacja i prowadzenie rozpoznania radioelektronicznego /pułk - batalion rozpoznania radioelektronicznego/” - syg. Szt.

---

<sup>x</sup>Dla przykładu, minimalny błąd liniowy namiaru elementarnego „ $L_p$ /min/”, przy błędach kątowych radionamierników  $|\Delta\alpha| \leq 6^\circ$  i odległości namierzania  $D=150$  km, wynosi 32 km.

Gen. 935/79. Brzmi ona: „Elastyczność prowadzenia rozpoznania radioelektronicznego polega na szybkim reagowaniu na zmiany w sytuacji bojowej i radioelektronicznej przez ciągłą aktualizację planu rozpoznania i koncentrowanie głównego wysiłku na te obiekty, które mają zasadnicze znaczenie w działalności wojsk przeciwnika”. Mimo że odnosi się to tylko do elastyczności prowadzenia rozpoznania radioelektronicznego, to jednak z uwagi na to, że krótkofalowe namierzanie radiowe stanowi część składową tego rodzaju rozpoznania można definicję tę dostosować do namierzania. Przyjmując taką koncepcję merytorycznego postępowania można powiedzieć, iż elastyczność namierzania jest to zdolność reagowania systemu /sieci namierzania/ na zmiany wynikłe:

- z sytuacji radioelektronicznej przeciwnika;
- z sytuacji bojowej przeciwnika;
- z sytuacji radioelektronicznej wojsk własnych;
- z sytuacji bojowej wojsk własnych.

Przekładając powyższe sformułowania na język potrzeb jednolitego systemu rozpoznania radioelektronicznego WP, elastycznością funkcjonującego w tym systemie krótkofalowego namierzania radiowego można nazywać zdolność reagowania na zmiany:

- w sytuacji radioelektronicznej i bojowej przeciwnika znajdującego się na obszarze RFN, Jutlandii i Bałtyku zachodniego;

- w sytuacji radioelektronicznej i bojowej Wojska Polskiego, wynikłej z wprowadzania wyższych stanów gotowości bojowej oraz prowadzenia walki.

2.1. Porównanie zdolności reagowania na zmiany wynikłe w sytuacji radioelektronicznej i bojowej przeciwnika

Reakcją krótkofalowego namierzania radiowego jednolitego systemu rozpoznania radioelektronicznego WP na zmiany w sytuacji radioelektronicznej i bojowej przeciwnika winno być:

- zwiększenie przepustowości namierzania, jeśli dotychczasowa nie pokrywa wynikłych w tym zakresie potrzeb;
- zwiększenie dokładności namierzania.

Z przeprowadzonych badań /załącznik 1, strona 245-257 oraz wykresy 13 i 35/ wynika, że średnio na obszarze rozpoznania jednolitego systemu rozpoznania radioelektronicznego WP istnieje potrzeba namierzania około 500 krótkofalowych radiostacji przeciwnika w ciągu doby, natomiast w okresie największej aktywności elektromagnetycznej potrzeby te nie przekraczają 1300 namiarów<sup>x</sup>.

Istniejący obecnie system namierzania, w okresie stałej i podwyższonej gotowości bojowej /cztery sieci namierzania/ ma możliwości namierzania w ciągu doby około 1600 radiostacji, a począwszy od stanu gotowości bojowej „zagrożenie wojenne” i w pełnej gotowości bojowej /sześć sieci namierzania/ możliwości te wzrastają do około 2400 namiarów na dobę. Przytoczone cyfry odnoszą się tylko do sytuacji, gdy na każdym radionamierniku typu R-359 jest wykorzystywane

---

<sup>x</sup>Tylko w ciągu jednej doby całego 1979 roku zaistniała potrzeba namierzania 1300 krótkofalowych radiostacji przeciwnika w ramach jednolitego systemu rozpoznania radioelektronicznego WP.

jedno stanowisko namierzania, natomiast jeśli by były wykorzystywane obydwa stanowiska, możliwości te wzrastają:

- w okresie stałej i podwyższonej gotowości bojowej /osiem sieci namierzania/ - do około 3200 namiarów na dobę;

- w okresie stanu gotowości bojowej „zagrożenie wojenne” i w pełnej gotowości bojowej /dwanaście sieci namierzania/ - do około 4800 namiarów na dobę.

Jak wynika z powyższego, istniejący system namierzania, przy optymalnym wykorzystywaniu możliwości radionamierników /dwóch stanowisk namierzania na każdym egzemplarzu sprzętu/, w zakresie zwiększania przepustowości namierzania ma bardzo duże możliwości i przekracza w tym względzie 3,5-krotnie realnie występujące potrzeby<sup>x</sup>.

Proponowany system krótkofalowego namierzania radiowego nie ma możliwości zwiększania przepustowości namierzania. Zwiększająca się liczba wykorzystywanych radionamierników nie powoduje zwiększenia przepustowości sieci namierzania /zwiększa się skład sieci, a nie liczba sieci/.

Utrzymuje się zatem, we wszystkich stanach gotowości bojowej, na tym samym poziomie i wynosi:

- w pierwszym wariantcie wykorzystywania /trzy sieci namierzania/ - około 1200 namiarów na dobę;

- w drugim wariantcie wykorzystywania /pięć sieci na-

---

<sup>x</sup>Za realnie występujące potrzeby namierzania w jednolitym systemie rozpoznania radioelektronicznego WP przyjęto 1300 namiarów na dobę /największe jakie zdarzyło się praktycznie/, a za możliwości 4800 na dobę, co jest możliwe do osiągnięcia przy wykorzystywaniu dwóch stanowisk namierzania na każdym radionamierniku sieci organizowanych w okresie stanu gotowości bojowej „zagrożenie wojenne” i w pełnej gotowości bojowej.

mierzenia przy zsynchronizowaniu zasad wykorzystywania sieci/ - około 2000 namiarów na dobę.

Widać zatem, że system ten, aczkolwiek nie ma możliwości zwiększania przepustowości, to jednak w racjonalny sposób pokrywa występujące w tym względzie potrzeby. Jest więc pod tym względem przydatny do praktycznego wykorzystywania w jednolitym systemie rozpoznania radioelektronicznego WP.

Kolejnym wskaźnikiem porównawczym jest zdolność systemów do zwiększania dokładności namierzenia. Stwierdzić należy, że istniejący system namierzenia nie ma takich możliwości. Jego dokładność namierzenia utrzymuje się na tym samym poziomie we wszystkich stanach gotowości bojowej i wynosi:

-  $P(L_s \leq 100\text{km}) \approx 0,6$  dla obszaru obejmującego terytorium RFN i Jutlandii;

-  $P(L_s \leq 9\text{km}) \approx 0,5$  dla zachodniej części akwenu Morza Bałtyckiego.

Przyczyną takiego stanu rzeczy jest to, że zwiększanie liczby eksploatowanych radionamierników w systemie istniejącym wykorzystywane jest do tworzenia nowych sieci, co powoduje zwiększenie przepustowości, a nie dokładności namierzenia. Pod tym względem system jest nieelastyczny.

W proponowanym systemie krótkofalowego namierzenia radiowego elastyczność przepustowości zamieniono na elastyczność dokładności. Zwiększająca się liczba radionamierników wprowadzanych do eksploatacji w okresie stanu gotowości bojowej „zagrożenie wojenne” i w pełnej gotowości bojowej powoduje zwiększenie się składu, a nie liczby sieci. W konsekwencji dokładność namierzenia wzrasta:

-  $P(L_s \leq 60 \text{ km}) \approx 0,6$  do  $P(L_s \leq 28 \text{ km}) \approx 0,6$  na obszarze RFN i Jutlandii;

-  $P(L_s \leq 6 \text{ km}) \approx 0,5$  do  $P(L_s \leq 2 \text{ km}) \approx 0,5$  na obszarze zachodniej części akwenu Morza Bałtyckiego.

Określając w wartościach względnych, elastyczność proponowanego systemu w zakresie dokładności namierzania wynosi około 60%.

Konstatując, proponowany system krótkofalowego namierzania radiowego w porównaniu z systemem istniejącym jest elastyczniejszy i bardziej dostosowany do realnie występujących potrzeb namierzania.

## 2.2. Porównanie zdolności reagowania na zmiany sytuacji radioelektronicznej i bojowej WP wynikłe z wprowadzania wyższych stanów gotowości bojowej

Wprowadzanie wyższych stanów gotowości bojowej, w sytuacji radioelektronicznej jednolitego systemu rozpoznania radioelektronicznego WP, powoduje następujące zmiany<sup>x</sup>:

- w okresie podwyższonej gotowości bojowej - zwiększenie możliwości przechwytu radioelektronicznego i przepustowości krótkofalowego namierzania radiowego, poprzez zwiększenie liczby stanowisk przechwytu i uruchomienie drugich stanowisk namierzania na każdym radionamierniku funkcjonujących dotychczas sieci;

- w okresie stanu gotowości bojowej „zagrożenie wojenne”

---

<sup>x</sup>Zmiany w sytuacji radioelektronicznej jednolitego systemu rozpoznania radioelektronicznego WP, wynikające z wprowadzania wyższych stanów gotowości bojowej, podawane są tylko w zakresie merytorycznie związanym z tematem rozprawy.

i w pełnej gotowości bojowej - dalsze zwiększanie możliwości przechwyty radioelektronicznego i przepustowości sieci krótkofalowego namierzania radiowego, poprzez zwiększenie liczby stanowisk przechwyty i uruchamianie na każdym posterunku namierzania 1, 2 i 6 prrel drugich radionamierników typu R-359, a ponadto wyjście z jednolitego systemu jednostek rozpoznania radioelektronicznego wojsk operacyjnych /9 prr, 11 i 12 brrel/ i przejście ich w podporządkowanie sztabu frontu /9 prr/ i sztabów armii /11 brrel- w podporządkowanie sztabu armii organizowanej na bazie ŚOW, a 12 brrel - sztabu armii organizowanej na bazie POW/.

Istniejący system krótkofalowego namierzania radiowego pod względem zwiększania przepustowości namierzania jest bardzo elastyczny. Świadczyć o tym może chociażby fakt, że prawie natychmiast - bo tylko po uruchomieniu drugich stanowisk namierzania - może zwiększyć swoją przepustowość o 100%, a po rozwinięciu drugich radionamierników na posterunkach namierzania /po około trzech godzinach/ możliwości te mogą wzrosnąć o 200%. Chociaż elastyczność w tym względzie jest bardzo duża, to jednak w konfrontacji z realnie występującymi potrzebami jest zbędna, ponieważ 3,5 razy mniejsza przepustowość w zupełności zabezpiecza występujące potrzeby.

Proponowany system krótkofalowego namierzania radiowego, chociaż nie ma możliwości zwiększania przepustowości namierzania, to jednak ta, która właściwa jest stałej gotowości bojowej, pokrywa potrzeby we wszystkich stanach gotowości bojowej. Rozwiązanie takie, oprócz realizmu organizacyjnego, ma jeszcze inną zaletę. Wynika ona ze skry-

tości realizacji przedsięwzięć związanych z osiągnięciem wyższych stanów gotowości bojowej. Istota tej zalety polega na tym, że w okresie stanu gotowości bojowej „zagrożenie wojenne”, w istniejącym systemie krótkofalowego namierzania radiowego, przewidywane jest rozwijanie dodatkowych radionamierników. Przedsięwzięcie to jest już w jakimś stopniu czynnością demaskującą ten stan, ponieważ świadczy o narastaniu zdolności bojowej wojsk. W systemie proponowanym przedsięwzięcie takie nie jest przewidywane, bo przepustowość namierzania właściwa stałej gotowości bojowej pokrywa potrzeby stanu gotowości bojowej „zagrożenie wojenne” i pełnej gotowości bojowej.

Kolejną zmianę w sytuacji radioelektronicznej powoduje wychodzenie jednostek rozpoznania radioelektronicznego wojsk operacyjnych /9 prr, 11 i 12 brrel/ z jednolitego systemu rozpoznania radioelektronicznego WP i przystępowanie do realizacji zadań rozpoznawczych wynikających z planów operacji frontowej /9 prr/ i armijnych /11 i 12 brrel/. Przedsięwzięcie to planowane jest na okres stanu gotowości bojowej „zagrożenie wojenne”.

Obecnie, z uwagi na krótkofalowe namierzanie radiowe, przewidywane są dwa warianty wychodzenia jednostek rozpoznania radioelektronicznego wojsk operacyjnych /9 prr, 11 i 12 brrel/ z jednolitego systemu rozpoznania radioelektronicznego WP:

- w pierwszym wariantcie, po ogłoszeniu stanu gotowości bojowej „zagrożenie wojenne”, następuje natychmiastowe wyprowadzenie jednostek i rozwinięcie ich, łącznie z krótkofalowym namierzaniem radiowym, na nowych rubieżach rozpoznawczych;

- w drugim wariancie, po ogłoszeniu stanu gotowości bojowej „zagrożenie wojenne”, następuje natychmiastowe wyprowadzenie jednostek i rozwinięcie ich na nowych rubieżach rozpoznawczych, ale z pozostawieniem w tym samym położeniu sieci krótkofalowego namierzania radiowego funkcjonującej w jednolitym systemie rozpoznania radioelektronicznego WP.

W pierwszym wariancie osiągnięcia stanu gotowości bojowej „zagrożenie wojenne” przez jednostki rozpoznania radioelektronicznego wojsk operacyjnych /9 prr, 11 i 12 brrel/ wytwarza się bardzo niekorzystna sytuacja rozpoznawcza. Wynika ona z tego, że w okresie kiedy potrzeba jest najwięcej informacji o działalności przeciwnika, zmniejszone zostają możliwości rozpoznawcze Wojska Polskiego, przynajmniej na jedną dobę<sup>x</sup>. W tym czasie około 40% istniejącego potencjału rozpoznania radioelektronicznego WP /9 prr, 11 i 12 brrel/ nie jest wykorzystywane. W samym tylko namierzaniu krótkofalowym następstwem takiego stanu rzeczy jest zmniejszenie średniej dokładności namierzania na obszarze RFN i Jutlandii o około 17%. Można zatem stwierdzić, że istniejący system krótkofalowego namierzania radiowego w tym wariancie osiągnięcia stanu gotowości bojowej „zagrożenie wojenne” jest nieelastyczny.

W drugim wariancie osiągnięcia stanu gotowości bojowej „zagrożenie wojenne” ciągłość i dokładność krótkofalowe-

---

<sup>x</sup>Przynajmniej jedna doba potrzebna jest na rozwinięcie i uruchomienie rozpoznania radioelektronicznego wojsk operacyjnych na nowych rubieżach rozpoznawczych. Czas ten głównie determinowany jest rozwijaniem i uruchamianiem sieci krótkofalowego namierzania radiowego.

go namierzania radiowego utrzymuje się na tym samym poziomie jak w stałej i podwyższonej gotowości bojowej. Jest to więc wariant korzystniejszy. Ponieważ jednak stan gotowości bojowej „zagrożenie wojenne”, jak wynika to chociażby z samej nazwy, jest okresem osiągania wysokiego stopnia gotowości bojowej wojsk, zachowanie na tym samym poziomie dokładności namierzania jest niezgodne z ideą tego stanu. Dokładność namierzania powinna wzrosnąć, tak jak wzrasta gotowość bojowa wojsk. Istniejący system krótkofalowego namierzania radiowego jednolitego systemu rozpoznania radioelektronicznego WP nie ma natomiast takich możliwości. Można zatem stwierdzić, że i w tym wariantcie osiągania stanu gotowości bojowej „zagrożenie wojenne” system jest nieelastyczny.

Porównując w tym samym aspekcie proponowany system krótkofalowego namierzania radiowego okazuje się, że jest on bardziej elastyczny od istniejącego, a składają się na to następujące fakty:

- stwarza możliwości do płynnego /bez przerw w pracy/ i skrytego osiągania wyższych stanów gotowości bojowej;
- nie opóźnia osiągania wyższych stanów gotowości bojowej przez jednostki rozpoznania radioelektronicznego wojsk operacyjnych /szczególnie w drugim wariantcie wykorzystania, kiedy stosowana będzie rotacja radionamierników w grupach namierzania/;
- w okresie stanu gotowości bojowej „zagrożenie wojenne” zwiększa się o około 50% dokładność namierzania;
- stwarza jednostkom rozpoznania radioelektronicznego wojsk operacyjnych /9 prr, 11 i 12 brrel/ warunki do płyn-

nego realizowania zadań rozpoznawczych<sup>x</sup>.

Zmiany w sytuacji bojowej wojsk własnych, wywierające wpływ na krótkofalowe namierzanie radiowe jednolitego systemu rozpoznania radioelektronicznego WP, powodowane będą decyzjami dowództwa na TDW. Chociaż rozważanie tego problemu jest logicznie uzasadnione, to jednak, ze względu na jego znaczenie dla obronności Obozu Państw Socjalistycznych, zakres rozważań zostanie spłycony.

Kierując się takim rozumieniem problemu, porównanie dokonane zostanie tylko w aspekcie dostosowania systemów do zmian głównego wysiłku /kierunku/ namierzania na obszarze RFN i Jutlandii. Można przypuszczać, że takie właśnie zadania będą najczęściej wynikały ze zmieniającej się sytuacji bojowej wojsk własnych.

Istniejący system krótkofalowego namierzania radiowego jednolitego systemu rozpoznania radioelektronicznego WP jest ukierunkowany następująco:

- sieć namierzania 1 prrel - na realizację zadań głównie w południowej części RFN. Na tym obszarze, w porównaniu z północną częścią RFN i Jutlandią, dokładność namierzania jest większa o około 20%;

- sieć namierzania 2 prrel - na realizację zadań głównie w południowej części RFN. Na tym obszarze, w porównaniu z północną częścią RFN i Jutlandią, dokładność namierzania jest większa o około 20%;

---

<sup>x</sup>Jednostki rozpoznania radioelektronicznego wojsk operacyjnych /9 prr, 11 i 12 brrel/, przy proponowanym systemie krótkofalowego namierzania radiowego, warunki do płynnego realizowania zadań rozpoznawczych mogą osiągnąć przez odpowiednie przegrupowywanie sił i środków przechwytu radiowego KF.

- sieć namierzania 6 prrel - na realizację zadań w zachodniej części akwenu Morza Bałtyckiego. Do realizacji zadań w cieśninach bałtyckich oraz wybrzeżach morskich RFN i Holandii sieć nie jest dostosowana;

- sieć namierzania jednostek rozpoznania radioelektronicznego wojsk operacyjnych /9 prr, 11 i 12 brrel/ - na realizację zadań głównie w północnej części RFN i Jutlandii. Na tym obszarze, w porównaniu z południową częścią RFN, dokładność namierzania jest większa o około 50%.

W obowiązujących planach takie ukierunkowanie - z wyjątkiem sieci jednostek rozpoznania radioelektronicznego wojsk operacyjnych - przewidywane jest we wszystkich stacjach gotowości bojowej<sup>x</sup>. Zmiana głównego wysiłku /kierunku/ namierzania wiąże się dla tych sieci ze zmianą usytuowania radionamierników w terenie, w następstwie czego, tylko z uwagi na czas zwijania i rozwijania radionamierników, powstaną około sześciogodzinne przerwy w pracy tych sieci. W praktyce czas ten będzie znacznie dłuższy, ponieważ dojdzie do niego jeszcze czas potrzebny na przegrupowanie i wybór miejsc do rozwinięcia radionamierników. Biorąc również pod uwagę, że obecne położenie sieci nie jest optymalne, daje to podstawy do stwierdzenia, iż aktualny system krótkofalowego namierzania radiowego jest mało elastyczny pod względem dostosowywania się do zmian wynikłych z sytuacji bojowej wojsk własnych.

---

<sup>x</sup>Począwszy od stanu gotowości bojowej „zagrożenie wojenne” sieć namierzania jednostek rozpoznania radioelektronicznego wojsk operacyjnych /9 prr, 11 i 12 brrel/ rozwijana będzie zgodnie z planem operacji frontowej i armijnych.

Proponowany system krótkofalowego namierzania radiowego jednolitego systemu rozpoznania radioelektronicznego WP gwarantuje, na całym obszarze RFN i Jutlandii oraz w zachodniej części akwenu Morza Bałtyckiego, największą dokładność namierzania, jaka jest możliwa do osiągnięcia, przy istniejącym potencjale sił i środków, technice namierzania i rozwiniętych na terytorium kraju sieciach. Każda zmiana głównego wysiłku /kierunku/ namierzania może odbywać się natychmiast i przy jednoczesnym zachowaniu dużej dokładności namierzania.

Z porównania wszystkich czynników wynika, że proponowany system krótkofalowego namierzania radiowego jest elastyczniejszy i bardziej dostosowany do realnie występujących potrzeb od systemu istniejącego.

### 3. Porównanie odporności istniejącego i proponowanego systemu krótkofalowego namierzania radiowego na oddziaływanie przeciwnika

Główne zagrożenie dla krótkofalowego namierzania radiowego jednolitego systemu rozpoznania radioelektronicznego WP, w okresie prowadzenia działań bojowych, będą stanowić grupy dywersyjno-rozpoznawcze i lotnictwo przeciwnika. Inne zagrożenie, z racji że system ten znajdować się będzie w dużej odległości od linii styczności wojsk /na terytorium kraju/ oraz że jego elementy /posterunki namierzania/ stanowią cele pojedyncze, wydaje się być mało realne. Pogląd ten odnosi się oczywiście do systemu istnie-

jącego i proponowanego<sup>x</sup>.

Z porównania istniejącego systemu krótkofalowego namierzania radiowego z proponowanym wynika, że posterunki namierzania systemu istniejącego, do obrony przed grupami dywersyjno-rozpoznawczymi i lotnictwem przeciwnika mogą dysponować sześcioma - siedmioma żołnierzami uzbrojonymi w granaty i broń ręczną<sup>xx</sup>. Są to więc siły i środki nie mogące stanowić żadnej obrony w tego rodzaju działaniach przeciwnika. Uogólniając można powiedzieć, że istniejący system krótkofalowego namierzania radiowego jednolitego systemu rozpoznania radioelektronicznego WP jest nieodporny na oddziaływanie przeciwnika.

Proponowany system krótkofalowego namierzania radiowego przewiduje, na okres prowadzenia działań bojowych, rozwijanie sześcioradionamiernikowych grup namierzania na powierzchni około  $3 \text{ km}^2$  /powierzchnia okręgu o promieniu 1 km/. Wykonując podobne jak poprzednio kalkulacje, można wnioskować, że grupę namierzania /sześć radionamierników/ może bronić 35-40 żołnierzy uzbrojonych w granaty i broń ręczną. Siły te przed atakiem lotnictwa nie będą oczywiście stanowiły obrony, ale już grupie dywersyjno-rozpoznawczej przeciwnika mogą się skutecznie przeciwstawić. Przyjmując do tego, że właśnie grupy dywersyjno-rozpoznawcze sta-

---

<sup>x</sup>Dla broni jądrowej o wagomiarze 10 Kt grupy namierzania systemu proponowanego stanowią będą cele grupowe /„Informator o wojskach raketowych i artylerii” - syg.Art.Wew. 17/69, strona 98, tabela 63/. Uwzględniając jednak zasady użycia broni jądrowej przez przeciwnika wydaje się, że grupa namierzania nie będzie stanowiła opłacalnego obiektu uderzeń dla takiego wagomiaru.

<sup>xx</sup>Według instrukcji „Namiernika radiowy R-359” - syg.Łączn. 403/69, obsługę radionamiernika stanowi 10 osób. Zakładając, że w danej chwili jednatrzecia stanu będzie odpoczywać, do obrony posterunku namierzania wykorzystać będzie można 6-7 żołnierzy.

nowić będą największe zagrożenie, proponowany system krótkofalowego namierzania radiowego, w porównaniu z systemem istniejącym, jest znacznie odporniejszy na ich oddziaływanie. Jest to kolejny element operacyjny, który wykazuje wyższość systemu proponowanego nad istniejącym.

B. PORÓWNANIE KRÓTKOFALOWEGO NAMIERZANIA RADIOWEGO AKTUALNIE FUNKCJONUJĄCEGO W JEDNOLITYM SYSTEMIE ROZPOZNANIA RADIOELEKTRONICZNEGO WP Z NAMIERZANIEM PROPONOWANYM W ROZPRAWIE W WYMIARZE NAKŁADÓW EKONOMICZNYCH

Na zasadnicze nakłady ekonomiczne istniejącego i proponowanego systemu krótkofalowego namierzania radiowego składają się wartości:

- radionamierników;
- krótkofalowych radiostacji średniej mocy;
- dalekosiężnych łącz przewodowych;
- areału zajmowanego przez posterunki namierzania.

W istniejącym obecnie systemie krótkofalowego namierzania radiowego wykorzystywane jest:

1/ w okresie stałej i podwyższonej gotowości bojowej:

- 17 radionamierników typu R-359;
- 23 krótkofalowe radiostacje średniej mocy typu R-118 i R-140;

- około 10 000 km dalekosiężnych łącz przewodowych /licząc w linii prostej/;

- około 70 hektarów powierzchni<sup>x</sup>;

2/ w okresie stanu gotowości bojowej „zagrożenie wojenne” i w pełnej gotowości bojowej:

- 26 radionamierników typu R-359;

---

<sup>x</sup> Poszczególne posterunki namierzania zajmują powierzchnię od 3 do 6 ha. Do porównania przyjęto, że każdy posterunek namierzania systemu istniejącego zajmuje obszar o powierzchni 4 ha.

- 30 krótkofalowych radiostacji średniej mocy typu R-118 i R-140;

- około 10 000 km dalekosiężnych łącz przewodowych /licząc w linii prostej/;

- około 120 hektarów powierzchni.

W proponowanym systemie krótkofalowego namierzania radiowego /w pierwszym wariantcie wykorzystania/ przewiduje się wykorzystywać:

1/ w okresie stałej i podwyższonej gotowości bojowej:

- 16 radionamierników typu R-359;

- 16 krótkofalowych radiostacji średniej mocy typu R-118 i R-140;

- około 8 500 km dalekosiężnych łącz przewodowych;

- około 24 hektarów powierzchni<sup>x</sup>;

2/ w okresie stanu gotowości bojowej „zagrożenie wojenne” i w pełnej gotowości bojowej:

- 24 radionamierniki typu R-359;

- 16 krótkofalowych radiostacji średniej mocy typu R-118 i R-140;

- około 8 500 km dalekosiężnych łącz przewodowych;

- około 36 hektarów powierzchni.

---

<sup>x</sup>Na każdym posterunku namierzania, powierzchnia zajmowana bezpośrednio przez jego elementy /nienadająca się do użytkowania/ wynosi około 3 000 m<sup>2</sup>, a składa się na to powierzchnia zajmowana przez:

- system anten pionowych - 43 m<sup>2</sup>;
- system anten ramowych - 1 017 m<sup>2</sup>;
- samochód z aparaturą - 50 m<sup>2</sup>;
- zasilanie - 50 m<sup>2</sup>;
- linie przewodowe - 50 m<sup>2</sup>.

Praktycznie zajmowana powierzchnia jest trzynastokrotnie większa - czyli około 37 000 m<sup>2</sup> stanowią przyległości, które są niewykorzystywane.

Przy rozwijaniu radionamierników w grupach namierzania, jako jednostkę kalkulacyjną przyjęto, że na jeden radionamiernik wystarczy powierzchnia 60% mniejsza - czyli wynosząca 15 000 m<sup>2</sup>.

W proponowanym systemie krótkofalowego namierzania radiowego /w drugim wariantcie wykorzystania/ przewiduje się wykorzystywać:

- 1/ w stałej i podwyższonej gotowości bojowej:
- 17 radionamierników typu R-359;
  - 21 krótkofalowych radiostacji średniej mocy typu R-118 i R-140;
  - około 13 000 km dalekosiężnych łączy przewodowych;
  - około 24 hektarów powierzchni;
- 2/ w okresie stanu gotowości bojowej „zagrożenie wojenne” i w pełnej gotowości bojowej:
- 26 radionamierników typu R-359;
  - 21 krótkofalowych radiostacji średniej mocy typu R-118 i R-140;
  - około 13 000 km dalekosiężnych łączy przewodowych;
  - około 36 hektarów powierzchni.

Zestawienie porównawcze zasadniczych środków istniejącego i proponowanego systemu krótkofalowego namierzania radiowego jednolitego systemu rozpoznania radioelektronicznego WP zawarte jest w tabeli 96.

WYSZCZEGÓLNIENIE	Jednostka miary	Stan aktualny		Stan według proponowanej koncepcji			
		„P”	„W”	Wariant I		Wariant II	
				„P”	„W”	„P”	„W”
Radionamierniki R-359	sztuki	17	26	16	24	17	26
Radiostacje KF średniej mocy	sztuki	23	30	16	16	21	21
Linie przewodowe /dalekosiężne/	km	10000	10000	8500	8500	13000	13000
Powierzchnia zajmowana przez elementy syst.nam.	ha	70	120	24	36	24	36

Tabela 96

Z wyceny środków wyszczególnionych w tabeli 96 wynika, że zasadnicze nakłady ekonomiczne na istniejący i proponowany system namierzania wynoszą /tabela 97/<sup>x</sup>.

Porównując wartości sumaryczne zawarte w tabeli 97 wi-  
dać, że proponowany system krótkofalowego namierzania ra-  
diowego, tylko w wymiarze zasadniczych nakładów, jest  
tańszy od systemu istniejącego:

1/ w pierwszym wariantcie wykorzystania:

- w okresie stałej i podwyższonej gotowości bojowej -  
o około 48 milionów złotych;

- w okresie stanu gotowości bojowej „zagrożenie wojen-  
ne” i w pełnej gotowości bojowej - o około 96 milionów  
złotych;

2/ w drugim wariantcie wykorzystania:

- w okresie stałej i podwyższonej gotowości bojowej -  
o około 17 milionów złotych;

- w okresie stanu gotowości bojowej „zagrożenie wojen-  
ne” i w pełnej gotowości bojowej - o około 62 milionów  
złotych.

Przeliczając powyższe sumy na wartości względne, sta-

---

<sup>x</sup>Wycenę dalekosiężnych łącz przewodowych pominięto z dwóch przyczyn. Pierwszą z nich jest to, że łącza te są nie budowane, a dzierżawione w odpowiednich urzędach pocztowo-telekomunikacyjnych. Drugą zaś to, że w tabeli 96 długość ich mierzona była w linii prostej. W rzeczywistości są to trasy znacznie dłuższe. Przytoczone wartości w tabeli 96 mają tylko świadczyć, że zabezpieczenie łączności przewodowej dla potrzeb proponowanego systemu krótkofalowego namierzania radiowego mieści się w granicach dotychczasowych norm.

Wycena środków wyszczególnionych w tabeli 96 dokonana jest według następujących normatywów:

1/ cennika „Indeks materiałowy sprzętu łączności WU-7017-RA15” - radionamierniki typu R-359 i krótkofalowe radiostacje średniej mocy;

2/ ustaleń cenowych zawartych w Monitorze Polskim nr 23 z 1982 roku, strona 261 - wartości ziemi.

Wyszczególnienie	Cena jednostkowa	Wartość istniejącego syst. namierz.		Wartość proponowanego systemu namierz.			
		"P"	"W"	Wariant I		Wariant II	
				"P"	"W"	"P"	"W"
Radionamierniki typu R-359	2 724 417 zł	46315089 zł	70834842 zł	43590672 zł	65386008 zł	46315089 zł	70834842 zł
Radiostacje KF średniej mocy	5 698 000 zł /R-140/	131054000 zł	170940000 zł	91168000 zł	91168000 zł	119658000 zł	119658000 zł
Powierzchnia zajmowana przez elementy systemu namierzania	1 ha ziemi klasy IVa 122 500 zł	8575000 zł	14700000 zł	2940000 zł	4410000 zł	2940000 zł	4410000 zł
R a z e m	—	185944089 zł	256474842 zł	137698672 zł	160964008 zł	168913089 zł	194902842 zł

Tabela 97

Uwaga!

W rubryce "radiostacje krótkofalowe średniej mocy" przyjęto tylko radiostacje typu R-140, ponieważ istniejące jeszcze w jednostkach rozpoznania radioelektronicznego radiostacje R-118 są sukcesywnie wymieniane na radiostacje R-140.

nowi to zmniejszenie nakładów ekonomicznych:

1/ w pierwszym wariantcie wykorzystania systemu proponowanego:

- o około 25% - w stałej i podwyższonej gotowości bojowej;

- o około 37% - w okresie stanu gotowości bojowej „zagrożenie wojenne” i w pełnej gotowości bojowej;

2/ w drugim wariantcie wykorzystania systemu proponowanego:

- o około 10% - w stałej i podwyższonej gotowości bojowej;

- o około 25% - w okresie stanu gotowości bojowej „zagrożenie wojenne” i w pełnej gotowości bojowej.

## W N I O S K I

1. Przy dotychczasowym stanie sił i środków krótkofalowego namierzania radiowego, funkcjonującego w jednolitym systemie rozpoznania radioelektronicznego WP, istnieje możliwość zwiększenia dokładności namierzania /zmniejszenia błędu liniowego „L<sub>s</sub>” sieci namierzania/ w następujących granicach:
  - około 40% - w okresie stałej i podwyższonej gotowości bojowej;
  - około 70% - w okresie stanu gotowości bojowej „zagrożenie wojenne” i w pełnej gotowości bojowej.
2. Zwiększenie dokładności krótkofalowego namierzania radiowego jednolitego systemu rozpoznania radioelektronicznego WP możliwe jest do osiągnięcia poprzez:
  - lepsze usytuowanie radionamierników na terytorium kraju;
  - przyjęcie innych zasad organizacji sieci namierzania;
  - przyjęcie innego sposobu opracowywania namiarów.
3. Poprzez uśrednianie namiarów w czteroradionamiernikowych grupach namierzania /proponowanych do organizowania w stałej i podwyższonej gotowości bojowej/ uzyskuje się zmniejszenie uśrednionego błędu kąowego grupy namierzania „ $\Delta\alpha_{sr}$ ” w stosunku do błędu kąowego radionamiernika „ $\Delta\alpha$ ” z  $P(\Delta\alpha \leq 3^\circ) \approx 0,5$  do  $P(\Delta\alpha_{sr} \leq 1^\circ) \approx 0,6$ , a w sześcioradionamiernikowych grupach namierzania z  $P(\Delta\alpha \leq 3^\circ) \approx 0,6$  do  $P(\Delta\alpha_{sr} \leq 0,5^\circ) \approx 0,6$ . Zależności zachodzą

dzące pomiędzy błędami kątowymi radionamierników „ $\Delta\alpha$ ” i uśrednionymi błędami kątowymi grup namierzenia „ $\Delta\alpha_{gr}$ ” powodują, że błędy liniowe boczne „ $L_b$ ” i błędy liniowe namiarów elementarnych „ $L_p$ ”, właściwe uśrednionym błędom kątowym grup namierzenia „ $\Delta\alpha_{gr}$ ”, zmniejszają się w stosunku do błędów liniowych bocznych „ $L_b$ ” i błędów liniowych namiarów elementarnych „ $L_p$ ”, właściwych błędom kątowym radionamierników „ $\Delta\alpha$ ”, następująco:

- około 65% - przy uśrednianiu namiarów w cztero-radionamiernikowych grupach namierzenia;

- około 85% - przy uśrednianiu namiarów w sześcioradionamiernikowych grupach namierzenia.

4. Proponowany system krótkofalowego namierzenia radiowego jest elastyczniejszy i bardziej dostosowany do realnie występujących potrzeb od systemu istniejącego. Elastyczność istniejącego systemu krótkofalowego namierzenia radiowego jednolitego systemu rozpoznania radioelektronicznego WP polega na bezzasadnym zwiększaniu przepustowości namierzenia, kosztem zachowania na tym samym poziomie dokładności. Natomiast elastyczność proponowanego systemu namierzenia polega na zwiększaniu dokładności namierzenia, przy jednoczesnym zachowaniu na pożądanym poziomie przepustowości.
5. Proponowany system krótkofalowego namierzenia radiowego, z uwagi na większą koncentrację sił w jednym rejonie, jest odporniejszy na oddziaływanie grup dywersyjno-rozpoznawczych przeciwnika od systemu istniejącego.
6. Proponowany system krótkofalowego namierzenia radio-

wego, poprzez optymalne wykorzystanie istniejącego obecnie w jednolitym systemie rozpoznania radioelektronicznego WP potencjału namierzania, stwarza warunki do zwiększenia dokładności lokalizowania krótkofalowych radiostacji przeciwnika:

- o około 40% - w okresie stałej i podwyższonej gotowości bojowej;

- o około 70% - w okresie stanu gotowości bojowej „zagrożenie wojenne” i w pełnej gotowości bojowej.

Ponadto zwiększona dokładność namierzania gwarantowana jest przy jednoczesnym zmniejszeniu nakładów ekonomicznych:

1/ w pierwszym wariantcie wykorzystywania systemu:

- o około 25% - w stałej i podwyższonej gotowości bojowej;

- o około 37% - w okresie stanu gotowości bojowej „zagrożenie wojenne” i w pełnej gotowości bojowej;

2/ w drugim wariantcie wykorzystywania systemu:

- o około 10% - w stałej i podwyższonej gotowości bojowej;

- o około 25% - w okresie stanu gotowości bojowej „zagrożenie wojenne” i w pełnej gotowości bojowej.

7. Chociaż z porównania efektów ekonomicznych wynika, że pierwszy wariant wykorzystania proponowanego systemu krótkofalowego namierzania radiowego jest korzystniejszy, to jednak, z uwagi na to, że nie sprawdzono go praktycznie, nadal pozostaje otwarty problem wyboru odpowiedniego wariantu.

8. Niezależnie od zwiększonej dokładności namierzania i lepszych wskaźników ekonomicznych, proponowany system

! Tak

namierzania jest, w porównaniu do istniejącego jeszcze elastyczniejszy i bardziej dostosowany do realiów wynikających z prowadzenia rozpoznania radioelektronicznego w warunkach pokojowych i w okresie wojny.

9. Mimo że zakres rozważanego w rozprawie problemu dotyczył tylko jednolitego systemu rozpoznania radioelektronicznego WP, to jednak poprzez zaproponowane rozwiązanie wskazano warunki dogodniejszego osiągnięcia wyższych stanów gotowości bojowej przez jednostki rozpoznania radioelektronicznego wojsk operacyjnych /9 prr oraz 11 i 12 brrel/. Proponowana koncepcja organizacji krótkofalowego namierzania radiowego gwarantuje tym jednostkom zachowanie ciągłości procesu rozpoznania, sprawniejsze wychodzenie na nowe rubieże rozpoznawcze, a do czasu przekroczenia przez nie granicy państwowej, największą dokładność namierzania, jaka jest możliwa do osiągnięcia z terytorium kraju.

## Z A K O Ń C Z E N I E

Z porównania przewidywanych efektów krótkofalowego namierzania radiowego proponowanego w rozprawie z efektami namierzania istniejącego w jednolitym systemie rozpoznania radioelektronicznego WP wynika, iż założone we wstępie kryterium optymalizacji zostało spełnione. Stosując rozwiązania organizacyjne, przy istniejącym stanie radionamierników, zachowaniu realnie pożądaney przepustowości namierzania oraz zmniejszeniu w granicach 10-37% zasadniczych nakładów ekonomicznych, osiągnięto zwiększenie dokładności namierzania od 40% do 70%<sup>x</sup>. Ponadto, co nie było pierwotnie zakładane, wskazano warunki do osiągnięcia większej niż dotychczas elastyczności i odporności namierzania jednolitego systemu rozpoznania radioelektronicznego Wojska Polskiego na oddziaływanie przeciwnika.

Jak zaznaczono we wstępie, wśród większości kadry rozpoznania radioelektronicznego Wojska Polskiego panuje powszechny pogląd, że doskonalenia krótkofalowego namierzania radiowego można dokonywać wyłącznie przez techniczne doskonalenie radionamierników i automatyzację procesu namierzania. Z zaprezentowanych w rozprawie rozważań, wniosków, rozwiązań i propozycji wynika, że na obecnym etapie

---

<sup>x</sup>Wartości wskaźników ekonomicznych i dokładności namierzania warunkowane są stanami gotowości bojowej oraz wariantami wykorzystywania krótkofalowego namierzania radiowego proponowanego w rozprawie. Szczegóły wyjaśnione są w drugim i trzecim rozdziale rozprawy.

wiedzy technicznej, a szczególnie o środowisku propagacji odbijających się fal krótkich, nie można jeszcze pomijać strony organizacyjnej. Jonosfera, jako zasadnicze środowisko propagacji odbitych fal krótkich, jest obszarem ciągłych niejednorodności pod względem gęstości elektronowej /gęstość elektronowa rozumiana jest jako skutek procesu jonizacji/ nieustannie zmiennych w czasie i przestrzeni, a powodowanych głównie wpływami geomagnetycznymi, słonecznymi, gwiazdnymi i kosmicznymi. Niejednorodność gęstości elektronowej jonosfery powoduje skręcanie trajektorii /płaszczyzny polaryzacji/ namierzanych fal krótkich. W konsekwencji rzut na powierzchnię Ziemi odbijającej się fali krótkiej, odwzorowywany na podstawie namiaru, jest różny od faktycznego. Dzieje się tak dlatego, że każdy radionamiernik określa kierunek przychodzenia fali tylko na odcinku od ostatniego jej skręcenia. Poprzednio przebyta przez tę falę droga jest faktycznie niewiadoma, a określa się ją na zasadzie analogii do ostatniego odcinka /namierzanego/. Zakłada się zatem a priori, że namierzana fala całą drogę, na trasie nadajnik - radionamiernik, przebyła tylko w jednej płaszczyźnie przechodzącej przez punkty: wypromieniowania, odbicia, namierzania i środek Ziemi. Z powyższego wynika, że jeśli radionamiernik, z punktu technicznego, nie popełnił żadnego błędu katowego to i tak błąd ten wniesiony zostanie przez jonosferę. Świadczy to o tym, że przez rozwiązania techniczne nie można w tym względzie osiągnąć jeszcze znaczących efektów. Dodając do tego koszt produkcji tak dokładnych radionamierników, wysunięty pogląd wydaje się być zasadny. Aby nie pozostać tylko na etapie wniosków teoretycznych, posłużyć się można

przykładem. W 1983 roku towarzysze radzieccy, na spotkaniu roboczym Komitetu Naukowo-Technicznego państw stron Układu Warszawskiego, zaprezentowali najnowszą wersję krótkofalowej techniki namierzania. Jako przykład pokazany został zautomatyzowany radionamiernik dalmierczy typu „Ugoł”. Radionamiernik ten, przy określaniu położenia namierzanych radiostacji, dokonuje automatycznego sądowania jonosfery. Wydawać by się mogło, że przy tej technice można już osiągać bardzo duże dokładności namiarów. W rzeczywistości radionamiernik ten lokalizuje namierzone radiostacje, przy prawdopodobieństwie 0,6, tylko z dokładnością od 10% do 12% odległości namierzania. Wartości te, po przeliczeniu na miarę kątową w płaszczyźnie poziomej odpowiadają kątom równym  $5,7^{\circ}$  oraz  $6,8^{\circ}$  - czyli jest to praktyczna argumentacja zasadności poglądu, że li tylko przez techniczne doskonalenie radionamierników nie można uzyskać liczącej się poprawy w krótkofalowym namierzaniu radiowym.

Porównując dla przykładu efekty namierzania radionamiernika typu „Ugoł” - jako najnowszej techniki - z efektami możliwymi do osiągnięcia przez rozwiązania organizacyjno-statystyczne /prezentowane w rozprawie/ okazuje się, że w chwili obecnej, przy istniejącej w Wojsku Polskim technice krótkofalowego namierzania radiowego /radionamiernikach R-359/, można osiągnąć dokładność namierzania rzędu 5,6% odległości namierzania, a więc o około 50% lepszą niż przy wykorzystywaniu radionamiernika typu „Ugoł”<sup>x</sup>. Oczywiście idea przytoczonego przykładu nie

---

<sup>x</sup>Według proponowanej koncepcji organizacji krótkofalowego namierzania radiowego jednolitego systemu rozpozna-

jest tożsama z krytyką radionamiernika typu „Ugoł”. Radionamiernik ten ma wiele innych zalet i sądzić należy, że przy odpowiednim wykorzystaniu stanowić będzie liczący się postęp w doskonaleniu krótkofalowego namierzania radiowego.

Przewidywane efekty krótkofalowego namierzania radiowego proponowanego w rozprawie możliwe są do osiągnięcia przy spełnieniu następujących warunków:

- organizowaniu każdej sieci namierzania tylko na bazie dwóch grup namierzania;
- usytuowaniu dwóch grup namierzania, jednej i tej samej sieci, w taki sposób, aby na miarę istniejących warunków terenowych, stosunek odległości obszaru namierzania do podstawy namierzania dążył do osiągnięcia wartości 0,5, a kąt nachylenia podstawy namierzania do namierzanych radiostacji nie był mniejszy od  $60^{\circ} - 50^{\circ}$ ;
- usytuowaniu poszczególnych radionamierników, w obrębie jednej i tej samej grupy namierzania, tak aby odległość pomiędzy dwoma dowolnymi radionamiernikami nie była mniejsza od 1 km i większa od 2 km;
- uśrednianiu pojedynczych namiarów w ramach każdej grupy namierzania i tylko na podstawie namiarów uśrednionych ustalanie położenia namierzanych radiostacji.

Jak wynika z powyższego, myślą przewodnią proponowanego systemu namierzania jest dążność stworzenia warunków do:

---

nia radioelektronicznego WP, przy uśrednianiu namiarów w sześcioradionamiernikowych grupach, w środkowej części obszaru RFN i Jutlandii możliwa jest do osiągnięcia następująca dokładność namierzania  $P(L_s \leq 28 \text{ km}) \approx 0,6$ . Przy uwzględnieniu średniej odległości tego obszaru około 500 km, daje to błąd liniowy sieci namierzania „ $L_s$ ” mniejszy - równy 5,6% odległości 500 km /  $28 \text{ km} = 0,01 \cdot 500 \text{ km} \cdot 5,6 /$

- takiego geometrycznego usytuowania grup namierzania, które sprzyjać będzie powstawaniu możliwie najmniejszych błędów liniowych „L<sub>s</sub>” sieci namierzania;

- statystycznego opracowywania namiarów, przy bardzo krótkich czasach pracy namierzanych radiostacji i niezautomatyzowanym systemie namierzania.

Kontynuując podjętą wcześniej myśl ustosunkowywania się do istniejącego poglądu na doskonalenie krótkofalowego namierzania radiowego należy stwierdzić, że podobnie jak techniczne doskonalenie radionamierników, tak i automatyzacja namierzania nie rozwiąże problemu, jeśli wdrażana będzie bez uwzględnienia rozwiązań organizacyjnych. Istota tak prezentowanego poglądu wynika z tego, że wzrost statystyczny namiarów wykonanych przez ten sam radionamiernik w czasie kilku sekund, przy ich uśrednianiu, nie wyeliminuje błędów powodowanego środowiskiem propagacji. Każdy z wykonanych namiarów obciążony będzie podobnym błędem. Argumentacją tego mogą być następujące fakty. Według G. P. Grudzinskiej /„Rozprostranienie radiowołn” - wydanie Moskwa 1976r./ - na przykład - szybkość przemieszczania się obłoków elektronowych /zjonizowanych/ w warstwie E<sub>s</sub> odbywa się z szybkością 150-250 km/godz. Przyjmując zatem szybkość tę za charakterystyczną dla całej jonosfery i uwzględniając, że czas automatycznego namiaru wynosi 2-3 sekundy /na przykład dla węgierskiego zestawu R-259/ wnioskuje się, że w ciągu 2-3 sekund obłoki elektronowe przemieszczają się na odcinku około 150 m. Znaczy to, że kolejny namiar obciążony będzie podobnym błędem propagacyjnym jak poprzedni. Dodając do tego, iż około 30% nadawań przeciwnika odbywa się w czasie 10 sekund i krót-

szym /wyniki badań, załącznik 1, strona 204-205/ wnioskuje się, że zautomatyzowany system będzie mógł wykonać w tym czasie tylko 2-3 namiary. Przy takich samych warunkach jonosferycznych oraz radioelektronicznych przeciwnika, proponowany system namierzania - chociaż niezautomatyzowany - wykazuje wiele zalet, a również i pewną przewagę nad systemem zautomatyzowanym. Przewaga ta wynika z dwóch zasadniczych uwarunkowań:

1. W zautomatyzowanym namierzaniu zakłada się, iż wzrost statystyczny namiarów osiągnięty zostanie przez skrócenie czasu namierzania do 2-3 sekund. Przy takim sposobie namierzania obłoki /niejednorodności/ elektronowe, przy kolejno po sobie następującym namiarze /czasowo odległym 2-3 sekundy/, przemieszczą się zaledwie w granicach około 150 m. Zmiana taka nie stworzy oczywiście jakościowo różnych warunków propagacyjnych. Kolejny namiar obciążony będzie podobnym błędem propagacyjnym jak poprzedni. W proponowanym systemie namierzania przewiduje się, że radionamierniki tej samej grupy namierzania oddalone będą od siebie 1-2 km. Znaczy to, że każdy z nich będzie miał dziesięciokrotnie lepsze warunki do statystycznego opracowywania namiarów, ponieważ czas przebycia przez obłok /niejednorodność/ elektronowy/ą/ drogi 1500 m jest dziesięciokrotnie dłuższy od czasu potrzebnego na przebycie 150 m. Aby przy namierzaniu automatycznym osiągnąć takie same warunki jonosferyczne do uśredniania namiarów jak w proponowanym systemie, każdy kolejny namiar nie mógłby być wykonany wcześniej niż po upływie 30 sekund.

2. Około 30% obecnie przechwytywanych w jednolitym systemie rozpoznania radioelektronicznego WP krótkofalowych

nadawań przeciwnika odbywa się w czasie 10 sekund i krótszym. Zatem zautomatyzowany system namierzania, w czasie realizacji tego typu zadania, do statystycznego opracowania wyniku może zebrać co najwyżej tylko 2-3 namiary.

W proponowanym systemie namierzania istnieje natomiast możliwość zebrania od 4 do 6 namiarów /cztery namiary - w czteroradionamiernikowej grupie namierzania i sześć namiarów - w sześcioradionamiernikowej grupie namierzania/, czyli o 100% więcej niż w systemie zautomatyzowanym.

Niezależnie od ustosunkowywania się do istniejących poglądów z zakresu doskonalenia namierzania, istnieje jeszcze jeden argument, w obecnej chwili nawet zasadniczy, świadczący o słuszności koncepcji organizacyjnego doskonalenia krótkofalowego namierzania radiowego i jej przewadze nad koncepcjami technicznego doskonalenia radionamierników i automatyzacji procesu namierzania. Otóż argument ten i przewaga wynikają z tego, że w obecnej pięciolatce siły zbrojne PRL nie mają możliwości wprowadzenia nowych typów radionamierników jak i zautomatyzowania istniejących. Możliwe jest to do osiągnięcia dopiero w latach 1986-90. Ponadto wymiana sprzętu i automatyzacja wiążą się z wysokimi nakładami ekonomicznymi. Organizacyjne doskonalenie krótkofalowego namierzania radiowego można natomiast rozpocząć natychmiast, osiągając przy tym poważne oszczędności wynikające głównie z ograniczenia ilości eksploatacyjnego sprzętu łączności. Zatem proponowana koncepcja jest szczególnie zasadna.

Uogólniając kontynuowaną myśl, wysuwa się tezę, że uzyskanie dużych postępów w doskonaleniu krótkofalowego namierzania radiowego, na tle rozwijającej się sytuacji radioel<sup>4</sup>ktro-

nicznej przeciwnika /państw NATO/, możliwe jest do osiągnięcia tylko przez  umiejętne połączenie wysiłków w zakresie doskonalenia organizacyjnego i technicznego oraz automatyzację namierzania.

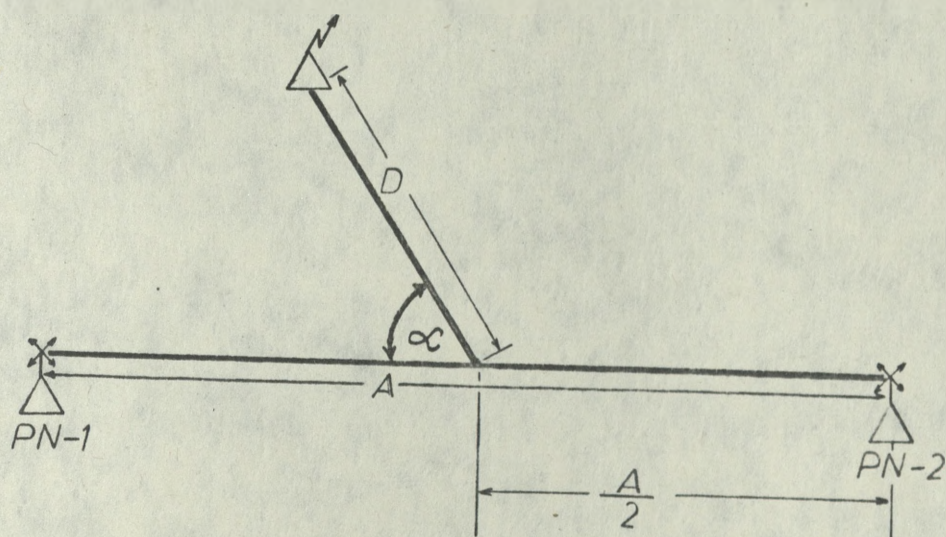
W czasie opracowywania rozprawy, jako uboczny, wynikł problem rozważenia słuszności akceptowanych obecnie zasad z zakresu organizacji krótkofalowego namierzania radiowego w jednostkach rozpoznania radioelektronicznego wojsk operacyjnych, w czasie prowadzenia działań bojowych. Jednostki te w sumie dysponują dużym potencjałem namierzania /16 radionamierników typu R-359/, a osiągnane w tym zakresie efekty są zbyt niskie. Z pozoru wydaje się, że przyczyną takiego stanu rzeczy jest zasada organizowania trójradionamiernikowych sieci namierzania. Są to oczywiście tylko przypuszczenia, ponieważ problem ten wymaga oddzielnych badań, a zatem stanowić może temat oddzielnej rozprawy doktorskiej.

## INDEKS TERMINÓW, NAZW, SKRÓTÓW I SYMBOLI

1. „Organizacja sieci namierzania w oparciu o zasadę rozśrodkowywania radionamierników” - polega na tym, że wszystkie radionamierniki wchodzące w skład sieci rozwija się w terenie pojedynczo /posterunkami/ i w takiej odległości od siebie, która uniemożliwia uśrednianie namiarów.
2. „Posterunek namierzania /PN/” - jest to radionamiernik rozwinięty w terenie ze środkami łączności i elementami zabezpieczenia tyłowego w taki sposób, aby zabezpieczenie to gwarantowało nieprzerwaną pracę radionamiernika w sieci namierzania.
3. „Organizowanie sieci namierzania w oparciu o zasadę ześrodkowywania radionamierników tylko w dwóch grupach namierzania /GN/” - polega na tym, że wszystkie radionamierniki wchodzące w skład sieci, rozwija się w terenie tylko w dwóch grupach, tak aby w każdej grupie można było uśredniać namiary. W konsekwencji, każda z grup namierzania stanowi jak gdyby radionamiernik pozorny.
4. „Grupa namierzania /GN/” - jest to kilka radionamierników rozwiniętych w terenie wraz ze środkami łączności i elementami zabezpieczenia tyłowego. w taki sposób, aby zabezpieczenie to gwarantowało nieprzerwaną pracę radionamierników w sieci namierzania. Ponadto radionamierniki muszą być rozwinięte w takiej odległoś-

ci od siebie, aby spełnione były warunki do uśredniania namiarów. Cała grupa namierzania, niezależnie od składu, traktowana jest jako jeden radionamiernik pozorny.

5. „Podstawa namierzania /A/” - jest to odległość pomiędzy dowolną parą radionamierników tej samej sieci lub dwoma grupami namierzania tej samej sieci.
6. „Odległość namierzania /D/” - jest to odległość mierzona od środka podstawy namierzania do namierzonej radiostacji lub punktu, który przyjęto za środek danego obszaru /rejonu/ namierzania.
7. „Kąt nachylenia podstawy namierzania / $\alpha$ /” - jest to kąt zawarty pomiędzy odcinkiem odległości namierzania „D” i podstawą namierzania „A” /patrz - rysunek/.



8. „Błąd kątowy radionamiernika / $|\Delta\alpha|$ /” - jest to dokładność z jaką pojedynczy radionamiernik może wskazywać kierunki /azymuty/ na namierzone radiostacje. Błąd ten występuje zawsze w połączeniu z prawdopodobieństwem wyrażanym zależnością:

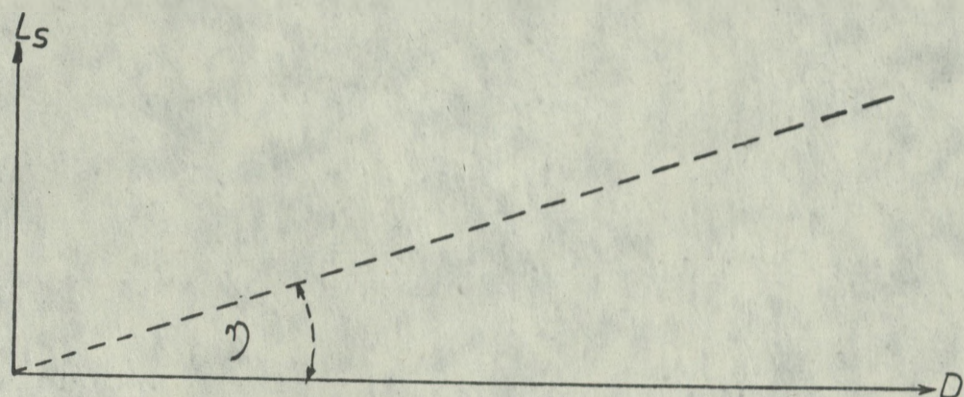
$$P(|\Delta\alpha| \leq x^\circ) = p$$

9. „Uśredniony błąd kątowy grupy namierzania  $|\Delta\alpha_{tr}|$  - jest to dokładność z jaką dana grupa namierzania może wskazywać kierunki /azymuty/ na namierzane radiostacje po uśrednieniu „a” namiarów pojedynczych. W odniesieniu do błędu kąowego radionamiernika występuje on w następującej zależności:

$$|\Delta\alpha_{tr}| = \frac{|\Delta\alpha_1| + |\Delta\alpha_2| + \dots + |\Delta\alpha_n|}{a}$$

10. „Błąd liniowy boczny  $/L_p/$ ” - jest miarą liniową błędu kąowego, a jego wartość wyraża iloczyn tangensa bezwzględnej wartości błędu kąowego radionamiernika i odległości, która dzieli radionamiernik od namierzanej radiostacji.
11. „Błąd liniowy namiaru elementarnego  $/L_p/$ ” - jest to odległość dzieląca miejsce rzeczywistego położenia namierzanej radiostacji od miejsca pozornego, ustalonego na podstawie dwóch namiarów pochodzących z radionamierników rozwiniętych w różnych punktach terenowych.
12. „Błąd liniowy sieci namierzania  $/L_s/$ ” - jest to odległość dzieląca miejsce rzeczywistego położenia namierzanej radiostacji od miejsca pozornego, ustalonego na podstawie więcej jak dwóch namiarów, wykonanych z radionamierników rozwiniętych w różnych punktach terenowych.
13. „ $\eta$ ” - jest to kąt nachylenia błędu liniowego sieci namierzania  $/L_s/$  do odcinka odległości namierzania  $D$  /patrz - rysunek na stronie 366/. Wartość tego kąta obliczana jest przy stałym stosunku odległości namierzania do podstawy namierzania, stałych błędach kąo-

wych radionamierników i stałym kącie nachylenia podstawy namierzania.



14. „Obiektywne błędy namierzania” - są to wszystkie te, które powstają z przyczyn niezależnych od organizatorów namierzania i w procesie jego realizacji /namierzania/ są niemożliwe do zidentyfikowania. Określane są inaczej mianem kątowych błędów namierzania.
15. „Subiektywne błędy namierzania” - są miarą bezwzględną błędów obiektywnych, a ich wartość wyrażana jest już nie w jednostkach kątowych, ale liniowych. Jeśli błędy obiektywne określane są mianem kątowych, to subiektywne można nazywać liniowymi. Charakterystyczną cechą błędów subiektywnych jest to, że występują z przyczyn obiektywnych /błędów kątowych/, natomiast ich wartość liniowa warunkowana jest dopiero względami subiektywnymi, wynikającymi z rozmieszczenia radionamierników w terenie.
16. „Minimalny błąd liniowy namiaru elementarnego  $/L_{pmin} /$ ” - jest to taki, który powstaje przy:  $\frac{D}{A}=0,5$  i  $\alpha \neq 0^\circ$ . Błąd ten równa się w przybliżeniu podwojonemu błędowi liniowemu bocznemu  $/L_b /$ .
17. „Optymalny błąd liniowy namiaru elementarnego  $/L_{popt} /$ ” - jest to taki, który powstaje przy dziewięćdziesięciostopniowym nachyleniu podstawy namierzania  $/\alpha=90^\circ /$ .

18. „Dopuszczalny błąd liniowy namiaru elementarnego  $L_{P_{dop}}$  / - jest to taki, który z uwagi na zmianę kąta nachylenia podstawy namierzania nie przekracza wartości błędu optymalnego  $L_{P_{opt}}$  / powiększonej o wcześniej ustalony procent /stały współczynnik wyrażony miarą względną/. Błąd ten służy do wyznaczania bocznych granic obszarów namierzania.

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

1. I.S. Kukies, M.E. Starik: „Osnowy radiopelengaczi”, Izdatielstwo Sowietsoke Radio, Moskwa 1964 r.
2. W.A. Wartaniesjan, E.Sz. Gojhman, M.I. Rogatkin: „Radiopelengaczja”, Wojennoje Izdatielstwo Ministerstwa Oborony SSSR, Moskwa 1966 r.
3. A.M. Siwakow: „Topograficzskoje obiespieczenijsze naziemnogo radiopelengowanija”, Wojennaja Krasnoznamenijnaja Akademija Swjazi, Leningrad 1959 r.
4. Podręcznik: „Namierzanie radiowe”, Ministerstwo Obro-ny Narodowej, Warszawa 1966 r. /syg. Szt. Gen. 383/66/.
5. Podręcznik: „Organizaczja i prowadzenie rozpoznania radioelektronicznego /pułk - batalion rozpoznania radioelektronicznego/”, Ministerstwo Obro-ny Narodowej, Warszawa 1978 r. /syg. Szt. Gen. 935/79/.
6. Instrukczja: „Namiernik radiowy R-359”, Ministerstwo Obro-ny Narodowej, Warszawa 1971 r. /syg. Łączn. 403/69/.
7. W. Lisicki: „Propagaczja fal radiowych”, Wydawnictwo Komunikacji Łączności, Warszawa 1962 r.
8. M. Douchanow: „Rozchodzenie się fal radiowych”, Pań-stwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 1965 r.
9. D.J. Bem: „Anteny i rozchodzenie się fal radiowych”, Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Warszawa 1973 r.
10. G.P. Grudzinskaja: „Rozprostranienije radiowołn”, Izdatielstwo Niedra, Moskwa 1976 r.
11. E. Warchałowski: „Geodezczja wyższa /część matematycz-  
na”, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 1952 r.

12. J. Wereszczyński: „Kartografia nawigacyjna, część I /podstawy matematyczne/”, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 1970 r.
13. J. Różycki: „Kartografia matematyczna”, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 1978 r.
14. J. Flis: „Kartografia w zarysie”, Państwowe Zakłady Wydawnictw Szkolnych, Warszawa 1966 r.
15. W. Pawlak: „Charakter zniekształceń wybranych elementów treści mapy powstałych w procesie generalizacji”, Wydawnictwo Uniwersytetu Wrocławskiego, Wrocław 1971 r.
16. M. Nowak: „Współczesne mapy topograficzne i specjalne jako podstawowe źródła wiadomości o terenie”, Akademia Sztabu Generalnego, Warszawa 1972 r.
17. Podręcznik: „Terenoznawstwo”, Ministerstwo Obrony Narodowej, Warszawa 1965 r. /syg. Szt. Gen. 356/65/.
18. Praca zbiorowa: „Ćwiczenia z geodezji wyższej”, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 1971 r.
19. W.P. Morozow: „Kurs sferoidalnej geodezji”, Izdatielstwo Niedra, Moskwa 1969 r.
20. B.P. Szimbirjew: „Teoriya figury Ziemi”, Izdatielstwo Niedra, Moskwa 1975 r.
21. Cz. Platt: „Problemy rachunku prawdopodobieństwa i statystyki matematycznej”, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 1978 r.
22. Z. Hellwig: „Elementy rachunku prawdopodobieństwa i statystyki matematycznej”, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 1980 r.
23. A. Plucińska, E. Pluciński: „Zadania z rachunku prawdopodobieństwa statystyki matematycznej”, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 1982 r.

24. E. Kącki, T. Niewierowicz: „W kręgu optymalizacji”, Instytut Wydawniczy Nasza Księgarnia, Warszawa 1978 r.
25. Opracowanie zbiorowe: „Gotowość bojowa i systemy alarmowe NATO”, Ministerstwo Obrony Narodowej, Warszawa 1980 r. /syg. Szt. Gen. 957/80/.
26. Opracowanie zbiorowe: „Osiąganie stanu wojennego przez siły zbrojne NATO na terytorium RFN”, Ministerstwo Obrony Narodowej, Warszawa 1979 r. /syg. Szt. Gen. 923/79/.
27. Opracowanie zbiorowe: „Możliwości mobilizacyjne RFN, Wielkiej Brytanii, Francji i Danii”, Ministerstwo Obrony Narodowej, Warszawa 1979 r. /syg. Szt. Gen. 922/79/.
28. Opracowanie zbiorowe: „Dowodzenie i łączność w armii polowej i korpusie armijnym NATO”, Ministerstwo Obrony Narodowej, Warszawa 1973 r. /syg. Szt. Gen. 671/73/.
29. Opracowanie zbiorowe: „Dowodzenie i łączność w związkach taktycznych i oddziałach sił zbrojnych NATO”, Ministerstwo Obrony Narodowej, Warszawa 1974 r. /syg. Szt. Gen. 699/74/.
30. Podręcznik: „Organizacja i zasady wykorzystania środków radioelektronicznych w siłach zbrojnych NATO”, Ministerstwo Obrony Narodowej, Warszawa 1979 r. /syg. Szt. Gen. 947/79/.
31. Opracowanie zbiorowe: „Zasady dowodzenia i systemy łączności, w tym satelitarnej, w siłach zbrojnych NATO”, Ministerstwo Obrony Narodowej, Warszawa 1983r. /syg. Szt. Gen. 1132/83/.
32. Opracowanie zbiorowe: „Strategiczno-operacyjne, dowódczo-sztabowe ćwiczenie połączonych sił zbrojnych NATO WINTEX/CIMEX-79”, Ministerstwo Obrony Narodowej,

- Warszawa 1979 r. /syg. Szt. Gen. 949/79/.
33. Opracowanie zbiorowe: „Strategiczno-operacyjne, dowódczo-sztabowe ćwiczenie połączonych sił zbrojnych NATO WINTEX/CIMEX-81”, Ministerstwo Obrony Narodowej, Warszawa 1981 r. /syg. Szt. Gen. 1039/81/.
  34. Opracowanie zbiorowe: „Strategiczno-operacyjne, dowódczo-sztabowe ćwiczenie połączonych sił zbrojnych NATO WINTEX/CIMEX-83”, Ministerstwo Obrony Narodowej, Warszawa 1983 r. /syg. Szt. Gen. 1138/83/.
  35. P.G. Grigorienko, D.M. Milutenkow, I.I. Prochorkow, A.A. Sidorenko, A.F. Szramczenko: „Metodyka wojskowych badań naukowych”, Ministerstwo Obrony ZSRR, Moskwa 1959 r. /tłumaczenie ASG/.
  36. Dyrektywa ministra obrony narodowej nr 001/Oper. z 1979 r.
  37. Zarządzenie szefa Sztabu Generalnego WP nr 029/Oper. z dnia 5 lipca 1976 r.
  38. Zarządzenie szefa Sztabu Generalnego WP nr 011/Oper. z dnia 17 kwietnia 1982 r.
  39. Plan rozpoznania jednolitego systemu rozpoznania radioelektronicznego WP na lata 1981-1985.
  40. Referat szefa Zarządu Rozpoznawczo-Informacyjnego Sztabu SZ UW na naradzie zastępców szefów rozpoznania armii państw UW na temat: „Rozwój sił i środków rozpoznania w siłach zbrojnych państw UW w latach 1986-1990”.
  41. Opracowanie zbiorowe: „Sprawozdanie z rozpoznawania serii ćwiczeń sił zbrojnych NATO rozgrywanych pod kryptonimem AUTUMN/FORGE-79”, Zarząd II Sztabu Generalnego WP, Warszawa 1979 r.

42. Opracowanie zbiorowe: „Sprawozdanie z rozpoznawania serii ćwiczeń sił zbrojnych NATO rozgrywanych pod kryptonimem AUTUMN/FORGE-80”, Zarząd II Sztabu Generalnego WP, Warszawa 1980 r.
43. Opracowanie zbiorowe: „Sprawozdanie z rozpoznawania serii ćwiczeń sił zbrojnych NATO rozgrywanych pod kryptonimem AUTUMN/FORGE-81”, Zarząd II Sztabu Generalnego WP, Warszawa 1981 r.
44. Opracowanie zbiorowe: „Sprawozdanie z rozpoznawania serii ćwiczeń sił zbrojnych NATO rozgrywanych pod kryptonimem AUTUMN/FORGE-82”, Zarząd II Sztabu Generalnego WP, Warszawa 1982 r.
45. Opracowanie zbiorowe: „Sprawozdanie z rozpoznawania serii ćwiczeń sił zbrojnych NATO rozgrywanych pod kryptonimem AUTUMN/FORGE-83”, Zarząd II Sztabu Generalnego WP, Warszawa 1983 r.
46. Oficerowie dyżurni stanowiska koordynacji jednolitego systemu rozpoznania radioelektronicznego WP: „Meldunki dobowe”, Zarząd II Sztabu Generalnego WP, Warszawa 1978 r.
47. Oficerowie dyżurni stanowiska koordynacji jednolitego systemu rozpoznania radioelektronicznego WP: „Meldunki dobowe”, Zarząd II Sztabu Generalnego WP, Warszawa 1979 r.
48. Oficerowie dyżurni stanowiska koordynacji jednolitego systemu rozpoznania radioelektronicznego WP: „Meldunki dobowe”, Zarząd II Sztabu Generalnego WP, Warszawa 1980 r.
49. Oficerowie dyżurni stanowiska koordynacji jednolitego

- systemu rozpoznania radioelektronicznego WP: „Meldunki  
dobowe”, Zarząd II Sztabu Generalnego WP, Warsza-  
wa 1981 r.
50. Oficerowie dyżurni stanowiska koordynacji jednolitego  
systemu rozpoznania radioelektronicznego WP: „Meldunki  
dobowe”, Zarząd II Sztabu Generalnego WP, Warsza-  
wa 1982 r.
51. Dyżurni namierzania 1, 2, 6 prrel, 9 prr, 11 i 12  
brrel: „Blankiety namierzania z ćwiczenia sił zbroj-  
nych NATO WINTEX/CIMEX-81”, Zarząd II Sztabu General-  
nego WP, Warszawa 1981 r.
52. Dyżurni namierzania 1 prrel: „Blankiety namierzania  
za okres od 10.05 do 10.06.1981r.”, Zarząd II Sztabu  
Generalnego WP, Warszawa 1981 r.
53. Dyżurni namierzania 9 prr: „Blankiety namierzania  
za okres od 10.05 do 21.05.1981r.”, Zarząd II Sztabu  
Generalnego WP, Warszawa 1981 r.
54. Dyżurni namierzania 6 prrel: „Blankiety namierzania  
za okres od 10.05 do 10.06.1981r.”, Zarząd II Sztabu  
Generalnego WP, Warszawa 1981 r.
55. Dyżurni namierzania 12 brrel: „Blankiety namierzania  
za okres od 10.05 do 10.06.1981r.”, Zarząd II Sztabu  
Generalnego WP, Warszawa 1981 r.



Ms. No. 1000.1000.1000



Nr ks. pow. 037/PB/84