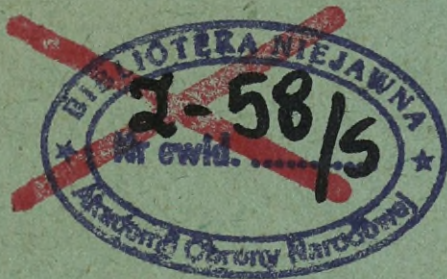


AKADEMIA SZTABU GENERALNEGO WP

KATEDRA ROZPOZNANIA WOJSKOWEGO
I ARMII OBCYCH

ASG WP wewn. 4242/89

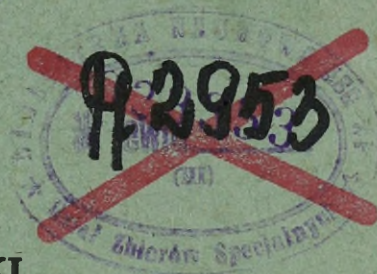


JAWNE

~~ZASTRZEŻONE~~

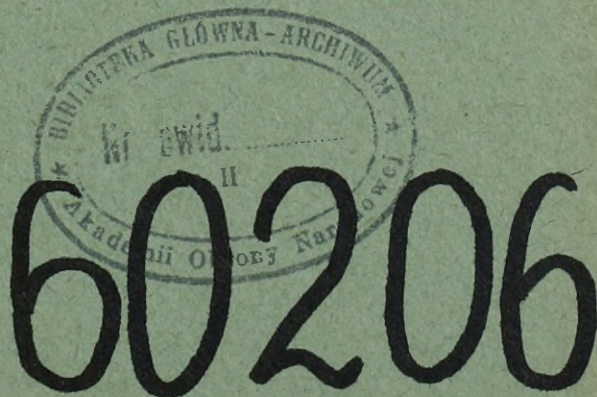
POUFNE

Egz. Nr 10



Płk dr Leopold CIBOROWSKI

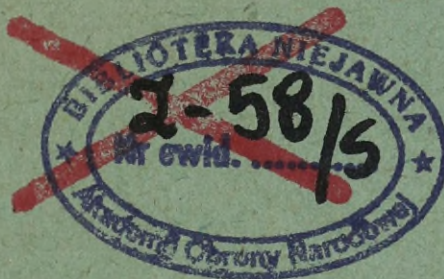
METODYKA OBLICZANIA EFEKTYWNOŚCI KRÓTKOFALOWEGO ROZPOZNANIA RADIOWEGO



AKADEMIA SZTABU GENERALNEGO WP

KATEDRA ROZPOZNANIA WOJSKOWEGO
I ARMII OBCYCH

ASG WP wewn. 4242/89

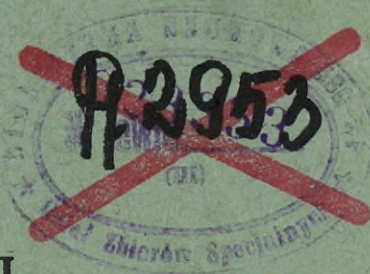


JAWNE

~~ZASTRZEŻONE~~

POUFNE

Egz. Nr 10



Płk dr Leopold CIBOROWSKI

METODYKA OBLICZANIA EFEKTYWNOŚCI KRÓTKOFALOWEGO ROZPOZNANIA RADIOWEGO

60206

KATEDRA ROZPOZNANIA WOJSKOWEGO I ARMII OBCYCH

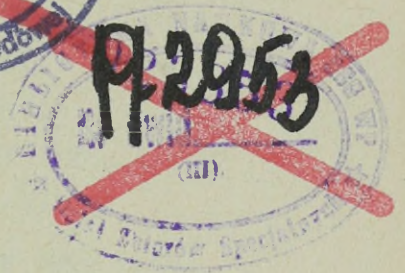
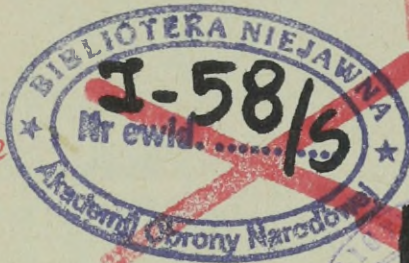
JAWNE

~~ZASTRZEŻONE~~

ASG WP wewn. 4242/89

~~POUFNE~~

Egz. nr 1.0.

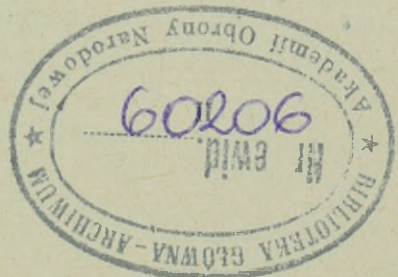


Przeklasyfikowana z ~~Poufne na Zastrzezone~~
podstawa przekl. Wykaz Aktualnych Wojskowych
Wydawnictw Wewnętrznych szt. gen. 1527/2001
data i podpis ~~G. 11.02.2005 Kolek Anniki~~

Płk dr Leopold CIBOROWSKI

METODYKA OBLICZANIA EFEKTYWNOŚCI
KRÓTKOFALOWEGO ROZPOZNANIA RADIOWEGO

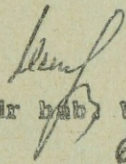
Przeklasyfikowana z ~~Zastrzeżona~~ Jawne
podstawa przekl. Wykaz Aktualnych Wojskowych
Wydawnictw Wewnętrznych szt. gen. 1527/01
data i podpis 13.12.05 Kolek Anne Oli



Wprowadzam do użytku nauczycieli akademickich i
słuchaczy wydawnictwo „Metodyka obliczania efektyw-
ności krótkofalowego rozpoznania radiowego”

KOMENDANT

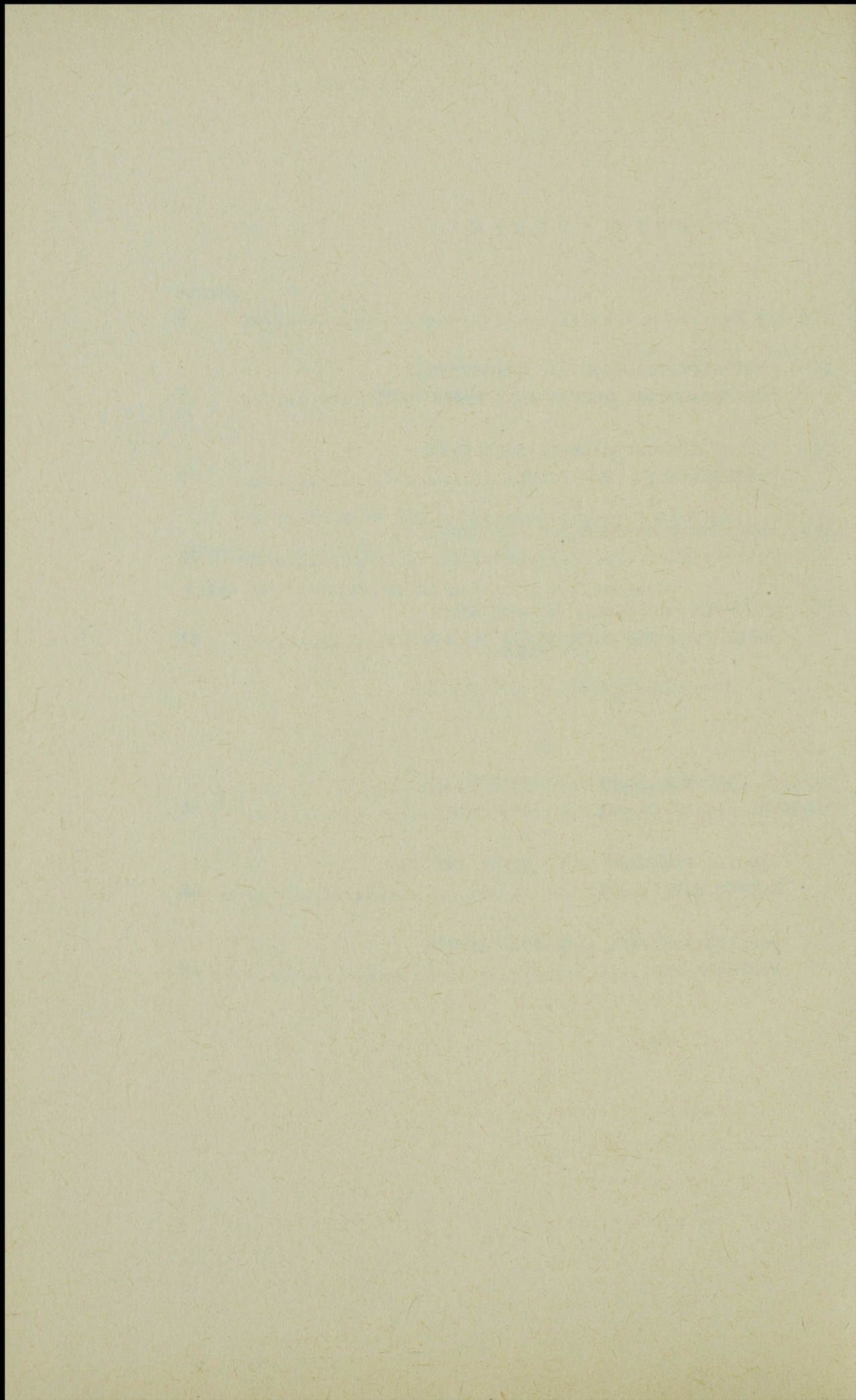
AKADEMII SZTABU GENERALNEGO WP


gen. dyw. prof. dr hab. Władysław MRÓZ

6.10.1989.

S P I S T R E Ś C I

	Strona
W S T Ę P.....	5
I. INTERPRETACJA POJĘCIA „EFEKTYWNOŚĆ KRÓTKOFALOWEGO ROZPOZNANIA RADIOWEGO”.....	7
II. OBLICZANIE OPTYMALNYCH MOŻLIWOŚCI POSZUKIWANIA I WYKRYWANIA.....	8
III. OBLICZANIE OPTYMALNYCH MOŻLIWOŚCI NAMIERZANIA.....	12
IV. ALGORYTM OBLICZANIA EFEKTYWNOŚCI KRÓTKOFALOWEGO ROZPOZNANIA RADIOWEGO.....	25
TABLICE WARTOŚCI PRAWDOPODOBIENSTWA I WARTOŚCI LINIOWYCH BŁĘDÓW NAMIERZANIA.....	39
TABLICA WARTOŚCI PRAWDOPODOBIENSTWA BŁĘDÓW NAMIERZANIA	41
TABLICE WARTOŚCI LINIOWYCH BŁĘDÓW NAMIERZANIA.....	43



W S T Ę P

Racjonalne przygotowywanie, planowanie i prowadzenie krótkofalowego rozpoznania radiowego jest procesem niezmiernie złożonym. Wymaga od jego organizatorów posiadania dość rozległej wiedzy z dziedziny radioelektroniki, matematyki, propagacji fal elektromagnetycznych oraz zasad prowadzenia walki i operacji, a w tym szczególnie o systemach kierowania, dowodzenia i łączności. Tylko kompleksowe trafne rozwiązania mogą gwarantować sukces, czyli osiągnięcie możliwie najwyższych efektów rozpoznawczych.

Każdy wynik krótkofalowego rozpoznania radiowego jest funkcją dwóch grup zmiennych. Jedną z nich stanowią wartości niezależne od organizatorów rozpoznania, drugie zaś warunkowane są względami organizacyjnymi. Zarówno jedne, jak i drugie powiązane są ścisłymi zależnościami, które w sposób jednoznaczny kształtują efekt rozpoznawczy. Dążąc w tym względzie do rozwiązań optymalnych należy przede wszystkim dokładnie poznać istotę tych zależności, to znaczy funkcję efektu. Wtedy tylko w sposób rzeczywiście kontrolowany i racjonalny można oddziaływać na system. Wszelka niedokładność w tym względzie powodować będzie zjawiska negatywne i właśnie w niniejszej metodycie uwzględnione te wymagania. W odniesieniu do dwóch najbardziej reprezentatywnych procesów, jakimi są: poszukiwanie i wykrywanie oraz namierzanie, sprecyzowano funkcje optymalnych możliwości oraz funkcje efektywności.

Istotę niniejszego wydawnictwa stanowi rozdział IV i tablice końcowe. Trzy pierwsze rozdziały poświęcone są stopniowemu wpre-

wadzeniu czytelnika w problematykę zasadniczą, to jest w treść rozdziału IV. Uważa się, że takie usystematyzowanie materiału ułatwi przyswajanie treści wydawnictwa.

Metodyka opracowana została z myślą o stosowaniu jej głównie przez użytkowników nie posiadających elektronicznej techniki obliczeniowej. Z tego też względu w końcowej części zamieszczone odpowiednie tablice, które eliminują potrzebę dokonywania skomplikowanych obliczeń. Dla posiadaczy elektronicznej techniki obliczeniowej zamieszczone natomiast wykładnię matematyczną, która powinna być wystarczająca do opracowania konkretnych programów komputerowych.

Uprzedza się również użytkowników, że w sprycynowanej funkcji wartości liniowej błędu namierzenia dokonane pewnego uproszczenia problemu poprzez odniesienie jej do płaszczyzny, a nie sfery. Oczywiście funkcja taka wprowadza już z góry pewną niedokładność, ale uwzględniając rząd błędów powodowany warunkowaniami jonosferycznymi, geomagnetycznymi i konstrukcyjnymi namierników jest ona pomijalnie mała i w tej interpretacji do przyjęcia. Ponadto obliczenia na płaszczyźnie będą niewątpliwie chętniej wykonywane przez użytkowników niż obliczenia na sferze - chociaż przy wykorzystywaniu elektronicznej techniki obliczeniowej proponuje się uwzględnić funkcję sferyczną, która w swej istocie jest identyczna z funkcją na płaszczyźnie.

I. INTERPRETACJA POJĘCIA „EFEKTYWNOŚĆ KRÓTKOFALOWEGO ROZPOZNANIA RADIOWEGO”

W niniejszej metodyce pojęcie „efektywność krótkofalowego rozpoznania radiowego” interpretowane jest jako wskaźnik wyrażający stosunek efektu działalności rozpoznawczej określonego potencjału sił i środków do optymalnych możliwości tego potencjału, gdzie przez „efekt” rozumiana jest liczba wykrytych i zlokalizowanych radiostacji w danej jednostce czasu, a przez „optymalne możliwości” - maksymalna liczba radiostacji, którą ze względu na możliwości techniczne sprzętu oraz warunki terenowe i propagacyjne może wykryć i zlokalizować dobrze wyszkolony zespół specjalistów rozpoznania radioelektronicznego. „Efektywność krótkofalowego rozpoznania radiowego” odniesiona jest do najbardziej reprezentatywnych i możliwie najdokładniej mierzalnych czynników, do których zaliczono: proces poszukiwania i wykrywania radiostacji oraz proces namierzania ich. Nie uwzględniono natomiast innych czynników, które chociaż występują, to jednak na dzień dzisiejszy są trudne do jednoznacznego i wymiernego oszacowania /zmierzenia/.

Oznaczają przez:

E_R - efektywność krótkofalowego rozpoznania radiowego;

E_P - efekt poszukiwania i wykrywania;

E_Z - efekt namierzania;

M_P - optymalne możliwości poszukiwania i wykrywania;

M_Z - optymalne możliwości namierzania;

ogólny wzór na obliczanie efektywności krótkofalowego rozpoznania radiowego przyjmuje postać:

$$E_r = \frac{E_p}{2M_p} + \frac{E_z}{2M_z}$$

Wzór 1

Najistotniejszym problemem podczas obliczania efektywności krótkofalowego rozpoznania radiowego jest wiarygodne określenie optymalnych możliwości poszukiwania i wykrywania „M_p” oraz namierzenia „M_z”. Ustalanie natomiast efektu poszukiwania i wykrywania „E_p” oraz namierzenia „E_z” nie nastręcza większego problemu ponieważ fakt ten tylko się stwierdza i taki przyjmuje w obliczeniach.

II. OBLICZANIE OPTYMALNYCH MOŻLIWOŚCI POSZUKIWANIA I WYKRYWANIA

Optymalne możliwości poszukiwania i wykrywania wyraża się w wartościach względnych i zapisuje w postaci:

$$P(\{X_{ij}\} = \bar{w}) = p$$

co oznacza, że prawdopodobieństwo wykrycia zbioru $\{X_{ij}\}$ radiostacji o liczebności „ \bar{w} ” wynosi „p”.

Podstawę do obliczania wartości prawdopodobieństwa „p” stanowią następujące zmienne:

- czas trwania seansu łączności radiostacji poszukiwanej lub średni czas trwania seansów łączności radiostacji poszukiwanych wyrażony w sekundach „T_s”;
- szerokość przeszukiwanego pasma częstotliwości przez jedno stanowisko poszukiwania i wykrywania wyrażona w kHz „Δf₁”;
- szybkość przestrajania odbiornika wyrażona w kHz na jedną sekundę „γ”;
- czas identyfikacji poszukiwanej radiostacji przez operatora stanowiska poszukiwania i wykrywania wyrażony w sekundach „t₀”;
- gęstość zajętości pasma częstotliwości wyrażona w liczbie radiostacji na jeden kHz „n₀₁”;
- liczba seansów łączności poszukiwanej radiostacji na tych

samych danych radiowych „n”.

Dysponując powyższymi danymi, obliczanie możliwości wykrycia zbioru $\{X_i\}$ radiostacji o liczebności „ \bar{w} ”, pracujących w jednym seansie łączności / $n_s=1$ /, sprowadza się do rozwiązania zależności wynikającej z wzoru:

$$P_i(X_i = \bar{w}) = \frac{T_s}{\Delta f \left(\frac{1}{\gamma} + t_o \cdot n_{oi} \right)} = \rho \quad \text{Wzór 2}$$

Możliwości wykrycia tego samego zbioru radiostacji, ale przy „ n_s ” seansach łączności, warunkowane są zależnościami wynikającymi z wzoru:

$$P_{n_s}(X_i = \bar{w}) = \sum_{k=1}^{n_s} (-1)^{k+1} \binom{n}{k} \rho^k \quad \text{Wzór 3}$$

gdzie:

$$\rho = \frac{T_s}{\Delta f \left(\frac{1}{\gamma} + t_o \cdot n_{oi} \right)}$$

Znając liczbę pozorowanych radiostacji lub szacunkową liczbę radiostacji, które powinny się znaleźć w rozpoznawanym paśmie, to jest liczbę „ \bar{w} ”, optymalne możliwości poszukiwania i wykrywania można wyrazić wartością bezwzględną posługując się wzorem:

$$M_p = \bar{w} \sum_{k=1}^{n_s} (-1)^{k+1} \binom{n}{k} \rho^k \quad \text{Wzór 4}$$

gdzie wartość prawdopodobieństwa „ ρ ” oblicza się tak jak we wzorze 3.

P R Z Y K Ł A D 1

Obliczyć optymalne możliwości, w wartości bezwzględnej, 10 stanowisk poszukiwania i wykrywania prowadzących rozpoznanie w paśmie od 2 do 5 MHz, jeśli wiadomo, że:

- 24 pozorowane radiostacje /radiostacje podlegające wykryciu/ nadawać będą kluczem w ciągu 3 godzin po 3 radiogramy 30-grupowe w tempie 12 grup na minutę i na tych samych danych radiowych;

- przestrajanie odbiorników na stanowiskach poszukiwania i wykrywania odbywa się w tempie 120 kHz na minutę;
- co druga grupa w nadawanych radiogramach posiadać będzie cechę identyfikacyjną;
- w rozpoznawanym paśmie, oprócz pozorowanych, pracować będzie jeszcze 90 innych radiostacji.

R o z w i ą z a n i e

W pierwszym kroku postępowania należy usystematyzować dane wyjściowe do obliczeń i tak:

$T_g = 150$ sek. - bo 1 minuta, czyli 60 sekund, podzielona przez tempo nadawania, to jest 12 grup na minutę, daje 5-sekundowy czas nadawania 1 grupy, co mnożone przez ilość grup w radiogramie /30 grup/ daje 150-sekundowy czas trwania jednego seansu łączności;

$\Delta f_1 = 300$ kHz - bo pasmo rozpoznania od 2 do 5 MHz dzielone na 10 stanowisk daje 300 kHz pasmo dla 1 stanowiska poszukiwania i wykrywania;

$\gamma = 2$ kHz/sek. - bo tempo przestrajania z szybkością 120 kHz na minutę, w przeliczeniu na sekundy daje tempo 2 kHz/sek.;

$t_0 = 15$ sek. - bo jeśli co druga grupa radiogramu posiadać będzie cechę identyfikacyjną, to aby można było dokonać identyfikacji, należy przechwyćć przynajmniej 3 kolejne grupy radiogramu, co przy 5-sekundowym czasie nadawania 1 grupy zajmie 15 sekund;

$n_{01} = 0,038$ rdst./kHz -
- bo 24 radiostacje pozorowane i 90 innych daje

gęstość zajętości 114 radiostacji na 3 MHz,
co w przeliczeniu na 1 kHz odpowiada wskaźni-
kowi 0,038 rdst./kHz;

$n_s = 3$ - bo każda radiostacja nadawać będzie po 3 radio-
gramy;

$$\bar{w} = 24 \text{ rdst.}$$

Przy tak usystematyzowanych danych wyjściowych, wynikających z treści zadania, w drugim kroku postępowania podstawiając je do wzoru 2:

$$P(x_i = \bar{w}) = \frac{150 \text{ sek}}{300 \text{ kHz} \left(\frac{1}{2 \text{ kHz/sek}} + 15 \text{ sek} \frac{0,038 \text{ rdst}}{1 \text{ kHz}} \right)} = 0,47$$

oblicza się, jakie istnieje prawdopodobieństwo wykrycia zbioru 24 radiostacji $\bar{w}=24$ przy założeniu, że każda z radiostacji nada tylko 1 radiogram /będzie miała tylko 1 seans łączności/.

Następnie, w trzecim kroku postępowania, uwzględniając wartość tego prawdopodobieństwa oraz liczbę seansów łączności i podstawiając te dane do wzoru 3:

$$P(x_i = \bar{w}) = \sum_{k=1}^3 (-1)^{k+1} \binom{3}{k} 0,47^k = 0,851123 \approx 0,85$$

oblicza się, jakie istnieje prawdopodobieństwo wykrycia zbioru 24 radiostacji $\bar{w}=24$ przy założeniu, że każda z poszukiwanych radiostacji nada 3 radiogramy /będzie miała 3 seanse łączności/.

Dysponując powyższymi danymi oraz znając liczbę radiostacji pozorowanych, w czwartym kroku postępowania podstawiając te dane do wzoru 4:

$$M_p = 24 \sum_{k=1}^3 (-1)^{k+1} \binom{3}{k} 0,47^k = 24 \cdot 0,85 = 20,4 \approx 20 \text{ rdst}$$

oblicza się optymalne możliwości poszukiwania i wykrywania w postaci wartości bezwzględnej, co stanowi rozwiązanie problemu.

O d p o w i e d ź

o.d. przykładu 1

Dziesięć stanowisk poszukiwania i wykrywania, prowadzących rozpoznanie w paśmie od 2 do 5 MHz, może optymalnie z 24 radiostacji pozorowanych wykryć tylko 20.

III. OBLICZANIE OPTYMALNYCH MOŻLIWOŚCI NAMIERZANIA

Optymalne możliwości namierzenia wyrażane są wartościami liniowymi błędów i prawdopodobieństwem ich występowania, co zapisuje się w postaci:

$$P(L_s \leq d_l \text{ km}) = p$$

Wzór 5

i oznacza to, że prawdopodobieństwo wystąpienia błędu liniowego „L_s” nie przekraczającego wartości „d_l” kilometrów wynosi „p”.

Wartość liniową „L_s” błędu namierzenia interpretuje się jako promień okręgu opisującego obszar prawdopodobnego położenia namierzonej radiostacji. Oznaczając zatem przez „R_s” pole powierzchni tego okręgu, forma wyrażenia błędu namierzenia przyjmuje postać:

a) w odniesieniu do sieci składającej się z dwóch namierników:

$$P(R_s \leq \pi \cdot L_s^2) = p$$

Wzór 6

b) w odniesieniu do sieci składającej się z „n” namierników:

$$P(R_s \leq \pi \cdot L_s^2) = \left\{ \begin{array}{l} P_1 \longleftrightarrow L_s = d_1 \text{ km} \\ P_2 \longleftrightarrow L_s = d_2 \text{ km} \\ \vdots \quad \quad \quad \vdots \\ P_{(n)} \longleftrightarrow L_s = d_{(n)} \text{ km} \end{array} \right.$$

Wzór 7

gdzie:

$$P_1 < P_2 < \dots < P_{(n)} ;$$

$$d_1 < d_2 < \dots < d_{(n)} ;$$

co odczytuje się:

- prawdopodobieństwo, że namierzana radiostacja znajduje się wewnątrz okręgu o promieniu „L_s” wynosi „p₁”, wtedy i tylko wtedy gdy L_s=d₁km;

- prawdopodobieństwo, że namierzana radiostacja znajduje się wewnątrz okręgu o promieniu „L_s” wynosi „p₂”, wtedy i tylko wtedy gdy L_s=d₂km;

.....
.....
.....

- prawdopodobieństwo, że namierzana radiostacja znajduje się wewnątrz okręgu o promieniu „L_s” wynosi „p⁽ⁿ⁾₍₂₎”, wtedy i tylko wtedy gdy L_s=d⁽ⁿ⁾₍₂₎ km.

Podstawę do obliczania wartości prawdopodobieństwa właściwej określone mu błędowi liniowemu stanowi wzór:

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

Wzór 8

gdzie:

- n - liczba namierników w sieci namierzania;
- p - wartość jednostkowa prawdopodobieństwa (prawdopodobieństwo z jakim pojedynczy namiernik może wskazywać azymuty na namierzone radiostacje).

W bieżącej działalności bojowo-rozpoznawczej posługiwanie się powyższym wzorem pochłaniałoby wiele czasu. Z tego też względu na stronie 41 zamieszczona została tablica nr 1 z wartościami tego prawdopodobieństwa odpowiadającego prawdopodobieństwu jednostkowemu „0,5” i liczbie namierników w sieci od 2 do 8 (n=2, 3, ..., 8).

Sposób posługiwania się wymienioną tablicą objaśnia się na przykładzie 2.

PRZYKŁAD 2

W oparciu o tablicę 1 określić liczbę wyróżnionych błędów liniowych „L_s” i wartości prawdopodobieństwa przypisane tym błędom, jeśli wiadomo, że sieć namierzania składa się z 4 ramierników.

R o z w i ą z a n i e

1. Odszukać w niniejszej metodyce tablicę 1.
2. W drugim wierszu od góry tablicy 1 odnaleźć kolumnę z wartościami prawdopodobieństwa właściwymi sieci namierzania składającej się z 4 namierników.
3. Z odszukanej kolumny wypisać w kolejności rosnącej wyszczególnione tam wartości prawdopodobieństwa.
4. Stosownie do wzoru 7, wypisanym wartościom prawdopodobieństwa przyporządkować odpowiednie błędy liniowe namierzania.

Postępując według wyżej wymienionej instrukcji wynik rozwiązania będzie następujący:

1. Tablica 1 znajduje się na stronie 41
2. Wartości prawdopodobieństwa właściwe sieci namierzania składającej się z 4 namierników znajdują się w czwartej kolumnie (licząc od strony lewej).
3. W kolejności rosnącej, wartości prawdopodobieństwa są następujące:

0,2500

0,4375

0,5781

0,6836

0,7627

0,8220

(Sześć wartości wypisanych w kolumnie oznacza, że dla sieci namierzania składającej się z 4 namierników można wyróżnić tylko 6 błędów liniowych „L_s”).

4. Przyporządkowane wartości prawdopodobieństwa poszczególnym błędom liniowym „L_s” zapisuje się w postaci:

$$P(R_s \leq \pi \cdot L_s^2) = \begin{cases} 0,2500 \longleftrightarrow L_s = d_1 \text{ km} \\ 0,4375 \longleftrightarrow L_s = d_2 \text{ km} \\ 0,5781 \longleftrightarrow L_s = d_3 \text{ km} \\ 0,6836 \longleftrightarrow L_s = d_4 \text{ km} \\ 0,7627 \longleftrightarrow L_s = d_5 \text{ km} \\ 0,8220 \longleftrightarrow L_s = d_6 \text{ km} \end{cases}$$

gdzie:

$$d_1 < d_2 < d_3 < d_4 < d_5 < d_6$$

co oznacza, że najmniejszej wartości prawdopodobieństwa przypisuje się najmniejszą wartość liniową błędu, kolejno większej wartości prawdopodobieństwa kolejno większą wartość liniową błędu i największej wartości prawdopodobieństwa największą wartość liniową błędu. Tak usystematyzowany zapis odczytuje się:

- prawdopodobieństwo, że namierzona radiostacja znajduje się wewnątrz okręgu o powierzchni „R_s” wyznaczonej promieniem „L_s” wynosi 0,2500, wtedy i tylko wtedy, gdy L_s = d₁ km;
- prawdopodobieństwo, że namierzona radiostacja znajduje się wewnątrz okręgu o powierzchni „R_s” wyznaczonej promieniem „L_s” wynosi 0,4375, wtedy i tylko wtedy, gdy L_s = d₂ km;
- prawdopodobieństwo, że namierzona radiostacja znajduje się wewnątrz okręgu o powierzchni „R_s” wyznaczonej promieniem „L_s” wynosi 0,5781, wtedy i tylko wtedy, gdy L_s = d₃ km;
- prawdopodobieństwo, że namierzona radiostacja znajduje się wewnątrz okręgu o powierzchni „R_s” wyznaczonej promieniem „L_s” wynosi 0,6836, wtedy i tylko wtedy, gdy L_s = d₄ km;
- prawdopodobieństwo, że namierzona radiostacja znajduje się

- wewnątrz okręgu o powierzchni „ R_s ” wyznaczonej promieniem „ L_s ” wynosi 0,7627, wtedy i tylko wtedy, gdy $L_s = d_5$ km;
- prawdopodobieństwo, że namierzona radiostacja znajduje się wewnątrz okręgu o powierzchni „ R_s ” wyznaczonej promieniem „ L_s ” wynosi 0,8220, wtedy i tylko wtedy, gdy $L_s = d_6$ km.

O d p o w i e d ź

Dla sieci namierzania składającej się z 4 namierników można wyróżnić 6 błędów „ L_s ” o wartościach liniowych: d_1 km, d_2 km, d_3 km, d_4 km, d_5 km, d_6 km i jeśli te błędy zostaną uszeregowane w zbiór według wartości rosnących tak, aby $L_s = \{d_1 \text{ km} < d_2 \text{ km} < d_3 \text{ km} < d_4 \text{ km} < d_5 \text{ km} < d_6 \text{ km}\}$, to:

- wartości liniowej błędu wynoszącej d_1 km przypisuje się wartość prawdopodobieństwa wynoszącą 0,2500;
- wartości liniowej błędu wynoszącej d_2 km przypisuje się wartość prawdopodobieństwa wynoszącą 0,4375;
- wartości liniowej błędu wynoszącej d_3 km przypisuje się wartość prawdopodobieństwa wynoszącą 0,5781;
- wartości liniowej błędu wynoszącej d_4 km przypisuje się wartość prawdopodobieństwa wynoszącą 0,6836;
- wartości liniowej błędu wynoszącej d_5 km przypisuje się wartość prawdopodobieństwa wynoszącą 0,7627;
- wartości liniowej błędu wynoszącej d_6 km przypisuje się wartość prawdopodobieństwa wynoszącą 0,8220.

Znając już sposób wyróżniania liczby błędów liniowych dla danej sieci namierzania i sposób przypisywania wyróżnionym błędom liniowym odpowiednich wartości prawdopodobieństwa, kolejnym krokiem na drodze ustalania (obliczania) optymalnych możliwości namierzania jest obliczanie wartości liniowej wyróżnionych błędów, które we wzorze 5 ozna-

czono symbolem „ d_i ”, a w przykładzie 2 symbolami: $d_1, d_2, d_3, d_4, d_5, d_6$.

Podstawę do obliczania wartości liniowej błędów namierzania stanowi wzór:

$$d_i = 0,4 \sqrt{Z^2 (X_c^2 + 1 - 2 X_c \cos |\Delta\alpha|)}$$

Wzór 9

gdzie:

$$Z^2 = D^2 + \frac{A^2}{4} + AD \cos \alpha$$

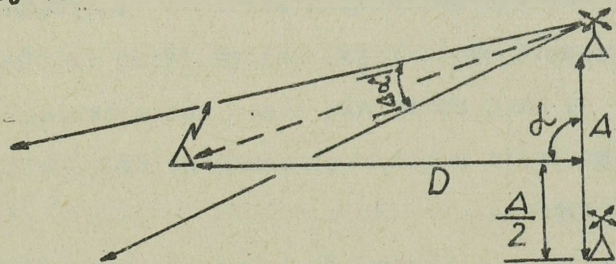
Wzór 9.1

$$X_c = \frac{A \left(\frac{A}{2} \sin |\Delta\alpha| + D \sin (\alpha - |\Delta\alpha|) \right)}{\left(\frac{A^2}{4} - D^2 \right) \sin 2|\Delta\alpha| + AD \sin \alpha \cos 2|\Delta\alpha|}$$

Wzór 9.2

- α - nachylenie podstawy namierzania do namierzanej radiostacji;
- $|\Delta\alpha|$ - błąd kątowy namierników wyrażony w wartościach względnych;
- A - długość podstawy namierzania;
- D - odległość namierzania mierzona od środka podstawy namierzania wybranej pary namierników do namierzanej radiostacji.

W interpretacji graficznej poszczególne oznaczenia zajmują następujące miejsca:



Rysunek 1

Posługiwanie się wymienionymi wzorami, przy obliczaniu wartości liniowej błędów namierzania, bez wykorzystywania elektronicznej techniki obliczeniowej, byłoby uciążliwe i bardzo czasochłonne. Z tego też względu na stronach od 45 do 53 zamieszczono 9 specjalnie opracowanych tablic (tablice od numeru 2 do 10), przy wykorzystaniu których można ten problem rozwiązywać dość szybko. W wymienionych tablicach zestawione są w kilometrach zbiory wartości liniowych błędów namierzania dla najbardziej typowych sytuacji i parametrów technicznych właściwych namiernikom „R-359”.

Każda z tablic zawiera następujące dane:

- w pierwszym wierszu od góry - informację o kącie nachylenia podstawy namierzania, czyli dane o kącie „ α ” i pod tym względem stanowią zbiór: $\alpha = \{90^\circ, 80^\circ, 70^\circ, 60^\circ, 50^\circ, 40^\circ, 30^\circ, 20^\circ, 10^\circ\}$;
- w drugim wierszu od góry - informacje o błędach kątowych namierników w zależności od odległości namierzania, to jest dane dotyczące wartości „ $|\Delta\alpha|$ ” (wymienione błędy kątowe właściwe są namiernikom typu „R-359”);
- w trzecim wierszu od góry - informacje o odległościach namierzania, to jest dane dotyczące wartości „D” wyrażone w kilometrach;
- w pierwszej kolumnie od lewej - informacje o stosunku odległości do podstawy namierzania, to jest dane dotyczące wartości $\frac{D}{A}$;
- w pozostałych wierszach i kolumnach znajdują się usystematyzowane wartości liniowe błędów namierzania wyrażone w kilometrach.

Przystępując do rozwiązywania problemu przy wykorzystaniu niniejszej metodyki, to jest obliczania wartości liniowych błędów namierzania, należy postępować według następującej instrukcji:

- 1) Wrysować na mapę położenie sieci namierzania.
- 2) Ustalić na mapie punkt, w stosunku do którego mierzona będzie odległość namierzania.
- 3) Dla każdej pary namierników danej sieci dokonać pomiarów:

- a) kąta nachylenia podstawy namierzania " $\alpha_{(1,j)}$ ";
- b) podstawy namierzania " $A_{(1,j)}$ ";
- c) odległości namierzania " $D_{(1,j)}$ ".

4) Dla każdej pary namierników obliczyć stosunek odległości do podstawy namierzania $\frac{D_{(1,j)}}{A_{(1,j)}}$.

5) Wyniki pomiarów i obliczeń, jako dane wyjściowe, zapisać w następującym porządku:

$$\alpha_{(1,2)}; D_{(1,2)}; \frac{D_{(1,2)}}{A_{(1,2)}};$$

$$\alpha_{(1,3)}; D_{(1,3)}; \frac{D_{(1,3)}}{A_{(1,3)}};$$

.....
.....
.....

$$\alpha_{(1,j)}; D_{(1,j)}; \frac{D_{(1,j)}}{A_{(1,j)}};$$

.....
.....
.....

$$\alpha_{(n-1,n)}; D_{(n-1,n)}; \frac{D_{(n-1,n)}}{A_{(n-1,n)}}$$

6) Stosownie do najbardziej przybliżonej wartości kąta nachylenia podstawy namierzania, to jest wskaźnika " α ", odnaleźć odpowiednią tablicę.

7) Stosownie do najbardziej przybliżonej wartości odległości namierzania, to jest wskaźnika " D ", odnaleźć w wybranej już tablicy odpowiednią kolumnę.

8) Stosownie do najbardziej przybliżonej wartości stosunku odległości do podstawy namierzania, to jest $\frac{D}{A}$, odnaleźć w wybranej tabelicy odpowiedni wiersz.

9) Na przecięciu wybranej kolumny i wiersza odczytać i zanotować wynik, który stanowić będzie jedną z wartości liniowej $\binom{n}{2}$ wyróżnionych błędów.

10) Wypisane w tabelicy wartości liniowe błędów namierzania uszeregować w zbiór według wartości rosnących, tak aby: $L_S = \left\{ d_1 < d_2 < \dots < d_i < d_j < \dots < d_{\binom{n}{2}} \right\}$.

P R Z Y K Ł A D 3

Przy wykorzystaniu tablic zawartych w niniejszej metodzie obliczyć wartości liniowe błędów namierzania dla sieci składającej się z 4 namierników i tak usytuowanej w terenie, że:

$$\begin{aligned} & \left\{ \alpha_{/1,2/} = 60^\circ; \quad D_{/1,2/} = 300\text{km}; \quad A_{/1,2/} = 100\text{km}; \right\} \\ & \left\{ \alpha_{/1,3/} = 76^\circ; \quad D_{/1,3/} = 280\text{km}; \quad A_{/1,3/} = 300\text{km}; \right\} \\ & \left\{ \alpha_{/1,4/} = 82^\circ; \quad D_{/1,4/} = 320\text{km}; \quad A_{/1,4/} = 400\text{km}; \right\} \\ & \left\{ \alpha_{/2,3/} = 74^\circ; \quad D_{/2,3/} = 310\text{km}; \quad A_{/2,3/} = 200\text{km}; \right\} \\ & \left\{ \alpha_{/2,4/} = 64^\circ; \quad D_{/2,4/} = 330\text{km}; \quad A_{/2,4/} = 250\text{km}; \right\} \\ & \left\{ \alpha_{/3,4/} = 72^\circ; \quad D_{/3,4/} = 290\text{km}; \quad A_{/3,4/} = 150\text{km}. \right\} \end{aligned}$$

R o z w i ą z a n i e

Uwaga!

Ponieważ w treści przykładu podano już wyniki pomiarów, z tego też względu rozwiązywanie zadania należy rozpocząć od realizacji 4 punktu instrukcji.

1/ Realizując 4 punkt instrukcji otrzymuje się wyniki:

$$\frac{D_{/1,2/}}{A_{/1,2/}} = \frac{300\text{km}}{100\text{km}} = 3; \quad \frac{D_{/1,3/}}{A_{/1,3/}} = \frac{280\text{km}}{300\text{km}} = 0,93;$$

$$\frac{D/1,4/}{A/1,4/} = \frac{320\text{km}}{400\text{km}} = 0,8; \quad \frac{D/2,3/}{A/2,3/} = \frac{310\text{km}}{200\text{km}} = 1,55;$$

$$\frac{D/2,4/}{A/2,4/} = \frac{330\text{km}}{250\text{km}} = 1,32; \quad \frac{D/3,4/}{A/3,4/} = \frac{290\text{km}}{150\text{km}} = 1,93.$$

2/ Realizując 5 punkt instrukcji dokonuje się następującego usystematyzowania danych:

$$\left\{ \begin{array}{l} \alpha_{1,2/} = 60^{\circ}; \quad D_{1,2/} = 300\text{km}; \quad \frac{D/1,2/}{A/1,2/} = 3; \end{array} \right\}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \alpha_{1,3/} = 76^{\circ}; \quad D_{1,3/} = 280\text{km}; \quad \frac{D/1,3/}{A/1,3/} = 0,93; \end{array} \right\}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \alpha_{1,4/} = 82^{\circ}; \quad D_{1,4/} = 320\text{km}; \quad \frac{D/1,4/}{A/1,4/} = 0,8; \end{array} \right\}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \alpha_{2,3/} = 74^{\circ}; \quad D_{2,3/} = 310\text{km}; \quad \frac{D/2,3/}{A/2,3/} = 1,55; \end{array} \right\}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \alpha_{2,4/} = 64^{\circ}; \quad D_{2,4/} = 330\text{km}; \quad \frac{D/2,4/}{A/2,4/} = 1,32; \end{array} \right\}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \alpha_{3,4/} = 72^{\circ}; \quad D_{3,4/} = 290\text{km}; \quad \frac{D/3,4/}{A/3,4/} = 1,93. \end{array} \right\}$$

3/ Realizując 6, 7, 8 i 9 punkt instrukcji, stosownie do wyżej usystematyzowanych w poszczególnych wierszach danych, wypisuje się z wybranych tablic wartości linie błędów, które w tym przypadku będą miały wartości:

$$d_{1,2/} = 39\text{km}; \quad d_{1,3/} = 11\text{km}; \quad d_{1,4/} = 10\text{km};$$

$$d_{2,3/} = 17\text{km}; \quad d_{2,4/} = 18\text{km}; \quad d_{3,4/} = 21\text{km}.$$

4/ Realizując 10 punkt instrukcji, wypisane wartości liniowe błędów namierzenia systematyzuje się w szereg stanowiący następujący zbiór:

$$L_s = \{d_1=10\text{km}; d_2=11\text{km}; d_3=17\text{km}; d_4=18\text{km}; d_5=21\text{km}; d_6=39\text{km}\}$$

co stanowi już rozwiązanie problemu.

O d p o w i e d ź

Dla wymienionej w przykładzie sieci namierzenia można wyróżnić 6 błędów liniowych o następujących wartościach: 10km, 11km, 17km, 18km, 21km i 39km.

Wynik rozwiązania, przy wykorzystaniu wzoru 7, można wyrazić również w następującej postaci:

$$P(R_s \leq \pi L_s^2) = \begin{cases} P_1 \longleftrightarrow L_s = 10\text{km} \\ P_2 \longleftrightarrow L_s = 11\text{km} \\ P_3 \longleftrightarrow L_s = 17\text{km} \\ P_4 \longleftrightarrow L_s = 18\text{km} \\ P_5 \longleftrightarrow L_s = 21\text{km} \\ P_6 \longleftrightarrow L_s = 39\text{km} \end{cases}$$

gdzie:

$$P_1 < P_2 < P_3 < P_4 < P_5 < P_6$$

co odczytuje się:

- prawdopodobieństwo, że namierzona radiostacja znajduje się wewnątrz okręgu o powierzchni „ R_s ” wyznaczonej promieniem „ L_s ” wynosi „ P_1 ”, wtedy i tylko wtedy gdy $L_s=10\text{km}$;
- prawdopodobieństwo, że namierzona radiostacja znajduje się wewnątrz okręgu o powierzchni „ R_s ” wyznaczonej promieniem

"L_S" wynosi "P₂", wtedy i tylko wtedy, gdy L_S=11km;

- prawdopodobieństwo, że namierzona radiostacja znajduje się wewnątrz okręgu o powierzchni "R_S" wyznaczonej promieniem

"L_S" wynosi "P₃", wtedy i tylko wtedy, gdy L_S=17km;

- prawdopodobieństwo, że namierzona radiostacja znajduje się wewnątrz okręgu o powierzchni "R_S" wyznaczonej promieniem

"L_S" wynosi "P₄", wtedy i tylko wtedy, gdy L_S=18km;

- prawdopodobieństwo, że namierzona radiostacja znajduje się wewnątrz okręgu o powierzchni "R_S" wyznaczonej promieniem

"L_S" wynosi "P₅", wtedy i tylko wtedy, gdy L_S=21km;

- prawdopodobieństwo, że namierzona radiostacja znajduje się wewnątrz okręgu o powierzchni "R_S" wyznaczonej promieniem

"L_S" wynosi "P₆", wtedy i tylko wtedy, gdy L_S=39km.

Jak zaznaczono na wstępie niniejszego rozdziału, błąd namierzania składa się z dwóch elementów:

1/ wartości liniowych;

2/ wartości prawdopodobieństwa przypisanych /właściwych/ danym wartościom liniowym.

Zatem obliczanie błędu namierzania /wartości liniowych i wartości prawdopodobieństwa/ sprowadza się do połączenia w jedną całość problematyki rozwiązywanej w przykładzie 2 i 3, a konkretnie - zapisów ze strony 15 i 22 . W konsekwencji tego uzyskuje się wynik:

$$P(R_S \leq \pi \cdot L_S^2) = \begin{cases} 0,2500 \longleftrightarrow L_S = 10\text{km} \\ 0,4375 \longleftrightarrow L_S = 11\text{km} \\ 0,5781 \longleftrightarrow L_S = 17\text{km} \\ 0,6836 \longleftrightarrow L_S = 18\text{km} \\ 0,7627 \longleftrightarrow L_S = 21\text{km} \\ 0,8220 \longleftrightarrow L_S = 39\text{km} \end{cases}$$

interpretujący już cały błąd namierzania, który odczytuje się:

- prawdopodobieństwo, że namierzona radiostacja znajduje się wewnątrz okręgu o powierzchni „ R_g ” wyznaczonej promieniem „ L_g ” wynosi 0,2500, wtedy i tylko wtedy, gdy $L_g=10\text{km}$;

- prawdopodobieństwo, że namierzona radiostacja znajduje się wewnątrz okręgu o powierzchni „ R_g ” wyznaczonej promieniem „ L_g ” wynosi 0,4375, wtedy i tylko wtedy, gdy $L_g=11\text{km}$;

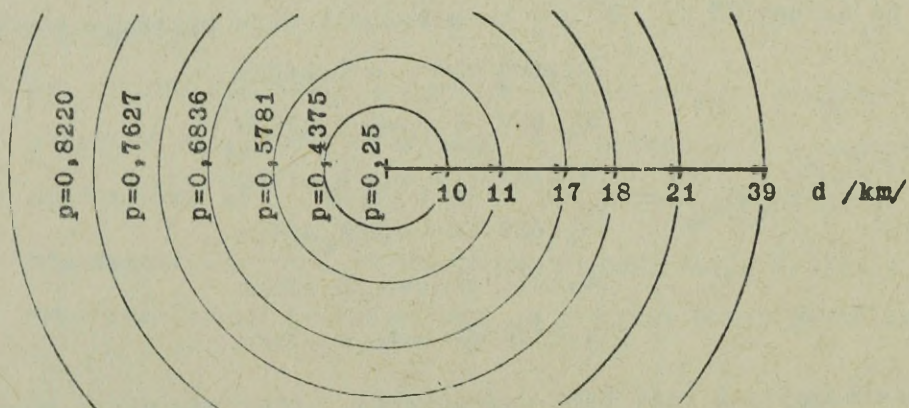
- prawdopodobieństwo, że namierzona radiostacja znajduje się wewnątrz okręgu o powierzchni „ R_g ” wyznaczonej promieniem „ L_g ” wynosi 0,5781, wtedy i tylko wtedy, gdy $L_g=17\text{km}$;

- prawdopodobieństwo, że namierzona radiostacja znajduje się wewnątrz okręgu o powierzchni „ R_g ” wyznaczonej promieniem „ L_g ” wynosi 0,6836, wtedy i tylko wtedy, gdy $L_g=18\text{km}$;

- prawdopodobieństwo, że namierzona radiostacja znajduje się wewnątrz okręgu o powierzchni „ R_g ” wyznaczonej promieniem „ L_g ” wynosi 0,7627, wtedy i tylko wtedy, gdy $L_g=21\text{km}$;

- prawdopodobieństwo, że namierzona radiostacja znajduje się wewnątrz okręgu o powierzchni „ R_g ” wyznaczonej promieniem „ L_g ” wynosi 0,8220, wtedy i tylko wtedy, gdy $L_g=39\text{km}$.

Uzyskany wynik dla tak usytuowanej sieci namierzania jak w przykładzie 3 jest tożsamy z jej optymalnymi możliwościami namierzania i w interpretacji graficznej posiada następujący obraz:



Rysunek 2

IV: ALGORYTM OBLICZANIA EFEKTYWNOŚCI KRÓTKOFALOWEGO ROZPOZNANIA
RADIOWEGO

S T A R T

1. FORMUŁOWANIE PROBLEMU

1.1. Podać dane umożliwiające wykorzystanie wzorów 2 1 3 oraz tablic od 1 do 10

2. SYSTEMATYZOWANIE DANYCH WYJŚCIOWYCH

2.1. $T_s = ?$ sek. - czas trwania jednego seansu łączności radiostacji poszukiwanej

2.2. $\Delta f = ?$ kHz - szerokość pasma częstotliwości przydzielonego na jedno stanowisko poszukiwania i wykrywania

2.3. $f = ?$ kHz/sek - tempo przestrajania odborników na stanowiskach poszukiwania i wykrywania

2.4. $t_0 = ?$ sek. - czas identyfikacji poszukiwanej radiostacji na stanowisku poszukiwania i wykrywania

2.5. $n_{oi} = ?$ rds/kHz - gęstość zajętości rozpoznawanego pasma

2.6. $n_s = ?$ - liczba seansów łączności poszukiwanych i wykrywanych radiostacji na tych samych danych radiowych

2.7. $\bar{w} = ?$ - liczba pozorowanych radiostacji

2.8. $n_r = ?$ - liczba namierników w sieci namierzania

2.9. $\alpha_{/1,j} = ?$ stopni - kąt nachylenia podstawy namierzania "1,j" pary namierników

2.10. $A_{/1,j} = ?$ km - długość podstawy namierzania "1,j" pary namierników

2.11. $D_{/1,J/} = ?$ km - odległość namierzania dla „1,J” pary namierników

2.12. $\frac{D_{/1,J/}}{A_{/1,J/}} = ?$ - stosunek odległości do podstawy namierzania dla „1,J” pary namierników

3. OBLICZANIE OPTYMALNYCH MOŻLIWOŚCI POSZUKIWANIA I WYKRYWANIA „M_p”

3.1. Dane wyjściowe: „2.7”, „2.1”, „2.2”, „2.3”, „2.4”, „2.5” podstawić do wzoru:

$$P_1(x_j = \bar{w}) = \frac{T_s}{4f(\frac{1}{f} + t_0 \cdot n_{oi})} = ?$$

i obliczyć „p”, to jest wartość prawdopodobieństwa wykrycia $\{x_j\}$ zbioru radiostacji o liczebności „ \bar{w} ” pracujących w jednym seansie łączności / $n_s=1$ /

3.2. Dane wyjściowe: „2.6” i „2.7” oraz wynik obliczeń „3.1” podstawić do wzoru:

$$P_{n_s}(x_j = \bar{w}) = \sum_{k=1}^{n_s} (-1)^{k+1} \binom{n_s}{k} p^k = ?$$

i obliczyć wartość prawdopodobieństwa wykrycia $\{x_j\}$ zbioru radiostacji o liczebności „ \bar{w} ” pracujących w „ n_s ” seansach łączności

3.3. Dane wyjściowe: „2.6” i „2.7” oraz wynik obliczeń „3.2” podstawić do wzoru:

$$M_p = \bar{w} \sum_{k=1}^{n_s} (-1)^{k+1} \binom{n_s}{k} p^k = ? \text{ rdst}$$

i obliczyć optymalne możliwości poszukiwania i wykrywania „M” wyrażone w wartości bezwzględnej, to jest liczbie radiostacji możliwych do wykrycia w procesie poszukiwania i wykrywania

4. OBLICZANIE OPTYMALNYCH MOŻLIWOŚCI NAMIERZANIA „M_Z”

4.1. Dane wyjściowe „2.8” oraz jednostkową wartość prawdopodobieństwa, z jaką pojedyncze namierniki mogą wskazywać azymuty na namierzane radio-

stałe, to jest wartość „p_j” podstawić do wzoru:

$$P(R_S \leq \pi \cdot L_S^2) = \sum_{k=1}^{\binom{n_r}{2}} (-1)^{k+1} \binom{\binom{n_r}{2}}{k} p_j^{2k} = ?$$

i obliczyć wartość prawdopodobieństwa właściwą największej wartości liniowej błędu namierzenia wyróżnionej ze zbioru:

$$\binom{n_r}{2}$$

tych wartości. Następnie zmniejszając wskaźnik:

$$\binom{n_r}{2}$$

o „1”, obliczyć wartość prawdopodobieństwa dla kolejno mniejszej wartości liniowej błędu namierzenia i powtarzać te obliczenia „x” razy, aż:

$$\binom{n_r}{2} - x = 1$$

co oznaczać będzie, że ostatnio wyliczona wartość prawdopodobieństwa właściwa jest najmniejszej wartości liniowej błędu namierzenia, jaki dla „n_r” namiernikowej sieci wyróżniony został ze zbioru:

$$\binom{n_r}{2}$$

tych wartości

Uwaga 1

Przy obliczaniu wartości prawdopodobieństwa dla poszczególnych wartości liniowych błędów namierzenia, zamiast posługiwać się wymienionym wzorem, można wykorzystać tablicę nr 1, w której zawarte są wartości prawdopodobieństwa przy: p_j=0,5 oraz 2 ≤ n_r ≤ 8

4.2. Wyniki obliczeń „4.1” uszeregować według wartości rosnących i zapisać:

$$P(R_S \leq \pi \cdot L_S^2) = \begin{cases} p_1 = ? \\ p_2 = ? \\ \vdots \\ p_{\binom{n_r}{2}} = ? \end{cases} \quad \begin{array}{l} \text{gdzie:} \\ p_1 < p_2 \dots < p_{\binom{n_r}{2}} \end{array}$$

4.3. Dane wyjściowe: „2.9”, „2.10”, „2.11” i odpowiednie wartości błędów kątowych namierników „ $|\Delta\alpha|$ ” podstawić do wzoru:

$$d_i = 0,4 \sqrt{Z^2 (X_c^2 + 1 - 2 X_c \cos|\Delta\alpha|)}$$

gdzie:

$$Z^2 = D^2 + \frac{A^2}{4} + AD \cos\alpha$$

$$X_c = \frac{A \left(\frac{A}{2} \sin|\Delta\alpha| + D \sin(\alpha - |\Delta\alpha|) \right)}{\left(\frac{A^2}{4} - D^2 \right) \sin 2|\Delta\alpha| + AD \sin\alpha \cos 2|\Delta\alpha|}$$

i obliczyć wartości liczbowe błędów namierzenia dla wszystkich par namierników danej sieci, to jest dla:

$$\binom{n_r}{2}$$

tych par, lub obliczając:

$$\frac{D_{/1, j/}}{A_{/1, j/}} = ?$$

i systematyzując wyniki tych obliczeń z danymi wyjściowymi „2.9” oraz „2.11” wierszami:

$$\left\{ \alpha_{/1, 2/} = ?; \quad D_{/1, 2/} = ?; \quad \frac{D_{/1, 2/}}{A_{/1, 2/}} = ? \right\}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \alpha_{/1, 3/} = ?; \quad D_{/1, 3/} = ?; \quad \frac{D_{/1, 3/}}{A_{/1, 3/}} = ? \\ \vdots \\ \alpha_{/n-1, n/} = ?; \quad D_{/n-1, n/} = ?; \quad \frac{D_{/n-1, n/}}{A_{/n-1, n/}} = ? \end{array} \right\}$$

do obliczania wartości liczbowych błędów namierzenia wykorzystać tablice od numeru 2 do 10

4.4. Wyniki obliczeń „4.3” uszeregować według wartości rosnących i zapisać:

$$L_s = \begin{cases} d_1 = ? \text{ km} \\ d_2 = ? \text{ km} \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ d_{\binom{n_r}{2}} = ? \text{ km} \end{cases} \quad \text{gdzie:} \quad d_1 < d_2 < \dots < d_{\binom{n_r}{2}}$$

4.5. Wyniki obliczeń „4.2” i „4.4” połączyć z sobą i wyrazić w postaci:

$$P(R_S \leq \pi \cdot L_S^2) = \begin{cases} p_1 \longleftrightarrow L_S = d_1 \text{ km} \\ p_2 \longleftrightarrow L_S = d_2 \text{ km} \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ p_{\binom{n_r}{2}} \longleftrightarrow L_S = d_{\binom{n_r}{2}} \text{ km} \end{cases}$$

co stanowi wynik optymalnych możliwości namierzenia wyrażony w wartościach względnych

4.6. Wartości prawdopodobieństwa „p₁” stanowiące wynik obliczeń „4.2” pomnożyć kolejno przez optymalne możliwości poszukiwania i wykrywania „M₂” wyrażone w wartości bezwzględnej, to jest wynik obliczeń „3.3” i zapisać:

$$M_2 = \begin{cases} a_1 \text{ rdst} \longrightarrow L_S \leq d_1 \text{ km} \\ a_2 \text{ rdst} \longrightarrow L_S \leq d_2 \text{ km} \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ a_n \text{ rdst} \longrightarrow L_S \leq d_{\binom{n_r}{2}} \text{ km} \end{cases}$$

gdzie:

$$a_1 < a_2 < \dots < a_n$$

$$d_1 < d_2 < \dots < d_{\binom{n_r}{2}}$$

co stanowi wynik optymalnych możliwości namierzenia wyrażony w wartościach bezwzględnych

5. USTALANIE EFEKTU POSZUKIWANIA I WYKRYWANIA „E”, CZYLI LICZBY RADIOSTACJI WYKRYTYCH I ZIDENTYFIKOWANYCH W TYM PROCESIE

5.1. Zebrać blankiety odbiorcze ze stanowisk poszukiwania i wykrywania i na tej podstawie ustalić liczbę wykrytych i zidentyfikowanych radiostacji, to jest:

$$E_p = ? \text{ rdst}$$



6. USTALANIE EFEKTU NAMIERZANIA „ E_z ”, CZYLI LICZBY RADIOSTACJI ZLOKALIZOWANYCH Z POSZCZEGÓLNYMI BŁĘDAMI LINIOWYMI

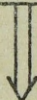
6.1. Na podstawie mapy namierzenia ustalić ilości radiostacji zlokalizowanych w przedziałach wartości liniowej „ d_1 ” określonych w procesie wyliczeń „4.3” jako optymalne wartości liniowe błędów namierzenia i zapisać to w postaci:

$$E_z = \begin{cases} b_1 \text{ rdst} \longrightarrow L_s \leq d_1 \text{ km} \\ b_2 \text{ rdst} \longrightarrow L_s \leq d_2 \text{ km} \\ \cdot \qquad \qquad \qquad \cdot \qquad \cdot \\ \cdot \qquad \qquad \qquad \cdot \qquad \cdot \\ \cdot \qquad \qquad \qquad \cdot \qquad \cdot \\ b_n \text{ rdst} \longrightarrow L_s \leq d_{\binom{n}{2}} \text{ km} \end{cases}$$

gdzie:

$$b_1 < b_2 < \dots < b_n$$

$$d_1 < d_2 < \dots < d_{\binom{n}{2}}$$



7. OBLICZENIA KOŃCOWE

7.1. Wyniki obliczeń: „3.3” i „4.6” oraz ustaleń: „5.1” i „6.1” podstawić do wzoru:

$$E_r = \frac{E_p}{2M_p} + \frac{E_z}{2M_z} = ?$$

i zapisać w postaci:

$$E_r = \frac{E_p}{2M_p} + \frac{1}{n} \left(\frac{b_1}{a_1} + \frac{b_2}{a_2} + \dots + \frac{b_n}{a_n} \right) = ?$$

co stanowi rozwiązanie problemu



K O N I E C

PRZYKŁAD 4

① FORMUŁOWANIE PROBLEMU

1.1. Obliczyć efektywność krótkofalowego rozpoznania radiowego „E_r”, jeśli wiadomo, że:

- a/ poszukiwanie i wykrywanie prowadzone było przez 10 stanowisk w paśmie od 2 do 5 MHz;
- b/ 24 pozorowane radiostacje nadawały kluczem w ciągu 3 godzin po 3 radiogramy 30-grupowe, każda w tempie 12 grup/minutę, a korespondencja przez cały czas prowadzona była na tych samych danych radiowych;
- c/ przestrajanie odbiorników na stanowiskach poszukiwania i wykrywania odbywało się w tempie 120 kHz/minutę;
- d/ co druga grupa w nadawanych radiogramach posiada cechę identyfikacyjną;
- e/ oprócz pozorowanych, pracowało jeszcze 90 innych radiostacji w rozpoznawanym paśmie częstotliwości;
- f/ w procesie poszukiwania i wykrywania wykryto 16 radiostacji;
- g/ do namierzania radiostacji wykorzystywana była sieć w składzie 4 namierników R-359 tak usytuowanych w terenie, że:
 - dla pary namierników nr 1 i 2 podstawa namierzania wynosiła 100km, odległość namierzania 300km, stosunek odległości do podstawy namierzania wynosił 3, a kąt nachylenia podstawy namierzania 60°;
 - dla pary namierników nr 1 i 3 podstawa namierzania wynosiła 300km, odległość namierzania 280km, stosunek odległości do podstawy namierzania wynosił 0,93, a kąt nachylenia podstawy namierzania 76°;
 - dla pary namierników nr 1 i 4 podstawa namierzania wynosiła 400km, odległość namierzania 320km, stosunek odległości do podstawy namierzania wynosił 0,8, a kąt nachylenia podstawy namierzania 82°;
 - dla pary namierników nr 2 i 3 podstawa namierzania wynosiła 200km, odległość namierzania 310km, stosunek odległości do podstawy namierzania wynosił 1,55, a kąt nachylenia podstawy namierzania 74°;

- dla pary namierników nr 2 i 4 podstawa namierzenia wynosiła 250km, odległość namierzenia 330km, stosunek odległości do podstawy namierzenia wynosił 1,32, a kąt nachylenia podstawy namierzenia 64° ;
- dla pary namierników nr 3 i 4 podstawa namierzenia wynosiła 150km, odległość namierzenia 290km, stosunek odległości do podstawy namierzenia wynosił 1,93, a kąt nachylenia podstawy namierzenia 72° ;

h/ w procesie namierzenia zlokalizowano 16 rdad, z czego:

- 1 radiostację z błędem liniowym 2km;
- 2 radiostacje z błędem liniowym 9km;
- 1 radiostację z błędem liniowym 10,5km;
- 1 radiostację z błędem liniowym 11km;
- 1 radiostację z błędem liniowym 16km;
- 1 radiostację z błędem liniowym 17,5km;
- 1 radiostację z błędem liniowym 18km;
- 2 radiostacje z błędem liniowym 20km;
- 1 radiostację z błędem liniowym 30km;
- 1 radiostację z błędem liniowym 38km;
- 4 radiostacje z błędem liniowym 45km.

2. SYSTEMATYZOWANIE DANYCH WYJŚCIOWYCH

- 2.1. $T_s = 150$ sek. - bo 1 minuta podzielona przez tempo nadawania 12 grup na minutę daje 5-sekundowy czas nadawania 1 grupy znaków, co mnożone przez ilość grup w radiogramie /30 grup/ daje 150-sekundowy czas trwania jednego sesansu łączności;
- 2.2. $\Delta f = 300$ kHz - bo pasmo rozpoznania od 2 do 5 MHz dzielone na 10 stanowisk daje 300 kHz pasmo dla 1 stanowiska poszukiwania i wykrywania;
- 2.3. $\mathcal{J} = 2$ kHz/sek. - bo tempo przestrajania z szybkością 120 kHz na minutę, w przeliczeniu na sekundy daje tempo 2 kHz/sek.;
- 2.4. $t_0 = 15$ sek. - bo jeśli co druga grupa radiogramu posiada cechę identyfikacyjną, to aby można było dokonać identyfikacji, należy przechwycić przynajmniej 3 kolejne grupy radiogramu, co przy 5-sekundowym czasie nadawania 1 grupy zajmie 15 sekund;

- 2.5. $n_{01} = 0,038$ rdst/kHz - bo 24 radiostacje pozorowane i 90 innych daje gęstość zajętości 114 radiostacji na 3 MHz, co w przeliczeniu na 1 kHz odpowiada wskaźnikowi 0,038 rdst/kHz;
- 2.6. $n_s = 3$ seanse - bo każda radiostacja nadawała po 3 radiogramy;
- 2.7. $\bar{w} = 24$ rdst - bo tyle radiostacji było pozorowanych;
- 2.8. $n_r = 4$ namierniki - bo sieć namierzania składała się z tylu namierników;
- 2.9. $\alpha_{/1,2/} = 60^\circ$; $\alpha_{/1,3/} = 76^\circ$; $\alpha_{/1,4/} = 82^\circ$;
 $\alpha_{/2,3/} = 74^\circ$; $\alpha_{/2,4/} = 64^\circ$; $\alpha_{/3,4/} = 72^\circ$;
- 2.10. $A_{/1,2/} = 100\text{km}$; $A_{/1,3/} = 300\text{km}$; $A_{/1,4/} = 400\text{km}$;
 $A_{/2,3/} = 200\text{km}$; $A_{/2,4/} = 250\text{km}$; $A_{/3,4/} = 150\text{km}$;
- 2.11. $D_{/1,2/} = 300\text{km}$; $D_{/1,3/} = 280\text{km}$; $D_{/1,4/} = 320\text{km}$;
 $D_{/2,3/} = 310\text{km}$; $D_{/2,4/} = 330\text{km}$; $D_{/3,4/} = 290\text{km}$;
- 2.12. $\frac{D_{/1,2/}}{A_{/1,2/}} = 3$; $\frac{D_{/1,3/}}{A_{/1,3/}} = 0,93$; $\frac{D_{/1,4/}}{A_{/1,4/}} = 0,8$;
 $\frac{D_{/2,3/}}{A_{/2,3/}} = 1,55$; $\frac{D_{/2,4/}}{A_{/2,4/}} = 1,32$; $\frac{D_{/3,4/}}{A_{/3,4/}} = 1,93$.

3. OBLICZANIE OPTYMALNYCH MOŻLIWOŚCI POSZUKIWANIA I WYKRYWANIA „M_p”

3.1. Podstawiając dane wyjściowe: „2.7”, „2.1”, „2.2”, „2.3” „2.4”, „2.5”, oblicza się wartość prawdopodobieństwa wykrycia $\{x_1\}$ zbioru radiostacji o liczebności $\bar{w}=24$ pracujących w jednym seansie łączności $/n_s=1/$:

$$P(\{x_i\}=\bar{w}) = \frac{150s}{300\text{kHz} \left(\frac{1}{2\text{kHz}} + 15s \frac{0,038 \text{ rdst}}{1\text{kHz}} \right)}$$

$$= \frac{150s}{300kHz \left(\frac{1s}{2kHz} + \frac{0,57s}{1kHz} \right)}$$

$$= \frac{150s}{300kHz \frac{1s + 1,14s}{2kHz}}$$

$$= \frac{150s}{300kHz \frac{2,14s}{2kHz}} = \frac{150s}{642s}$$

$$= 150s \frac{2}{642s} = \frac{300s}{642s} \approx 0,47$$

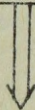
$$p = \underline{0,47}$$

3.2. Podstawiając dane wyjściowe: „2.6” i „2.7” oraz wynik „3.1”, oblicza się wartość prawdopodobieństwa wykrycia $\{X_1\}$ zbioru radiostacji o liczebności $\bar{N}=24$ pracujących w 3 seansach łączności $/n_s=3/$:

$$\begin{aligned} P_3(\{X_1\} = \bar{24}) &= \sum_{k=1}^3 (-1)^{k+1} \binom{3}{k} 0,47^k = \\ &= 3 \cdot 0,47 - 3 \cdot 0,47^2 + 0,47^3 = \\ &= 1,41 - 0,6627 + 0,103823 = \\ &= 0,851123 \approx \underline{0,85} \end{aligned}$$

3.3. Podstawiając dane wyjściowe: „2.6” i „2.7” oraz wynik „3.2” oblicza się optymalne możliwości poszukiwania i wykrywania „ M_p ” wyrażone w wartości bezwzględnej, to jest liczbie radiostacji możliwych do wykrycia oraz zidentyfikowania w procesie poszukiwania i wykrywania:

$$\begin{aligned} M_p &= 24 \sum_{k=1}^3 (-1)^{k+1} \binom{3}{k} 0,47^k = 24 \cdot 0,85 = \\ &= 20,4 \approx \underline{20 \text{ rdst}} \end{aligned}$$





4. OBLICZANIE OPTYMALNYCH MOŻLIWOŚCI NAMIERZANIA „M_Z”

Uwaga 1

W niniejszym przykładzie instrukcja „4” realizowana będzie przy wykorzystaniu tablic od 1 do 10.

4.1. Stosownie do danej wyjściowej „2.8” /n_r=4/, z owej kolumny tablicy 1, wypisuje się wartości prawdopodobieństwa właściwe błędom liniowym wyróżnianym w 4-namiernikowej sieci: 0,2500; 0,4375; 0,5781; 0,6836; 0,7627; 0,8220.

4.2. Wynik wykonania instrukcji „4.1” uszeregowuje się według wartości rosnących i zapisuje w postaci:

$$P(R_S \leq \pi \cdot L_S^2) = \begin{cases} p_1 = 0,2500 \\ p_2 = 0,4375 \\ p_3 = 0,5781 \\ p_4 = 0,6836 \\ p_5 = 0,7627 \\ p_6 = 0,8220 \end{cases}$$

4.3. Systematyzując wierszami dane wyjściowe: „2.9”, „2.11” i „2.12”, z tablic: 3, 4 i 5 wypisuje się wartości liniowe „d_{/1,j/}” błędów namierzenia zbioru „L_S” wyróżnionych w 4-namiernikowej sieci:

$$\left\{ \begin{array}{l} \alpha_{/1,2/} = 60^\circ; \quad D_{/1,2/} = 300\text{km}; \quad \frac{D_{/1,2/}}{A_{/1,2/}} = 3 \end{array} \right\} \rightarrow d_{/1,2/} = 39\text{km}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \alpha_{/1,3/} = 76^\circ; \quad D_{/1,3/} = 280\text{km}; \quad \frac{D_{/1,3/}}{A_{/1,3/}} = 0,93 \end{array} \right\} \rightarrow d_{/1,3/} = 11\text{km}$$

c.d: instrukcji 4

$$\left\{ \begin{array}{l} \alpha_{/1,4/} = 82^\circ; \quad D_{/1,4/} = 320\text{km}; \quad \frac{D_{/1,4/}}{A_{/1,4/}} = 0,8 \end{array} \right\} \longrightarrow d_{/1,4/} = 10\text{km}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \alpha_{/2,3/} = 74^\circ; \quad D_{/2,3/} = 310\text{km}; \quad \frac{D_{/2,3/}}{A_{/2,3/}} = 1,55 \end{array} \right\} \longrightarrow d_{/2,3/} = 17\text{km}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \alpha_{/2,4/} = 64^\circ; \quad D_{/2,4/} = 330\text{km}; \quad \frac{D_{/2,4/}}{A_{/2,4/}} = 1,32 \end{array} \right\} \longrightarrow d_{/2,4/} = 18\text{km}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \alpha_{/3,4/} = 72^\circ; \quad D_{/3,4/} = 290\text{km}; \quad \frac{D_{/3,4/}}{A_{/3,4/}} = 1,93 \end{array} \right\} \longrightarrow d_{/3,4/} = 21\text{km}$$

4.4. Wynik wykonania instrukcji „4.3” uszeregowuje się według wartości rosnących i zapisuje:

$$L_s = \begin{cases} d_1 = 10\text{km} \\ d_2 = 11\text{km} \\ d_3 = 17\text{km} \\ d_4 = 18\text{km} \\ d_5 = 21\text{km} \\ d_6 = 39\text{km} \end{cases}$$

4.5. Wyniki wykonania instrukcji „4.2” i „4.4” łączy się i wyraża:

$$P(R_s \leq \pi \cdot L_s^2) = \begin{cases} 0,2500 \iff L_s = 10\text{km} \\ 0,4375 \iff L_s = 11\text{km} \\ 0,5781 \iff L_s = 17\text{km} \\ 0,6836 \iff L_s = 18\text{km} \\ 0,7627 \iff L_s = 21\text{km} \\ 0,8220 \iff L_s = 39\text{km} \end{cases}$$

4.6. Mnożąc wynik wykonania instrukcji „4.2” przez wynik wykonania instrukcji „3.3” oblicza się optymalne możliwości namierzenia „M_Z” wyrażone w wartościach bezwzględnych:

$M_z =$	5 rdst	→	$L_s \leq 10\text{km}$
	9 rdst	→	$L_s \leq 11\text{km}$
	12 rdst	→	$L_s \leq 17\text{km}$
	14 rdst	→	$L_s \leq 18\text{km}$
	15 rdst	→	$L_s \leq 21\text{km}$
	16 rdst	→	$L_s \leq 39\text{km}$

5. USTALANIE EFEKTU POSZUKIWANIA I WYKRYWANIA „E_p”

5.1. Efekt poszukiwania i wykrywania podany jest w treści sformułowanego problemu /punkt „1.1.h”/ i wynosi:

$$E_p = 16 \text{ rdst}$$

6. USTALANIE EFEKTU NAMIERZANIA „E_z”

6.1. Systematyzując efekt namierzenia wyrażony w sformułowanym problemie /podpunkty punktu „1.1.h”/ według przedziałów wartości liniowych „d₁” błędów namierzenia ustalonych w wyniku wykonania instrukcji „4.4”, zapisuje się:

$E_z =$	3 rdst	→	$L_s \leq 10\text{km}$
	4 rdst	→	$L_s \leq 11\text{km}$
	5 rdst	→	$L_s \leq 17\text{km}$
	7 rdst	→	$L_s \leq 18\text{km}$
	9 rdst	→	$L_s \leq 21\text{km}$
	11 rdst	→	$L_s \leq 39\text{km}$

7. OBLICZENIA KOŃCOWE

7.1. Podstawiając wyniki wykonania instrukcji „3.3”, „4.6”;

„5.1” i „6.1” oblicza się efektywność krótkofalowego rozpoznania radiowego:

$$E_r = \frac{16rdst}{2 \cdot 20rdst} + \frac{1}{6} \left(\frac{3}{5} + \frac{4}{9} + \frac{5}{12} + \frac{7}{14} + \frac{8}{15} + \frac{11}{16} \right) = 0,67$$

T A B L I C E

WARTOŚCI PRAWDOPODOBIENSTWA I WARTOŚCI LINIOWYCH BŁĘDÓW NAMIERZANIA

$$P(d_i) = ?$$

$$d_i = ? \text{ km}$$

TABLECA WARTOŚCI PRAWDOPODOBIEŃSTWA BŁĘDÓW NAMIERZANIA

$P(d_i) =$

Liczba w sieci namierzania n wyróżnianych błędów liniowych d_i	2	3	4	5	6	7	8
1	0,2500	0,2500	0,2500	0,2500	0,2500	0,2500	0,2500
2	-	0,4375	0,4375	0,4375	0,4375	0,4375	0,4375
3	-	0,5781	0,5781	0,5781	0,5781	0,5781	0,5781
4	-	-	0,6836	0,6836	0,6836	0,6836	0,6836
5	-	-	0,7627	0,7627	0,7627	0,7627	0,7627
6	-	-	0,8220	0,8220	0,8220	0,8220	0,8220
7	-	-	-	0,8665	0,8665	0,8665	0,8665
8	-	-	-	0,8999	0,8999	0,8999	0,8999
9	-	-	-	0,9249	0,9249	0,9249	0,9249
10	-	-	-	0,9437	0,9437	0,9437	0,9437
11	-	-	-	-	0,9578	0,9578	0,9578
12	-	-	-	-	0,9683	0,9683	0,9683
13	-	-	-	-	0,9762	0,9762	0,9762
14	-	-	-	-	0,9822	0,9822	0,9822
15	-	-	-	-	0,9866	0,9866	0,9866
16	-	-	-	-	-	0,9900	0,9900
17	-	-	-	-	-	0,9925	0,9925
18	-	-	-	-	-	0,9944	0,9944
19	-	-	-	-	-	0,9958	0,9958
20	-	-	-	-	-	0,9968	0,9968
21	-	-	-	-	-	0,9976	0,9976
22	-	-	-	-	-	-	0,9982
23	-	-	-	-	-	-	0,9987
24	-	-	-	-	-	-	0,9990
25	-	-	-	-	-	-	0,9992
26	-	-	-	-	-	-	0,9994
27	-	-	-	-	-	-	0,9996
28	-	-	-	-	-	-	0,9997

Uwaga!

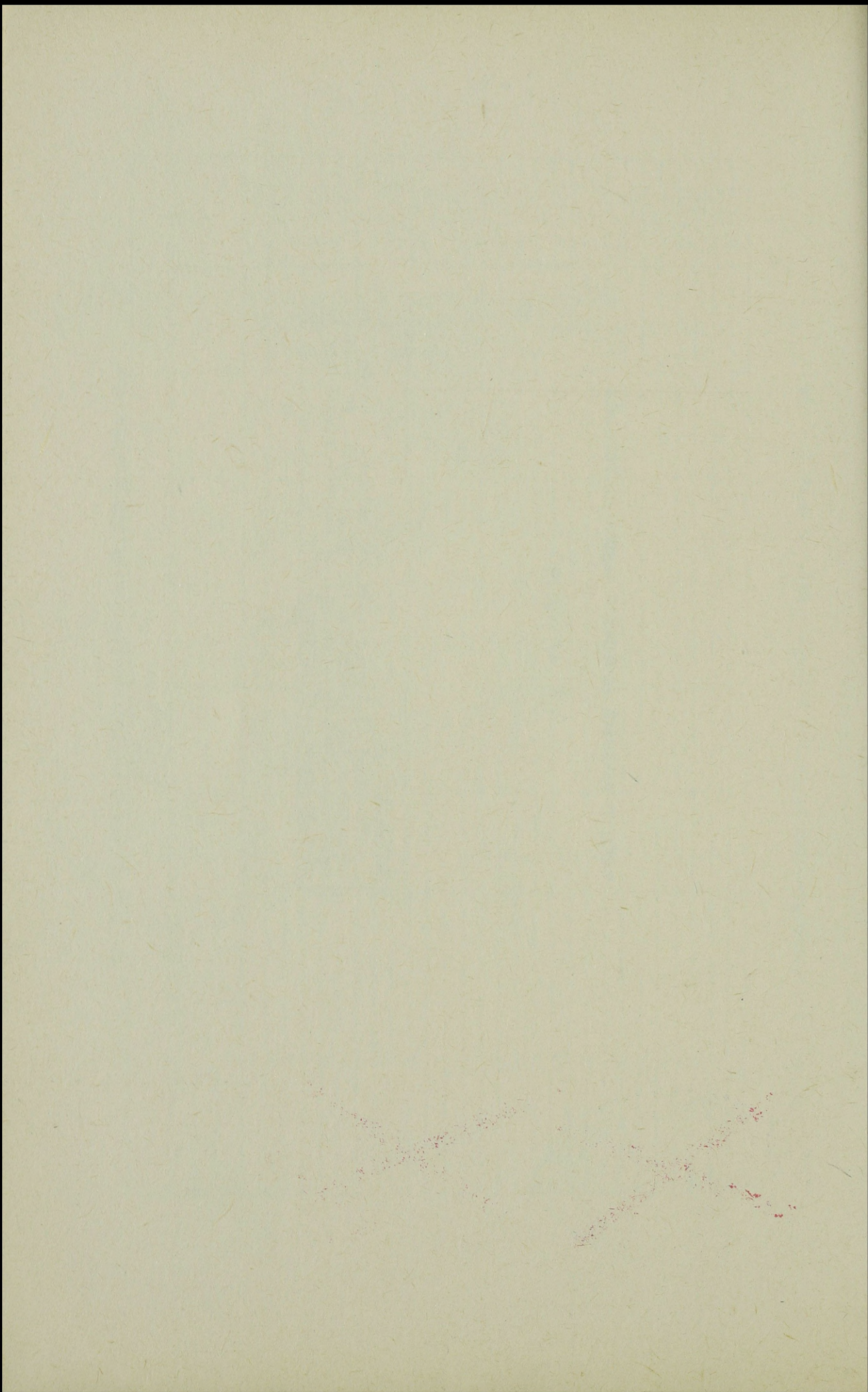
Wartości prawdopodobieństwa wyliczone zostały z wzoru 8 przy $p_j = 0,5$.

TABLICE WARTOŚCI LINIOWYCH BŁĘDÓW NAMIERZANIA

$$d_i = ? \text{ km}$$

U w a g a !

Wartości liniowe błędów namierzenia wyszczególnione w tablicach: 2 - 10, na stronach: 45 - 53, wyliczone zostały stosownie do instrukcyjnych błędów kątowych namierników R-359.

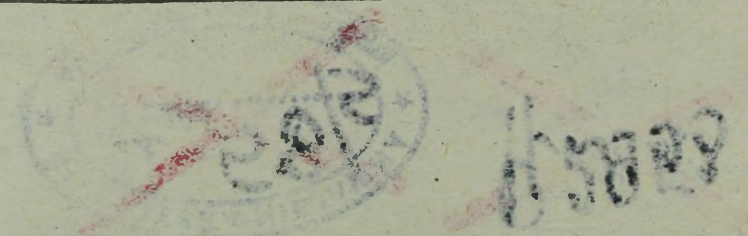


TABLICA WARTOŚCI LINIOWYCH BŁĘDÓW NAMIERZANIA

d_i [km] przy $\alpha = 90^\circ$

$ \Delta\alpha $	8°		6°	4°	3°	2°					1,6°													
	$\frac{D}{A}$	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800	850	900	950	1000	1050	1100	1150
0,5	7	12	14	12	11	9	10	12	13	14	13	14	15	16	17	18	20	21	22	23	24	25	26	28
0,6	7	14	15	12	11	9	10	12	13	15	13	14	15	16	18	19	20	21	22	24	25	26	27	28
0,7	7	15	16	13	12	9	10	12	14	16	14	15	16	17	18	20	21	22	23	25	26	27	28	30
0,8	8	16	17	14	13	10	12	13	15	17	14	16	17	18	20	21	22	23	25	26	27	29	30	31
0,9	9	18	18	15	14	11	12	14	16	18	15	17	18	19	21	22	24	25	26	28	29	30	32	33
1	10	20	20	16	15	11	13	15	17	19	16	18	19	21	22	24	25	27	28	30	31	33	34	36
1,1	11	22	22	18	16	12	14	16	18	20	17	19	21	22	24	25	27	28	30	32	33	35	36	38
1,2	12	24	24	19	17	13	15	17	19	21	19	20	22	24	25	27	29	30	32	34	35	37	39	40
1,3	13	26	26	20	18	14	16	18	21	23	20	22	23	25	27	29	31	32	34	36	38	40	41	43
1,4	15	29	28	22	19	15	17	20	22	24	21	23	25	27	29	31	33	34	36	38	40	42	44	46
1,5	16	32	31	24	21	16	18	21	23	26	22	24	26	28	30	33	35	37	39	41	43	45	47	49
1,6	18	36	33	25	22	17	19	22	25	28	24	26	28	30	32	34	37	39	41	43	45	47	50	52
1,7	20	40	36	27	24	18	20	23	26	29	25	27	30	32	34	36	39	41	43	46	48	50	52	55
1,8	22	44	39	29	25	19	22	25	28	31	26	29	31	34	36	39	41	43	46	48	51	53	55	58
1,9	25	49	43	31	27	20	23	26	29	33	28	30	33	36	38	41	43	46	48	51	53	56	58	61
2	27	55	46	33	28	21	24	28	31	34	29	32	35	37	40	43	45	48	51	53	56	59	61	64
2,1	30	61	50	35	30	22	25	29	33	36	31	34	37	39	42	45	48	51	53	56	59	62	65	67
2,2	34	68	54	37	32	23	27	31	34	38	32	35	38	41	44	47	50	53	56	59	62	65	68	71
2,3	38	77	59	40	33	24	28	32	36	40	34	37	40	43	46	49	52	56	59	62	65	68	71	74
2,4	43	87	64	42	35	25	29	34	38	42	36	39	42	45	48	52	55	58	61	65	68	71	74	78
2,5	49	98	69	45	37	26	31	35	40	44	37	41	44	47	51	54	57	61	64	68	71	74	78	81
2,6	56	113	75	47	39	28	32	37	41	46	39	42	46	49	53	56	60	63	67	70	74	78	81	85
2,7	65	130	81	50	41	29	34	38	43	48	40	44	48	51	55	59	62	66	70	73	77	81	85	88
2,8	76	153	89	53	43	30	35	40	45	50	42	46	50	54	57	61	65	69	73	77	80	84	88	92
2,9	91	182	96	56	45	31	37	42	47	52	44	48	52	56	60	64	68	72	76	80	84	88	92	96
3	111	221	105	59	47	32	38	44	49	54	46	50	54	58	62	66	70	74	79	83	87	91	95	99

Tablica 2

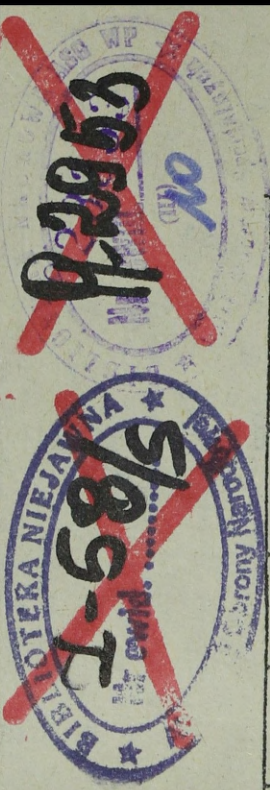


TABLICA WARTOŚCI LINIOWYCH BŁĘDÓW NAMIERZANIA

$d, [km]$ przy $\alpha = 80^\circ$

Δc	2°												1,6°											
	8°	6°	4°	3°	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800	850	900	950	1000	1050	1100	1150	1200	
0,5	7	13	14	12	11	9	10	10	12	13	14	15	16	17	18	20	21	22	23	24	25	26	28	
0,6	7	14	15	12	11	9	10	10	12	13	14	15	16	18	19	20	21	22	24	25	26	27	28	
0,7	7	15	16	13	12	9	10	10	12	14	15	16	17	18	20	21	22	23	25	26	27	28	30	
0,8	8	16	17	14	13	10	12	12	13	15	16	17	18	20	21	22	24	25	26	27	29	30	31	
0,9	9	18	18	15	14	11	12	12	14	16	17	18	19	21	22	24	25	26	28	29	31	32	33	
1	10	20	20	16	15	1	13	13	15	17	18	19	21	22	24	25	27	28	30	31	33	34	36	
1,1	11	22	22	18	16	12	14	14	16	18	20	21	22	24	25	27	29	30	32	33	35	37	38	
1,2	12	24	24	19	17	13	15	15	17	19	20	22	24	26	27	29	31	32	34	36	37	39	41	
1,3	13	27	26	21	18	14	16	16	19	21	22	24	25	27	29	31	33	34	36	38	40	42	44	
1,4	15	30	29	22	20	15	17	17	20	22	23	25	27	29	31	33	35	37	39	41	43	45	46	
1,5	17	33	31	24	21	16	18	18	21	24	25	27	29	31	33	35	37	39	41	43	45	47	49	
1,6	18	37	34	26	22	17	20	20	22	25	26	28	31	33	35	37	39	41	44	46	48	50	52	
1,7	20	41	37	28	24	18	21	21	24	27	28	30	32	35	37	39	42	44	46	48	51	53	55	
1,8	23	45	40	29	25	19	22	22	25	28	29	32	34	37	39	41	44	46	49	51	54	56	59	
1,9	25	50	44	31	27	20	23	23	27	30	31	33	36	39	41	44	46	49	51	54	57	59	62	
2	28	56	47	34	29	21	24	24	28	31	33	35	38	41	43	46	49	51	54	57	60	62	65	
2,1	31	63	51	36	30	22	26	26	29	33	34	37	40	43	46	48	51	54	57	60	63	66	68	
2,2	35	71	56	38	32	23	27	27	31	35	36	39	42	45	48	51	54	57	60	63	66	69	72	
2,3	40	80	60	41	34	24	28	28	33	37	38	41	44	47	50	53	56	60	63	66	69	72	75	
2,4	45	90	66	43	36	26	30	30	34	38	39	43	46	49	52	56	59	62	66	69	72	75	79	
2,5	52	103	71	46	38	27	31	31	36	40	41	45	48	51	55	58	62	65	69	72	75	79	82	
2,6	59	119	77	48	40	28	33	33	37	42	43	47	50	54	57	61	64	68	72	75	79	82	86	
2,7	69	138	84	51	42	29	34	34	39	44	45	49	52	56	60	67	71	75	78	82	86	90	93	
2,8	82	163	92	54	44	31	36	36	41	46	47	51	54	58	62	66	70	74	78	82	86	89	93	
2,9	93	197	100	58	46	32	37	37	43	48	49	53	57	61	65	69	73	77	81	85	89	93	97	
3	122	243	109	61	48	33	39	39	44	50	51	55	59	63	67	72	76	80	84	88	93	97	101	

Tablica 3



TABLICA WARTOŚCI LINIOWYCH BŁĘDÓW NAMIERZANIA

d_i [km] przy $\alpha = 70^\circ$

$ \Delta\alpha $	2°										1,6°													
	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800	850	900	950	1000	1050	1100	1150	1200
0,5	6	13	14	12	11	9	10	12	13	14	13	14	15	16	17	18	20	21	22	23	24	25	26	28
0,6	7	14	15	12	11	9	10	12	13	15	13	14	15	16	18	19	20	21	22	24	24	25	26	28
0,7	7	15	16	13	12	9	11	13	14	16	14	15	16	17	19	20	21	22	24	25	26	27	28	30
0,8	8	16	17	14	13	10	12	13	15	17	14	16	17	18	20	21	22	24	25	26	28	29	30	32
0,9	9	18	19	15	14	11	13	14	16	18	15	17	18	20	21	23	24	25	27	28	30	31	33	34
1	10	20	21	17	15	12	13	15	17	19	16	18	20	21	23	24	26	27	29	30	32	33	35	36
1,1	11	23	23	18	16	12	15	17	19	21	18	20	21	23	24	26	28	29	31	32	34	35	37	39
1,2	13	25	25	20	18	15	16	18	20	22	19	21	23	24	26	28	30	31	33	35	37	38	40	42
1,3	14	28	27	21	19	14	17	19	21	24	21	22	24	26	28	30	32	34	36	37	39	41	43	45
1,4	16	31	30	23	20	15	18	20	23	26	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48
1,5	18	35	33	25	22	16	19	22	25	27	23	26	28	30	32	34	36	38	40	43	45	47	49	51
1,6	20	39	36	27	23	17	20	23	26	29	25	27	29	32	34	36	38	41	43	45	47	50	52	54
1,7	22	44	39	29	25	19	22	25	28	31	26	29	31	34	36	38	41	43	46	48	50	53	55	58
1,8	24	49	43	31	27	20	23	26	29	33	28	30	33	36	38	41	43	46	48	51	53	56	58	61
1,9	27	55	46	33	28	21	24	28	31	35	30	32	35	38	40	43	46	48	51	54	56	59	62	64
2	31	62	51	35	30	22	26	29	33	37	31	34	37	40	42	45	48	51	54	57	59	62	65	68
2,1	35	70	55	38	32	23	27	31	35	39	33	36	39	42	45	48	51	54	57	60	62	65	68	71
2,2	40	79	60	40	34	24	28	33	37	41	34	38	41	44	47	50	53	56	59	63	66	69	72	75
2,3	45	90	66	43	36	26	30	34	38	43	36	39	43	46	49	53	56	59	62	66	69	72	75	79
2,4	52	104	71	46	38	27	31	36	40	45	38	41	45	48	52	55	58	62	65	69	72	76	79	83
2,5	60	121	78	49	40	28	33	38	42	47	40	43	47	50	54	58	61	65	68	72	76	79	83	86
2,6	71	142	85	52	42	30	34	39	44	49	41	45	49	53	56	60	64	68	71	75	79	83	86	90
2,7	85	170	93	55	44	31	36	41	46	52	43	47	51	55	59	63	67	71	75	78	82	86	90	94
2,8	104	207	102	58	46	32	38	43	48	54	45	49	53	57	61	65	70	74	78	82	86	90	94	98
2,9	131	262	113	62	49	34	39	45	51	56	47	51	55	60	64	68	72	77	81	85	89	94	98	102
3	174	340	124	66	51	35	41	47	53	59	49	53	58	62	66	71	75	80	84	89	93	98	102	106

Tablica 4

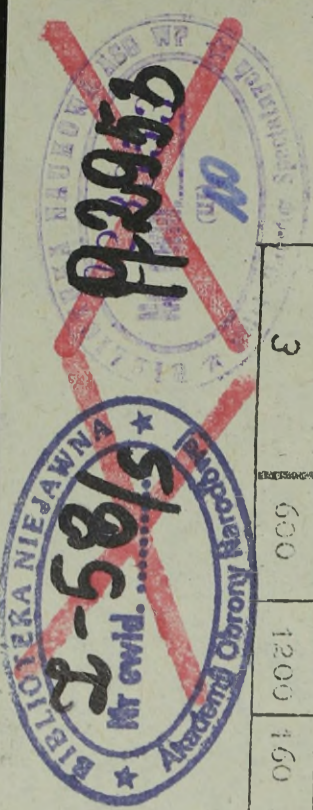
610000

TABLICA WARTOŚCI LINIOWYCH BŁĘDÓW NAMIERZANIA

d [km] przy $\alpha = 60^\circ$

Δα	2°										1,6°														
	80°	100°	150°	200°	250°	300°	350°	400°	450°	500°	550°	600°	650°	700°	750°	800°	850°	900°	950°	1000°	1050°	1100°	1150°	1200°	
0,5	6	13	14	12	11	9	10	12	13	14	13	14	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	28
0,6	7	14	15	12	11	9	10	12	13	14	13	14	13	14	15	17	18	19	20	21	22	24	25	27	28
0,7	8	15	16	13	12	9	11	13	14	15	14	15	14	15	16	18	19	20	21	23	24	25	26	29	30
0,8	9	17	18	15	13	10	12	14	15	17	15	16	15	16	17	19	20	22	23	24	26	27	28	31	32
0,9	10	19	20	16	14	11	13	15	17	18	16	17	16	17	19	20	22	23	25	26	28	29	31	33	35
1	11	21	22	17	16	12	14	16	18	20	17	19	17	19	20	22	24	25	27	28	30	31	33	35	38
1,1	12	24	24	19	17	13	15	17	19	22	19	20	19	20	22	24	26	28	29	31	33	34	36	37	41
1,2	14	27	27	21	19	14	17	19	21	23	20	22	21	22	24	26	28	29	31	33	35	36	37	39	44
1,3	15	31	29	23	20	15	18	20	23	25	22	24	22	24	26	28	30	32	34	36	38	39	41	43	47
1,4	17	35	33	25	22	16	19	22	24	27	23	25	23	25	28	30	32	34	36	38	41	42	44	47	51
1,5	20	39	36	27	23	17	20	23	25	29	25	27	25	27	29	32	34	36	38	41	43	45	48	50	54
1,6	22	44	39	29	25	19	22	25	28	31	27	29	27	29	31	34	36	39	41	43	46	48	51	53	56
1,7	25	50	43	31	29	20	23	26	30	33	28	31	29	31	33	36	39	41	44	46	49	51	54	56	62
1,8	29	57	48	34	29	21	25	28	32	35	30	33	31	33	35	38	41	44	46	49	52	55	57	60	65
1,9	32	65	52	36	31	22	26	30	34	37	32	35	33	35	38	40	43	46	49	52	55	58	61	64	69
2	37	74	58	39	33	24	28	32	36	40	34	37	35	37	40	43	46	49	52	55	58	61	64	67	73
2,1	43	86	63	42	35	25	29	33	38	42	35	39	37	40	43	46	49	52	55	58	61	64	68	71	77
2,2	50	99	70	45	37	27	31	35	40	44	37	41	39	41	44	47	51	54	58	61	64	68	71	75	81
2,3	58	117	77	48	39	28	33	37	42	47	39	42	41	43	46	50	53	57	61	64	68	71	75	78	85
2,4	69	129	84	51	42	29	34	39	44	49	41	45	43	45	49	52	56	60	64	67	71	75	79	82	90
2,5	84	169	93	55	44	31	36	41	46	51	43	47	45	49	51	55	59	63	67	71	74	78	82	86	94
2,6	105	210	103	59	47	32	38	43	49	54	45	49	47	51	53	57	62	66	70	74	78	82	86	90	98
2,7	136	272	114	65	49	34	40	45	51	57	47	51	49	53	56	60	64	69	73	77	81	86	90	94	103
2,8	188	376	127	67	52	35	41	47	53	59	49	54	51	56	60	65	69	72	76	80	85	89	94	98	107
2,9	291	583	142	71	55	37	43	49	56	62	51	56	54	61	65	70	75	79	84	89	93	98	103	107	112
3	600	1200	160	76	58	39	45	52	58	65	53	58	56	63	68	73	78	83	87	92	97	102	107	112	117

Tablica 5



TABLICA WARTOŚCI LINIOWYCH BŁĘDÓW NAMIERZANIA

d_i [km] przy $\alpha = 50^\circ$

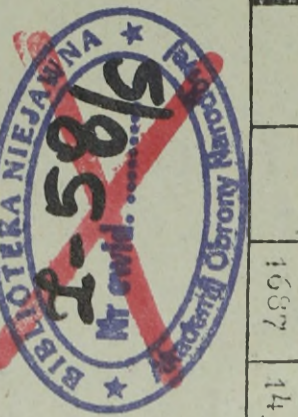
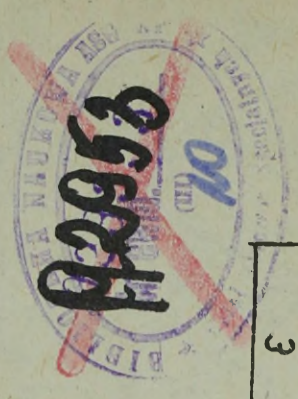
$ \Delta\alpha $	2°										1,6°																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800	850	900	950	1000	1050	1100	1150	1200																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
$\frac{D}{A}$	6	13	14	12	11	9	10	11	13	14	13	14	15	16	17	18	19	21	22	23	24	25	26	27	28	29	31	32	33	34	35	37	38	40	42	44	46	48	50	52	54	55	58	60	62	64	66	69	71	75	78	83	87	92	97	102	107	113	118	124	129	135																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
0,5	7	14	15	13	11	9	10	11	13	14	13	14	15	16	17	18	19	21	22	23	24	25	26	27	28	29	31	32	33	34	35	37	38	40	42	44	46	48	50	52	54	55	58	60	62	64	66	69	71	75	78	83	87	92	97	102	107	113	118	124	129	135																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
0,6	8	16	16	14	12	10	11	13	15	16	15	16	17	18	19	20	21	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	37	38	40	42	44	46	48	50	52	54	55	58	60	62	64	66	69	71	75	78	83	87	92	97	102	107	113	118	124	129	135																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
0,7	9	18	18	15	14	11	12	14	16	18	17	18	19	20	21	22	23	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	40	42	44	46	48	50	52	54	55	58	60	62	64	66	69	71	75	78	83	87	92	97	102	107	113	118	124	129	135																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
0,8	10	20	21	17	15	12	14	16	17	19	18	19	20	21	22	23	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	40	42	44	46	48	50	52	54	55	58	60	62	64	66	69	71	75	78	83	87	92	97	102	107	113	118	124	129	135																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
0,9	12	24	23	19	17	13	15	17	19	21	20	21	22	23	24	25	26	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	40	42	44	46	48	50	52	54	55	58	60	62	64	66	69	71	75	78	83	87	92	97	102	107	113	118	124	129	135																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
1	14	27	26	21	18	14	16	19	21	23	22	23	24	25	26	27	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	40	42	44	46	48	50	52	54	55	58	60	62	64	66	69	71	75	78	83	87	92	97	102	107	113	118	124	129	135																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
1,1	16	31	30	23	20	15	18	20	23	25	24	25	26	27	28	29	31	32	33	34	35	36	37	38	40	42	44	46	48	50	52	54	55	58	60	62	64	66	69	71	75	78	83	87	92	97	102	107	113	118	124	129	135																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
1,2	18	36	33	25	22	17	19	22	25	28	27	28	29	30	31	32	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	46	48	50	52	54	55	58	60	62	64	66	69	71	75	78	83	87	92	97	102	107	113	118	124	129	135																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
1,3	21	41	37	28	24	18	21	24	27	30	29	30	31	32	33	34	36	37	38	39	40	41	42	43	44	46	48	50	52	54	55	58	60	62	64	66	69	71	75	78	83	87	92	97	102	107	113	118	124	129	135																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
1,4	24	48	42	30	26	19	23	26	29	32	31	32	33	34	35	36	38	39	40	41	42	43	44	46	48	50	52	54	55	58	60	62	64	66	69	71	75	78	83	87	92	97	102	107	113	118	124	129	135																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
1,5	28	55	47	33	28	21	24	28	31	35	34	35	36	37	38	40	41	42	43	44	45	46	47	48	50	52	54	55	58	60	62	64	66	69	71	75	78	83	87	92	97	102	107	113	118	124	129	135																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
1,6	32	64	52	36	31	22	26	30	33	37	36	37	38	39	40	41	43	44	45	46	47	48	49	50	52	54	55	58	60	62	64	66	69	71	75	78	83	87	92	97	102	107	113	118	124	129	135																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
1,7	37	75	58	39	33	24	28	32	36	40	39	40	41	42	43	44	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	58	60	62	64	66	69	71	75	78	83	87	92	97	102	107	113	118	124	129	135																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
1,8	44	88	64	42	35	25	30	34	38	42	41	42	43	44	45	46	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	60	62	64	66	69	71	75	78	83	87	92	97	102	107	113	118	124	129	135																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
1,9	52	104	72	46	38	27	31	36	40	45	44	45	46	47	48	49	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	64	66	69	71	75	78	83	87	92	97	102	107	113	118	124	129	135																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
2	63	126	80	50	40	29	33	38	43	48	47	48	49	50	51	52	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	66	69	71	75	78	83	87	92	97	102	107	113	118	124	129	135																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
2,1	78	156	89	55	43	30	35	40	45	50	49	50	51	52	53	54	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	68	71	75	78	83	87	92	97	102	107	113	118	124	129	135																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
2,2	99	198	100	58	46	32	37	43	48	53	52	53	54	55	56	57	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	71	75	78	83	87	92	97	102	107	113	118	124	129	135																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
2,3	132	264	113	62	49	34	39	45	51	56	55	56	57	58	59	60	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	74	78	83	87	92	97	102	107	113	118	124	129	135																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
2,4	190	379	128	67	52	36	41	47	53	59	58	59	60	61	62	63	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	77	81	86	91	96	101	106	111	116	121	126	131	136	141	146	151	156	161	166	171	176	181	186	191	196	201	206	211	216	221	226	231	236	241	246	251	256	261	266	271	276	281	286	291	296	301	306	311	316	321	326	331	336	341	346	351	356	361	366	371	376	381	386	391	396	401	406	411	416	421	426	431	436	441	446	451	456	461	466	471	476	481	486	491	496	501	506	511	516	521	526	531	536	541	546	551	556	561	566	571	576	581	586	591	596	601	606	611	616	621	626	631	636	641	646	651	656	661	666	671	676	681	686	691	696	701	706	711	716	721	726	731	736	741	746	751	756	761	766	771	776	781	786	791	796	801	806	811	816	821	826	831	836	841	846	851	856	861	866	871	876	881	886	891	896	901	906	911	916	921	926	931	936	941	946	951	956	961	966	971	976	981	986	991	996	1001	1006	1011	1016	1021	1026	1031	1036	1041	1046	1051	1056	1061	1066	1071	1076	1081	1086	1091	1096	1101	1106	1111	1116	1121	1126	1131	1136	1141	1146	1151	1156	1161	1166	1171	1176	1181	1186	1191	1196	1201	1206	1211	1216	1221	1226	1231	1236	1241	1246	1251	1256	1261	1266	1271	1276	1281	1286	1291	1296	1301	1306	1311	1316	1321	1326	1331	1336	1341	1346	1351	1356	1361	1366	1371	1376	1381	1386	1391	1396	1401	1406	1411	1416	1421	1426	1431	1436	1441	1446	1451	1456	1461	1466	1471	1476	1481	1486	1491	1496	1501	1506	1511	1516	1521	1526	1531	1536	1541	1546	1551	1556	1561	1566	1571	1576	1581	1586	1591	1596	1601	1606	1611	1616	1621	1626	1631	1636	1641	1646	1651	1656	1661	1666	1671	1676	1681	1686	1

TABLICA WARTOŚCI LINIOWYCH BŁĘDÓW NAMIERZANIA

d [km] przy $\alpha = 40^\circ$

Δc	2°										1,6°																																		
	8°	6°	4°	3°	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800	850	900	950	1000	1050	1100	1150	1200																						
0,5	6	13	14	12	11	10	11	13	14	14	13	14	15	13	14	14	15	16	15	16	17	16	17	18	18	19	20	20	22	22	23	23	24	24	25	25	26	26	27	27					
0,6	7	14	15	13	12	11	12	14	15	14	13	14	15	13	14	14	15	16	17	16	17	18	17	18	19	19	20	21	21	23	23	24	24	25	25	26	26	27	27	28	29				
0,7	8	16	17	14	13	12	13	15	17	15	13	15	17	15	16	16	17	19	19	20	21	20	21	22	22	24	24	25	27	27	28	28	30	30	31	31	32	32	33	34	34	36	36		
0,8	10	19	20	16	15	14	15	17	19	17	15	17	19	17	18	18	19	21	21	22	23	22	23	24	25	25	27	27	29	29	30	32	32	33	33	35	35	36	36	38	38	40	40		
0,9	12	23	23	19	17	16	17	19	21	19	17	19	21	19	20	20	22	22	23	24	24	25	25	26	27	27	29	29	31	31	33	33	35	35	37	37	39	39	41	41	43	43	45	45	
1	14	28	27	21	19	18	19	21	24	21	19	21	24	20	22	22	24	24	26	26	28	28	29	30	30	33	33	35	35	37	39	39	41	41	43	43	45	45	47	47	49	49	51	51	
1,1	17	33	31	24	21	20	21	24	27	24	21	24	26	23	25	25	27	27	29	29	31	31	32	32	34	34	36	36	38	38	41	41	43	43	45	45	47	47	49	49	51	51	53	53	
1,2	20	39	36	27	23	22	23	26	29	26	23	26	29	25	27	27	29	29	32	32	34	34	35	35	37	37	40	40	42	42	45	45	47	47	49	49	51	51	53	53	55	55	57	57	
1,3	23	47	44	30	26	25	26	29	32	29	26	29	32	27	30	30	32	32	35	35	37	37	38	38	40	40	43	43	45	45	48	48	50	50	52	52	54	54	56	56	58	58	60	60	
1,4	28	56	54	37	33	32	33	36	39	36	33	36	39	34	37	37	39	39	42	42	44	44	45	45	48	48	50	50	53	53	55	55	58	58	60	60	62	62	64	64	66	66	68	68	
1,5	34	67	64	44	39	38	39	42	45	42	39	42	45	40	43	43	45	45	48	48	50	50	51	51	54	54	56	56	59	59	61	61	64	64	66	66	68	68	70	70	72	72	74	74	
1,6	41	82	78	54	48	47	48	51	54	51	48	51	54	49	52	52	54	54	57	57	59	59	60	60	63	63	65	65	68	68	70	70	73	73	75	75	77	77	79	79	81	81	83	83	
1,7	50	100	95	64	57	56	57	60	63	60	57	60	63	58	61	61	63	63	66	66	68	68	69	69	72	72	74	74	77	77	79	79	82	82	84	84	86	86	88	88	90	90	92	92	
1,8	63	126	120	80	70	69	70	73	76	73	70	73	76	71	74	74	76	76	79	79	81	81	82	82	85	85	87	87	90	90	92	92	95	95	97	97	99	99	101	101	103	103	105	105	
1,9	81	163	155	92	80	78	79	82	85	82	79	82	85	80	83	83	85	85	88	88	90	90	91	91	94	94	96	96	99	99	101	101	104	104	106	106	108	108	110	110	112	112	114	114	
2	111	221	211	105	92	89	90	93	96	93	90	93	96	91	94	94	96	96	99	99	101	101	102	102	105	105	107	107	110	110	112	112	115	115	117	117	119	119	121	121	123	123	125	125	
2,1	163	327	315	152	137	134	135	138	141	138	135	138	141	136	139	139	141	141	144	144	146	146	148	148	151	151	153	153	156	156	158	158	161	161	163	163	165	165	167	167	169	169			
2,2	287	574	559	254	227	223	224	227	230	227	224	227	230	225	228	228	230	230	233	233	235	235	237	237	240	240	242	242	245	245	247	247	250	250	252	252	254	254	256	256	258	258	260	260	
2,3	925	1850	1815	925	835	820	825	830	835	830	825	830	835	830	835	835	835	840	840	845	845	845	845	850	850	855	855	860	860	865	865	870	870	875	875	880	880	885	885	890	890	895	895		
2,4				199	185	180	181	182	183	183	183	184	184	185	185	185	186	186	187	187	188	188	189	189	190	190	191	191	192	192	193	193	194	194	195	195	196	196	197	197	198	198	199	199	
2,5				242	225	220	221	222	223	223	223	224	224	225	225	225	226	226	227	227	228	228	228	229	229	230	230	231	231	232	232	233	233	234	234	235	235	236	236	237	237	238	238	239	239
2,6				302	281	275	276	277	278	278	278	279	279	280	280	280	281	281	282	282	283	283	283	284	284	285	285	286	286	287	287	288	288	289	289	290	290	291	291	292	292	293	293	294	294
2,7				392	367	359	360	361	362	362	362	363	363	364	364	364	365	365	366	366	367	367	367	368	368	369	369	370	370	371	371	372	372	373	373	374	374	375	375	376	376	377	377	378	378
2,8				540	509	499	500	501	502	502	502	503	503	504	504	504	505	505	506	506	507	507	507	508	508	509	509	510	510	511	511	512	512	513	513	514	514	515	515	516	516	517	517	518	518
2,9				693	657	646	647	648	649	649	649	650	650	651	651	651	652	652	653	653	654	654	654	655	655	656	656	657	657	658	658	659	659	660	660	661	661	662	662	663	663	664	664	665	665
3				1687	1637	1625	1626	1627	1628	1628	1628	1629	1629	1630	1630	1630	1631	1631	1632	1632	1633	1633	1633	1634	1634	1635	1635	1636	1636	1637	1637	1638	1638	1639	1639	1640	1640	1641	1641	1642	1642	1643	1643	1644	1644

Tablica 7



TABLICA WARTOŚCI LANIOWYCH BŁĘDÓW NAMIERZANIA

d_i [km] przy $\alpha = 30^\circ$

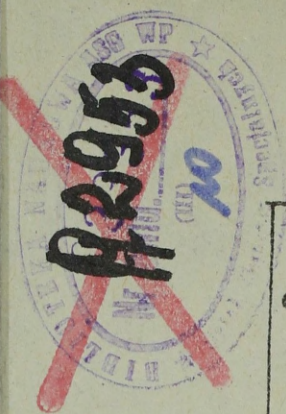
$\Delta\alpha$	2°										1,6°																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800	850	900	950	1000	1050	1100	1150	1200																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
$\frac{D}{A}$	6	12	13	12	11	9	10	11	13	14	12	14	15	16	17	18	19	20	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179	180	181	182	183	184	185	186	187	188	189	190	191	192	193	194	195	196	197	198	199	200	201	202	203	204	205	206	207	208	209	210	211	212	213	214	215	216	217	218	219	220	221	222	223	224	225	226	227	228	229	230	231	232	233	234	235	236	237	238	239	240	241	242	243	244	245	246	247	248	249	250	251	252	253	254	255	256	257	258	259	260	261	262	263	264	265	266	267	268	269	270	271	272	273	274	275	276	277	278	279	280	281	282	283	284	285	286	287	288	289	290	291	292	293	294	295	296	297	298	299	300	301	302	303	304	305	306	307	308	309	310	311	312	313	314	315	316	317	318	319	320	321	322	323	324	325	326	327	328	329	330	331	332	333	334	335	336	337	338	339	340	341	342	343	344	345	346	347	348	349	350	351	352	353	354	355	356	357	358	359	360	361	362	363	364	365	366	367	368	369	370	371	372	373	374	375	376	377	378	379	380	381	382	383	384	385	386	387	388	389	390	391	392	393	394	395	396	397	398	399	400	401	402	403	404	405	406	407	408	409	410	411	412	413	414	415	416	417	418	419	420	421	422	423	424	425	426	427	428	429	430	431	432	433	434	435	436	437	438	439	440	441	442	443	444	445	446	447	448	449	450	451	452	453	454	455	456	457	458	459	460	461	462	463	464	465	466	467	468	469	470	471	472	473	474	475	476	477	478	479	480	481	482	483	484	485	486	487	488	489	490	491	492	493	494	495	496	497	498	499	500	501	502	503	504	505	506	507	508	509	510	511	512	513	514	515	516	517	518	519	520	521	522	523	524	525	526	527	528	529	530	531	532	533	534	535	536	537	538	539	540	541	542	543	544	545	546	547	548	549	550	551	552	553	554	555	556	557	558	559	560	561	562	563	564	565	566	567	568	569	570	571	572	573	574	575	576	577	578	579	580	581	582	583	584	585	586	587	588	589	590	591	592	593	594	595	596	597	598	599	600	601	602	603	604	605	606	607	608	609	610	611	612	613	614	615	616	617	618	619	620	621	622	623	624	625	626	627	628	629	630	631	632	633	634	635	636	637	638	639	640	641	642	643	644	645	646	647	648	649	650	651	652	653	654	655	656	657	658	659	660	661	662	663	664	665	666	667	668	669	670	671	672	673	674	675	676	677	678	679	680	681	682	683	684	685	686	687	688	689	690	691	692	693	694	695	696	697	698	699	700	701	702	703	704	705	706	707	708	709	710	711	712	713	714	715	716	717	718	719	720	721	722	723	724	725	726	727	728	729	730	731	732	733	734	735	736	737	738	739	740	741	742	743	744	745	746	747	748	749	750	751	752	753	754	755	756	757	758	759	760	761	762	763	764	765	766	767	768	769	770	771	772	773	774	775	776	777	778	779	780	781	782	783	784	785	786	787	788	789	790	791	792	793	794	795	796	797	798	799	800	801	802	803	804	805	806	807	808	809	810	811	812	813	814	815	816	817	818	819	820	821	822	823	824	825	826	827	828	829	830	831	832	833	834	835	836	837	838	839	840	841	842	843	844	845	846	847	848	849	850	851	852	853	854	855	856	857	858	859	860	861	862	863	864	865	866	867	868	869	870	871	872	873	874	875	876	877	878	879	880	881	882	883	884	885	886	887	888	889	890	891	892	893	894	895	896	897	898	899	900	901	902	903	904	905	906	907	908	909	910	911	912	913	914	915	916	917	918	919	920	921	922	923	924	925	926	927	928	929	930	931	932	933	934	935	936	937	938	939	940	941	942	943	944	945	946	947	948	949	950	951	952	953	954	955	956	957	958	959	960	961	962	963	964	965	966	967	968	969	970	971	972	973	974	975	976	977	978	979	980	981	982	983	984	985	986	987	988	989	990	991	992	993	994	995	996	997	998	999	1000	1001	1002	1003	1004	1005	1006	1007	1008	1009	1010	1011	1012	1013	1014	1015	1016	1017	1018	1019	1020	1021	1022	1023	1024	1025	1026	1027	1028	1029	1030	1031	1032	1033	1034	1035	1036	1037	1038	1039	1040	1041	1042	1043	1044	1045	1046	1047	1048	1049	1050	1051	1052	1053	1054	1055	1056	1057	1058	1059	1060	1061	1062	1063	1064	1065	1066	1067	1068	1069	1070	1071	1072	1073	1074	1075	1076	1077	1078	1079	1080	1081	1082	1083	1084	1085	1086	1087	1088	1089	1090	1091	1092	1093	1094	1095	1096	1097	1098	1099	1100	1101	1102	1103	1104	1105	1106	1107	1108	1109	1110	1111	1112	1113	1114	1115	1116	1117	1118	1119	1120	1121	1122	1123	1124	1125	1126	1127	1128	1129	1130	1131	1132	1133	1134	1135	1136	1137	1138	1139	1140	1141	1142	1143	1144	1145	1146	1147	1148	1149	1150	1151	1152	1153	1154	1155	1156	1157	1158	1159	1160	1161	1162	1163	1164	1165	1166	1167	1168	1169	1170	1171	1172	1173	1174	1175	1176	1177	1178	1179	1180	1181	1182	1183	1184	1185	1186	1187	1188	1189	1190	1191	1192	1193	1194	1195	1196	1197	1198	1199	1200	1201	1202	1203	1204	1205	1206	1207	1208	1209	1210	1211	1212	1213	1214	1215	1216	1217	1218	1219	1220	1221	1222	1223	1224	1225	1226	1227	1228	1229	1230	1231	1232	1233	1234	1235	1236	1237	1238	1239	1240	1241	1242	1243	1244	1245	1246	1247	1248	1249	1250	1251	1252	1253	1254	1255	1256	1257	1258	1259	1260	1261	1262	1263	1264	1265	1266	1267	1268	1269	1270	1271	1272	1273	1274	1275	1276	1277	1278	1279	1280	1281	1282	1283	1284	1285	1286	1287	1288	1289	1290	1291	1292	1293	1294	1295	1296	1297	1298	1299	1300	1301	1302	1303	1304	1305	1306	1307	1308	1309	1310	1311	1312	1313	1314	1315	1316	1317	1318	1319	1320	1321	1322	1323	1324	1325	1326	1327	1328	1329	1330	1331	1332	1333	1334	1335	1336	1337	1338	1339	1340	1341	1342	1343	1344	1345	1346	1347	1348	1349	1350	1351	1352	1353	1354	1355	1356	1357	1358	1359	1360	1361	1362	1363	1364	1365	1366	1367	1368	1369	1370	1371	1372	1373	1374	1375	1376	1377	1378	1379	1380	1381	1382	1383	1384	1385	1386	1387	1388	1389	1390	1391	1392	1393	1394	1395	1396	1397	1398	1399	1400	1401	1402	1403	1404	1405	1406	1407	1408	1409	1410	1411	1412	1413	1414	1415	1416	1417	1418	1419	1420	1421	1422	1423	1424	1425	1426	1427	1428	1429	1430	1431	1432	1433	1434	1435	1436	1437	1438	1439	1440	1441	1442	1443	1444	1445	1446	1447	

TABLICA WARTOŚCI LINIOWYCH BIEGÓW NAMIERZANIA

d [km] PRZY $\alpha = 20^\circ$

$\Delta\alpha$	2°												1,6°																																			
	8°		6°		4°		3°		250		300		350		400		450		500		550		600		650		700		750		800		850		900		950		1000		1050		1100		1150		1200	
$\frac{D}{A}$	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800	850	900	950	1000	1050	1100	1150	1200	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800	850	900	950	1000	1050	1100	1150	1200
0,5	6	12	13	12	11	8	10	11	13	14	12	14	15	16	17	18	19	20	21	23	24	25	27	6	12	13	12	11	8	10	11	13	14	12	14	15	16	17	18	19	20	21	23	24	25	27		
0,6	8	16	17	14	13	10	12	13	15	17	14	16	17	18	20	21	22	24	25	26	28	29	32	8	16	17	14	13	10	12	13	15	17	14	16	17	18	20	21	22	24	25	26	28	29	32		
0,7	12	24	24	19	17	13	15	17	19	21	19	20	22	24	25	27	29	30	32	34	35	37	39	41	12	24	24	19	17	13	15	17	19	21	19	20	22	24	25	27	29	30	32	34	35	37	39	41
0,8	17	35	33	25	22	16	19	22	25	27	23	26	28	30	32	34	36	38	40	43	45	47	49	51	17	35	33	25	22	16	19	22	25	27	23	26	28	30	32	34	36	38	40	43	45	47	49	51
0,9	26	51	44	32	27	20	23	27	30	33	29	31	34	36	39	42	44	47	49	52	55	57	60	62	26	51	44	32	27	20	23	27	30	33	29	31	34	36	39	42	44	47	49	52	55	57	60	62
1	38	76	59	40	33	24	28	32	36	40	34	37	40	43	46	49	52	56	59	62	65	68	71	74	38	76	59	40	33	24	28	32	36	40	34	37	40	43	46	49	52	56	59	62	65	68	71	74
1,1	60	120	78	49	40	28	33	38	42	47	39	43	47	50	54	57	61	65	68	72	75	79	83	86	60	120	78	49	40	28	33	38	42	47	39	43	47	50	54	57	61	65	68	72	75	79	83	86
1,2	107	213	104	59	47	32	38	45	49	54	45	54	58	62	66	70	74	78	82	86	90	95	99	102	107	213	104	59	47	32	38	45	49	54	45	54	58	62	66	70	74	78	82	86	90	95	99	102
1,3	278	556	141	71	54	37	43	49	55	62	51	56	60	65	70	74	79	84	88	93	98	102	107	112	278	556	141	71	54	37	43	49	55	62	51	56	60	65	70	74	79	84	88	93	98	102	107	112
1,4			199	84	63	42	49	56	62	69	57	62	68	73	78	83	88	94	99	104	109	114	120	125			199	84	63	42	49	56	62	69	57	62	68	73	78	83	88	94	99	104	109	114	120	125
1,5			303	101	72	47	54	60	69	78	63	69	75	81	87	92	98	104	110	115	121	127	133	139			303	101	72	47	54	60	69	78	63	69	75	81	87	92	98	104	110	115	121	127	133	139
1,6			545	121	82	52	60	69	78	86	70	76	83	89	96	102	108	115	121	127	134	140	146	153			545	121	82	52	60	69	78	86	70	76	83	89	96	102	108	115	121	127	134	140	146	153
1,7			1718	145	94	57	67	76	86	96	77	84	91	98	105	112	119	126	133	140	147	154	161	168			1718	145	94	57	67	76	86	96	77	84	91	98	105	112	119	126	133	140	147	154	161	168
1,8			177	107	63	63	74	84	95	105	84	92	99	107	114	122	130	137	145	153	160	168	176	183			177	107	63	63	74	84	95	105	84	92	99	107	114	122	130	137	145	153	160	168	176	183
1,9			218	122	69	69	81	93	104	116	91	100	108	116	125	133	141	149	158	166	174	183	191	199			218	122	69	69	81	93	104	116	91	100	108	116	125	133	141	149	158	166	174	183	191	199
2			275	139	76	76	89	101	114	127	99	108	117	126	135	144	153	162	171	180	189	198	207	216			275	139	76	76	89	101	114	127	99	108	117	126	135	144	153	162	171	180	189	198	207	216
2,1			357	159	83	83	97	111	125	139	107	117	127	136	146	156	166	175	185	195	205	214	224	234			357	159	83	83	97	111	125	139	107	117	127	136	146	156	166	175	185	195	205	214	224	234
2,2			490	182	91	91	106	121	136	151	116	126	137	147	158	168	179	189	200	210	221	231	242	252			490	182	91	91	106	121	136	151	116	126	137	147	158	168	179	189	200	210	221	231	242	252
2,3			736	210	99	99	115	132	148	165	125	136	147	159	170	181	192	204	215	226	238	249	260	272			736	210	99	99	115	132	148	165	125	136	147	159	170	181	192	204	215	226	238	249	260	272
2,4			1255	243	108	108	126	143	161	179	134	146	158	170	183	195	207	219	231	243	256	268	280	292			1255	243	108	108	126	143	161	179	134	146	158	170	183	195	207	219	231	243	256	268	280	292
2,5			5900	285	117	117	137	156	176	195	144	157	170	183	196	209	222	235	248	261	274	287	301	314			5900	285	117	117	137	156	176	195	144	157	170	183	196	209	222	235	248	261	274	287	301	314
2,6				338	127	127	149	170	191	212	154	168	182	196	210	224	238	252	266	280	294	308	322	336				338	127	127	149	170	191	212	154	168	182	196	210	224	238	252	266	280	294	308	322	336
2,7				408	158	158	185	208	231	254	165	180	195	210	225	240	255	270	285	300	315	330	345	360				408	158	158	185	208	231	254	165	180	195	210	225	240	255	270	285	300	315	330	345	360
2,8				504	151	151	176	201	226	251	177	193	209	225	241	257	273	289	305	321	331	353	370	386				504	151	151	176	201	226	251	177	193	209	225	241	257	273	289	305	321	331	353	370	386
2,9				646	164	164	191	219	246	273	189	206	223	241	258	275	292	309	327	344	361	378	395	413				646	164	164	191	219	246	273	189	206	223	241	258	275	292	309	327	344	361	378	395	413
3				875	179	179	209	238	268	298	202	221	239	257	276	294	312	331	349	368	386	404	423	441				875	179	179	209	238	268	298	202	221	239	257	276	294	312	331	349	368	386	404	423	441

Tablica 9



TABLICA WARTOŚCI LINIOWYCH BŁĘDÓW NAMIERZANIA

d_i [km] przy $\alpha = 10^\circ$

Δα	2°										1,6°													
	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800	850	900	950	1000	1050	1100	1150	1200
0,5	6	12	13	11	11	8	10	11	13	14	12	13	15	16	17	18	19	20	21	22	24	25	26	27
0,6	12	25	24	19	17	13	15	18	20	22	19	21	23	24	26	28	30	31	33	35	36	38	40	42
0,7	30	60	49	35	30	22	25	29	32	36	31	34	36	39	42	45	47	50	53	56	59	61	64	67
0,8	89	177	96	56	45	31	36	42	47	52	44	48	52	56	59	63	67	71	75	79	83	87	91	95
0,9			201	85	63	42	49	56	63	70	57	63	68	73	78	83	89	94	99	104	110	115	120	125
1			697	127	86	53	62	71	80	89	72	79	85	92	98	105	111	118	124	131	138	144	151	157
1,1				197	115	66	78	89	100	111	88	96	104	112	120	128	136	144	152	160	168	176	184	192
1,2				332	153	81	95	108	122	135	105	115	124	134	143	153	162	172	181	191	200	210	220	229
1,3				705	207	98	114	131	147	163	124	135	146	157	169	180	191	202	214	225	236	247	259	270
1,4				7011	287	118	137	157	176	196	144	157	171	184	197	210	223	236	249	262	275	289	302	315
1,5					423	141	164	187	211	234	167	182	190	213	228	243	258	274	289	304	319	334	350	365
1,6					700	168	196	224	252	280	193	210	228	245	263	280	298	315	333	350	368	386	403	421
1,7					1579	202	236	269	303	337	222	242	262	282	302	322	343	363	383	403	423	443	464	484
1,8						244	285	326	366	407	255	278	301	324	347	370	394	417	440	463	485	509	532	556
1,9						299	349	398	448	498	293	319	346	372	399	426	452	479	506	532	559	585	612	639
2						372	434	496	558	620	337	368	398	429	459	490	521	551	582	613	643	674	705	735
2,1						476	555	634	714	792	389	425	460	496	531	566	602	637	672	708	743	779	814	849
2,2						624	739	845	951	1056	452	493	534	576	617	658	699	740	781	822	863	905	946	987
2,3						918	1055	1206	1357	1508	529	577	626	674	722	770	818	866	914	962	1010	1059	1107	1155
2,4						1476	1722	1968	2214	2460	626	683	740	797	854	910	967	1024	1081	1138	1195	1252	1309	1366
2,5						3471	4050	4629	5207	5786	751	819	887	955	1024	1092	1160	1228	1297	1365	1433	1501	1570	1638
2,6											918	1001	1085	1168	1252	1335	1419	1502	1586	1669	1752	1836	1919	2003
2,7											1154	1259	1364	1469	1574	1679	1784	1889	1994	2099	2204	2309	2413	2518
2,8											1513	1631	1768	1926	2064	2201	2339	2476	2614	2752	2889	3027	3164	3302
2,9											1925	2118	2311	2704	2897	3091	3284	3477	3670	3863	4056	4250	4443	4636
3											2399	2708	3017	3326	3635	3944	4253	4562	4871	5180	5489	5798	6107	6416

Tablica 10

Handwritten notes and stamps, including a circular stamp with illegible text and a signature.

145

360

314

272

234

199

168

153

139

125

112

99

86

74

62

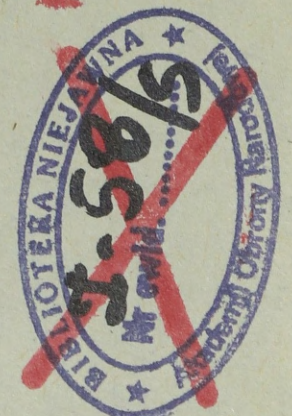
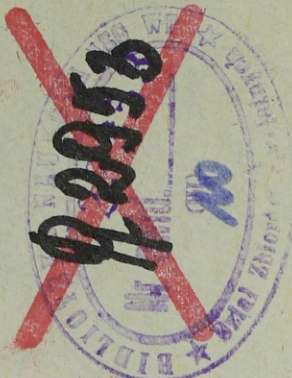
50

38

26

14

2



Wydrukowano w 70 egz.
Egz. nr 1-10 Biblioteka
Wyd. p.k. Główny
Druk I.C. data 10.10.89r.
Druk ASG WP nr pz-1563/WV
Korekta autorska.

