



AKADEMIA SZTABU GENERALNEGO WP

WYDZIAŁ WOJSK LĄDOWYCH
KATEDRA TAKTYKI WOJSK OPL

JAWNE
[Redacted]

ASG WP weun. 3632/81



Egz. nr 1

Ppik dypl. Karol BEBEN

**METODA OKREŚLANIA APROKSYMOWANYCH ZASIĘGÓW
WYKRYWANIA STACJI RADIOLOKACYJNYCH
Z UWZGLĘDNIENIEM WPLYWU TERENU**

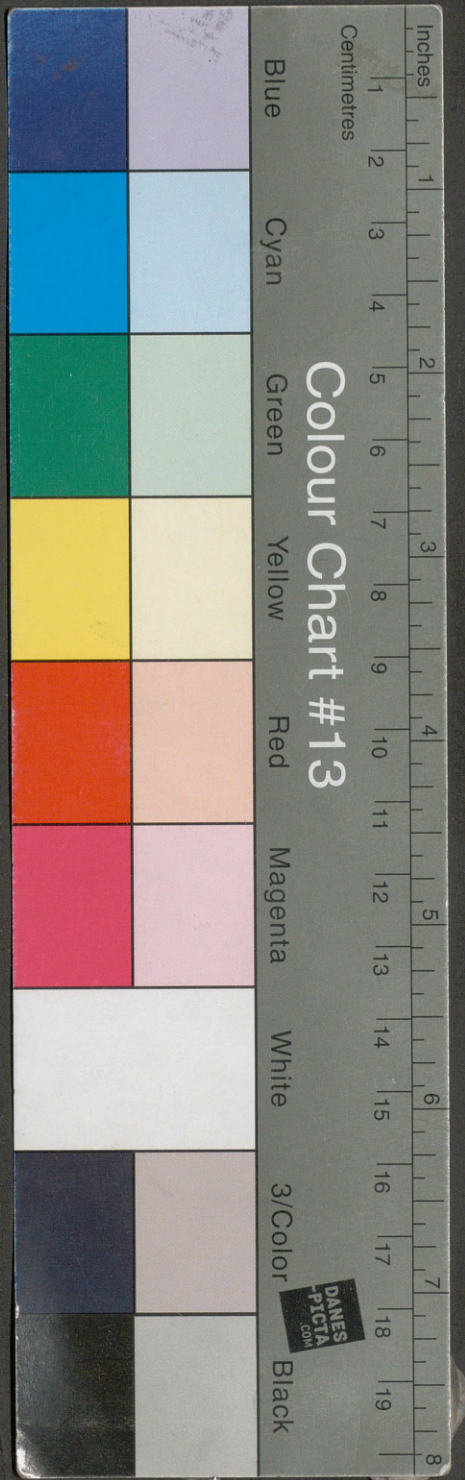
Skrypt



49591

WARSZAWA

1981



AKADEMIA SZTABU GENERALNEGO WP

WYDZIAŁ WOJSK LĄDOWYCH
KATEDRA TAKTYKI WOJSK OPL

JAWNE
~~_____~~
~~_____~~
~~_____~~

ASG WP wewn. 3632/81



Egz. nr 1

Ppik dypl. Karol BEBEN

METODA OKREŚLANIA APROKSYMOWANYCH ZASIĘGÓW
WYKRYWANIA STACJI RADIOLOKACYJNYCH
Z UWZGLĘDNIENIEM WPŁYWU TERENU

Skrypt



49591

WARSZAWA

1981

AKADEMIA SZTABU GENERALNEGO WP

WYDZIAŁ WOJSK LĄDOWYCH
KATEDRA TAKTYKI WOJSK OPL

JAWNE

ASG WP wewn. 3632/81

PODSTAWA
Ustawa z dnia 22 stycznia 1969 roku
art. 88 ust. 2
(Dz. U. RP Nr 11 poz. 95)
.....
podpis

Egz. nr ... 1

ZATWIERDZAM
SZEF KATEDRY TAKTYKI WOJSK OPL

płk doc. dr Tadeusz MIROWSKI

*Inklas -
prot. 1 z dn. 2.01.97
Duj -*

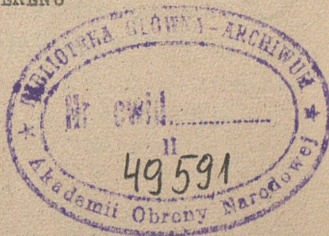


Ppłk dypl. Karol BĘBEN

M E T O D A

OKREŚLANIA APROKSYMOWANYCH ZASIĘGÓW
WYKRYWANIA STACJI RADIOLOKACYJNYCH
Z UWZGLĘDNIENIEM WPLYWU TERENU

skrypt



WARSZAWA

PAŹDZIERNIK

1981

S P I S T R E Ś C I

	Strona
WSTĘP	3
1. OKREŚLANIE ZASIĘGÓW WYKRYWANIA RLS NA MAŁYCH WYSOKOŚCIACH LOTU CELU	3
2. METODA WYKREŚLANIA APROKSYMOWANEJ STREFY WYKRYWANIA RLS W PŁASZCZYŹNIE POZIOMEJ Z UWZGLĘDNIENIEM WPŁYWU TERENU	5
2.1. Określanie kątów zakrycia /spadu/	5
2.2. Określanie zasięgów RLS	9
BIBLIOGRAFIA	11
ZAŁĄCZNIKI:	
1. Wykres do określania kątów zakrycia	12
2. Wartości kątów zakrycia dla małych odległości do przeszkody terenowej	13
3. Wartość współczynnika kąta zakrycia	14
4. Zasięgi wykrycia celu powietrznego o skutecznej powierzchni odbicia 1 m^2	15
5. Zasięgi wykrycia celu powietrznego o skutecznej powierzchni odbicia 10 m^2	20

W S T Ę P

W wojskach obrony przeciwlotniczej do podejmowania decyzji taktyczno-ogniowych oraz operacyjno-taktycznych niezbędne jest posiadanie informacji o możliwej odległości wykrycia celu powietrznego w zależności od wysokości jego lotu.

Twierdzenie to mogłoby wydawać się truizmem, gdyby nie fakt, że w chwili obecnej brak jest przystępnej metody, pozwalającej na stosunkowo szybko i w miarę wiarygodne wykreślenie na mapie zasięgów stacji radiolokacyjnych, ze względu na pofałdowanie i poszycie terenu oraz niewątpliwe stosowanie przez przeciwnika zakłóceń, a szczególnie zakłóceń aktywnych.

Wprawdzie wielu autorów czyniło próby dawania wskazówek wykreślenia zasięgów wykrywania, ale nigdy nie była to pełna, opisana i udokumentowana metoda umożliwiająca jej natychmiastowe zastosowanie, czego dowodem jest stosowanie nadal tzw. "metody łokciowej".

Wojska Obrony Powietrznej Kraju wypracowały metodę tzw. "kwadratów" i stosują ją od szeregu lat, nie znalazła ona sobie jednak prawa obywatelstwa w naszych wojskach głównie ze względu na dużą pracochłonność.

Rekomendowana metodyka określania aproksymowanych zasięgów wykrywania stacji radiolokacyjnych z uwzględnieniem wpływu terenu jest wynikiem teoretycznych analiz i praktycznych sprawdzeń w Akademii Sztabu Generalnego WP oraz ćwiczeń z wojskami. Opiera się ona na prostym logiczno-matematycznym aparacie kalkulacyjnym oraz prostych czynnościach kreślarskich umożliwiających stosunkowo szybko określenie aproksymowanych zasięgów wykrywania zarówno pojedynczych stacji radiolokacyjnych, jak i systemów rozpoznania radiolokacyjnego.

1. OKREŚLANIE ZASIĘGÓW WYKRYWANIA RLS NA MAŁYCH WYSOKOŚCIACH LOTU, CELU

Na zasięg stacji radiolokacyjnej wpływa wiele czynników. Są to w części czynniki stałe, jak: moc w impulsie, czas trwania impulsu, długość fali, wysokość zawieszenia anteny, zysk antenowy itp., oraz niestałe, jak skuteczna powierzchnia odbicia, wilgotność podłoża i powietrza, prądy atmosferyczne, temperatura oraz cały szereg innych, często nieznanych nam jeszcze czynników.

Wiadomo jest, że każda stacja radiolokacyjna posiada horyzont radiowy dla danej wysokości lotu celu, który zależy od wysokości zawieszenia anteny oraz krzywizny Ziemi i wyraża się wzorem:

$$D_H = 4,12 / \sqrt{h_a} + \sqrt{h_o} / ; /1/$$

gdzie:

- D_H - zasięg horyzontu radiowego;
- 4,12 - współczynnik stały uwzględniający krzywiznę ziemi;
- h_a - wysokość zawieszenia anteny stacji radiolokacyjnej;
- h_o - wysokość lotu celu.

Zasięg horyzontu radiowego nie jest równoznaczny z zasięgiem stacji radiolokacyjnej, istnieją czynniki stałe i zmienne, które nieproporcjonalnie do zasięgu horyzontu radiowego zmieniają zasięg stacji radiolokacyjnej.

Określa to tzw. współczynnik wykorzystania horyzontu radiowego $/K_H/$, który w iloczynie ze wzorem /1/ da nam postać:

$$D = D_H \cdot K_H /2/;$$

gdzie:

D - praktyczny zasięg wykrywania celu powietrznego przez RLS

Współczynnik wykorzystania horyzontu radiowego dla podstawowych typów stacji radiolokacyjnych występujących w wojskach PPI podany jest w tabeli Nr 1.

Tabela nr 1

Wartości współczynnika wykorzystania horyzontu radiowego

Typ RLS σ_{sk}	P-15M	P-12M	P-18	P-19	P-15NL	JAWOR-M	JAWOR-M2	P-40	NUR-21
1 m ²	0,50	0,34	0,45	0,81	0,65	0,51	0,63	0,69	0,85
10 m ²	0,65	0,48	0,70	0,90	0,81	0,69	0,80	0,85	0,95

Zależność /2/ nie uwzględnia pochylenia i pozycji terenu, a więc nie uwzględnia kątów zakrycia ani kątów spadu terenu w miejscu znajdowania się stacji radiolokacyjnej. Z rozważań teoretycznych i praktyki wiadomo, że czynnik ten odgrywa ogromną rolę i w niniejszym opracowaniu ujęty jest w postaci współczynnika K_α :

$$K_\alpha = \sqrt{1 + \frac{R_Z}{2H_0} \sin^2 \alpha} \quad \cdot \quad \sin \alpha \sqrt{\frac{R_Z}{2H_0}} \quad /3/;$$

gdzie:

K_α - współczynnik kąta zakrycia /spadu/;

R_Z - promień Ziemi;

H_0 - wysokość lotu celu;

α - kąt zakrycia /spadu/.

Wartości współczynnika K_α podane są w załączniku Nr 3

Biorąc pod uwagę powyższe wywody, należy przyjąć, że wzór na obliczanie prawdopodobnego zasięgu wykrywania celu powietrznego przez daną RLS przyjmie ostateczną postać:

$$D = D_H \cdot K_H \cdot K_\alpha \quad /4/;$$

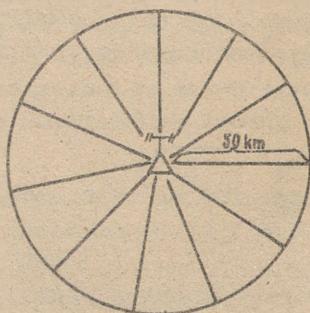
Na podstawie powyższego wzoru obliczono prawdopodobne zasięgi wykrywania celu powietrznego dla poszczególnych typów stacji radiolokacyjnych i dla skutecznej powierzchni odbicia celu 1 i 10 m², które zawarte są w załącznikach Nr 4 i 5.

2. METODA WYKREŚLANIA APROKSYMOWANEJ STREFY WYKRYWANIA RLS W PŁASZCZYŹNIE POZIOMEJ Z UWZGLĘDNIENIEM WPLYWU TERENU

2.1. Określanie kątów zakrycia /spadu/

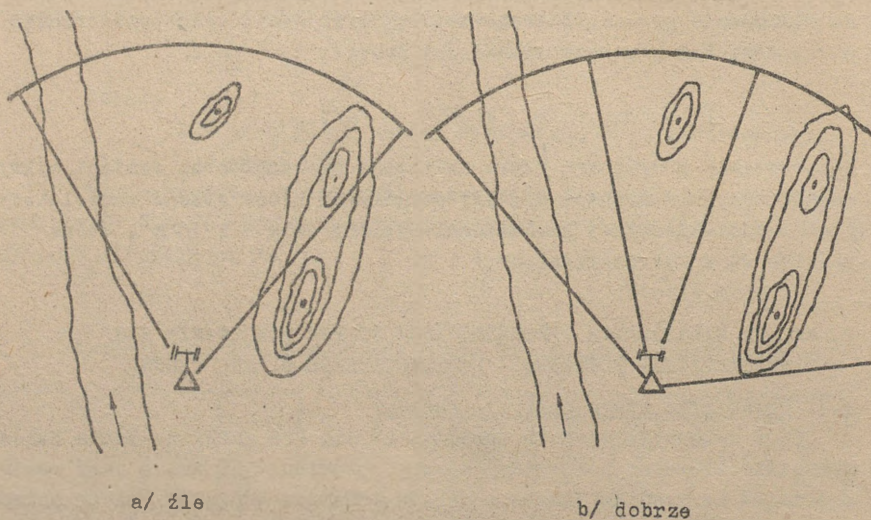
Z wybranego miejsca znajdowania się RLS /RPW/ na mapie należy wykreślić ołówkiem pomocniczy okrąg o promieniu 50 km, a jego obwód podzielić na dowolną liczbę odcinków. Granice odcinków należy połączyć linią prostą z miejscem znajdowania się RLS /środkiem koła/.

W ten sposób otrzymamy sektory /patrz rys. 1/, które są niezbędne do dalszej analizy, to jest określenia kąta spadu lub zakrycia w danym sektorze.



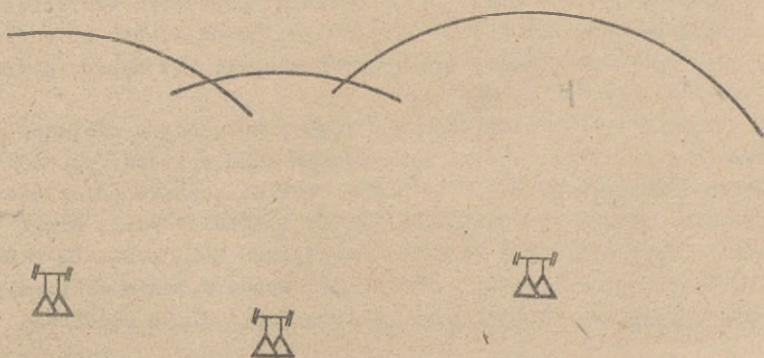
Rys. 1

Liczba sektorów jest dowolna, przy czym im jest ich więcej, tym określenie zasięgu RLS jest bardziej dokładne. Należy jednak liczbę sektorów wybierać na podstawie wstępnej oceny terenu, tak aby w danym sektorze teren był w miarę jednorodny /patrz rys. 2/.



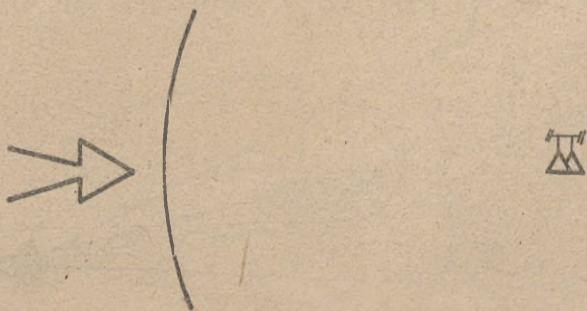
Rys. 2

Aby wykreślić zasięg wykrywania systemu rozpoznania, wystarczy nakreślić tylko części okręgów poszczególnych RLS /RPW/ do uzyskania punktu przecięcia z okręgiem sąsiednim /patrz rys. 3/.



Rys. 3

Podobnie można postępować przy pojedynczej RLS /RPW/, kreśląc odcinek okręgu w kierunku spodziewanego kierunku nalotu ŚNP nieprzyjaciela /rys. 4/.

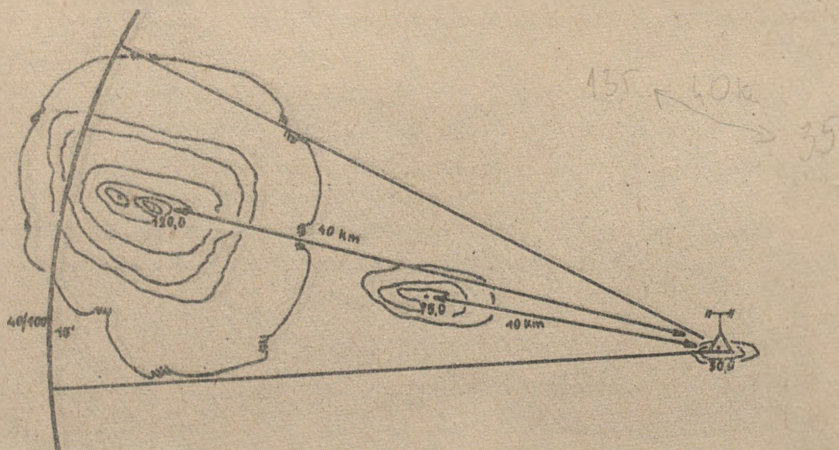


Rys. 4

Po wykreśleniu okręgów lub ich wycinków oraz określeniu sektorów należy każdy sektor poddać analizie, w wyniku której ustali się najwyższe przewyższenie w danym sektorze w stosunku do miejsca znajdowania się RLS /RPW/. Postępować należy następująco:

- ustalić wysokość anteny RLS nad poziomem morza, dodając do wysokości miejsca znajdowania się RLS, odczytanej z mapy, wysokość zawieszenia anteny w przyjętej RLS;
- znaleźć najwyższe wzniesienie w sektorze, ustalić jego wysokość nad poziomem morza, dodając do wysokości odczytanej z mapy wysokość pokrycia /las, zabudowania itp./;

- ustalić różnicę wysokości między przeszkodą /przyjętym wzniesieniem/ a wysokością zawieszenia anteny RLS, odejmując od siebie obie wysokości; przy wartości ujemnej otrzymamy następnie kąt spadu, a przy dodatniej - kąt zakrycia;
- otrzymany wynik wraz z odległością między przeszkodą a miejscem znajdowania się RLS zapisać na zewnętrznym łuku sektora /np. 40/100;
- na podstawie "WYKRESU DO OKREŚLANIA KĄTÓW ZAKRYCIA" /zał. nr 1/ lub tabeli "WARTOŚCI KĄTÓW ZAKRYCIA DLA MAŁYCH ODLEGŁOŚCI OD PRZESZKODY TERENOWEJ" określić kąt zakrycia lub spadu w danym sektorze;
- wynik zapisać na wewnętrznym łuku sektora /np.: $4^{\circ} 30'$; dopisać "+" lub "-"/;
- sprawdzić czy inne przeszkody położone bliżej RLS nie powodują większego kąta zakrycia lub mniejszego kąta spadu, przyjęc wartość najmniej korzystną.



Rys. 5

Przykład:

RLS rozwinięta jest na wzgórzu o wysokości 30,0 m nad poziomem morza. Wysokość anteny RLS od podłoża równa się 5 m, a w związku z tym łączna wysokość anteny nad poziomem morza wynosi 35 m. W odległości 40 km od RLS jest zalesione wzgórze o wysokości 120 m. Las ma wysokość 15 m, czyli łączna wysokość przeszkody wynosi 135 m.

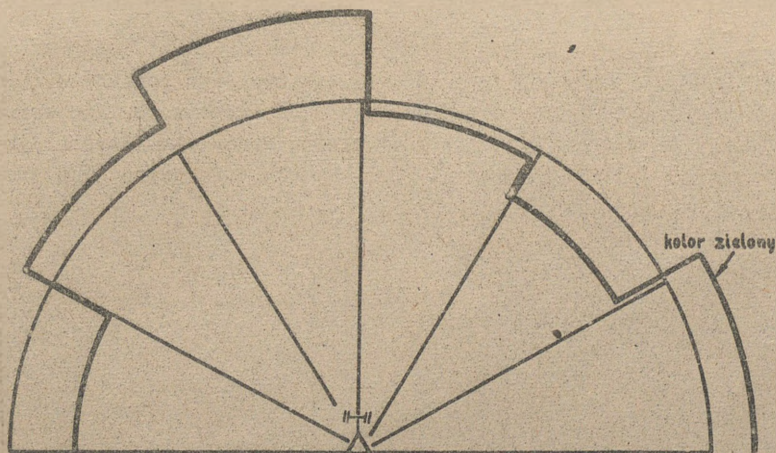
Różnica wysokości między miejscem znajdowania się RLS a przeszkodą wynosi 100 m na odległości 40 km. Z "WYKRESU DO OKREŚLANIA KĄTÓW ZAKRYCIA" odczytujemy, że wartość kąta zakrycia wynosi 9° .

Bliżej miejsca rozwinięcia RLS jest niezależne wzgórze o wysokości 75 m i odległości od RLS 10 km. Różnica wysokości wynosi 40 m, co daje kąt zakrycia 15° .

Do dalszych rozważań przyjmijmy bliższą przeszkodę, ponieważ powoduje ona większy kąt zakrycia.

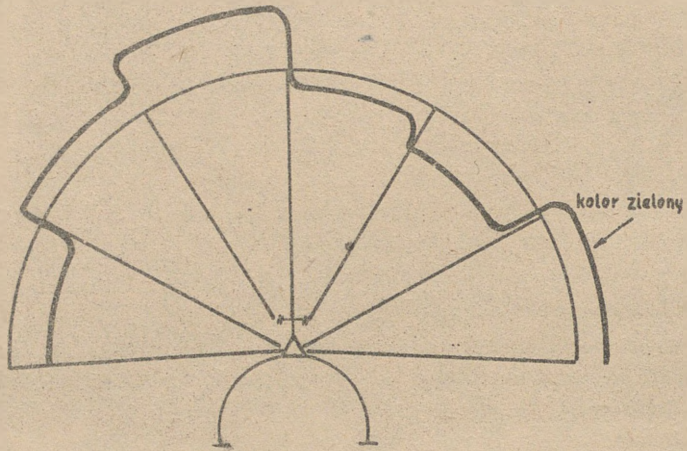
2.2. Określanie zasięgów RLS

Po przeprowadzeniu analizy poszczególnych sektorów należy przystąpić do określenia zasięgu RLS w każdym z nich. Dokonuje się tego na podstawie załączników nr 4 lub 5 w zależności od rodzaju spodziewanego nalotu, a więc i powierzchni odbicia samolotów biorących w nim udział. Mając kąt zakrycia lub spadu, odczytujemy w jednej z podanych tabel odległość wykrywania dla przyjętego typu stacji radiolokacyjnej i cyrklem, kolorem zielonym, wnosimy na mapę zasięg wykrywania w danym sektorze. Podobnie postępujemy z pozostałymi sektorami, a następnie łączymy je tak, jak pokazano na rys. 6.



Rys. 6

Ponieważ otrzymany wykres jest aproksymowany zasięgiem wykrywania, linie można wygładzić jak pokazano na rys. 7.



Rys. 7

x

x

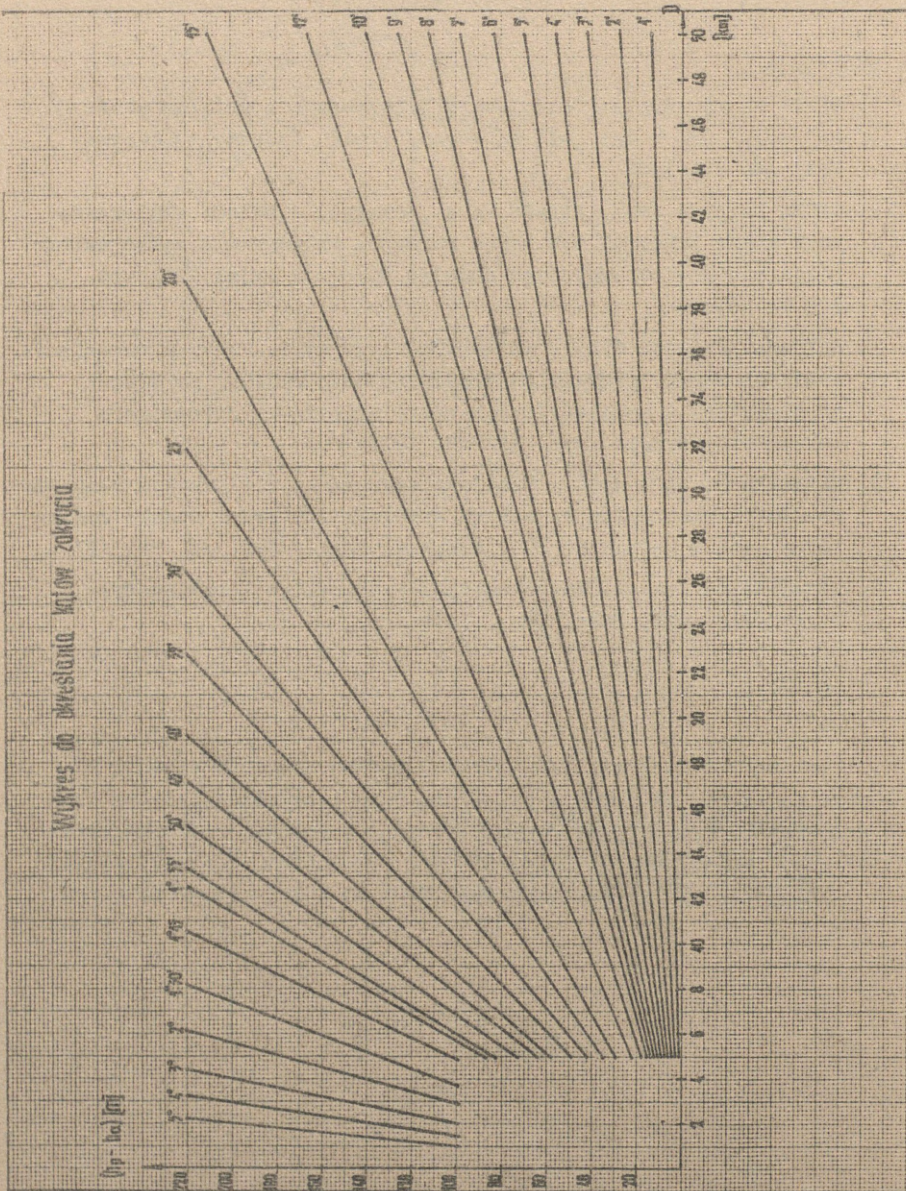
x

Zaprezentowana metoda niewątpliwie nie jest doskonała. Jest jednak przydatna i daje możliwość stosunkowo szybkiego wykreślenia zasięgów zarówno pojedynczych stacji radiolokacyjnych, jak i całych systemów. Może wobec tego być stosowana na wszystkich szczeblach dowodzenia obroną przeciwlotniczą.

BIBLIOGRAFIA

1. BĘBEN K. mjr dypl.: Organizacja i prowadzenie działań przez brt wojsk OPL w operacji zaczepnej armii. Ćwiczenie grupowe. Wyd. ASG WP, 1980.
2. CEGŁA H. ppłk dypl., ADAMCZYK A. mjr dypl.: Metody obliczania możliwości bojowych WRT OPK w zakresie wykonywania zadań zabezpieczenia radiolokacyjnego działań bojowych wojsk OPK. Wyd. ASG WP 1978.
3. GRZESZEK E. ppłk dypl., ADAMCZYK A. mjr dypl.: Metoda określania realnych stref wykrywania stacji radiolokacyjnych na małych wysokościach z uwzględnieniem profilu terenu i przedmiotów terenowych. Skrypt. Wyd. ASG WP, 1974.
4. GRZESZEK E. ppłk dypl.: Problemy wykrywania i śledzenia obiektów /celów/ powietrznych na małych wysokościach przez wojska radiotechniczne w warunkach PRL /Rozprawa dokt./ Wyd. ASG WP, 1979.
5. Materiały do szkolenia operacyjno-taktycznego /problematyka wojsk OPL/. Wyd. Sztab Gen., 1976.

Wydrukowano w 30 egz.
Egz. nr 1-30 Bibl.Nauk.OZS
Wyk. ppłk Bęben
Druk M.K. dn. 23.9.81 r.
Druk ASG WP nr pf-378/pf-1632/WW



Wartości kątów zakrycia dla małych odległości do przeszkody terenowej

Różnica wysokości (h ₁ -h ₂) [m]	Odległość do przeszkody terenowej (zaskonp) [m]									
	500	4000	4700	2000	2500	3000	3700	4000	4500	5000
2	76'	48'								
10	4'42"	36'	24'36"	48'						
15	4'48"	74'	27'42"	27'42"	24'36"	48'				
20	2'20'24"	1'32"	46'58"	36'	28'48"	24'36"	48'			
25	2'52'48"	1'26'24"	57'36"	43'42"	36'	28'48"	29'42"	48'		
30	2'28'48"	1'44'24"	1'12"	54'	43'48"	36'	28'48"	29'42"	24'36"	
35	1'04'12"	2'02'24"	1'49'12"	1'04'12"	50'24"	39'36"	36'	28'48"	25'48"	24'36"
40	1'37'42"	2'20'24"	1'30'	1'42"	57'36"	46'48"	34'36"	28'48"	28'48"	25'48"
45	2'34'48"	2'34'48"	1'44'24"	1'49'48"	1'04'12"	74'	43'42"	29'36"	36'	28'48"
50	2'72'48"	2'72'48"	2'06'	1'26'24"	1'12"	57'36"	30'24"	43'42"	25'36"	36'
55	2'40'48"	2'40'48"	2'20'24"	1'35'36"	1'09'48"	1'04'12"	74'	30'24"	43'42"	29'36"
60	2'28'48"	2'28'48"	2'27'36"	1'44'24"	1'26'24"	1'12"	1'04'12"	37'36"	46'48"	43'42"
65	2'15'42"	2'15'42"	2'38'24"	1'54'36"	1'33'36"	1'19'36"	1'08'24"	40'42"	50'24"	46'48"
70	1'04'12"	1'04'12"	2'52'48"	2'02'24"	1'40'48"	1'24'48"	1'42"	40'42"	54'	50'24"
75	1'18'42"	1'18'42"	3'02'36"	2'09'36"	1'44'24"	1'26'24"	1'49'42"	40'42"	57'36"	54'
80			3'44'24"	2'20'24"	1'54'36"	1'33'36"	1'22'48"	40'42"	4'04'18"	57'36"
85			3'28'48"	2'27'36"	1'59'48"	1'37'42"	1'46'24"	40'42"	4'08'24"	4'04'12"
90			3'39'36"	2'34'48"	2'02'24"	1'40'48"	1'30'	40'42"	4'12"	4'04'48"
95			3'46'48"	2'46'36"	2'09'36"	1'44'24"	1'37'36"	40'42"	4'12"	4'08'24"
100			3'04'12"	2'56'24"	2'16'48"	1'54'36"	1'37'42"	40'42"	4'17'36"	4'12"

WARTOŚĆ WSPÓŁCZYNNIKA KĄTA ZAKRYCIA /SPADU/

$\frac{d_{50}}{d_c} / \text{m}$																			
	-0,30	-0,25	-0,20	-0,15	-0,10	-0,05	0,00	+0,05	+0,10	+0,15	+0,20	+0,25	+0,30	+0,35	+0,40	+0,50	10	20	30
50	3,84	3,15	2,87	2,35	2,11	1,44	1,00	0,67	0,46	0,35	0,27	0,23	0,19	0,17	0,15	0,12	0,09	0,05	0,03
100	3,21	2,85	2,35	2,11	1,66	1,33	1,00	0,75	0,57	0,45	0,36	0,31	0,26	0,23	0,20	0,17	0,14	0,07	0,04
200	2,70	2,26	2,10	1,79	1,51	1,22	1,00	0,83	0,66	0,55	0,46	0,39	0,35	0,33	0,27	0,23	0,19	0,10	0,06
300	2,46	2,06	1,89	1,73	1,40	1,19	1,00	0,85	0,71	0,62	0,52	0,46	0,41	0,36	0,32	0,27	0,23	0,12	0,08
400	2,28	1,91	1,76	1,53	1,34	1,15	1,00	0,87	0,75	0,65	0,57	0,50	0,45	0,40	0,36	0,31	0,26	0,14	0,09
500	2,08	1,78	1,66	1,48	1,29	1,13	1,00	0,88	0,77	0,68	0,60	0,54	0,48	0,43	0,39	0,33	0,29	0,15	0,10
1000	1,78	1,52	1,44	1,31	1,20	1,09	1,00	0,91	0,83	0,76	0,69	0,63	0,58	0,54	0,49	0,43	0,38	0,21	0,14

ZASIĘCI WYKRYCIA CELU POMIETRZNEGO O SKUTEKZNEJ
POWIERZCHNI ODBICIA 1 m²

Hc	P - 15 M																			
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
50	73	60	54,5	44,6	40	27	19	12,7	8,7	6,6	5,1	4,3	3,6	3,2	2,8	2,3	1,7	0,9	0,6	
100	80	71	58,7	52,7	41,5	33,2	25	18,7	14,2	11,2	9,0	7,7	6,5	5,7	5,0	4,2	3,5	1,7	1	
200	90,5	75,7	70,3	60,0	50,6	40,9	33,5	27,8	22,1	18,4	15,4	13,0	11,7	11,0	9,0	7,7	6,4	3,3	2,0	
300	98	82	75,6	69,2	56,0	47,6	40	34,0	28,4	24,8	20,8	18,4	16,4	14,4	12,8	10,8	9,2	4,8	3,2	
400	102	86	79,2	70,8	60,3	51,7	45	39,1	33,7	29,2	25,6	22,5	20,2	18,0	16,2	13,9	11,7	6,3	4,0	
500	104	89	83,0	74,0	64,5	56,5	50	44,0	38,5	34,0	30,0	27,0	24,0	21,5	19,5	16,5	14,5	7,5	5,0	
1000	118	105	99,4	90,4	82,8	75,2	69	62,8	57,3	52,4	47,6	43,5	40,0	37,2	33,8	29,7	26,2	14,5	9,7	

P - 12 M

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
50	51,8	42,5	38,7	31,7	28,5	19,4	13,5	9,0	6,2	4,7	3,6	3,1	2,5	2,3	2,0	1,6	1,2	0,7	0,4	0,4
100	56,2	49,8	41,1	36,9	29,0	23,2	17,5	13,1	9,9	7,8	6,3	5,4	4,5	4,0	3,5	2,9	2,4	1,2	0,7	0,7
200	62,9	52,6	48,9	41,7	35,2	28,4	23,3	19,3	15,4	12,8	10,7	9,0	8,1	7,7	6,3	5,3	4,4	2,3	1,4	1,4
300	68,4	57,3	52,5	48,1	38,9	28,3	27,8	23,6	19,7	17,2	14,4	12,8	11,4	10,6	8,9	7,5	6,4	3,3	2,2	2,2
400	71,8	60,1	55,4	48,2	42,2	36,2	31,5	27,4	23,6	20,5	17,5	15,7	14,2	12,6	11,3	9,7	8,2	4,4	2,8	2,8
500	72,4	61,9	57,8	51,5	44,9	39,3	34,8	30,6	26,8	23,7	20,5	18,8	16,7	14,9	13,6	11,5	10,1	5,2	3,5	3,5
1000	81,7	72,6	68,8	62,6	57,4	52,1	47,8	43,5	39,7	36,3	33,0	30,1	27,7	25,8	23,4	20,5	18,2	10,0	6,7	6,7

P - 18

50	69,1	56,7	51,7	42,3	38,0	25,9	18,8	12,0	8,3	6,3	4,8	4,1	3,4	3,0	2,7	2,2	1,6	0,9	0,5	0,5
100	75,1	66,7	55,0	49,4	38,8	31,1	23,4	17,5	13,3	10,5	8,4	7,2	6,1	5,4	4,7	4,0	3,3	1,6	0,9	0,9
200	84,2	70,5	65,5	55,8	47,1	38,0	31,2	25,9	20,6	17,2	14,3	12,2	10,9	10,3	8,4	7,2	5,9	3,1	1,8	1,8
300	91,0	76,2	69,9	64,0	51,8	44,0	37,0	31,4	26,3	22,9	19,2	17,0	15,2	13,3	11,8	10,0	8,5	4,4	2,9	2,9
400	95,8	80,2	73,9	64,3	56,3	48,3	42,0	36,5	31,5	27,3	24,0	21,0	19,0	16,8	15,1	13,0	11,0	5,9	3,8	3,8
500	96,5	82,6	77,0	68,7	59,8	52,4	46,4	40,8	35,7	31,5	27,8	25,0	22,3	20,0	18,1	15,3	13,5	7,0	4,6	4,6
1000	108,6	96,5	91,4	83,2	76,2	69,2	63,5	57,8	52,7	48,3	43,8	40,0	36,8	34,3	31,1	27,3	24,1	13,3	8,9	8,9

P - 19

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
50	118,2	97,0	88,4	88,4	72,4	65,0	44,3	30,8	20,6	14,2	10,8	8,3	7,1	5,8	5,2	4,6	3,7	2,8	1,5	0,9
100	129,7	115,1	94,9	85,2	67,0	53,7	40,4	30,3	23,0	18,2	14,5	12,5	10,5	9,3	8,1	6,9	5,6	2,8	1,6	
200	146,6	122,7	114,0	97,2	82,0	66,2	54,3	45,1	35,8	29,8	25,0	21,2	19,0	17,9	14,6	12,5	10,3	5,4	3,2	
300	159,6	133,7	122,7	112,3	90,8	77,2	64,9	55,2	46,1	40,2	33,7	29,8	26,6	23,3	20,8	17,5	14,9	7,8	5,2	
400	168,3	141,0	130,0	113,0	99,0	85,0	73,8	64,2	55,3	48,0	42,1	37,0	33,2	29,5	26,6	22,9	19,2	10,3	6,6	
500	169,9	145,4	135,6	121,0	105,4	92,3	81,7	71,9	63,0	55,5	49,0	44,1	39,2	35,1	31,8	27,0	23,7	12,2	8,2	
1000	192,5	171,1	162,1	147,5	135,1	122,7	112,6	102,5	93,4	85,6	77,7	70,9	65,3	60,8	55,2	48,4	42,8	23,6	15,8	

P - 15 NL

50	129,4	106,1	96,7	79,2	71,1	48,5	33,7	22,6	15,5	11,8	9,1	7,7	6,4	5,7	5,0	4,0	3,0	1,7	1,0	
100	133,2	118,3	97,5	87,6	68,9	55,2	41,5	31,1	23,6	18,7	15,0	12,9	10,8	9,5	8,3	7,0	5,8	2,9	1,7	
200	142,0	118,9	110,5	94,1	79,4	64,2	52,6	43,6	34,7	28,9	24,2	20,5	18,4	17,3	14,2	12,1	10,0	5,3	3,1	
300	150,5	126,1	115,7	105,9	85,7	72,8	61,2	52,0	43,4	37,9	31,8	28,1	25,1	22,0	19,6	16,5	14,1	7,3	4,9	
400	155,7	130,4	120,2	104,5	91,5	78,5	68,3	59,4	51,2	44,4	38,9	34,2	30,7	27,3	24,6	21,2	17,7	9,5	6,1	
500	155,2	132,8	123,8	110,4	96,2	84,3	74,6	65,6	57,4	50,7	44,8	40,3	35,8	32,1	29,1	24,6	21,6	11,2	7,5	
1000	170,0	151,0	143,1	130,2	119,3	108,3	99,4	90,4	82,5	75,5	68,6	62,6	57,6	53,7	48,7	42,7	37,8	20,9	13,9	

JAWOR - M

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
50	75,3	61,7	56,2	46,0	41,3	28,2	19,6	13,1	9,0	6,8	5,3	4,5	3,7	3,3	2,9	2,3	1,7	1,0	0,6	0,6
100	82,5	73,2	60,4	54,2	42,6	34,2	25,7	19,3	14,6	11,5	9,2	7,9	6,7	5,9	5,1	4,4	3,6	1,8	1,0	1,0
200	93,1	78,0	72,5	61,7	52,1	42,1	34,5	28,6	22,8	19,0	15,9	13,4	12,1	11,4	9,3	7,9	6,5	3,5	2,0	2,0
300	101,1	84,7	77,7	71,1	57,5	48,9	41,1	34,9	29,2	25,5	21,4	18,9	16,8	14,8	13,1	11,1	9,4	4,9	3,3	3,3
400	106,5	89,2	82,2	71,5	62,6	53,7	46,7	40,6	35,0	30,3	26,6	23,3	21,0	18,7	16,8	14,5	12,1	6,5	4,2	4,2
500	107,5	92,0	85,8	76,5	66,7	58,4	51,7	45,5	39,8	35,1	31,0	27,9	24,8	22,2	20,2	17,1	15,0	7,7	5,2	5,2
1000	121,7	108,2	102,5	93,3	85,4	77,6	71,2	64,8	59,1	54,1	49,1	44,8	41,3	38,4	34,9	30,6	27,0	14,9	10,0	10,0

JAWOR - M2

50	92,9	76,2	69,4	56,9	51,1	34,8	24,2	16,2	11,1	8,5	6,5	5,6	4,6	4,1	3,6	2,9	2,2	1,2	0,7	0,7
100	102,1	90,6	74,7	67,1	52,8	42,3	31,8	23,8	18,1	14,3	11,4	9,8	8,3	7,3	6,3	5,4	4,4	2,2	1,3	1,3
200	115,0	96,3	89,5	76,2	64,3	52,0	42,6	35,4	28,1	23,4	19,6	16,6	14,9	14,0	11,5	9,8	8,1	4,3	2,5	2,5
300	125,0	104,6	96,0	87,9	71,1	60,4	50,8	43,2	36,1	31,5	26,4	23,4	20,8	18,3	16,2	13,7	11,7	6,1	4,1	4,1
400	131,5	110,2	101,5	88,3	77,3	58,8	57,7	50,2	43,3	37,5	32,3	28,8	26,0	23,1	20,8	17,0	15,0	8,1	5,2	5,2
500	132,7	113,6	105,0	94,4	82,3	72,1	63,8	56,1	49,1	43,4	38,3	31,4	30,6	27,4	24,9	21,0	18,5	9,6	6,4	6,4
1000	150,3	133,6	126,6	115,1	105,5	95,8	87,9	80,0	72,9	66,8	60,6	55,4	51,0	47,5	43,1	37,8	33,4	18,5	12,3	12,3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
50	101,8	83,5	76,0	62,3	55,9	36,2	26,5	17,7	12,2	9,3	7,1	6,1	5,0	4,5	4,0	3,2	2,4	1,3	0,8
100	111,7	99,2	81,8	73,4	57,8	46,3	34,8	26,1	19,8	15,7	12,5	10,8	9,0	8,0	7,0	5,9	4,9	2,4	1,4
200	125,8	105,3	97,9	83,4	70,4	56,8	46,6	38,7	30,8	25,6	21,4	18,2	16,3	15,4	12,6	10,7	8,8	4,7	2,8
300	137,0	114,7	103,3	96,4	78,0	66,3	55,7	47,3	39,5	34,5	29,0	25,6	22,8	20,0	17,8	15,0	12,8	6,7	4,5
400	144,4	120,7	111,2	96,7	84,7	72,7	63,2	55,0	47,4	41,1	36,0	31,6	28,4	25,3	22,7	19,6	16,4	8,8	5,7
500	145,4	124,4	116,0	103,4	90,2	79,0	69,9	61,5	53,8	47,5	41,9	37,7	33,5	30,0	27,3	23,1	20,3	10,5	7,0
1000	167,7	146,4	138,7	126,1	113,6	105,0	96,3	87,6	80,0	73,2	66,5	60,7	55,8	52,0	47,2	41,4	36,6	20,2	13,5

50	147,4	121,0	110,2	90,2	81,0	55,3	36,4	25,7	17,7	13,4	10,4	8,8	7,3	6,5	5,8	4,6	3,5	1,9	1,1
100	156,0	138,5	114,2	102,5	81,0	64,6	48,6	36,4	27,7	21,9	17,5	15,1	12,6	11,2	9,7	8,3	6,8	3,4	1,9
200	170,4	142,6	132,5	113,0	95,3	77,0	62,1	52,4	41,6	34,7	29,0	24,6	22,1	20,1	17,0	14,5	12,0	6,3	3,8
300	182,8	153,0	140,4	128,5	104,0	88,4	74,3	63,1	52,7	46,1	38,6	34,2	30,5	26,7	23,8	20,1	17,1	8,9	5,9
400	190,6	159,7	147,1	128,5	112,0	96,1	83,6	72,7	62,7	54,3	47,6	41,8	37,6	33,4	30,1	25,9	21,7	11,7	7,5
500	190,9	163,4	152,4	135,9	118,4	103,7	91,8	80,8	70,7	62,4	55,1	49,6	44,1	39,5	35,8	30,3	26,6	13,8	9,2
1000	212,5	188,9	179,0	162,8	149,2	135,5	124,3	113,3	103,2	94,5	85,8	78,3	72,1	67,1	60,9	53,4	47,2	26,1	17,4

ZASIEGI WYKRYCIA CEŁY POWIETRZNEGO O SKUTECZNEJ POWIERZCHNI ODBICIA 10m²

Hc	P - 15 M																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
50	94,8	77,8	70,9	58,0	52,1	35,5	24,7	16,5	11,4	8,6	6,7	5,7	4,7	4,2	3,7	3,0	2,2	1,2	0,7	0,7
100	104,0	92,3	76,1	68,4	53,8	43,1	32,4	24,3	18,5	14,6	11,7	10,0	8,4	7,4	6,5	5,5	4,5	2,3	1,3	1,3
200	117,7	98,5	91,6	78,0	65,8	53,2	43,6	36,2	28,8	24,0	20,0	17,0	15,3	14,4	11,8	10,0	8,3	4,4	2,6	2,6
300	128,2	107,3	98,5	90,1	72,9	62,0	52,1	44,3	37,0	32,3	27,1	24,0	21,4	18,7	16,7	14,1	12,0	6,2	4,2	4,2
400	135,0	113,1	104,2	90,6	79,3	68,0	59,2	51,5	44,4	38,5	33,7	29,6	26,6	23,7	21,3	18,3	15,4	8,3	5,3	5,3
500	136,2	116,6	108,7	96,9	84,5	74,0	65,5	57,6	50,4	44,5	39,3	35,4	31,4	28,2	25,5	21,6	19,0	9,8	6,5	6,5
1000	154,6	137,4	130,2	118,4	108,5	98,5	90,4	82,3	75,0	68,7	62,3	56,9	52,4	48,8	44,3	38,9	34,3	19,0	12,6	12,6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
50	74,1	60,8	55,4	45,3	40,7	27,8	19,3	12,9	8,9	6,7	5,2	4,4	3,7	3,3	2,9	2,5	1,7	0,9	0,6
100	80,2	71,2	58,7	52,7	41,5	33,2	25,0	18,7	14,2	11,2	9,0	7,7	6,5	5,7	5	4,2	3,5	1,7	1,0
200	89,6	77,0	69,7	59,4	50,1	40,5	33,2	27,5	21,9	18,3	15,3	12,9	11,6	10,9	8,9	7,6	6,3	3,3	2,0
300	97,2	81,4	74,6	68,3	55,3	47,0	39,5	33,6	28,0	24,5	20,5	18,2	16,2	14,2	12,6	10,7	9,1	4,7	3,2
400	102,1	85,5	78,8	68,5	60,0	51,5	44,8	39,0	33,6	29,1	25,5	22,4	20,2	17,9	16,1	13,9	11,6	6,7	4,0
500	103,0	88,1	82,2	73,3	63,8	55,9	49,5	43,5	38,1	33,7	29,7	26,7	23,8	21,3	19,3	16,3	14,3	7,4	4,9
1000	115,9	103,0	97,6	88,8	81,4	73,9	67,8	61,7	56,3	51,5	46,8	42,7	39,3	36,6	33,2	29,1	25,7	14,2	9,5

50	107,9	88,5	80,6	66,0	59,3	40,5	28,1	18,8	12,9	9,8	7,6	6,5	5,3	4,8	4,2	3,4	2,5	1,4	0,8
100	117,2	104,0	85,8	77,0	60,6	48,5	36,5	27,4	20,8	16,6	13,1	11,3	9,5	8,4	7,3	6,2	5,1	2,5	1,5
200	130,9	109,6	101,8	86,8	73,2	59,2	48,5	40,2	32,0	26,7	22,3	18,9	17,0	16,0	13,1	11,3	9,2	4,8	2,9
300	141,7	118,6	108,9	99,6	80,6	68,5	57,6	49,0	40,9	35,7	29,9	26,5	23,6	20,7	18,4	15,5	13,2	6,9	4,6
400	148,9	124,7	114,9	99,9	87,5	75,1	65,3	56,8	49,0	42,4	37,2	32,6	29,4	26,1	23,5	20,2	17,0	9,1	5,9
500	150,0	128,3	119,7	106,7	93,0	81,5	72,1	63,4	55,5	49,0	43,3	38,9	34,6	31,0	28,1	23,8	20,9	10,8	7,2
1000	168,9	150,2	142,3	129,4	118,6	107,7	98,8	89,9	82,0	75,1	68,2	62,2	57,3	53,3	48,4	42,5	37,5	20,7	13,8

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
50	131,3	107,7	98,1	80,4	72,2	49,2	34,2	22,9	15,7	12,0	9,2	7,9	6,5	5,8	5,1	4,1	3,1	1,7	1,0
100	144,0	128,0	105,5	94,7	74,5	59,7	44,9	33,7	25,6	20,2	16,2	13,9	11,6	7,6	9,0	7,6	6,3	3,1	1,8
200	163,1	136,5	126,8	108,1	91,2	73,7	60,4	50,1	39,9	33,2	27,8	23,5	21,1	19,9	16,3	13,9	11,5	6,0	4,8
300	177,4	148,5	136,3	124,7	100,9	85,8	72,1	61,3	51,2	44,7	37,5	33,2	29,5	25,9	23,1	19,5	16,6	8,6	5,8
400	187,0	156,6	144,3	125,5	110,0	92,7	82,0	71,3	61,5	53,3	46,7	41,0	36,9	32,8	29,5	25,4	21,3	11,5	7,4
500	188,9	161,6	150,7	134,4	117,1	102,6	90,8	79,9	69,9	61,7	54,5	49,0	43,6	39,0	35,4	29,9	26,3	13,6	9,1
1000	213,9	190,1	180,1	163,9	150,1	136,3	125,1	114,0	103,8	95,1	86,3	78,8	72,5	67,5	61,3	53,8	47,5	26,3	17,5

50	161,3	132,3	120,5	98,7	88,6	60,5	42,0	28,1	19,3	14,7	11,3	9,7	8,0	7,1	6,3	5,0	3,8	2,1	1,3
100	165,9	147,3	121,5	109,1	88,8	68,7	51,7	38,8	29,5	23,5	18,6	16,0	13,4	11,9	10,3	8,8	7,2	3,6	2,1
200	177,1	148,2	137,8	117,4	99,0	80,0	65,6	54,4	43,3	36,1	30,2	25,6	23,0	21,6	17,7	15,1	12,5	6,6	3,9
300	187,4	157,0	144,0	131,8	106,7	90,7	76,2	64,8	54,1	47,2	39,6	35,0	31,2	27,4	24,4	20,6	17,5	9,1	6,1
400	194,0	162,5	149,8	132,0	114,0	98,0	85,1	74,0	63,8	55,3	48,5	42,5	38,3	34,0	30,6	26,4	22,1	11,9	7,6
500	198,0	165,5	154,4	137,6	120,0	105,0	93,0	81,8	71,6	63,2	55,8	50,2	44,6	40,0	36,3	30,7	27,0	14,0	9,3
1000	212,0	188,3	178,4	162,3	148,7	136,0	123,9	112,7	102,8	94,2	85,5	78,0	71,8	66,9	60,7	53,3	47,1	26,0	17,3

JAWOR - M

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
50	101,7	83,5	76,0	62,3	55,9	38,2	26,5	17,7	12,2	9,3	7,1	6,1	5,0	4,5	4,0	3,2	2,4	1,3	0,8
100	111,7	99,2	82,0	73,4	57,8	46,3	34,8	26,1	19,8	15,7	12,5	10,8	9,0	8,0	7,0	5,9	4,9	2,4	1,4
200	125,8	105,3	98,0	83,4	70,4	56,8	46,6	38,7	30,7	25,6	21,4	18,2	16,3	15,4	12,6	10,7	8,8	4,7	2,8
300	137,0	114,7	105,3	96,4	78,0	66,3	55,7	47,3	39,5	34,5	29,0	25,6	22,8	20,0	17,8	15,0	12,8	6,7	4,4
400	144,1	120,7	111,2	96,7	84,7	72,7	63,2	55,0	47,4	41,1	36,0	31,6	28,4	25,3	22,7	19,6	16,4	8,8	5,7
500	145,4	124,4	116,0	103,4	90,2	79,0	69,9	61,5	53,8	47,5	41,9	37,7	33,5	30,0	27,3	23,1	20,3	10,5	7,0
1000	164,7	146,4	138,7	126,1	115,5	105,0	96,3	87,6	80,0	73,2	66,4	60,7	55,8	52,0	47,2	41,4	36,6	20,2	13,5

JAWOR - M2

50	118,3	97,0	88,4	72,4	65,0	44,3	30,8	20,6	14,2	10,8	8,3	7,1	5,8	5,2	4,6	3,7	2,8	1,5	0,8
100	129,4	114,8	94,7	85,0	67,0	53,6	40,3	30,2	23,0	18,1	14,5	12,5	10,5	9,3	8,1	6,8	5,6	2,8	1,6
200	145,8	122,0	113,4	96,7	81,5	65,9	54,0	44,8	35,6	29,7	24,8	21,0	18,9	17,8	14,6	12,4	10,3	5,4	3,2
300	158,7	132,9	121,9	111,6	90,3	76,7	64,5	54,8	45,8	40,0	33,5	29,7	26,4	23,2	20,6	17,4	14,8	7,7	5,2
400	167,1	140,0	129,0	112,1	98,2	84,3	73,3	63,8	55,0	47,6	41,8	36,6	33,0	29,3	26,4	22,7	19,0	10,3	6,6
500	168,7	144,3	134,6	120,0	104,6	91,6	81,1	71,4	62,4	55,1	48,7	43,8	38,9	34,9	31,6	26,7	23,5	12,2	8,1
1000	190,8	169,6	160,7	146,2	133,9	121,6	111,6	101,5	92,6	84,8	77,0	70,3	64,7	60,3	54,9	48,0	42,4	23,4	15,6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
50	125,6	103,0	93,6	76,8	69,0	47,1	32,7	21,9	15,0	11,4	8,8	7,5	6,2	5,5	4,9	3,9	2,9	1,6	1,0
100	137,1	122,2	100,6	90,5	71,2	57,0	42,9	32,2	24,4	19,3	15,4	13,3	11,1	10,0	8,6	7,3	6,0	3,0	1,7
200	155,0	129,7	120,5	102,7	86,7	70,0	57,4	47,6	37,9	31,6	26,4	2,4	20,0	18,9	15,5	13,2	10,9	5,7	3,4
300	168,1	141,3	129,6	118,7	96,0	81,6	68,6	58,3	48,7	42,5	35,7	31,5	28,1	24,7	21,9	18,5	15,8	8,2	5,5
400	177,6	148,8	137,1	119,2	104,4	89,6	77,9	67,8	58,4	50,6	44,4	38,9	35,0	31,2	28,0	24,1	20,2	10,9	7,0
500	179,1	153,2	142,9	127,4	111,1	97,3	86,1	75,8	66,3	58,5	51,7	46,5	41,3	37,0	33,6	28,4	25,0	12,9	8,6
1000	202,8	180,3	170,8	155,4	142,3	129,3	118,6	107,9	98,4	90,1	81,8	74,7	68,8	64,0	58,1	51,0	45,1	24,9	16,6

NUR - 21

50	164,7	135,1	123,1	100,8	90,5	61,8	42,9	28,7	19,7	15,0	11,6	9,9	8,1	7,3	6,4	5,1	3,6	2,1	1,3
100	174,3	154,7	127,6	114,6	91,5	72,2	54,3	40,7	30,9	24,4	19,5	16,8	14,1	12,5	10,9	9,2	7,6	3,8	2,2
200	190,3	159,3	148,0	126,2	106,4	86,0	70,5	58,5	46,5	38,8	32,4	27,5	24,7	23,3	19,0	16,2	13,4	7,0	4,2
300	204,2	171,0	157,0	143,6	116,2	98,8	83,0	70,5	58,9	51,5	43,2	38,2	34,0	30,0	26,5	22,4	19,1	10,0	6,6
400	212,5	178,4	164,4	148,3	125,1	107,4	93,4	81,2	70,0	60,7	53,2	46,7	42,0	37,4	33,6	28,9	24,3	13,1	8,4
500	213,4	182,6	170,3	151,8	132,3	115,9	102,6	90,3	79,0	69,8	61,6	55,4	49,2	44,1	40,0	33,8	29,7	15,4	10,3
1000	237,5	211,1	200,0	182,0	166,7	151,4	138,9	126,4	115,3	105,6	95,8	87,5	80,5	75,0	68,0	59,7	52,8	29,2	19,4

