



**AKADEMIA
SZTABU GENERALNEGO**
IM. GENERAŁA BRONI
KAROLA ŚWIERCZEWSKIEGO



JAWNE
~~ZASTRZEŻONE~~
~~POUFNE~~
Egz. nr 1



PLANOWANIE SYSTEMU ŁĄCZNOŚCI
RADIOLINIOWEJ Z WYKORZYSTANIEM
KOMPUTEROWEJ MAPY TERENU
Z JEDNOCZESNYM PRZYDZIAŁEM
CZĘSTOTLIWOŚCI I POZOSTAŁYCH
DANYCH RADIOLINIOWYCH

KRYPTONIM PROBLEMU SIGMA-1

Etap III

Kierownik problemu
plk prof. dr hab. Władysław FILAR



60705

WARSZAWA 1988





**AKADEMIA
SZTABU GENERALNEGO**
IM. GENERAŁA BRONI
KAROLA ŚWIERCZEWSKIEGO

JAWNE

~~ZASTRZEŻONE~~

~~POUFNE~~

Egz. nr 1



PLANOWANIE SYSTEMU ŁĄCZNOŚCI
RADIOLINIOWEJ Z WYKORZYSTANIEM
KOMPUTEROWEJ MAPY TERENU
Z JEDNOCZESNYM PRZYDZIAŁEM
CZĘSTOTLIWOŚCI I POZOSTAŁYCH
DANYCH RADIOLINIOWYCH

KRYPTONIM PROBLEMU SIGMA-1

Etap III

Kierownik problemu
płk prof. dr hab. Władysław FILAR



60705

WARSZAWA 1988

AKADEMIA SZTABU GENERALNEGO WP
im. gen. broni Karola Świerczewskiego

INSTYTUT BADAN STRATEGICZNO OBRONNYCH

140806 Anna KOLEK
Podol. prot. mekl. Nr uch 648
2 dn. 24.02.2006

JAWNE
ZASTRZEŻONE



~~POUCIENIE~~

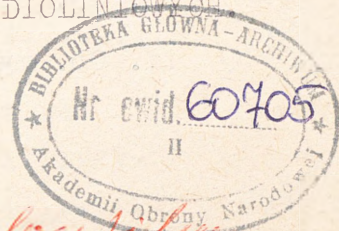
Egz. Nr ... 1

~~Audyt~~

PLANOWANIE SYSTEMU ŁACZNOŚCI RADIOLINIOWEJ Z WYKORZYS-
TANIEM KOMPUTEROWEJ MAPY TERENU Z JEDNOCZESNYM PRZYDZIA-
ŁEM CZĘSTOTLIWOŚCI I POZOSTAŁYCH DANYCH RADIOLINIOWYCH

KRYPTONIM PROBLEMU SIGMA-1

ETAP III



~~Inicjator problemu
na „ZASTRZEŻONE”
22.01.2005
płk W. Włodarczyk~~

KIEROWNIK PROBLEMU

232 ✓

płk prof. dr hab. Władysław FILAR

233 ✓

SIEDZIENIE

ZESPÓŁ AUTORSKI

- 255 ✓ 1. płk mgr inż. Jan CHOJNOWSKI /rozdz. 3, 4/.
- 273 ✓ 2. ppłk mgr Kazimierz SALAK /rozdz. 2 /.
- 274 ✓ 3. ppłk mgr inż. Adam ANTOSIEWICZ /rozdz. 5/.
- 390 ✓ 4. ppłk dr inż. Jacek PNYLINSKI /rozdz. 2/.
- 384 ✓ 5. ppłk mgr inż. Michał LENERT /rozdz. 8, 9/.
- 320 ✓ 6. mjr dr inż. Włodzimierz MATHEA /rozdz. 1/.
- 328 ✓ 7. mjr mgr inż. Tomasz MROWIEC /rozdz. 6/.
- 388 ✓ 8. kpt. mgr inż. Bogusław JAWORSKI /rozdz. 8, 9/.
- 386 ✓ 9. Ob. mgr Halina ŚLEMP /rozdz. 2/.
- 383 10. Ob. Halina ŚWIEBODA /rozdz. 1/.
- 387 ✓ 11. Ob. mgr inż. Andrzej MARSZAŁEK /rozdz. 7/.

SPIS TREŚCI

Str.

1. Planowanie przebiegu tras łączności radioliniowej między dowolnymi punktami w terenie	3
2. Przydział częstotliwości dla zaplanowanego systemu łączności radioliniowej	49
3. Metoda zbierania danych do uzupełnienia cyfrowej mapy wysokości o miasta, jeziora, bagna i linie wysokiego napięcia	95
4. Wymagania na zobrazowanie informacji graficznej na monitor ekranowy	99
5. Kontrola i zapis danych przy pomocy komputera AMSTRAD 6128	112
6. Metoda przenoszenia obrazów z ekranu na drukarkę mozaikową - opis za pomocą polskich znaków diakrytycznych	134
7. Topograficzne podstawy procedur opisujących związki pomiędzy współrzędnymi geograficznymi, kilometrowymi i azymutalnymi	156
8. Ocena możliwości rozpoznania radioelektronicznego systemu łączności radioliniowej i troposferycznej Sił Zbrojnych PRL	177
9. Zasady planowania łączności troposferycznej	237

1. PLANOWANIE PRZEBIEGU TRAS ŁĄCZNOŚCI RADIOLINIOWEJ MIĘDZY DOWOLNYMI PUNKTAMI W TERENIE.

1.1. Wstęp.

Niniejszy rozdział zawiera sprawozdanie z przebiegu prac nad realizacją tematu SIGMA-1, w zakresie planowania łączności radioliniowej na szczeblach operacyjnych i taktycznych. Poszczególne zadania cząstkowe opisane są w poszczególnych podrozdziałach jako oddzielne procedury, wraz z podaniem szczegółowych algorytmów rozwiązań oraz wydruków wersji źródłowych programów realizujących te procedury. Programy napisane zostały w języku programowania FORTRAN.

Jako pierwsza została opisana procedura wyszukiwania punktów w terenie, przydatych z punktu widzenia rozmieszczania stacji pośrednich w ograniczonym /terenie działań bojowych/ obszarze.

W drugim podrozdziale przedstawiona została procedura wyboru zestawu punktów dla rozmieszczenia stacji pośrednich przy planowaniu pojedynczej relacji łączności.

Kolejny podrozdział prezentuje procedurę planowania miejsc rozmieszczenia stacji pośrednich między dwoma węzłami łączności, a więc dokonuje wyboru możliwych tras przebiegu linii łączności.

W dalszej części omówiony został sposób dokonania ostatecznego wyboru jednej trasy /ze zbioru możliwych tras/ między danymi węzłami.

W ostatniej części przedstawiono wyniki realizacji procedury wyboru tras w oparciu o opracowane przykłady liczbowe.

1.2. Procedura wyszukiwania punktów w terenie, przydatnych z punktu widzenia rozmieszczenia stacji pośrednich w ograniczonym obszarze.

1.2.1. Opis procedury.

W trakcie przeprowadzonych w latach poprzednich ćwiczeń i eksperymentów praktycznych na obszarze całego kraju wytypowano szereg punktów w terenie charakteryzujących się następującymi właściwościami.

1. Istnieje możliwość łatwego nawiązywania łączności radioliniowej między tym punktem a szeregiem innych, również wyróżnionych punktów.
2. Istnieją w obrębie tego punktu dogodne warunki dla dojazdu i rozwinięcia niezbędnego sprzętu technicznego.

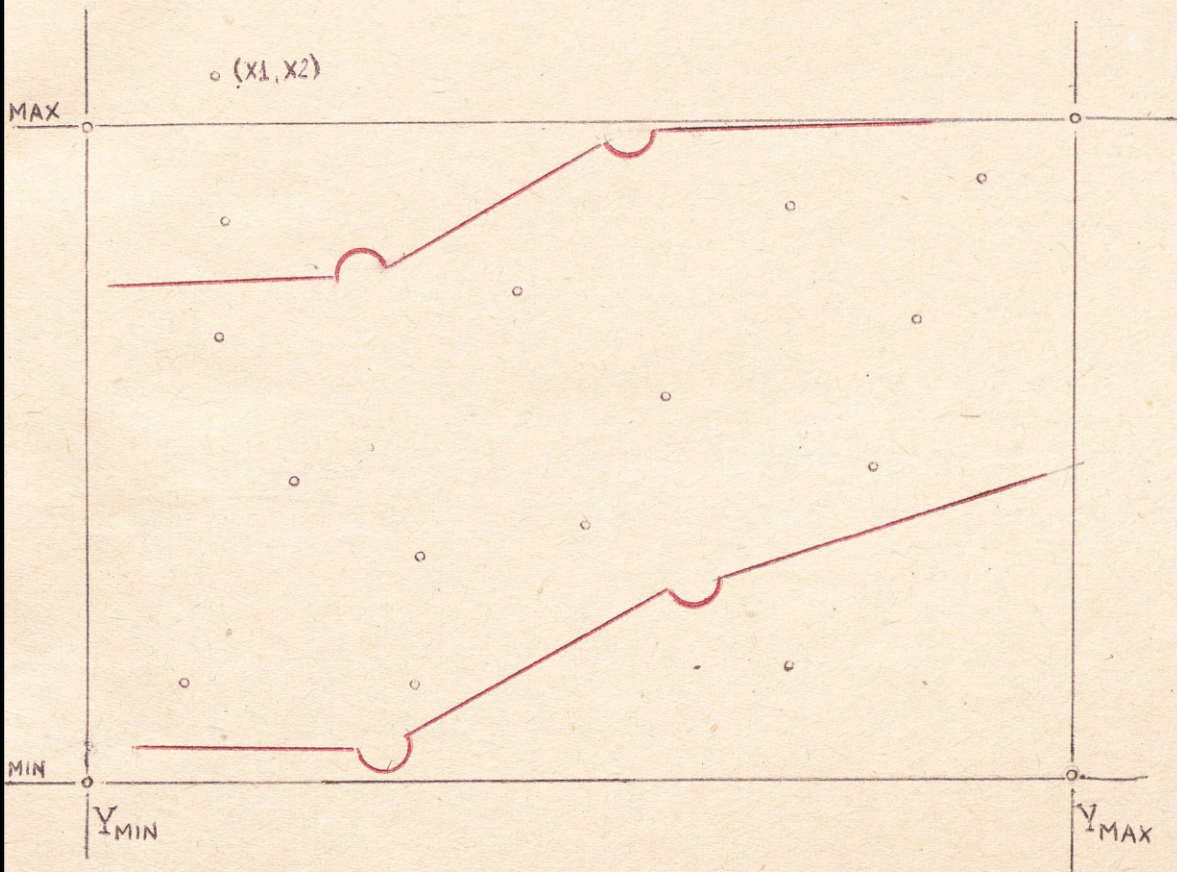
Są to przeważnie wyniosłości terenowe, co tym bardziej gwarantuje ich przydatność.

W trakcie realizacji tematu SIGMA-1 przyjęto założenie, że jeżeli w danym obszarze terenu punkty te występują, należy rozpatrzyć w pierwszej kolejności możliwość ich wykorzystania jako węzłów łączności oraz miejsc rozmieszczania stacji pośrednich.

Zbiór tych punktów z obszaru północno-zachodniej części kraju obejmujący około 500 punktów otrzymał roboczą nazwę ZPKT.

Z uwagi na ich liczbę, oraz fakt ich rozrzucenia na dużej przestrzeni, planując ich wykorzystanie w konkretnej sytuacji operacyjnej, w celu usprawnienia i przyspieszenia obliczeń należy ograniczyć obszar ewentualnych poszukiwań.

Przy planowaniu tras przebiegu linii łączności radioliniowej należy ograniczyć się wyłącznie do obszaru, którego ono dotyczy. Obrazuje to poniższy rysunek.



- Pas działania ZO (ZT)
- o o o o Zbiór punktów
- Linie ograniczające obszar poszukiwań

Rys. 1

Nie ma sensu rozpatrywać bowiem możliwości wykorzystania punktu o umownych współrzędnych (X_1, Y_2) , jako np. miejsca rozmieszczenia stacji pośrednich dla wyróżnionego ZO (ZT).

Metoda rozwiązania tego problemu jest stosunkowo prosta. Należy ograniczyć pas działania ZO (ZT) liniami prostymi od dołu - współrzędna X_{MIN} , od góry - X_{MAX} , z lewej strony - Y_{MIN} oraz z prawej - Y_{MAX} , a następnie sprawdzić, czy dany punkt z całego ich zbioru znajduje się wewnątrz tego ograniczonego obszaru. Rozpatrując zatem dowolny punkt o współrzędnych (X, Y) należy sprawdzić dwa warunki.

1. Czy $X_{MIN} \leq X \leq X_{MAX}$;
oraz
2. Czy $Y_{MIN} \leq Y \leq Y_{MAX}$;

W przypadku uzyskania odpowiedzi negatywnej punkt odrzucamy, gdy zaś oba warunki są spełnione punkt (X, Y) zapisujemy do zbioru /nadano mu nazwę roboczą ODWT/ i przystępujemy do analizy kolejnych punktów.

Opisaną procedurę nazwano PROG1.

1.2.2. Opis algorytmu procedury PROG1.

Oznaczenia:

k - numer kolejny punktu ze zbioru ZPKT;

i - numer kolejny punktu zapisanego do zbioru ODWT;

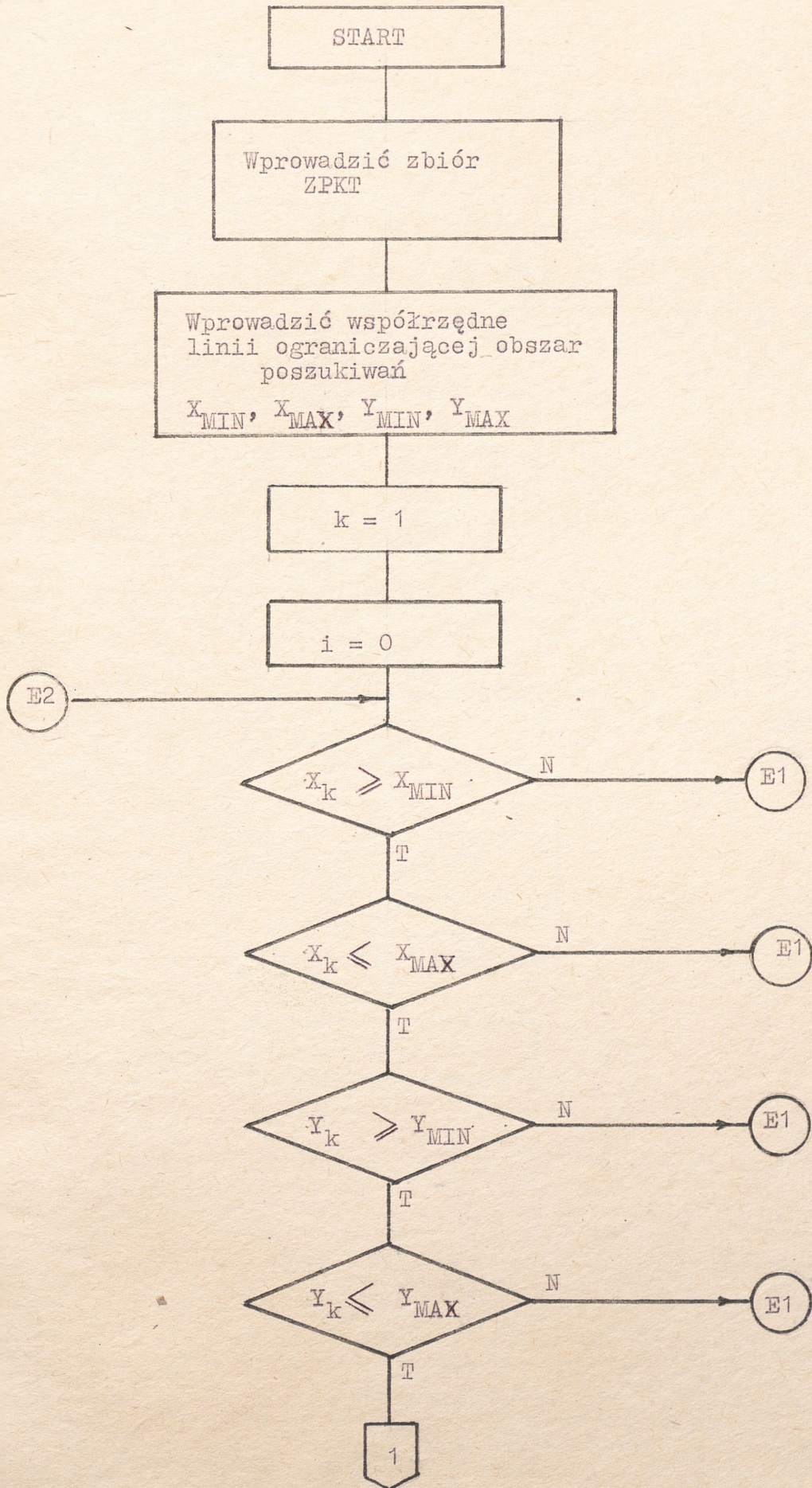
X, Y - współrzędne punktu ze zbioru ZPKT;

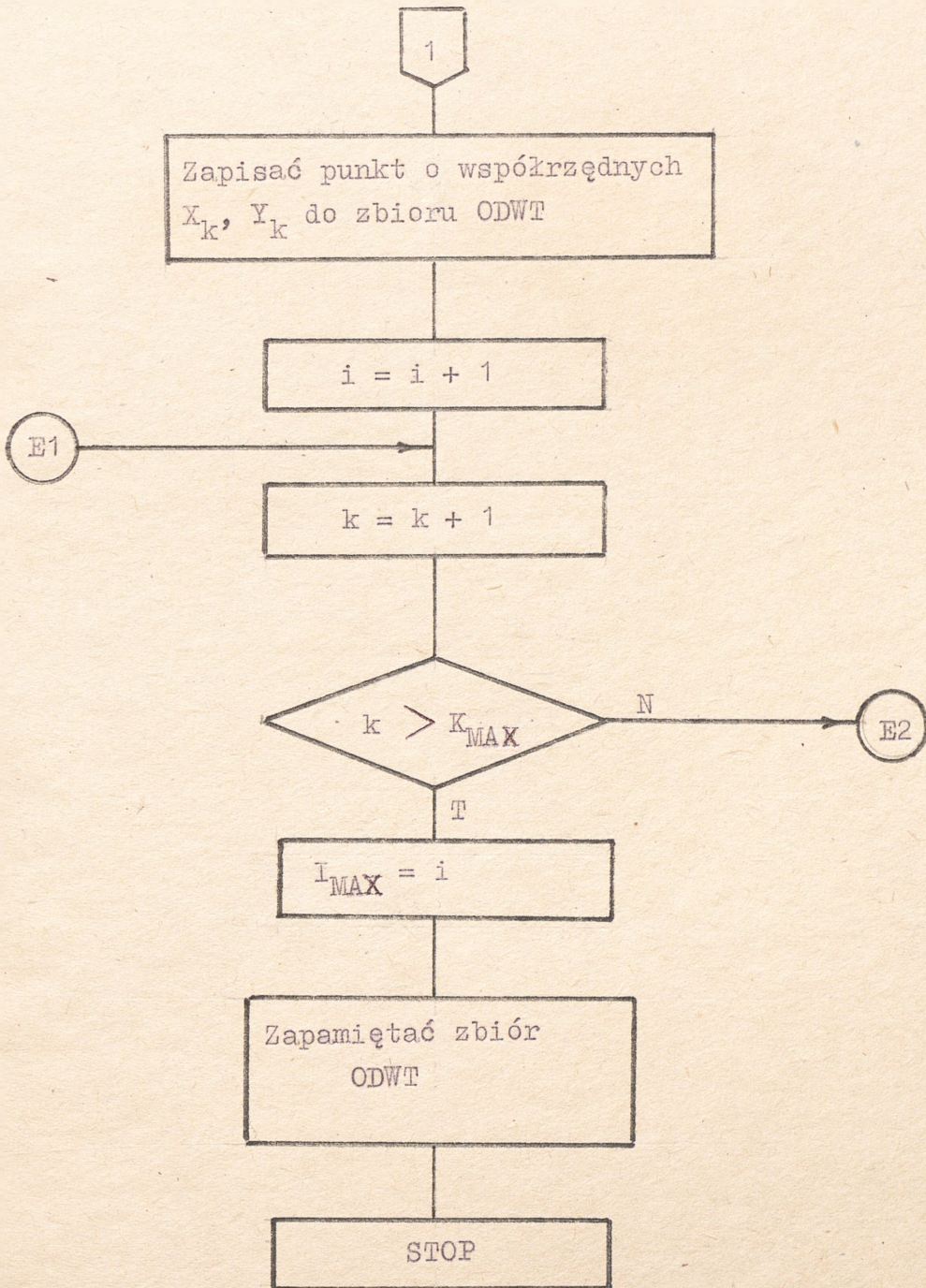
$\left. \begin{array}{l} X_{MIN} \\ X_{MAX} \\ Y_{MIN} \\ Y_{MAX} \end{array} \right\}$ - współrzędne linii ograniczającej obszar poszukiwań;

I_{MAX} - liczba punktów zapisanych do zbioru ODWT;

K_{MAX} - liczba punktów w zbiorze ZPKT.

Schemat blokowy algorytmu przedstawia się następująco:





Wydruk wersji zrodlowej procedury PROBI.

Program wyszukujacy punkty wynioslosci terenowej z zadanego obszaru

```
dimension owt(500,2)
```

```
write(*,1)
```

```
format('Podaj wspolrzedne ograniczajace obszar dzialania')
```

```
* 10x, 'xmin,xmax,ymin,ymax')
```

```
read(*,*)xmin,xmax,ymin,ymax
```

Zczytanie odpowiednich arkuszy mapy i wybranie punktow do zbioru wt

Ustalenie liczby punktow kmax

```
kmax=10
```

```
k=1
```

```
i=0
```

```
read(*,*)x,y
```

```
if(x.lt.xmin) go to 3
```

```
if(x.gt.xmax) go to 3
```

```
if(y.lt.ymin) go to 3
```

```
if(y.gt.ymax) go to 3
```

```
i=i+1
```

```
owt(i,1)=x
```

```
owt(i,2)=y
```

```
k=k+1
```

```
if(k.le.kmax) go to 2
```

```
imax=i
```

```
do 4 i=1,imax
```

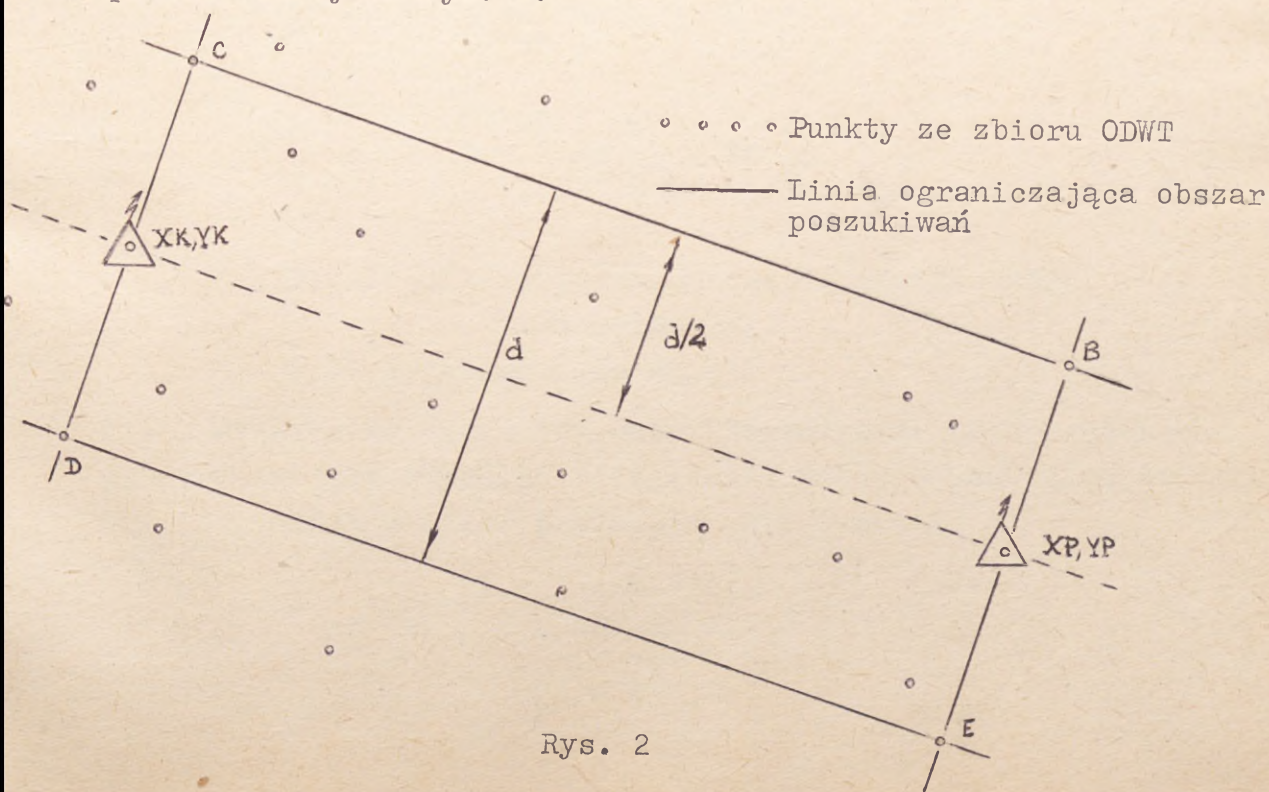
```
write(*,*) owt(i,1),owt(i,2)
```

```
end
```

1. 3. Procedura wyboru zestawu punktów dla rozmieszczenia stacji pośrednich dla planowania przebiegu pojedynczej relacji łączności.

1.3.1. Opis procedury.

Planując przebieg pojedynczej relacji łączności również nie możemy /analogicznie jak w poprzednim podrozdziale/ poruszać się po całym obszarze działania ZO (ZT) , a tylko w pewnym ściśle określonym pasie działania. Zadaniem tej procedury jest właśnie ograniczenie obszaru poszukiwań dla pojedynczej relacji łączności. W tym celu z całego zbioru punktów ODWT należy wybrać tylko tę część, która może być przydatna dla planowania trasy przebiegu poszczególnych relacji łączności. Załóżmy, że planujemy przebieg tras dla relacji łączności między węzłem początkowym /o współrzędnych XP, YP / , a docelowym /o współrzędnych XK, YK / . W tym przypadku również dokonujemy ograniczenia obszaru między tymi punktami dwoma parami prostych równoległych w sposób przedstawiony na rys. 2.



Rys. 2

Dla każdego zatem punktu należącego do zbioru ODWT należy dokonać sprawdzenia czy leży on wewnątrz obszaru ograniczonego prostymi EB i DC oraz BC i DE.

Wychodząc z równania prostej $Y = AX + B$, współczynniki A i B dla poszczególnych prostych można wyznaczyć ze wzorów:

$$A_{DE} = \frac{Y_P - Y_K}{X_P - X_K},$$

$$A_{BC} = A_{DE},$$

$$B_{DE} = \frac{X_P \cdot Y_K - X_K \cdot Y_P}{X_P - X_K} - \frac{d}{2},$$

$$B_{BC} = \frac{X_P \cdot Y_P - X_P \cdot Y_K}{X_P - X_K} + \frac{d}{2},$$

$$A_{DC} = \frac{-1}{A_{DC}},$$

$$B_{DC} = Y_K + \frac{X_P - X_K}{Y_P - Y_K} \cdot X_K,$$

$$B_{EB} = Y_P + \frac{X_P - X_K}{Y_P - Y_K} \cdot X_P,$$

gdzie:

$(X_P, Y_P), (X_K, Y_K)$ - współrzędne węzła początkowego i docelowego,

d - zasięg danego typu stacji

Mając wyznaczone parametry charakterystyczne poszczególnych prostych możemy określić odległość dowolnego punktu ze zbioru ODWT od każdej z nich, posługując się wzorem:

$$D = \frac{|X_i \cdot A - Y_i \cdot B|}{\sqrt{1 + A^2}}$$

Warunkiem na to, aby dowolny punkt o współrzędnych (X_i, Y_i) leżał wewnątrz obszaru ograniczonego prostymi jest aby spełniał on następujące zależności:

$$1. D_{BC} + D_{DE} = d ;$$

oraz

$$2. D_{DC} + D_{EB} = L .$$

gdzie:

$$L = \sqrt{X_P - X_K^2 + Y_P - Y_K^2} - \text{odległość między węzłami początkowym i docelowym}$$

W praktyce ścisłe przestrzeganie powyższych warunków /równości/, z uwagi na dokładność procesu liczenia wydaje się być zbyt ostre i w związku z tym można je zapisać w postaci następujących nierówności:

$$|D_{BC} + D_{DE} - d| \ll \xi ;$$

oraz

$$|D_{DC} + D_{EB} - L| \ll \xi ;$$

gdzie:

ξ - dowolnie mała liczba będąca granicą /błędem/ przybliżenia.

Procedurze umożliwiającej dokonanie takiego wyboru nadano roboczą nazwę PROG-2, zaś nowo utworzony zbiór został nazwany WYNIK.

1. 3.2. Opis algorytmu procedury PROG2.

Oznaczenia:

K - numer kolejnych punktów ze zbioru ODWT;

K_{MAX} - liczba punktów w zbiorze ODWT;

i - numer kolejny punktu zapisanego do zbioru WYNIK;

I_{MAX} - liczba punktów zapisanych do zbioru WYNIK;

ADE, ABC, BDE, BBC, ADC - parametry charakterystyczne ograniczające obszar poszukiwań;
ADC, AEB, BDC, BEB

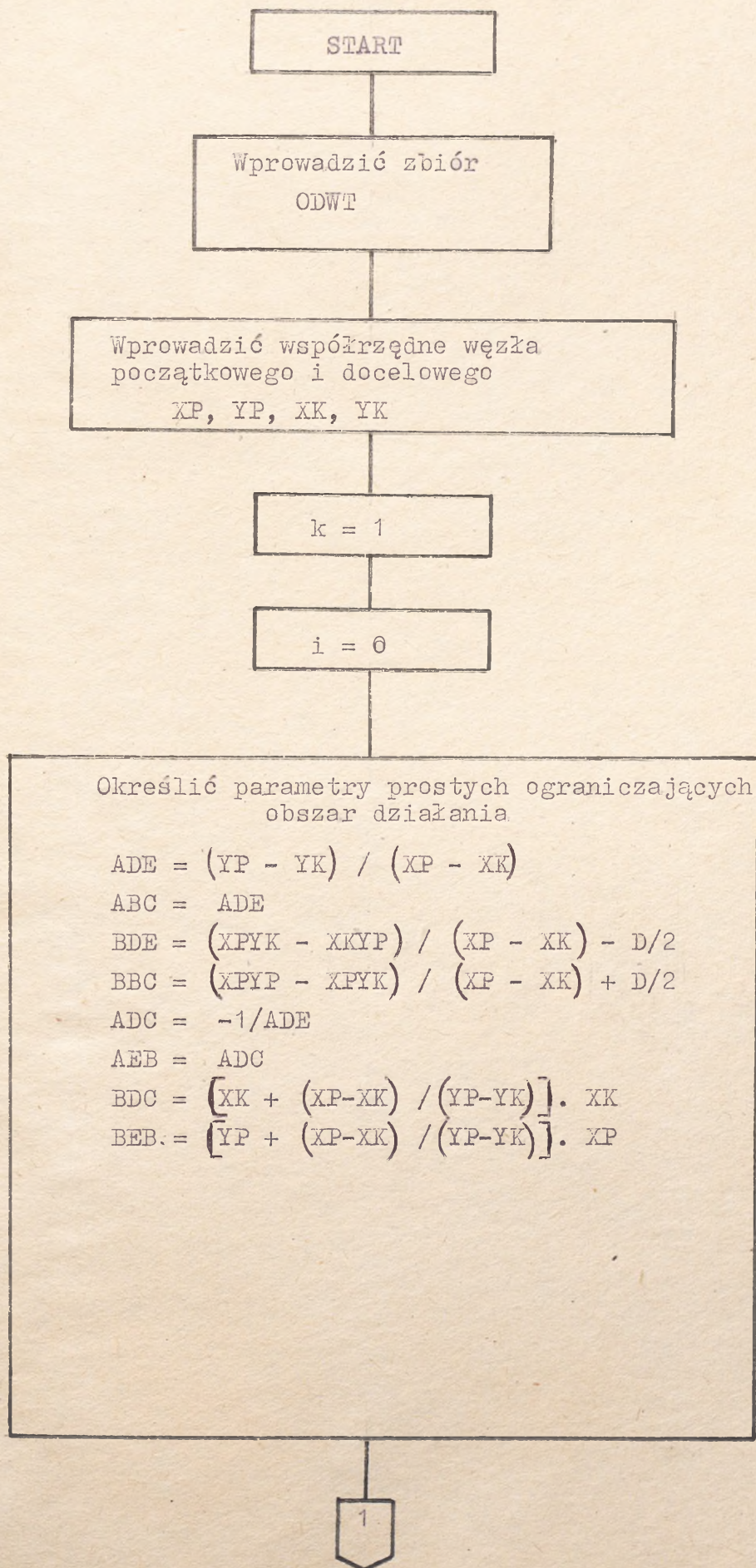
DBC, DDE, DDC, DEB - odległości punktu od odpowiednich prostych;

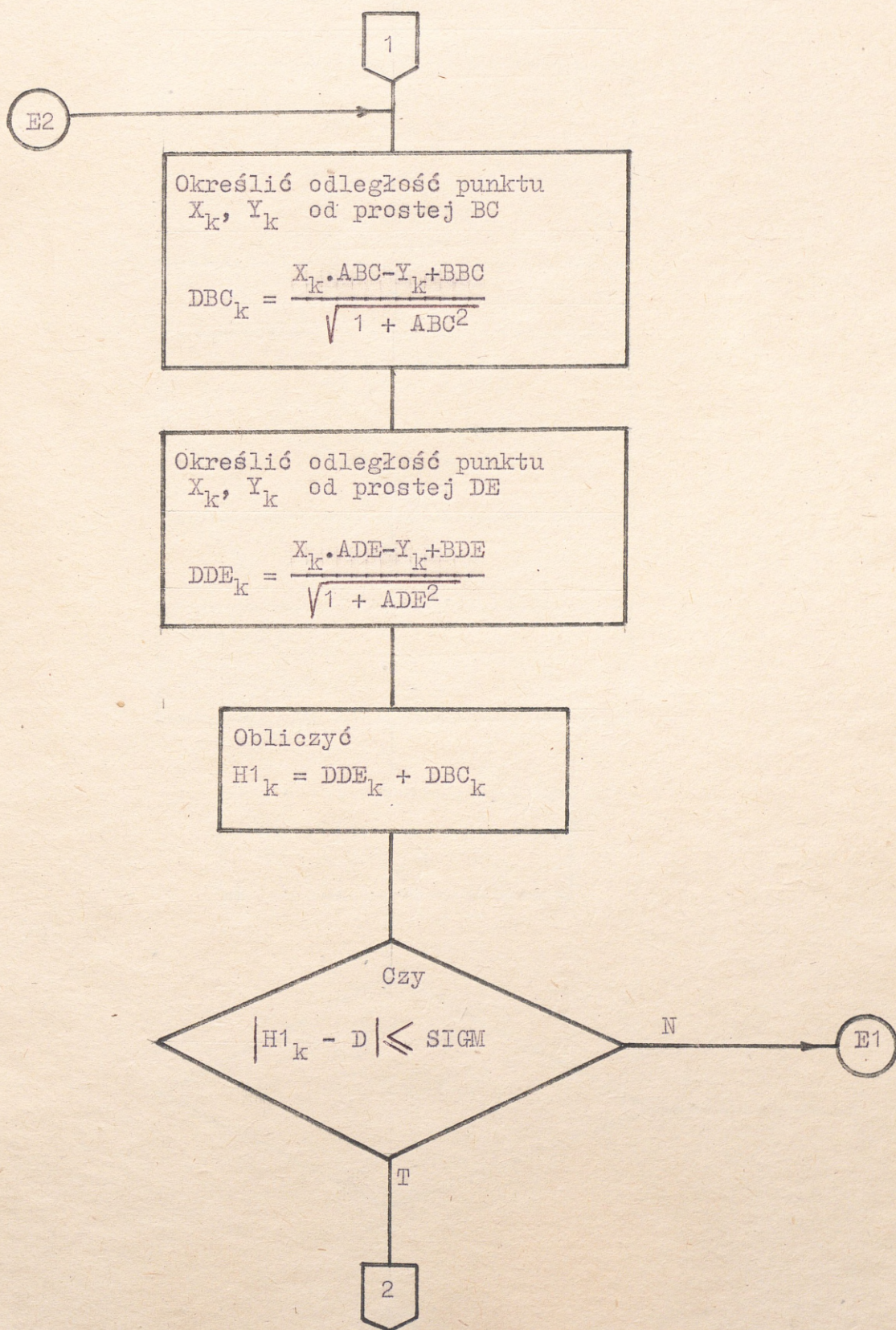
(XP, YP), (XK, YK) - współrzędne węzłów początkowego i docelowego;

SIGM - granica dopuszczalnego błędu;

D - zasięg danego typu stacji.

Schemat blokowy algorytmu przedstawia się następująco:





2

Określić odległość punktu X_k, Y_k od prostej DC

$$DDC_k = \frac{X_k \cdot ADC - Y_k + BDC}{\sqrt{1 + ADC^2}}$$

Określić odległość punktu X_k, Y_k od prostej EB

$$DEB_k = \frac{X_k \cdot AEB - Y_k + BEB}{\sqrt{1 + AEB^2}}$$

Obliczyć:

$$L_k = \sqrt{(X_P - X_k)^2 + (Y_P - Y_k)^2}$$

Obliczyć

$$H2_k = DDC_k + DEB_k$$

Czy

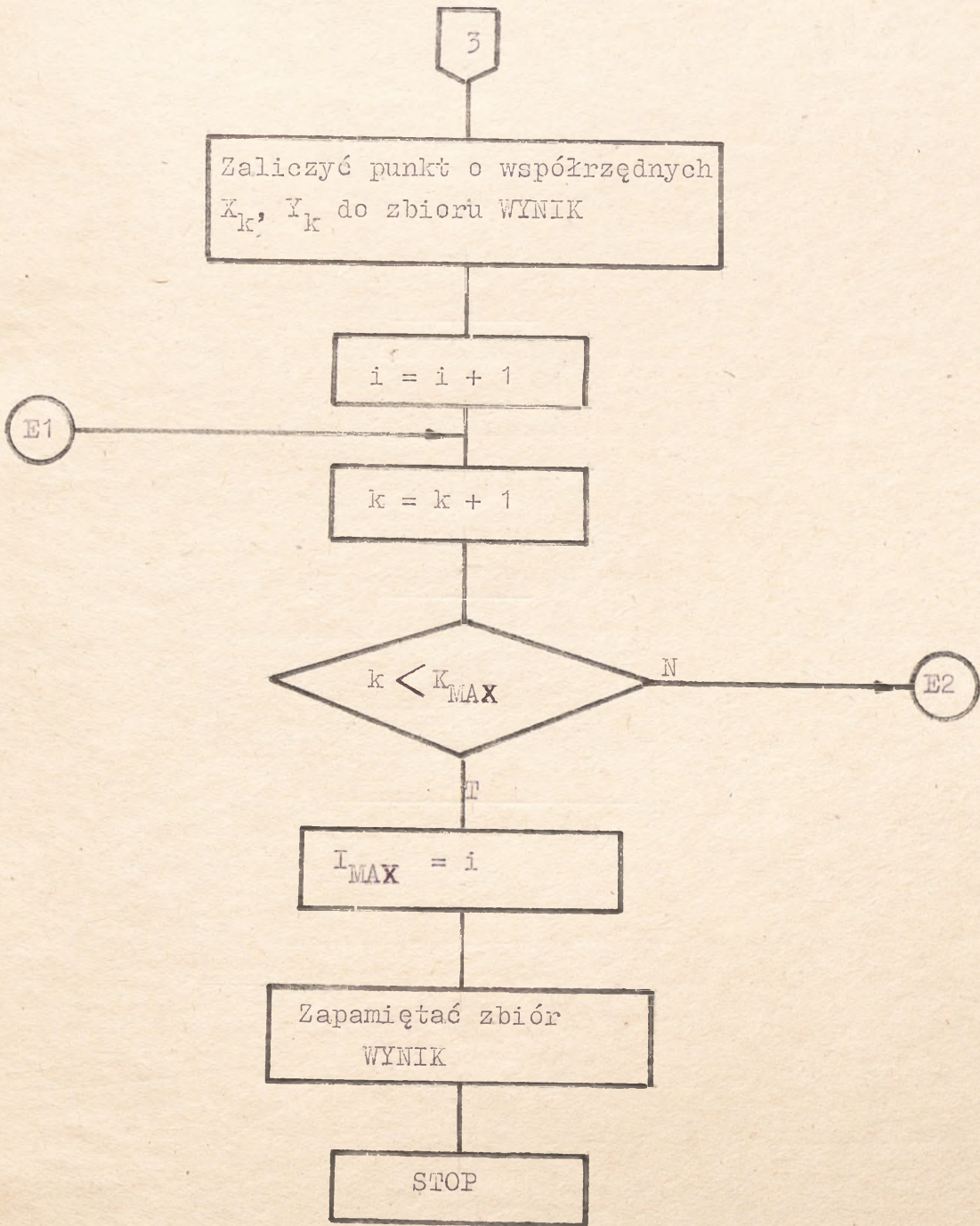
$$|L_k - H2_k| \leq \text{SIGM}$$

N

E1

T

3



Wydruk wersji zrodlowej procedury PRO62.

Tworzenie zbioru wynioslosci terenowych lezacych w pasie pojedynczej relacji miedzy dwoma zadаныmi punktami (x1,y1) i (x2,y2) oraz danym zasiegu stacji d
imax-liczba punktow w zbiorze ODWT
nmax-liczba punktow w tablicy t

```
subroutine PRO62 (x1,y1,x2,y2,d,imax,nmax,t)
dimension t(100,2)
open(1,file='a:odwt',status='old')
n=0
write(2,30)x1,y1,x2,y2
format(' Punkty wezlowe (',f8.3,',',f8.3,') i (',f8.3,',',f8.3,
* ')')
write(2,31)d
format(' Zasieg stacji -',f8.3)
dpol=d/2.
if(abs(x1-x2).le.0.2) go to 202
if(abs(y1-y2).le.0.2) go to 203
```

Wyznaczanie parametrow prostych ograniczajacych obszar.

```
ade=(y1-y2)/(x1-x2)
abc=ade
pier=sqrt(1+ade*ade)
delx=dpol*ade/pier
dely=-dpol/pier
xc=x2+delx
yc=y2+dely
xd=x2-delx
yd=y2-dely
bde=yd-ade*xd
bbc=yc-ade*xc
adc=-1./ade
aeb=adc
bdc=y2+x2/ade
beb=y1+x1/ade
```

Sprawdzenie czy punkty ze zbioru ODWT leza wewnatrz obszaru

```
do i i=1,imax
read(1,*)x,y
```

Okreslenie odleglosci punktu od prostych bc i de

```
dbc=abs(x*abc-y+bbc)/sqrt(1+abc*abc)
dde=abs(x*ade-y+bde)/sqrt(1+ade*ade)
if(abs(dde+dbc-d).gt.0.2) go to 1
```

Okreslenie odleglosci punktu od prostych dc i eb

```
ddc=abs(x*adc-y+bdc)/sqrt(1+adc*adc)
deb=abs(x*aeb-y+beb)/sqrt(1+aeb*aeb)
c=ddc+deb
```

```
h=sqrt((x1-x2)*(x1-x2)+(y1-y2)*(y1-y2))
```

```
if(abs(c-h).gt.0.2) go to 1
```

```
n=n+1
```

```
t(n,1)=x
```

```
t(n,2)=y
```

```
continue
```

```
go to 200
```

```
if(abs(y1-y2).gt.0.2) goto 204
```

```
write(*,22)
write(2,22)
2 format(' Bledne wspolrzedne wezlow')
goto 200
04 if(y1.lt.y2)then
    dy=y1
    gy=y2
else
    dy=y2
    gy=y1
end if
do 23 i=1,imax
read(1,*)x,y
if(x.gt.x1+dpol)goto 23
if(x.lt.x1-dpol)goto 23
if(y.lt.dy)goto 23
if(y.gt.gy)goto 23
n=n+1
t(n,1)=x
t(n,2)=y
3 continue
goto 200
03 if(x1.lt.x2)then
    xd=x1
    xg=x2
else
    xd=x2
    xg=x1
end if
do 24 i=1,imax
read(1,*)x,y
if(x.gt.xg)goto 24
if(x.lt.xd)goto 24
if(y.gt.y1+dpol)goto 24
if(y.lt.y1-dpol)goto 24
n=n+1
t(n,1)=x
t(n,2)=y
24 continue
200 nmax=n
return
end
```

4. Procedura planowania miejsc rozmieszczenia stacji pośrednich między dwoma węzłami łączności.

4.1. Opis procedury.

Procedura ta ma na celu określenie tras przebiegu linii łączności między dwoma wyróżnionymi węzłami - początkowym o współrzędnych (XP, YP) oraz docelowym (XK, YK) . Procedura ta składa się z szeregu kolejnych wzajemnie ze sobą powiązanych etapów, których liczbą jest tym większa im bardziej skomplikowany /wykorzystujący większą liczbę stacji pośrednich/ przebieg ma dana trasa. W każdym z etapów wykorzystuje się podprogram o nazwie WIDRAD, mający za zadanie udzielenie odpowiedzi, czy między dwoma punktami w terenie można /z uwagi na jego ukształtowanie/ nawiązać łączność radioliniową w określonym pasmie częstotliwości, czy nie. Podprogram ten dzieli się na dwie części.

W pierwszej, należy dokonać sprawdzenia, czy odległość między danymi punktami (X_i, Y_i) oraz (X_j, Y_j) nie przekracza dopuszczalnego zasięgu stacji danego typu - D , a więc czy zachodzi warunek:

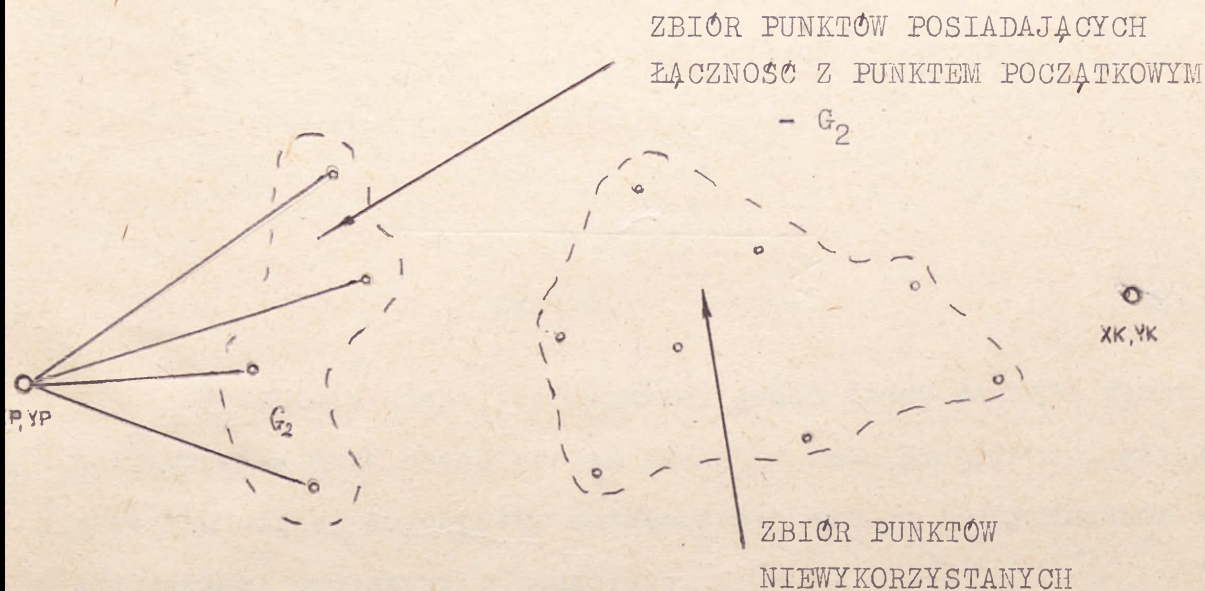
$$\sqrt{(X_i - X_j)^2 + (Y_i - Y_j)^2} \leq D$$

W drugiej części, wykorzystując algorytm opracowany przez specjalistów z Instytutu Łączności we Wrocławiu powinniśmy otrzymać odpowiedź, czy między tymi punktami istnieje tzw. "widoczność" radiowa i w jakim paśmie częstotliwości.

W kolejnych etapach "budowania" trasy realizowane są następujące czynności.

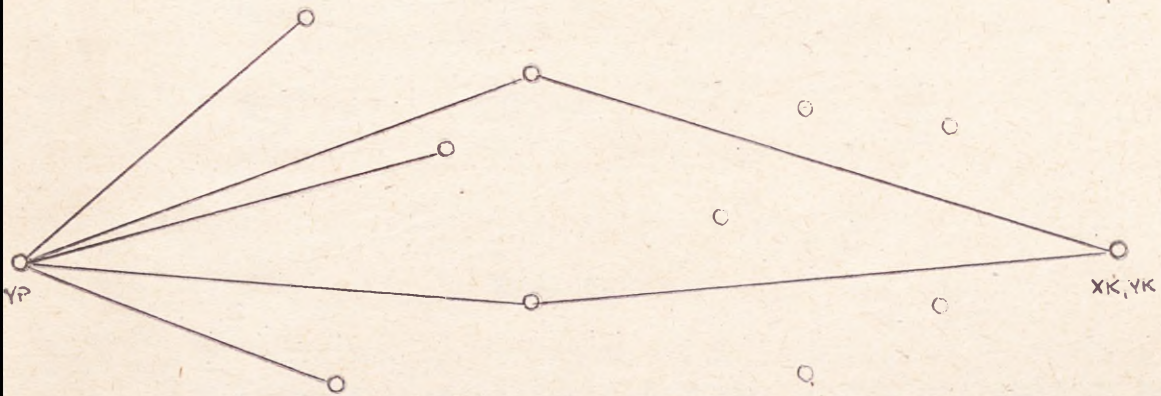
W etapie pierwszym należy sprawdzić, czy między punktami (X_P, Y_P) oraz (X_K, Y_K) istnieje łączność bezpośrednia. Należy więc, przy wykorzystaniu podprogramu WIDRAD, sprawdzić warunki dotyczące odległości oraz widoczności. Jeśli istnieje możliwość nawiązania łączności bezpośredniej /bez konieczności wykorzystania stacji pośrednich/ w tym momencie kończymy cały proces badawczy i nie realizujemy kolejnych etapów.

W przypadku braku łączności bezpośredniej przechodzimy do drugiego etapu, w którym badamy czy możemy nawiązać łączność w oparciu o jeden punkt pośredni. W tym celu sprawdzamy w pierwszej kolejności, z którymi z punktów ze zbioru WYNIK ma łączność bezpośrednią punkt początkowy o współrzędnych (X_P, Y_P) . Można to zilustrować rysunkiem



Rys. 3.

Jeżeli zbiór ten nie jest zbiorem pustym, linie łączące punkt początkowy z punktami należącymi do niego stanowią początki ewentualnych tras zmierzających do połączenia punktu początkowego z docelowym. Kolejną czynnością w tym etapie jest sprawdzenie, czy istnieje możliwość nawiązania łączności między którymkolwiek z tych punktów, a punktem docelowym, a więc czy jest możliwa sytuacja zilustrowana na rys. 4.

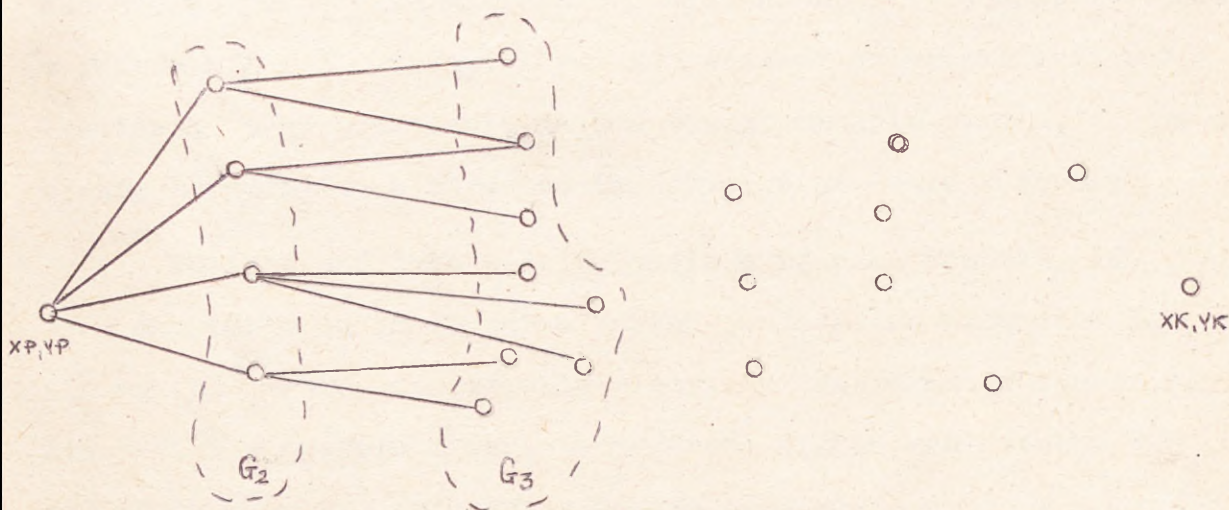


Rys. 4.

Jeżeli istnieje, co najmniej jedna trasa łącząca punkt początkowy z docelowym, proces szukania tras przerywany, gdy zaś jest ich więcej dokonujemy ostatecznego wyboru trasy zgodnie z założeniami opisanymi w punkcie 5.

Gdy w oparciu o jedną stację pośrednią nie uda się zrealizować połączenia przechodzimy do kolejnego etapu, a mianowicie, szukamy kolejnego zbioru punktów z którymi mają łączność punkty

wyżonione w poprzednim etapie. Oczywiście punktów tych poszukujemy wśród jeszcze nie branych pod uwagę. Obrazuje to rys. 5.



Rys. 5.

W przypadku znalezienia takiego zbioru postępujemy analogicznie jak w poprzednim etapie, a mianowicie badamy możliwości łączności między punktami należącymi do tego zbioru, a punktem docelowym. Gdy możliwość taka zaistnieje w conajmniej jednym przypadku poszukiwania przerywamy, jeśli nie kontynuujemy je w kolejnych etapach, w sposób analogiczny do podanego /liczba etapów poszukiwań/ nie jest więc z początku znana/.

Poszukiwanie przerywamy na "k"-tym etapie poszukiwań gdy wystąpi następująca sytuacja. W "k"-1 etapie nie udało się zapewnić łączności między punktami ze zbioru G_{k-1} a punktem docelowym oraz w "k"-tym etapie zbiór $G_k = \emptyset$, a więc jest zbiorem pustym.

Przerwanie nastąpi również na danym etapie, gdy w dotychczasowych poszukiwaniach wykorzystaliśmy już wszystkie punkty ze zbioru WYNIK. Przerwanie takie będzie oznaczało, że nie uda się zrealizować danego połączenia w oparciu o wyróżniony zestaw punktów opisany w punktach 2 i 3. Wystąpi zatem konieczność szukania możliwości realizacji tego połączenia metodą przeszukiwania terenu, w oparciu o mapę komputerową w odpowiednim sektorze na danym kierunku.

Konieczność taka będzie istniała również wówczas, gdy liczba tych punktów w danym obszarze terenu jest bardzo niewielka lub, gdy nie ma ich wcale. Opracowanie algorytmu sektorowego przeszukiwania terenu w oparciu o mapę komputerową będzie realizowane w kolejnej fazie prac nad realizacją tematu SIGMA-1.

Gdy jednak uda się zrealizować połączenie w oparciu o punkty ze zbioru WYNIK, końcowym wynikiem działania procedury będzie podanie zbioru tras łączących punkt początkowy i docelowy, zaś pojedyncza trasa będzie zapisana w następujący sposób:

$$\Pi_t = \left[(X_P, Y_P) ; \left\{ H(t, k) \right\} ; (X_K, Y_K) \right]$$

gdzie:

$(X_P, Y_P), (X_K, Y_K)$ - współrzędne węzłów początkowego i docelowego;

$\left\{ H(t, k) \right\}$ - zbiór numerów punktów, stanowiących punkty pośrednie na danej trasie;

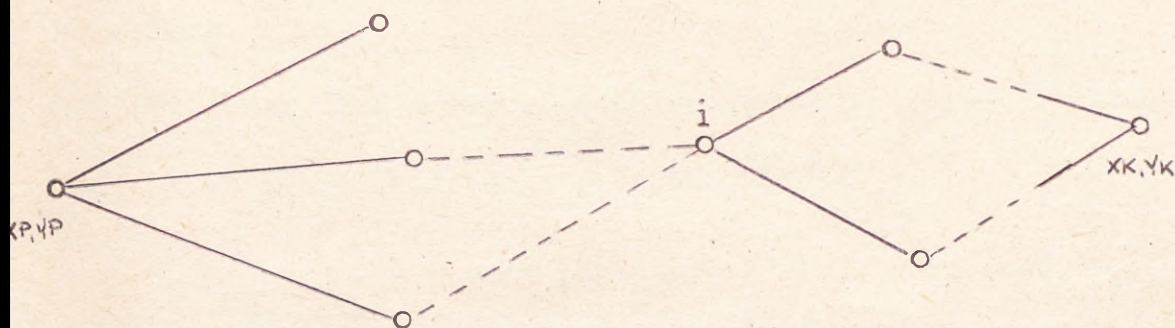
t - numer kolejny trasy;

k - numer kolejnego etapu.

Jeżeli $H(t, k) = i$ - oznacza to, że na trasie numer "t", kolejnym punktem pośrednim w "k"-tym etapie poszukiwań będzie punkt o numerze bieżącym "i" ze zbioru WYNIK.

Oczywiście numer $i = 1, 2, \dots, I_{MAX}$.

Należy również zauważyć, że jeden i ten sam punkt "i" może być elementem więcej niż jednej trasy /rys. 6/.



Rys. 6.

Tak więc każda trasa będzie opisana poprzez numery kolejnych punktów pośrednich należących do zbioru WYNIK, oraz poprzez podanie współrzędnych punktu początkowego i docelowego.

Należy również zauważyć, że liczba etapów odzwierciedla w sposób bezpośredni liczbę punktów rozmieszczenia stacji pośrednich.

Jeżeli zakończono poszukiwania w etapie K, liczba stacji pośrednich będzie wynosiła K-1 /w etapie K = 1 badamy możliwość nawiązania łączności bezpośredniej/.

Liczba etapów poszukiwań może być również ograniczona z góry. Istnieją bowiem relacje łączności, dla których liczba stacji pośrednich jest ograniczona i nie może przekraczać pewnej ustalonej liczby K_{MAX} .

Procedura realizująca powyższe zadania ^{ma} nadaną roboczą nazwę PROG3.

1.4.2. Opis algorytmu procedury PROG3.

Oznaczenia:

(X_P, Y_P) ; (X_K, Y_K) - współrzędne węzłów początkowego i docelowego;

ODP - wynik realizacji procedury WIDRAD

$$ODP = \begin{cases} 1 - \text{między punktami istnieje możliwość} \\ \text{nawiązania łączności;} \\ 0 - \text{łączności nie ma;} \end{cases}$$

k - numer bieżący etapu poszukiwań;

t - numer kolejny trasy;

Z(k) - wskaźnik określający czy w danym etapie został określony zbiór G(k);

G(k) - zbiór punktów pośrednich wykorzystywany w "k"-tym etapie poszukiwań;

i - numer bieżący punktu ze zbioru WYNIK;

I_{MAX} - liczba punktów należących do zbioru WYNIK;

W(i) - wskaźnik zajętości punktu ze zbioru WYNIK;

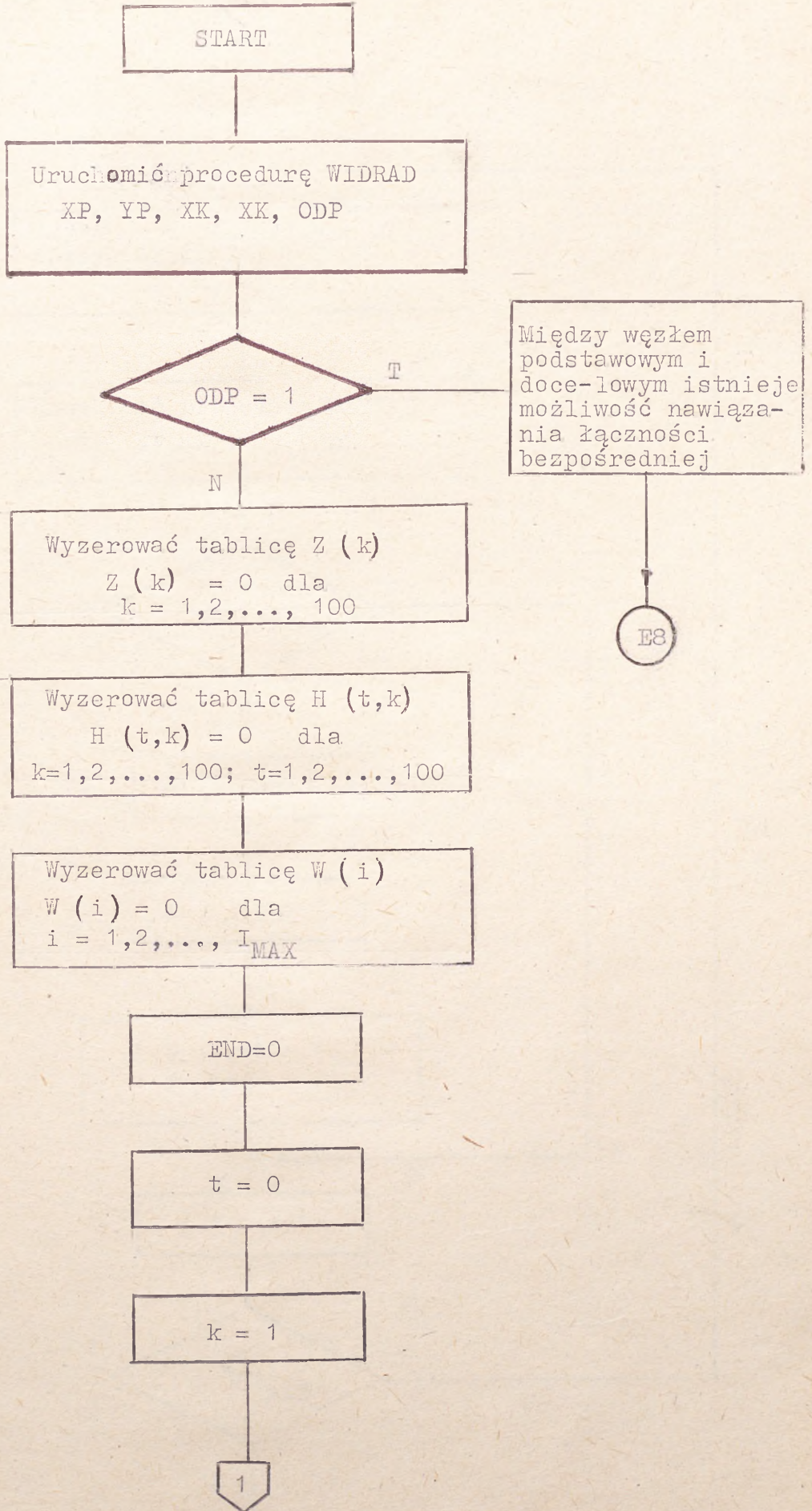
$$W(i) = \begin{cases} 1 - \text{punkt nr "i" był wykorzystany w poprzednich} \\ \text{etapach } k=1,2,\dots, k-1; \\ 0 - \text{punkt wolny;} \end{cases}$$

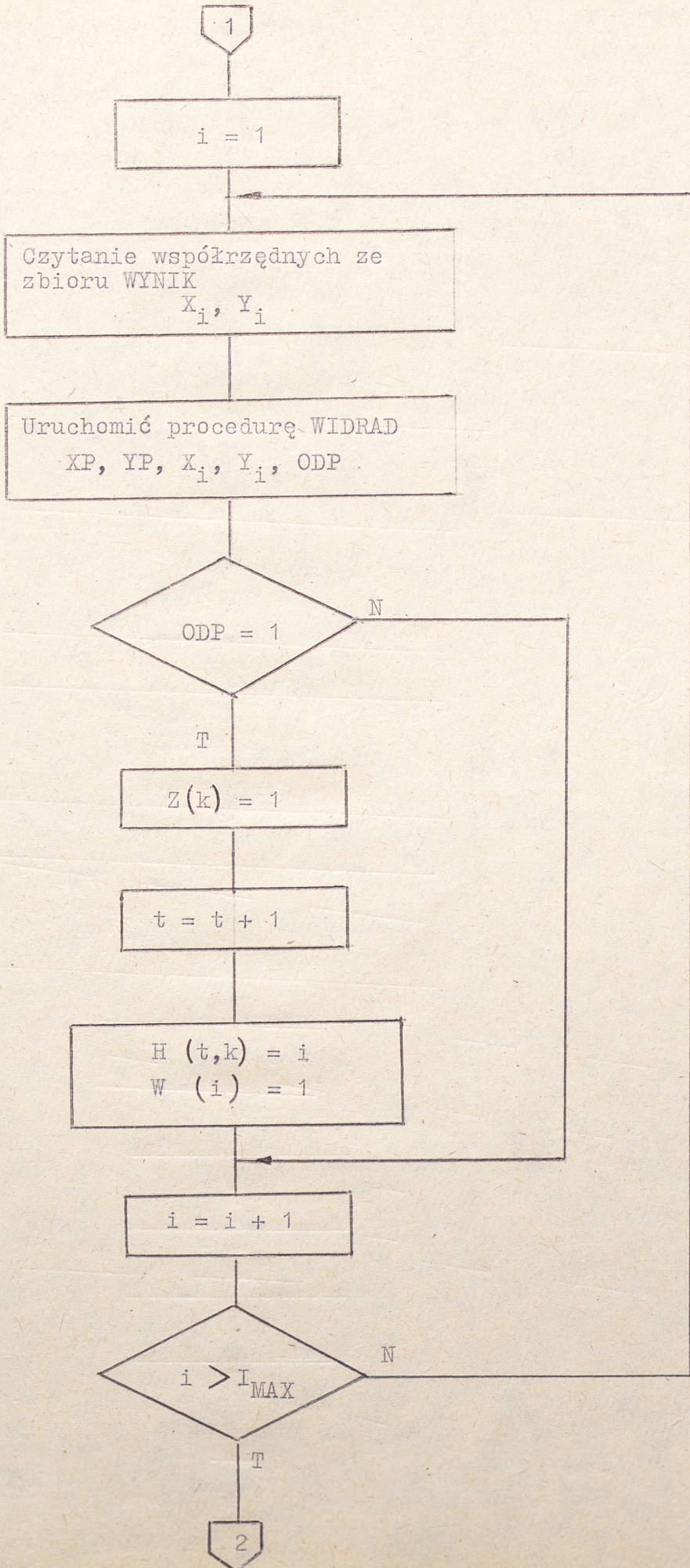
END - wskaźnik końca poszukiwań;

$H(t,k)$ - numer punktu ze zbioru WYNIK będącego kolejnym punktem pośrednim na trasie nr "t" w "k"-tym etapie poszukiwań;

T_{MAX} - liczba wszystkich tras połączeń;

L - liczba nowych tras powstałych w danym etapie.





2

TMAX=t

E5

Z (k) = 1

Brak łączności przy wykorzystaniu punktów ze zbioru WYNIK

E8

t = 1

E1

i = H (t , k)

i = 0

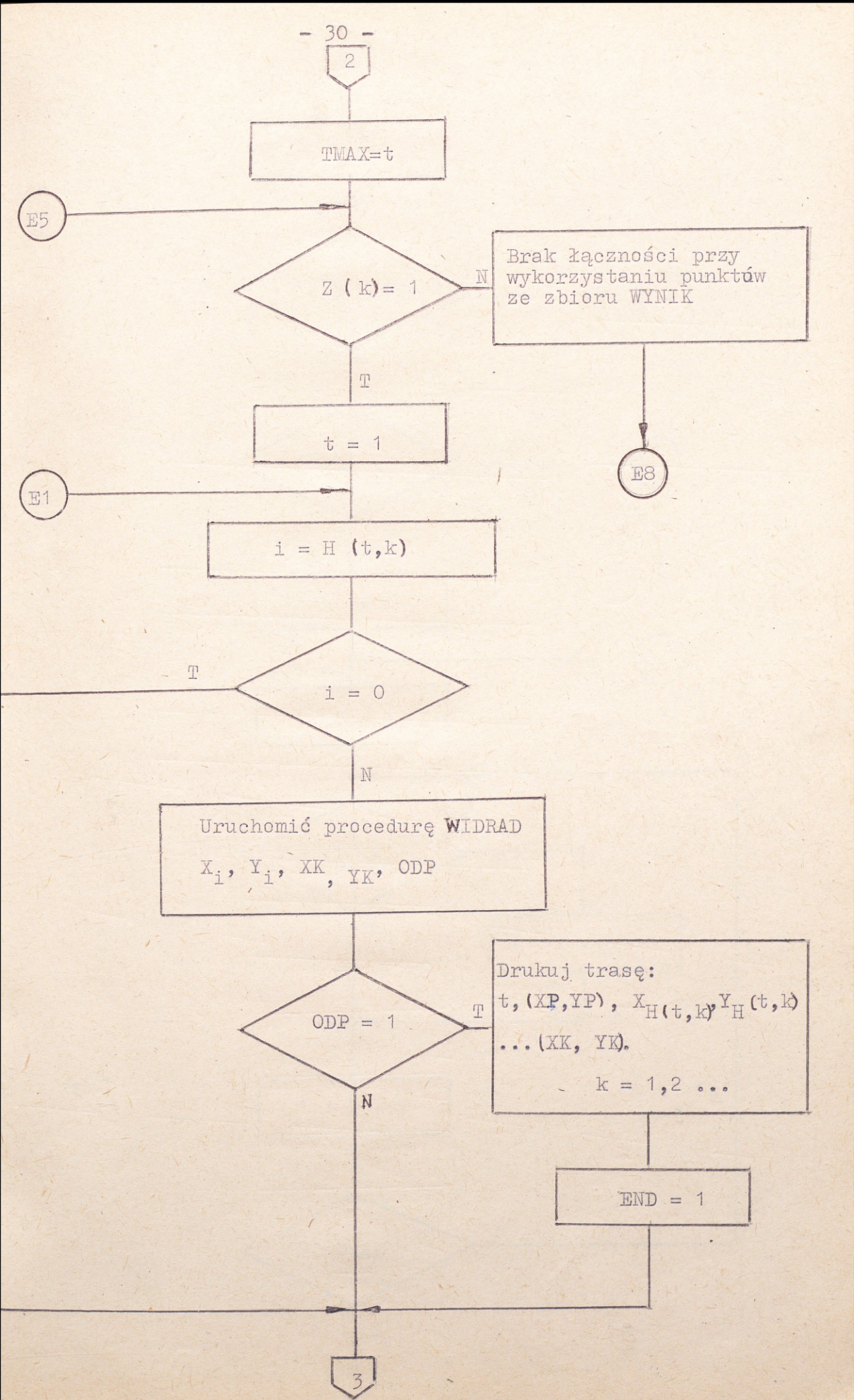
Uruchomić procedurę WIDRAD
 X_i, Y_i, X_k, Y_k, ODP

ODP = 1

Drukuj trasę:
 $t, (X_P, Y_P), X_H(t, k), Y_H(t, k)$
... (X_k, Y_k) .
 $k = 1, 2 \dots$

END = 1

3



3

$t = t + 1$

$t > TMAX$

N → E1

T

END = 1

T → E8

N

$i = 1$

E2 →

$t = 1$

$H(t, k) = i$

T → $W(i) = 1$

N

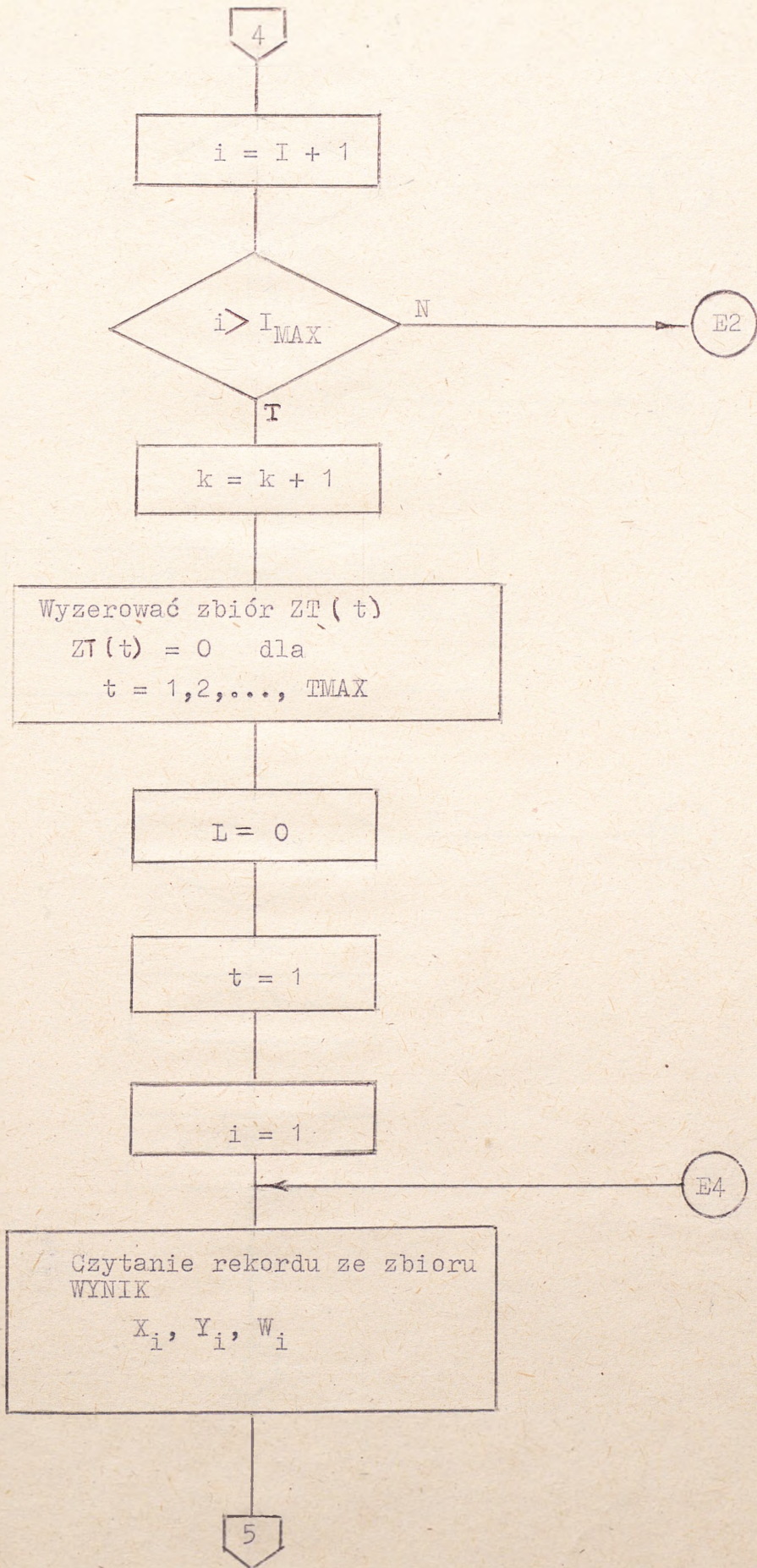
$t = t + 1$

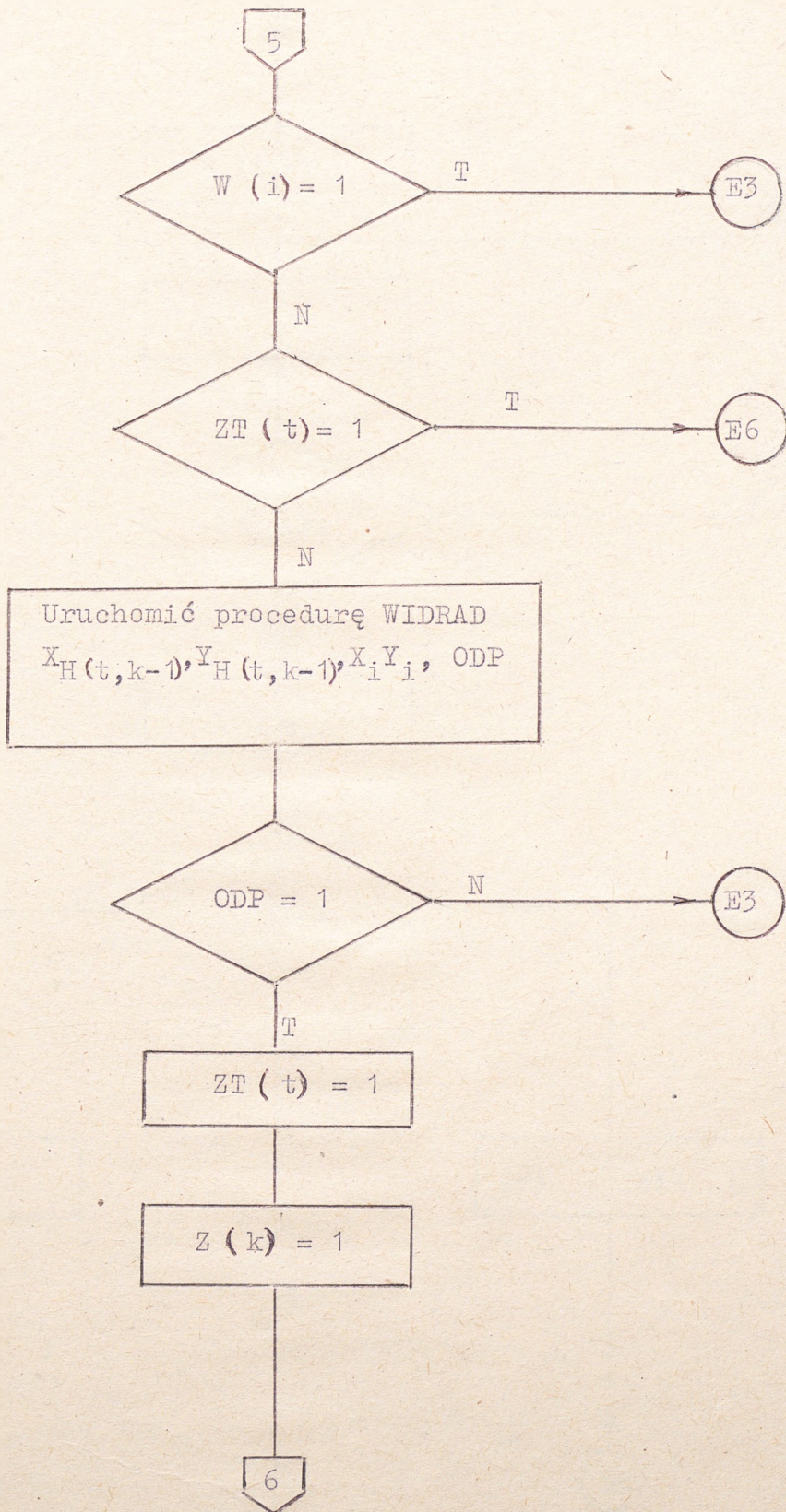
$t > TMAX$

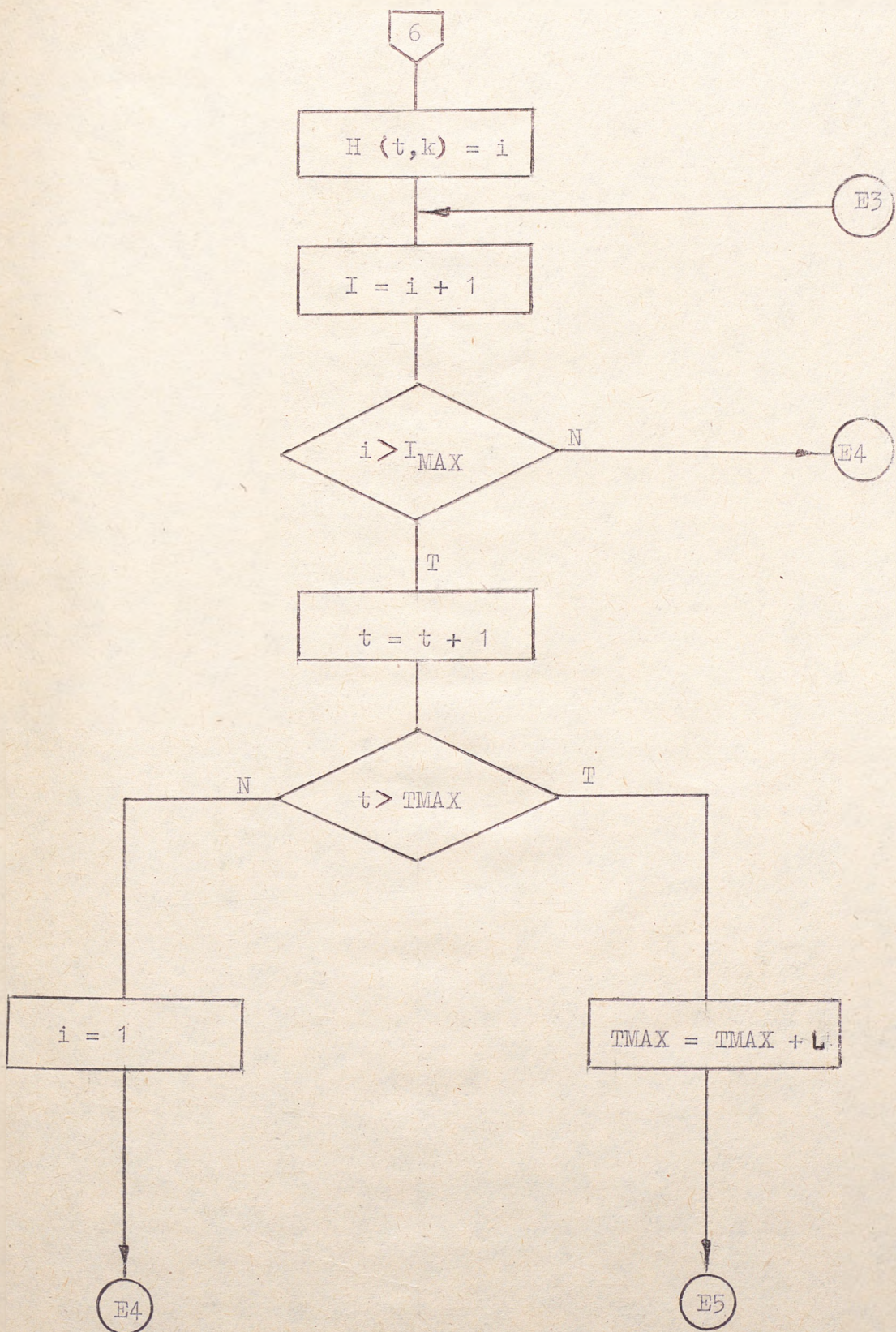
N → (loop back)

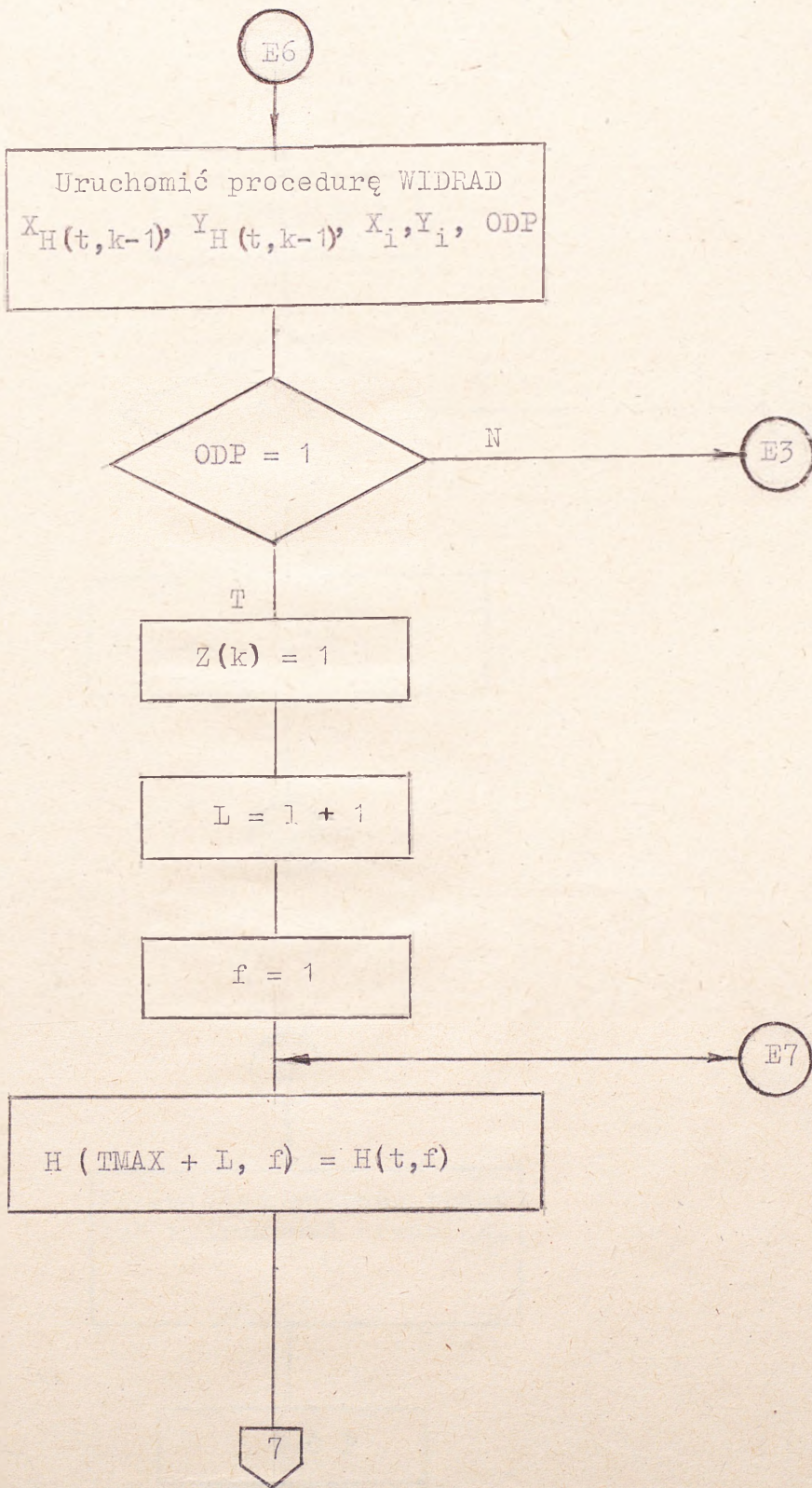
T

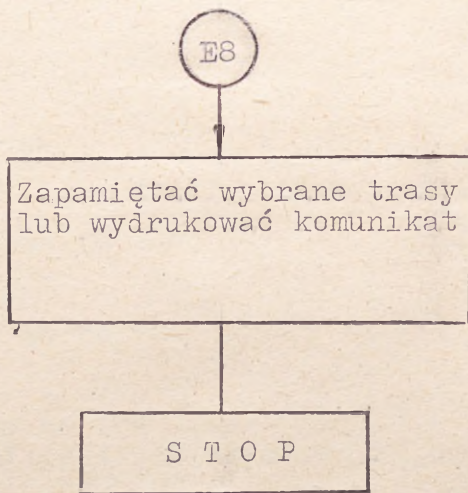
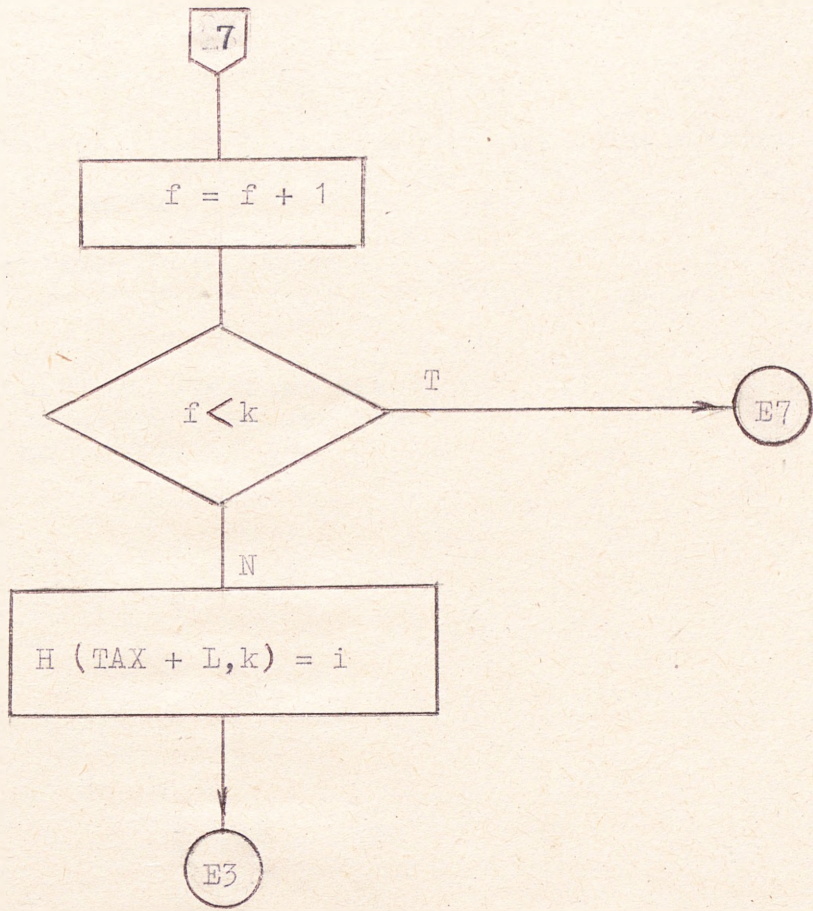
4











druk wersji zrodlowej procedury PR063.

Program tworzy trasy lacznosci radioliniowej dla pary punktow
o wspolrzecznych xp,yp,xk,yk o zadanym typie stacji.
Kontynuacja procedury PR062

```
Subroutine PR063(XP,YP,XK,YK,NMAX,D)
Dimension Z(20),H(1000,20),W(100),ZT(1000),AT(1000,2)
Character ODP
Integer T,TMAX
Open(11,file='a:WYNIK',status='old')
Open(12,file='a:ZBTRAS',status='NEW')
if(NMAX.eq.0) go to 900
do 10 k=1,20
z(k)=0
do 13 i=1,100
w(i)=0
t=i
k=1
h(t,k)=0
k=k+1
if(k.le.20) go to 14
t=t+1
if(t.le.1000) go to 15
end=0
T=0
K=1
I=1
IMAX=NMAX
READ(11,*)AT(I,1),AT(I,2)
write(*,*)at(i,1),at(i,2),i
CALL WIDRAD(XP,YP,AT(I,1),AT(I,2),D,ODP)
if(ODP.ne.'T') go to 101
Z(K)=1
write(*,*)z(k)
T=T+1
H(T,K)=I
write(*,*)h(t,k)
W(I)=1
I=I+1
if(I.le.IMAX) go to 100
TMAX=T
write(*,*)tmax
if(Z(K).eq.0) go to 900
T=i
IW=H(T,K)
if(IW.eq.0) go to 104
CALL WIDRAD(AT(IW,1),AT(IW,2),XK,YK,D,ODP)
if(ODP.ne.'T') goto 104
end=1
write(*,*)end
```

Zapis trasy o numerze T do zbioru ZBTRAS

```
write(12,*)T,XP,YP
do 20 M=1,K
IM=H(T,M)
write(12,*)AT(IM,1),AT(IM,2)
write(12,*)XK,YK
T=T+1
```

```
if(T.le.TMAX) go to 103  
if(end.eq.1) go to 1000
```

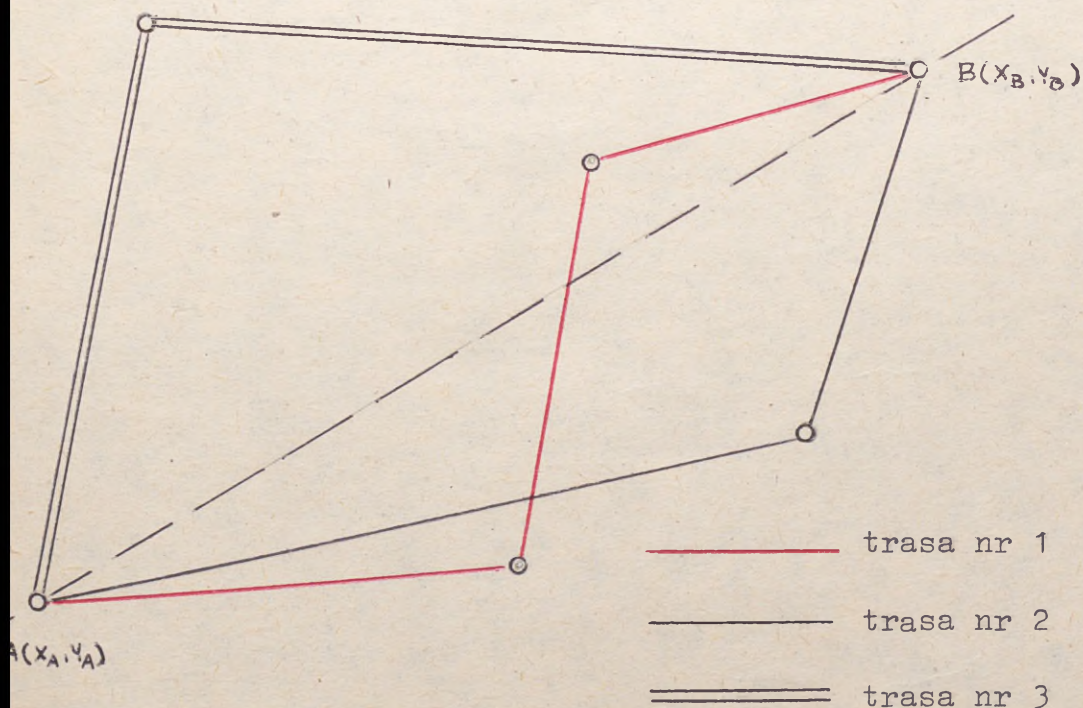
Aktualizacja tablicy W(I)

```
T=1  
06 if(H(T,K).eq.0) go to 107  
ig=h(t,k)  
w(ig)=1  
write(*,*)w(ig)  
07 T=T+1  
if(T.le.TMAX) go to 106  
K=K+1  
write(*,*)K  
do 30 T=1,TMAX  
ZT(T)=0  
CONTINUE  
L=0  
T=1  
0 I=1  
rewind 11  
08 READ(11,*)AT(I,1),AT(I,2)  
write(*,*)at(i,1),at(i,2)  
if(W(I).eq.1) go to 109  
if(ZT(T).eq.1) go to 111  
M=H(T,K-1)  
write(*,*)m  
IF(M.eq.0) go to 112  
CALL WIDRAD(AT(M,1),AT(M,2),AT(I,1),AT(I,2),D,ODP)  
IF(ODP.ne.'T') go to 109  
ZT(T)=1  
Z(K)=1  
H(T,K)=I  
09 I=I+1  
if(I.le.IMAX) go to 108  
2 T=T+1  
if(T.le.TMAX) go to 110  
TMAX=TMAX+L  
goto 102  
1 M=H(T,K-1)  
if(M.eq.0) go to 112  
CALL WIDRAD(AT(M,1),AT(M,2),AT(I,1),AT(I,2),D,ODP)  
if(ODP.ne.'T') GO TO 109  
Z(K)=1  
L=L+1  
NF=1  
3 M=TMAX+L  
H(M,NF)=H(T,NF)  
NF=NF+1  
if(NF.lt.K) go to 113  
H(M,K)=I  
go to 109  
0 write(12,901)  
1 format(' BRAK MOZLIWOSCI REALIZACJI POLACZENIA ZA POMOCĄ '//,  
00 *' PUNKTOW ZE ZBIORU WYNIOSLOSOCI TERENOWYCH')  
return
```

5. Dokonanie ostatecznego wyboru trasy łączności między dwoma węzłami.

Problem dokonania ostatecznego wyboru trasy między dwoma węzłami /oczywiście, w przypadku gdy wykorzystywane są stacje pośrednie/ pojawia się dopiero wtedy, gdy istnieje szereg możliwości realizacji łączności, a w konsekwencji szereg tras. Należy zatem ustalić kryteria wyboru jednej z nich. Przyjmując założenie, że trasy te wybrane w oparciu o prezentowaną metodę gwarantują mniej więcej jednakową, łączność pod względem jej jakości i niezawodności, kryteria te powinny uwzględniać takie parametry charakterystyczne, jak sumaryczną długość wszystkich linii wchodzących w skład danej trasy oraz jej układ /roz rozmieszczenie stacji pośrednich/ przestrzenny. W tym celu rozpatrzmy następujący przypadek.

Założmy, że między węzłami $A (X_A, Y_A)$ oraz $B (X_B, Y_B)$ mogą być nawiązane relacje łączności w sposób zilustrowany na rys. 7.



Rys.7

Charakteryzując poszczególne trasy przebiegu linii łączności możemy zauważyć, że trasy nr 2 i 3 wykorzystują po jednym "węźle pośrednim", zaś trasa nr 1 wykorzystuje ich dwa.

Uwzględniając to spostrzeżenie, wychodząc z punktu widzenia ekonomii wykorzystania posiadanych sił i środków, wydaje się sensownym przyjęcie rozwiązania, że w tym pierwszym etapie należy odrzucić trasę nr 1, zaś wyboru ostatecznego dokonać między trasami o numerach 2 i 3.

Również na pierwszy rzut oka widać, że trasa nr 3 pod względem sumy długości połączeń przekracza trasę 2. W przypadkach mniej oczywistych /widocznych/ kryterium to można sformułować następująco. Ze zbioru wszystkich możliwych tras łączących punkty A i B należy wybrać trasę T^* dla której zachodzi warunek:

$$D(T^*) = \min_{T \in \mathcal{T}} D(T)$$

gdzie:

$$D(T) = \sum_{i=1}^{I_{AB}} d_i$$

$$d_i = \left| \frac{A_{x_i} + B_{y_i} + C}{\sqrt{A^2 + B^2}} \right|$$

$D(T)$ - suma odległości punktów rozmieszczenia stacji pośrednich od prostej łączącej punkty A i B;

\mathcal{T} - zbiór możliwych tras;

I_{AB} - liczba "węzłów pośrednich" na danej trasie;

x_i, y_i - współrzędne położenia "i" -tego węzła pośredniego;

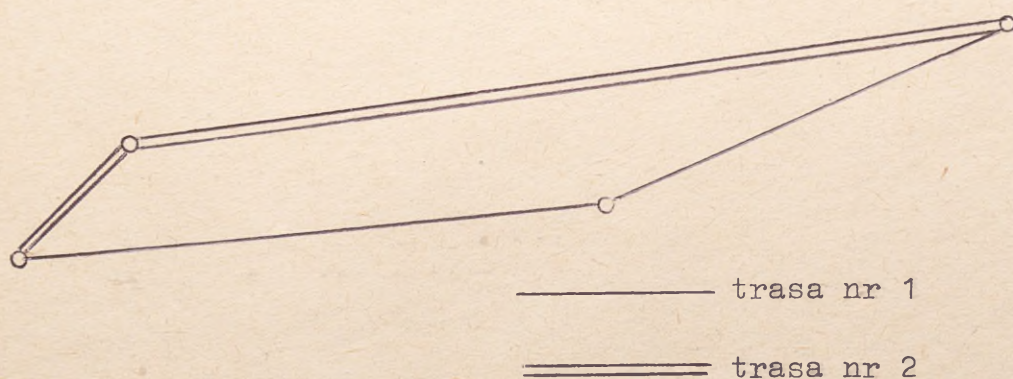
d_i - odległość "i" -tego węzła pośredniego od prostej łączącej punkty A i B;

A,B,C - parametry prostej łączącej punkty A i B.

Za podstawę przyjęcia lub odrzucenia danej trasy można również uważać sumę długości poszczególnych jej odcinków.

Wymaga ona jednak nieco dłuższych obliczeń.

Należy jeszcze rozpatrzyć jedno zagadnienie. Z punktu widzenia przestrzennego rozmieszczenia tras w przypadku ich ułożenia zilustrowanego rysunkiem nr 8.



Rys.8

należy, przyjmując założenie ich mniej więcej równych długości, co można zapisać:

$$D(T_1) \cong D(T_2) \quad \text{lub}$$

$$|D(T_1) - D(T_2)| \leq \mathfrak{M}$$

gdzie: \mathfrak{M} - dowolnie ustalona liczba, ustalająca zakres przedziału,

że wybrać należy trasę nr 1.

Wiąże się to również z ułatwieniem procesu planowania całości sieci łączności i większego porządku w jego trakcie.

1.6. Przykłady

Dla zilustrowania funkcjonowania procedury PROG3 opracowane zostały dwa przykłady. W pierwszym przypadku zbiór WYNIK zawiera 11 punktów o współrzędnych:

- 1 4.5 , 1.5
- 2 6.0 , 2.0
- 3 6.5 , 0.5
- 4 7.5 , 0.5
- 5 7.5 , 1.5
- 6 9.0 , 2.0
- 7 9.0 , 1.0
- 8 10.5 , 1.0
- 9 10.5 , 2.5
- 10 12.0 , 1.5
- 11 13.0 , 2.0

Współrzędne węzła początkowego $(X_P, Y_P) = (3.0, 1.0)$, końcowego $(X_K, Y_K) = (14.0, 2.0)$.

W przykładzie drugim zbiór WYNIK zawiera 12 punktów o współrzędnych:

- 1 3.0 , 4.0
- 2 7.0 , 3.0
- 3 5.0 , 7.0
- 4 9.0 , 6.0
- 5 8.0 , 8.0
- 6 13.0 , 9.0
- 7 8.0 , 10.0
- 8 4.0 , 11.0
- 9 7.0 , 13.0
- 10 12.0 , 12.0
- 11 12.0 , 13.0
- 12 9.0 , 14.0

Współrzędne węzła początkowego $(X_P, Y_P) = (2.0, 2.0)$, końcowego $(X_K, Y_K) = (13.0, 15.0)$. Wyniki realizacji procedury PROG3 dla obu przypadków przy zadanych wartościach zasięgu stacji - D przedstawiają się następująco:

NIKI REALIZACJI PROCEDURY FRO63 DLA PRZYKŁADU NR1
LA ZASIEGU STACJI D=2

umer trasy - 3

poprzedne wezła początkowego 3.000000 1.000000
poprzedne wezłow pośrednich

4.500000	1.500000
6.000000	2.000000
7.500000	1.500000
9.000000	2.000000
10.500000	1.000000
12.000000	1.500000
13.000000	2.000000

poprzedne wezła końcowego 14.000000 2.000000

umer trasy - 4

poprzedne wezła początkowego 3.000000 1.000000
poprzedne wezłow pośrednich

4.500000	1.500000
6.000000	2.000000
7.500000	1.500000
9.000000	1.000000
10.500000	1.000000
12.000000	1.500000
13.000000	2.000000

poprzedne wezła końcowego 14.000000 2.000000

umer trasy - 5

poprzedne wezła początkowego 3.000000 1.000000
poprzedne wezłow pośrednich

4.500000	1.500000
6.000000	2.000000
7.500000	1.500000
9.000000	2.000000
10.500000	2.500000
12.000000	1.500000
13.000000	2.000000

poprzedne wezła końcowego 14.000000 2.000000

WYNIKI REALIZACJI PROCEDURY PROG3 DLA PRZYKŁADU NR1
DLA ZASIEGU STACJI D=7

Numer trasy - 4		
Współrzędne punktu początkowego	3.000000	1.000000
Współrzędne punktu pośredniego		
7.500000	5.000000E-01	
Współrzędne punktu końcowego	14.000000	2.000000
Numer trasy - 5		
Współrzędne punktu początkowego	3.000000	1.000000
Współrzędne punktu pośredniego		
7.500000	1.500000	
Współrzędne punktu końcowego	14.000000	2.000000
Numer trasy - 6		
Współrzędne punktu pośredniego	3.000000	1.000000
9.000000	2.000000	
Współrzędne punktu końcowego	14.000000	2.000000
Numer trasy -7		
Współrzędne punktu początkowego	3.000000	1.000000
Współrzędne punktu pośredniego		
9.000000	1.000000	
Współrzędne punktu końcowego	14.000000	2.000000

WYNIKI REALIZACJI PROCEDURY PRO63 DLA PRZYKŁADU NR2
DŁA ZASIĘGU STACJI D=5

numer trasy - 6
spolrzedne wezla poczatkowego 2.000000 2.000000
spolrzedne wezlow posrednich
3.000000 4.000000
5.000000 7.000000
8.000000 10.000000
12.000000 13.000000

spolrzedne wezla koncowego 13.000000 15.000000

numer trasy - 7
spolrzedne wezla poczatkowego 2.000000 2.000000
spolrzedne wezlow posrednich
3.000000 4.000000
5.000000 7.000000
8.000000 10.000000
9.000000 14.000000

spolrzedne wezla koncowego 13.000000 15.000000

numer trasy - 8
spolrzedne wezla poczatkowego 2.000000 2.000000
spolrzedne wezlow posrednich
3.000000 4.000000
5.000000 7.000000
8.000000 10.000000
12.000000 12.000000

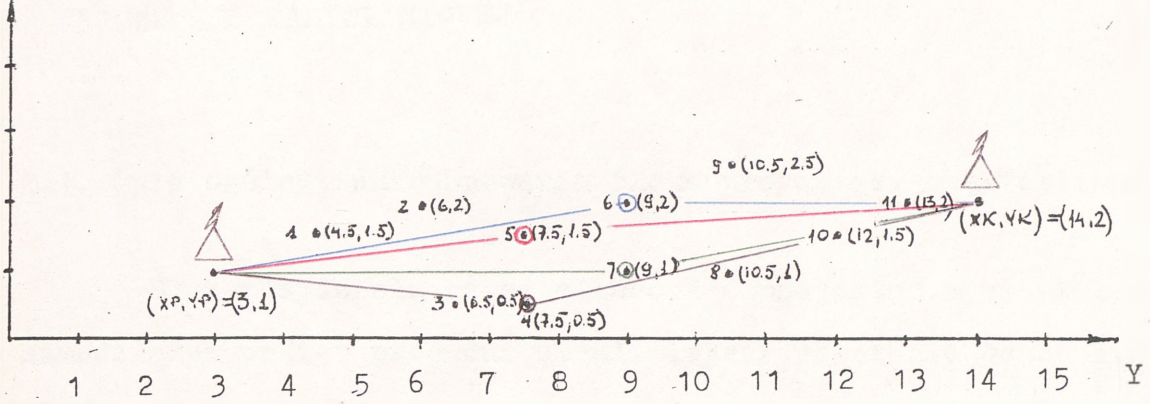
spolrzedne wezla koncowego 13.000000 15.000000

WYNIKI REALIZACJI PROCEDURY PRO63 DLA PRZYKŁADU NR2
DLA ZASIĘGU STACJI D=8

numer trasy - 5		
współrzędne punktu początkowego	2.000000	2.000000
współrzędne punktów pośrednich		
3.000000	4.000000	
8.000000	10.000000	
współrzędne punktu końcowego	13.000000	15.000000
numer trasy - 8		
współrzędne punktu początkowego	2.000000	2.000000
współrzędne punktów pośrednich		
7.000000	3.000000	
8.000000	10.000000	
współrzędne punktu końcowego	13.000000	15.000000
numer trasy - 10		
współrzędne punktu początkowego	2.000000	2.000000
współrzędne punktów pośrednich		
5.000000	7.000000	
8.000000	10.000000	
współrzędne punktu końcowego	13.000000	15.000000
numer trasy - 12		
współrzędne punktu początkowego	2.000000	2.000000
współrzędne punktów pośrednich		
5.000000	7.000000	
7.000000	13.000000	
współrzędne punktu końcowego	13.000000	15.000000

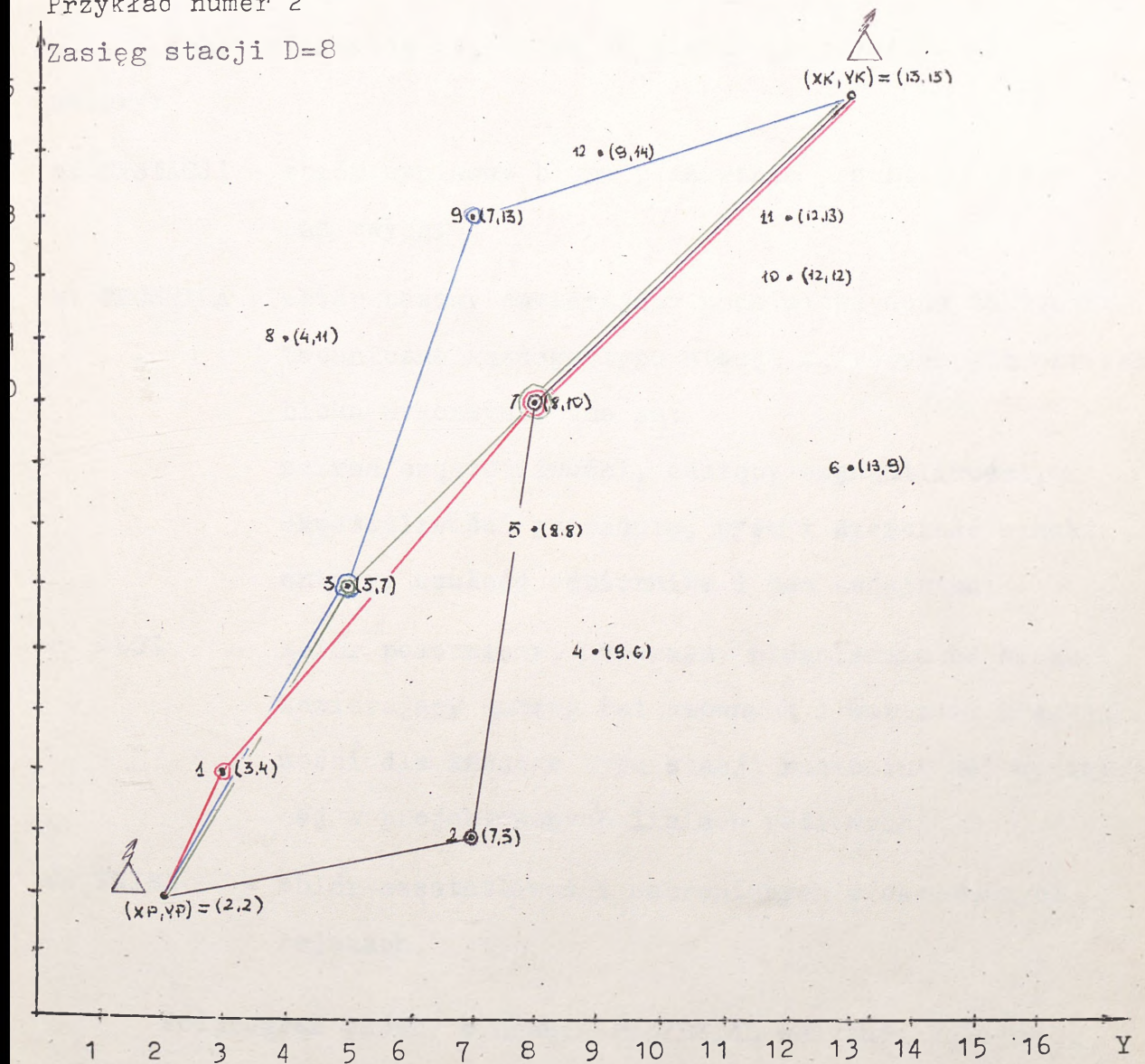
Przykład numer 1

Zasięg stacji D=7



Przykład numer 2

Zasięg stacji D=8



GRAFICZNE ZOBRAZOWANIE TRAS ŁĄCZNOŚCI

Rys. 9

2. PRZYDZIAŁ CZĘSTOTLIWOŚCI DLA ZAPLANOWANEGO SYSTEMU ŁĄCZNOŚCI RADIOLINIOWEJ.

2.1. Opis ogólny funkcjonowania bloku przydziału częstotliwości.

Blok przydziału częstotliwości zaprojektowany został jako samodzielny pakiet procedur umożliwiający włączenie go do systemu SIGMA-1 bez wymagań na funkcjonowanie innych bloków systemu.

Jako informację wejściową do bloku wykorzystuje się zbiory:

- a. MPSTACJI - zbiór wynikowy bloku planowania przebiegu linii radiowych;
- b. TECHNIKA - zbiór bazowy zawierający podstawowe dane taktyczno-techniczne każdego typu stacji z których dla potrzeb bloku wykorzystywane są:
zakres częstotliwości, odstępy częstotliwości, częstotliwości pośrednie, zysk i szerokość wiązki anteny, czułość odbiornika i moc nadajnika;
- c. ZBCZ - zbiór pomocniczy, utworzony niezależnie od bloku, zawierający numery fal umownych i wartości częstotliwości dla każdego typu stacji radioliniowej występującej w projektowanych liniach radiowych;
- d. FNIED - zbiór częstotliwości zabronionych w określonych rejonach.

Podprogram główny o nazwie PRZYDZIAŁ wczytuje kolejno rekordy stacji ze zbioru MPSTACJI i do każdego wczytanego rekordu

wczytuje rekordy stacji tworzących z rozpatrywaną stacją kierunki radiowe. Następnie zwalnia zbiór MPSTACJI i wywołuje procedurę ZABR - zaznaczenie częstotliwości zabronionych dla stacji rozpatrywanych w miejscu ich rozwinięcia i w rejonach promieniowania listów głównych stacji.

Podprogram dla rozpatrywanej stacji wywołuje procedurę FODH obliczającą odległość horyzontową /horyzont radiowy/ następuje procedura LISTGL określającą parametry elipsy opisującej listek główny promieniowania anteny. Następnie przeszukiwany jest zbiór MPSTACJI w celu wybrania stacji rozwiniętych w obszarze określonym elipsą listka głównego. Z rekordów tych stacji pobierane są wskaźniki zajętości pasma i z tych wskaźników tworzy się ograniczenie na częstotliwości dopuszczalne dla rozpatrywanej stacji. Częstotliwości te są następnie cechowane w zbiorze ZBCZ i przechodzi do procedury SUBPCZ. Kolejnym krokiem jest wywołanie procedury SUBPCZ w wyniku jej działania przydzielana jest częstotliwość dla rozpatrywanej stacji, lub stacja ta jest zaznaczana jako ta, dla której nie można przydzielić częstotliwości, a jej opis jest przesyłany do zbioru ZBNIEOB i podprogramu główny przechodzi do przeczytania kolejnej stacji. Procedura jest powtarzana aż do wyczerpania zbioru MPSTACJI.

Jak wynika z powyższego ważnym elementem bloku jest procedura przydziału częstotliwości SUBPCZ. Procedura ta, opisana dokładniej w dalszych punktach niniejszego opracowania, korzysta z innych procedur określających parametry potrzebne do prawidłowego przydziału częstotliwości.

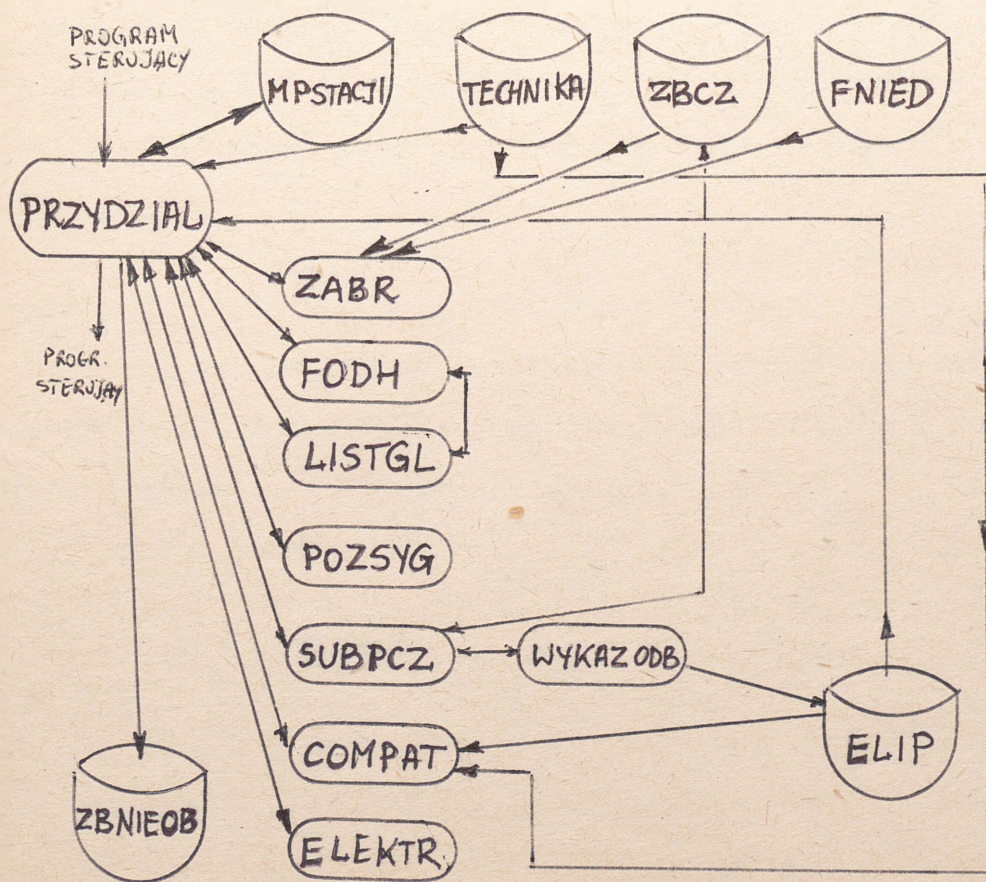
Po wybraniu częstotliwości procedura SUBPCZ wywołuje procedurę COMPAT sprawdzającą wybraną częstotliwość pod kątem kompatybilności dla stacji w zasięgu listka głównego i dla stacji

rozwinętych w odległości bliższej od odległości wyznaczonej procedurą POZSYGN. W wypadku gdy częstotliwość jest możliwa do przyjęcia to częstotliwość ta jest podpisywana do rekordu stacji i wywoływana jest procedura ELEKTR.

Procedura ta uzupełnia rekordy stacji rozpatrywanej i stacji leżących w obszarze listka głównego o znak zajętości przydzielonej częstotliwości.

W wypadku gdy częstotliwości nie można przyjąć proces wyboru częstotliwości jest powtarzany, aż do skutku. Jeśli dla danej stacji nie można znaleźć częstotliwości to procedura daje odpowiedź negatywną do podprogramu PRZYDZIAŁ i następuje działanie opisane wcześniej. Całość bloku została napisana w języku FORTRAN.

Schematycznie można to zaznaczyć następująco:



W wypadku gdy proponowana częstotliwość spełnia wymogi, tzn. przydzielenie jej do analizowanej stacji nie spowoduje zakłóceń intermodulacyjnych w innych stacjach, następuje wpisanie tej częstotliwości do rekordu zbioru MPSTACJI, następnie przydzielana jest częstotliwość dla odbiornika analizowanej stacji zgodnie z warunkami instrukcyjnymi typu radiolinii.

Po przydzieleniu częstotliwości odbiornika przeprowadzana jest analiza zakłóceń dla odbiornika:

- e. sprawdzane jest z których dotychczas rozpatrywanych stacji moc sygnału przekracza czułość odbiornika analizowanej stacji /z uwzględnieniem warunków jak w punkcie a/,
- f. przeszukiwany jest zbiór MPSTACJI i wybierane te, które leżą w odległości mniejszej od horyzontu radiowego, a nie były do tej pory rozpatrywane,
- g. sprawdzane jest położenie listków głównych wybranych stacji i w wypadku gdy analizowana radiolinia znajdzie się w listku głównym wykonywane są punkty b, c, d dla odbiornika analizowanej stacji.

Dopiero, gdy nie występują zakłócenia częstotliwość ta jest dopisywana do zbioru MPSTACJI i przebieg procedury kończy się, a podprogram PRZYDZIAŁ wczytuje kolejną stację radioliniową i proces przydziału częstotliwości jest powtarzany.

Wydruk programu zrodlowego procedury PRZYDZIAŁ .

subroutine PRZYDZIAŁ

c podprogram glowny bloku przydzialu czestotliwosci

```
integer*4 rekl(60),rek11(60),rek12(60),tech(256),renf(4)
0) character typ*8
logical lzp,lws
real e(10,3)
integer tech1(256),tech2(256)
```

c wczytywanie kolejnych stacji do przydzialu f

```
nrs=1
1 open (unit=1,file='a:mpstacji',access='direct',recl=60)
read (1,rec=nrs,end=91,err=81) rekl
read (1,rec=rekl(7),err=81) rek11
kz=2
if (rekl(8).ne.0)then
    read (1,rec=rekl(8),err=81) rek12
    kz=3
endif
nrs=nrs+1
close (1)
open (unit=4,file='a:technika',
    access='direct',recl=256)
read (4,rec=rekl(2),err=82) tech
read (4,rec=rekl1(2),err=82) tech1
if (kz.eq.3) then
    read (4,rec=rekl2(2),err=82) tech2
endif
call listgl(recl(4),recl(5),recl(6),tech(7),tech(9),
1 recl(12),recl(15),recl(18),e(1,1))
call listgl (recl1(4),recl1(5),recl1(6),tech1(7),tech1(
9),
2 recl1(12), recl1(15),recl1(18),e(1,2))
if (kz.eq.3) then
    call listgl (recl2(4),recl2(5),recl2(6),tech2(7),tec
h2(9),
3 recl2(12),recl2(15),recl2(18),e(1,3))
endif
close(4)
```

c wprowadzenie ograniczen na f z rejonow zastrzezonych

```
open (unit=3,file='a:fnied',access='direct',recl=40)
nrrz=1
3 read (3,rec=nrrz,end=4,err=83)renf
do 21 l=1,kz
if(l.eq.1) then
    k11=rekl(4)
    k12=rekl(5)
else
    if (l.eq.2) then
```

```
        k11=rek11(4)
        k12=rek11(5)
        else
        k11=rek12(4)
        k12=rek12(5)
        endif
endif
```

c wywołanie procedury sprawdzenia czy punkt rozwinięcia znajduje się

c w obszarze z zastrzeżonymi częstotliwościami

```
        call prog02(k11,k12,obszar)
        if (k11.ne.0) then
        do 24 k1=1,renf(9)
        if (l.eq.1) call elektr (renf(9+k1),rek1)
        if (l.eq.2) call elektr (renf(9+k1),rek11)
        if (l.eq.3) call elektr (renf(9+k1),rek12)
24      continue
        endif
21      continue
```

c sprawdzenie czy rejony zastrzeżone są przecinane listkami głównymi

```
        do 32 k2=1,kz
        do 31 k1=1,obszar(1)
        x=obszar(k1*2)
        y=obszar(k1*2+1)
        ropk=sqrt((x-e(5,k2))**2+(y-e(6,k2))**2)
        fisin=(-(x-e(5,k2))*sin(e(4,k2))+(y-e(6,k2))*cos(e(4,k
2))) / ropk
        elro=sqrt(e(1,k2)/(e(2,k2)+e(3,k2)*fisin*fisin))
        if (ropk.le.elro) then
        call elektr (renf(9+k1),rek1)
        go to 31
        endif
31      continue
32      continue
        go to 3
4      close (3)
91     continue
```

c określenie zbioru odbiorników na które będzie oddziaływać rozpatrywana stacja

c swym listkiem głównym

```
        call wykazodb(rek1(4),rek1(5),rek1(6),tech(7),e(1,1))
23      call subpcz(nrf,typ,fp)
        if (fp.eq.0) then
        write (5) rek1
        go to 1
        endif
        call compat (lzp,fp,rek1)
        if (lzp) then
```

```
        else
            call elektr (nrf,rek1)
            go to 23
        endif
    go to 1
91  close(1)

    return
95  write (*,45) nrs-1
45  format ('blad zapisu do zbioru MPSTACJI-rekord:',i5)
    go to 1
83  write (*,43) nrrz
43  format ('blad odczytu zbioru FNIED -rekord:',i5)
    go to 3
81  write (*,41) nrs
41  format ('blad odczytu zbioru MPSTACJI-rekord:',i5)
    go to 1
82  write (*,42) rek1(2)
42  format ('blad odczytu zbioru TECHNIKA-rekord:',i5)
    go to 13

    end
```

Wydruk programu zrodlowego procedur pomocniczych

```
subroutine ZASTRZ(n)
integer rek11(256)
rewind(6)
1 read (6,end=2)rek11
call elektr (n,rek11)
backspace (6)
write (6) rek11

go to 1
2 rewind(6)
return
end
```

```
subroutine ELEKTR(l,m)
dimension m(256)
k=(l-1)/32+1
k1=1-k*32
k1=2**k1
m(k)=ior(m(k),k1)
return
end
```

2.1.1. Wykorzystanie bloku przydziału częstotliwości w trybie przydziału dla całego systemu łączności radioliniowej.

System SIGMA-1 pracujący w trybie przydziału dla całego systemu łączności pozwala na odciążenie użytkownika od bieżącego śledzenia projektowanych linii radiowych, w zamian wymaga zaplanowania całości systemu i wnikliwej analizy otrzymanego zbioru ZBNIEOB - zbioru nieobsłużonych stacji radioliniowych.

W trybie tym blok przydziału częstotliwości korzysta z "zamkniętego" zbioru MPSTACJI /zamkniętego w sensie logicznym tzn. nie dochodzą nowe stacje i nie zachodzi potrzeba analizowania stacji już przeanalizowanych/ i pozostałych zbiorów wymienionych w punkcie 2.1.

Blok przydziału uruchamiany jest automatycznie po zakończeniu pracy przez blok planowania linii radiowych, którego wynikiem jest zbiór MPSTACJI. Niezależnie od działania systemu muszą być wcześniej przygotowane zbiory TECHNIKA, ZBCZ, FNIED.

Przyjęto, że w wypadku gdy któraś stacja nie może być obsłużona, czy to z powodu braku możliwości przydziału częstotliwości czy też z powodu braku danych w zbiorze TECHNIKA lub ZBCZ, opis tej stacji jest przesyłany do zbioru ZBNIEOB.

Opis stacji w zbiorze ZBNIEOB składa się z identyfikatora stacji: Nr kolejny i typ, położenia stacji i tekstu BRAK DANYCH W ZBIORZE TECHNIKA lub wydruku wskaźników zajętości pasma tworzonych przez procedurę ELEKTR. Po zakończeniu przebiegu bloku użytkownik może

wyprowadzić zbiór ZBNIEOB i przeprowadzić analizę przyczyn nieobsłużenia radiolinii częstotliwościami. Pozwala to na "ręczne" wspomaganie systemu i umożliwia osiągnięcie wyniku - zadawalającego dla użytkownika, mimo, że wynik w świetle jednoznacznego kryterium przydziału: "wszyscy mają mieć przydzielone częstotliwości" jest nie do przyjęcia.

Po przeprowadzeniu analizy użytkownik może zrezygnować z niektórych stacji lub zmienić lokalizację wybranych przez siebie stacji. Wymaga to zmiany zawartości zbioru MPSTACJI i ponownego uruchomienia bloku przydziału częstotliwości.

Natomiast w wypadku, gdy użytkownik uzna, że otrzymane rozwiązanie jest dla niego zadawalające /radiolinie wymienione w zbiorze ZBNIEOB mogą pozostać nieczynne bez istotnej szkody dla wykonywanego zadania/ system przechodzi do bloku opracowania dokumentów wynikowych.

2.1.2. Wykorzystanie bloku przydziału częstotliwości w systemie dialogowym.

System SIGMA-1 może być wykorzystywany w dwu trybach pracy: w trybie planowania całości systemu i w trybie dialogowym. Dotyczy to zarówno planowania tras radioliniowych jak i przydziału częstotliwości.

W czasie dokonywania przydziałów częstotliwości należy liczyć się z nagminnym ich brakiem, dlatego dialogowy tryb pracy ma za zadanie wykorzystać w procesie przydziału częstotliwości doświadczenie a niekiedy nawet i intuicję użytkownika. Zadaniem systemu staje się intensywne i wysokowydajne wspomaganie go w trakcie poszukiwania możliwie najlepszego rozwiązania problemu rozdziału częstotliwości.

Zasadniczo, rozpoczynając prace z systemem należy przewidywać pewien okres wstępny, w którym użytkownik systemu może wprowadzić większą ilość kierunków, zweryfikować je pod względem "widoczności elektromagnetycznej" poprzez obliczenie profili w oparciu o komputerową mapę terenu, a następnie zażądać dokonania przydziałów częstotliwości. Taki wariant pracy może być w systemie przewidziany ze względu na usprawnienie pracy i wygodę użytkownika. Może on być realizowany na dwa różne sposoby.

Metoda 1.

Przydział częstotliwości dokonywany jest według zmodyfikowanego algorytmu przydziału częstotliwości w trybie dialogowym gdzie duży nacisk położony jest na jednostkowy czas przydziału oraz rozbudowane są algorytmy ustalania kolejności wyboru kierunków do

przydziału. Spowodowane to jest koniecznością dokonania znacznej liczby przydziałów częstotliwości w ograniczonym czasie oraz uzyskania możliwie najpełniejszego pokrycia zapotrzebowania na częstotliwości bez udziału użytkownika w procesie przydziału.

Metoda 2.

Zachowane zostają algorytmy przydziału w trybie dialogowym. Kolejność wyboru kierunków do przydziału częstotliwości wynika z kolejności ich zapisywania przy wprowadzaniu do systemu lub jest dokonywana losowa. Spowoduje to z pewnością wydłużenie czasu przydziału oraz może spowodować mniejsze zaspokojenie potrzeb na częstotliwości.

Opisany powyżej etap wstępny "rozruchu systemu" nie jest oczywiście obowiązkowy. Użytkownik może zaplanować cały system w trybie dialogowym.

Zasadniczą nowością, w stosunku do systemu poprzedniego, jest możliwość dynamicznej rozbudowy i redukcji systemu łączności w trakcie operacji bez konieczności dokonywania gruntownych zmian w dokonanych poprzednio przydziałach częstotliwości.

Moduł przydziału częstotliwości powinien umożliwiać wykonywanie użytkownikowi następujących zasadniczych czynności:

1. Wprowadzenie nowego kierunku do systemu łączności;
2. Dokonanie przydziału częstotliwości dla wskazanego kierunku;
3. Usunięcie kierunku z systemu łączności;
4. Znajdowanie częstotliwości dodatkowych /zapasowych / dla wskazanego kierunku;

5. Analizę sytuacji elektromagnetycznej dla podanej częstotliwości /dla relacji lub kierunku/;
6. Analizę sytuacji elektromagnetycznej dla całego pasma częstotliwości roboczych, dla ukazanej relacji lub kierunku;

ad 1. Aby wprowadzić nowy kierunek użytkownik musi podać:

- współrzędne stacji A ;
- współrzędne stacji B ;
- typ środka radioliniowego;
- inne dane /potrzebne np. dla obliczenia "widzialności elektromagnetycznej"/.

Po uzyskaniu tej informacji system informatyczny oblicza:

- wykazy częstotliwości zabronionych ze względu na obliczony poziom sygnału użytecznego /zależny od mocy nadajnika, czułości odbiornika, ukształtowania terenu, wysokości anteny itp./;
- wykazy częstotliwości zabronionych ze względu na zakłócenia pracy odbiornika przez inne działające stacje nadawcze /z przydzielonymi wcześniej częstotliwościami, a znajdujące się w odległości zapewniającej "widzialność elektromagnetyczną" naszego odbiornika/;
- wykazy częstotliwości zabronionych ze względu na możliwe zakłócenie pracy innych, działających odbiorników w systemie /z przydzielonymi wcześniej częstotliwościami, a znajdujących się w odległości "widzialności elektromagnetycznej" naszego

nadajnika/;

- wykazy częstotliwości zabronionych strefowych /dla danego rejonu/;
- profil na podstawie mapy komputerowej terenu.

Gdy profil terenu uniemożliwia "widzialność elektromagnetyczną" użytkownik musi przedstawić nową propozycję poprowadzenia kierunku w terenie.

Gdy profil terenu umożliwia "widzialność elektromagnetyczną" system oblicza:

- wykaz odbiorników systemu "widzianych" przez nadajnik A ;
- wykaz nadajników systemu "widzących" odbiornik A ;
- wykaz odbiorników systemu "widzianych" przez nadajnik B ;
- wykaz nadajników systemu "widzących" odbiornik B ;
- wykaz częstotliwości zabronionych dla kierunku ze względu na profil terenu;
- wykaz częstotliwości dozwolonych dla kierunku.

Po sporządzeniu i zapamiętaniu wykazów system jest gotowy do dokonania przydziału częstotliwości na kierunku.

Ad 2. Przydzielenie częstotliwości dla kierunku nie wymaga od użytkownika wprowadzania żadnych dodatkowych danych poza jednoznacznym wskazaniem tego kierunku.

Po uzyskaniu tej informacji system informatyczny oblicza:

- wykaz częstotliwości odbiorników systemu, które może zakłócić nadajnik A;
- wykaz częstotliwości nadajników systemu, które mogą zakłócić odbiornik A;
- wykaz częstotliwości odbiorników systemu, które może zakłócić nadajnik B;
- wykaz częstotliwości nadajników systemu, które mogą zakłócić odbiornik B;

Następnie przystępuje do połączenia tych wykazów i sporządzenia wykazów częstotliwości dozwolonych dla każdej relacji.

W oparciu o poprzednio sporządzane wykazy "widoczności elektromagnetycznej" system dokonuje analizy czy rozważana aktualnie częstotliwość nie zakłóca "widocznych" odbiorników lub nie jest zakłócana przez "widoczne" nadajniki.

Sprawdzanie to wykonywane jest aż do czasu znalezienia częstotliwości spełniającej warunki lub wyczerpania wykazu częstotliwości dla kierunku.

W razie znalezienia częstotliwości spełniającej warunki system wykonuje procedurę zapisu częstotliwości dla kierunku polegającą na wpisaniu tych częstotliwości do odpowiednich wykazów częstotliwości zabronionych wszystkich odbiorników systemu "widzianych" przez nadajniki kierunku i wszystkich nadajników systemu "widzących" odbiorniki kierunku. Ponadto /Ad 4./ użytkownik może nakazać znalezienie dla kierunku częstotliwości zapasowych.

Wobec spodziewanej złożonej sytuacji elektromagnetycznej występującej w czasie wykonywania przydziałów oraz postępującej rozbudowy systemu łączności, należy liczyć się z niemożnością dokonania przydziału częstotliwości.

W takiej sytuacji użytkownik ma do wyboru następujące możliwości:

- zaniechać przydziału częstotliwości na kierunku;
- zmienić usytuowanie kierunku w terenie;
- zmienić wcześniej dokonane przydziały częstotliwości w taki sposób aby umożliwić dokonanie przydziału częstotliwości na interesującym nas kierunku poprzez:
- usunięcie wcześniejszych przydziałów na kierunkach zbędnych lub mniej ważnych;
- zmianę przydziałów tych kierunków które uniemożliwiają dokonanie przydziału na kierunku aktualnie analizowanym przez użytkownika.

Ad 5. Analiza sytuacji elektromagnetycznej dla podanej częstotliwości /dla relacji lub kierunku/, ma za zadanie pomóc użytkownikowi w próbach dokonania przydziału wskazanej częstotliwości na wybranym kierunku.

Po wskazaniu częstotliwości i kierunku /lub relacji/ system dokonuje sprawdzenia czy:

- częstotliwość jest dopuszczalna dla danego typu środka radioliniowego.

- częstotliwość nie jest umieszczona w wykazie częstotliwości zabronionych;
- częstotliwość nie zakłóca lub nie jest zakłócana dla kierunku.

Dla relacji system zobrazowuje dane o częstotliwości z ewentualnym podaniem powodów dla których częstotliwość jest zabroniona.

Uwaga:

Dla relacji nie są uwzględniane zależności między częstotliwościami na kierunku.

Dla kierunku system zobrazowuje dane o parze częstotliwości z ewentualnym podaniem powodów dla których każda z częstotliwości jest zabroniona.

Na życzenie system zobrazowuje dla relacji:

- wykaz odbiorników systemu "widzianych" przez nadajnik A ;
- wykaz nadajników systemu "widzących" odbiornik A ;

Na życzenie system zobrazowuje dla kierunku:

- wykaz odbiorników systemu "widzianych" przez nadajnik B ;
- wykaz nadajników systemu "widzących" odbiornik B ;
- wykaz częstotliwości zabronionych dla kierunku ze względu na profil terenu.

- wykaz stref zabronionych związanych z wprowadzonym kierunkiem;
- wykaz częstotliwości zabronionych strefowo dla kierunku

Ad 6. Analiza sytuacji elektromagnetycznej dla całego pasma częstotliwości roboczych dla wskazanej relacji lub kierunku umożliwia użytkownikowi /w razie braku możliwości dokonania przydziału/ dokonanie wyboru kierunków na których należy dokonać zmian częstotliwości aby przydział wybranej częstotliwości był możliwy.

Po wskazaniu przez użytkownika relacji lub kierunku system dokonuje sprawdzenia dla każdej częstotliwości zakresu czy:

- częstotliwość jest dopuszczalna dla danego typu środka radioliniowego.
- częstotliwość nie jest umieszczona w wykazie częstotliwości zabronionych.
- częstotliwość nie zakłóca lub nie jest zakłócana dla kierunku.

Następnie:

- dla relacji zobrazowuje wykaz częstotliwości dozwolonych i zabronionych z podaniem przyczyn zakazu.
- dla kierunku zobrazowuje wykaz par częstotliwości dozwolonych i zabronionych z podaniem przyczyn zakazu.

Uwaga:

Ze względu na wielką ilość potencjalnie możliwych par częstotliwości należy przewidzieć możliwość nałożenia ograniczeń wstępnych na częstotliwości jak również odpowiednich ograniczeń przy zobrazowaniu.

Ad 3. Usunięcie przydziału częstotliwości /lub kierunku wraz z przydziałami częstotliwości/ powoduje zwalnianie uprzednio zajętych częstotliwości i może znacznie zwiększać możliwości dalszych przydziałów. Po wskazaniu przez użytkownika kierunku dla którego ma zostać unieważniony przydział systemu:

- dla każdego nadajnika "widzącego" odbiorniki wskazanego kierunku sprawdza z jakich powodów jest zabroniona usuwana częstotliwość. Jeżeli jedyną przyczyną jest użycie tej częstotliwości w kasowanym właśnie przydziale to usunąć tę częstotliwość z wykazu częstotliwości zabronionych badanego nadajnika.
- dla każdego odbiornika "widzianego" przez nadajniki wskazanego kierunku sprawdza z jakich powodów jest zabroniona usuwana częstotliwość. Jeśli jedyną przyczyną jest użycie tej częstotliwości w kasowanym właśnie przydziale to usunąć tę częstotliwość z wykazu częstotliwości zabronionych badanego odbiornika.

2.2. Opis procedur przydziału częstotliwości.

2.2.1. Opis procedury SUBPCZ.

Procedura ta przydziela częstotliwość dla konkretnej stacji radioliniowej. Na podstawie typu stacji wybiera ze zbioru TECHNIKA zakres częstotliwości i odstęp między częstotliwościami. Następnie przeszukuje zbiór ZBCZ i wybiera przedziały częstotliwości wolnych dla danego typu stacji. Wszystkie częstotliwości wolne, z zachowaniem odstępu, są numerowane. Kolejnym krokiem jest losowanie numeru wolnej częstotliwości. Wylosowana częstotliwość przekazywana jest do wywoływanej procedury COMPAT. W wypadku odpowiedzi pozytywnej wstawiany jest znacznik zajętości w zbiorze ZBCZ. Wolną, wylosowaną częstotliwość dopisuje do rozpatrywanej stacji. Po czym wywołuje procedurę ELEKTR, która wstawia zajętość częstotliwości dla stacji znajdującej się w obszarze listka głównego promieniowania anteny rozpatrywanej stacji. W wypadku odpowiedzi negatywnej z procedury COMPAT częstotliwość ta jest wstawiana do zbioru częstotliwości niedozwolonych i powtarzane jest losowanie.

W przypadku nie znalezienia odpowiedniej częstotliwości procedura przesyła następującą informację do zbioru nie obsłużonych stacji: numer stacji, typ stacji, X, Y - położenie stacji, wskaźniki zajętości pasma częstotliwości i wyświetla komunikat: brak możliwości przydziału częstotliwości dla: nr stacji, X, Y. Następnie w zależności od decyzji zawiesza działanie modułu lub przechodzi do następnej stacji.

Do wylosowania wolnej częstotliwości procedura ta wykorzystuje podprogram LOSUJ, który losuje liczbę całkowitą z dowolnego przedziału $[1, NX]$. Generator losowy inicjowany jest odczytem czasu podanym w sekundach.

A. ALGORYTM PROCEDURY SUBPOZ.

DANE WEJŚCIOWE:
NR = numer stacji
DT = kod typu stacji

Czytanie danych dotyczących danego typu stacji DT ze zbioru TECHNIKA:
ZN1 = dolne ograniczenie zakresu
ZN2 = górne ograniczenie zakresu
ODT = odstęp między częstotliwościami

Przeszukiwanie zbioru ZBOZ i numerowanie wolnych częstotliwości dla danego typu stacji DT

Ustalenie liczby wolnych częstotliwości NMAX dla danego typu stacji DT

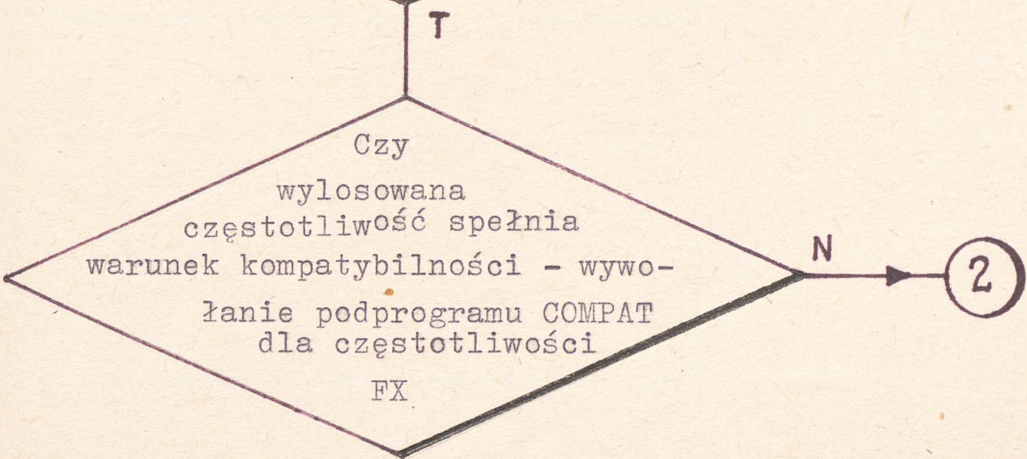
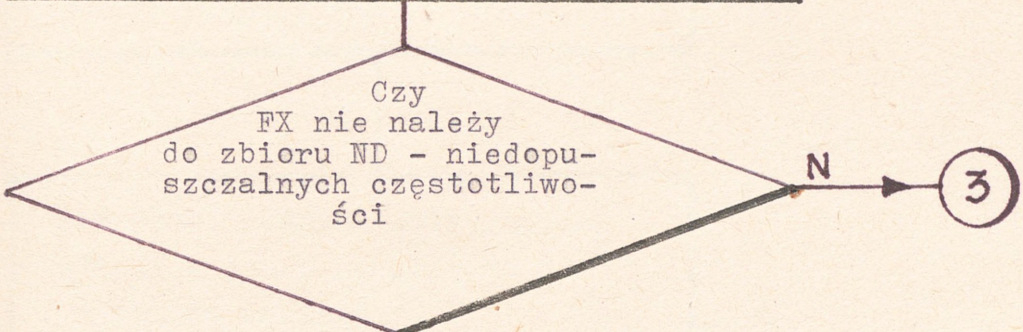
Losowanie liczby całkowitej IX z przedziału $[1, NMAX]$
- wywołanie podprogramu LOSUJ (NMAX, IX)

1

3

1

Ustalenie wartości częstotliwości FX
odpowiadającej wylosowanej liczbie
NMAX



Wstawienie zajętości w zbiorze ZBCZ
dla przydzielonej częstotliwości FX

Przydzielenie częstotliwości dla
danego typu stacji o numerze NR
- wywołanie procedury ELEKTR

2

Dopisanie częstotliwości FX do
zbioru ND

Przesłanie danych dotyczących
stacji o danym numerze NR do
zbioru ZBNIEOB

Komunikat:

Brak możliwości przydziału
częstotliwości dla stacji
o numerze NR.

B. Wydruk wersji zrodlowej procedury SUBPCZ .

C Podprogram przydzielajacy czestotliwosc dla statji danego typu

```
subroutine SUBPCZ(nr,dt,fx)
dimension t(601,2),nd(600)
real nd
character*2 dt,typ1,typ2
character zn1,zn2
open(1,file='artechnika',status='old')
open(2,file='arzbocz',status='old')
open(3,file='awynik',status='new')
11 read(1,10)typ1,z1,z2,odt
10 format( a2,f9.3,f9.3,f7.3)
if(typ1.ne.dt) go to 11
n=0
k=0
12 zn1='z'
13 read(2,14)f,typ1,typ2,zn2
14 format(ix,f9.3,a2,a2,a1)
if(f.lt.z1) go to 13
if(f.gt.z2) go to 30
if(typ1.ne.dt.and.typ2.ne.dt) go to 13
if(zn2.ne.'w') go to 12
n=n+1
if(zn1.ne.'z') go to 13
k=k+1
t(k,1)=n
t(k,2)=f
zn1=zn2
go to 13
30 kmax=k
nmax=n
do 32 k=1,kmax
write(3,31)t(k,1),t(k,2)
31 format( 3x,f6.1,f9.3)
32 continue
C Losowanie wolnej czestotliwosci
l=1
100 call losuj(nmax,ix)
write(3,*)nmax
k=1
33 m=int(t(k,1)+0.5)
if(ix.eq.m)then
fx=t(k,2)
go to 33
else
if(ix.gt.m) go to 34
fx=t(k-1,2)+(ix-t(k-1,1))*odt
go to 35
endif
34 k=k+1
```

```
if(k.le.kmax) go to 33
fx=t(kmax,2)+(ix-t(kmax,1))*odt
35 write(3,*)ix,fx
if(l.eq.1) go to 50
do 40 k=1,1
if(abs(nd(k)-fx).le.9.000)go to 100
40 continue
50 call COMPAT(nr,fx,zn1)
if(zn1.eq.'t')go to 38
C Dopisanie czestotliwosci do zb.ND i ponowne losowanie
l=l+1
nd(l)=fx
go to 100

C Wstawienie zajetosci w zb.ZBCZ dla przydzielonej czestotliwosci
38 rewind 2
i=0
41 read(2,14)f,typ1,typ2,zn2
i=i+1
if(f.lt.fx)go to 41
if(abs(f-fx).gt.0.000) go to 42
close(unit=2)
open(0,file='aizbcz',status='old',access='direct',
#form='formatted',recl=15)
zn2='z'
write(0,14,rec=i)f,typ1,typ2,zn2
42 return
end

subroutine LOGUJ(nr,ix)
INTEGER RANDLIM
CALL SECOND (T1)
SEED = BRAND(T1)
TX = RANDLIM(I,IX)
WRITE (3,*)ix
END
FUNCTION RANDOM ()
INTEGER RANDLIM
PARAMETER (IA=7141, IC=54773, IM=259200)
RANDOM = 0.0
RETURN
ENTRY BRAND (X)
BRAND = X
SEED = X
RETURN
ENTRY RANDLIM (ILO,IHI)
SEED = MOD (INT(SEED)*IA+IC,IM)
RANDLIM = ILO+(IMI-ILO+1)*SEED/IM
END
SUBROUTINE SECOND (TX)
INTEGER*2 IH,IM,IS,IHU
CALL GETTIM (IH,IM,IS,IHU)
TX = IH*3600.+IM*60+IS+IHU/100.
RETURN
END
```

2.2.2 Opis działania procedury ELEKTR.

Procedura ELEKTR została zaprojektowana w celu jednolitego cechowania częstotliwości dla każdego typu stacji, a jednocześnie pozwala w maksymalnie skondensowany sposób określić środowisko elektromagnetyczne dla rozpatrywanej stacji.

Procedura ma dwa parametry liczbę typu integer - nr fali dla analizowanej stacji i tablica typu integer. W wyniku działania procedury w odpowiedniej pozycji tablicy ustawiona jest wartość 1 -odpowiadająca wykorzystaniu nr fali o tym numerze dla rozpatrywanej stacji.

Nr elementu tablicy wyznaczany jest jako część całkowita dzielenia nr fali rozpatrywanego typu stacji przez 32 zwiększona o 1, natomiast numer pozycji /bitu/ w elemencie tablicy wyznacza przy pomocy reszty z wymierzonego dzielenia.

Ustawienie 1 na odpowiedniej pozycji odpowiada znaczeniu wykorzystania częstotliwości. Wykonuje się to przy pomocy funkcji wewnętrznej ICR /suma bulowska/ wartości zmiennych: potęgi 2 z wykładnikiem - 31 minus wcześniej wspomniana reszta z dzielenia i dotychczasowej wartości analizowanego elementu tablicy.

2.3. Opis procedur określania środowiska elektromagnetycznego.

2.3.1. Opis procedury WYKAZ ODB.

Procedura ta przeszukuje zbiór MPSTACJI, wybiera te, które znajdują się w obszarze listka głównego promieniowania anteny rozpatrywanej stacji i zapisuje je do zbioru ELIP.

Wybór opiera się o następujące kryterium:

Stacja o położeniu X_P, Y_P znajduje się wewnątrz elipsy opisującej listek główny promieniowania anteny rozpatrywanej stacji

A. Dane wejściowe:

X, Y - współrzędne topograficzne punktu ustawienia stacji

AZA - azymut promieniowania anteny

ALFA - szerokość wiązki promieniowania anteny.

B. Dane wyjściowe - zbiór ELIP zawierający opis poszukiwanych stacji.

C. Listek główny promieniowania anteny opisany jest za pomocą elipsy wyrażonej wzorem

$$e^2 = AE^2 \cdot BE^2 / (BE^2 + CE^2 \cdot \sin^2 \varphi)$$

gdzie

$$\sin \varphi = \frac{-(X_P - X_{OE}) \cdot \sin \beta + (Y_P - Y_{OE}) \cdot \cos \beta}{\sqrt{(X_P - X_{OE})^2 + (Y_P - Y_{OE})^2}}$$

X_{OE}, Y_{OE} - współrzędne środka elipsy OE.

Odległość dowolnego punktu o współrzędnych X_P, Y_P od środka elipsy OE obliczany na podstawie wzoru:

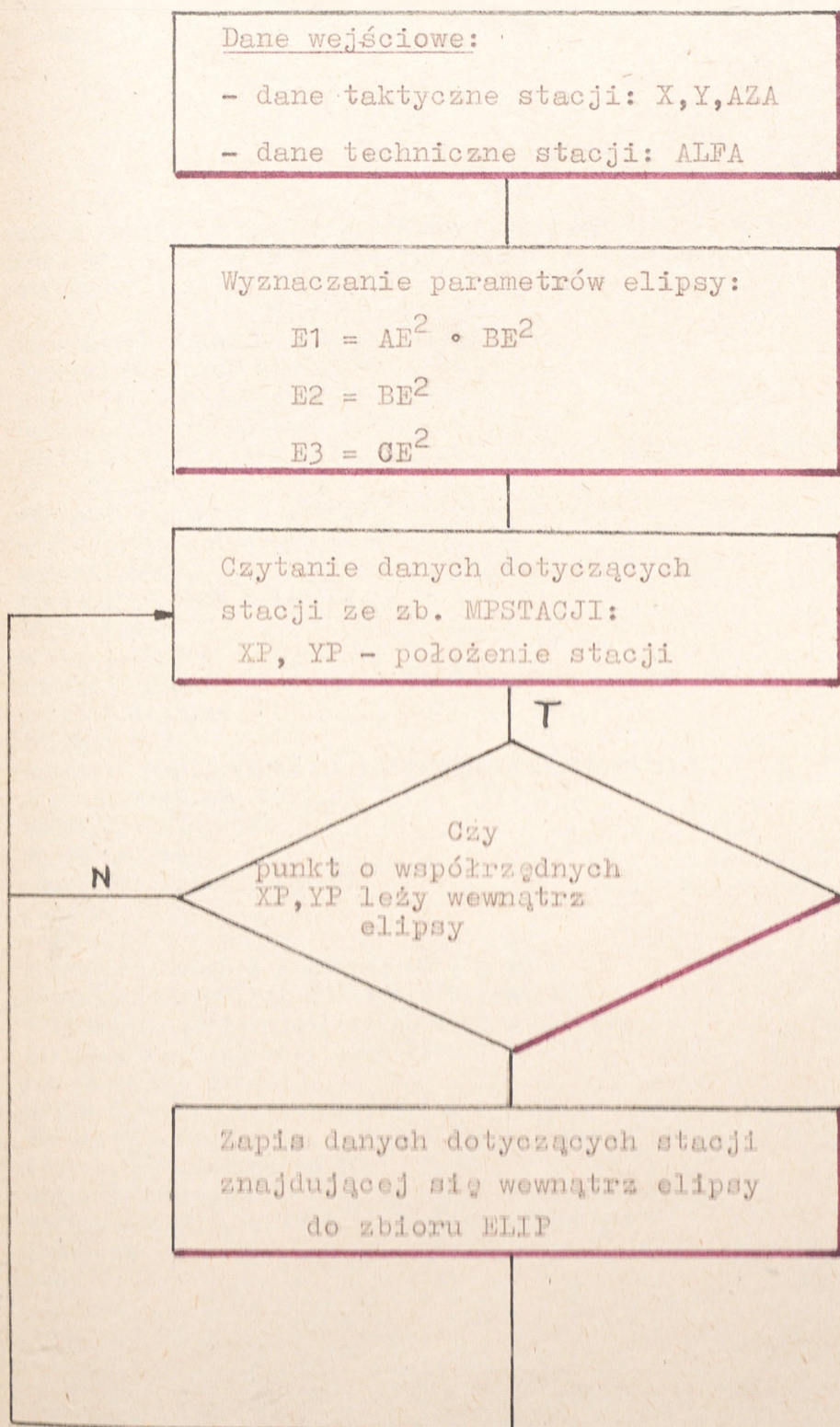
$$\text{ropk} = \sqrt{(X_P - X_{OE})^2 + (Y_P - Y_{OE})^2}$$

Jeśli długość promienia wodzącego elipsy jest większa od odległości danego punktu od środka elipsy to ten punkt leży wewnątrz elipsy. Zatem należy sprawdzić czy dla danego punktu o współrzędnych X_P , Y_P zachodzi związek

$$\text{ropk} \leq \rho$$

Jeśli warunek ten jest spełniony to dany punkt leży wewnątrz listka głównego promieniowania anteny rozpatrywanej stacji.

D. Algorytm procedury WYKAZODB



Wydruk wersji zrodlowej procedury WYKAZODB.

Procedura tworzy zb.ELIP zawierajacy opis tych stacji,ktore
znajduja sie w obszarze listka glownego promieniowania
rozpatrywanej stacji

```
subroutine WYKAZODB(x,y,aza,alfa)
dimension pk(100,2)
open(1,file='a:elip',status='mod')
open(2,file='b:mpstacji',status='old')
call LISTGL(x,y,aza,alfa,e1,e2,e3,e4,e5,e6,e7,e8,e9,e10,e11)
write(1,500)
format(' Parametry elipsy ')
write(1,*)e1,e2,e3,e4
write(1,600)
format(' Azymut malej osi')
write(1,*)e7
write(1,700)
format(' Wspolrzedne kartezjanskie srodka elipsy')
write(1,*)e5,e6
write(1,800)
format(' Wspolrzedne kartezjanskie ognisk elipsy')
write(1,*)e8,e9
write(1,*)e10,e11
do 10 i=1,66
read(2,*)pk(i,1),pk(i,2)
x=pk(i,1)
y=pk(i,2)
ropk=sqrt((x-e5)*(x-e5)+(y-e6)*(y-e6))
dlug=sqrt((x-e5)*(x-e5)+(y-e6)*(y-e6))
fisin=(-(x-e5)*sin(e4)+(y-e6)*cos(e4))/dlug
elro=sqrt(e1/(e2+e3*fisin*fisin))
roz=abs(ropk-elro)
write(1,910)ropk,fisin,elro,roz
format(' ropk='f10.6,' fisin='f10.6,' elro='f10.6,' roz='f10.6)
if(roz.gt.0.001)go to 10
write(1,900)x,y
format(' ('f9.6,', 'f9.6,') lezy na elipsie')
continue
end
```

2.3.2. Opis procedury LISTGL.

Procedura ta wyznacza biegunowe równanie elipsy, za pomocą której opisujemy listek główny promieniowania anteny ustawionej w dowolnym punkcie A (X, Y) .

A. Dane wejściowe procedury LISTGL:

- X, Y - położenie punkt stania stacji we współrzędnych topograficznych
- AZA - azymut promieniowania anteny /listka głównego/ w radianach
- ALFA - szerokość wiązki promieniowania anteny w radianach
- F - częstotliwość nadawania w MHz
- HM - wysokość masztu anteny w metrach
- POL - polaryzacja /1 - pionowa, - 1+ pozioma/
- HT - wysokość terenu w punkcie ustawienia stacji w metrach n.p.m
- EPS - względna przenikalność dielektryczna gruntu.

B. Na wyjściu procedury LISTGL otrzymujemy następujące elementy:

- E1, E2, E3, E4 - parametry równania biegunowego elipsy
- E7 - azymut małej osi elipsy
- E8, E9, E10, E11 - współrzędne ognisk elipsy
- E5, E6 - współrzędne środka elipsy.

C. Listek główny promieniowania anteny ustawionej w dowolnym punkcie A opisujemy za pomocą elipsy, dla której punkt A jest wierzchołkiem, a duża oś elipsy leży na kierunku promieniowania anteny /azymut podawany w danych/. Długość dużej osi elipsy równa jest odlegości horyzontowej D, a mała oś elipsy jest wyznaczana w zależności od szerokości wiązki

promieniowania ALFA.

Pozostałe parametry elipsy obliczamy na podstawie zależności:

$$a = d/2$$

$$b = a \cdot \operatorname{tg}(\alpha/2), \text{ gdzie } \alpha - \text{ szerokość wiązki głównej}$$

$$c = \sqrt{a^2 - b^2}$$

$$e = c/a, \quad p = b^2/a$$

W celu zapisania równania biegunowego elipsy, przy założeniu, że biegun znajduje się w środku elipsy OE, a oś biegunowa leży na dużej osi elipsy, i jest skierowana w kierunku najbliższego wierzchołka, rozpoczynamy rozumowanie wychodząc z postaci kanonicznej równania elipsy:

$$x^2/a^2 + y^2/b^2 = 1, \quad a > b > 0$$

/we współrzędnych kartezjańskich o początku układu współrzędnych w punkcie OE i osiach OX, OY pokrywających się z osiami elipsy/.

Przechodząc z układu kartezjańskiego na układ biegunowy podstawiamy odpowiednio:

$$x = \rho \cos \varphi, \quad y = \rho \cdot \sin \varphi$$

i otrzymujemy

$$\rho^2 = \frac{a^2 b^2}{b^2 + c^2 \cdot \sin^2 \varphi}$$

gdzie

$$\sin \varphi = \frac{y''}{\sqrt{x''^2 + y''^2}}$$

$P(x'', y'')$ - współrzędne punktu w układzie kartezjańskim o początku układu w punkcie OE i osiach OX, OY pokrywających się z osiami elipsy.

Podstawiając odpowiednio:

$$x'' = x' \cos \beta + y' \sin \beta$$

$$y'' = -x' \sin \beta + y' \cos \beta$$

gdzie $P(x', y')$ współrzędne punktu w układzie kartezjańskim o początku w punkcie OE i osiach obróconych o kąt β . /oś OX, równoległa do równika/;

oraz z zależności wynikających z przesunięcia układu do punktu $(0,0)$.

$$x' = x - x_{OE}$$

$$y' = y - y_{OE}$$

gdzie $P(x, y)$ współrzędne punktu,

otrzymujemy następującą zależność

$$\sin \varphi = \frac{-(x-x_{OE}) \cdot \sin \beta + (y-y_{OE}) \cdot \cos \beta}{\sqrt{(x-x_{OE})^2 + (y-y_{OE})^2}}$$

Zatem elipsa opisana jest za pomocą następującej zależności:

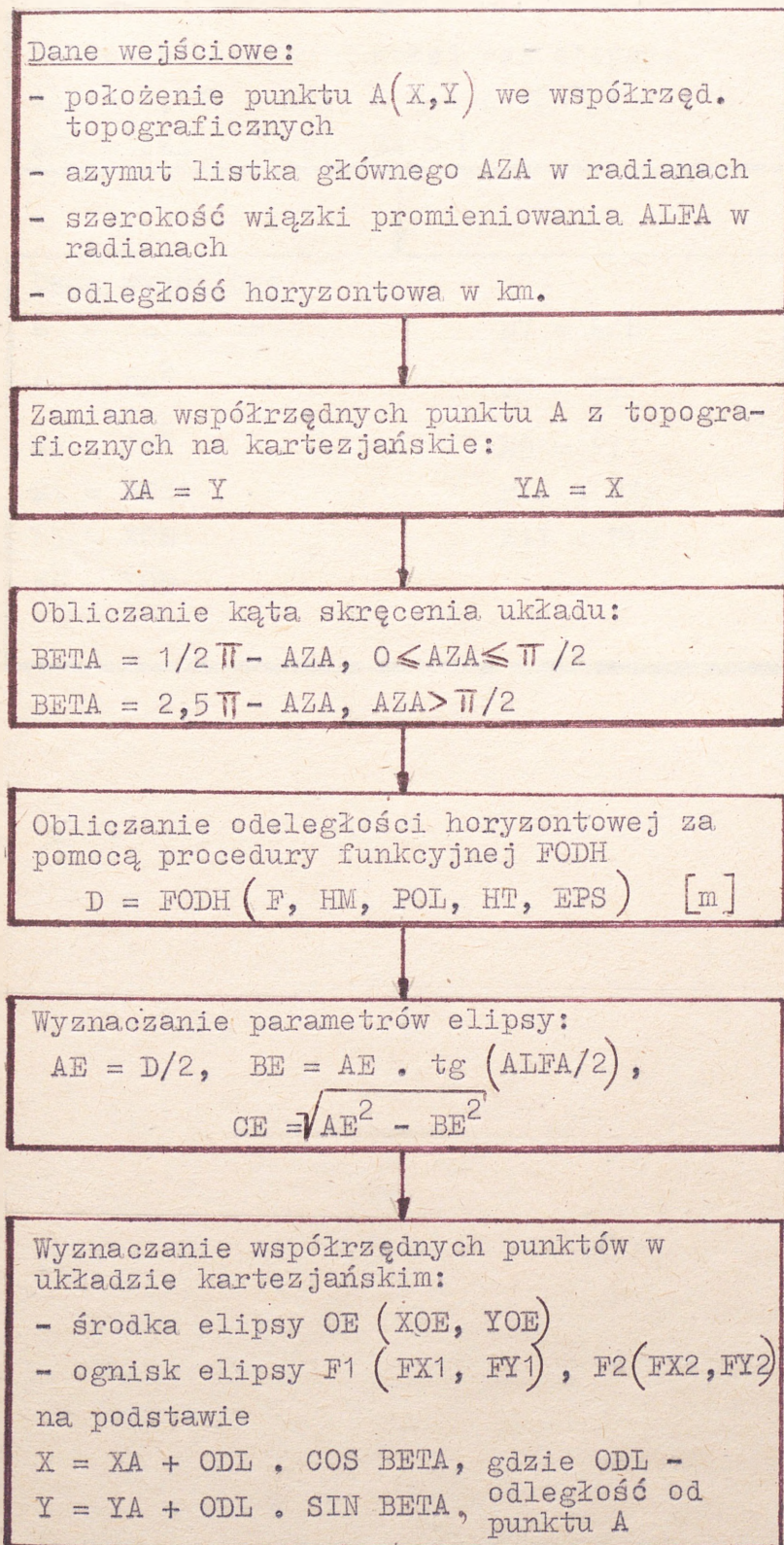
$$\rho^2 = \frac{a^2 \cdot b^2}{b^2 + c^2 \cdot \sin^2 \varphi}, \text{ gdzie } \sin \varphi \text{ jak wyżej.}$$

D. Azymut małej osi elipsy wyznaczany jest na podstawie zależności

$$AZB = 270^\circ + AZA,$$

gdzie AZA, AZB oznaczają odpowiednio azymut osi 2a lub 2b elipsy.

E. Algorytm procedury LISTGL.



1

Obliczanie azymutu małej osi elipsy:

$$AZB = 1,5\pi + AZA, 0 \leq AZA \leq \pi/2$$

$$AZB = AZA - \pi/2, AZA > \pi/2$$

Dane wyjściowe:

$$E1 = AE^2 \cdot BE^2$$

$$E7 = AZB$$

$$E2 = BE^2$$

$$E8 = FX1$$

$$E3 = CE^2$$

$$E9 = FY1$$

$$E4 = BETA$$

$$E10 = FX2$$

$$E5 = XOE$$

$$E11 = FY2$$

$$E6 = YOE$$

Wydruk wersji zrodlowej procedury LISTGL i przykladowe wyniki jej dzialania.

Procedura wyznacza parametry elipsy opisujacej obszar listka glownego promieniowania rozpatrywanej stacji

```
subroutine LISTGL (x,y,aza,alfa,f,hm,pol,ht,eps,e1,e2,e3,e4,e5,  
* e6,e7,e8,e9,e10,e11)  
xa=y  
ya=x  
pi=3.1415926536  
pipol=pi/2.0  
if (aza.le.pipol)goto1  
beta=2.5*pi-aza  
goto2  
beta=pipol-aza  
e4=beta  
Obliczanie odleglosci horyzontowej w punkcie A  
d=FDDH(f,hm,pol,ht,eps)  
ae=d/2.0  
be=ae*tan(alfa/2.0)  
e2=be*be  
e1=ae*ae  
e3=e1-e2  
ce=sqrt(e3)  
e1=e1*e2  
Obliczanie wspolrzednych srodka i ognisk elipsy  
call WSPOL(xa,ya,beta,ae,e5,e6)  
odl=ae-ce  
call WSPOL(xa,ya,beta,odl,e8,e9)  
odl=ae+ce  
call WSPOL(xa,ya,beta,odl,e10,e11)  
Obliczanie azymutu malej osi elipsy  
if (aza.ge.pipol)goto3  
e7=1.5*pi+aza  
goto4  
e7=aza-pipol  
return  
end  
  
subroutine WSPOL(x,y,kat,d,px,py)  
real kat  
px=x+d*cos(kat)  
py=y+d*sin(kat)  
return  
end
```

PRZYKLAD 1.

Dane: X = 10.000000 Y=2.00000
AZA = 1.047198 ALFA = 0.927352

Wyniki:

Odleglosc horyzontowa ODL = 290.490000

Parametry elipsy:

E1 = 1.112773E+08 E2 = 5274.776000
E3 = 15821.330000 E4 = 5.235983E-01

Azymut malej osi

5.759587

Wspolrzedne srodka elipsy

127.785900 82.622440

Wspolrzedne ognisk elipsy

18.854690 19.731050
236.717100 145.513800

PRZYKLAD 2.

Dane: X = 5970.700 Y = 4321.200
AZA = 1.047198 ALFA = 0.927352

Wyniki:

Odleglosc horyzontowe ODL = 73.040000

Parametry elipsy:

E1 = 444759.100000 E2 = 333.475000
E3 = 1000.235000 E4 = 5.235983E-01

Azymut malej osi

5.759587

Wspolrzedne srodka elipsy

4352.828000 5988.960000

Wspolrzedne ognisk elipsy

4325.438000 5973.147000
4380.217000 6004.773000

2.3.3. Opis procedury funkcyjnej FODH.

Procedura funkcyjna FODH wyznacza odległość horyzontową dla stacji o zadanych parametrach ustawionej w ustalonym punkcie terenu.

A. Dane wejściowe procedury funkcyjnej FODH:

F - częstotliwość nadawania w MHz

HM - wysokość masztu anteny w m.

POL - polaryzacja, którą zapisujemy w postaci liczby całkowitej

$$POL = \begin{cases} 1, & \text{gdy pionowa} \\ -1, & \text{gdy pozioma} \end{cases}$$

HT - wysokość terenu w punkcie ustawienia stacji w m n.p.m.

EPS - względna przenikalność dielektryczna gruntu.

B. W celu wyznaczenia odległości horyzontowej musimy najpierw wyznaczyć wzniesienie pozorne anteny WPA za pomocą wzoru

$$WPA \sim LAM/2 \left[(EPS + 1)^2 + (60 \cdot LAM \cdot \sigma)^2 \right]^{1/4} \quad [m]$$

gdy polaryzacja anteny jest pionowa

$$WPA \sim LAM/2 \left[(EPS - 1)^2 + (60 \cdot LAM \cdot \sigma)^2 \right]^{1/4} \quad [m]$$

gdy polaryzacja anteny jest pozioma.

W procedurze FODH przyjęto średnią wartość $\sigma = 10^{-3}$

Długość fali LAM obliczamy na podstawie wzoru

$$LAM = 300/F, \quad \text{gdzie } F - \text{częstotliwość w MHz}$$

Następnie wyznaczamy wysokość skorygowaną anteny HE na podstawie zależności

$$HE = \sqrt{HM^2 + WPA^2} \quad [m]$$

i po obliczeniu wysokości stukecznej HS za pomocą wzoru

$$HS = HT + HE \quad [m]$$

możemy wyznaczyć na podstawie poniższej zależności odległość horyzontową

$$ODH = \sqrt{0.002 \cdot A \cdot HS} \quad [km]$$

gdzie $A = 8495$ km - promień zastępczy Ziemi.

W wyrażeniu pod pierwiastkiem HS jest wyrażone w metrach.

Pełne wyrażenie ma następującą postać

$$2 \cdot (0,001 \cdot HS) \cdot A + (0.001 \cdot HS)^2$$

W warunkach terenowych PRL, HS nie przekracza na ogół 1000 m co powoduje, że drugi składnik sumy jest pomijalnie mały w porównaniu z pierwszym i w celu uproszczenia i przyspieszenia obliczeń wielkości tej nie uwzględnia się w obliczeniach.

wydruk wersji zrodlowej procedury FODH i przykladowe wyniki
jej dzialania.

procedura FODH wyznacza odleglosc horyzontowa dla stacji o zadanych
parametrach: F -czestotliwosc nadawania [Mhz]
HM -wysokosc masztu [m]
POL -polaryzacja [1 -pionowa, -1 -pozioma]
lozacej w punkcie o parametrach: HT -wysokosc terenu
EPS -wzglydna przenikalnosc dielektryczna gruntu

```
function FODH(f,hm,pol,ht,eps)
real lam
integer pol
sig=0.001
a=8495
pi=3.1415926536
lam=300./f
wpa=(lam/(2*pi))*((eps+pol)*(eps+pol)+(60*lam*sig)**2)**0.25
if(pol.eq.1) go to 1
if(wpa.le.0.0001) go to 1
wpa=1./wpa
he=sqrt(hm*hm+wpa*wpa)
hs=ht+he
fodh=sqrt(0.002*a*hs)
return
end
```

PRZYKLAD 1.

Parametry anteny:

F= 330.400 MHz

HM=14.00 m

POL= 1.0

Parametry terenu:

HT= 250.00 m

EPS= 4.00

Odleglosc horyzontowa ODL=290.49 km

PRZYKLAD 2.

Parametry anteny:

F=2000.000 MHz

HM=20.00 m

POL=-1.0

Parametry terenu:

HT= 250.00 m

EPS= 4.00

Odleglosc horyzontowa ODL= 67.73 km

PRZYKLAD 3.

Parametry anteny:

F= 65.000 MHz

HM=14.00 m

POL=-1.0

Parametry terenu:

HT= 300.00 m

EPS= 4.00

Odleglosc horyzontowa ODL= 73.04 km

PRZYKLAD 4.

Parametry anteny:

F= 60.000 MHz

HM=20.00 m

POL=-1.0

Parametry terenu:

HT= 600.00 m

EPS= 4.00

Odleglosc horyzontowa ODL=102.63 km

PRZYKLAD 5.

Parametry anteny:

F=1500.000 MHz

HM=10.00 m

POL= 1.0

Parametry terenu:

HT= 250.00 m

EPS= 4.00

Odleglosc horyzontowa ODL=147.99 km

2.3.4. Opis działania procedury POZSYG.

Procedura ta oblicza natężenie pola elektrycznego /składową elektryczną pola elektromagnetycznego/ dla wszystkich stacji radioliniowych rozwiniętych w rejonie określonym listkiem głównym promieniowania anteny analizowanej stacji.

Dla wszystkich stacji leżących w obszarze listka głównego odszukiwane są ich rekordy w zbiorze MPSTACJI i następnie określane jest wzajemne położenie listków głównych stacji analizowanej i stacji której rekord został wczytany. Następnie z charakterystyk anteny - zbiór TECHNIKA, tłumienności trasy - średniej, określany jest poziom tłumienia sygnału jednej i drugiej stacji i dane te są zapisywane w zbiorze pomocniczym do wykorzystania przez procedurę COMPAT.

Po przeczytaniu rekordów stacji bieżących w obszarze listka głównego, poszukiwane są stacje rozwinięte w odległości do 20 km od analizowanej stacji poza listkiem głównym analizowanej stacji. Dla tych stacji również jest obliczany współczynnik tłumienia. Po przeanalizowaniu wszystkich wymienionych stacji działanie procedury kończy się.

2.3.5. Opis działania procedury ZABR.

Procedura ta została zaprojektowana jako narzędzie umożliwiające wstępne ograniczenie pasma dopuszczalnego dla rozpatrywanej radiolinii.

Procedura ta wykorzystuje zbiór FNIED założony wcześniej zawierający pasma częstotliwości zabronione dla określonego rejonu. Dla analizowanej stacji procedura przeszukuje zbiór FNIED i w wypadku gdy rejon zakazu obejmuje analizowaną stację wywołuje procedurę ELEKTR która ustawia jedyne - znaki zajętości dla wszystkich częstotliwości analizowanej stacji które zakaz obejmuje, po czym przechodzi do analizy następnego rejonu.

Po przeczytaniu wszystkich rejonów zawartych w zbiorze FNIGD działanie procedury kończy się.

2.4. Opis działania procedury sprawdzania częstotliwości COMPAT.

Procedura ta sprawdza kompatybilność wybranej wcześniej częstotliwości, z zestawem częstotliwości jakie są wykorzystywane w radioliniach rozwiniętych w obszarze zakłóceń analizowanej radiolinii. Procedura ta wykorzystuje zestaw radiolinii wybrany w trakcie wykonywania opisanych wcześniej procedur i sprawdza dla nich kolejno:

- a. czy natężenie pola /moc sygnału/ dochodzącego do odbiornika stacji przekracza czułość odbiornika, z uwzględnieniem kierunku anten i stopnia tłumienia sygnałów wspólnokanałowych, i sąsiedniokanałowych?
- b. czy proponowana częstotliwość spowoduje zakłócenia lustrzane w rozwiniętych i branych pod uwagę radioliniach?
- c. czy proponowana częstotliwość spowoduje zakłócenia intermodulacyjne drugiego rzędu?

Do sprawdzenia tego i następnych warunków wykorzystywane są wskaźniki zajętości pasma tworzone przy pomocy procedury ELEKTR.

- e. czy proponowana częstotliwość spowoduje zakłócenia intermodulacyjne trzeciego rzędu ^w wymienionych rozwiniętych w stacjach?

Jeśli wystąpi prawdopodobne zakłócenie to analizowany jest stosunek mocy sygnałów składających się na zakłócenia, w wypadku gdy różnią się o rząd wielkości, kombinacja ta jest pomijana.

Zakłóceń intermodulacyjnych rzędów wyższych nie analizujemy, gdyż przy liczbie stacji występujących w praktyce, czas oczekiwania na wyniki jest nie do przyjęcia.

Wydruk programu zrodlowego procedury COMPAT.

```
      subroutine COMPAT (l,fo,mp)
c procedura sprawdzania czestotliwosci fo proponowanej dla
c radiolinii

      logical l
      real fo,f1(600)
      dimension mp(60),ltyp(256),ltek(20)
      open (4,file='a:technika',access='direct',recl=256)
4      read (4,rec=mp(2),err=84)ltyp

c sprawdzenie na czestotliwosci lustrzane

      l=.true.
      a1=2*abs((fo-lpos1))
      a2=2*abs((fo-lpos2))
      if (a1.lt.szk.or.a2.lt.szk) go to 2
      if (fo.le.lpos1.or.fo.le.lpos2) then
          a3=2*abs((2*fo-lpos1))
          a4=2*abs((2*fo-lpos2))
          a5=2*abs((3*fo-lpos1))
          a6=2*abs((3*fo-lpos2))
      else
          a3=2*abs((fo-2*lpos1))
          a4=2*abs((fo-2*lpos2))
          a5=2*abs((fo-3*lpos1))
          a6=2*abs((fo-3*lpos2))
      endif
      if (a3.lt.szk.or.a4.lt.szk.or.a5.lt.szk.or.a6.lt.szk)
go to 2

c sprawdzenie intermodulacji

      nrf=1
      do 1 k=1,lftyp,32
      do 3 k1=k,k+31
      k2=(k-1)/32+1
      k3=31-k1
      k4=0
      k4=iand(mp(k2),2**k3)
      if (k4.eq.0) go to 3
      f1(nrf)=ltek(19)+k*ltek(20)
      nrf=nrf+1
3      continue
1      continue
      do 10 k=1,nrf
      do 11 k1=1,nrf
      if (k.eq.k1) go to 11
      if (abs(2*(fo+f1(k))-f1(k1))).lt.szk) go to 12
      if (abs(2*(fo+f1(k1))-f1(k))).lt.szk) go to 12
11      continue
10      continue
      do 13 k1=1,nrf
      do 14 k2=1,nrf
      if (k1.eq.k2) go to 14
```

```
do 15 k3=1,nrf
if (k1.eq.k3.or.k2.eq.k3) go to 15
a1=2*abs(fo+f1(k1)+f1(k2)-f1(k3))
a2=2*abs(fo+f1(k2)+f1(k3)-f1(k1))
a3=2*abs(fo+f1(k3)+f1(k1)-f1(k2))
if (a1.lt.szk.or.a2.lt.szk.or.a3.lt.szk) go to 12
a1=2*abs(fo+f1(k1)-f1(k2)-f1(k3))
a2=2*abs(fo+f1(k2)-f1(k3)-f1(k1))
a3=2*abs(fo+f1(k3)-f1(k1)-f1(k2))
if(a1.lt.szk.or.a2.lt.szk.or.a3.lt.szk) go to 12
if (2*abs(fo-f1(k1)-f1(k2)-f1(k3)).lt.szk) go to 12
15 continue
14 continue
13 continue

return

2 l=.false.
mp(11)=1
return
12 l=.false.
mp(11)=2
return
84 print (*,16) mp(2)
pause 2
read (*,16) mp(2),mp(3)
go to 4
16 format (2a4)
end
```

METODA ZBIERANIA DANYCH DO UZUPENIENIA CYFROWEJ MAPY WYSOKOSCI O MIASTA, JEZIORA, BAGNA I LINIE WYSOKIEGO NAPIĘCIA

Miasta wraz ze swoją zabudową stanowią zakłócenie dla łączności radioliniowej. Przeszkody to wysokości domów oraz trudności w rozwijaniu radiostacji w mieście.

Do analizy terenu dla łączności radioliniowej powinno się wyłączać również rejon miasta pod względem miejsca rozwinięcia radiostacji. Natomiast wysokość zabudowy miast należy dodać do wysokości terenu na którym to miasto leży. W numerycznym modelu terenu należy dokonać aktualizacji danych o wysokość miast z oznaczeniem ich granic.

W dostępnej literaturze przedmiotu brak jest danych dotyczących wysokości zabudowy miast Polski.

Dla potrzeb łączności radioliniowej wydzielono pięć rodzajów miast, oraz niezależnie wydzielono miasto Warszawę.

1. Miasta od 250000 do 1000000 mieszk.
2. Miasta od 50000 do 2500000 mieszk.
3. Miasta od 10000 do 50000 mieszk.
4. Miasta poniżej 10000 mieszk.
5. Osiedla o charakterze miejskim powyżej 2000 mieszkańców.

Każdemu z tych rodzajów miast, biorąc pod uwagę prawdopodobną wysokość zabudowy, przyporządkowano odpowiednio wysokość:

Nazwa	Kod	Wysokość
Miasto Warszawa	0	200 m.
Miasto	1 rodzaj	140 m.
Miasto	2 rodzaj	60 m.
Miasto	3 rodzaj	30 m.
Miasto	4 rodzaj	20 m.
Miasto	5 rodzaj	15 m.

Obszar miasta określa się linią ciągłą łamaną w postaci dyskretnego zbioru współrzędnych punktów załamania, określających jej kształt i położenie. Linia ciągła łamana jest zapisana w sposób umożliwiający łatwe wyszukiwanie informacji o przynależności określonego punktu do obszaru ograniczonego linią.

Informację dotyczącą jednego miasta - jego konturu i wysokości zapisuje się w następujący poniższy sposób:

1. Ilość punktów opisujących kontur;
2. Współrzędne tych punktów;
3. Średnia wysokość miasta w hektometrach;
4. Nr arkusza mapy 1:50000;
5. Nazwa miasta.

Wyróżniając na początku danych rodzaj wysokości odpowiednią liczbą można zrezygnować z podawania wysokości miasta. W celu zmniejszenia pracochłonności należy również zrezygnować z zapisu nr arkusza mapy ponieważ określić go można na podstawie współrzędnych.

W celu zaoszczędzenia czasu zbierania informacji z arkusza mapy należy jednocześnie wraz z danymi o wysokości miast określać współrzędne jezior i bagien. Nie stanowią one zasadniczej przeszkody dla propagacji fal radioliniowych, ale stwarzają utrudnienia w czasie tworzenia planu łączności ze względu na niemożliwą lokalizację radiostacji w tych miejscach. Program tworzący plan łączności powinien wykluczać te rejony.

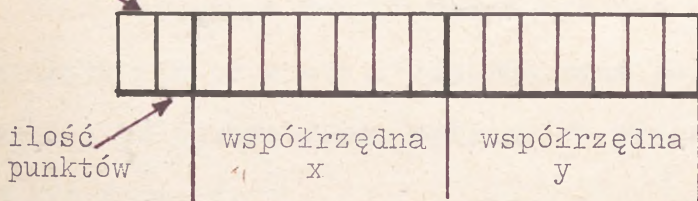
W związku z powyższym na wypełnionym arkuszu danych na pierwszej pozycji należy umieścić cechę /cyfrę/ charakteryzującą

współrzędne odpowiednio przyporządkowując im cyfrę:

- 0 - Warszawie
- 1 - miastom od 250 tys. ÷ 100 tys. mieszk.
- 2 - miastom od 100 tys. ÷ 50 tys. mieszk.
- 3 - miastom od 50 tys. ÷ 10 tys. mieszk.
- 4 - miastom od 10 tys. ÷ 2 tys. mieszk.
- 5 - miastom poniżej 2 tys. mieszkańców
- 6 - bagnetom
- 7 - jeziorom
- 8 - liniom wys. napięcia.

Sposób zapisu danych na formularzu

cecha danych



Sposób ten wynika z realizacji wektorowej struktury zbiorów.

Jest to struktura zapisywana w zbiorze przechowująca informację o liniach i brzegach. Wybieramy prosty kod łańcuchowy w postaci:

$$[c, i, (x, y)_i], i = 1, \dots, n$$

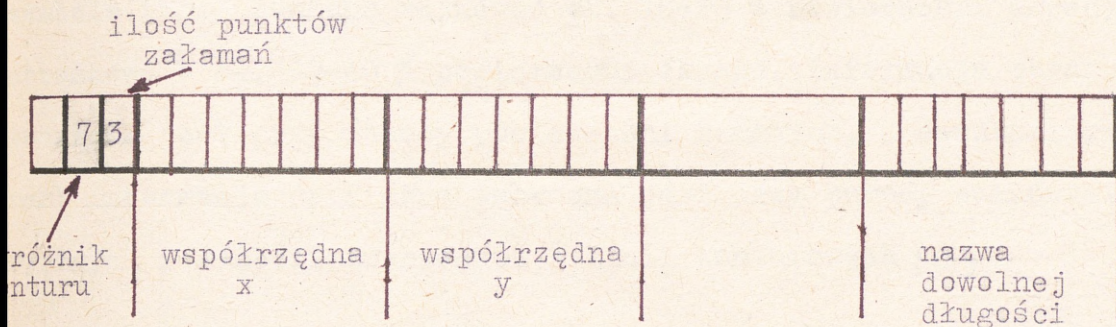
w którym: c - wyróżnik konturu /np. brzeg jeziora, granice miasta i jego wysokości linia wysokiego napięcia, linia ograniczająca obszar bagieny itp./.

i - ilość punktów /współrzędnych/

x_i, y_i - współrzędne topograficzne punktów załamania.

Kod taki charakteryzuje się tym, że jest prosty do algorytmizacji a w konsekwencji do analizy komputerowej.

Przykład struktury zbiorów na formularzu:



Ilość współrzędnych = ilości punktów załamania.

Zbieranie danych można wykonać metodą bezpośredniego odczytu z mapy w skali 1:50000 bądź po zakupieniu digitajzera metodą półautomatyczną opisaną we wcześniejszych opracowaniach w tym temacie.

4. WYMAGANIA NA ZOBRAZOWANIE INFORMACJI GRAFICZNEJ NA MONITOR EKRAŃOWY

1.1. Informacja graficzna na wskaźniku /znaki alfanumeryczne, symbole itp./ powinna zajmować ok. 10-20 % powierzchni ekranu; część obrazkowa - ok. 30-40 % powierzchni ekranu. Informacja obrazkowa tworzona jest przy pomocy powierzchni barwnych, z ewentualnym konturem; informacja graficzna tworzona jest przy pomocy znaków alfanumerycznych i symboli tworzonych z linii konturowych (8)

1.2. Dokładność linii powinna być rzędu 0.2 miliradiana ok. 0.7 , co odpowiada rozdzielczości oka (8)

1.3. Nie zaleca się wyświetlania znaków tekstowych w różnych kolorach, o ile nie jest to niezbędnie potrzebne. Ze względu na aberację chromatyczną oko ogniskuje wyraźnie część żółtą widma, a części skrajne /niebieski, fioletowy/ dostrzega niewyraźnie.

1.7. Przy dziennym świetle zaleca się wyświetlanie informacji w kontraście prostym /ciemne znaki na jasnym tle/.

Optymalny kontrast γ $k_p = (B_t - B_o) / B_t = 0.2 - 0.3$

B_o - jaskrawość tła

B_t - jaskrawość obiektu.

Kontrast prosty jest bardziej fizjologiczny i mniej męczy wzrok. Jeśli dodatkowe wymagania nie wymuszają kontrastu odwrotnego - kontrast prosty przy wyświetlaniu na monitorze luminescencyjnym jest szczególnie wskazany.

Powyższe zalecenia nie dotyczą projektowania map cyfrowych.

Ze względu na specjalne wymagania odnośnie map /dobór kolorów, kontrastu, luminacji itp./ ergonomiczne zasady projektowania map sformułowane zostały w rozdziale 2.

2. ZALECENIA ERGONOMICZNE PROJEKTOWANIA MAP CYFROWYCH DLA CELOW MILITARNYCH

2.1. Nie zaleca się tworzenia map czarno-białych lub monochromatycznych ze względu na niższą rozróżnialność znaków punktowych w porównaniu z mapami barwnymi.

2.2. Ogólne zalecenia funkcjonalne kodowania map kolorowych.

2.2.1. Liczba kolorów kodowania map nie może przekroczyć 12 (1).

Powyżej tej liczby kolory przestają być rozróżniane w sposób pewny.

2.2.2. Rozróżnialność kolorów musi być niezależna od zmiennych warunków luminescencyjnych otoczenia.

2.2.3. W zasadzie kolory na wskaźnikach elektronicznych powinny odpowiadać kolorom na mapach papierowych, tj. hydrografia - niebieski, roślinność - zielony, o ile nie wprowadza to błędów odczytu.

2.2.4. Sąsiednie kolory powinny być tak dobrane aby unikać efektów mieszania barw na granicy kolorów /ograniczenie interkoloru/.

2.3. Zalecenia odnośnie doboru koloru znaków.

2.3.1. Potrzebne są 3 różne kolory dla oznaczenia:

- a/ wrogich obiektów taktycznych,
- b/ obiektów taktycznych własnych i sojuszniczych,
- c/ obiektów architektonicznych.

2.3.2. Kolory muszą być rozróżnialne dla znaków o małych wymiarach /15-20/.

2.3.3. Kolory znaków muszą wyraźnie odcinać się od linii konturowych oraz tła.

2.4. Zalecenia odnośnie doboru koloru linii.

2.4.1. Kolory muszą być dokładnie rozróżnialne.

2.4.2. Kolory muszą mieć odpowiednią luminację w celu zapewnienia kontrastu z tłem.

2.3. Zalecenia odnośnie doboru kolorów powierzchni barwnych.

2.5.1. Wymagane są 4 różne kolory do oznaczania:

- a/ terenów zalesionych,
- b/ terenów niezalesionych,
- c/ zbiorników wodnych.

2.5.2. Kolory muszą być dokładnie rozróżnialne.

2.5.3. Kolory do oznaczania terenu muszą być wyświetlane w odpowiednio szerokim paśmie luminacji w celu umożliwienia cieniowania rzeźby terenu.

Minimalna luminacja nie może być zbyt niska ze względu na niebezpieczeństwo zlewania się oznaczanego terenu z liniami konturowymi maksymalna luminacja nie może być zbyt wysoka, gdyż prowadzi to do redukcji kontrastu między pokrywającymi się oznaczeniami liniowymi i punktowymi.

2.6. Zalecenia szczegółowe.

Wyniki badań prowadzonych w USA /3 / pozwalają na sformułowanie zaleceń szczegółowych dotyczących kolorystyki optymalnych map cyfrowych. Dane zebrano w tabeli 2.1.

2.7. Zalecenia dodatkowe tworzenia optymalnych znaków.

2.7.1. Wysokość znaków L odpowiada kątowi widzenia $\alpha=15$;

$$L = t_g \left(\alpha / 2 \right) \cdot 2 \cdot D,$$

D - odległość od ekranu 5 .

Przykładowe znaki podano na rys. 2.1.

Symbole oznaczają odpowiednio:

- I kolumna - obiekty sakralne, siłownie,
- II kolumna - piechota, jazda,
- III kolumna - lotnictwo, siły pancerne.

Uwaga! W przypadku projektowania znaków własnych należy pamiętać, że najmniejszy element znaku złożonego nie może być mniejszy niż $\alpha=6$. Znaki w kolorze niebieskim stają się achromatyczne dla $\alpha=10$.

Należy unikać stosowania znaków o dużej liczbie szczegółów oraz zagęszczeniu linii ukośnych, gdyż nawet w wysokiej rozdzielczości /EGA/ nie daje się uniknąć efektów schodkowych, uniemożliwiających pewną i szybką rozróżnialność znaku.

2.7.2. Znaki powinny mieć czarne tło lokalne, co ułatwia ich identyfikację.

Tabela 2.1.

OPTYMALNY DOBOR KOLOROW PRZY PROJEKTOWANIU MAP CYFROWYCH

OZNACZENIA	kolor	luminancja
PUNKTOWE		
		cd m ²
obiekty taktyczne własne i sojusznice	CZERWONE	115.5
wrogie obiekty taktyczne	NIEBIESKIE	24.0
obiekty architektoniczne	ŻÓŁTY	68.5
OZNACZENIA LINIOWE		
poziomice	CZARNY	-
drogi	ROŻOWY	58.0
linie kolejowe, przeszkody	ZIEŁONY	80.5
mosty	ŻÓŁTY	68.5
rzeki	CYAN /siny/	55.0
POWIERZCHNIE BARWNE		
miasta, tereny zabudowane	KARMAZYNOWY	13.5
zbiorniki wodne	NIEBIESKI	19.0
tereny zalesione	WODNY/szaroniebieski/	7-55 [*]
tereny niezalesione	SZARY	7-55 [*]

* Skalowanie logarytmiczne

Uwaga! W przypadku trudności hardware'owych, uniemożliwiających uzyskanie różnej luminacji na ekranie monitora, należy dobrać luminancję doświadczalnie dla całego obrazu przy pomocy dostępnej regulacji pod kątem optymalnej rozróżnialności barw i minimalnego zmęczenia wzroku.

3. ZALECENIA ERGONIMICZNE KOMUNIKACJI OPERATOR - SYSTEM.

Praca interakcyjna wymaga szybkiej i niezawodnej komunikacji operator - system.

3.1. Proponuje się wybór opcji i wprowadzanie zmian graficznych przy pomocy ruchomego kursora.

3.2. Sterowanie kursorem można zapewnić stosując następujące urządzenia hardware'owe.

- przyciski funkcyjne na pulpicie alfanumerycznym,
- joystick proporcjonalny.

Nie zaleca się stosowania myszy, ze względu na trudności przy dokładnym i szybkim pozycjonowaniu kursora.

4. ORGANIZACJA GRAFICZNA WYBORU TRYBU PRACY.

4.1. Proponuje się rozwiązanie wzorowane na pakietach Turbo Pascal.

- a/ u góry ekranu wyświetlane są opcje główne /menu/ w jednej linii,

- b/ wybór opcji następuje przez przesunięcie kursora na nazwę opcji oraz wciśnięcie przycisku odpowiadającego akcji ENTER. Wybrana nazwa zostaje podświetlona w sposób odróżniający ją od pozostałych /np. - inny kolor tła w okienku, inny kolor liter nazwy/,
- c/ w przypadku, gdy opcja główna złożona jest z kilku podopcji, po jej wyborze ukazuje się pod nią blok z wyszczególnionymi podopcjami, jedna pod drugą. Wybór następuje analogicznie, jak w przypadku b/,
- d/ po dokonaniu wyboru podopcji następuje jej realizacja na ekranie, natomiast blok z opisem podopcji /okienko/ znika. Realizowana opcja główna pozostaje podświetlona.
- e/ sterowanie trybem pracy lub wyświetlaniem dodatkowych informacji w ramach danej podopcji następuje przez wybór kursorem symulowanego na ekranie przycisku funkcyjnego /softkey/, oznaczonego symbolem zadanej funkcji, np.:
- zmiana skali mapy cyfrowej,
 - zmiana orientacji,
 - cieniowanie różnic wzniesień,
- wyświetlanie wysokości i współrzędnych geograficznych wybranego punktu,
- wskazanie terenów zamaskowanych.

Rozwinięcie funkcji "softkey" może odbywać się na tej samej zasadzie, jak w punkcie c/ lub też może być realizowane poprzez wyświetlenie softkeys dla wszystkich trybów pracy i informacji.

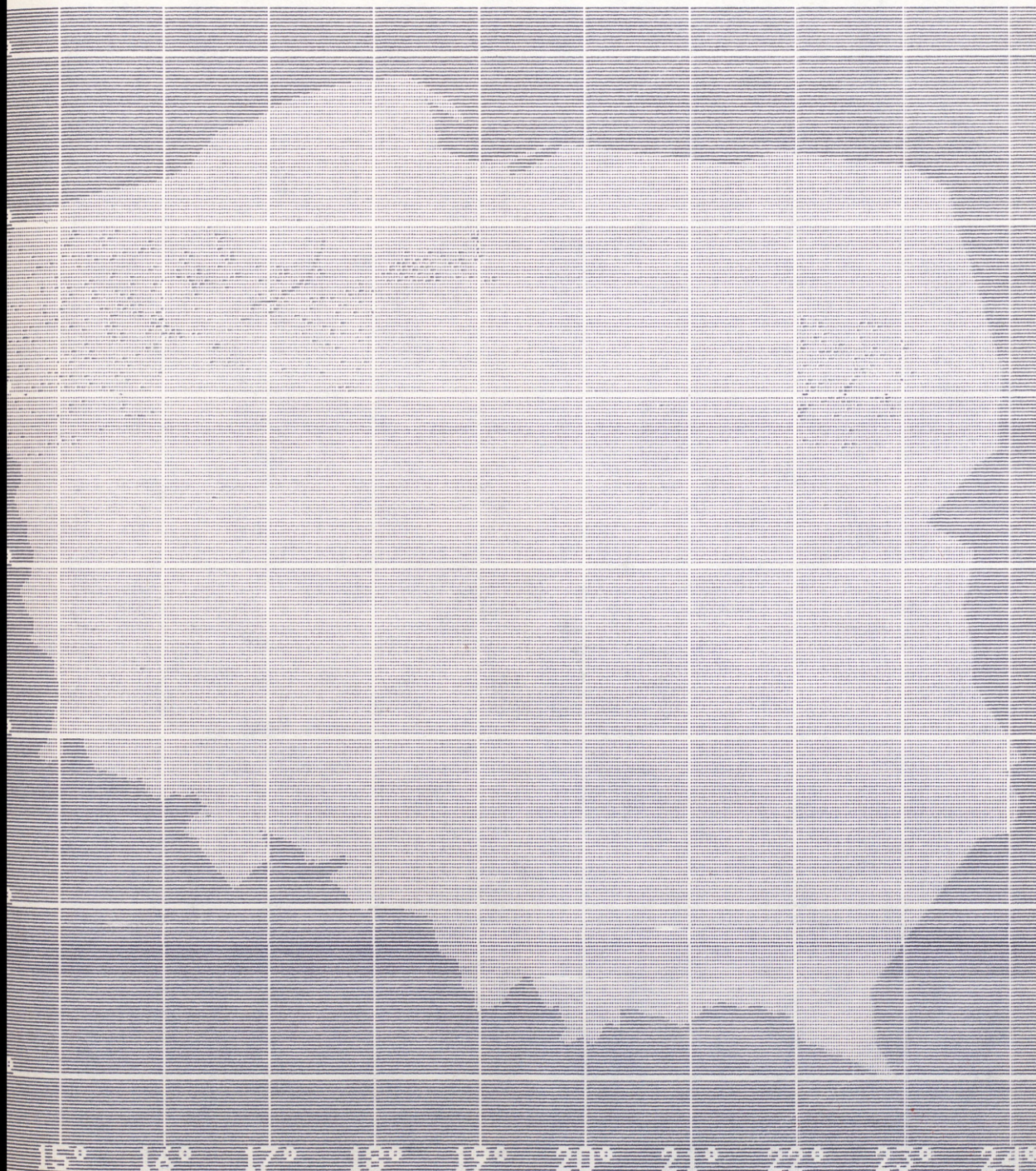
Uwaga! W przypadku zmiany skali należy podmieniać obrazy mapy a nie stosować prosty ZOOM. Dokładniejsza mapa powinna zawierać więcej szczegółów i musi być tworzona niezależnie.

Na końcu rozdziału zamieszczono przykłady zobrazowania informacji graficznej dotyczącej komputerowej mapy terenu.

6. BIBLIOGRAFIA

- 1/ R.M. Taylor. 1984, Color coding in information displays. Heuristics, evidence and experience from cartography. NATO W.G.5 Workshop on color coded vs monochrome electronic displays.
- 2/ V.A. Spiker et.al., 1983, Identification of colored stimuli on a computer generated raster display as a function of luminance, foreground color, background color, and stimulus size. Techn. Report. 459b, Anacapa Sciences, Inc., Santa Barbara, California.
- 3/ V.A. Spiker et. al., 1986, Selecting colors for a computer - generated topographic map based on perception experiments and functional requirements, Ergonomics, 1986, vol. 29, no. 11. 1313-1328.
- 4/ E. Biezanowska, 1985. Badania ergonomiczne rozwojowego systemu nawigacji /I/, raport. wewn. ILot.
- 5/ T. Morton et. al., 1971, Handbook of human engineering design data for reduced gravity conditions, NASA Cr-1726.
- 6/ Tek Products 1988, Cop 1987, Tektronix, Inc.
- 7/ A.I. Menszew, 1971, Kosmическая ergonomia, Izdatielstwo Nauka, Leningrad.
- 8/ P. Condom, 1983, Colour CRT instrumentations. The second sound, Interavia 7/83.
- 9/ Opracowanie Instytutu Lotnictwa. 1987 r.

654.029 km



N A D A J N I K I :

- 1 GWL. Oleszno
- 2 GWL. Okonek
- 3 GWL. Szczecinek
- 4 GWL. Medrzyn
- 5 GWL. Zagan
- 6 GWL. Strzegom
- 7 n1..
- 8 n2..
- 9 n3..
- 10
- 11
- 12
- 13
- 14
- 15
- 16
- 17
- 18
- 19
- 20
- 21
- 22
- 23
- 24
- 25

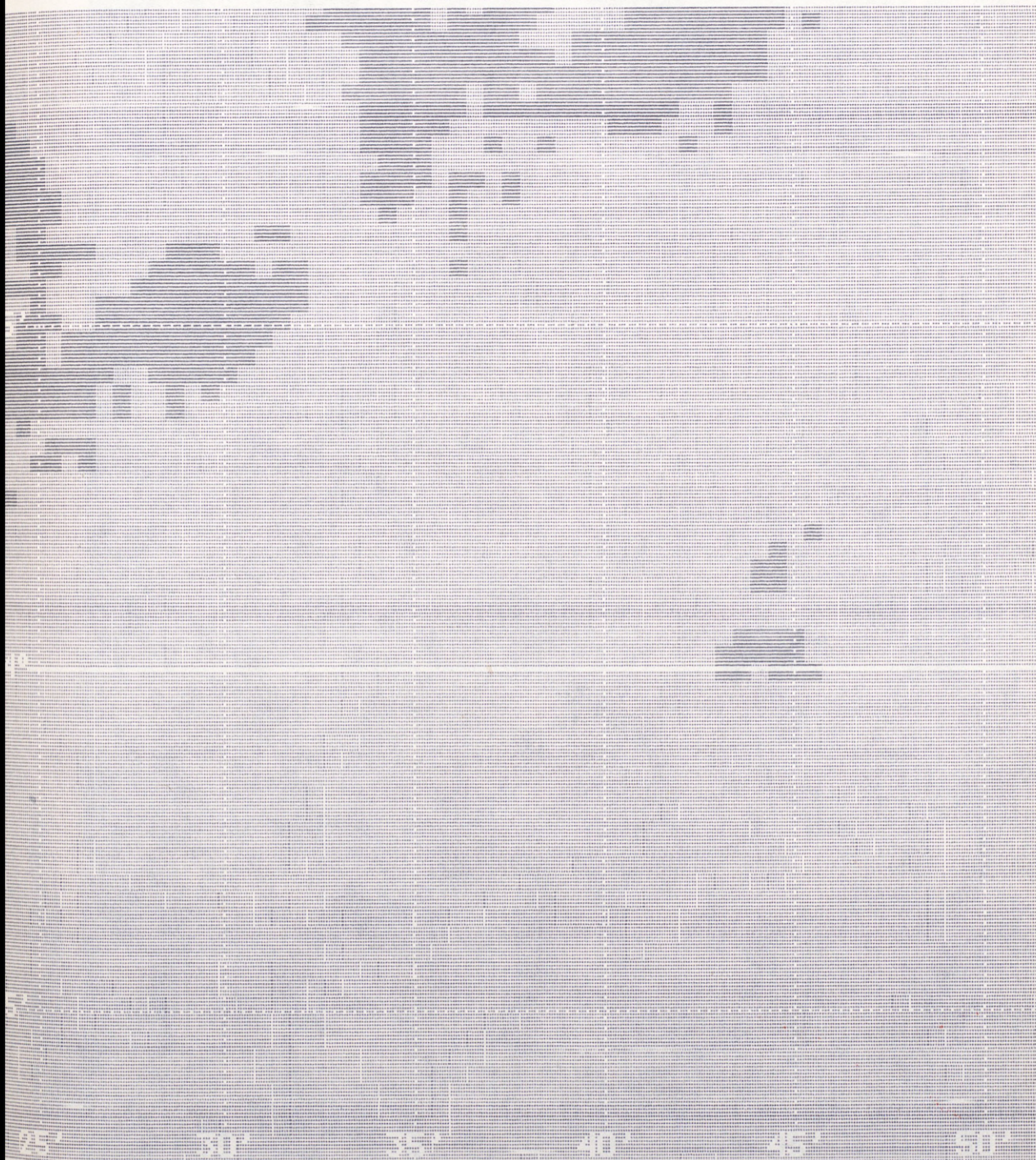
53°54' 30" 17°31' 25"
55°16' 30" 13°55' 0"
48°25' 0" 24°15' 0"

762.036 km

F1 - Menu

30.801 km

4.237 km



31.008 km



4.241 km



Legend:	205	n
	186	n
	187	n
	178	n.p.m.l
	183	n
	188	n
	190	n

n3..

H-lokalizacji 148

[n n.p.m.l] 202

10 [n] H-anteny

10 [n] HA-min

30 [n] HA-max

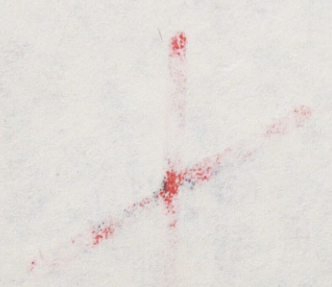
53° 54' 11" 17° 31' 23"

54° 0' 17" 17° 44' 33"

54° 1' 23" 17° 42' 26"

53° 59' 6" 17° 46' 20"

F1 - Menu



Profile

Parametry nadajnika:

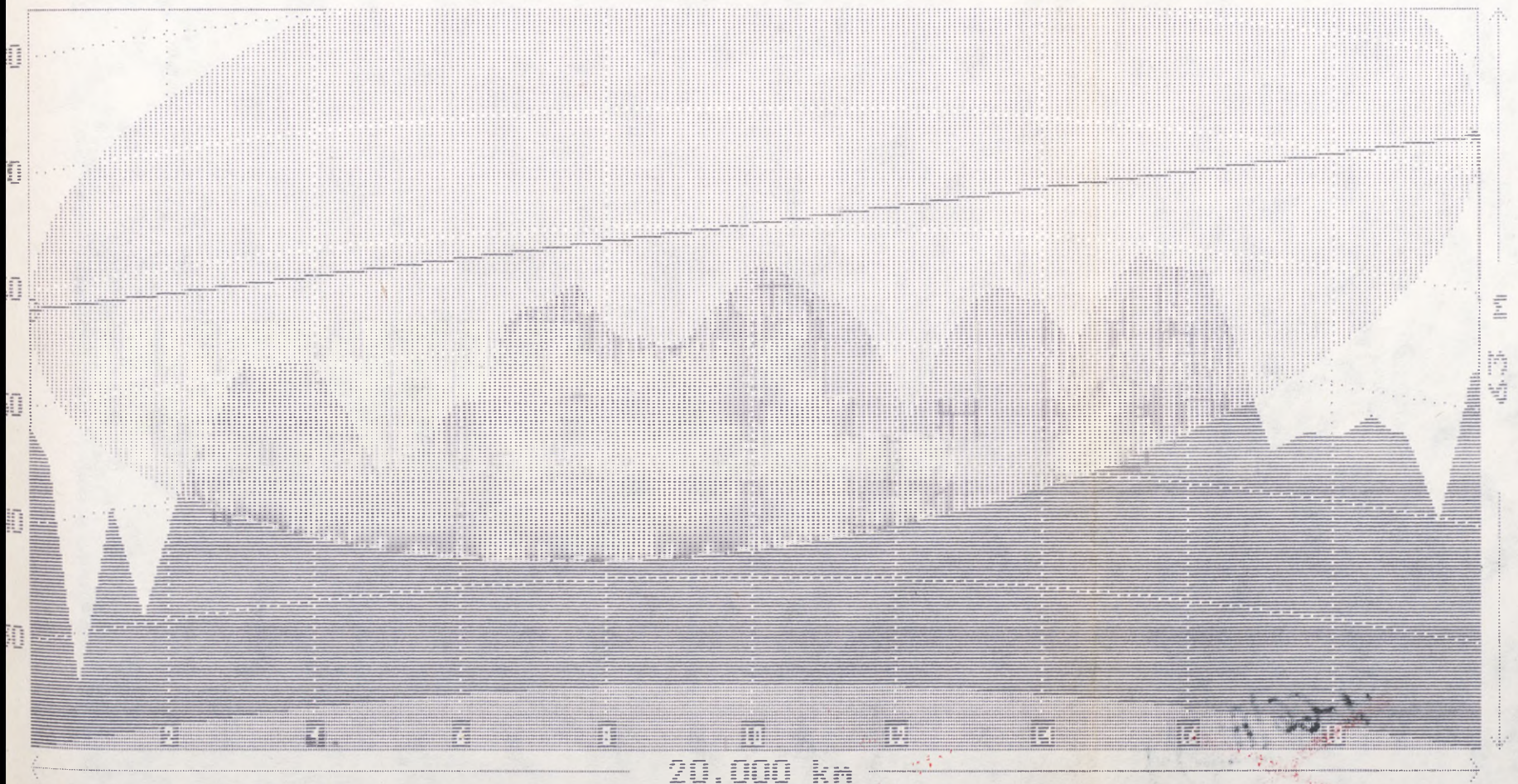
Wzrost: 17° 54' 24"
Wzrost: 153 m n.p.m.
Wzrost: 20 m

Parametry propagacji:

f: 2500 MHz
Ekipa -> 0.16907. fali

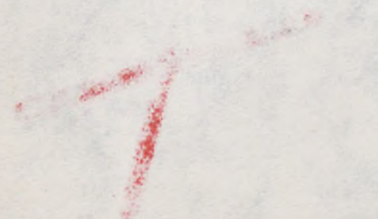
Parametry odbiornika:

Wzrost: 17° 49' 40"
Wzrost: 153 m n.p.m.
Wzrost: 20 m



» Azymut: 90.00° »

Fi - Menu



KONTROLA I ZAPIS DANYCH PRZY POMOCY KOMPUTERA AMSTRAD 6128.

Uzupełnianie zbiorów mapy komputerowej o nowe dane jest procesem złożonym. Zebrane dane są wprowadzane do komputera gdzie podlegają kontroli i zostają zapisane na dyskietkach. Cały proces uzupełniania zbiorów mapy komputerowej przedstawiony jest w postaci algorytmu. Czynności aktualnie realizowane są podkreślone.

W celu kontroli i zapisu danych na maszynowych nośnikach informacji posłużono się komputerem AMSTRAD 6128. Zbiory danych odpowiadają arkuszom map w skali 1:50000 /jeden zbiór - jeden arkusz mapy/.

Postać zbioru danych jest następująca:

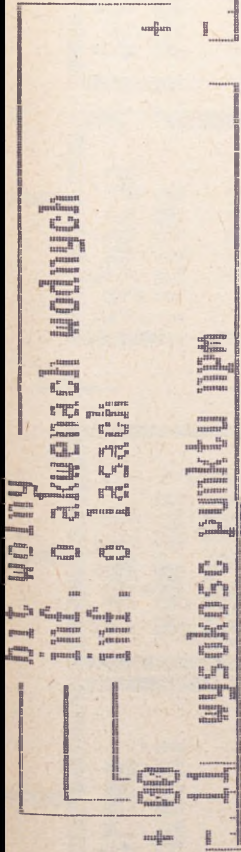
- a/ godło mapy i współrzędne jej lewego dolnego narożnika,
- b/ kod obszaru, ilość punktów opisujących,
- c/ współrzędne punktu /x, y/,

. w zależności od podanej ilości
: punktów opisujących
.

- d/ nazwa obszaru /miasta, jezior, .../ punkty b,c i d są powtarzane dla każdego opisywanego obszaru.

Dane wprowadzane są do komputera programem EDM. BAS.

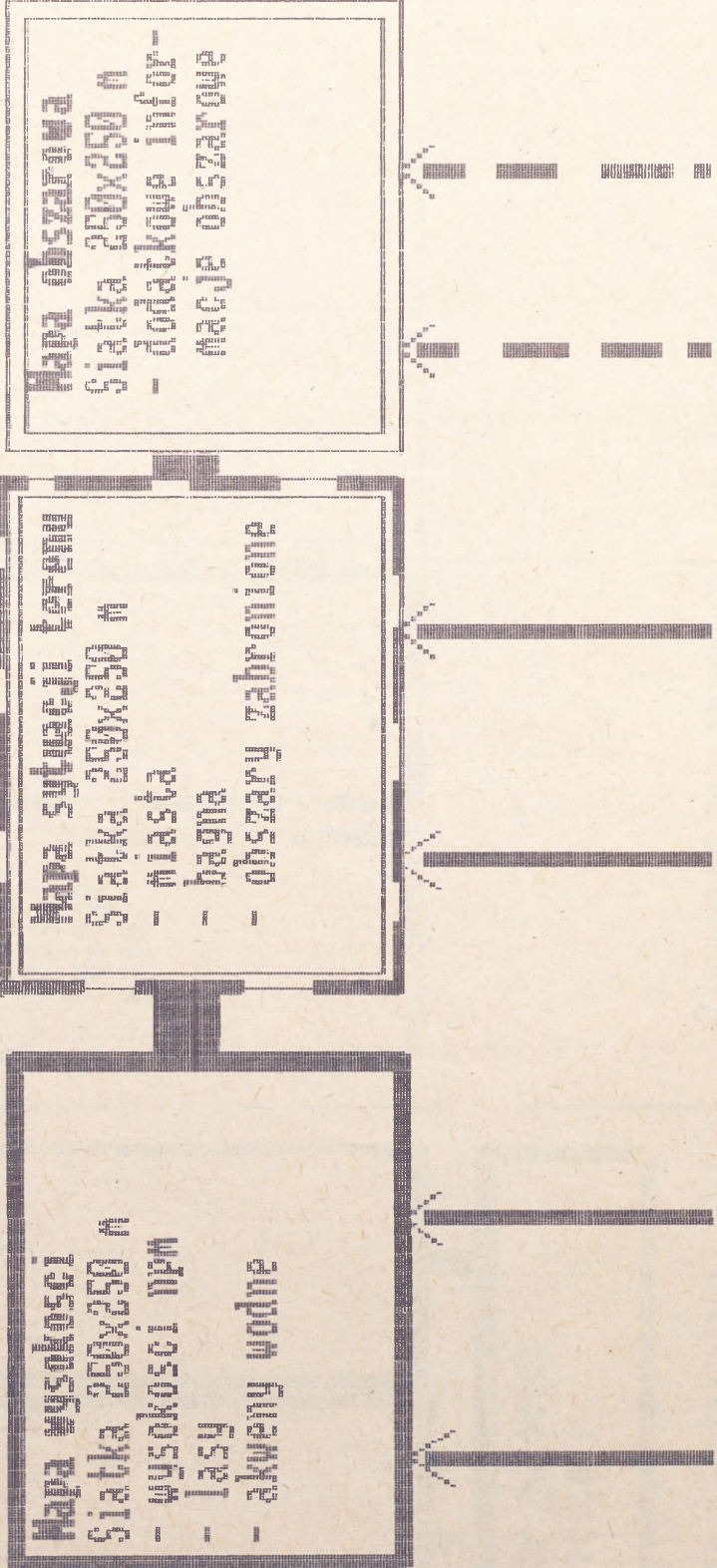
Pozwala on jednocześnie na kontrolę i poprawianie wprowadzanych danych.



kod obszaru

podniesienie wysokosci

W I O R N Y O B S Z A R O W E



ZBIORY PUNKTÓW

Stacja iskra
Stacja iskra
Stacja iskra
Stacja iskra
Stacja iskra

Zkratka
wysokości

Punkt
wibracji
(wzrost)

Zbiór
gotowych
radiolini

Stacja
radiowa

- linie
- wys. map
- 16000
- 10000
- 10000
- 10000

Stacja
radiowa

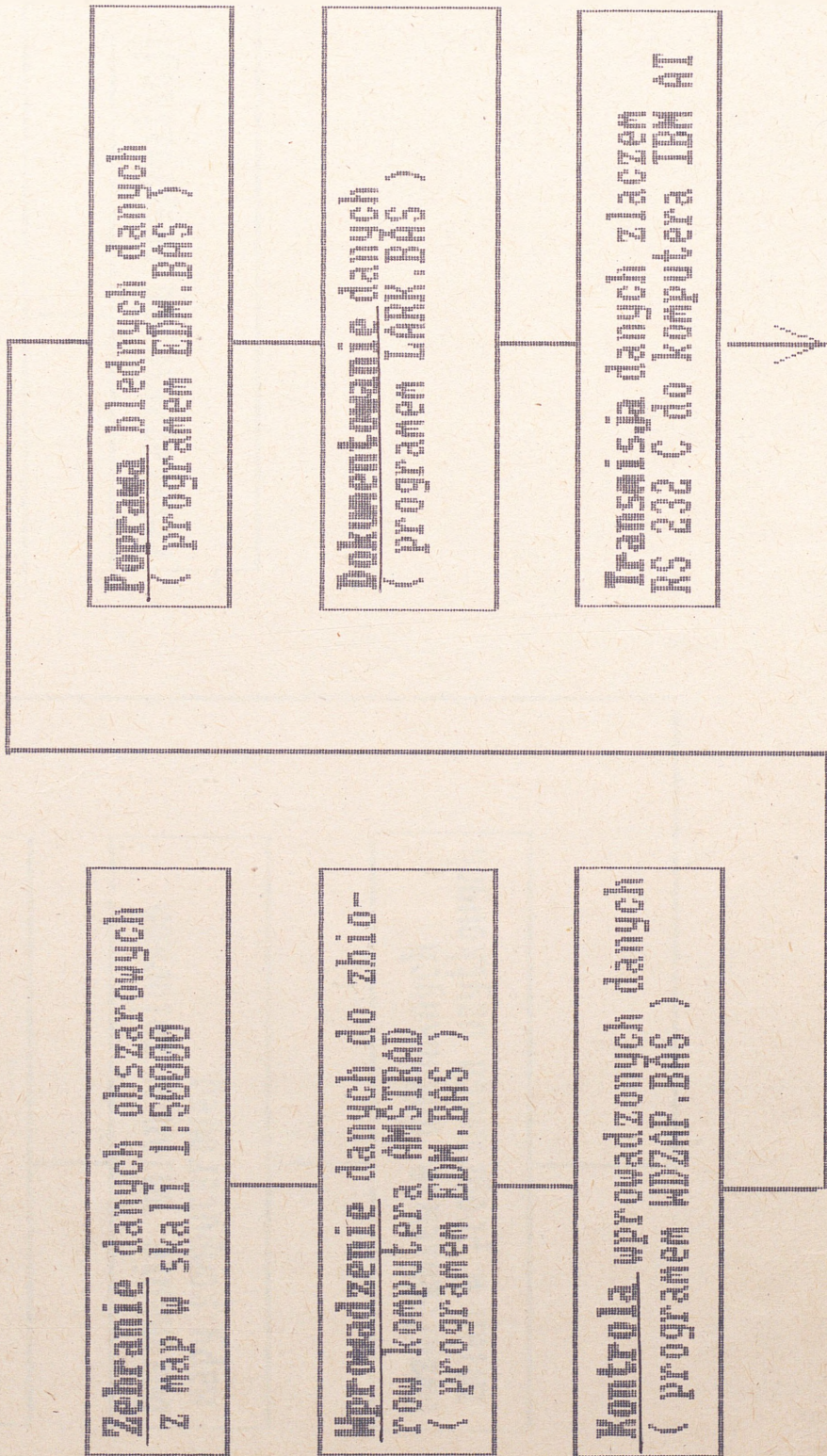
- znak

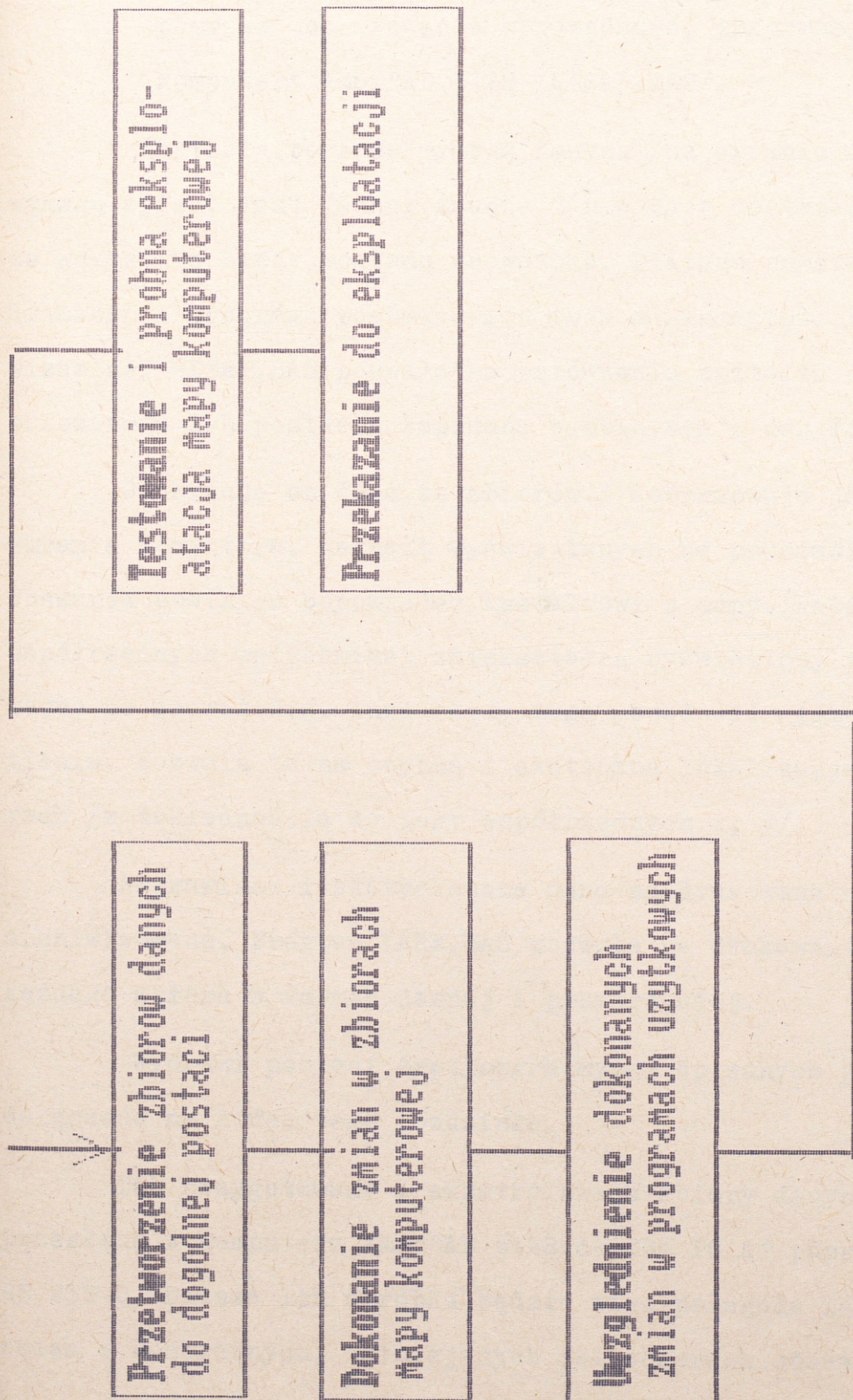
Stacja
radiowa

Stacja
radiowa

(dodatek)

Algorytm uzupełniania zbioru danych komputerowy





Przetworzenie zbiorów danych do dogodnej postaci

Dokonywanie zmian w zbiorach mapy komputerowej

Względnienie dokonanych zmian w programach użytkowych

Testowanie i próba eksploatacja mapy komputerowej

Przekazanie do eksploatacji

Kontrola danych została zorganizowana na dwa sposoby:

- poprzez wydruk danych na ekranie /EDM. BAS/ lub drukarce /LARK. LBAS/,
- poprzez zobrazowanie wprowadzonej informacji na ekranie komputera AMSTRAD 6128 /WDZAP.BAS/.

Kontrola poprzez wydruk danych /na ekranie lub drukarce/ nie wymaga opisu. Jest jednak żmudna i nie daje dostatecznej gwarancji ze wszystkie błędy zostaną zauważone. Dlatego powstała konieczność utworzenia programu pozbawionego tych mankamentów. Program kontroli wizualnej WDZAP.BAS pozwala na porównania kształtu opisywanych obszarów z ich postacią zapisaną w zbiorach z danymi.

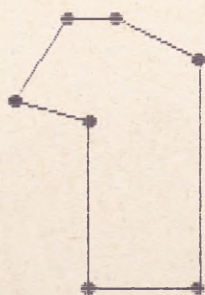
Odczytuje on dane ze zbiorów i zobrazowuje je graficznie na ekranie komputera. Kształt wyświetlonych na podstawie tych danych obszarów powinien odpowiadać kształtowi z mapy. Każdy błąd we współrzędnych natychmiast zniekształca wyświetlony obszar, co jest łatwe do zauważenia. Inne błędy mogą powodować niemożność wyświetlenia. Pozwala to na szybką i skuteczną lokalizację błędów w zbiorach /z dokładnością do pary współrzędnych x, y/.

Poprawione i skontrolowane dane są drukowane na drukarce i archiwizowane. Program LARK.BAS pozwala na drukowanie danych z każdego zbioru w formie jasnej i przejrzystej.

Wydruki postaci źródłowych wyżej opisanych programów są dołączone na końcu tego rozdziału.

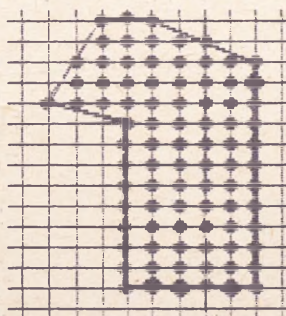
Tak przygotowane i skontrolowane zbiory danych zostaną przesłane z komputera AMSTRAD 6128 do IBM PC AT poprzez złącze RS 232 C. Dalsza ich obróbka będzie więc polegała na wprowadzeniu zmian w konkretnych, istniejących już zbiorach obszarowych mapy

komputerowej. Proces ten będzie polegał na łączeniu zbiorów tak aby zawarte w nich dane obejmowały obszar 1° 1° długości i szerokości geograficznej, bo taka jest struktura zbiorów mapy komputerowej. Ponadto należy dokonać przejścia z postaci danych ograniczających obszary na siatkę $250\text{ m} \times 250\text{ m}$. Ilustruje to poniższy rysunek:



Istniejący obrys obszaru

Wypełnienie obszaru
informacja



Postać siatki $250 \times 250\text{ m}$.

Działanie programu:

- wprowadzenie nazwy zbioru,
- jeżeli zbiór o danej nazwie nie istnieje, to zostanie on założony, a dane zostaną wprowadzone metodą pytań i odpowiedzi,
- jeżeli zbiór o danej nazwie istnieje, to zostanie on poddany edycji w celu poprawienia błędnych danych.

Algorytm edytora zbiorów danych (AMSTRAD)

POZNAJ

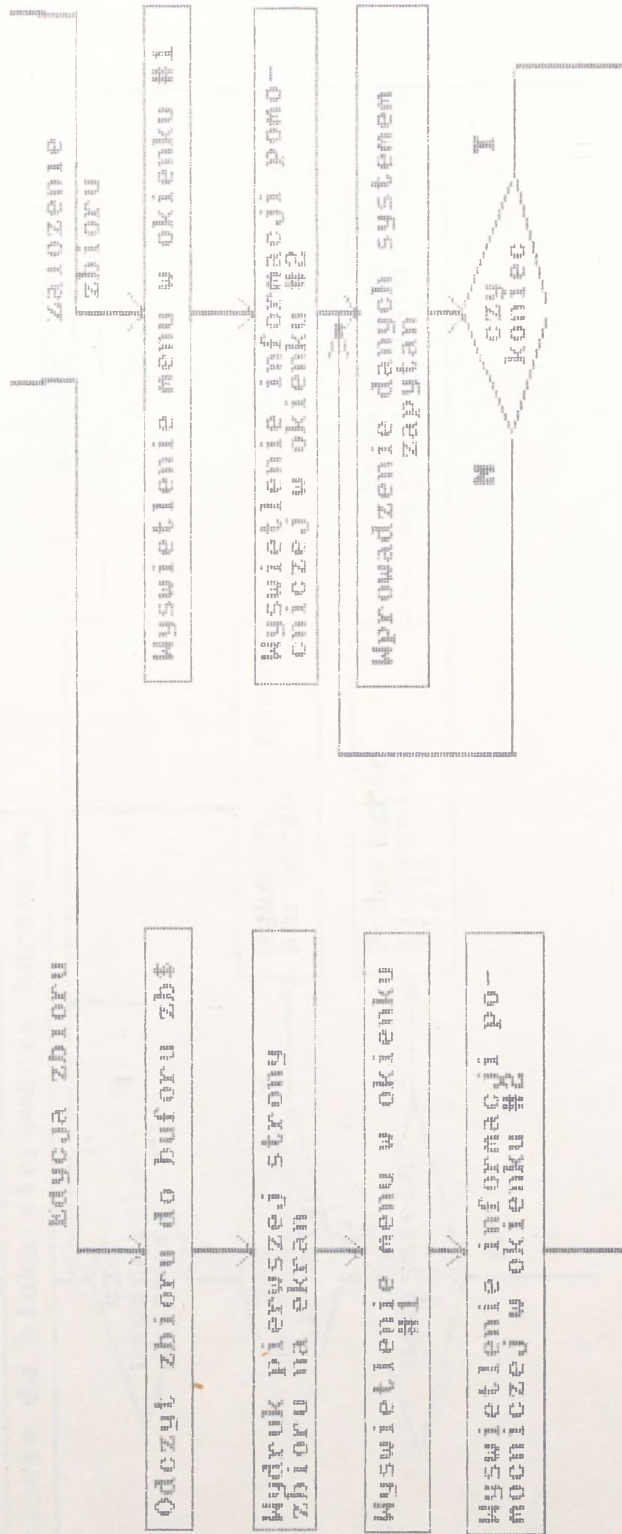
Zdefiniowanie klawiszy funkcyjnych
 F0 - kasowanie wiersza
 F1 - wstawianie wiersza
 F2 - wyświetlenie nast. strony
 F3 - edycja wiersza
 F9 - akceptacja poprawek

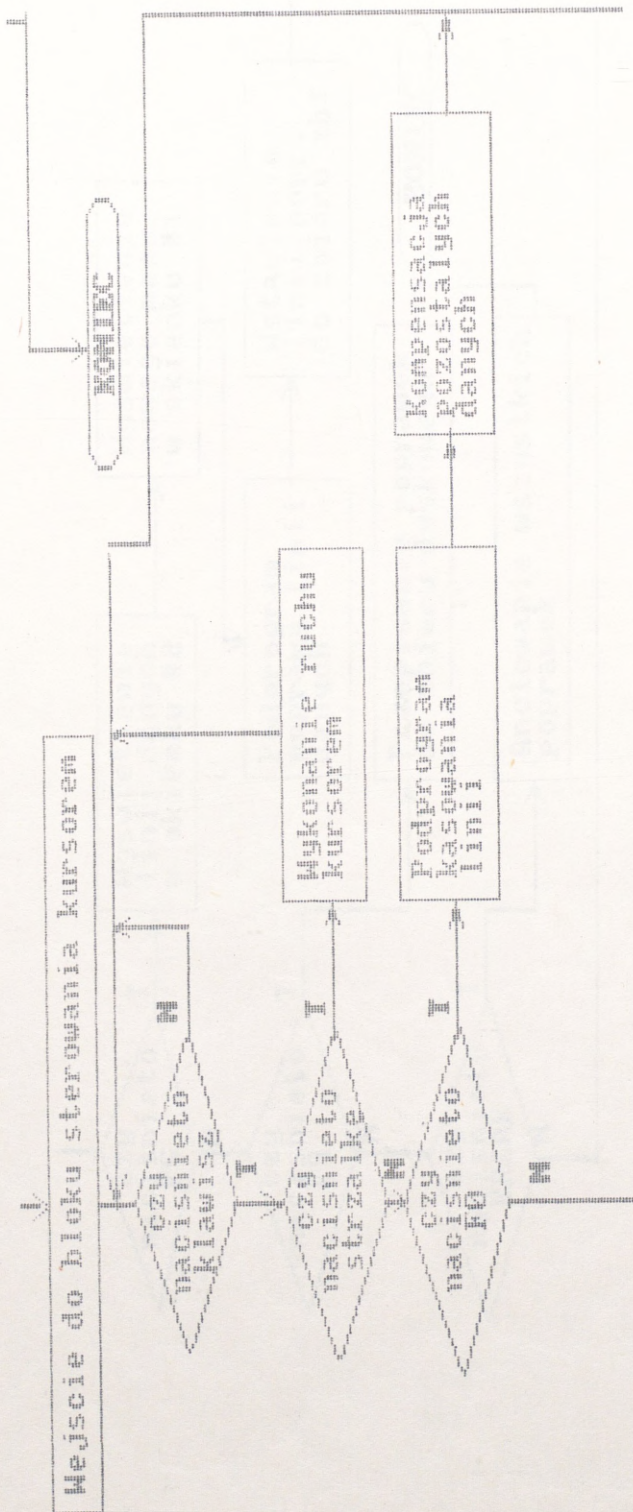
Wzrostanie nazwy zbioru

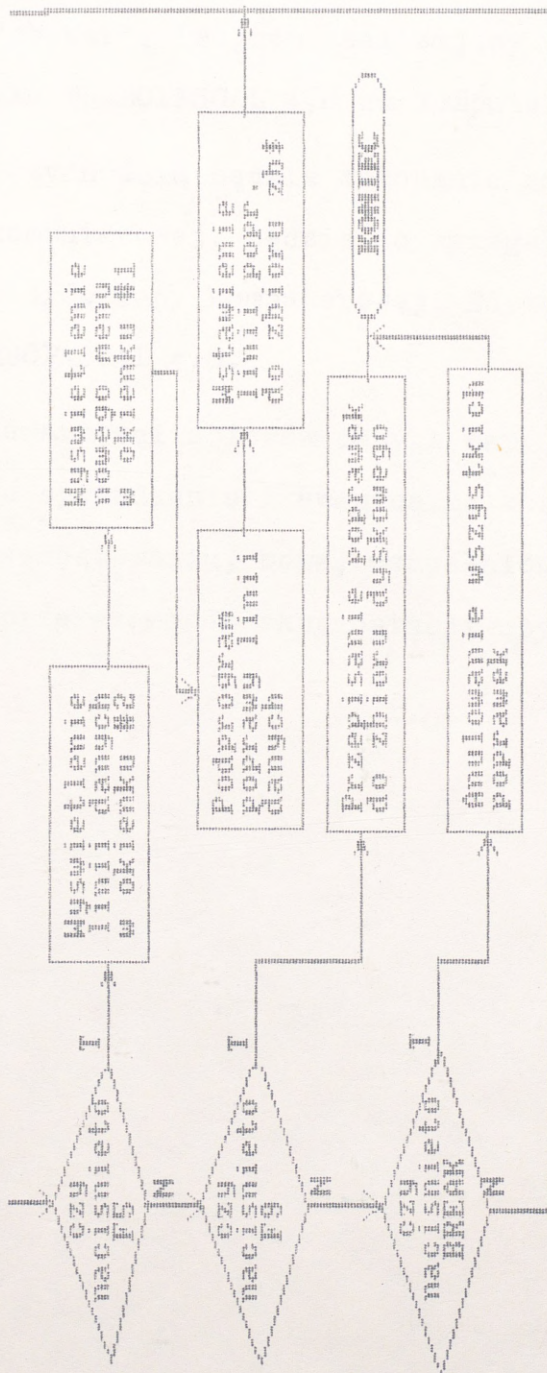
Czy zbior
istnieje

N

T







W węzłach siatki zostanie na odpowiednim bicie wklisane 1 gdy leży on wewnątrz obrysu obszaru lub na jego krawędzi. Zostanie więc zamieniony "obrys" na "obszar", Program realizujący te funkcję zostanie napisany w języku TURBOPASCAL 4,0 na komputer IBM PC AT.

Kolejną czynnością będzie dokonanie zmian w konkretnych zbiorach mapy komputerowej. Będzie to wymagało utworzenia specjalnego edytora zbiorów mapy komputerowej. Edytor ten zostanie napisany w języku TURBOPASCAL 4.0.

Zmiana zawartości zbiorów danych mapy komputerowej spowoduje konieczność sprawdzenia i ewentualna korekta programów użytkowych. Po ich przetestowaniu, nowe, uzupełnione zbiory mapy komputerowej mogą być przekazane do eksploatacji użytkowej.

or zbiorow danych - EDM.BAS

W BREAK GOSUB 2630

CLS
DIM pk(150,3),zb\$(150)
INK 0,0:INK 1,1:INK 2,24:INK 3,26:BORDER 2
pk(150,1)=1:pk(150,2)=0:pk(150,3)=0
nw=0:nk=0:kur=0

WINDOW #1,22,40,1,14:PAPER #1,2:PEN #1,1:CLS #1
WINDOW #0,1,21,1,25:PAPER 0:PEN 3:CLS
WINDOW #2,18,40,15,25:PAPER #2,1:PEN #2,2:CLS #2

KEY DEF 15,1,33,33
KEY DEF 13,1,38,38
KEY DEF 14,1,35,35
KEY DEF 11,1,36,36
KEY DEF 3,1,37,37
KEY DEF 12,1,39,39

INPUT #2,"Podaj nazwe zbioru: ";nazwa\$
CLS #2:PRINT #2,"Zbior: ";nazwa\$
menu=1:GOSUB 1480

REM-----
REM odczyt danych do buforu
REM-----

ON ERROR GOTO 2750

OPENIN nazwa\$
ON ERROR GOTO 0
PRINT #2,"Odczyt zbioru!"
FOR i=1 TO 150:zb\$(i)=SPACE\$(20):NEXT i
nw=0

INPUT #9,godlo\$,xr,yr
nw=w+1:zb\$(w)=" "+godlo\$+STR\$(xr)+STR\$(yr):pk(w,1)=1:pk(w,2)=10:pk(w,3)=15

WHILE NOT EOF
INPUT #9,ko,iw:w=w+1:zb\$(w)=STR\$(ko)+STR\$(iw):pk(w,1)=1:pk(w,2)=w,w,3)=0

FOR i=1 TO iw
INPUT #9,x,y:w=w+1:zb\$(w)=STR\$(x)+STR\$(y):pk(w,1)=1:pk(w,2)=9:pk(w,3)=0

NEXT i
INPUT #9,n\$:w=w+1:zb\$(w)=" "+n\$:pk(w,1)=1:pk(w,2)=0:pk(w,3)=0
WEND

CLS #2:PRINT #2,"Zbior: ";nazwa\$
nwpk=w:gpk=1
CLOSEIN

REM-----
REM obsluga ruchu wskaznika
REM-----

nw=1:nk=1:GOSUB 2210:kur=1:GOSUB 920
a\$=INKEY\$:IF a\$="" THEN 440

REM W LEWO -----
IF a\$<>CHR\$(242) THEN 530
IF nk=1 THEN 500

PEN 2:LOCATE pk(nw+gpk-1,nk),nw:PRINT " "
LOCATE pk(nw+gpk-1,nk-1),nw:PRINT CHR\$(243);:nk=nk-1:PEN 3
a\$=""

GOTO 440
REM W PRAWO -----

IF a\$<>CHR\$(243) THEN 590
IF nk=3 THEN a\$="":GOTO 440

```
IF pk(nw+gpk-1,nk+1)=0 THEN a$="":GOTO 440
PEN 2:LOCATE pk(nw+gpk-1,nk),nw:PRINT" ";:nk=nk+1:LOCATE pk(nw+g
,nk),nw:PRINT CHR$(243);:PEN 3
a$="":GOTO 440
REM W GORE -----
IF a$<>CHR$(240) THEN 710
IF nw=1 AND gpk=1 THEN a$="":GOTO 440
IF nw>1 OR gpk=1 THEN 640
gpk=gpk-25:CLS:kur=0:GOSUB 920:GOSUB 2210
nw=25:kur=1:nk=1:GOSUB 920:GOTO 440
LOCATE pk(nw+gpk-1,nk),nw:PRINT" ";
IF nw<25 THEN 680
nw=nw-1:nk=1:PEN 2:LOCATE pk(nw+gpk-1,nk),nw
PRINT CHR$(243);:PEN 3:a$="":GOTO 440
nk=1:nw=nw-1
PEN 2:LOCATE pk(nw+gpk-1,nk),nw:PRINT CHR$(243);:PEN 3:a$="":GOT
0
REM W DOL -----
IF a$<>CHR$(241) THEN 770
IF nw=25 AND gpk+25<ilwpk THEN CLS:gpk=gpk+25:nw=1:nk=1:iw=25:GO
2210:kur=1:GOSUB 920:GOTO 440
IF nw+gpk>ilwpk THEN 440
LOCATE pk(nw+gpk-1,nk),nw:PRINT" ";
nk=1:nw=nw+1:PEN 2:LOCATE pk(nw+gpk-1,nk),nw:PRINT CHR$(243);:PE
a$="":GOTO 440
REM kasow linii -----
IF a$="!" THEN GOSUB 990:GOTO 440
REM wstawianie linii -----
IF a$="&" THEN GOSUB 1080:menu=1:GOSUB 1480:GOTO 440
REM nastepna strona -----
IF a$="#" THEN GOSUB 1360:GOTO 440
REM poprzednia strona -----
IF a$="$" THEN GOSUB 1420:GOTO 440
REM RETURN -----
IF a$=CHR$(13) THEN 440
REM poprawa linii -----
IF a$="'" THEN GOSUB 1810:GOTO 440
IF a$="%" THEN 2300
REM -----
REM wydruk/kasowanie kursora
REM -----
IF kur=1 THEN 940
LOCATE pk(nw+gpk-1,nk),nw:PRINT" ";:RETURN
PEN 2:LOCATE pk(nw+gpk-1,nk),nw:PRINT CHR$(243);:PEN 3
RETURN
REM -----
REM kasowanie linii
REM -----
zb$(gpk+nw-1)=""
FOR i=gpk+nw-1 TO ilwpk-1
zb$(i)=zb$(i+1):pk(i,1)=pk(i+1,1):pk(i,2)=pk(i+1,2):pk(i,3)=pk(
3)
NEXT i
zb$(ilwpk)="" :pk(ilwpk,1)=0:pk(ilwpk,2)=0:pk(ilwpk,3)=0:ilwpk=i
-1:GOSUB 2210:kur=1:GOSUB 920
RETURN
REM -----
REM wstawianie linii
REM -----
```

```
menu=2:GOSUB 1480
ON BREAK GOSUB 2550
LOCATE #2,1,2:PRINT#2,"Wpisz nowa linie.";
FOR i=ilwpk TO gpk+nw-1 STEP -1
zb$(i+1)=zb$(i):pk(i+1,1)=pk(i,1):pk(i+1,2)=pk(i,2):pk(i+1,3)=p
3)
NEXT i
LOCATE #2,1,3:PRINT#2,"12345678901234567890";
PAPER #2,0:LOCATE #2,1,4:PRINT#2,"";:PAPER

pk(gpk+nw-1,1)=1:pk(gpk+nw-1,2)=0:pk(gpk+nw-1,3)=0:kol=1
zb$(gpk+nw-1)="" :ilzn=0:buf$=""
a$="" :a$=INKEY$:IF a$="" THEN 1180
IF a$=CHR$(13) THEN 1270:REM RETURN
IF a$=CHR$(127) THEN 1300:REM del
buf$=buf$+a$:ilzn=ilzn+1:LOCATE #2,1,4:PRINT #2,CHR$(243);buf$;
IF ilzn=19 THEN 1270
IF a$<>" " THEN 1180
kol=kol+1:IF kol>3 THEN 1270
pk(gpk+nw-1,kol)=ilzn+1
GOTO 1180
zb$(gpk+nw-1)=" "+buf$:CLS:GOSUB 2210:kur=1:GOSUB 920
FOR j=2 TO 4:LOCATE #2,1,j:PRINT#2,"";:NEXT
RETURN
PAPER #2,0:LOCATE #2,1,4:PRINT#2,"";:PAPER

buf$=LEFT$(buf$,ilzn-1):LOCATE #2,1,4:PRINT #2,CHR$(243);buf$;:
=ilzn-1
GOTO 1180
REM -----
REM wydruk nastepnej strony
REM -----
IF gpk+25>ilwpk THEN RETURN
gpk=gpk+25:CLS:GOSUB 2210:kur=1:nw=1:nk=1:GOSUB 920
RETURN
REM -----
REM wyswietl. str. poprzedniej
REM -----
IF gpk<25 THEN RETURN
gpk=gpk-25:CLS:GOSUB 2210:kur=1:nw=25:nk=1:GOSUB 920
RETURN
REM -----
REM wydruk menu
REM -----
IF menu<1 OR menu>3 THEN RETURN
ON menu GOTO 1500,1620,1690
CLS #1:PRINT #1," MENU":PRINT #1
PRINT #1,CHR$(240);CHR$(241);CHR$(242);CHR$(243);"- ";
PEN #1,0:PRINT#1,"ruch.";CHR$(243):PEN #1,1
PRINT #1,"f9 - ";:PEN #1,0:PRINT #1,"koniec":PEN #1,1
PRINT #1,"f5 - ";:PEN #1,0:PRINT #1,"popr. linii":PEN #1,1
PRINT #1,"f1 - ";:PEN #1,0:PRINT #1,"wst. linii":PEN #1,1
PRINT #1,"f0 - ";:PEN #1,0:PRINT #1,"kas. linii":PEN #1,1
PRINT #1,"f2 - ";:PEN #1,0:PRINT #1,"nast.strona":PEN #1,1
PRINT #1,"f8 - ";:PEN #1,0:PRINT #1,"poprz.strona":PEN #1,1

PRINT#1,"BREAK - ";:PEN #1,0:PRINT #1,"zaniechanie"
PRINT#1," poprawy":PEN #1,1
RETURN
```

```
CLS #1:PRINT #1,"          MENU":PRINT #1
PRINT #1,"znak- ";:PEN #1,0:PRINT #1,"wstaw. zn.":PEN #1,1
PRINT#1,"DEL   - ";:PEN #1,0:PRINT #1,"kasow. zn.":PEN #1,1
PRINT #1,"RETURN-"::PEN #1,0:PRINT #1," akceptacja"::PEN #1,1
PRINT#1,"BREAK - ";:PEN #1,0:PRINT #1,"zaniechanie"
PRINT#1,"          poprawy":PEN #1,1
RETURN
CLS #1:PRINT #1,"          MENU":PRINT #1
PRINT #1,CHR$(242);" ";CHR$(243);"   -";
PEN #1,0:PRINT#1,"ruch kursora":PEN #1,1
PRINT #1,"znak- ";:PEN #1,0:PRINT #1,"wstaw. zn.":PEN #1,1
PRINT#1,"DEL   - ";:PEN #1,0:PRINT #1,"kasow. zn.":PEN #1,1
PRINT #1,"RETURN-"::PEN #1,0:PRINT #1," akceptacja"::PEN #1,1
PRINT#1,"BREAK - ";:PEN #1,0:PRINT #1,"zaniechanie"
PRINT#1,"          poprawy linii ":PEN #1,1
RETURN
REM -----
REM poprawa linii
REM -----
ON BREAK GOSUB 2550
menu=3:GOSUB 1480
buf$=zb$(gpk+nw-1)
LOCATE #2,1,3:PRINT#2,"12345678901234567890";
PAPER #2,0:LOCATE #2,1,4:PRINT#2,"          ";:PAPER
LOCATE #2,1,2:PRINT#2,"Poprawa linii.";
LOCATE #2,1,4:PRINT#2,buf$;:LOCATE #2,1,4:PRINT#2,CHR$(243);
LOCATE #2,2,5:PRINT#2,CHR$(240);:zn=2
a$="":a$=INKEY$:IF a$="" THEN 1890
REM w prawo -----
IF a$>CHR$(243) THEN 1950
IF zn=20 THEN 1890
LOCATE #2,zn,5:PRINT#2," ";CHR$(240);:zn=zn+1:GOTO 1890
REM w lewo -----
IF a$>CHR$(242) THEN 1990
IF zn=2 THEN 1890
zn=zn-1:LOCATE #2,zn,5:PRINT#2,CHR$(240);" ";:GOTO 1890
REM RETURN -----
IF a$>CHR$(13) THEN 2100
zb$(gpk+nw-1)=""
zb$(gpk+nw-1)=buf$:menu=1:GOSUB 1480:CLS:GOSUB 2210:nk=1:GOSUB
CLS #2:PRINT #2,"Zbior: ";nazwa$
nk=1
FOR i=1 TO LEN(buf$)
a$=MID$(buf$,i,1)
IF a$<>" " THEN 2070
nk=nk+1:IF nk<4 THEN pk(gpk+nw-1,nk)=i
NEXT i
ON BREAK GOSUB 2630
RETURN
REM DEL -----
IF a$<>CHR$(127) THEN 2140
MID$(buf$,zn,1)=""
LOCATE #2,zn,4:PRINT#2," ";
GOTO 1890
REM wstawienie znaku -----
IF zn>LEN(buf$) THEN buf$=buf$+a$:GOTO 2150
MID$(buf$,zn,1)=a$
```

```
0 LOCATE #2,zn,4:PRINT#2,a$::LOCATE #2,zn,5:PRINT#2," ";CHR$(240)
0 zn=zn+1:GOTO 1890
0 RETURN
0 REM -----
0 REM  wyswietlenie nowego obszaru
0 REM -----
0 CLS:PEN 3
0 iw=25
0 IF gpk+25>ilwpk THEN iw=ilwpk-gpk+1
0 LOCATE 1,1
0 FOR i=1 TO iw:PRINT zb$(gpk+i-1):NEXT i
0 RETURN
0 REM -----
0 REM  zapis danych do zbioru
0 REM -----
0 :REN,nazwa$+".old",nazwa$+" "
0 OPENOUT nazwa$
0 LOCATE #2,1,2:PRINT #2,"zapis zbioru!"
0 buf$="":buf$=zb$(1):MID$(godlo$,1,8)=buf$(2)
0 a$=MID$(buf$,11,4):xr=VAL(a$)
0 a$=MID$(buf$,16,4):yr=VAL(a$)
0 nrw=1
0 WRITE #9,godlo$,xr,yr:nrw=1
0 nrw=nrw+1:buf$="":buf$=zb$(nrw):a$=MID$(buf$,2,1):ko=VAL(a$)
0 a$=MID$(buf$,4,1):iw=VAL(a$)
0 WRITE #9,ko,iw
0 FOR i=1 TO iw
0 nrw=nrw+1:buf$="":buf$=zb$(nrw):a$=MID$(buf$,2,7):x=VAL(a$)
0 a$=MID$(buf$,10,7):y=VAL(a$):WRITE #9,x,y
0 NEXT i
0 nrw=nrw+1:buf$="":buf$=zb$(nrw):a$=MID$(buf$,2,LEN(buf$)-1)
0 WRITE #9,a$
0 IF nrw<ilwpk THEN 2370
0 CLOSEOUT
0 WINDOW 1,40,1,25:PAPER 1:PEN 2:CLS
0 END
0 REM -----
0 REM  zaniechanie
0 REM -----
0 ON BREAK GOSUB 2630
0 menu=1:GOSUB 1480
0 CLS #2:PRINT#2,"zbior: ";nazwa$
0 GOTO 440
0 RETURN
0 REM -----
0 REM  anulowanie poprawek
0 REM -----
0 WINDOW 1,40,1,25:PAPER 1:PEN 2:CLS
0 PRINT"WSZYSTKIE POPRAWKI ANULOWANE!"
0 END
0 WINDOW 1,40,1,25:PAPER 1:PEN 2:CLS
0 PRINT"WSZYSTKIE DANE ANULOWANE!"
0 CLOSEOUT
0 :ERA,nazwa$+".*"
0 END
0 CLOSEOUT
0 WINDOW 1,40,1,25:PAPER 1:PEN 2:CLS
0 PRINT"DANE UMIESZCZONO W ZBIORZE: ";nazwa$
```

```
END
IF DERR<>146 THEN RESUME 2630
RESUME 2770
ON ERROR GOTO 0
ON BREAK GOSUB 2660
WINDOW 1,40,1,25:PAPER 1:PEN 2:CLS
PRINT"Nie ma zbioru o nazwie:";nazwa$
END
```

ram graficznej kontroli danych - WZAP.BAS

```
INK 2,26:INK 3,3:BORDER 0
INK 0,11:INK 1,24:PAPER 0:PEN 1
MODE 1
=0
LS
NPUT "podaj nazwe zbioru";nazwa$
PENIN nazwa$
NPUT #9,godlo$,xb,yb
LS
ORIGIN 259,19:PLOT 0,0,3:DRAW 380,0:DRAW 380,360:DRAW 0,360:DRAW 0,0
GOSUB 380
PLOT 0,0,1:LOCATE 10,25:PRINT xb;yb;
nrw=1
WHILE NOT EOF
INPUT #9,rp,iw
IF d=1 THEN PRINT#8,rp,iw
ymin=400
FOR i=1 TO iw
INPUT #9,x,y
IF d=1 THEN PRINT#8,x,y;
x=20*(x-xb*1000)/1000:y=20*(y-yb*1000)/1000:IF y<ymin THEN yp=ymin:xp=x
y:xmin=x
IF i=1 THEN TAG:MOVE x+10,y,3:PRINT nrw;:TAGOFF
IF d=1 THEN PRINT #8,x,y
IF i=1 THEN x1=x:y1=y:PLOT x,y,1:GOTO 260
DRAW x,y,1
NEXT i
DRAW x1,y1
a$="":INPUT #9,a$
LOCATE 1,nrw:PRINT nrw;a$;.nrw=nrw+1
IF d=1 THEN PRINT #8,a$
REM GOSUB 230
WEND
CLOSEIN
STOP
RUN"lark"
END
REM rysowanie siatki
FOR i=20 TO 380 STEP 20:PLOT 1,i,3:DRAW 380,i:NEXT
FOR i=20 TO 400 STEP 20:PLOT i,1,3:DRAW i,380:NEXT
RETURN
```

```
ogram drukowania danych - LARK.BAS
CLS:nl=0
DIM zb$(150),piw(50),z$(50)
REM-----
REM odczyt danych do buforu
REM-----
INPUT "Podaj nazwe zbioru";nazwa$
OPENIN nazwa$
CLS
PRINT "Odczyt zbioru: ";:PEN 3:PRINT nazwa$:PEN 1
FOR i=1 TO 150:zb$(i)="":IF i<51 THEN piw(i)=0
NEXT i
w=0:k=0
INPUT #9,godlo$,xr,yr
w=w+1:zb$(w)=godlo$+STR$(xr)+STR$(yr)
WHILE NOT EOF
INPUT #9,ko,iw:w=w+1:zb$(w)=STR$(ko)+STR$(iw):k=k+1:piw(k)=iw
FOR i=1 TO iw
INPUT #9,x,y:w=w+1:zb$(w)=STR$(x)+STR$(y)
NEXT i
INPUT #9,n$:w=w+1:zb$(w)=n$
WEND
CLOSEIN
REM-----
PRINT"Przetworzenie zbioru "
pw=2:ilpw=k:ilr=w
FOR i=1 TO ilr
zb$(i)=zb$(i)+SPACE$(20-LEN(zb$(i)))
NEXT i
z$(1)=SPACE$(20)+zb$(1)
npiw=1:nz=2:pw=2
il=MAX(piw(npiw),piw(npiw+1),piw(npiw+2))+2
FOR j=0 TO 2
FOR i=1 TO il
IF i>piw(npiw+j)+2 THEN z$(nz+i-1)=z$(nz+i-1)+SPACE$(20):GOTO 370
z$(nz+i-1)=z$(nz+i-1)+zb$(pw+i-1)
NEXT i
pw=pw+piw(npiw+j)+2
NEXT j
npiw=npiw+3
IF piw(npiw)=0 THEN 460
nz=nz+il
z$(nz)=SPACE$(20):nz=nz+1
GOTO 320
REM Wydruk -----
PRINT"Wydruk zbioru "
PRINT#8,"Zbior: ";nazwa$
PRINT#8,"-----"
FOR i=1 TO nz+il+3
PRINT#8,SPACE$(10);z$(i)
IF i=1 THEN PRINT#8,SPACE$(30)+"-----"
NEXT i
END
```

rogram wprowadzania danych -WPRARK.BAS

```
SYMBOL 255,192,192,192,192,192,192,255,255
WINDOW #1,22,40,1,25:CLS #1
WINDOW #2,21,21,1,25:CLS #2
WINDOW 1,20,1,40:CLS
PEN #2,3:FOR i=1 TO 25:PRINT#2,CHR$(149);:NEXT
PRINT#1,"Podaj nazwe zbioru:"
INPUT #1,nazwa$
CLS #1
PEN #1,3:PRINT #1,"Zbior: ";:PEN #1,1:PRINT#1,nazwa$
90 OPENOUT nazwa$
90 PEN #1,3:PRINT#1,"Godlo";:PEN #1,1:INPUT #1,godlo$
90 PEN #1,3:PRINT#1,"X ";CHR$(255);" ";:PEN #1,1:INPUT #1,xr
90 IF xr<3000 OR xr>5000 THEN PRINT #1,"Zla wsp. x!":GOTO 2830
95 PEN #1,3:PRINT#1,"Y ";CHR$(255);" ";:PEN #1,1:INPUT #1,yr
90 IF yr<5000 OR yr>6000 THEN PRINT #1,"Zla wsp. y!":GOTO 2845
90 WRITE #9,godlo$,xr,yr:PRINT godlo$,xr,yr
90 PEN #1,3:PRINT #1,"rp (-1-koniec)":PEN #1,1:INPUT #1,rp
90 IF rp=-1 THEN 3000
90 PEN #1,3:PRINT#1,"il.pkt. ";:PEN #1,1:INPUT #1,ip
90 WRITE #9,rp,ip:PRINT rp;ip
90 FOR i=1 TO ip
90 PEN #1,3:PRINT#1,"X ";:PEN #1,1:INPUT #1,x
95 PEN #1,3:PRINT#1,"Y ";:PEN #1,1:INPUT #1,y
90 WRITE #9,x,y:PRINT x;y:NEXT i
90 a$="":PEN #1,3:PRINT#1,"Opis ";:PEN #1,1:INPUT #1,a$:WRITE #9,a
90 PRINT a$
90 CLS #1
90 PEN #1,3:PRINT #1,"Zbior: ";:PEN #1,1:PRINT#1,nazwa$
90 GOTO 2870
90 CLOSEOUT
90 RUN"wdzap"
90 END
```

6. METODA PRZENOSZENIA OBRAZOW Z EKРАНU NA DRUKARKE

MOZAIKOWA - OPIS ZA POMOCĄ POLSKICH ZNAKOW DIOKRYTYCZNYCH.

1. Wstęp

W trakcie eksploatacji próbnej programu o nazwie "Program do graficznej prezentacji linii radiowych, profilów terenu, sektorowych mapach widoczności" - SIGMA-1 stwierdzono potrzebę wykonania dodatkowo:

- wyświetlania tekstów z polskimi znakami diakrytycznymi,
- zmiany kolejności podawania współrzędnych topograficznych, i geograficznych,
- wykreślenia profilów terenu i mapek widoczności radiowej i optycznej na drukarce,
- zmiany kierunku w sektorowej widoczności terenu.

2. Rozwiązanie problemów.

2.1. Wyświetlanie polskich znaków diakrytycznych.

W celu umożliwienia wyświetlania polskich znaków diakrytycznych na ekranie przyjęto metodę często stosowaną dla drukarek, tzn. nadruku jednego znaku na drugim. Jest to możliwe dzięki temu, że przez cały czas działania programu ekranu pracuje w trybie graficznym.

Procedura o nazwie `PoutText XY` została napisana w języku TurboPascal w 4.0 i znajduje się w bibliotece `PolText`.

Sposób wywołania:

```
PoutText XY x,y, tekst
```

gdzie:

`x,y` - współrzędne graficzne tekstu.

Określają one położenie tekstu na ekranie zgodnie z zasadami przyjętymi w języku TURBOPASCAL w 4.0 t.j. w zależności od parametrów procedury `SetTextJustify`.

`tekst` - zmienna typu string zawierająca ciąg znaków do wyświetlenia.

Aby wyświetlić polski znak diakrytyczny należy w tekście za literą umieścić znak `"\"` lub w przypadku litery `ż` i `Z` znak `" ;"` /duży kwakropek/.

Przykład:

tekst należność będzie wyglądał następująco

należ ; nos \c \

Procedura ta umożliwia kreślenie polskich znaków diakrytycznych we wszystkich krojach czcionek dostępnych w języku TURBOPASCAL 4.0.

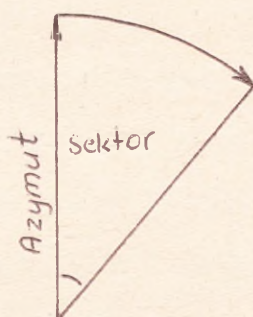
Zasada nadruku jest następująca:

Polski znak diakrytyczny	znak	znak nadrukowany
ą	a	'
Ą	A	'
ć	c	chr 39 /apostrof/
Ć	C	chr 39
ę	e	'
Ę	E	'
ł	l	/
Ł	L	/
ń	n	chr 39
Ń	N	chr 39
ó	o	chr 39
Ó	O	chr 39
ś	s	chr 39
Ś	S	chr 39
ź	z	chr 39
Ź	Z	chr 39
ż	ż	.
Ż	Z	-

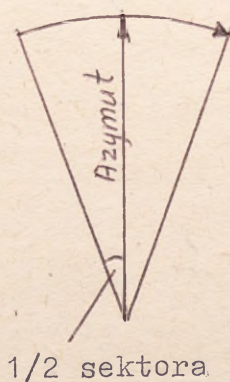
Wydaje się, że metoda zastosowana zdaje egzamin ze względu na niezależność od kroju czcionki.

2.2. Zmiana sposobu interpretacji sektora i azymutu.

W dotychczasowej wersji przyjmowano sposób następujący:



W nowej wersji przyjęto rozwiązanie następujące:



W tym celu dokonano zmian w procedurach Maluj Sektor i Gabaryty.

Wydawało się także konieczne danie możliwości wykreślenia sektora na tle mapy aby użytkownik widział w jakim obszarze może się poruszać. W tym celu dodano nową funkcję w bloku Penetracyjnym ctrl - F5 i dokonano zmian w procedurze Maluj Sektor.

2.3. Zmiana kolejności podawania współrzędnych.

W dotychczasowym rozwiązaniu współrzędne podawane były w układzie matematycznym /najpierw współrzędna pozioma a potem pionowa/.

Ponieważ w topografii przyjmuje się odwrotną kolejność /szerokość, długość geograficzna/ należało ten stan zmienić. W tym celu dokonano zmian w procedurach Od Fisz, Do Fisz, SXYkm, Str Wsp znajdujących się w bibliotece MP-U1.

2.4. Wykreślanie profilów terenu i mapek widoczności radiowej i optycznej na drukarce.

Jako rozwiązanie tego problemu przyjęto metodę wydruku zawartości ekranu na drukarce.

W przypadku karty CGA możliwość taka daje systemowy program Graphics.

W przypadku karty EGA program ten nie daje spodziewanych efektów, w związku z czym napisano procedurę w języku TURBOPASCAL 4.0, która taką możliwość daje.

W trakcie opracowania tej procedury przyjęto następujące założenia:

1. Na drukarce czarno-białej należy odwzorować jak największą liczbę kolorów w postaci stopni szarości.
2. Obraz na drukarce ma mieć zachowane proporcje ekranu.

Aby spełnić pierwsze założenie przyjęto następującą metodę: odczytana wartość koloru punktu ekranu traktowana jako liczba binarna jest podstawą do wykreślenia czterech punktów na drukarce. Aby obraz zbyt się nie powiększył przyjęto największą gęstość drukowania tj. 240 p/cal.

Wynika z tego, że można odwzorować maksymalnie czteroelementowego kolorami, które najlepiej widać będą 0, 1, 3, 7, 15 czyli tylko 5 kolorów.

Jest to jednak wystarczająca ilość do odwzorowania mapki widoczności radiowej i optycznej oraz profilów terenu.

Następne założenie było na drukarce firmy STAR trudne do spełnienia. Posiada ona inną rozdzielczość w pionie $/1/217$ cala/ a inną w poziomie $/1/240$ cala/.

W efekcie, przy zastosowaniu metody drukowania jedną igłą /w efekcie bardzo wolno/ udało się spełnić to założenie w przybliżeniu.


```
        moveto(x-textwidth('0') div 2 ,y-2);
    end;
's' : begin;txt1:=chr(39);
      moveto(x-textwidth('s') div 2 ,y);
    end;
'S' : begin;txt1:=chr(39);
      moveto(x-textwidth('S') div 2 ,y-2);
    end;
'z' : begin;
      if txt[i]='\' then
        begin
          txt1:=chr(39);
          moveto(x-textwidth('z') div 2 ,y);
        end
      else
        begin
          txt1:='.';
          moveto(x-textwidth('z.') div 2,y-textheight('z') +4);
        end;
      end;

'Z' : begin;
      if txt[i]='\' then begin
        txt1:=chr(39);
        moveto(x-textwidth('Z') div 2 ,y-2);
      end
      else begin
        txt1:='-';moveto(x-textwidth('Z') ,y);
      end;
    end;
end;
outtext(txt1);
txt1:='';
end;
end;
moveto(x,y);
outtext(txt1);
settextjustify(ti.horiz,ti.vert);
end;
(-----)
end.
```

```
(-----)
procedure OdFisz;
var
  Tst,Tmin,Tsek,Tm: string[2];
  Tkm : string[4];
  i : byte;
  xkm,ykm : real;
begin
  if StMinSek then
  begin
    Tst :=Fiszka[21]+Fiszka[22];
    Tmin:=Fiszka[23]+Fiszka[24];
    Tsek:=Fiszka[25]+Fiszka[26];
    Zew.y:=Liczba(Tst)*3600.0+Liczba(Tmin)*60.0+Liczba(Tsek);
    Tst :=Fiszka[27]+Fiszka[28];
    Tmin:=Fiszka[29]+Fiszka[30];
    Tsek:=Fiszka[31]+Fiszka[32];
    Zew.x:=Liczba(Tst)*3600.0+Liczba(Tmin)*60.0+Liczba(Tsek);
  end
  else
  begin
    Tkm:=Fiszka[21]+Fiszka[22]+Fiszka[23]+Fiszka[24];
    Tm :=Fiszka[25]+Fiszka[26];
    ykm:=Liczba(Tkm)+0.01*Liczba(Tm);
    Tkm:=Fiszka[27]+Fiszka[28]+Fiszka[29]+Fiszka[30];
    Tm :=Fiszka[31]+Fiszka[32];
    xkm:=Liczba(Tkm)+0.01*Liczba(Tm);
    OdKmdoXY(xkm,ykm,Zew.x,Zew.y);
  end;
  for i:=1 to 20 do Zew.Nazwa[i]:=Fiszka[i];
  for i:=42 to 255 do Zew.Uwagi[i-41]:=Fiszka[i];
  Zew.Hlok:=Liczba(Fiszka[33]+Fiszka[34]+Fiszka[35]+Fiszka[36]);
  Zew.Ha:=Liczba(Fiszka[37]+Fiszka[38]+Fiszka[39]);
  Zew.Jest:=true;
  Zew.Skad:=Liczba(Fiszka[40]+Fiszka[41]);
  if (Zew.Skad>0) and (Zew.Skad<26) then
    Zew.Skad:=Azew[Zew.Skad].nr else Zew.Skad:=0;
end;
(-----)
```

```
(-----)  
procedure DoFiaz;  
var  
  Tst,Tmin,Tsek : string;  
  x,y,xkm,ykm : real;  
  i,st,min,sek : byte;  
begin  
  for i:=1 to 20 do Fiszka[i]:=Zew.Nazwa[i];  
  for i:=42 to 255 do Fiszka[i]:=Zew.Uwagi[i-41];  
  x:=Zew.y;  
  y:=Zew.x;  
  if StminSek then  
  begin  
    st:=trunc(x/3600);  
    min:=trunc(x/60) mod 60;  
    sek:=round(x) mod 60;  
    if sek=0 then  
    begin  
      i:=trunc(x) mod 60;  
      if i=59 then  
      begin  
        inc(min);  
        if min=60 then begin inc(st); min:=0; end;  
      end;  
    end;  
    str(st:2,tst);  
    str(min:2,tmin);  
    str(sek:2,tsek);  
    Fiszka[21]:=Tst[1]; Fiszka[22]:=Tst[2];  
    Fiszka[23]:=Tmin[1]; Fiszka[24]:=Tmin[2];  
    Fiszka[25]:=Tsek[1]; Fiszka[26]:=Tsek[2];  
    st:=trunc(y/3600);  
    min:=trunc(y/60) mod 60;  
    sek:=round(y) mod 60;  
    if sek=0 then  
    begin  
      i:=trunc(y) mod 60;  
      if i=59 then  
      begin  
        inc(min);  
        if min=60 then begin inc(st); min:=0; end;  
      end;  
    end;  
    str(st:2,tst);  
    str(min:2,tmin);  
    str(sek:2,tsek);  
    Fiszka[27]:=Tst[1]; Fiszka[28]:=Tst[2];  
    Fiszka[29]:=Tmin[1]; Fiszka[30]:=Tmin[2];  
    Fiszka[31]:=Tsek[1]; Fiszka[32]:=Tsek[2];  
  end  
  else  
  begin  
    OdXYdoKm(Zew.x,Zew.y,xkm,ykm);  
    str(ykm:7:2,Tst);  
    Fiszka[21]:=Tst[1]; Fiszka[22]:=Tst[2];  
    Fiszka[23]:=Tst[3]; Fiszka[24]:=Tst[4];  
    Fiszka[25]:=Tst[5]; Fiszka[26]:=Tst[7];  
    str(xkm:7:2,Tst);  
    Fiszka[27]:=Tst[1]; Fiszka[28]:=Tst[2];  
    Fiszka[29]:=Tst[3]; Fiszka[30]:=Tst[4];  
    Fiszka[31]:=Tst[5]; Fiszka[32]:=Tst[7];
```

```
end;  
str(Zew.Hlok:4,Tst);  
for i:=1 to 4 do Fiszka[32+i]:=Tst[i];  
str(Zew.Ha:3,Tst);  
for i:=1 to 3 do Fiszka[36+i]:=Tst[i];  
i:=1;  
while i<=EndZew do  
begin  
  if Zew.Skad=AZew[i].nr then begin str(i:2,Tst); i:=EndZew+1; end;  
  inc(i);  
end;  
if i=EndZew+1 then Tst:=' ';  
Fiszka[40]:=Tst[1]; Fiszka[41]:=Tst[2];  
end;  
(-----)
```

(-----)

```
procedure EdFiszka;
var
  F : Pointer; size : word;
  X,Y : array[1..255] of byte;
  i : byte;
  A : real;
begin
  X00:=86; Y00:=50;
  for i:=1 to 20 do begin Y[i]:=0; X[i]:=i+12 end;
  for i:=21 to 32 do
  begin
    Y[i]:=2;
    if StMinSek then
    begin
      X[21]:=13; X[22]:=14; X[23]:=17; X[24]:=18; X[25]:=20; X[26]:=21;
      X[27]:=24; X[28]:=25; X[29]:=28; X[30]:=29; X[31]:=31; X[32]:=32;
    end
    else
    begin
      X[21]:=14; X[22]:=15; X[23]:=16; X[24]:=17; X[25]:=19; X[26]:=20;
      X[27]:=25; X[28]:=26; X[29]:=27; X[30]:=28; X[31]:=30; X[32]:=31;
    end;
  end;
  for i:=33 to 36 do begin Y[i]:=4; X[i]:=i-20; end;
  for i:=37 to 39 do begin Y[i]:=4; X[i]:=i-9; end;
  Y[40]:=6; Y[41]:=6; X[40]:=31; X[41]:=32;
  for i:=42 to 73 do begin Y[i]:=8; X[i]:=i-41; end;
  for i:=74 to 105 do begin Y[i]:=9; X[i]:=i-73; end;
  for i:=106 to 137 do begin Y[i]:=10; X[i]:=i-105; end;
  for i:=138 to 169 do begin Y[i]:=11; X[i]:=i-137; end;
  for i:=170 to 201 do begin Y[i]:=12; X[i]:=i-169; end;
  for i:=202 to 233 do begin Y[i]:=13; X[i]:=i-201; end;
  for i:=234 to 255 do begin Y[i]:=14; X[i]:=i-233; end;
  Pramka(0,0,370,270,12,0,P,size);
  SetColor(0);
  OutTextXY(30,30,'P A R A M E T R Y N A D A J N I K A');
  OutTextXY(30,50,'Nazwa nadajnika');
  if StMinSek then
  begin
    OutTextXY(30,70,'Wsp.geograficzne: " " " "');
    OutTextXY(202,70,'N'); OutTextXY(290,70,'E');
  end
  else OutTextXY(30,70,'Wsp. kilometrowe: . .');
  OutTextXY(30,90,'H-lok. i H-anteny: m n.p.m. m');
  pOutTextXY(30,110,'Nr poprzedniego wezla linii');
  OutTextXY(30,130,'Uwagi');
  OutTextXY(70,220,' - Przesuwanie kursora');
  OutTextXY(70,235,' - Akceptacja wprowadzonych danych');
  OutTextXY(70,250,' - Zaniechanie');
  SetColor(7);
  OutTextXY(30,220,'#27+' '#18+' '#26);
  OutTextXY(30,235,'Enter');
  OutTextXY(30,250,'Esc');
  DoFisz;
  for i:=1 to 255 do FiszCh(X[i],Y[i],Fiszka[i],7,11);
  i:=1; NieEnter:=true; NieEsc:=true; NieZle:=true;
  while NieEnter and NieEsc do
  begin
    if NieZle then FiszCh(X[i],Y[i],Fiszka[i],7,1)
    else FiszCh(X[i],Y[i],Ch,7,13);
  end;
```

```
PiszCh(X(i),Y(i),Fiszka(i),7,11);
Case Ch of
#13 : if NieZle then NieEnter:=false;
#27 : NieEsc := false;
#8 : if (i>1) and NieZle then begin Dec(i); Fiszka(i):=' '; end;
#0 : begin
    Ch:=ReadKey;
    case Ch of
        #75 : if NieZle and (i>1) then Dec(i);
        #77 : if NieZle and (i<255) then Inc(i);
        #72 : case i of
            1..32 : i:=1;
            33..36 : i:=21;
            37..39 : i:=33;
            40..41 : i:=37;
            42..72 : i:=40;
            73..255 : Dec(i,32);
            225..255 : i:=225;
        end;
        #80 : case i of
            1..20 : i:=21;
            21..32 : i:=33;
            33..36 : i:=37;
            37..39 : i:=40;
            40..41 : i:=42;
            42..221 : Inc(i,32);
            222..255 : i:=255;
        end;
        #71 : if NieZle then i:=1;
        #79 : if NieZle then i:=255;
    end;
end
else
begin
    if STMinSek then
        case i of
            27 : if (Ch='1') or (Ch='2') then NieZle:=true else NieZle:=false;
            21 : if (Ch='4') or (Ch='5') then NieZle:=true else NieZle:=false;
            23,25,29,31 : if (Ch>='0') and (Ch<'6') then NieZle:=true
                else NieZle:=false;
            22,24,26,28,30,32 : if (Ch>='0') and (Ch<'9') then NieZle:=true
                else NieZle:=false;
        end
    else
        case i of
            27 : if (Ch='3') or (Ch='4') or (Ch='5') then NieZle:=true
                else NieZle:=false;
            21 : if (Ch='5') or (Ch='6') then NieZle:=true else NieZle:=false;
            22..32 : if (Ch>='0') and (Ch<'9') then NieZle:=true
                else NieZle:=false;
        end;
        case i of
            33,40 : if (Ch=' ') or (Ch='1') or (Ch='2') then NieZle:=true
                else NieZle:=false;
            34..38,41 : if (Ch=' ') or (Ch>='0') and (Ch<'9') then
                NieZle:=true else NieZle:=false;
            39 : if (Ch>='0') and (Ch<'9') then NieZle:=true else
                NieZle:=false;
        end;
        if NieZle then
            begin
                Fiszka(i):=Ch; PiszCh(X(i),Y(i),Fiszka(i),7,11);
                if i<255 then Inc(i);
            end;
        end;
    end;
end;
```

```
end;
if not NieEnter and StMinSek then
begin
  A:=Liczba(Fiszka[27]+fiszka[28])*3600.0+
    Liczba(Fiszka[29]+fiszka[30])*60.0;
  if (A<14*3600.0) or (A>24*3600.0) then
  begin
    i:=28; Ch:=Fiszka[i]; NieZle:=false; NieEnter:=true;
  end;
  A:=Liczba(Fiszka[21]+Fiszka[22])*3600.0+
    Liczba(Fiszka[23]+Fiszka[24])*60.0;
  if (A<49*3600.0) or (A>55*3600.0+600.0) then
  begin
    i:=22; Ch:=Fiszka[i]; NieZle:=false; NieEnter:=true;
  end;
end;
end;
if not NieEnter then OdFisc;
PutImage(0,0,P^,0);
FreeMem(P,size);
NieEsc:=true;
end;
{-----}
```

```
(-----)  
function SXYkm(x,y: real): string;  
var  
  xkm,ykm: real;  
  Sxkm,Sykm: string[8];  
begin  
  OdXYdoKm(x,y,xkm,ykm);  
  str(xkm:8:3,Sxkm);  
  str(ykm:8:3,Sykm);  
  SXYkm:=Sykm+' '+Sxkm+' ';  
end;  
(-----)
```

(Tworzy lancuch "twsp" ze wsp. geograf.)

```
procedure StrWsp(x,y : real);
var
  i,st,min,sek : integer;
  tst,tmin,tsek : string[2];
begin
  twsp:='';
  if StMinSek then
  begin
    st:=trunc(y/3600);
    min:=trunc(y/60) mod 60;
    sek:=round(y) mod 60;
    if sek=0 then
    begin
      i:=trunc(y) mod 60;
      if i=59 then
      begin
        inc(min);
        if min=60 then begin inc(st); min:=0; end;
      end;
    end;
    str(st:2,tst);
    str(min:2,tmin);
    str(sek:2,tsek);
    twsp := tst+#248+tmin+'''+tsek+''';
    st:=trunc(x/3600);
    min:=trunc(x/60) mod 60;
    sek:=round(x) mod 60;
    if sek=0 then
    begin
      i:=trunc(x) mod 60;
      if i=59 then
      begin
        inc(min);
        if min=60 then begin inc(st); min:=0; end;
      end;
    end;
    str(st:2,tst);
    str(min:2,tmin);
    str(sek:2,tsek);
    twsp := twsp+'''+tst+#248+tmin+'''+tsek+''';
  end
  else twsp:=SXYkm(x,y);
end;
{-----}
```

```
-----}  
procedure Gabaryty;  
var  
  x,y : array[0..9] of real;  
  Azpp,Azk,i,j : integer;  
begin  
  Azk:=360+Azp+trunc(Sektor/2);  
  Azpp:=360+Azp-trunc(Sektor/2);  
  for i:=0 to 9 do begin x[i]:=Nad.x; y[i]:=Nad.y; end;  
  Coordin(x[0],y[0],Azpp*PiStR,Zasieg,x[5],y[5]);  
  Coordin(x[0],y[0],(Azpp+Sektor) mod 361)*PiStR,Zasieg,x[6],y[6]);  
  if (Azk>360) then Coordin(x[0],y[0],0.0,Zasieg,x[1],y[1]);  
  if (Azk>90) and (Azpp<90) or (Azk>450) and (Azpp>90) then  
    Coordin(x[0],y[0],0.5*Pi,Zasieg,x[2],y[2]);  
  if (Azk>180) and (Azpp<180) or (Azk>540) and (Azpp>180) then  
    Coordin(x[0],y[0],Pi,Zasieg,x[3],y[3]);  
  if (Azk>270) and (Azpp<270) or (Azk>630) and (Azpp>270) then  
    Coordin(x[0],y[0],1.5*Pi,Zasieg,x[4],y[4]);  
  for i:=1 to 5 do  
  begin  
    if x[i]<x[7] then x[7]:=x[i];  
    if y[i]<y[7] then y[7]:=y[i];  
    if x[i]>x[8] then x[8]:=x[i];  
    if y[i]>y[8] then y[8]:=y[i];  
  end;  
  x[7]:=x[7]-10*oxs; y[7]:=y[7]-10*oys;  
  x[8]:=x[8]+10*oxs; y[8]:=y[8]+10*oys;  
  oz[3].x1:=x[7]; oz[3].x2:=x[8];  
  oz[3].y1:=y[8]; oz[3].y2:=y[7];  
  WspNorm(3,1);  
  Wymiary(3,1,0,8);  
  OGBar(1,12);  
  Siatka(3,1,0);  
  PiszWsp12(3);  
  xmap0:=(trunc(oz[3].x1/oxs)-2)*oxs;  
  xmap1:=(trunc(oz[3].x2/oxs)+3)*oxs;  
  ymap0:=(trunc(oz[3].y2/oys)-2)*oys;  
  ymap1:=(trunc(oz[3].y1/oys)+3)*oys;  
end;  
-----}
```

```
(-----)
procedure MalujSektor(klasa: byte);
var
  delAz, DelDolFix, xsp, ysp, AzSt, AzymSt, AzK, AzP1 : real;
  xet, yet, i0, ilkM : integer;
  xAsp, yAsp : word;
  skol : word;
(-----)
procedure promyk(i0: integer);
var
  i, c: integer;
begin
  i:=i0;
  for i:=i0 to lpp do
  begin
    if Prof[i].w>HMax then c:=0
    else if (Prof[i].w<=HMax) and (Prof[i].w>HMin) then c:=7
    else if Prof[i].w=-32000 then c:=13
    else c:=1;
    LineC(Prof[i].xe, Prof[i].ye, Prof[succ(i)].xe, Prof[succ(i)].ye, c, klasa);
  end;
end;
(-----)
begin
  MHelp(1);
  SetTextStyle(0,0,1);
  SetTextJustify(0,0);
  SetColor(8);
  PoutTextXY(GetMaxX-23*8, og[1].y2-130, 'Widocznosć');
  if Warunki[19]='R' then
    OutTextXY(GetMaxX-23*8, og[1].y2-120, 'radiowa') else
    OutTextXY(GetMaxX-23*8, og[1].y2-120, 'optyczna');
  xsp:=(oz[3].x2-oz[3].x1)/(og[1].x2-og[1].x1);
  ysp:=(oz[3].y1-oz[3].y2)/(og[1].y2-og[1].y1);
  xet:=round((nad.x-oz[3].x1)/xsp)+og[1].x1;
  yet:=round((oz[3].y1-nad.y)/ysp)+og[1].y1;
  MoveTo(xet, yet);
  PutPixel(xet, yet, 15);
  GetAspectRatio(xasp, yasp);
  delAz:=ysp*PI*2*xasp/(Zasieg*yasp*3600.0);
  AzSt:=360+Azp-trunc(sektor/2);
  Prof[1].xe:=0;
  AzK:=360+Azp+trunc(Sektor/2);
  AzP1:=AzK;
  DajLpp(Zasieg);
  i0:=0;
  if klasa=1 then ilkM:=round(0.5*lpp/Zasieg) else ilkM:=2;
  while (AzSt<=AzP1) do
  begin
    AzymSt:=AzSt;
    if AzymSt>=360 then AzymSt:=AzymSt-360;
    if AzymSt<=360 then AzymSt:=AzymSt+360;
    if klasa=4 then
      begin
        coordin(Nad.x, Nad.y, azymst*PI*StR, Zasieg, Prof[lpp].x, Prof[lpp].y);
        Prof[lpp].xe:=round((Prof[lpp].x-oz[3].x1)/xsp)+og[1].x1;
        Prof[lpp].ye:=round((oz[3].y1-Prof[lpp].y)/ysp)+og[1].y1;
      end
    else
      begin
        Profil(Nad.x, Nad.y, AzymSt, Zasieg);
        ProfilEk(3, 1, xsp, ysp, i0);
      end
  end;
end;
```

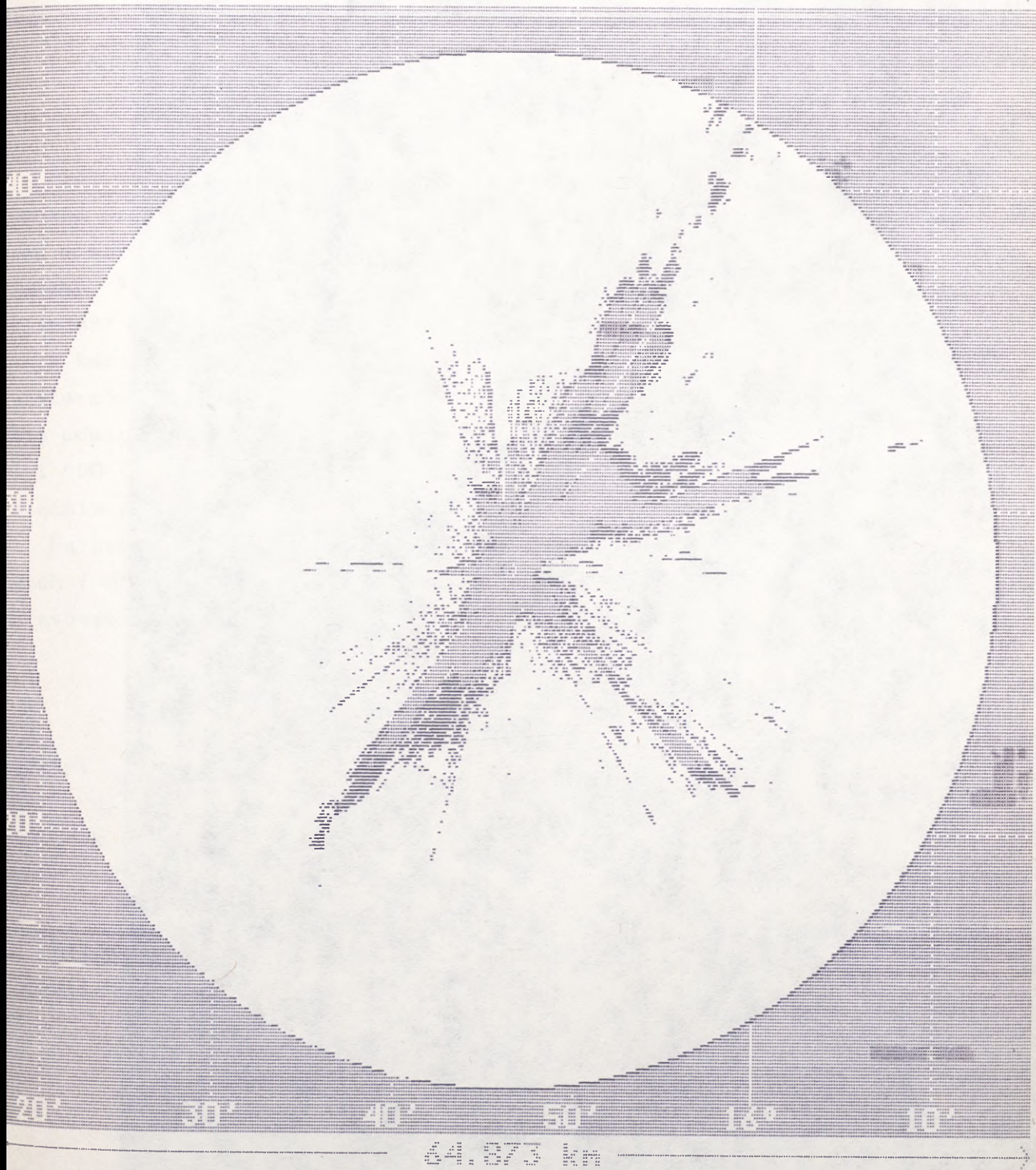
```
Widor(i0);
  if i0<i1km then i0:=i1km;
  Promyk(i0);
end;
skol:=GetColor;
SetColor(15);
if sektor=360 then PutPixel(prof[1pp].xe,prof[1pp].ye,15) else
LineTo(prof[1pp].xe,prof[1pp].ye);
SetColor(skol);
if KeyPressed then
begin
  Ch:=ReadKey;
  if Ch=#0 then begin Ch:=ReadKey; if Ch=#79 then klasa:=4; end;
end;
AzSt:=AzSt+delAz;
end;
skol:=GetColor;
SetColor(15);
if sektor<>360 then LineTo(xet,yet);
SetColor(skol);

MHelp(0);
end;
{-----}
begin
  LEx:=0;
  lk:=-1;
  lw:=-1;
  Prof[0].xe:=-9999; Prof[0].ye:=-9999;
end.
{*****}
```

```
unit ekran_c;
interface
uses graph,printer;
procedure drukuj;
implementation
{-----}
procedure drukuj;
const
  bit : array[0..7] of byte=
    (128,64,32,16,8,4,2,1);
var
  i,j,k,war:word;
  bajt1,bajt2,bajt3,bajt4:byte;
  ekr :ViewportType;
begin
  (=====)
  (Zapamietanie parametrów ekranu i ustawienie nowych)
  (=====)
  GetViewSettings(ekr);
  SetViewport(0,0,639,319,ClipOn);
  write(1st,chr(27),chr(51),chr(51));
  for k:=0 to round(GetMaxY/1) do
    begin
      write(1st,chr(27),'*',chr(3),chr(0),chr(10));
      for i:=0 to 639 do
        begin
          j:=0;bajt1:=0;bajt2:=0;bajt3:=0;bajt4:=0;
          repeat
            (=====)
            (   Odczyt wartości koloru punktu           )
            (=====)
            war:=getpixel(i,k*1+j div 2);
            if (war=1) or (war=3) or (war=5) or (war=7) or (war=9)
              or (war=11) or (war=13) or (war=15) then
              bajt4:=bajt4+bit[j];
            if (war=2) or (war=3) or (war=6) or (war=7) or (war=10)
              or (war=11) or (war=14) or (war=15) then
              bajt3:=bajt3+bit[j];
            if (war=4) or (war=5) or (war=6) or (war=7) or (war=12)
              or (war=13) or (war=14) or (war=15) then
              bajt2:=bajt2+bit[j];
            if (war>7) then
              bajt1:=bajt1+bit[j];

            j:=j+1;
          until j=1;
          if (bajt1=26) then bajt1:=25;
          if (bajt2=26) then bajt2:=25;
          if (bajt3=26) then bajt3:=25;
          if (bajt4=26) then bajt4:=25;
            (=====)
            (   Wydruk punktów na drukarce           )
            (=====)
            write(1st,chr(bajt1),chr(bajt2),chr(bajt3),chr(bajt4));
          end;
          writeln(1st);
          end;
          writeln(1st);
          writeln(1st);
          write(1st,chr(27)+'@');
          SetViewport(ekr.x1,ekr.y1,ekr.x2,ekr.y2,ekr.Clip)
        end;(drukuj)
      end.
    (-----)
```

63.986 km



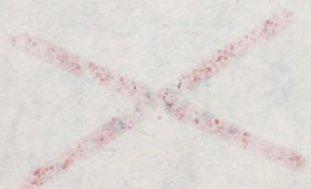
Y
Z
O
P
E
T
E
N
E
K
O
L
E

Widoczność
radiowa

Wid. Dł. fali []
H- lokalizacji [0] 98
[n n.p.m.] []

[0] 15 [] Dł H-anteny
[1] 15 [] Dł HA-min
[1] 30 [] Dł HA-max
[0] 53°28'10" 15°46'15"
[1] 53°15'41" 15°17'1"
[1] 53°10'40" 16°15'29"

F1 - Menu



7. TOPOGRAFICZNE PODSTAWY PROCEDUR OPISUJĄCYCH ZWIĄZKI POMIĘDZY WSPÓŁRZEDNYMI GEOGRAFICZNYMI, KILOMETROWYMI I AZYMUTALNYMI

1. Kształt i rozmiary Ziemi przyjęte w kartografii jako matematyczna powierzchnia odniesienia

Fizycznym modelem powierzchni Ziemi jest *g e o i d a* -
umowna powierzchnia ekwipotencjalna pokrywająca się z powierzchnią
wód oceanów w stanie zupełnego spoczynku, przedłużona umownie pod
lądami. Normalna w dowolnym punkcie tej powierzchni pokrywa się z
kierunkiem siły ciężkości Ziemi.

W kartografii, jako matematyczną powierzchnię odniesienia Ziemi,
wystarczająco mało różniącą się od powierzchni geoidy, przyjmuje
się powierzchnię elipsoidy obrotowej spłaszczonej (mapy w skalach
1:1 000 000 i większych np. 1:50 000) lub powierzchnię kuli o odpo-
wiednim promieniu (mapy w skalach mniejszych od 1:1 000 000).

Parametry elipsoidy obrotowej uzyskano w wyniku prac pomiaro-
wych i obliczeniowych. W Polsce od 1952 r. obowiązuje elipsoida
Krasowskiego z 1940 r. o następujących półosiach:

$$a = 6\,378\,245 \text{ m,}$$

$$b = 6\,356\,836 \text{ m,}$$

gdzie:

a - półoś większa, zwana półosią równikową,

b - półoś mniejsza, zwana półosią biegunową,
pokrywająca się z osią obrotu Ziemi.

Elipsoida opisywana bywa także innymi parametrami, które
pozostają w następujących związkach z półosiami a i b:

$$\alpha = (a - b) / a \quad - \text{spłaszczenie elipsoidy} \quad (1)$$

$$e = \sqrt{(a^2 - b^2) / a^2} \quad - \text{I mimośród elipsoidy} \quad (2)$$

$$e' = \sqrt{(a^2 - b^2) / b^2} \quad - \text{II mimośród elipsoidy} \quad (3)$$

Niektóre wydawnictwa kartograficzne posługują się elipsoidą
Bessela z 1841 lub Hayforda z 1910 r. Od 1967 r. zalecana jest
przez Międzynarodową Unię Geodezji i Geofizyki elipsoida, której
parametry wyznaczono w oparciu o obserwacje satelitarne. Długości

osi dla tej elipsoidy wynoszą odpowiednio $a \rightarrow 6\,378\,160$ m,
 $b \rightarrow 6\,356\,774$ m. Wielkości te są stale weryfikowane przez coraz
wsze metody obserwacji i pomiaru.

W wielu zastosowaniach Ziemię można traktować jako kulę, której
promień można wyznaczyć z parametrów elipsoidy na kilka sposobów:

- dla warunku równych powierzchni kuli i elipsoidy,
- dla warunku równych objętości kuli i elipsoidy,
- jako średnią arytmetyczną trzech półosi $(a+b)/3$.

Krasowskiego promienie te wynoszą ok.: $6\,371.1$ km.

Również dla map w skalach dużych, w celu uproszczenia obliczeń,
wielką część powierzchni elipsoidy obrotowej w pobliżu punktu
zastępuje się często powierzchnią kuli o promieniu R_0 równym
średniej geometrycznej promieni M_0 i N_0 :

$$R_0 = \sqrt{M_0 \cdot N_0} \quad (4)$$

gdzie:

M_0 - jest promieniem krzywizny przekroju południkowego
w zadanym punkcie P_0 ,

N_0 - jest promieniem krzywizny przekroju prostopadłego
do południka w tym punkcie.

Dla punktu P_0 leżącego na szerokości geograficznej φ_0
promień krzywizny można wyznaczyć z parametrów elipsoidy
obrotowej:

$$M_0 = a \cdot (1 - e^2) / (1 - e^2 \cdot \sin^2 \varphi_0)^{3/2}, \quad (5)$$

$$N_0 = a / (1 - e^2 \cdot \sin^2 \varphi_0)^{1/2}. \quad (6)$$

podstawieniu wartości M_0 i N_0 do (4) otrzymujemy:

$$R_0 = a \cdot \sqrt{1 - e^2} / (1 - e^2 \cdot \sin^2 \varphi_0) \quad (7)$$

2. Współrzędne geograficzne punktu na elipsoidzie obrotowej

Dowolny punkt na powierzchni elipsoidy obrotowej reprezentu-
jącej Ziemię można jednoznacznie określić za pomocą współrzędnych
geograficznych λ (długość) i ϕ (szerokość).

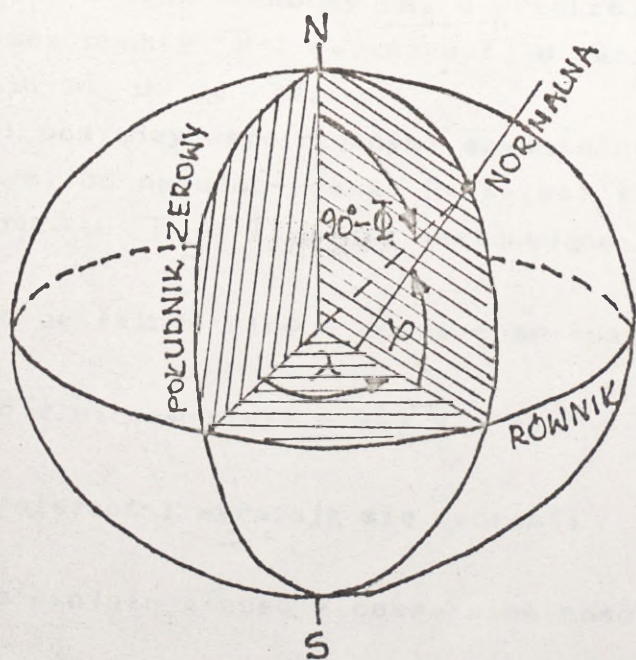
Długością geograficzną λ punktu P nazywamy kąt zawarty między płaszczyzną południka przyjętego za zerowy (Greenwich), a płaszczyzną południka przechodzącego przez punkt P. Kąt λ może przyjmować wartości od -180° do $+180^\circ$.

Szerokością geograficzną φ punktu P nazywamy kąt zawarty między płaszczyzną równika, a prostopadłą do powierzchni elipsoidy punkcie P. Kąt φ może przyjmować wartości z przedziału od -90° do $+90^\circ$.

Szerokość geograficzna φ mylona bywa często z szerokością geocentryczną Φ , która jest zdefiniowana jako kąt między płaszczyzną równika, a promieniem elipsoidy w punkcie P. Związek między szerokością geocentryczną i geograficzną wyraża się wzorem:

$$\text{tg}\Phi = (1 - e^2) \cdot \text{tg}\varphi \quad (8)$$

w biegunach i równiku $\Phi = \varphi$. Natomiast największa różnica między szerokościami występuje dla $\varphi = 45^\circ$ i wynosi ok. $12'$.



1. Współrzędne geograficzne (λ, φ) i szerokość geocentryczna Φ na elipsoidzie obrotowej spłaszczonej

3. Współrzędne azymutalne na kuli

W wielu praktycznych zastosowaniach wygodnie jest używać tzw. współrzędnych azymutalnych do lokalnego określenia położenia punktu P względem dowolnego punktu odniesienia P_0 nazywanego pseudobiegunem. Elipsoidę obrotową zastępuje się wtedy tzw. kulą Gaussa o promieniu zastępczym R_0 danym wzorem (4) lub (7), który jest średnim promieniem krzywizny przekrojów normalnych elipsoidy w danym punkcie P_0 .

Punkt P określony jest we współrzędnych azymutalnych względem pseudobieguna P_0 przez kąt δ - zwany odległością biegunową i kąt α - zwany azymutem.

Odległość biegunowa δ - jest to kąt zawarty między promieniami łączącymi punktów P i P_0 . Mnożąc δ przez zastępczy promień R_0 otrzymujemy rzeczywistą odległość ortodromową między punktami P i P_0 .

Azymut α punktu P - jest to kąt dwuścienny zawarty między przekrojem normalnym kuli Gaussa, wyznaczonym przez punkt P_0 i geograficzny biegun północny N , a przekrojem normalnym wyznaczonym przez punkty P i P_0 . Azymut α może przyjmować wartości w przedziale od 0 do 2π .

Związki pomiędzy współrzędnymi azymutalnymi punktu $P \rightarrow (\delta, \alpha)$, odniesionymi do pseudobieguna $P_0(\lambda_0, \varphi_0)$ i współrzędnymi geograficznymi punktu $P \rightarrow (\lambda, \varphi)$ są następujące:

$$\delta = \arccos(\sin\varphi_0 \cdot \sin\varphi + \cos\varphi_0 \cdot \cos\varphi \cdot \cos(\lambda - \lambda_0)) \quad (9)$$

$$\alpha = \arcsin(\cos\varphi \cdot \sin(\lambda - \lambda_0) / \sin\delta) \quad (10)$$

Przecwrotne zależności wyrażają się wzorami:

$$\varphi = \arcsin(\sin\varphi_0 \cdot \cos\delta + \cos\varphi_0 \cdot \sin\delta \cdot \cos\alpha) \quad (11)$$

$$\lambda = \lambda_0 + \arcsin(\sin\alpha \cdot \sin\delta / \cos\varphi) \quad (12)$$

Powyższe wzory wykorzystano w kilku praktycznych procedurach omówionych na końcu niniejszego rozdziału.

4. Odwzorowanie Gaussa-Krügera elipsoidy obrotowej spłaszczonej na płaszczyznę

W 1952 r. odwzorowanie Gaussa-Krügera zostało przyjęte do prac geodezyjnych i topograficznych w skali 1:500 000 i większych, we wszystkich państwach obozu socjalistycznego, z podziałem terytorium tych państw na 6° pasy południkowe.

Odwzorowanie Gaussa-Krügera elipsoidy obrotowej spłaszczonej na płaszczyznę określone jest następującymi warunkami:

1. odwzorowanie powinno być konforemne, czyli powinno zachowywać podobieństwo lokalne,
2. odcinek osi odciętych x prostokątnego układu współrzędnych na płaszczyźnie (x,y) ma być wiernym obrazem ustalonego południka osiowego λ_0 elipsoidy.

Odwzorowanie Gaussa-Krügera można otrzymać przez złożenie trzech następujących odwzorowań konforemnych:

1. powierzchni elipsoidy obrotowej spłaszczonej na powierzchnię kuli o tak dobranym promieniu, aby długości południków elipsoidy i kuli były jednakowe,
2. powierzchni kuli na powierzchnię nieograniczonego walca stycznego do równika (odwzorowanie Mercatora),
3. płaszczyzny rozwiniętego walca w płaszczyznę (x,y) tak, aby spełniony był warunek 2, tj. równości południka osiowego i odpowiadającego mu odcinka osi odciętych x .

Równik i południk osiowy są proste prostopadłe, pozostałe południki i równoleżniki odwzorowują się w łuki. Środkiem układu współrzędnych prostokątnych jest punkt przecięcia się południka osiowego i równika, których obrazy tworzą odpowiednio oś x i oś y prostokątnego układu współrzędnych na mapie.

Współrzędne (x,y) dowolnego punktu na mapie można określić w km względem początku układu współrzędnych:

x - odległość od równika,

y - odległość od południka osiowego.

zdefiniowane współrzędne są lokalne w obrębie jednego pasa.

Do celu pełnej identyfikacji wprowadza się tzw. współrzędne

ogólne (X,Y) związane z (x,y) następującymi zależnościami:

$$X = x \quad i \quad Y = y + 1000 \cdot NrPasa + 500. \quad (13)$$

Wstawienie 500 km we wzorze (13.b) sprawia, że współrzędne (X,Y) będą zawsze przyjmować wartości dodatnie.

4.1. Związki między współrzędnymi geograficznymi (λ, φ) punktu na elipsoidzie, a współrzędnymi prostokątnymi płaskimi (x,y) jego obrazu w odwzorowaniu Gaussa-Krügera

Związek między współrzędnymi geograficznymi (λ, φ), a współrzędnymi prostokątnymi płaskimi (x,y), można ogólnie wyrazić za pomocą równania zespolonego:

$$x + iy = f(\varphi + i\lambda) \quad (14)$$

Zwijając powyższą funkcję w szereg Taylora względem punktu na równiku osiowym, który zgodnie z założeniami odwzorowuje się z zniekształceń, można otrzymać przytoczone niżej zależności:

$$\begin{aligned} x = S + \frac{1}{2} \cdot \lambda^2 \cdot N \cdot \sin\varphi \cdot \cos\varphi + \\ + \frac{1}{24} \lambda^4 \cdot N \cdot \sin\varphi \cdot \cos^3\varphi \cdot (5 - t^2 + 9 \cdot \eta^2 + 4 \cdot \eta^4) + \\ + \frac{1}{720} \cdot \lambda^6 \cdot N \cdot \sin\varphi \cdot \cos^5\varphi \cdot (61 - 58 \cdot t^2 + t^4) \end{aligned} \quad (15)$$

$$\begin{aligned} y = \lambda \cdot N \cdot \cos\varphi + \frac{1}{6} \cdot \lambda^3 \cdot N \cdot \cos^3\varphi \cdot (1 - t^2 + \eta^2) + \\ + \frac{1}{120} \cdot \lambda^5 \cdot N \cdot \cos^5\varphi \cdot (5 - 18 \cdot t^2 + t^4 + 14 \cdot \eta^2 - 58 \cdot \eta^2 \cdot t^4) \end{aligned} \quad (16)$$

gdzie:

λ, φ - długość i szerokość geograficzna w radianach,

S - długość łuku południka elipsoidy od równika do danego punktu o szerokości geograficznej φ w km,

N - promień krzywizny przekroju prostopadłego do południka w punkcie o szerokości φ w km, wg wzoru (6),

$t = \operatorname{tg}\varphi$,

$\eta = e' \cdot \cos\varphi$, e' - II mimośród elipsoidy, wg wzoru (3).

Wzory (15) i (16) zabezpieczają dokładność obliczeń współrzędnych (x,y) do 1 mm przy różnicy długości geograficznych względem południka osiowego do 3°30'.

Odwrotne zależności wyrażają się wzorami:

$$\varphi = \varphi_1 - \frac{y^2}{2 \cdot M_1 \cdot N_1} \cdot t \cdot \left[1 - \frac{y^2}{12 \cdot N_1^2} \cdot (5 + 3 \cdot t^2 + \eta^2 - 9 \cdot \eta_1^2 \cdot t_1^2) + \frac{y^4}{360 \cdot N_1^4} \cdot (61 + 90 \cdot t_1^2 + 45 \cdot t_1^4) \right] \quad (17)$$

$$\lambda = \frac{y}{N_1 \cdot \cos \varphi_1} \cdot \left[1 - \frac{y^2}{6 \cdot N_1^2} \cdot (1 + 2 \cdot t_1^2 + \eta_1^2) + \frac{y^4}{120 \cdot N_1^4} \cdot (5 + 28 \cdot t_1^2 + 24 \cdot t_1^4 + 6 \cdot \eta_1^2 + 8 \cdot \eta_1^2 \cdot t_1^2) \right] \quad (18)$$

nie:

y - współrzędna prostokątna (odległość od południka osiowego w km),

φ_1 - szerokość geograficzna w radianach, która odpowiada współrzędnej prostokątnej x reprezentującej równoleżnik odległy od równika, licząc wzdłuż południka, o $S = x$ km,

M_1, N_1 - promienie krzywizny elipsoidy na szerokości φ_1 w km, wg wzorów (5) i (6),

$t_1 = \operatorname{tg} \varphi_1$, $\eta_1 = e' \cdot \cos \varphi_1$, e' - II mimośród, wg wzoru (3).

Wzory (17) i (18) zapewniają dokładność 0.0001" przy różnicy długości od południka osiowego do 3°30'.

Dokładne wyprowadzenie powyższych wzorów można znaleźć w podręcznikach [1] i [2].

Występująca we wzorze (15) długość łuku S południka elipsoidy od równika do równoleżnika φ_1 wyraża się równaniem:

$$S = \int_0^{\varphi_1} M(\varphi) d\varphi, \quad (19)$$

nie:

$M(\varphi)$ - jest promieniem krzywizny przekroju południkowego elipsoidy, związanym z szer. geogr. φ wzorem (5)

est to dość kłopotliwa całka eliptyczna pierwszego rodzaju, nie dająca się zcałkować w funkcjach elementarnych. W związku z tym zaleca się we wzorze (15) przy wyznaczaniu S i we wzorze (17) przy wyznaczaniu φ_1 korzystać z gotowych tablic podających zależność długości łuku S od kąta φ i na odwrót.

Wzory od (15) do (18) opisujące przejście ze współrzędnych geograficznych na współrzędne prostokątne (nazywane także kilometrowymi) i na odwrót są dla praktycznych zastosowań zbyt dokładne. Dla większości zastosowań dokładność 1 m i 0.1" jest pełni wystarczająca. Taką dokładność zapewniają już następujące wzory:

$$x = S + \frac{\lambda^2}{2} \cdot N \cdot \sin\varphi \cdot \cos\varphi + \frac{\lambda^4}{24} \cdot N \cdot \sin\varphi \cdot \cos^3\varphi \cdot (5 - t^2) \quad (20)$$

$$y = \lambda \cdot N \cdot \cos\varphi + \frac{\lambda^3}{6} \cdot N \cdot \cos^3\varphi \cdot (1 - t^2) \quad (21)$$

$$\varphi = \varphi_1 - \frac{y^3 \cdot t_1}{2 \cdot N_1 \cdot N_1} \cdot \left[1 - \frac{y^2}{12 \cdot N_1^2} \cdot (5 + 3 \cdot t_1^2) \right] \quad (22)$$

$$\lambda = \frac{y}{N_1 \cdot \cos\varphi_1} \cdot \left[1 - \frac{y^2}{6 \cdot N_1^2} \cdot (1 + 2 \cdot t^2) \right] \quad (23)$$

Następujące w powyższych wzorach oznaczenia są identyczne jak dla wzorów (15), (16), (17) i (18).

Z problemem zamiany współrzędnych można się spotkać przy porządzaniu cyfrowych modeli obiektów topograficznych. Digitalizację takich obiektów wygodniej jest przeprowadzać postępując się współrzędnymi prostokątnymi (wykorzystując kwadratową siatkę 10-metrową), natomiast ze względu na uniwersalność zastosowań formacji topograficznych, lepiej je przechowywać zapamiętując współrzędne geograficzne.

Na końcu tego rozdziału zamieszczono napisane w języku Pascal dwie procedury: procedurę zamiany współrzędnych geograficznych na prostokątne i procedurę odwrotną. Wspomniane procedury zawierają tablicę długości łuków S przekroju południkowego elipsoidy od równika do 13 wybranych szerokości geograficznych φ_1 (co 30' począwszy od równoleżnika 49°, a skończywszy na równoleżniku 55°). Następujące we wzorach (20) i (22) wielkości S i φ_1 są interpolowane z tej właśnie tablicy.

4.2. Format i nomenklatura arkuszy map topograficznych

Arkusze map topograficznych, opracowywane w odwzorowaniu Gaussa-Krügera, mają kształt trapezów ograniczonych obrazami równoleżników i południków przebiegających w odstępach kątowych $\Delta\varphi$ i $\Delta\lambda$ odpowiednio do skali tych map. Rozmiary arkuszy map bazują na rozmiarach arkusza Międzynarodowej Mapy Świata w skali 1:1 000 000, dla której przyjęto $\Delta\varphi = 4^\circ$ i $\Delta\lambda = 6^\circ$. Odpowiedni arkusz tej mapy dzieli się na całkowitą liczbę arkuszy mapy w skali większej, przy czym rozmiary arkuszy w nowej skali ($\Delta\varphi'$ i $\Delta\lambda'$) związane są z rozmiarami arkusza wyjściowego ($\Delta\varphi$ i $\Delta\lambda$) w sposób następujący:

$$\Delta\varphi' = \Delta\varphi / n \quad \text{ i } \quad \Delta\lambda' = \Delta\lambda / n \quad (24)$$

Wartość wielokrotności podziału n dla arkuszy map w zależności od skali ilustruje poniższa tabela:

Tabela 1.

Skala map	n	$\Delta\varphi'$	$\Delta\lambda'$	Przykładowe oznaczenia
1:1 000 000	1	4°	6°	N-34
1: 500 000	2	2°	3°	N-34-D
1: 200 000	6	$40'$	$60'$	N-34-XXXVI
1: 100 000	12	$20'$	$30'$	N-34-144
1: 50 000	24	$10'$	$15'$	N-34-144-D
1: 25 000	48	$5'$	$7'30''$	N-34-144-D-d
1: 10 000	96	$2'30''$	$3'45''$	N-34-144-D-d-4
1: 5 000	192	$1'15''$	$1'52.5''$	N-34-144-(256)

W oznaczeniach arkuszy pierwsza litera oznacza kolejny równoleżnikowy pas 4° licząc od równika. Następną liczbą oznacza kolejny południkowy pas 6° licząc od południka -180° . Kolejne liczby i litery pojawiające się w oznaczeniach arkuszy mapy w skalach większych pozwalają umiejscowić dany arkusz względem arkusza w skali mniejszej. Układają się one wierszami, zgodnie z numeracją, poczynając od lewego górnego rogu.

5. Inne odwzorowania i ich praktyczne znaczenie

W opracowaniach kartograficznych, w zależności od przeznaczenia spotyka się szereg różnorodnych odwzorowań. Mapy morskie, ze względu na łatwość określania kursów kompasowych, opracowywane są w odwzorowaniach walcowych. Dla okolic okołobiegunowych wygodne są odwzorowania azymutalne. Przy sporządzaniu map w małych skalach 1: 2 500 000 stosuje się odwzorowania stożkowe. Dla map szczegółowych stosuje się obecnie na całym świecie omówione wyżej odwzorowanie Gaussa-Krügera.

Spośród tych licznych odwzorowań pewne znaczenie, w technice komputerowej, ma odwzorowanie walcowe prostokątne z zadany równoleżnikiem sieczności. Jest to najprostsze i najwygodniejsze odwzorowanie do przedstawienia na monitorze komputera informacji pamiętanych we współrzędnych geograficznych. W odwzorowaniu tym związek między współrzędnymi geograficznymi (λ, φ) i współrzędnymi prostokątnymi (x, y) wyraża się zależnościami liniowymi:

$$x = R_0 \cdot \varphi, \quad (25)$$

$$y = R_0 \cdot \cos \varphi_0 \cdot \lambda \quad (26)$$

gdzie:

φ_0 - równoleżnik sieczności,

R_0 - średni promień Ziemi.

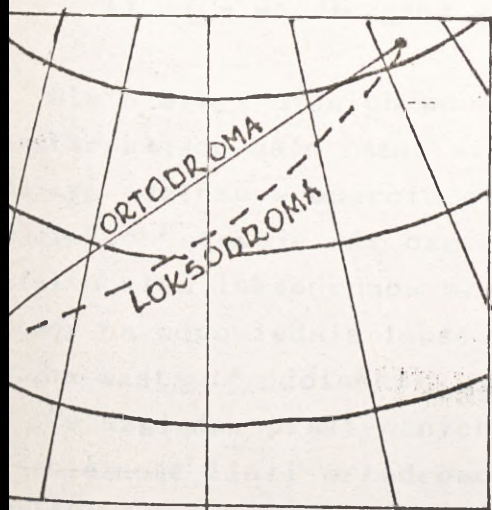
W powyższych wzorach założono, że Ziemia jest kulą o promieniu R_0 . Dla elipsoidy wzór (25) powinien przyjąć postać (19), a we wzorze (26) promień zastępczy R_0 powinien być zastąpiony promieniem poprzecznym krzywizny Ziemi N_0 wg wzoru (6).

W omawianym odwzorowaniu obrazy południków i równoleżników tworzą sieć o prostokątnych oczkach. Skala długości zachowana jest w wszystkich kierunkach południkowych i dla jednego wybranego kierunku równoleżnikowego, np. wzdłuż równoleżnika sieczności φ_0 . Dla optycznej oceny zniekształcenia pól podaje się zwykle rzeczywiste długości trzech boków prostokątnego fragmentu mapy ograniczonego południkami i równoleżnikami.

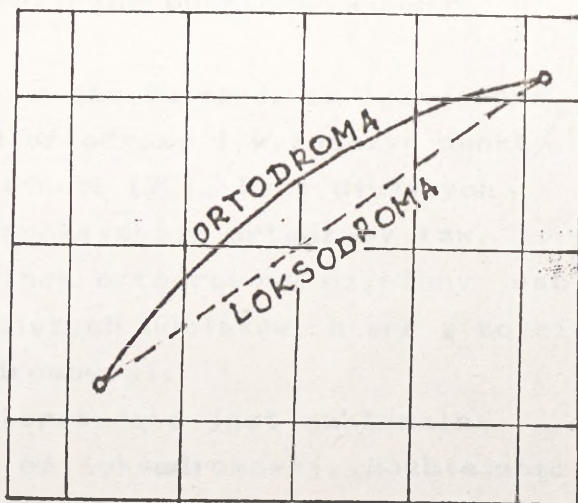
6. Zniekształcenie odcinka w różnych odwzorowaniach

Odwzorowanie jednej powierzchni w drugą, w którym stosunek długości wszelkich odpowiadających sobie łuków jest stały nazywamy odwzorowaniem wiernodługościowym, a w przypadku gdy stosunek ten jest równy jedności - izometrią. Niestety nie istnieje odwzorowanie powierzchni elipsoidy w płaszczyznę, które spełniałoby ten warunek. Podobnie nie istnieją takie odwzorowania między sferą i płaszczyzną oraz pomiędzy sferą i powierzchnią elipsoidy.

Wynikają stąd pewne komplikacje w precyzyjnym określaniu długości na mapach. Dodatkowym utrudnieniem jest fakt, że tylko w odwzorowaniu azymutalnym gnomonicznym¹⁾ odcinki ortodromowe²⁾ odwzorowują się w odcinki proste. Najłatwiej zilustrować to porównując odcinek prostoliniowy w odwzorowaniu walcowym zwany loksodromą³⁾ z odpowiadającym mu odcinkiem ortodromowym.



Rys. 2. Ortodroma i loksodroma w siatce azymutalnej gnomonicznej



Rys. 3. Ortodroma i loksodroma w siatce odwzorowania walcowego prostokątnego

Odwzorowanie azymutalne gnomoniczne polega na geometrycznym rzutowaniu sfery z jej środka na dowolną płaszczyznę. Ortodromą nazywamy fragment łuku koła wielkiego łączącego dwa punkty na powierzchni sfery. Łuk ten jest najkrótszą odległością między punktami. Loksodromą nazywamy linię przecinającą wszystkie południki pod tym samym kątem.

Latwo zauważyć, że zbieżność ortodromy z loksodromą zależy od położenia i orientacji odcinka. Dla odcinków leżących na równiku i południkach jest to zbieżność idealna.

Do wyznaczania punktów na odcinku ortodromowym można wykorzystać wzory (11) i (12) wcześniej ustalając azymut przy pomocy wzorów (9) i (10). Są to operacje czasochłonne ze względu na liczne funkcje trygonometryczne występujące w tych wzorach. Wiele prostszym jest wyznaczenie punktów na odcinku loksodromowym. Współrzędne punktów na loksodromie spełniają prostą liniową zależność:

$$\varphi = \varphi_1 + \frac{(\varphi_2 - \varphi_1)}{(\lambda_2 - \lambda_1)} \cdot (\lambda - \lambda_1) \quad (27)$$

gdzie:

- λ, φ - współrzędne geograficzne punktu na loksodromie,
- λ_1, φ_1 - współrzędne geograficzne punktu początkowego,
- λ_2, φ_2 - współrzędne geograficzne punktu końcowego.

Dla niezbyt długich odcinków można założyć, że loksodroma wystarczająco mało różni się od ortodromy i wyznaczyć punkty na tym odcinku w oparciu o zależność (27). Przy dłuższych odcinkach stosuje się często aproksymację ortodromy tzw. wielobokiem loksodromowym. Odcinek ortodromowy dzielony jest wtedy na odpowiednią ilość mniejszych odcinków, które z kolei można zastąpić odcinkami loksodromowymi.

Ze względów praktycznych interesująca jest maksymalna rozbieżność linii ortodromowej od loksodromowej. Rozbieżność ta zależy od odległości między punktami, na których rozpięto obie linie, od azymutu punktu końcowego względem początkowego i od szerokości geograficznej punktu początkowego.

Za miarę rozbieżności przyjęto odległość między punktem środkowym na ortodromie i punktem środkowym na loksodromie. Miarą rozbieżności może być także różnica azymutów punktów środkowych obydwu linii. W zamieszczonej dalej tabeli podano maksymalną rozbieżność w mierze liniowej i katowej jako funkcję odległości między punktami przy założeniu, że punkt początkowy leży na szerokości geograficznej 52° .

Tabela 2.

Tabela maksymalnych rozbieżności między ortodromą i loksodromą na obszarze Polski

Długość odcinka [km]	Azymut [stopnie]	Rozbieżność odległościowa [m]	Rozbieżność azymutalna [stopnie]
5.0	54.7	0.7	0.016
10.0	54.6	2.9	0.031
15.0	54.6	6.5	0.047
20.0	54.5	11.6	0.063
25.0	54.5	18.1	0.078
30.0	54.4	26.2	0.094
35.0	54.3	35.6	0.110
40.0	54.3	46.6	0.125
45.0	54.2	59.0	0.141
50.0	54.2	72.8	0.157
55.0	54.1	88.2	0.173
60.0	54.0	105.0	0.188
65.0	54.0	123.3	0.204
70.0	53.9	143.1	0.220
75.0	53.9	164.4	0.236
80.0	53.8	187.2	0.252
85.0	53.8	211.5	0.267
90.0	53.7	237.3	0.283
95.0	53.6	264.5	0.299
100.0	53.6	293.3	0.315

Loksodroma jest linią prostą tylko w takich odwzorowaniach, w których siatka południków i równoleżników jest prostokątna. W innych odwzorowaniach stosowanych w kartografii linie proste na mapie odpowiadają na ogół liniom pośrednim między loksodromą i ortodromą.

7. Procedury zamiany współrzędnych w Turbo-Pascalu (v. 4.0)

Poniżej zamieszczono tabulogram przykładowego programu,

który zawiera zestaw czterech procedur do zamiany współrzędnych:

1 - azymutalnych na geograficzne -> AzNaGeo,

2 - geograficznych na azymutalne -> GeoNaAz,

3 - geograficznych na kilometrowe -> GeoNaKm,

4 - kilometrowych na geograficzne -> KmNaGeo.

Procedura 1 (AzNaGeo) pozwala na wyznaczanie azymutu i ortodromowej odległości między punktami o zadanych współrzędnych geograficznych.

Procedura 2 (GeoNaAz) umożliwia identyfikację punktu leżącego w określonej odległości i na określonym azymucie względem zadanego punktu odniesienia.

Procedura 3 (GeoNaKm) może być przydatna przy sporządzaniu map w odwzorowaniu Gaussa-Krügera.

Procedura 4 (KmNaGeo) ułatwia digitalizację obiektów topograficznych z map.

Jest to jak widać wystarczający zestaw do praktycznego rozwiązywania typowych zagadnień związanych z określaniem lokalizacji danych topograficznych w technice komputerowej.

Tabulogram programu TESTCOOR.PAS

```
=====
Program testujący procedury zamiany współrzędnych:
```

```
1 - azymutalnych na geograficzne -> AzNaGeo,
```

```
2 - geograficznych na azymutalne -> GeoNaAz,
```

```
3 - geograficznych na kilometrowe -> GeoNaKm,
```

```
4 - kilometrowych na geograficzne -> KmNaGeo.
```

```
Segment deklarycyjny )
```

```
uses Crt;
```

```
const
```

```
Rz : real = 6383.395;
```

```
var
```

```
Ch : char;
```

```
L,F,LO,FO,D,A,X,Y: real;
```

```
l1,l2,l3,l01,l02,l03,f1,f2,f3,f01,f02,f03: real;)
```

```
-----)
```

AzNaGeo

Procedura zamiany wsp. azymutalnych (D,A) określonych względem pseudobieguną (LO,F0) na współrzędne geograficzne (L,F).
Procedura może być użyta do wyznaczenia punktu (L,F) na zadanym azymucie A i w zadanej odległości D*Rz od punktu (LO,F0).
Wszystkie parametry wyrażono w radianach.)

```
procedure AzNaGeo(LO,F0,D,A: real; var L: real; var F: real);
var
  rL,sinD,sinF,cosF,sinrL,cosrL: real;
begin
  if (A=0) or (A=Pi) then
  begin
    L:=LO;
    if A>0 then F:=F0+D else F:=F0-D;
  end
  else
  begin
    sinD:=sin(D);
    sinF:=sin(F0)*cos(D)+cos(F0)*sinD*cos(A);
    cosF:=sqrt(1-sqr(sinF));
    F:=arctan(sinF/cosF);
    sinrL:=sin(A)*sinD/cosF;
    cosrL:=sqrt(1-sqr(sinrL));
    rL:=arctan(sinrL/cosrL);
    L:=LO+rL;
  end;
end;
```

(-----)

(
GeoNaAz Procedura zamiany wsp. geograficznych (L,F) na
 azymutalne (D,A) wzgledem pseudobieguny (LO,F0).
 Procedura moze byc wykorzystywana do obliczania
 odleglosci ortodromowej miedzy punktami (LO,F0)
 i (L,F). Wystarczy pomnozyc D przez zastepczy
 promien Ziemi Rz.
 Wszystkie parametry wyrazono w radianach.)

```
procedure GeoNaAz(LO,F0,L,F: real; var D: real; var A: real);
var
  rL,sinrL,cosrL,sinF,cosF,sinF0,cosF0,cosD,sinD,sinA,cosA : real;
begin
  rL:=L-LO;
  if rL=0 then
  begin
    D:=F-F0;
    if D>=0 then A:=0 else begin D:=-D; A:=Pi; end;
  end
  else
  begin
    sinF:=sin(F); cosF:=cos(F);
    sinF0:=sin(F0); cosF0:=cos(F0);
    sinrL:=sin(rL); cosrL:=cos(rL);
    cosD:=sinF0*sinF+cosF0*cosF*cosrL;
    sinD:=sqrt(1-sqr(cosD));
    D:=arctan(sinD/cosD);
    A:=arctan(sinrL/(cosF0*sinF/cosF-sinF0*cosrL));
    { Opcjonalnie mozna stosowac ponizsze wzory
      sinA:=cosF*sinrL/sinD;
      cosA:=sqrt(1-sqr(sinA));
      A:=arctan(sinA/cosA); }
    if A<0 then A:=A+Pi;
    if rL<0 then A:=A+Pi;
  end;
end;
-----)
```

GeoNaKm Procedura zamiany wspolrzednych geograficznych -> (L,F)
 na cechowane wspolrzedne prostokatne -> (X,Y) siatki km
 odwzorowania Gaussa-Krugerera.

 L -> dlugosc geograficzna w radianach,
 F -> szerokosc geograficzna w radianach,
 X -> szerokosc w siatce kilometrowej,
 Y -> dlugosc w siatce kilometrowej,
 a,b -> dlugosci polosi elipsoidy w km,
 S0[98..110] - tablica dlugosci lukow odpowiadajacych
 szer. geograficznym Fi co 1/2 stopnia
 od 49 do 55 (indeks tablicy / 2))

procedure GeoNaKm(L,F: real; var X: real; var Y: real);

const

 a: real = 6378.245;
 b: real = 6356.863;
 S0: array [98..110] of real = (5429.735, 5485.340, 5540.950,
 5596.570, 5652.195, 5707.800,
 5763.445, 5819.090, 5874.715,
 5930.380, 5986.020, 6041.680,
 6097.345);

var

 L0,rL,Fi,sinF,cosF,tg2F,pas6,pasi,c1,c2,c3,N,M,e2,S: real;
 nrp,i : byte;

begin

 e2:=1.0-sqr(b)/sqr(a); { Kwadrat mimosrodu elipsy }
 pas6:=6.0*Pi/180.0; { 6 stopni w radianach }
 pasi:=pas6/12.0; { 1/2 stopnia w radianach }
 nrp:=trunc(L/Pas6)+1; { Nr pasa poludnikowego }
 L0:=(nrp-0.5)*pas6; { Dl. poludnika osiowego }
 rL:=L-L0; { Dl. wzgledem poludnika osiowego }
 i:=round(F/pasi); { Indeks szerokosci - indeks tablicy S0 }
 if i<98 then i:=98
 else
 if i>110 then i:=110;
 Fi:=i*pasi; { Szer. odpowiadajaca indeksowi }
 cosF:=cos(F);
 sinF:=sin(F);
 tg2F:=sqr(sinF/cosF);
 N:=a/sqrt(1-e2*sqr(sinF)); { Promien krzywizny - poprzeczny }
 M:=N*(1.0-e2)/(1-e2*sqr(sinF)); { Prom. krzywizny - poludnikowy }
 S:=S0[i] + M*(F-Fi); { Dlugosc luku wzdluz poludnika }
 c1:=rL*cosF*N;
 c2:=rL*sinF;
 c3:=sqr(rL*cosF);
 X:=S+c1*c2/2+c1*c2*c3*(5-tg2F)/24; { Szer. w siatce km }
 Y:=c1+c1*c3*(1-tg2F)/6 + nrp*1000.0+500.0; { Dl. w siatce km }
end;

```
-----  
Funkcja zamiany wsp. w stopniach,  
minutach i sekundach na radiany )  
function Radiany(K1,K2,K3: real): real;  
begin  
  Rad:=(K1+K2/60.0+K3/3600.0)*Pi/180.0;  
end;  
-----
```

```
-----  
Procedura zamiany wsp. w radianach  
na stopnie, minuty i sekundy )  
procedure StMS(R: real; var K1: real; var K2: real; var K3: real);  
begin  
  K1:=R*180.0/Pi;  
  K2:=frac(K1)*60.0;  
  K3:=frac(K2)*60.0;  
  K1:=int(K1);  
  K2:=int(K2);  
end;  
-----
```

```
-----  
Segment podstawowy programu TESTCOOR.PAS )  
begin  
  Ch:=' ';  
  while Ch<>#27 do  
  begin  
    Writeln('-----');  
    Write ('Test procedur: ');  
    Writeln('1 - AzNaGeo, 2 - GeoNaAz, 3 - GeoNaKm, 4 - KmNaGeo');  
    Write ('Wybierz odpowiednia opcje lub wcisnij Esc -> ');  
    Ch:=ReadKey;  
    Writeln(Ch);  
    case Ch of  
      '1' : begin  
        write ('Podaj LO,FO [st,min,sek], D[km] i A[st]: ');  
        readln(l01,l02,l03,f01,f02,f03,D,A);  
        LO:=radiany(l01,l02,l03);  
        FO:=radiany(f01,f02,f03);  
        D:=D/Rz;  
        A:=A*Pi/180.0;  
        AzNaGeo(LO,FO,D,A,L,F);  
        StMS(L,l1,l2,l3);  
        StMS(F,f1,f2,f3);  
        Writeln('Wsp. geogr. L i F:',  
          l1:5:0,l2:3:0,l3:7:3,f1:7:0,f2:3:0,f3:7:3);  
      end;  
      '2' : begin  
        write ('Podaj LO,FO i L,F [st,min,sek]: ');  
        readln(L01,L02,L03,F01,F02,F03,L1,L2,L3,F1,F2,F3);  
        LO:=radiany(l01,l02,l03);  
        FO:=radiany(f01,f02,f03);  
        L:=radiany(l1,l2,l3);  
        F:=radiany(f1,f2,f3);  
        D:=0; A:=0;  
        GeoNaAz(LO,FO,L,F,D,A);  
        Writeln('Wsp. azymutalne: D[km] i Az[st]',  
          D*Rz:9:3,A*180.0/Pi:9:3);  
      end;  
    end;  
  end;  
end;
```

```
'3' : begin
      write ('Podaj L,F [st,min,sek]: ');
      readln(l1,l2,l3,f1,f2,f3);
      L:=radiany(l1,l2,l3);
      F:=radiany(f1,f2,f3);
      GeoNaKm(L,F,X,Y);
      Writeln('Wsp. kilometrowe X,Y: ',X:10:5,Y:14:5);
      end;
'4' : begin
      write ('Podaj szer.-> X i dl-> Y w [km]: ');
      readln(X,Y);
      KmNaGeo(X,Y,L,F);
      StMS(L,l1,l2,l3);
      StMS(F,f1,f2,f3);
      Writeln('Wsp. geograficzne L,F: ',l1:3:0,l2:3:0,
              13:7:3,f1:7:0,f2:3:0,f3:7:3);
      end;
end; { case }
end; { while }
end.
-----}
===== K O N I E C =====}
```

8. Literatura

- 1] Biernacki F., Podstawy teorii odwzorowań kartograficznych, PWN, Warszawa 1973.
- 2] Różycki J., Kartografia matematyczna, PWN, Warszawa 1973.

mgr inż. Michał LENERT

mgr inż. Bogusław JAWORSKI

MOŻLIWOŚCI ROZPOZNANIA RADIOELEKTRONICZNEGO SYSTEMU ŁĄCZNOŚCI RADIOLINIOWEJ I TROPOSFERYCZNEJ SIŁ ZBROJNYCH PRL

W ostatnim pięcioleciu w siłach zbrojnych państw NATO nastąpił znaczny rozwój techniczny sprzętu rozpoznania przeciwdziałania radioelektronicznego. Powstały nowe systemy walki radioelektronicznej, oparte o odbiorniki rozpoznawcze nowej generacji i mikrokomputery o dużej pojemności pamięci i szybkości działania.

Systemy te znacznie zwiększyły możliwości przeciwnika w zakresie rozpoznania radioelektronicznego, a co za tym idzie, w zwładnianiu systemów radiolokacyjnych, radionawigacyjnych i łączności. W ostatnich konfliktach lokalnych /wojna o Falklandy czy atak wojsk USA na Libię/ uwidocznił się poważny wzrost znaczenia pododdziałów i systemów WRE, umożliwiającym natychmiastowe wykonanie pierwszego uderzenia.

Spośród wielu nowych systemów WRE wojsk NATO w Europie największym stopniu na system łączności radioliniowej Sił Zbrojnych PRL mogą oddziaływać:

System rozpoznawczo-uderzeniowy PLSS oraz

System rozpoznania radioliniowego "LEFOX GREY" połączony z systemem obezwładniania radioelektronicznego "CEFIRE TIGER".

Oba te systemy zaczęto wprowadzać na wyposażenie sił zbrojnych NATO w Europie od 1986 roku.

Wobec jakościowo nowej sytuacji w Siłach Zbrojnych PRL należy podjąć szereg przedsięwzięć, które zminimalizowałyby wpływ systemu WRE przeciwnika na nasz system łączności oraz umożliwiłyby rozpoznanie systemu dowodzenia.

W związku z dużą złożonością tego problemu jedynie zastosowanie elektronicznej techniki obliczeniowej może umożliwić wykrywanie zagrożenia radioelektronicznego systemu łączności Sił Zbrojnych PRL.

Opracowanie niniejsze jest próbą określenia rzeczywistych możliwości przeciwnika w zakresie rozpoznania systemu łączności radioliniowej i troposferycznej Sił Zbrojnych PRL.

Jeżeli próba ta okaże się udana, można ją w prosty sposób szerzyć na system łączności satelitarnej i radiowej.

Treść opracowania zawarta jest w sześciu rozdziałach:

1. Cel operacyjny i ocena zagrożenia radioelektronicznego.

Podstawowe parametry techniczne własnych stacji radioliniowych i troposferycznych.

Współczesne rozpoznawcze urządzenia odbiorcze.

Metody lokalizacji źródeł promieniowania elektromagnetycznego.

Charakterystyka toru radiowego.

Zasady analizy zagrożenia radioelektronicznego.

W związku z tym, że nie wszystkie parametry techniczne urządzeń odbiorczych systemów WRE przeciwnika są szczegółowo znane, dokonano pogrupowania ich w pewne klasy, opierając się na opracowaniach dotyczących najnowszych rozwiązań, publikowanych w ostatnich latach w zachodniej prasie technicznej. Na podstawie szeregu symptomów można stwierdzić, że rozwiązania te już są lub w najbliższym czasie będą wdrożone przeciwko rozpoznawczym siłom zbrojnym NATO.

Opracowanie oparte jest na założeniu, że warunkiem koniecznym dokonania rozpoznania stacji radioliniowej lub troposferycznej jest dotarcie do odbiornika rozpoznawczego sygnału emitowanego przez nadajnik stacji radioliniowej lub troposferycznej, z poziomem mocy sygnału wystarczającym dla danego odbiornika.

Bazując na zawartych w opracowaniu danych, należy opracować system informatyczny, określający prawdopodobieństwo rozpoznania rozwiniętej stacji radioliniowej lub troposferycznej przez określony system rozpoznawczy w określonym ugrupowaniu wojsk przeciwnika.

W tym celu należy:

Utworzyć bazę danych o przeciwniku, zawierającą informacje o położeniu terytorialnym systemów rozpoznawczych i ich parametrach technicznych.

Utworzyć bazę danych o własnym sprzęcie łączności, zawierającą informacje o parametrach technicznych nadajników i systemów antenowych stacji radioliniowych i troposferycznych.

Utworzyć program obliczający moc sygnału emitowanego w kierunku przeciwnika przez stację radioliniową lub troposferyczną w półsferze o szerokości 180 stopni przy określonym azymucie stacji na głębokość do 200 km włącznie ugrupowania

przeciwnika, do określonego w opracowaniu poziomu mocy sygnału.

Utworzyć program porównujący zasięg sygnału o mocy nie mniejszej niż czułość odbiorników rozpoznawczych z ich położeniem przestrzennym i oceniający możliwość rozpoznania stacji.

Utworzyć bazę danych wyjściowych, zawierającą informacje o prawdopodobieństwie rozpoznania stacji przez konkretny system rozpoznawczy, dla każdej zaplanowanej stacji radioliniowej lub troposferycznej.

Zadaniem tak wykonanego systemu informatycznego będzie danie planującemu łączność radioliniową informacji o prawdopodobieństwie rozpoznania każdej stacji radioliniowej. Zaplanowaniu systemu łączności /lub jego części/ osoba planująca ten system winna ocenić możliwości przeciwnika w zakresie:

Rozpoznania systemu dowodzenia na podstawie systemu łączności.

Obezwładnienia systemu łączności lub poszczególnych relacji w tym zakresie.

Jeżeli możliwości przeciwnika w tym zakresie będą duże, należy przeplanować niektóre elementy systemu łączności w taki sposób, aby jak najmniej informacji dotarło do przeciwnika.

Efektym końcowym użycia informatycznego systemu oceny zagrożenia radioelektronicznego winno być takie zaplanowanie systemu łączności radioliniowej i troposferycznej, aby był w określonym, wysokim stopniu odporny na rozpoznanie radioelektroniczne.

TŁO OPERACYJNE I OCENA ZAGROŻENIA RADIOELEKTRONICZNEGO

TŁO OPERACYJNE

Koncepcja operacyjno-strategiczna głębokiego uderzenia oparta jest na założeniu, że najkorzystniejszym jest jednoczesne oddziaływanie na całą głębokość ugrupowania sił zbrojnych UW na ETDW.

Istnienie silnych drugich rzutów i odwodów zapewnia inicjatywę, elastyczność działania, a także możliwość koncentracji sił i wykonywania uderzeń na wybranych kierunkach. W związku z tym, koncepcja operacyjno-strategiczna "głębokiego uderzenia" zakłada wykorzystanie wszystkich sił i środków, początkowo konwencjonalnych - zwłaszcza precyzyjnego i powierzchniowego rażenia, a w razie potrzeby także jądrowych i chemicznych głównie w celu obezwładniania lotnictwa przeciwnika na ziemi, izolacji pola walki i bitwy przed podchodzącymi odwodami taktycznymi, operacyjnymi i strategicznymi, zakłócenia pracy systemu dowodzenia i komunikacji oraz działalności zaplecza na terytoriach państw UW. Zakłada się, że stworzy to siłom zbrojnym NATO warunków do operacyjnego rozwinięcia i wykonania decydujących uderzeń, a tym samym uzyskania i utrzymania inicjatywy strategicznej w wojnie.

Charakterystycznymi elementami operacyjnymi nowej koncepcji są m.in. założenia:

- niszczenia w pierwszej kolejności głównych elementów systemu rozpoznania radiolokacyjnego i baz lotniczych państw UW;
- uderzenia bronią precyzyjnego rażenia na głębokościach do 300 km, które będą skierowane głównie na wojska drugiego i trzeciego rzutu operacyjnego ZSZ UW;
- uderzenia głębsze /do 1000 km/, które będą skierowane zasadniczo na sparaliżowanie zaplecza na terytoriach państw UW.

Zgodnie z koncepcją operacyjno-strategiczną "głębokiego uderzenia" w pierwszym rzędzie realizowane będą przedsięwzięcia skierowane na:

- niszczenie środków rakietowych przeciwnika ;
- obezwładnienie lotnictwa przeciwnika poprzez niszczenie pasów startowych i infrastruktury, samolotów i siły żywej na lotniskach ;

niszczenie kluczowych obiektów komunikacyjnych w celu opóźnienia lub niedopuszczenia wprowadzenia do działań drugich rzutów i odwodów;

zwalczanie wojsk pierwszego rzutu operacyjnego z równoczesnym atakowaniem drugich rzutów i odwodów;

obezwładnienie systemu dowodzenia, łączności, kierowania i rozpoznania z wykorzystaniem sił i środków walki radioelektronicznej.

Powodzenie "głębokiego uderzenia", według koncepcji NATO, będzie głównie od właściwego wykorzystania wysoko efektywnych systemów rozpoznania i rażenia ogniowego oraz dowodzenia. W związku z tym, w celu regulaminowego określenia zakresu odpowiedzialności dowódców poszczególnych szczebli od właściwego wykorzystania systemów rozpoznania i ognia zostały wprowadzone pojęcia "rejonu zainteresowania" i "rejonu oddziaływania ogniowego".

"Rejonem zainteresowania" ma być obszar, z którego dowódca określonego szczebla zobowiązany jest zbierać dane z rozpoznania przeciwnika. Głębokość rejonu ma wynosić odpowiednio dla: batalionu - 15 km, brygady - 70 km, dywizji - 150 km, korpusu armijnego - 300 km i grupy armii - 1000 km, a TDW - powyżej 1000 km.

"Rejonem oddziaływania ogniowego" ma być obszar, w którym dowódca danego szczebla musi zwalczać i niszczyć przeciwnika środkami i środkami organicznymi, wzmocnienia i wsparcia. Głębokość rejonu wynosić będzie dla: batalionu - 5 km, brygady - 15 km, dywizji - 70 km, korpusu armijnego - 150 km, grupy armii - 300 km i TDW - 1000 km.

Powyższy podział powoduje, że dowódca odpowiedniego szczebla dowodzenia zobowiązany jest do zwalczania jednego rzutu przeciwnika na całą głębokość swych możliwości ogniowych oraz rozpoznania i przewidywania zamiaru działań wojsk kolejnego rzutu ugrupowania bojowego lub operacyjnego.

Głównymi środkami ogniowymi zabezpieczającymi realizację koncepcji operacyjno-strategicznej "głębokiego uderzenia" mają być rozpoznawczo-uderzeniowe systemy do zwalczania wojsk pancernych i zmechanizowanych, systemy niszczenia środków rel., pociski rakietowe i lotnicze systemy do niszczenia lotnisk oraz środki o dużej celności i zdalnego minowania narzutowego.

Uwzględniając znaczne wzmocnienie sił zbrojnych NATO okresie zagrożenia i stosowane rozwiązania w ćwiczeniach "Wintex", przewiduje się, że w czasie działań wojennych skład grupowań bojowych sił lądowych w strefie CB i BZ i na SETDW, może być następujący /wariant/:

Zgrupowanie bojowe połączonych sił lądowych strefy CB i BZ składa się z sił lądowych wysp duńskich /1,2 ZBZ, BP "Bornholm" czterech pułkowych zgrupowań taktycznych, jednostek wzmocnienia innych oddziałów i pododdziałów obrony lokalnej i regionalne, sił lądowych Jutlandii i Fionii IDZ/D/, 6 DZ/NZ/, 51 BZ OT/NZ/, DP/WB/, 61 BZmot/NZ/, pułkowe zgrupowanie taktyczne /D/ i inne oddziały i pododdziały OT z sił lądowych RFN i Danii/. Odwodzie może się znajdować 2 Zgr. SD bez 4 BGD/A/. Ponadto należy liczyć się z możliwością użycia w ramach połączonych sił lądowych strefy CB i BZ: 9 DZmot/A/, 3 BPM/WB/H/ i zgrupowania taktycznego sił interwencyjnych NATO "Północ". Zgrupowanie rezerwowe może stanowić JKA mający w swoim składzie w zależności od sytuacji i otrzymanego zadania do pięciu dywizji.

Zgrupowanie bojowe połączonych sił lądowych na SE TDW składa się z dwóch grup armii /PGA i CGA/ oraz odwodów dowództwa teatru działań wojennych oraz teatru wojny.

Północna Grupa Armii w pierwszym rzucie operacyjnym może posiadać do czterech korpusów armijnych - 1 KA/H/, 1 KA/NZ/, 1 KA/WB/ i 1 KA/B/ a w drugim rzucie i odwodzie trzy korpusy armijne - 3 KA/A/, 3 KA/WB/ i 4 KA/NZ/.

Centralna Grupa Armii w pierwszym rzucie operacyjnym może posiadać do pięciu korpusów armijnych - 3 KA/NZ/, 5 KA/A/, 7 KA/A/, 2 KA/NZ/ i 5 KA/NZ/, a w drugim rzucie i odwodzie 1 KA/A/ i 7 LDP/A/.

Odwody dowództwa teatru działań wojennych i teatru wojny może stanowić sześć dywizji - 24 DZ/A/, 101 DPSz/A/, 82 DPD/A/, trzy DP OT /WB/ i siedem brygad 302 i 304 BP OT/H/, 6 BŞPpanc/A/, 194 BPanc/A/, 197 BP/A/, BGP-M/K/ i 1 BGP/K/ oraz związki taktyczne i oddziały możliwego dalszego wzmocnienia z sił lądowych Stanów Zjednoczonych, Belgii i Holandii.

W przypadku przystąpienia Francji do wojny należy liczyć się z tym, że korpusy armijne i dywizje wchodzące w skład sił szybkiego reagowania jak i kolejne zorganizowane związki i oddziały mogą wejść w skład poszczególnych grup armii, odwodów teatru działań

wojennych, mogą być użyte do spotęgowania powodzenia grup armii lub samodzielnie.

Przewidywane ugrupowanie sił lądowych NATO na Środkowo-europejskim TDW oraz w strefie Cieśnin Bałtyckich i Bałtyku zachodniego przedstawia załącznik nr 1 /na przykładzie ówczesnego WINTEX/ CIMEX-87/.

Szerokość pasa natarcia korpusu armijnego NATO wynosi 10-80 km a dla dywizji 20-30 km.

Szerokość pasa obrony wynosi: dla korpusu 60-150 km a dla dywizji 20-60 km.

Zgodnie z założeniami powodzenie koncepcji "głębokich derzeń" zależy od właściwego wykorzystania wysoce efektywnych systemów rozpoznania i rażenia ogniowego opartych na najnowszych osiągnięciach techniki.

Dane o naszym systemie łączności przeciwnik będzie zbierał wszystkimi rodzajami rozpoznania. Jednak podstawowym rodzajem rozpoznania zapewniającym zdobywanie potrzebnych danych jest rozpoznanie radioelektroniczne będące elementem walki radioelektronicznej.

Charakterystyka bazy materialnej systemu walki radioelektronicznej

Armie państw NATO mają struktur organizacyjnych typu 86 dysponują następującymi pododdziałami WRE:

1. Stany Zjednoczone:

- grupa rozpoznania i walki radioelektronicznej /Gr.RiWRE/ - na szczeblu korpusu;
- kompania rozpoznania i WRE /kriWRE/ - w rozpoznawczym pułku pancernym;
- batalion rozpoznania i WRE /br i WRE/ na szczeblu dywizji.

2. Republika Federalna Niemiec:

- batalion rozpoznania i WRE na szczeblu korpusu;
- kompania rozpoznania i WRE na szczeblu dywizji.

3. Wielka Brytania:

- pułk rozpoznania i WRE - działający na korzyść 1 i 2 KA.

Francja:

- batalion WRE - na szczeblu korpusu.

Dania:

- po jednej kompanii rozpoznania i WRE w siłach lądowych Jutlandii i Zelandii.

Belgia i Holandia - po jednej kompanii rozpoznania i WRE wojsk lądowych.

Ilość pododdziałów WRE szczebla operacyjno-taktycznego w wymienionych armiach państw NATO wskazuje, że największe możliwości oddziaływania na system łączności posiadają siły lądowe Stanów Zjednoczonych i Republiki Federalnej Niemiec.

Organizacja sił i środków WRE w korpusach armijnych tych państw przedstawiają rysunki nr 1.1 i 1.2. Badania dostępnych materiałów źródłowych pozwoliły określić wyposażenie pododdziałów WRE MA Stanów Zjednoczonych w środki rozpoznania radiowego i zakłóceń radiowych oraz dokonanie charakterystyki ich niektórych parametrów techniczno-taktycznych. Wyniki tych badań przedstawiono w tabeli 1 i 2. W odniesieniu do armii pozostałych państw NATO fragmentaryczne dane w materiałach źródłowych uniemożliwiły określenie zarówno pełnego wyposażenia pododdziałów WRE jak i ich charakteryzowanie ich środków.

Przyjęcie do dalszych badań niepełnych danych o bazie materiałnej potencjalnego przeciwnika utrudnia uzyskanie w miarę obiektywnego wyniku, to jest dokonanie pełnej oceny zagrożenia radioelektronicznej systemu łączności.

Z powyższych względów rozpatrzono jedynie pododdziały WRE korpusu armijnego Stanów Zjednoczonych, tym bardziej iż posiadają one największe ze wszystkich armii państw NATO możliwości oddziaływania na nasz system łączności.

Przyjęcie powyższego założenia jest uzasadnione z tego tytułu że pozwala ono poddać analizie najbardziej niekorzystne uwarunkowania.

Charakterystyka przestrzenna podsystemów rozpoznania radiowego zakłóceń radiowych.

Struktura przestrzenna obu podsystemów, czyli rozmieszczenie ich elementów w ugrupowaniu wojsk w głównej mierze zależy od takich czynników jak:

charakter przewidywanych działań wojennych ;

sytuacja operacyjno-taktyczna i wynikająca z niej sytuacja radioelektroniczna ;

warunki terenowe, a zwłaszcza warunki propagacji fal elektromagnetycznych.

Zgodnie z obowiązującymi w armiach państw NATO zasadami, elementy podsystemów rozpoznania radiowego i zakłóceń radiowych rozmieszcza się w ugrupowaniu korpusu armijnego /dywizji/ w następujący sposób:

Sekoja WRE rozmieszczona jest w ramach centrum dowodzenia działaniami bojowymi SD KS /SD dywizji/.

Środki podsystemu rozpoznania radiowego rozmieszcza się równomiernie w pasie działania korpusu /dywizji/ w odległości od linii styczności wojsk, zapewniającej z jednej strony dostęp elektromagnetyczny do systemu łączności przeciwnika, oraz z drugiej strony - odpowiednią głębokość rozpoznania. Ponieważ pododdziały WRE szczebla operacyjno-taktycznego prowadzą rozpoznanie radiowe na falach przyziemnych, dążność do zapewnienia właściwej głębokości rozpoznania spowodowała rozwijanie elementów podsystemów rozpoznania radiowego w stosunkowo małej odległości od linii styczności wojsk. Odległości te podane są w tabeli 1 i 2.

Środki podsystemów zakłóceń radiowych rozmieszcza się w pasie działania korpusu /dywizji/ z uwzględnieniem zasady koncentracji głównego wysiłku zakłóceń na wybranych kierunkach, w miejscach zapewniających efektywne wykorzystanie możliwości sprzętu oraz współdziałania z elementami podsystemu rozpoznania radiowego.

System rozpoznawczo-uderzeniowy PLSS

Szczególnej uwagi wymaga nowoczesny system rozpoznawczo-uderzeniowy PLSS stosowany na szczeblu grupy armii.

Przeznaczenie: wykrywanie i lokalizacja środków radioelektronicznych oraz naprowadzanie samolotów bojowych i pocisków raketowych na wykryte cele.

Skład systemu:

a/ 12 samolotów rozpoznania i retranslacji TR-1;

- b/ 12 naziemnych punktów sieci radionawigacji;
- c/ naziemne centrum kierowania;
- d/ samoloty myśliwsko bombowe lub pociski raketowe do zwalczania celów.

Rodzaje pracy systemu:

- a/ rozpoznanie środków radioelektronicznych;
- b/ rozpoznanie i naprowadzanie środków rażenia;
- c/ naprowadzanie środków rażenia.

Możliwości systemu:

- a/ szerokość pasa rozpoznania - 500 km;
- b/ głębokość rozpoznania środków radioelektronicznych - 600 km;
- c/ zakres rozpoznawanych częstotliwości:
 - 20 - 18000 MHz /promieniowanie ciągłe/
 - 700 - 18000 MHz /promieniowanie impulsowe/;
- d/ czas określenia współrzędnych - 30 s
- e/ dokładność określenia współrzędnych miejsca:
 - impulsowych środków radioelektronicznych - 15 m
 - promieniowania ciągłego - 30 m;
- f/ ilość jednocześnie naprowadzanych środków rażenia;
- g/ dokładność naprowadzania kierowanych środków rażenia - 10 m z odległości 200 - 300 km od celu.

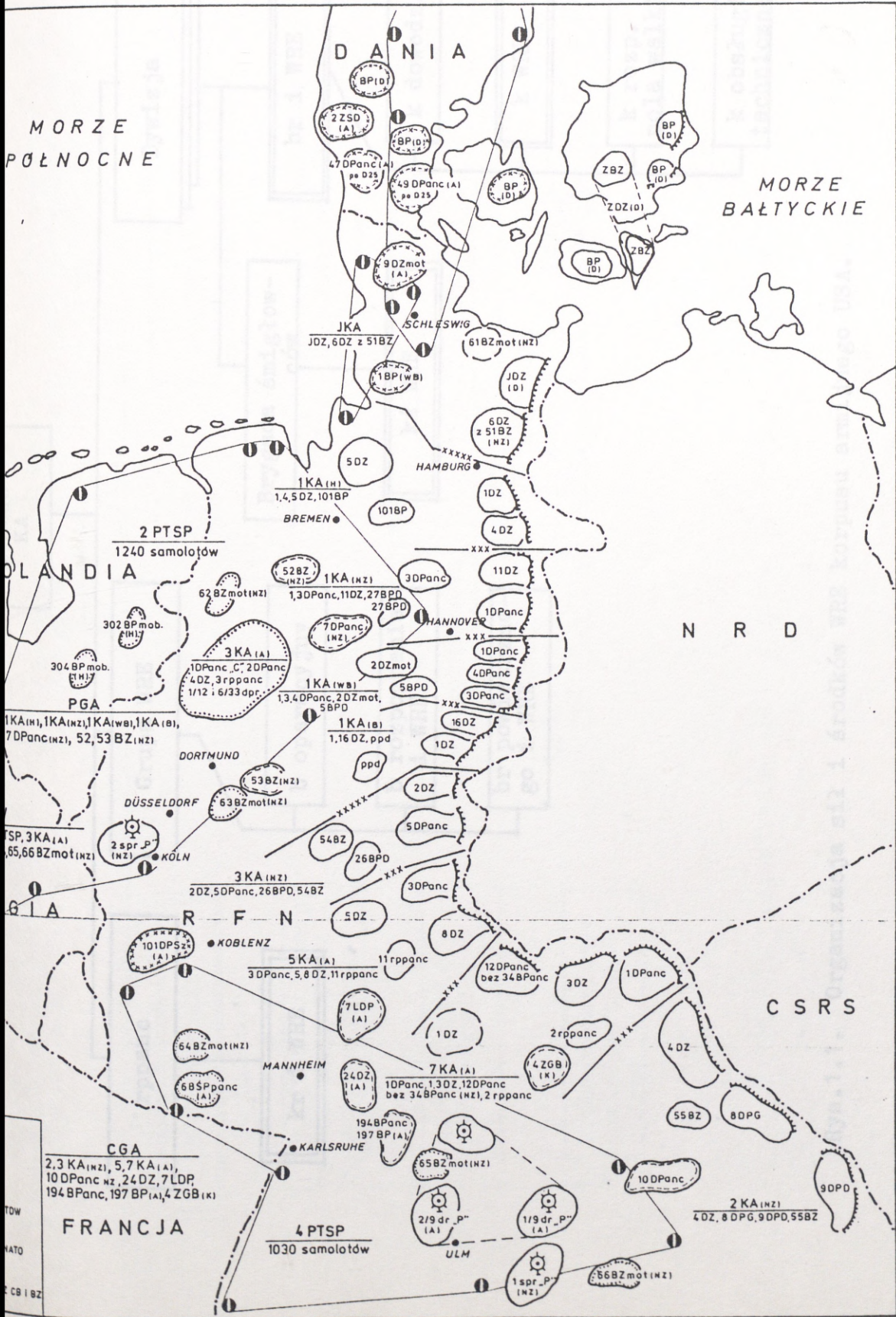
Zasada funkcjonowania systemu.

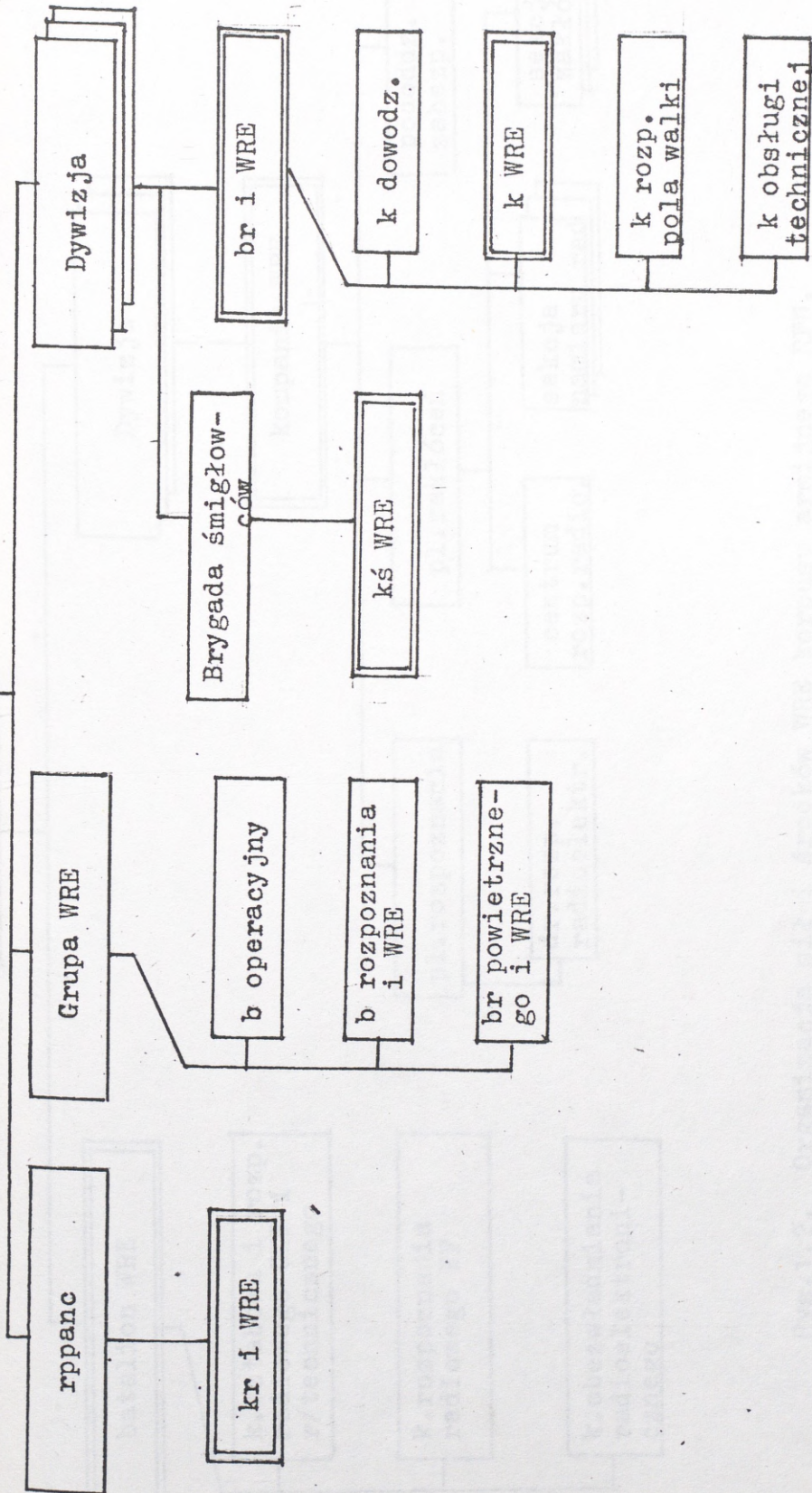
W pierwszym układzie pracy trzy samoloty rozpoznania i retranslacji na wysokościach do 24 tys. metrów i oddaleniu od linii styczności wojsk 100 - 150 km jednocześnie prowadzą rozpoznanie środków radioelektronicznych za pomocą pokładowych synchronicznie przestrajanym odbiorników. Odległość między samolotami 150 - 200 km. Na każdym samolocie dokonywana jest pierwotna obróbka sygnałów i retranslacja ich na ziemię.

W drugim układzie pracy jednocześnie z rozpoznaniem ma miejsce automatyczne naprowadzanie taktycznych samolotów F-4E lub kierowanych rakiet.

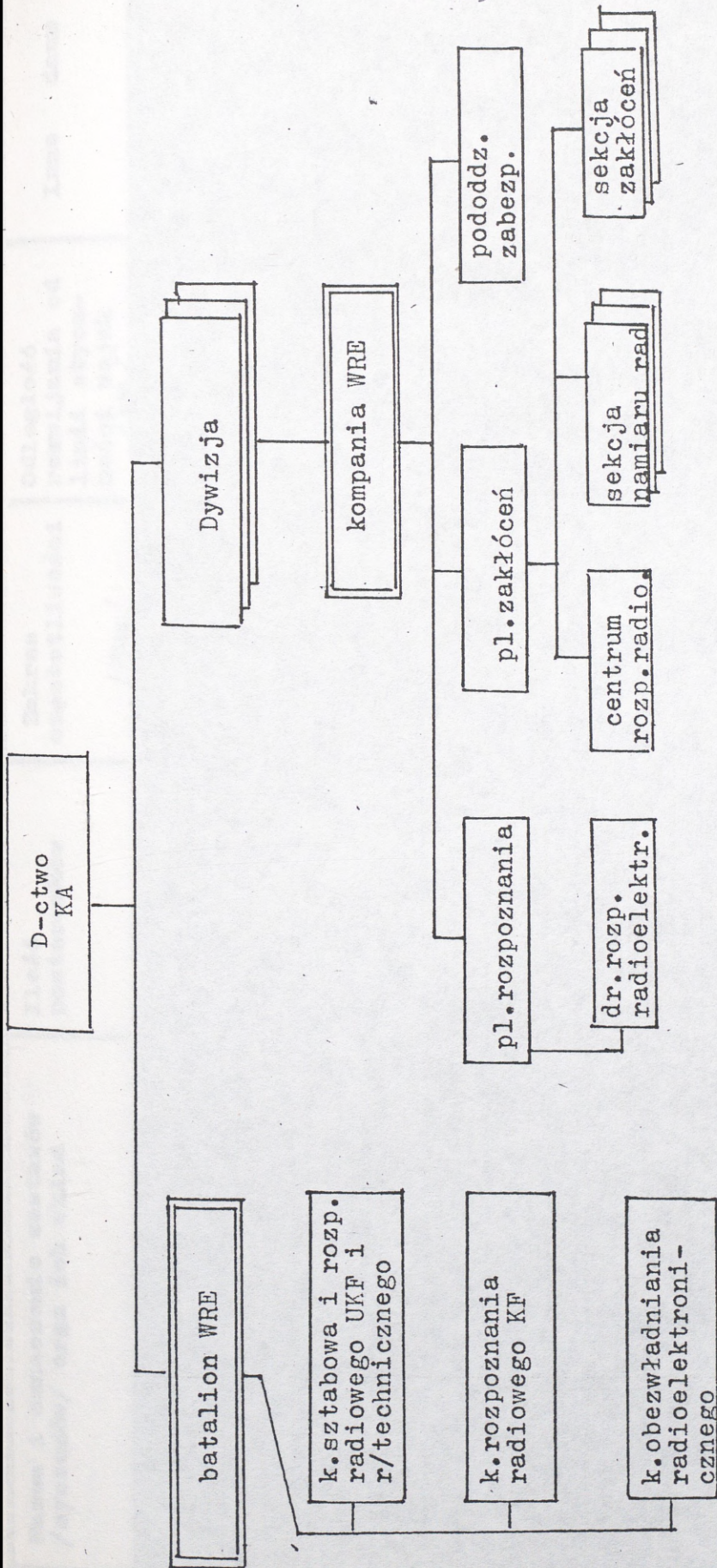
Trzeci układ wykorzystuje się przy naprowadzaniu środków rażenia na cel wg danych z innych środków rozpoznania.

UGRUPOWANIE SIŁ LĄDOWYCH NATO NA ŚRODKOWOEUROPEJSKIM TDW
ORAZ W STREFIE CIEŚNIN BAŁTYCKICH I BAŁTYKU ZACHODNIEGO
W ĆWICZENIU „WINTEX/CIMEX-87”





Rys.1.1. Organizacja sił i środków WRE korpusu armijnego USA.



Rys.1.2. Organizacja sił i środków WRE korpusu armijnego RFN.

Lp	Nazwa i oznaczenie zestawów /systemów/ orgz ich skład	Ilość posterunków	Zakres częstotliwości /MHz/	Odległość rozwijania od linii styczności wojsk /km/	Inne dane
1	<p>2</p> <p><u>Grupa rozpoznania i WRE KA</u></p> <p>AN/TSQ-112 "TACELIS" - naziemny system rozpoznania radiowego Kf i UKF</p> <p>Skład:</p> <ul style="list-style-type: none"> - centrum dowodzenia i opracowania danych AN/TSQ-105 - dwa węzły przechwyty i kierowania namierzaniem - dwie sieci namiaru 	3	4	5	6
1	<p>Grupa rozpoznania i WRE KA</p> <p>AN/TSQ-112 "TACELIS" - naziemny system rozpoznania radiowego Kf i UKF</p> <p>Skład:</p> <ul style="list-style-type: none"> - centrum dowodzenia i opracowania danych AN/TSQ-105 - dwa węzły przechwyty i kierowania namierzaniem - dwie sieci namiaru 	<p>18 posterunków odbioru</p> <p>8 posterunków namiaru</p>	<p>rozpoznanie</p> <p>0,5-500 MHz namierzanie</p> <p>20 - 500 MHz</p>	<p>70 - 165 /centrum/ do 30 /węzły przechwyty/</p> <p>3 - 15 /namiernik/</p>	<p>Centrum przetwarzania danych na zadanie kierować pracą system w sposób automatyczny</p> <p>Dane uzyskuje się także z samolotów rozpoznawczych "Guardrail"</p> <p>W KA jeden komplet</p>
2	<p>AN/ALQ-16 "Guardrail-5"</p> <ul style="list-style-type: none"> - samolotowy system rozpoznania radiowego UKF <p>Skład:</p> <ul style="list-style-type: none"> - naziemne centrum kierowania i opracowania danych - 6 samolotów RU-21H /na pokładzie każdego 6 odbiorników i namiernik. 	<p>12 posterunków odbioru</p> <p>2 posterunki namiaru</p>	<p>20-75</p> <p>100-150</p> <p>350-450</p> <p>20-75</p> <p>100-450</p>	<p>1. Kierowanie systemem odbywa się z centrum systemu AN/TSQ-12</p> <p>2. Dyżurują 2 samoloty</p>	

<p>system rozpoznania radiolinio- wego: troposferycznego</p> <p>Skład:</p> <ul style="list-style-type: none"> - kompleks samolotowy - 12 samo- lotów RU-21, każdy z 14 odbior- nikami na pokładzie / 10 w za- kresie 20-300 MHz i 4 w zakre- sie 300-5000 MHz/ - kompleks naziemny - centrum kierowania i opracowy- wania danych - węzeł przechwyty 	<p>20-5000 MHz</p>	<p>30</p>	
<ul style="list-style-type: none"> - kompleks naziemny - centrum kierowania i opracowy- wania danych - węzeł przechwyty 	<p>20-1000 MHz</p>	<p>3-7 15-20 /centrum/ 3-7 /węzeł/</p>	
<p>4 AN/TRQ-30 - naziemny zestaw rozpoznania radiowego KF i UKF</p> <p>Skład: przenośne stacje rozpoznania</p>	<p>0,5 - 150</p>	<p>3-5</p>	
<p>5 AN/TRQ-32 - naziemny zestaw rozpoznania radiowego KF i UKF</p> <p>Skład: przenośne stacje rozpoznania</p>	<p>0,5 - 150</p>	<p>3-5</p>	<p>Dokładność namiaru 2 - 3° czas rozwijania 30 min.</p>
<p>1 <u>br i WRE dywizji</u> AN/TSQ-114 "TRAIL BLAZER"</p> <ul style="list-style-type: none"> - dwa węzły przechwyty i dowo- dzenia - sieć namiaru ręcznego /KF/ - sieć namiaru automatycznego 	<p>0,5 - 150 0,5 - 76</p>	<p>3-15</p>	<p>W dywizji 2 systemy AN/TSQ-114 Dokładność namiaru 2°</p>

rozpoznanie KF 1 UKF	odbiór UKF i postępnienie	0,5 - 150	3 posterunki odbioru KF 1 UKF	3 AN/TRQ-30
<p>3 AN/TRQ-30</p>	<p>0,5 - 150</p>	<p>3 posterunki odbioru KF 1 UKF</p>	<p>3 posterunki odbioru KF 1 UKF</p>	<p>3 AN/TRQ-30</p>
<p>3 AN/TRQ-30</p>	<p>0,5 - 150</p>	<p>3 posterunki odbioru KF 1 UKF</p>	<p>3 posterunki odbioru KF 1 UKF</p>	<p>3 AN/TRQ-30</p>
<p>3 AN/TRQ-30</p>	<p>0,5 - 150</p>	<p>3 posterunki odbioru KF 1 UKF</p>	<p>3 posterunki odbioru KF 1 UKF</p>	<p>3 AN/TRQ-30</p>
<p>3 AN/TRQ-30</p>	<p>0,5 - 150</p>	<p>3 posterunki odbioru KF 1 UKF</p>	<p>3 posterunki odbioru KF 1 UKF</p>	<p>3 AN/TRQ-30</p>
<p>3 AN/TRQ-30</p>	<p>0,5 - 150</p>	<p>3 posterunki odbioru KF 1 UKF</p>	<p>3 posterunki odbioru KF 1 UKF</p>	<p>3 AN/TRQ-30</p>
<p>3 AN/TRQ-30</p>	<p>0,5 - 150</p>	<p>3 posterunki odbioru KF 1 UKF</p>	<p>3 posterunki odbioru KF 1 UKF</p>	<p>3 AN/TRQ-30</p>

Lp	Nazwa i oznaczenie systemu Skład systemu	Odl. od linii styczna. wojsk w km	Moc nadajnika kW	Ilość nad. zakłóceń	Zakres częstotliwości wojsk	Możliwości jednoczes. zakłóceń	Inne dane
1	2 GR 1 WRE KA AN/TLQ-17 Dwa naziemne zestawy obezwładniania radioelektronicznego łączności radiowej KF i UKF - nadajnik zakłóceń - odbiornik szerokopasmowy	3	4 0,550 emisja ciąga 2,5 w impulsie	5 9	6 1,5-80	7 9 relacje KF lub UKF	8
2	AN/MLQ-34 Trzy naziemne zestawy obezwładniania radioelektronicznego łączności radiowej UKF - trzy nadajniki zakłóceń - odbiornik szerokopasmowy AN/ULR-17 7 minikomputer	3-5	0,5 emisja ciąga 4 w impulsie	9	20-180	9 relacji UKF	
3	CEFIRE TIGER Samolotowy system obezwładniania radioelektronicznego łączności radiolinijowej i troposferycznej Trzy samoloty wyposażone w odbiorniki rozpoznawcze i nadajniki zakłóceń - samolot pierwszy - nadajnik 1 i 2		3-10	4 /dyżurnia 1-2 samoloty/	nr 1-60-115 nr 2-1500-2000 nr 3-115-480 nr 4-450-1500		Współpracuje z systemem LEFOX GREY

<p>3 - samolot trzeci - nadajnik 4</p>	<p>Kompania WRE rppano AN/TLQ-17</p>	<p>2</p>	<p>0,550</p>	<p>2</p>	<p>1,5-80</p>	<p>2 relacje KF lub UKF</p>	<p>Współpracuje z systemem LEFOX GREY</p>
<p>8 III br i WRE</p>	<p>Trzy stacje AN/TLQ-17A</p>	<p>3</p>					<p>Pozostałe dane j.w</p>
<p>Sześć stacji AN/MLQ-34</p>	<p>QUICK FIX</p>	<p>18</p>		<p>6</p>			<p>- " -</p>
<p>Sześć śmigłowców EH-60A/B</p>							<p>- " -</p>

=====
UWAGA: Stacje zakłóceń systemów AN/TLQ-17A, AN/TLQ-27A, AN/MLQ-34, AN/MLQ-33 posiadają możliwość zaprogramowania 254 częstotliwości podlegających zakłóceniu lub jako zastrzeżonych. Istnieje możliwość określenia priorytetów poszczególnych częstotliwości. Komputery pokładowe wymienionych stacji zakłóceń sterują pracą odbiornika i nadajnika stacji umożliwiając:

- przestrojenie nadajnika zakłóceń w czasie do 1 sek.

Zasadniczym rodzajem zakłóceń stacji wymienionych w tabeli są zakłócenia selektywne.

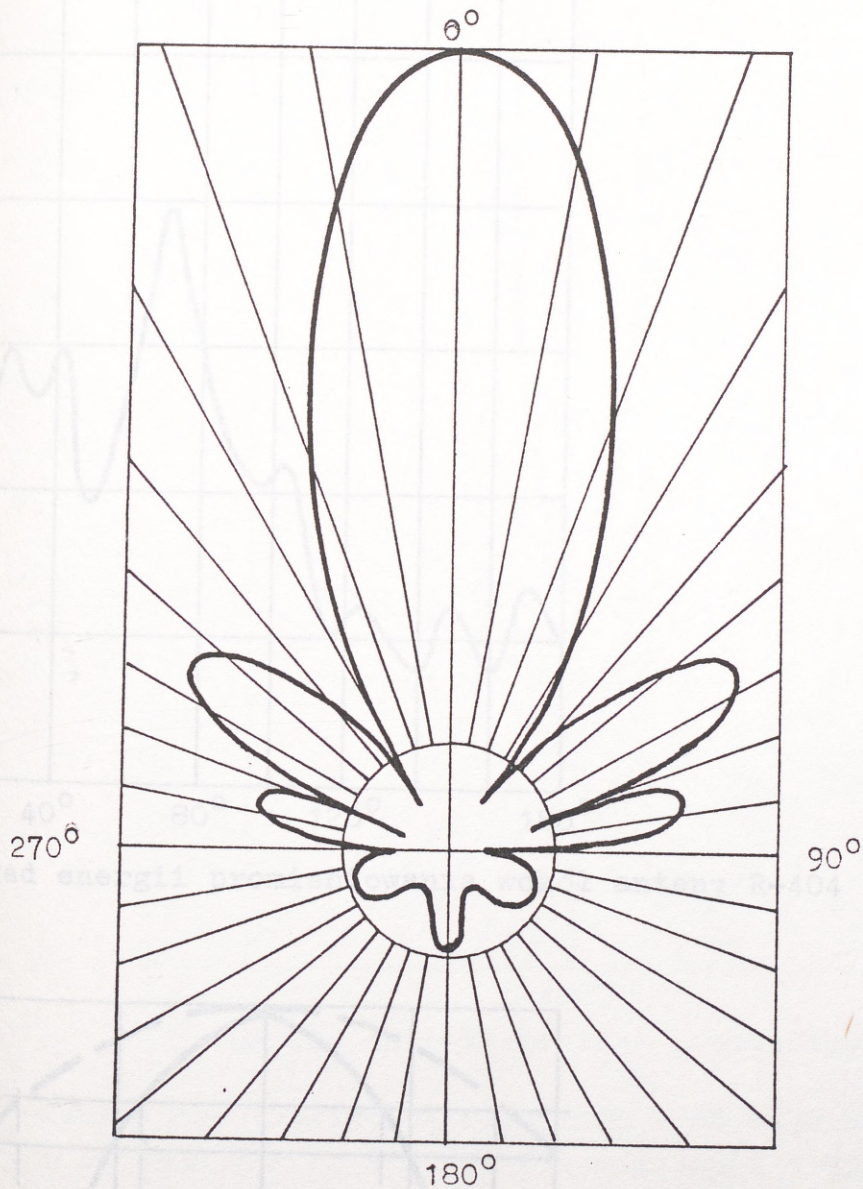
2. PODSTAWOWE PARAMETRY TECHNICZNE WŁASNYCH STACJI RADIOLINIOWYCH I TROPOSFERYCZNYCH

W niniejszym rozdziale opisana jest część podstawowych parametrów technicznych własnych stacji radioliniowych i troposferycznych, umożliwiająca określenie mocy sygnału emitowanego przez stację w dowolnym kierunku.

Stacja radioliniowa R-404

zakres częstotliwości roboczych - od 1550 MHz do 2000 MHz;
46 numerów fal umownych z odstępem co 10 MHz;
średnia moc nadajnika - conajmniej 3,4 W,
moc w impulsie o czasie trwania $0,5 \mu\text{sek}$ - ok 40 W;
modulacja impulsowa z modulacją fazy impulsu; ciąg 24 impulsów, każdy o czasie trwania $0,5 \mu\text{sek}$, powtarzanie co $125 \mu\text{sek}$;
antena - nadawczo-odbiorcza, paraboliczna o średnicy 1,5 m i zysku 24 dB, zamontowana na wysokości do 30 m /dolna/ i do 31,5 m /górna/. Polaryzacja pionowa lub pozioma;
trakt antenowy - fider 30 m o stratach 2,4 dB lub jedнопrzewodowa linia przesyłowa /JLP/ o stratach:
przy długości JLP 50 m - 3,9 dB,
przy długości JLP 100 m - 5,3 dB,
przy długości JLP 150 m - 6,5 dB.
ukompletowanie - dwa półkomplety radiolinii.

Wykres charakterystyka promieniowania stacji R-404



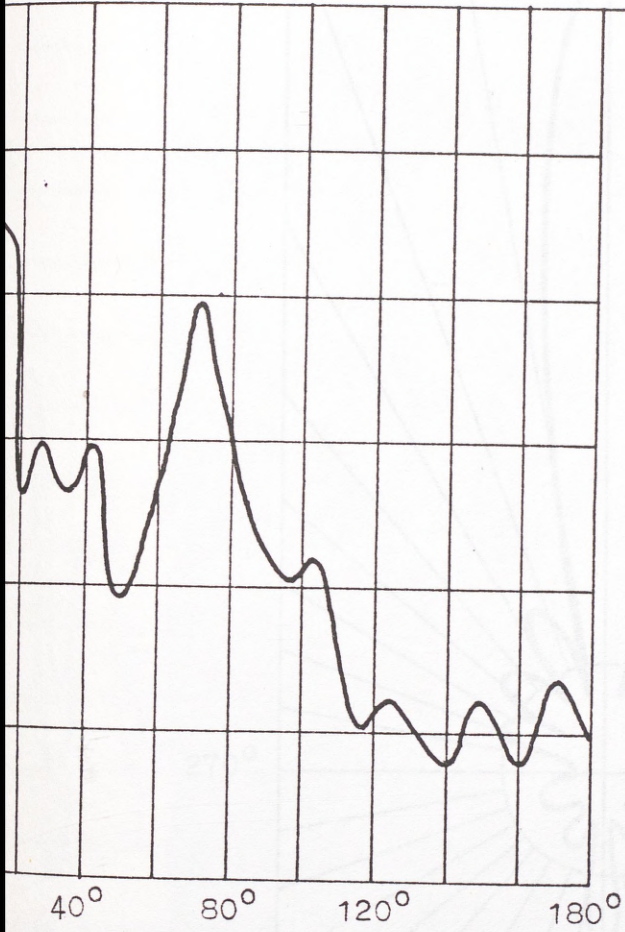
Ogólna charakterystyka promieniowania r/1 R-404

p2.B-76

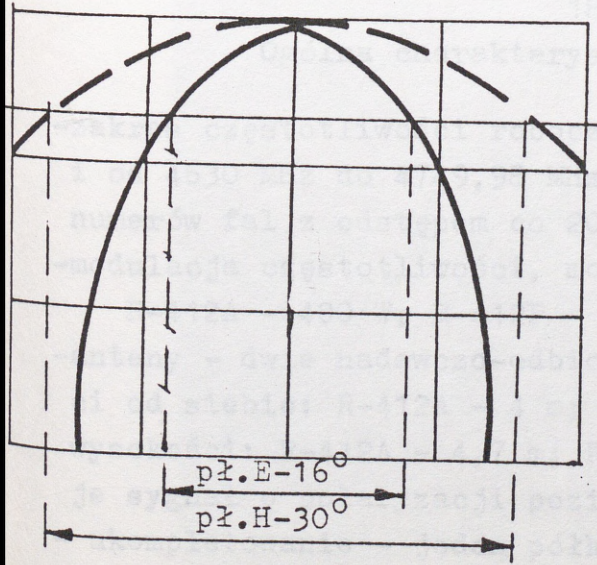
p2.H-30

104-3 systema ogólnego kształtu i wymiarów i kształtu i wymiarów

3/

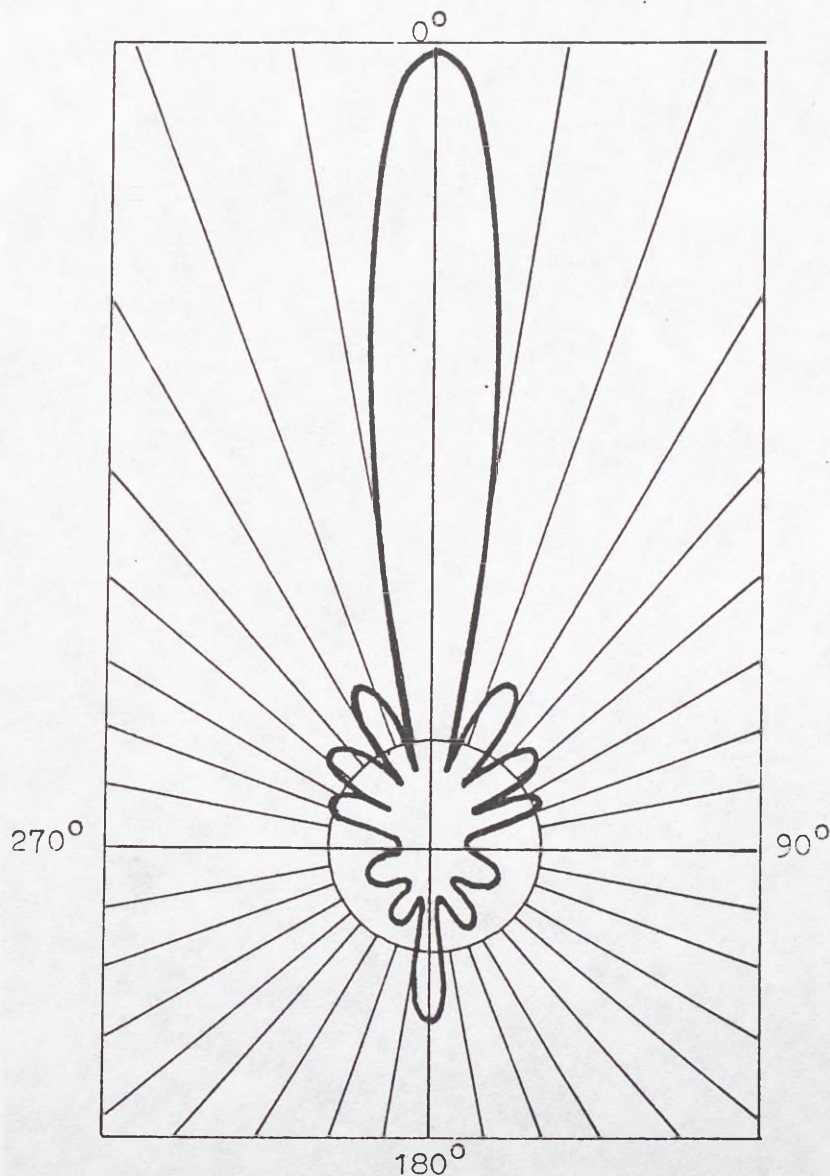


Wykład energii promieniowania wokół anteny R-404



Szerokość wiązki promieniowania listka głównego anteny R-404

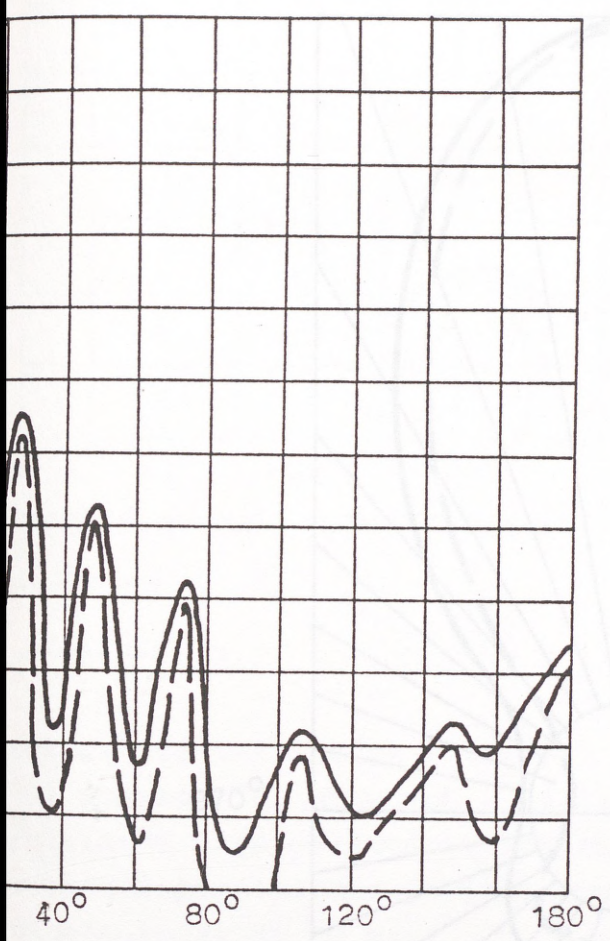
B. Stacja troposferyczna R-412



Ogólna charakterystyka promieniowania stacji R-412

- zakres częstotliwości roboczych - od 4438 MHz do 4555 MHz i od 4630 MHz do 4749,98 MHz - łącznie 11850 ustalonych numerów fal z odstępem co 20 kHz;
- modulacja częstotliwości, moc nadajnika w każdej antenie:
R-412A - 400 W; R-412F - 300 W ;
- anteny - dwie nadawczo-odbiorcze, paraboliczne, w odległości od siebie: R-412A - 4 m; R-412F - 3,2 m; zawieszane na wysokości: R-412A - 4,7 m; R-412F - do 20 m; antena I nadaje sygnał o polaryzacji poziomej, antena II - o pionowej
- ukompletowanie - jeden półkomplet.

Charakterystyka promieniowania R-409 - podzakres A.



Charakterystyka promieniowania wokół anteny R-412

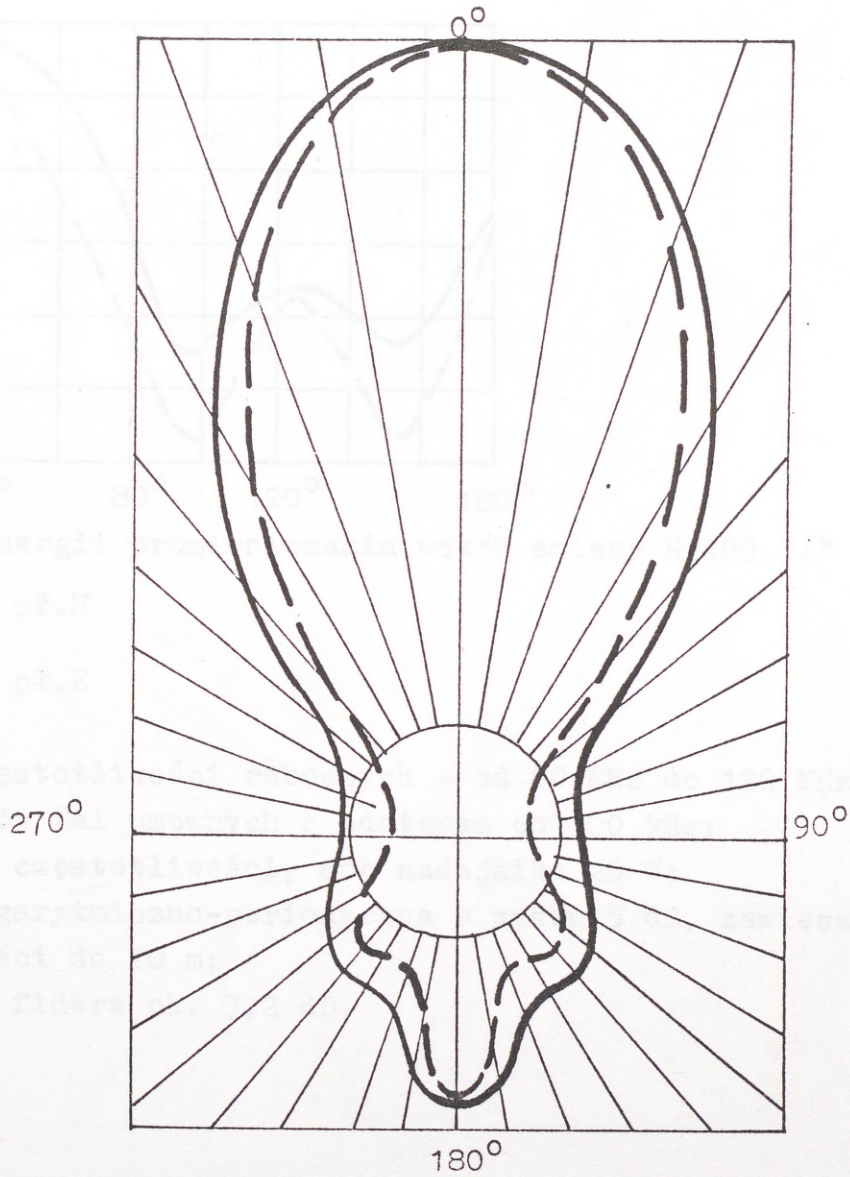
— pł.H

- - pł.E

Ogólna charakterystyka promieniowania R-409

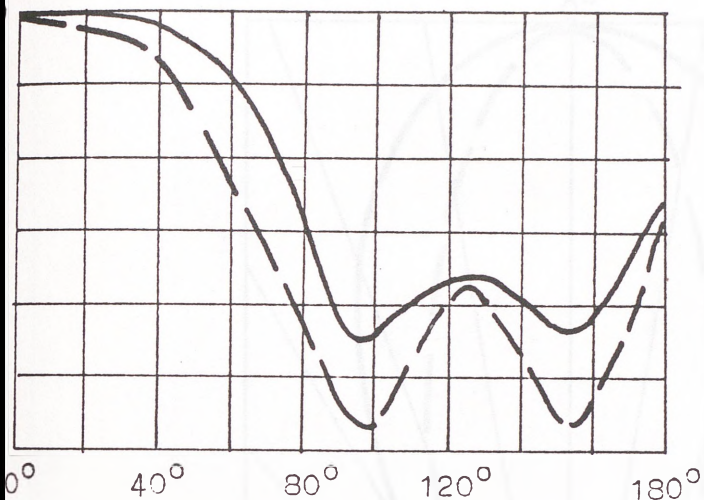
- podzakres A.

C. Stacja radioliniowa R-409 - podzakres A.



Ogólna charakterystyka promieniowania r/l R-409
- podzakres A.

/dB/



Rozkład energii promieniowania wokół anteny R-409 "A"

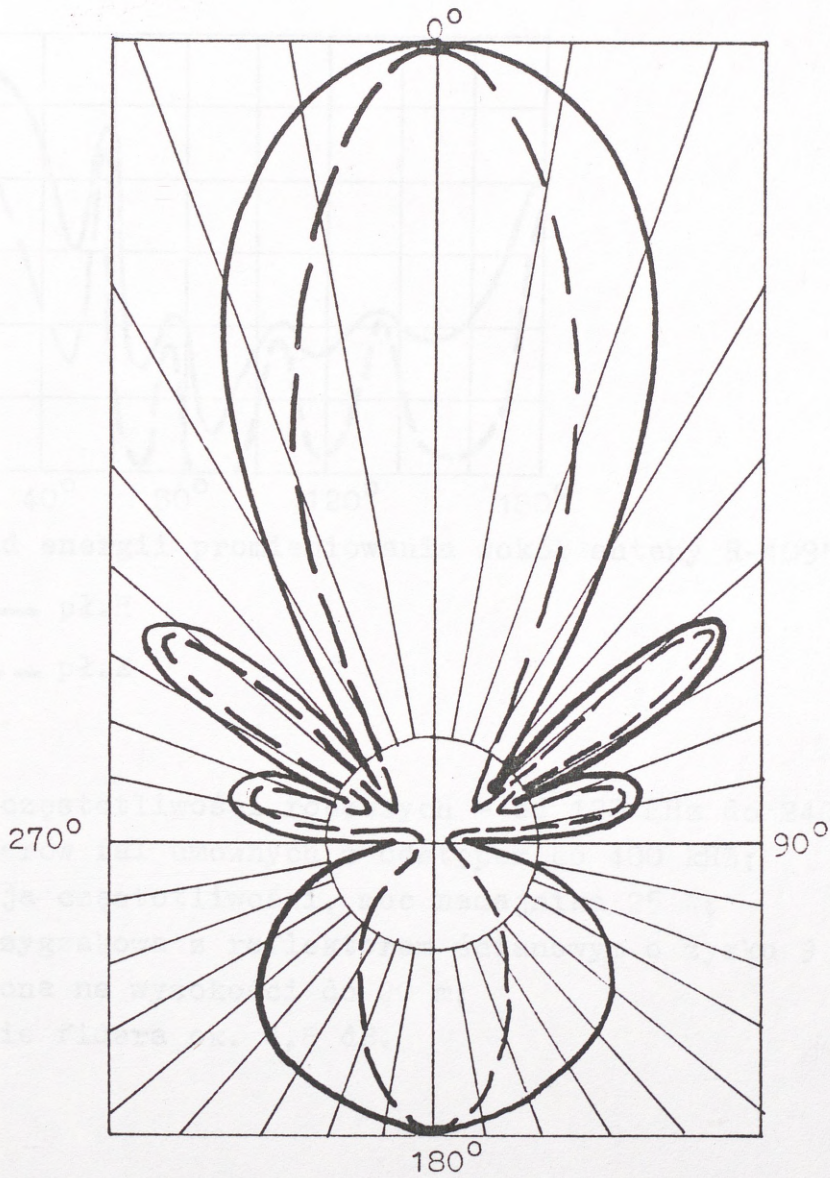
———— pł.H

- - - - - pł.E

zakres częstotliwości roboczych - od 60 MHz do 120 MHz,
601 numerów fal umownych z odstępem co 100 kHz;
modulacja częstotliwości, moc nadajnika 25 W;
antena logarytmiczno-periodyczna o zysku 5 dB, zawieszona
na wysokości do 20 m;
tłumienie fidera ok. 3,2 dB.

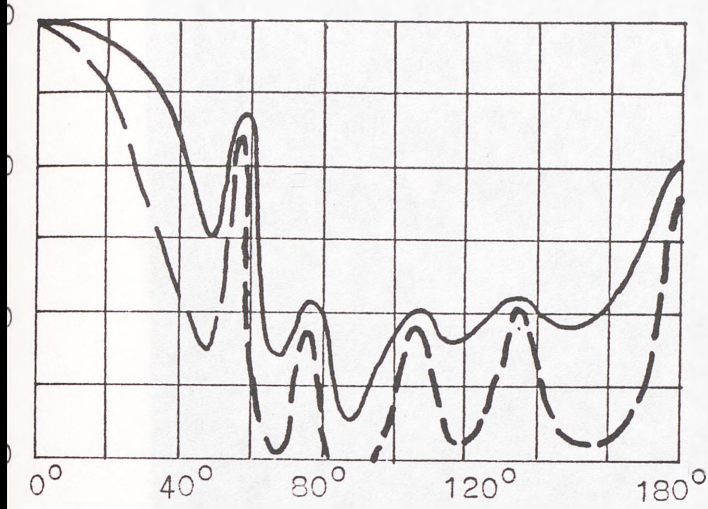
Ogólna charakterystyka promieniowania r/1 R-409 "A"

D. Stacja radioliniowa R-409 - podzakres B.



Ogólna charakterystyka promieniowania r/l R-409"B"

$\frac{P}{P_{max}} / \text{dB} /$

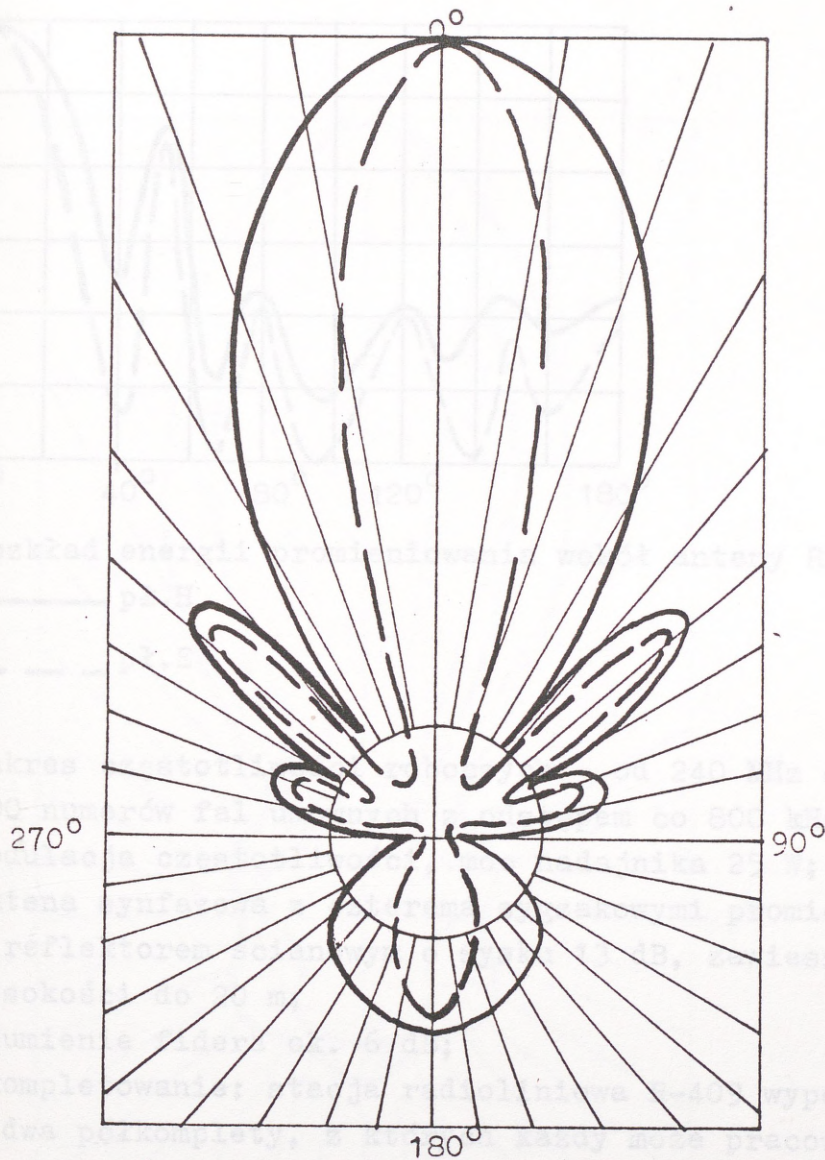


Rozkład energii promieniowania wokół anteny R-409"B"

— pł.H
- - - pł.E

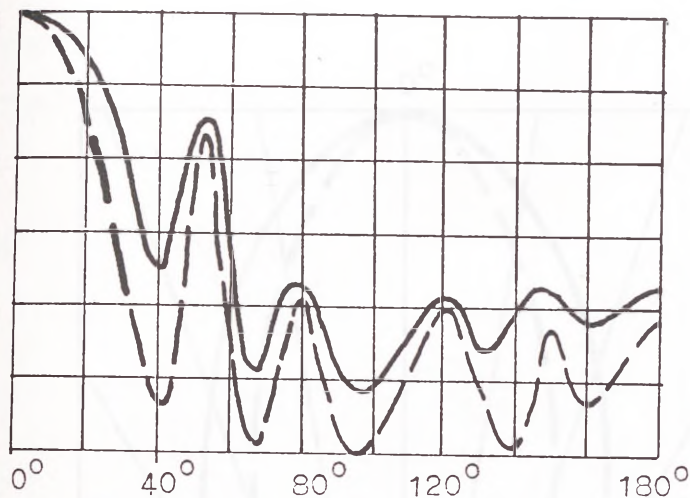
zakres częstotliwości roboczych - od 120 MHz do 240 MHz,
300 numerów fal umownych z odstępem co 400 kHz;
modulacja częstotliwości, moc nadajnika 25 W;
antena zygzakowa z reflektorem ścianowym o zysku 9 dB,
zawieszona na wysokości do 20 m;
tłumienie fidera ok. 4,8 dB.

E. Stacja radioliniowa R-409 - podzakres C.



Ogólna charakterystyka promieniowania r/l R-409"C"

max/dB/



Rozkład energii promieniowania wokół anteny R-409"C"

— pł.H

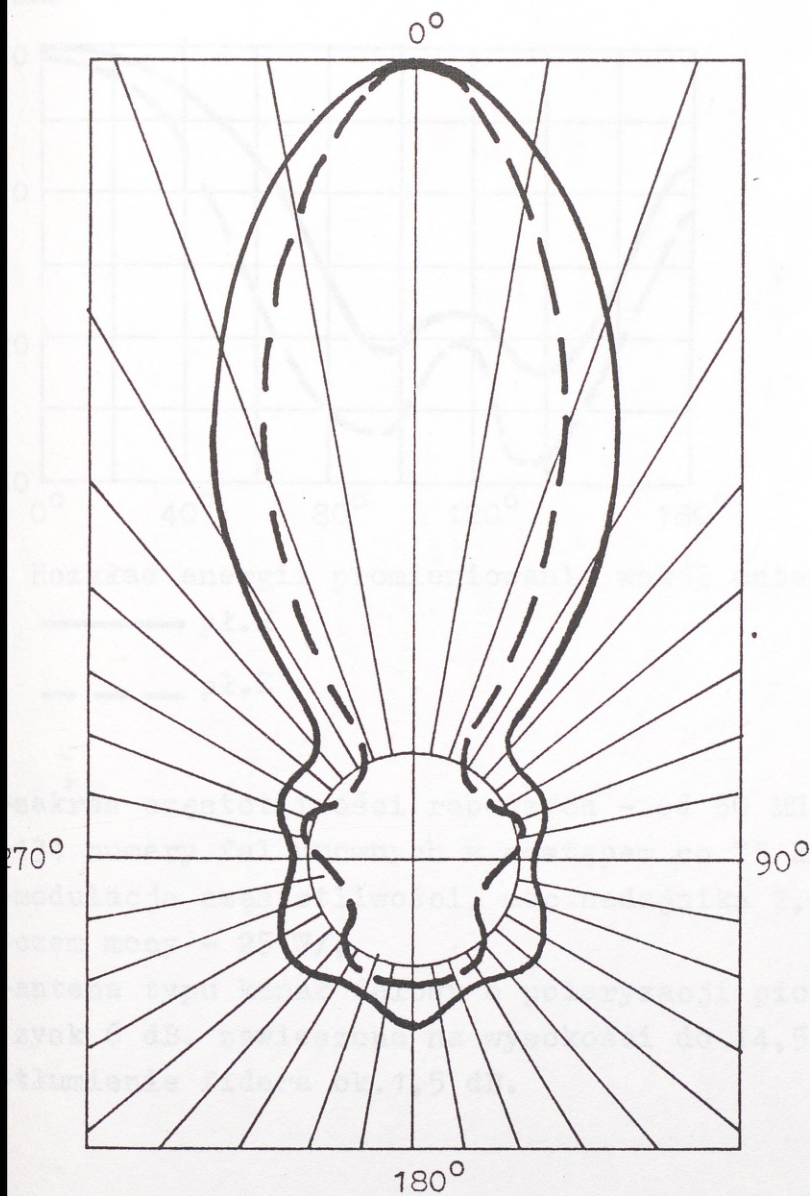
- - - pł.E

- zakres częstotliwości roboczych - od 240 MHz do 480 MHz, 300 numerów fal umownych z odstępem co 800 kHz;
- modulacja częstotliwości, moc nadajnika 25 W;
- antena synfazowa z czterema zygzakowymi promiennikami i reflektorem ścianowym o zysku 13 dB, zawieszona na wysokości do 20 m;
- tłumienie fidera ok. 6 dB;
- ukompletowanie: stacja radioliniowa R-409 wyposażona jest w dwa półkomplety, z których każdy może pracować w podzakresie "A", "B" lub "C".

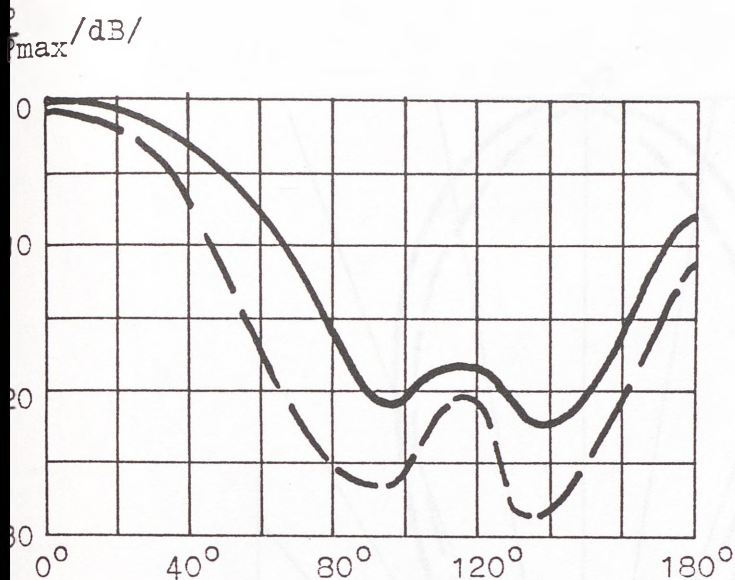
180°

Ogólna charakterystyka promieniowania r/1 R-409"C"

F. Stacja radioliniowa R-405 Z - podzakres "M" /R-401/.



Ogólna charakterystyka promieniowania r/l R-405 "M"



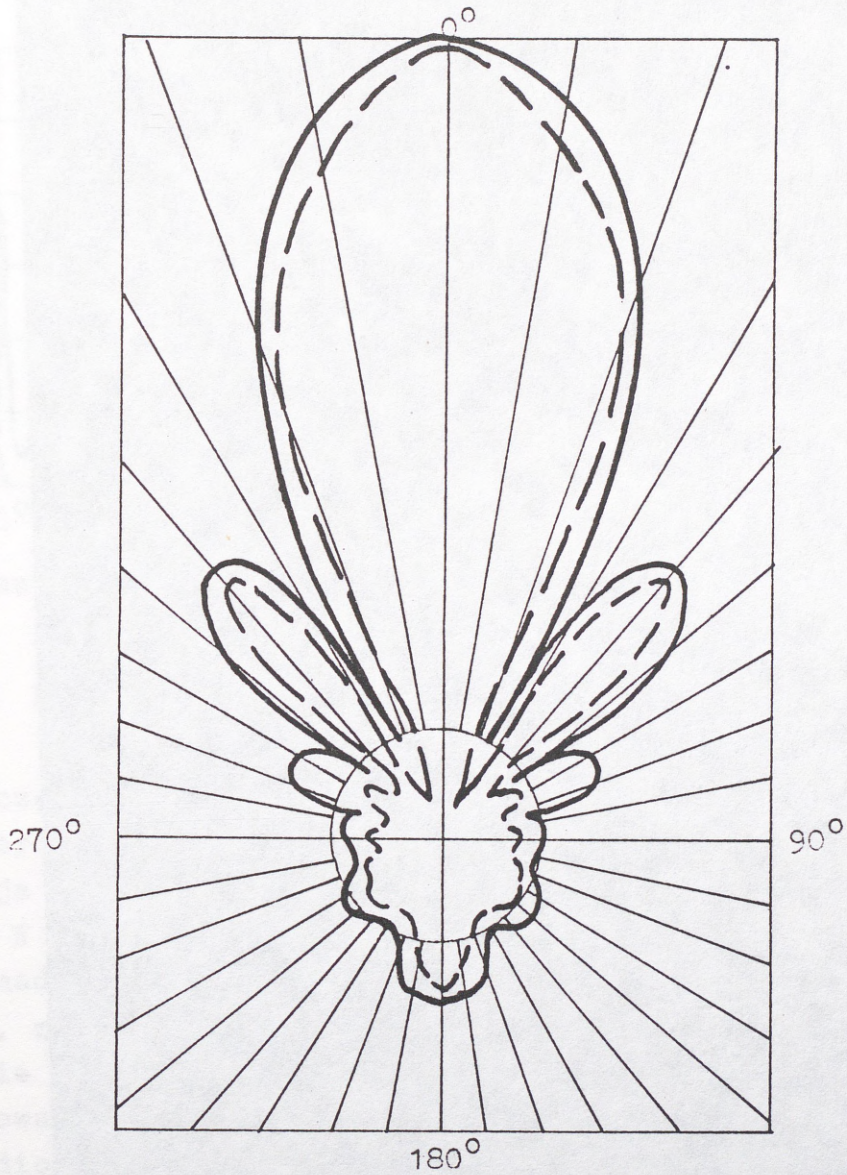
Rozkład energii promieniowania wokół anteny r/1 R-405 "M"

— p.l.H
- - - p.l.E

- zakres częstotliwości roboczych - od 60 MHz do 69,975 MHz, 134 numery fal umownych z odstępem co 75 kHz;
- modulacja częstotliwości, moc nadajnika 2,5 W /z wzmacnieniem mocy - 25 W/;
- antena typu kanał falowy o polaryzacji pionowej lub poziomej, zysk 6 dB, zawieszona na wysokości do 14,5 m;
- tłumienie fidera ok.1,5 dB.

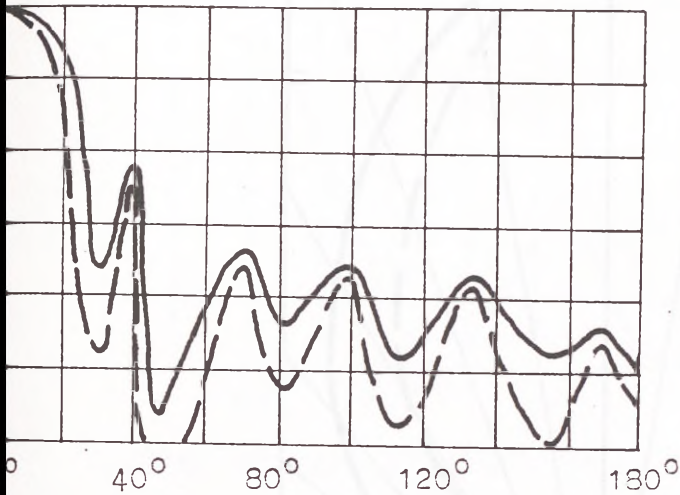
Opis charakterystyki promieniowania r/1 R-405 "M"

G. Stacja radioliniowa R-405 Z - podzakres "D"/R-405PT-1/



Ogólna charakterystyka promieniowania r/l R-405"D"

/dB/



Wykład energii promieniowania wokół anteny r/1 R-405"D"

— pł.H
- - - pł.E

zakres częstotliwości roboczych - od 390 MHz do 420 MHz,
101 numerów fal umownych co 300 kHz;

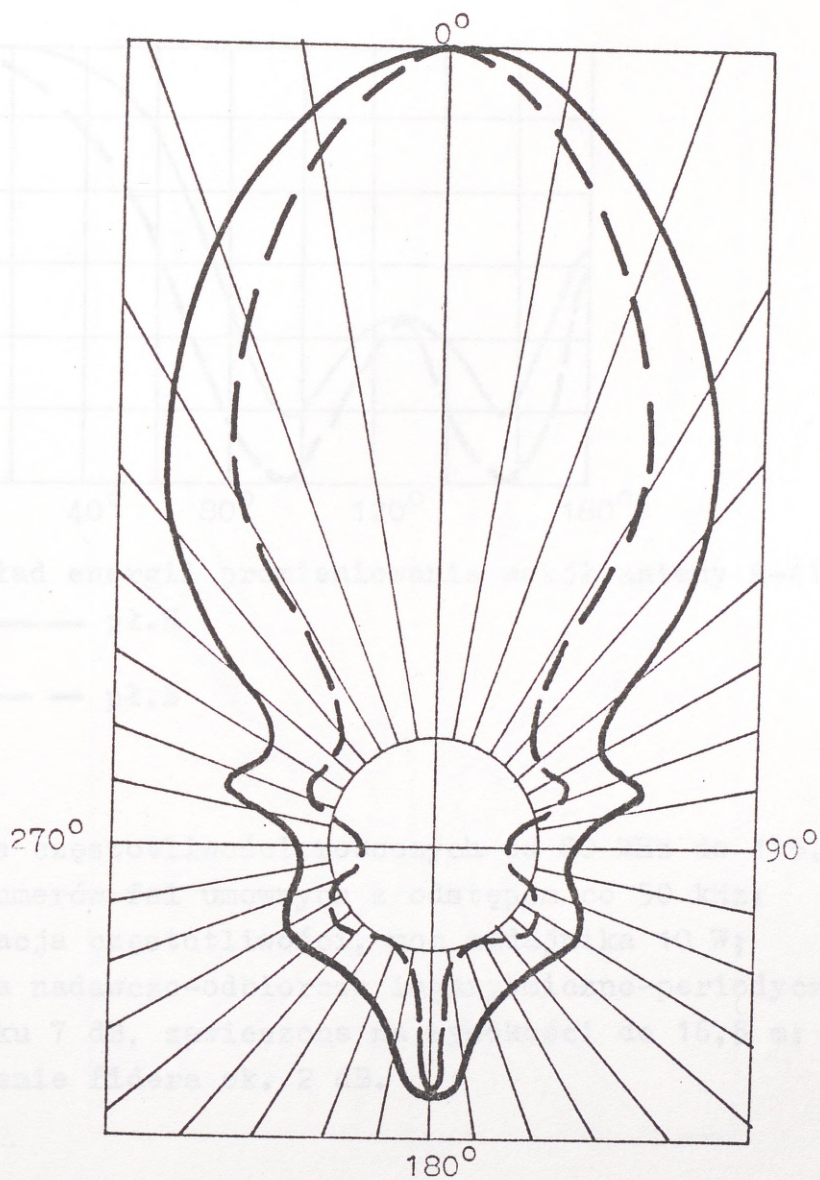
modulacja częstotliwości, moc nadajnika 1,5 W /z wzmacniaczem
mocy 10 W /;

antena nadawczo-odbiorcza kątowna, polaryzacja pozioma lub
pionowa, zysk 10 dB, zawieszona na wysokości do 16,5 m;

tłumienie fidera ok. 4 dB, tłumienie zwrotnicy antenowej 3 dB;

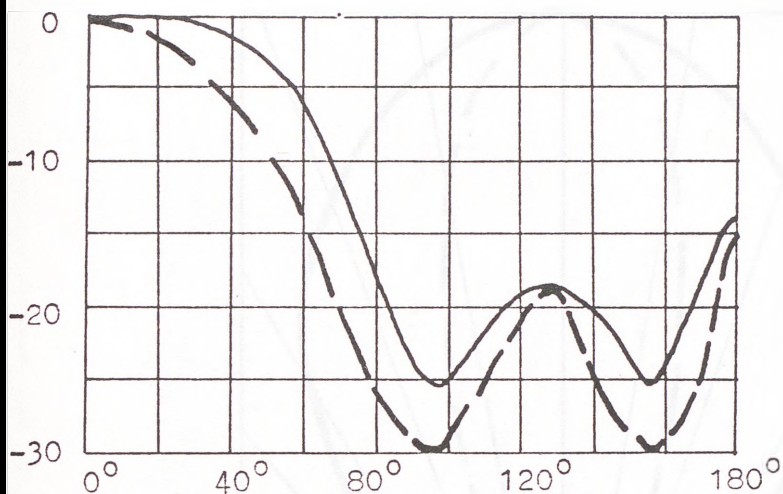
kompletowanie: stacja radioliniowa R-405 Z posiada dwa półkom-
plety radiolinii, z których każdy może pracować w podzakresie
metrowym lub decymetrowym.

H. Stacja radioliniowa R-415 - podzakres "M"



Ogólna charakterystyka promieniowania r/L R-415 "M"

$\frac{P}{P_{max}}/dB/$



Rozkład energii promieniowania wokół anteny R-415'M"

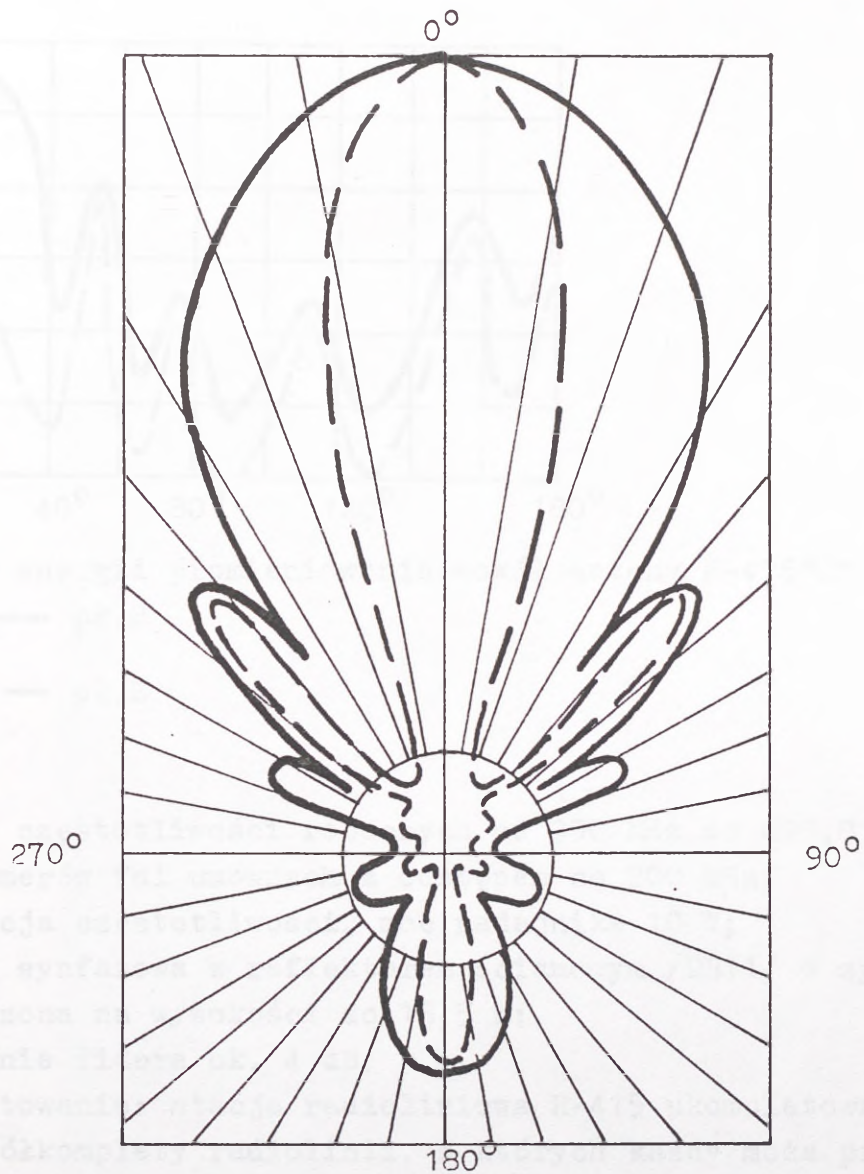
— pł.H

- - - pł.E

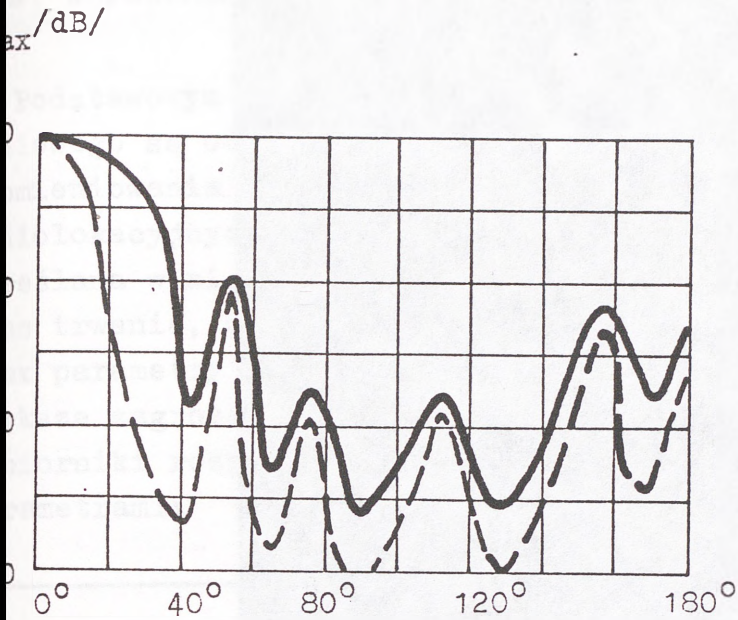
- zakres częstotliwości roboczych od 80 MHz do 119,95 MHz, 800 numerów fal umownych z odstępem co 50 kHz;
- modulacja częstotliwości, moc nadajnika 10 W;
- antena nadawczo-odbiorcza logarytmiczno-periodyczna /1B11/ o zysku 7 dB, zawieszona na wysokości do 16,5 m;
- tłumienie fidera ok. 2 dB.

Ogólna charakterystyka promieniowania r/l R-415'M"

Stacja radioliniowa R-415 - podzakres "D"



Ogólna charakterystyka promieniowania r/l R-415 "D"



Rozkład energii promieniowania wokół anteny R-415 "D"

- pł.H
- - - pł.E

- zakres częstotliwości roboczych od 390 MHz do 429,8 MHz, 200 numerów fal umownych z odstępem co 200 kHz;
- modulacja częstotliwości, moc nadajnika 10 W;
- antena synfazowa z reflektorem ścianowym /DB11/ o zysku 11 dB, zawieszona na wysokości do 16,5 m;
- tłumienie fidera ok. 4 dB;

Ukompletowanie: stacja radioliniowa R-415 ukompletowana jest w dwa półkomplety radiolinii, z których każdy może pracować w podzakresie "M" i "D".

3. WSPÓŁCZESNE ROZPOZNAWCZE URZĄDZENIA ODBIORCZE

Podstawowym elementem systemu rozpoznania i przeciwdziałania radiowego są odbiorniki rozpoznawcze, wykorzystywane dla analizy promieniowania elektromagnetycznego systemów łączności, stacji radiolokacyjnych, środków nawigacji i nadajników zakłóceń. Prześlana w nich jest częstotliwość przyjętych sygnałów, ich czas trwania, okres, miejsce położenia źródeł promieniowania oraz parametry tych, które w danym momencie przedstawiają największe zagrożenie. Dla rozwiązywania tych wszystkich zadań odbiorniki rozpoznawcze powinny charakteryzować się poniższymi parametrami:

Charakterystyki	Odbiorniki rozpoznawcze dla analizy fal elektromagnetycznych		
	środki radiolokacyjne	system łączności	
zakres analizowanej częstotliwości	GHz	0,5-18	0,002-0,5
szerokość podzakresów	MHz	1000	5-50
widmo sygnału		od impulsowego o $t=100$ ns. do modulowanego ciągłego	od 1 ms. do modulowanego ciągłego
czułość dla sygnałów ciągłych	dBm	poniżej 70	poniżej 105
dla sygnałów impulsowych		poniżej 60	-
dynamika	dB	powyżej 90	powyżej 80
dokładność pomiaru amplitudy	dB	1	-
dokładność namiaru w stopniach		± 5	± 3

Jednym z najważniejszych rodzajów informacji koniecznej dla klasyfikacji sygnałów są charakterystyki widmowe sygnałów. Dlatego odbiorniki rozpoznawcze w pierwszej kolejności rozpatruje się z punktu widzenia określenia częstotliwościowych parametrów sygnału.

W urządzeniach odbiorczych systemów WRE może występować równoległa, szeregowo i szeregowo-równoległa obróbka sygnałów.

Podstawowym celem tego rozdziału jest rozpatrzenie ogólnych zasad konstrukcji i możliwości techniczne odbiorników rozpoznawczych.

Odbiorniki detektorowe i wielokanałowe o bezpośrednim wzmacnieniu.

Najprostrzym odbiornikiem o równoległej, analogowej obróbce sygnałów jest odbiornik detektorowy składający się z pasmowego filtra, detektora o charakterystyce kwantowej i wzmacniacza logarytmicznego.

Odbiornik detektorowy charakteryzuje się niską czułością do -45 dBm/ i słabą rozdzielczością częstotliwościową. Wykorzystywany jest głównie do pomiaru czasu przyścia i czasu trwania impulsów /do 30 ns/. W niezbyt złożonej sytuacji może być wykorzystany do pomiaru amplitudy impulsów z dokładnością do 1 dB.

Obecnie odbiornik detektorowy jest najczęściej wykorzystywanym odbiornikiem szerokopasmowym, gdyż oprócz liniowego wzmacnienia częstotliwości radiowej charakteryzuje się małymi rozmiarami, prostotą wykonania i niskim kosztem.

Wielokanałowe odbiorniki o wzmacnieniu bezpośrednim zawierają multiplexer częstotliwościowy lub zestaw filtrów dzielący obserwowany zakres częstotliwości na wiele podzakresów, detektory i wzmacniacze logarytmiczne. Analiza sygnału w paśmie częstotliwości każdego filtru może być prowadzona niezależnie. Przy realizacji filtrów falowodowych szerokość ich pasm przepustowych określająca rozdzielczość stanowi $2-3\%$ /min. $0,5\%$ / częstotliwości środkowej filtru. Często nie zabezpiecza to potrzeb współczesnych środków systemów WRE. Oprócz tego, filtry te mają skomplikowaną konstrukcję i strojenie, a także cechują się dużymi wymiarami i masą.

Niewątpliwie w przyszłości znajdą zastosowanie filtry na rezonatorach realizowanych przez napylenie ZnO na podłożu z krzemu lub z arsenku galu o bardzo małych rozmiarach /poniżej $0,1$ mm²/.

Prace w tej dziedzinie nie wyszły poza ramy doświadczeń laboratoryjnych, już jednak obecne programy są skierowane na rozszerzenie częstotliwości roboczych takich filtrów./aktualnie wynosi ona 200-1500 MHz/ i ich integrację na jednym podłożu

elementami aktywnymi. Pozwoli to w przyszłości realizować wielokanałowe odbiorniki bezpośredniego wzmocnienia o zadających charakterystykach.

Aktualnie na bazie nowych technologii produkcji filtrów pracowano szerokopasmowe multipleksery o dużej selektywności, które mają straty poniżej 1 dB i tłumienie powyżej 60 dB przy zestrojeniu 5% od pasma przepustowego. Pozwala to integrować multipleksery z innymi elementami, przez co uzyskuje się odbiorniki zakresu 4-18 GHz o masie 230g i objętości 0,12dm³.

wielokanałowe odbiorniki z przemianą częstotliwości.

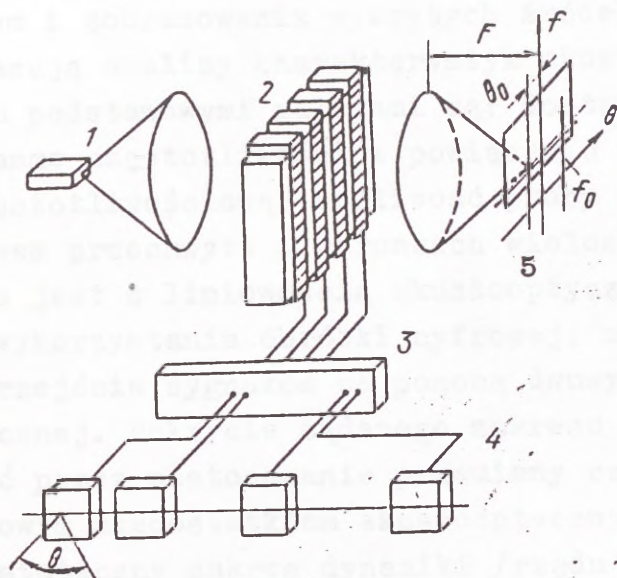
Konieczność pokrycia szerokich zakresów częstotliwościowych trudności realizacji wąskopasmowych filtrów bacz przy dużych wymaganiach ograniczenia gabarytów doprowadziła do wykonania wielokanałowych odbiorników z jedną lub wieloma przemianami częstotliwości. Takie odbiorniki umożliwiają równoległą, analogową obróbkę sygnałów i posiadają lepszą rozdzielczość częstotliwościową oraz znacznie mniejsze gabaryty, niż odbiorniki bezpośredniego wzmocnienia. Główną ich wadą jest duża złożoność przy pracy w szerokim zakresie częstotliwości. Współczesne filtry odbiorcze są konstruowane w oparciu o zasadę powierzchniowych fal akustycznych, co daje minimalne gabaryty i dobre charakterystyki filtrów.

Przykładowy odbiornik posiada relatywnie duży zakres dynamiki - rzędu 70 dB i wysoką czułość oraz duże prawdopodobieństwo przechwyty.

Odbiorniki akustooptyczne.

Jednym z perspektywicznych kierunków konstruowania odbiorników z równoległą, analogową obróbką sygnałów jest zastosowanie akustycznych analizatorów widma. Analizator ten można porównać do wielokanałowym odbiornikiem, w którym częstotliwościowy podział kanałów oparto na zasadach oddziaływania akustooptycznego.

Podstawowymi składnikami akustooptycznego analizatora widma wchodzącego w skład odbiornika jest źródło koherentnego promieniowania świetlnego, modulator akustooptyczny /komórka Bragg/, układ fotodetektora a także inne elementy optyczne.



3.3.1. Wielokanałowy akustooptyczny analizator widma

określania częstotliwości i namiaru

laser: 2- czteroelementowa komórka Bragga;

blok bwcz; 4- system antenowy; 5- układ fotodetektora

Jako źródło promieniowania koherentnego wykorzystywane są lasery gazowe /He-Ne/ lub półprzewodnikowe na bazie GaAs.

Akustooptyczny modulator występuje jako przezroczysty fawód akustyczny, na którego jednym końcu umieszczony jest przetwornik piezoelektryczny. Na ten przetwornik podawany jest analizowany sygnał wcz, wzbudzający w komórce Bragga fale akustyczne, na których zachodzi dyfrakcja światła.

Akustyczny modulator zwykle pracuje w zakresie 30÷1000 MHz umożliwia rozdzielczość częstotliwościową 1 MHz.

Układ fotodetektora warunkuje rozdzielczość częstotliwościową i zakres dynamiczny odbiornika. Obecnie wykorzystywane są akierzowe układy z fotodiodami.

Urządzenie elektroniczne odczytu macierzy detekcyjnej przetwarza sygnały w napięciu wyjściowe podawane w dalszej analizie w komputerze.

Komputer wykorzystywany jest dla analizy sygnałów, sterowania odbiornikiem i zobrazowania wykrytych źródeł promieniowania.

Jak pokazują analizy charakterystyk akustooptycznych odbiorników, ich podstawowymi zaletami są: dostatecznie szerokie chwilowe pasmo częstotliwości w powiązaniu z wysoką rozdzielczością częstotliwościową; możliwość pracy z wysokim prawdopodobieństwem przechwytu w warunkach wielosygnałowej sytuacji, co związane jest z liniowością akustooptycznego odbiornika; możliwość wykorzystania obróbki cyfrowej; możliwość określenia kierunku przejścia sygnałów za pomocą dwuwymiarowej obróbki akustooptycznej. Pokrycie żadanego zakresu częstotliwości można osiągnąć przez zastosowanie przemiany częstotliwości.

Podstawowym niedostatkim akustooptycznych odbiorników jest niedostateczny zakres dynamiki /rzędu 30÷45 dB/. Według prognoz po zastosowaniu interferometrycznego analizatora widma w latach 90-tych można będzie poszerzyć zakres dynamiki do 60 dB.

Ważnym kierunkim opracowań akustooptycznych odbiorników jest poszerzenie pasma przyjmowanych częstotliwości do 4 GHz, która ograniczona jest elementem Bragga.

W najbliższym czasie zakłada się rozwiązanie problemu obróbki w czasie rzeczywistym tysięcy równoległych kanałów radiowych. Można to będzie osiągnąć poprzez programową i układową wstępną obróbkę sygnałów w celu ograniczenia przepływu informacji 100-1000 razy.

Podstawowe parametry wyprodukowanych modeli odbiorników tego typu podano w poniższej tabeli:

Parametry		Firma	
		Siemens	GTE-Sylvania
zakres częstotliwości	GHz	2,6 - 3,1	0,3 - 4
szerokość podzakresu	MHz	500	1000
możliwość rozróżnienia częstotliwości	MHz	1	-
czułość	dBm	- 90	-80
zakres dynamiki	dB	30	0,0÷45

Odbiorniki cyfrowe z dyskryminatorami częstotliwościowymi.

Rozpatrzone poprzednio odbiorniki z równoległą, analogową obróbką sygnałów wykorzystywały elementy, które posiadają charakterystyki amplitudowo-częstotliwościowe lub przestrzenno-częstotliwościowe. Innym podejściem do realizacji równoległej analogowej obróbki sygnałów jest zastosowanie fazowych metod miarę częstotliwości. Jednym z najbardziej obiecujących kierunków rozwojowych jest wykorzystanie do tego celu częstotliwościowych dyskryminatorów z liniami opóźniającymi.

Określenie częstotliwości sygnału sprowadza się do obliczenia różnicy faz na podstawie napięć wyjściowych dyskryminatora.

Urządzenia tego typu noszą nazwę odbiorników z natychmiastowym pomiarem częstotliwości chwilowej /IFF/.

W pierwszych odbiornikach z dyskryminatorami częstotliwościowej obróbka i zobrazowanie sygnałów realizowane były za pomocą lampy oscyloskopowej, co znacznie zwiększało wymiary aparatury.

We współczesnych miernikach częstotliwości chwilowej sygnałów otrzymane z dyskryminatora przetwarzane są na cyfrowe, a obrabianie przez procesor przedstawiane jest w najdogodniejszej postaci.

Oprócz tego osiągnięcia technologii układów scalonych pozwoliły wyeliminować fazoczułe sprzężenia międzyblokowe, a opracowanie nowych algorytmów obróbki sygnałów umożliwiło polepszenie charakterystyk tych odbiorników.

Typowe parametry cyfrowych mierników częstotliwości chwilowej przedstawione zostały w poniższej tabeli:

Parametry		Zakres częstotliwości GHz				
		1-2	2-4	4-8	8-12	12-18
szerość podzakresów	MHz	1060	2120	4240	4240	6300
czułość	dBm	-65	-65	-65	-65	-60
zakres dynamiki	dB	70	70	70	70	65
rozdzielczość częstotliwości	MHz	0,52	1,04	2,08	2,08	3,12
minimalny czas trwania impulsu dla osiągnięcia powyższej rozdzielczości częstotliwości w ns		95	60	45	45	40

Obecnie w systemach WRE wykorzystuje się wiele wariantów konstrukcji odbiorników, pokrywających zakres 2-18 GHz realizowanych w oparciu o dyskryminatory częstotliwości.

Jednym z niedostatków odbiornika z pomiarem częstotliwości chwilowej jest jego możliwa niedokładność w warunkach dużej ilości sygnałów wejściowych. Dla wyeliminowania tego zjawiska w odbiorniku wprowadza się dodatkowy kanał detektorowy, który pozwala określić na wejściu obecność dwu lub więcej sygnałów. Stwierdzono eksperymentalnie, że jeśli poziomy sygnałów różnią się więcej niż o 3 dB, to częstotliwość sygnału silniejszego zostanie zmierzona bez zmniejszenia dokładności. Obecność jednocześnie działających sygnałów może zostać wykryta, jeśli poziomy sygnałów różnią się nie mniej niż 10 dB, a różnica częstotliwości jest większa niż 50 MHz.

Szerokie pasmo częstotliwości podzakresu i wysoka rozdzielność częstotliwości powodują, że odbiorniki te są szerokopasmowymi urządzeniami poszukującymi dla pracy z jednym lub więcej analizującymi odbiornikami superheterodynowymi.

Odbiorniki superheterodynowe.

Przykładem odbiornika, w którym realizowano zasadę szeregową obróbki sygnałów jest przestrajany odbiornik superheterodynowy.

Składa się on zwykle z preselektora, szerokopasmowego mieszacza, przestrajanej heterodyny, wzmacniacza pośredniej częstotliwości i detektora.

Zaletami takich odbiorników jest wysoka czułość i dobra selektywność. Wady natomiast to: słabe możliwości wykrycia sygnałów z modulacjami wewnątrzimpulsowymi i niezbyt wysoka dokładność określania częstotliwości. Prawdopodobieństwo wykrycia sygnału może zostać zwiększona przez wzrost szybkości przestrajania heterodyny, a także przestrajanie heterodyny z założonego programu. Istnieją jednak ograniczenia w szybkości przestrajania preselektora /100 MHz/ms/ i heterodyny /100 MHz/100ns/, a także czasu reakcji filtra częstotliwości średniej przy odbiorze sygnałów impulsowych.

Prawdopodobieństwo przechwyty można zwiększyć tworząc komplet odbiorników superheterodynowych, pracujących na różnych częstotliwościach lub z przestrajaniem heterodyn.

Jednym z wariantów przestrajanego odbiornika superheterodynowego jest odbiornik z kompresją sygnału. Charakteryzuje go prostota układu porównywalną z odbiornikiem wielokanałowym oraz superszybkim czasem analizy 500-10000 razy krótszym niż odbiornika superheterodynowego.

Realizowana obecnie szybkość przestrajanego heterodynu osiąga 500 MHz/200ns. Odbiornik posiada rozdzielczość częstotliwości 5 MHz i zakres dynamiki większy od 60 dB, a jego czułość jest porównywalna z czułością odbiornika superheterodynowego. Szerokie pasmo podzakresu umożliwia obróbkę złożonych sygnałów impulsowych. Zapewnia także niemal jednakową skuteczność przechwytywania sygnału w całym zakresie częstotliwościowym, podobnie jak szerokopasmowy odbiornik z bezpośrednim wzmocnieniem. Umożliwia też dużą precyzję rozróżniania sygnałów, charakterystyczną dla odbiornika superheterodynowego.

Według opinii specjalistów, odbiorniki kompresyjne znajdują szerokie zastosowanie w systemach WRE w najbliższej przyszłości.

Integrowane zestawy odbiorcze.

Współczesne tendencje projektowania systemów WRE ukierunkowane są na zwiększenie zakresu działania tak, żeby jeden odbiornik spełniał cały kompleks potrzeb. Wybiera się przy tym optymalne, a co za tym idzie kompromisowe rozwiązania urządzeń umożliwiających wykonanie ogólnych zadań. Dlatego systemy projektowane według tej zasady nie mogą osiągnąć maksymalnych parametrów charakterystycznych dla tego typu odbiornika.

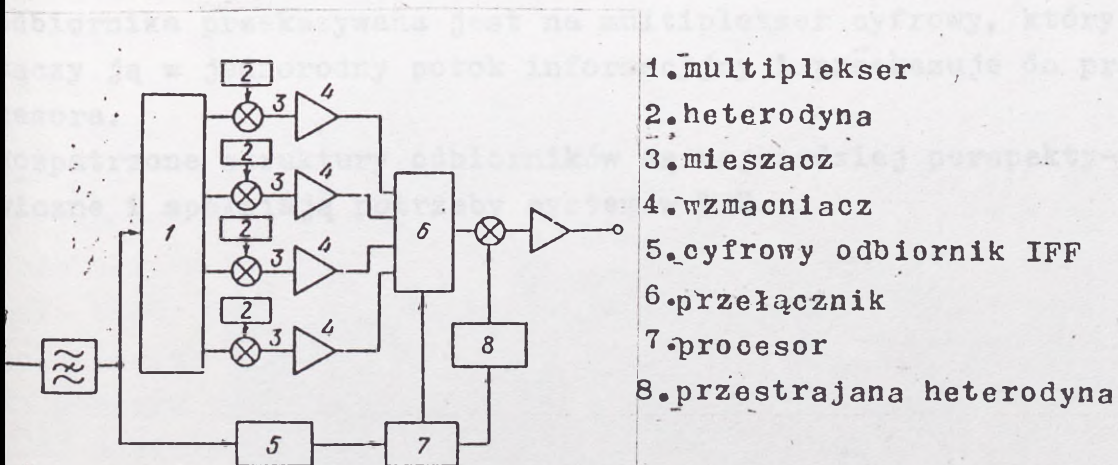
Analiza wykazuje, że ani jeden z istniejących obecnie odbiorników nie spełnia warunków wymaganych od współczesnych urządzeń szybkiego rozpoznawania sygnałów. Tak więc odbiornik selektorowy pokrywający najszersze pasmo częstotliwości przy maksymalnym prawdopodobieństwie przechwytywania sygnału nie daje wymaganej dokładności pomiaru częstotliwości jaką ma na przykład odbiornik superheterodynowy, cechujący się dużą dokładnością, przy jednocześnie małym prawdopodobieństwie przechwytywania, wynikającym z wąskiego pasma obserwacji.

Odbiorniki z natychmiastowym pomiarem częstotliwości chwilowej /IFF/ umożliwiają duże prawdopodobieństwo przechyłu w szerokim zakresie częstotliwości, jak i wysoką dokładność pomiaru częstotliwości. Są jednak mało efektywne w warunkach dużej ilości jednocześnie działających nadajników. Odbiornik akustooptyczny i odbiornik kompresyjny są względnie wąskopasmowe /do 1 GHz/, ale wymagają dużej szybkości obróbki informacji wyjściowej.

Odbiorniki wielokanałowe oprócz złożoności nie mają rozwiązania tego problemu tłumienia składowych intermodulacyjnych. Dlatego wysiłki takich firm, jak Anaren Microwave, Eaton Corp., Westinghouse, WJ oraz innych zajmujących się opracowaniami systemów WRE, skierowane są na opracowania zintegrowanych zestawów odbiorczych.

Przykładem zintegrowanego zestawu odbiorczego jest powiązanie odbiornika kompresyjnego i superheterodyny. Zestaw ten składa się z równoległe połączonego odbiornika kompresyjnego i odbiornika superheterodynowego. Odbiornik kompresyjny dokonuje wstępnej analizy widmowej, a otrzymana informacja jest przetwarzana w układzie sterowania kierującym szybkim przestrajeniem heterodyny. Odbiornik ten posiada czułość i rozdzielczość typową dla odbiornika superheterodynowego, umożliwia też dokładny pomiar czasu przejścia sygnału.

Innym wariantem zintegrowanego zestawu urządzenia odbiorczego jest przestrajana superheterodyna sterowana odbiornikiem natychmiastowym pomiarem częstotliwości chwilowej /IFF/.



rys.3.2. Przestrajany odbiornik superheterodynowy, sterowany cyfrowym odbiornikiem IFF

Sygnał wcz podawany jest przez dzielnik na wejście odbior-
ka IFF i czterokanałowy multiplekser, którego wejścia połą-
zone są z odbiornikami superheterodynowymi. Odbiorniki te
składają się z mieszaczy z heterodynami, wzmacniaczy i kana-
łów częstotliwości pośredniej /2-4 GHz/. Na komendę procesora
odbiornika częstotliwości chwilowej przechowującego w pamięci
sygnał, przełącznik z szybkością 40ns podłącza żądany kanał
do przepatrującego odbiornika superheterodynowego. Metoda ta
pozwala wykluczyć niejednoznaczności pomiaru częstotliwości
i obniżenie czułości, wynikających z łączenia kilku torów
na jeden kanał obróbki. System ten posiada czułość -85 dBm,
zakres dynamiki 70 dB, rozdzielczość czasu trwania impulsu
100 ns.

Powyższe dwa przykłady nie wyczerpują mnogości rozwiązań
integrowanych zestawów odbiorczych i przedstawiają tylko
ich podstawowe możliwości.

Wskazane jest, aby opracowywać odbiorniki jako urządzenia
specjalizowane, tzn. optymalizowane tylko dla jednego para-
metru. Taka zasada umożliwi osiągnięcie maksymalnych charakte-
rystyk systemu przy danym poziomie technologii. Maksymalną
efektywność zapewniają trzy klasy odbiorników: z szerokim,
średnim i wąskim pasmem częstotliwości podzakresu.

Odbiorniki te opracowywane są tak, aby informacja o parametrach
sygnału na wejściu odbiornika posiadała charakter cyfrowy,
co umożliwi obróbkę sygnału przy wykorzystaniu tych samych
algorytmów i urządzeń. Cała informacja z wyjścia każdego
odbiornika przekazywana jest na multiplekser cyfrowy, który
łączy ją w jednorodny potok informacyjny i przekazuje do pro-
cesora.

Opisane struktury odbiorników są najbardziej perspektyw-
iczne i spełniają potrzeby systemów WRE.

4. METODY LOKALIZACJI ŹRÓDEŁ PROMIENIOWANIA ELEKTROMAGNETYCZNEGO.

Określenie miejsca położenia źródeł promieniowania elektromagnetycznego jest jednym z głównych zadań rozpoznania radioelektronicznego. Jest ono realizowane metodami pasywnymi, dlatego bardzo ważne są urządzenia odbiorcze o parametrach przedstawionych w tabeli nr 1.

Z wielu możliwych metod określenia miejsca położenia można różnić trzy charakteryzujące się dużą dokładnością pomiaru:

1. metoda hiperboliczna;
2. metoda doplerowska;
3. metoda pelengacyjna;

Wykorzystanie danej metody zależy od potrzeb taktyczno-technicznych systemów rozpoznania radioelektronicznego i od tencjonalnych możliwości metod.

metoda hiperboliczna.

Nazwa metody pochodzi od kształtu linii przedstawiającej możliwe położenie nadajnika rozpoznawanego dwoma oddalonymi od siebie i zsynchronizowanymi odbiornikami. Jeżeli wiadomo, parametrem mierzonym jest różnica czasu dotarcia sygnału odbiorników, a nadajnik znajduje się na powierzchni ziemi, przecięcie się hiperboloidy i powierzchni ziemi daje położenie nadajnika.

Metoda hiperboliczna jest realizowana w systemie z dużą liczbą punktów pomiarowych rozmieszczonych na samolotach lub innych aparatach powietrznych. Zwykle wykorzystuje się nie mniej niż trzy aparaty powietrzne, tworzące dwie bazy pomiarowe. Dla wysokiej dokładności pomiarów niezbędne są także bazy porównywalne z odległością do nadajnika oraz należy zmniejszyć błędy pomiaru różnicy czasu i współrzędnych punktów pomiarowych na aparatach powietrznych.

Do pomiaru współrzędnych punktów latających można wykorzystywać systemy nawigacyjne /np. system GPS "Navstar", zapewniający średniokwadratowy błąd pomiaru położenia namiernika mniejszy niż 6m./

Metoda doplerowska.

Wariantem metody doplerowskiej jest metoda różnicowo-doplerowska. Metoda ta zakłada istnienie dwóch odbiorników, umieszczonych na aparatach latających. Najefektywniejsza odległość między odbiornikami jest wtedy, gdy jest porównywalna z odległością do nadajnika. Do określenia współrzędnych X_0 , Y_0 , Z_0 źródła promieniowania należy dokonać trzy pomiary. Oprócz tego powinny być znane współrzędne aparatu latającego.

Zaletą tej metody jest wysoka dokładność pomiaru oraz fakt, że nie narzuca ścisłych wymagań trasie aparatu latającego. Wadą natomiast duży czas pomiaru współrzędnych i złożoność pomiaru.

Przykładem prostrzego i dostatecznie efektywnego systemu korzystającego także metodę doplerowską jest system zsyntezowaną aparaturą interferometru na pokładzie samolotu.

Urządzenie odbiorcze interferometru mierzy różnicę faz sygnałów przyjętych przez anteny.

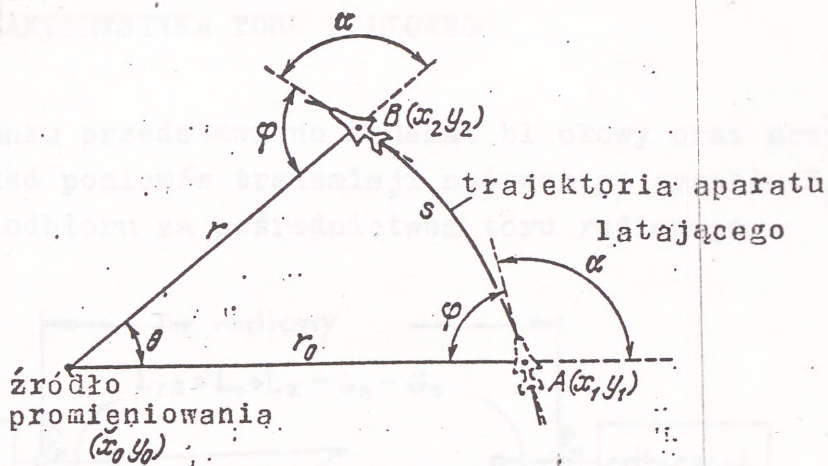
Zaletą tej metody jest prostota konstrukcji i możliwość przyżyczenia względnie dokładnych pomiarów.

Metoda pelengacyjna.

Metody pelengacyjne określenia położenia nieznanego źródła promieniowania są najbardziej rozwinięte i jako pierwsze były wykorzystywane w rozpoznaniu radioelektronicznym. Dla określenia nadajnika dokonywano dwóch namiarów z oddalonych od siebie punktów. Przecięcie się linii namiarów wyznaczało położenie nadajnika. Jest to metoda trągulacyjna.

W początkowej fazie rozwoju metody trągulacyjnej podstawowym sposobem podwyższania dokładności było zmniejszanie wpływu błędów przypadkowych.

W dalszej opracowano nowe metody pomiarów. Jedną z ciekawszych współczesnych metod określenia współrzędnych nadajnika z zupełnym wyeliminowaniem wpływu błędów systematycznych namiarów jest metoda spiralna. Nazwa pochodzi od trajektorii poruszającego się aparatu latającego.



s. 4.1. Pelengacyjna metoda spiralna określania miejsca położenia źródła promieniowania

W każdym dowolnie wybranym punkcie lotu aparatu latającego można dokonać namiaru źródła.

Podstawową wadą tej metody jest złożoność trajektorii poruszającego się aparatu latającego.

Urządzenia pelengacyjne.

Przykładowym współczesnym urządzeniem pelengacyjnym jest interferometr firmy Westinghouse /USA/, pracujący w zakresie 1-18 GHz. W sektorze obserwacji $\pm 45^\circ$ błąd pomiaru jest mniejszy niż $0,2^\circ$ w pozostałym zakresie częstotliwości. Maksymalny rozstaw elementów antenowych jest nie większy niż 75 cm.

Urządzenie wykorzystywane jest dla zbierania danych o wielopiętrowym rozprzestrzenianiu się fal radiowych.

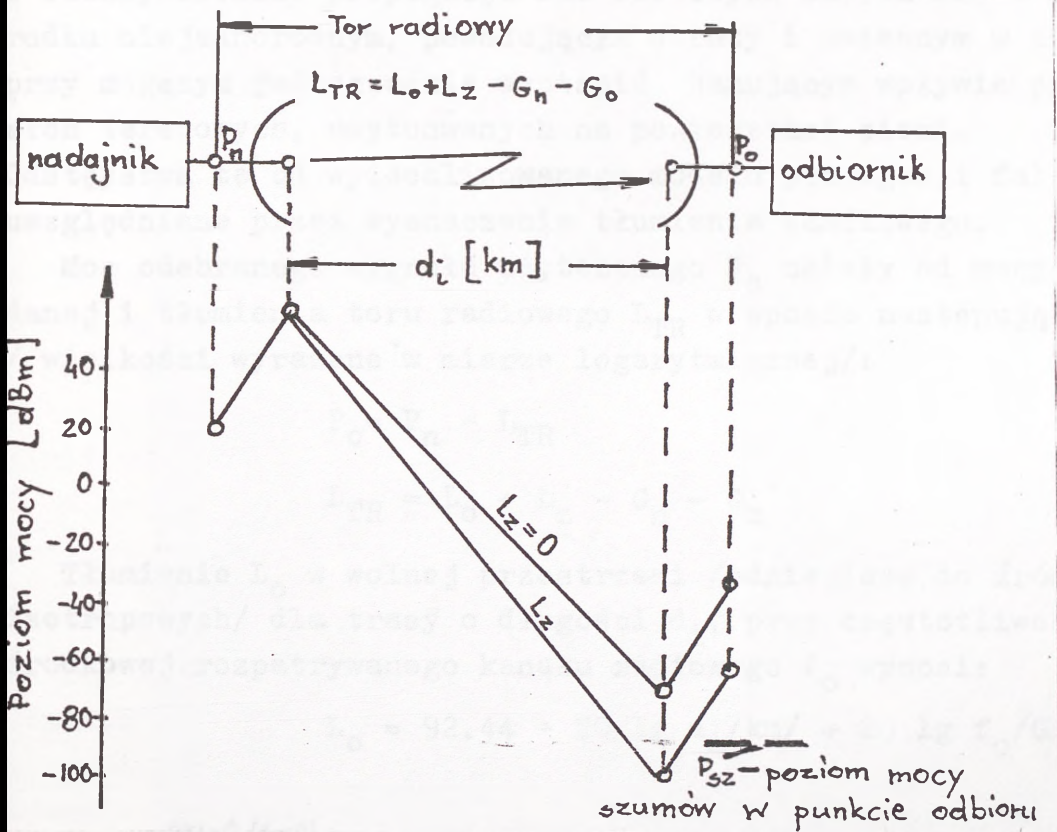
Firma Plessey Comp. /WB/ rozpoczęła seryjną produkcję mobilnego pelengatora "Vampire", przeznaczonego dla armii brytyjskiej.

Urządzenie umieszczone jest na samochodzie z przyczepą i posiada dwa systemy antenowe orientowane za pomocą systemu nawigacyjnego.

Pelengator jest bardzo precyzyjny przy różnych typach odbieranych sygnałów bwcz oraz charakteryzuje się czułością rzędu $\mu\text{V/m}$. Operator włącza się w proces pomiaru tylko przy małych poziomach sygnałów.

5. CHARAKTERYSTYKA TORU RADIOWEGO.

Na rysunku przedstawiono schemat blokowy oraz przykładowy rozkład poziomów transmisji nadawanego sygnału P_n o punktu odbioru za pośrednictwem toru radiowego.



rys.5.1. Schemat blokowy linii radiowej

Tor radiowy jest układem rozstawionych w odległości d_i skierowanych ku sobie, dwóch kierunkowych anten, wypromiowującej i odbierającej falę elektromagnetyczną, rozchodzącą się nad powierzchnią ziemi. W torze radiowym transmisyjny sygnał podlega tłumieniu tak, że w punkcie odbioru pojawia się niewielki sygnał użyteczny P_o występujący na tle szumów fluktuacyjnych oraz zakłóceń zewnętrznych.

Warunki propagacji fali radiowej zależą od stanu atmosfery, ściślej biorąc od stanu jej dolnej warstwy przylegającej bezpośrednio do powierzchni ziemi, czyli tzw. troposfery oraz od ukształtowania terenu, w obrębie którego przebiega trasa linii radiowej.

Do oceny tras radioliniowych wprowadza się pojęcie tłumienia w wolnej przestrzeni L_0 oraz tłumienia dodatkowego nazwanego tłumieniem zanikowym L_z .

Tłumienie L_0 odnosi się do przypadku wyidealizowanego, gdy fale radiowe rozchodzą się swobodnie w całkowicie wolnym od przeszkód obszarze, mającym właściwości doskonałej próżni. W rzeczywistości propagacja fal radiowych odbywa się w ośrodku niejednorodnym, powodującym straty i zmiennym w czasie przy mogącym jednocześnie wystąpić hamującym wpływie przesłonek terenowych, usytuowanych na powierzchni ziemi.

Odstępstwa te od wyidealizowanego modelu propagacji fal są uwzględniane przez wyznaczenie tłumienia zanikowego.

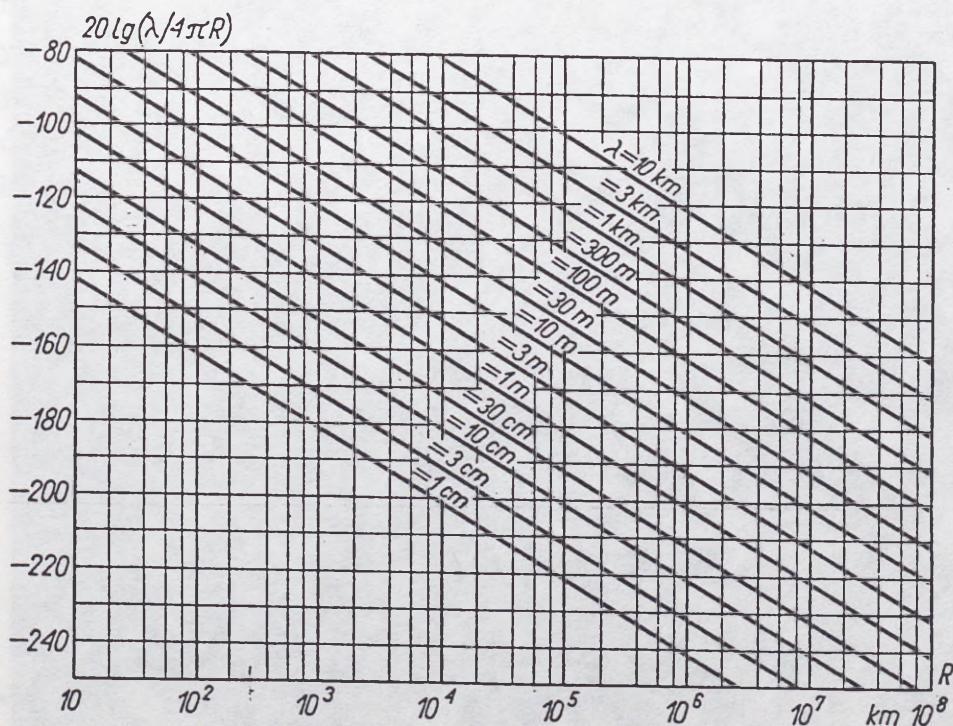
Moc odebranego sygnału użytecznego P_0 zależy od mocy nadanej i tłumienia toru radiowego L_{TR} w sposób następujący / wielkości wyrażane w mierze logarytmicznej/:

$$P_0 = P_n - L_{TR} \quad 5.1$$

$$L_{TR} = L_0 + L_z - G_n - G_0 \quad 5.2$$

Tłumienie L_0 w wolnej przestrzeni /odniesione do źródeł izotropowych/ dla trasy o długości d_i , przy częstotliwości środkowej rozpatrywanego kanału radiowego f_0 wynosi:

$$L_0 = 92,44 + 20 \lg d_i / \text{km} / + 20 \lg f_0 / \text{GHz} / \quad 5.3$$



5.2. Zależność tłumienia swobodnej przestrzeni od odległości i długości fali

Tłumienie L_z zmienia się w sposób przypadkowy, stosownie do przypadkowych zmian stanu troposfery. Uwarunkowane jest ono następującymi czynnikami:

wpływem odbić od powierzchni ziemi oraz od dolnych warstw troposfery /zaniki interferencyjne/;

absorbcją i rozpraszaniem energii fal w hydrometeorach, czyli w opadach i osadach atmosferycznych takich jak:

śnieg, grad, zamglenia, pył wodny /zaniki opadowe/;

ugięciem fal radiowych i związanym z tym wzrostem tłumienia wskutek ekranującego wpływu przesłan terenowych /zaniki dyfrakcyjne/;

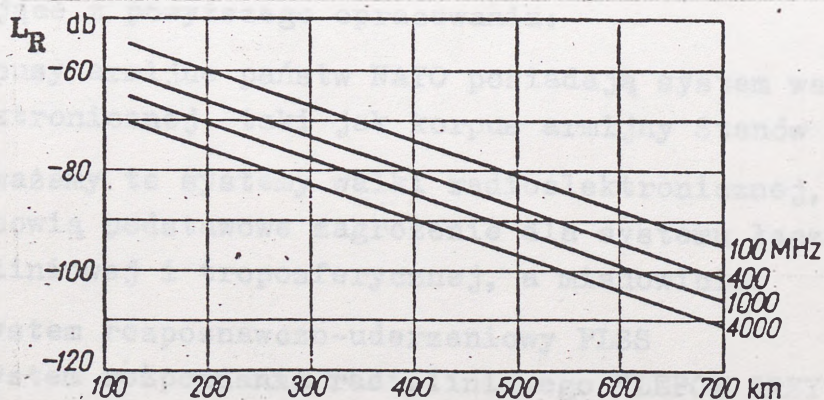
Ze względu na fluktuacyjny charakter zaników interferencyjnych i zaników opadowych zostaną one w naszych dalszych rozważaniach pominięte.

Aby określić zaniki dyfrakcyjne, należy wykorzystać istniejący już program obliczania tłumienia fal na odcinkach linii radiowej.

W przypadku analizy łączności troposferycznej należy dodatkowo uwzględnić tłumienie rozproszenia L_R . Wtedy:

$$L_{TR} = L_o + L_z + L_R - G_n - G_o \quad 5.4$$

Pod pojęciem tłumienia rozproszenia rozumiemy dodatkowe tłumienie fal elektromagnetycznych na trasie linii pozaorizzontowej w stosunku do tłumienia w wolnej przestrzeni. Średnie tłumienie rozproszenia określone jako średnia statystyczna dla pewnego okresu czasu może być obliczone dla różnych częstotliwości i różnych odległości na podstawie pozorów empirycznych lub na podstawie przygotowanych wykresów. Przykładowy wykres został podany niżej:



s.5.3. Zależność tłumienia rozproszenia od odległości

6. ZASADY ANALIZY ZAGROŻENIA RADIOELEKTRONICZNEGO.

Program oceny zagrożenia radioelektronicznego został projektowany jako część programu planowania systemu łączności radioliniowej /troposferycznej/.

wyborze miejsca rozwijania stacji radioliniowej lub troposferycznej i określeniu kierunku promieniowania anteny, program oceny zagrożenia radioelektronicznego powinien umożliwić poznanie odpowiedzi na szereg pytań. Podstawowym pytaniem będzie: czy promieniowanie elektromagnetyczne emitowane przez stację radioliniową jest przechwytywane lub narażane przed odbiorniki rozpoznawcze systemów WRE, znajdujących się za linią styczności wojsk.

w przypadku pozytywnej odpowiedzi, należy zająć się dalszymi zagadnieniami, takimi jak np.:

czy istnieje możliwość namierzenia stacji radioliniowej przez system PLSS /odległość od linii frontu 120 km, baza pomiaru 200 km, wysokość lotu samolotów 24 km/;

czy istnieje możliwość namierzenia stacji radioliniowych przez system PLSS, gdy wyższy związek operacyjny jest oddalony od linii frontu /100 km, 200 km/;

które stacje w systemie łączności są najbardziej narażone na namierzenie lub przechwyt;

jaki sposób można najskuteczniej minimalizować prawdopodobieństwo rozpoznania;

W celu rozwiązania tych zagadnień korzystamy z analitycznego modelu rozpoznania. Konieczne są następujące założenia wynikające z powyższego opracowania:

Korpusy armijne państw NATO posiadają system walki radioelektronicznej. taki jak korpus armijny Stanów Zjednoczonych;

Rozważamy te systemy walki radioelektronicznej, które stanowią podstawowe zagrożenie dla systemu łączności radioliniowej i troposferycznej, a mianowicie:

- system rozpoznawczo-uderzeniowy PLSS
- system rozpoznania radioliniowego "LEFOX GREY"
- system rozpoznania i namierzania radiowego AN/TSQ - 112 "TACELIS"

Kryterium wykrycia stacji radioliniowej lub troposferycznej stanowi przekroczenie przez poziom mocy sygnału progu czułości odbiornika rozpoznawczego;

Czułość odbiorników rozpoznawczych uwzględniająca zysk anten odbiorczych jest określana jako:

- a/ -75 dBm dla przechwytu wiadomości
- b/ -110 dBm dla poszukiwania i namierzania źródeł promieniowania elektromagnetycznego

Zasięg sygnału nadajnika określamy z zależności 5.1, 5.2 i 5.3;

Charakterystykę promieniowania stacji na tle terenu określamy w przedziale $\pm 80^\circ$ w stosunku do prostej prostopadłej do linii styczności wojsk, przechodzącej przez miejsce rozwijania stacji;

Zakładamy, że odległości od linii styczności wojsk d_s i wysokości umieszczenia anten odbiorczych h_o są następujące:

- dla posterunków naziemnych : $d_s=5\text{km}$; $h_o=20\text{m}$;
- dla posterunków powietrznych: $d_s=30\text{km}$; $h_o=3000\text{m}$;
- dla posterunków powietrznych systemu PLSS: $d_s=120\text{km}$;
 $h_o=20000\text{m}$;

Na zakończenie opracowania przedstawiono zarys schematu funkcjonalnego programu. Wymaga on szczegółowej analizy, tak, aby mógł pogodzić potrzeby operacyjno-techniczne wynikające z opracowania z możliwościami i zasadami programowania komputera.

SCHEMAT FUNKCJONOWANIA PROGRAMU ANALIZY.

POCZĄTEK

WPROWADZENIE DANYCH OPISUJĄCYCH SYSTEM ŁĄCZNOŚCI
RADIOLINIOWEJ I TROPOSFERYCZNEJ:

- parametry stacji radioliniowej /moc nadajnika, charakterystyka promieniowania anteny, zysk kierunkowy anteny, polaryzacja, wysokość anteny/
- miejsce rozwijania stacji
- kierunek promieniowania anteny

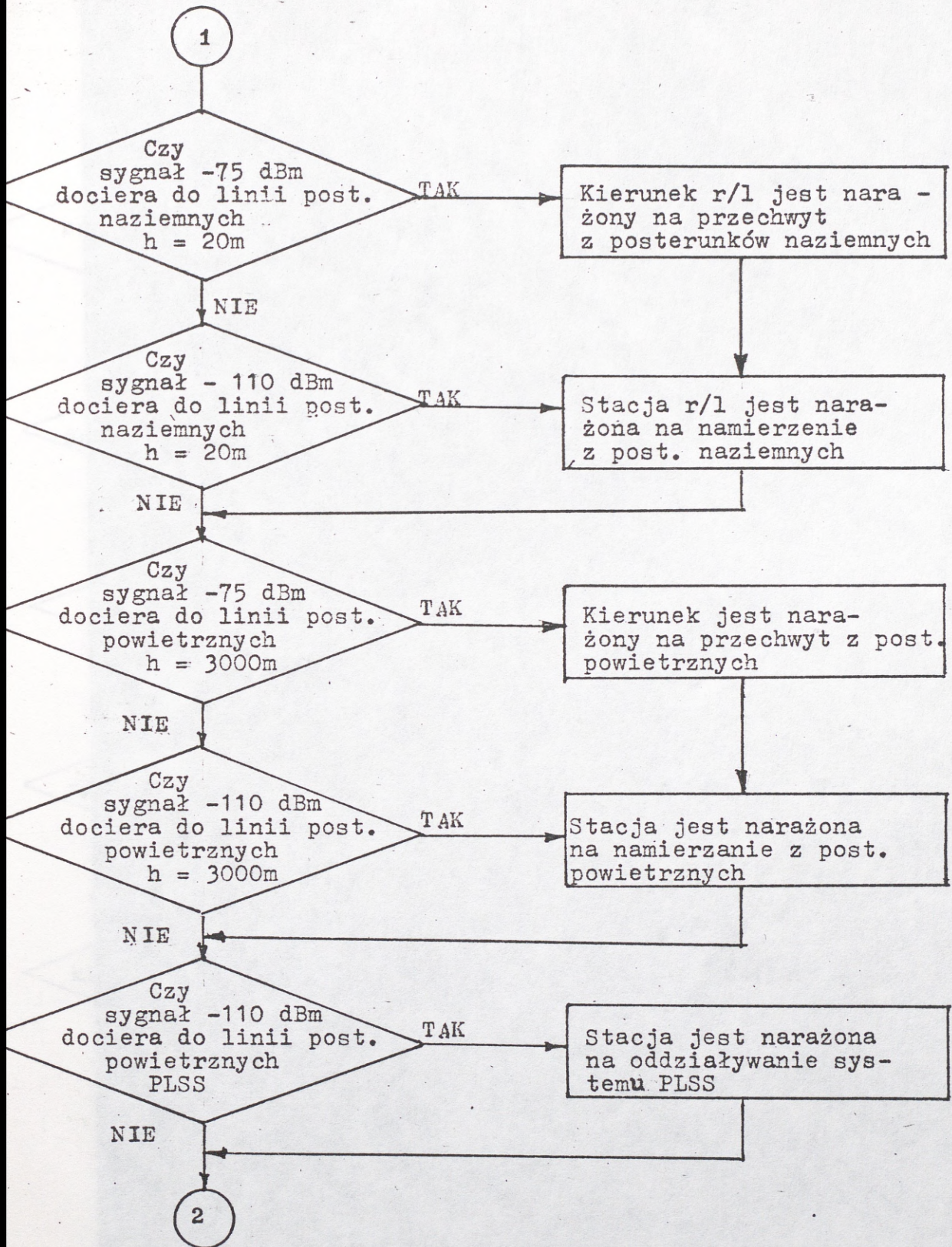
WPROWADZENIE DANYCH OPISUJĄCYCH SYSTEM ROZPOZNANIA
PRZECIWNIKA:

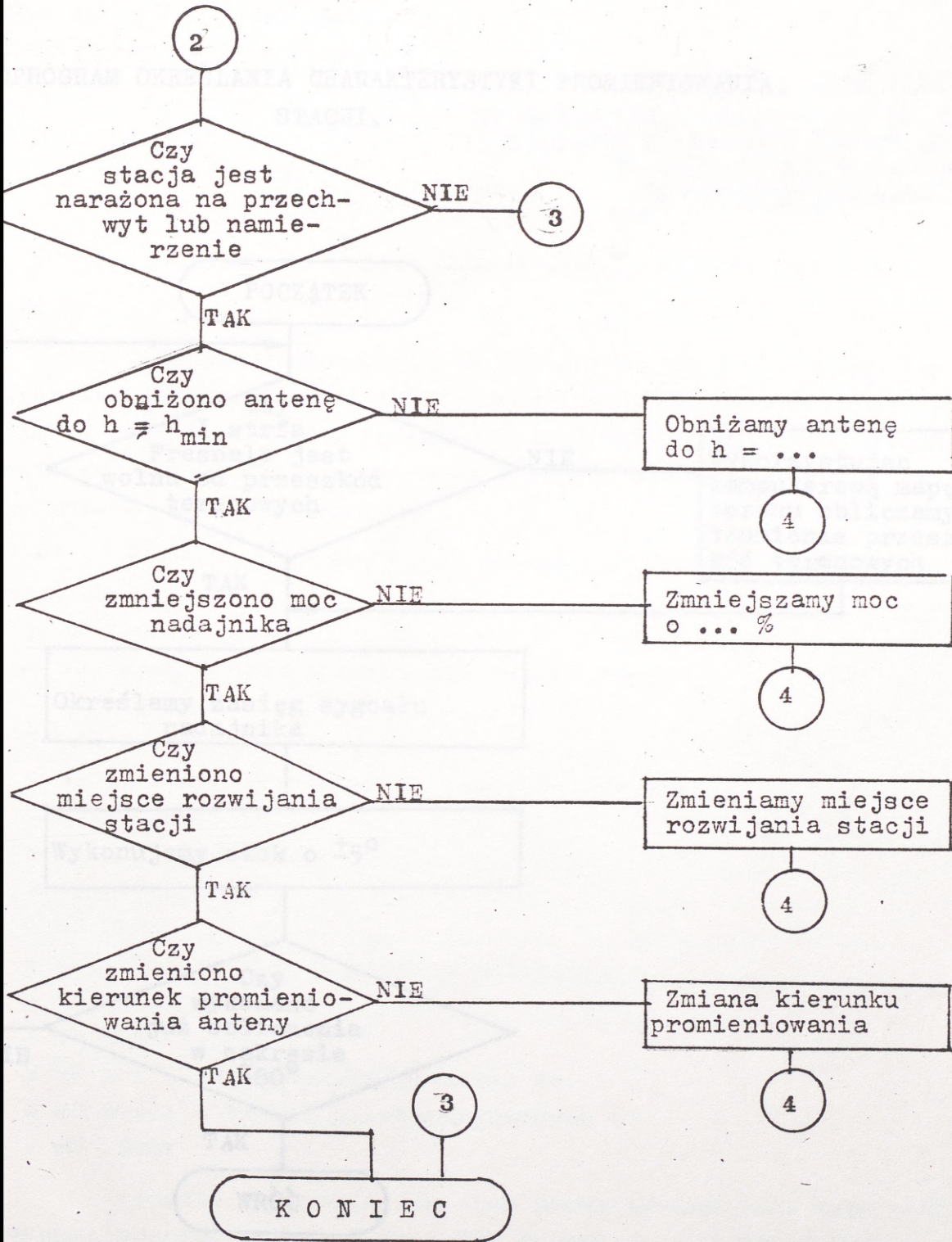
- linia styczności wojsk
- rodzaj działań bojowych
- system rozpoznania /odległość posterunku rozpoznania od linii styczności, odległość między posterunkami rozpoznania, czułość odbiorników rozpoznawczych, wysokość zawieszenia anteny odbiorczej/

4

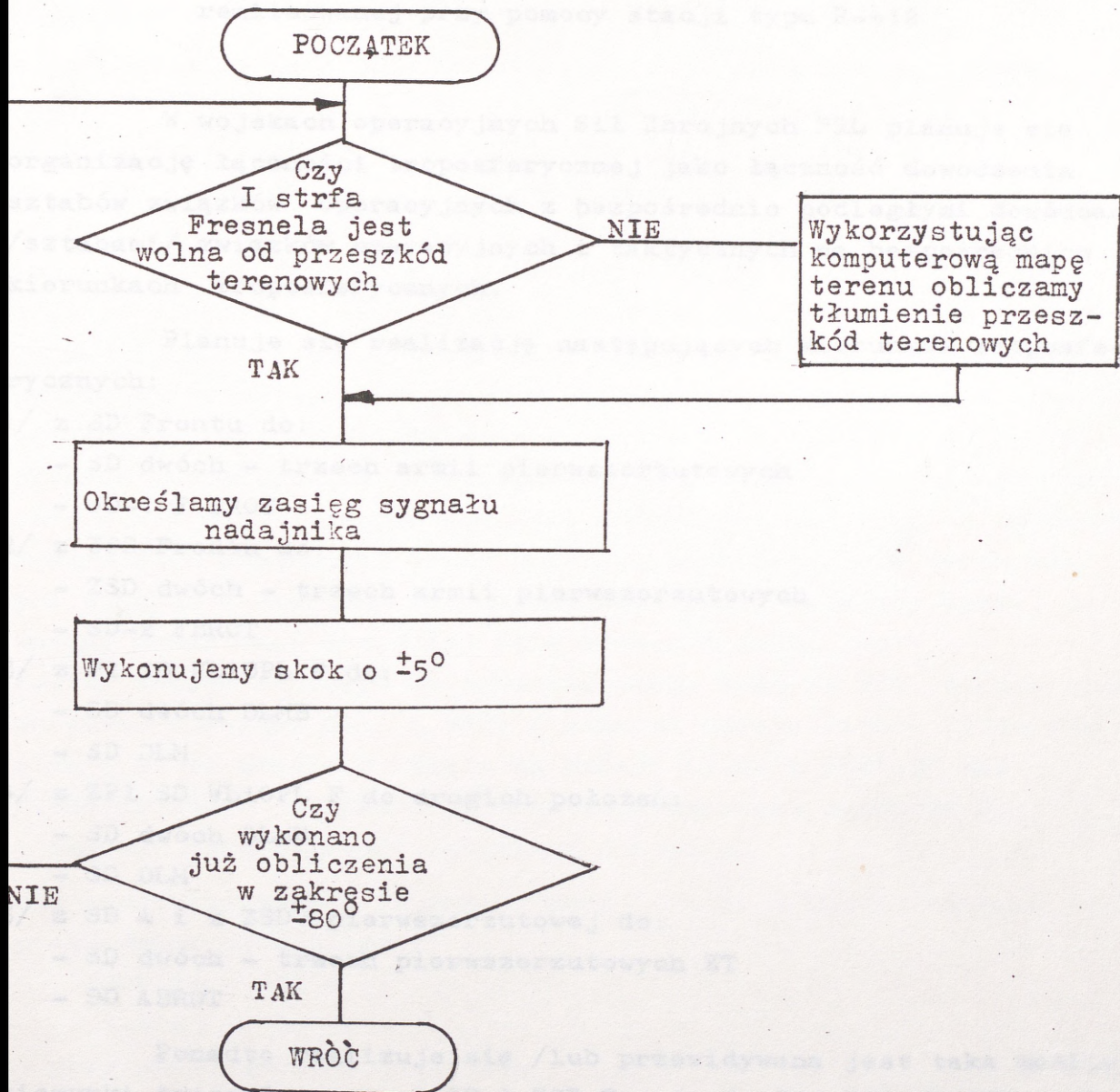
Wykorzystując komputerową mapę terenu oraz podprogram wyznaczania charakterystyki promieniowania stacji określamy zasięg sygnału przy zadanej czułości odbiornika rozpoznawczego i wysokości zawieszenia anteny odbiorczej; Otrzymane wyniki poddajemy analizie

1





PROGRAM OKREŚLANIA CHARAKTERYSTYKI PROMIENIOWANIA
STACJI.



plk mgr inż. Michał LENBERT

2. ZASADY PLANOWANIA ŁACZNOŚCI TROPOSFERYCZNEJ

realizowanej przy pomocy stacji typu R-412

W wojskach operacyjnych Sił Zbrojnych PRL planuje się organizację łączności troposferycznej jako łączność dowodzenia sztabów związków operacyjnych z bezpośrednio podległymi dowódcami sztabami/ związków operacyjnych i taktycznych na bezpośrednich kierunkach troposferycznych.

Planuje się realizację następujących kierunków troposferycznych:

- / z SD Frontu do:
 - SD dwóch - trzech armii pierwszorzutowych
 - SD-1 F BROT
- / z ZSD Frontu do:
 - ZSD dwóch - trzech armii pierwszorzutowych
 - SD-2 FBROT
- / z P1 SD WLiOPL F do:
 - SD dwóch DLMB
 - SD DLM
- / z ZP1 SD WLiOPL F do drugich połączeń:
 - SD dwóch DLMB
 - SD DLM
- / z SD A i z ZSD A pierwszorzutowej do:
 - SD dwóch - trzech pierwszorzutowych ZT
 - SD ABROT

Ponadto realizuje się /lub przewidywana jest taka możliwość/ kierunki troposferyczne z SD i ZSD Frontu do SD i ZSD ND ZTDW i SD-1 lub SD-2 MON.

Organizację łączności troposferycznej frontu przedstawiono graficznie w załączniku nr 1, a armii w załączniku nr 2.

Planowania łączności troposferycznej dokonuje się w oparciu dane taktyczno-techniczne eksploatowanego sprzętu łączności. Na stacji typu R-412 A i R-412 F podstawowe dane techniczne są następujące:

zakres częstotliwości roboczych:

zakres częstotliwości roboczych podzielony jest na dwa podzakresy częstotliwościach:

podzakres od 4438 do 4555 MHz;

I podzakres od 4630 MHz do 4749,98 MHz.

podzakres zawiera 5850 ustalonych fal z odstępem co 20 kHz o umownych numerach od I 0001 /4438 MHz/ do I 5850 /4555 MHz/.

II podzakres zawiera 6000 ustalonych fal z odstępem co 20 kHz o umownych numerach od II 0001 /4630 MHz/ do II 6000 /4749,98 MHz/.

Wybór częstotliwości roboczych można realizować na dwa sposoby:

przy ustalonym oraz przy nieustalonym odstępie częstotliwości nadawczej od odbiorczej. Sposób drugi jest sposobem awaryjnym i w programie informatycznego planowania łączności troposferycznej nie będzie stosowany. Sposób pierwszy polega na wybraniu częstotliwości nadawczej, zaś częstotliwość odbiorcza zostanie na stacji R-412 wybrana automatycznie i różniła się będzie od częstotliwości nadawczej o 192 MHz. Umowny numer fali nadawczej różni się od umownego numeru fali odbiorczej tylko numerem podzakresu. Dla dwóch stacji pracujących w kierunku troposferycznym podaje się dla każdej tylko umowny numer fali nadawczej /dla każdej z nich/, np:

Jeżeli stacja A nadaje na częstotliwości 4489,78 MHz, co odpowiada umownemu numerowi fali I 2589 i stanowi częstotliwość odbiorczą stacji B, to stacja B nadaje na częstotliwości 4681,78 MHz /4489,78 MHz \pm 192 MHz/, co odpowiada umownemu numerowi fali II 2589 i stanowi częstotliwość odbiorczą stacji A.

Moc nadajnika stacji troposferycznej wynosi w każdej antenie /przy pracy dwoma nadajnikami/:

R-412A - 400 W

R-412F - 300 W;

- przy pracy jednego nadajnika

R-412A - 200 W

R-412F - 150 W.

Współczynnik szumów na wejściu każdego traktu odbiorczego wynosi:

- mierzony w antenie - nie więcej niż 10 dB;

- mierzony na wejściu odbiornika - nie więcej niż 8 dB.

Współczynnik wzmocnienia każdej anteny wynosi 38 dB.

System antenowy zbudowany jest z dwóch parabolicznych anten nadawczo odbiorczych o średnicy 2,5 m każda. Odległość między środkami anten wynosi:

R-412 A - 4 m;

R-412 F - 3,2 m.

Wysokość zawieszenia anten wynosi /od poziomu ziemi do środka zwierciadła/:

R-412 A - 4,7;

R-412 F - od 4,7 m do 20,0 m.

Każda z anten odbiera sygnały o polaryzacji pionowej i poziomej, a nadaje tylko o jednej polaryzacji /antena I - nadaje sygnał o polaryzacji poziomej, antena II - o pionowej/.

Śzerokość wiązki promieniowania anteny wynosi 2,3 stopnia /dla głównego listka promieniowania/.

Straty mocy sygnału odbieranego w trakcie antenowym wynoszą:

R-412 A - 2,2 dB;

R-412 F - 3,5 dB.

Wrażliwość stopnia wejściowego odbiornika wynosi 10^{-7} W.

Miejsce rozwinięcia stacji troposferycznej winno odpowiadać następującym wymaganiom:

teren powinien być równy, o nachyleniu nie przekraczającym 2,5 stopnia, o powierzchni 10x10 m dla każdego pojazdu;

pojazdy ustawia się w następujących odległościach od wozu aparaturowego:

- stację zasilania 20-45 m;

- wóz antenowy /tylko dla R-412 F/ - 3 m;

Miejsce rozwinięcia stacji winno być położone na wzniesieniu, tak, aby kąt ewelacji /kąt zakrycia horyzontu/ nie przekraczał 0,5 stopnia;

w odległości do 3 km w kierunku promieniowania stacji nie powinno być zabudowań, obozowisk itp miejsc, w których przebywają ludzie lub zwierzęta hodowlane oraz wyraźnych przeszkód terenowych, dużych drzew, linii energetycznych itp instalacji rozpraszających lub tłumiących promieniowanie stacji.

Dowiązanie stacji troposferycznej do węzła łączności można wykonywać trzema sposobami:

- na odległość do 2 km - kablem akustycznym;
- na odległość do 10 km - kablem dalekosiężnym;
- na odległość do 30 km - łączem radioliniowym.

Średni zasięg łączności między dwoma stacjami troposferycznymi wynosi ok. 150 km; w praktyce, przy właściwie dobranych miejscach rozwinięcia stacji, można osiągnąć zasięg powyżej 200 km.

Przy punktach retranslacyjnych zasięg wynosi ok. 450-500 km / na każdym punkcie retranslacyjnym należy rozmieścić dwie stacje R-412/.

Do właściwego zaplanowania łączności w kierunku troposferycznym niezbędne są następujące dane wejściowe:

- 1/ współrzędne topograficzne węzłów łączności, między którymi ma być zestawiony kierunek troposferyczny;
- 2/ sposób dowiązania stacji troposferycznych do węzłów łączności;
- 3/ typ stacji troposferycznej;
- 4/ informacje o rozwiniętych w pobliżu węzłów łączności środków emitujących lub odbierających energię elektromagnetyczną w paśmie częstotliwości R-412 lub z dużą mocą w innym paśmie, z podaniem ich rozmieszczenia, kierunku promieniowania i częstotliwości nadawczej.

Proces planowania winien zawierać następujące etapy:

- 1/ Na podstawie określonego typu stacji troposferycznej i sposobu dowiązania do węzła łączności należy określić punkty rozwinięcia stacji /wybrać z mapy i zapisać w postaci współrzędnych/;
- 2/ Określić azymuty dla stacji /azymuty topograficzne lub geograficzne, w zależności od stosowanych współrzędnych/;
- 3/ Przeliczyć azymuty na azymuty magnetyczne, uwzględniając odpowiednie poprawki;
- 4/ Wykonać profil trasy łącza troposferycznego /przy planowaniu z wykorzystaniem elektronicznej techniki obliczeniowej - profile odcinków od stacji troposferycznej do przeszkody terenowej przesłaniającej horyzont/;

na podstawie wykonanego profilu trasy obliczyć kąt elewacji /kąt zakrycia horyzontu/.

Kąt elewacji jest to kąt pomiędzy prostą, przechodzącą przez środek zwierciadła anteny i styczną do powierzchni ziemi w punkcie rozwinięcia stacji a prostą, przechodzącą przez środek zwierciadła anteny i punkt przeszkody terenowej maksymalnie przesłaniający horyzont. Jeżeli punkt przeszkody terenowej przesłaniający horyzont leży powyżej stycznej do powierzchni ziemi w punkcie rozwinięcia stacji, to kąt ma wartość dodatnią, jeżeli poniżej - to ujemną.

Kąt elewacji oblicza się z wzoru:

$$A \text{ /w radianach/} = \operatorname{tg} \left/ \frac{h-h_A}{d} + \frac{d}{2r} \right/ - \frac{d}{r} ;$$

lub z wzoru uproszczonego, dla małych kątów poniżej 2 stopni:

$$A \text{ /w radianach/} = \frac{h-h_A}{d} - \frac{d}{2r} ;$$

gdzie:

- h - wysokość przeszkody /w metrach/ nad poziomem morza;
- h_A - wysokość anteny nadawczej /w metrach/ nad poziomem morza;
- d - odległość /w metrach/ od stacji troposferycznej do przeszkody
- r - zastępczy promień Ziemi, wynoszący $3,5 \cdot 10^6$ m.

Parametry techniczne stacji R-412 gwarantują właściwą jakość łączności jeżeli kąt elewacji każdej stacji jest mniejszy niż 0,5 stopnia. Jeżeli obliczony kąt elewacji będzie większy niż 0,5 stopnia, to należy dokonać ponownego wyboru miejsca rozwinięcia stacji, tak, aby warunek spełnić. Przy kącie elewacji równym 0,5 stopnia należy przyjmować zasięg łączności do 150 km; przy kącie 0 stopni i mniejszym można liczyć na zasięg ok. 200 km /uzależnione jest to jeszcze od warunków atmosferycznych/.

Obliczyć /z mapy lub na podstawie współrzędnych/ odległość między stacjami troposferycznymi i porównać ją z warunkami zawartymi w poprzednim punkcie.

Dokonać przydziału częstotliwości dla stacji troposferycznych uwzględniając następujące warunki:

- odstęp dowolnych częstotliwości /nadawczych lub odbiorczych/ stacji troposferycznych R-412 A rozmieszczonych w pobliżu winien wynosić co najmniej 200 numerów fal /4 MHz/;

odstęp częstotliwości nadawczych stacji R-412 od odbiorczych stacji typu "BAGIET" przedstawiono w załączniku nr 3;

odstęp częstotliwości odbiorczych stacji R-412 od nadawczych stacji typu "BAGIET" należy również przyjąć jak w załączniku nr 3;

rozmieszczenie i pasma częstotliwości stacji typu "BAGIET" na terytorium PRL ujęto w załączniku nr 4;

wykaz numerów fal stacji R-412, zakłócających własne kanały telefoniczne, przedstawiono w załączniku nr 5.

Efektem końcowym procesu planowania łączności w kierunku troposferycznym winny być następujące dane /dla każdej stacji/:

- / Współrzędne topograficzne punktu rozwinięcia stacji;
- / Azymut magnetyczny;
- / Kąt elewacji;
- / Wysokość środka anteny od ziemi /dla stacji typu R-412 F/;
- / Częstotliwość nadawcza;
- / Odległość do korespondenta;
- / Współrzędne topograficzne węzła łączności i sposób dowiązania do węzła /oraz z danymi eksploatacyjnymi kierunku radioliniowego lub linii kablowej/;
- / Numer stacji troposferycznej, numer kierunku, numery stacji troposferycznych współpracujących i kryptonimy;
- / Rodzaj pracy stacji /modulacja częstotliwości lub transmisja danych, wielkość dewiacji/;
- / Rozdział kanałów /w miarę potrzeby/;
- / Terminy rozpoczęcia i zakończenia pracy.

ZAŁĄCZNIKI :

1. System łączności troposferycznej frontu -
Nr pow.SWK 486/88. egz. nr ..2.... - na 1 ark.
2. System łączności troposferycznej armii -
Nr pow.SWK 487/88. egz. nr ..2.... - na 1 ark.

- . Wymagany minimalny odstęp częstotliwości stacji troposferycznych typu R-412 i "BAGIET" -
Nr *pow. SWK 488/88* egz. nr *..2....* - na 2 ark.
- . Dane eksploatacyjne rozwiniętych stacji troposferycznych typu "BAGIET" -
Nr *pow. SWK 489/88* egz. nr *..2....* - na 4 ark.
- . Wykaz numerów fal stacji troposferycznej R-412 zakłócających własne kanały telefoniczne -
Nr *pow. SWK 490/88* egz. nr *..2....* - na 1 ark.

WYMAGANY ODSTĘP CZĘSTOTLIWOŚCI

stacji troposferycznych typu R-412 i "BAGIET"

Charakterystyki promieniowania anten stacji troposferycznych przedstawia się w płaszczyźnie poziomej w postaci czterech listków promieniowania: głównego /G/, dwóch bocznych /B/ i tylnego /T/. Przedziały kątów odpowiadających tym listkom są aproksymowane następująco:

dla stacji R-412:

główny /G/: od minus 5 do plus 5 stopni;
boczne /B/: od minus 5 do minus 45 stopni
i od plus 5 do plus 45 stopni;
tylny /T/: od plus 45 do plus 315 stopni;

dla stacji "BAGIET":

główny /G/: od minus 4 do plus 4 stopni;
boczne /B/: od minus 4 do minus 90 stopni
i od plus 4 do plus 90 stopni;
tylny /T/: od plus 90 do plus 270 stopni

Kąty te liczone są od azymutu, na który wykierunkowano antenę.

W poniższych tabelach przedstawiono wymagany minimalny odstęp częstotliwości pomiędzy nadajnikiem stacji R-412 i odbiornikiem stacji "BAGIET" w zależności od odległości między stacjami i ukierunkowania anten. Częstotliwości podane w MHz i oznaczają one odstęp od najniższych częstotliwości odbiornika stacji "BAGIET". Pierwsza cyfra oznacza, że antena stacji "BAGIET" ukierunkowana jest swoim głównym listkiem promieniowania na nadajnik R-412, druga - jednym z bocznych listków - tylnym listkiem promieniowania.

Pierwsza tabela odpowiada sytuacji, gdy antena stacji R-412 ukierunkowana jest swoim głównym listkiem promieniowania na antenę stacji "BAGIET", druga tabela - jednym z bocznych listków, a trzecia - tylnym listkiem.

Symbol "X" oznacza, że niezależnie od odstępów częstotliwości w odbiorniku stacji "BAGIET" powstaną zniekształcenia /spowodowane dużą mocą promieniowaną przez pobliski nadajnik R-412/.

A B E L A I - Antena stacji R-412 promieniuje głównym listkiem w kierunku anteny stacji "BAGIET" w odległości:

5 km	-	X ;	X ;	19,8;
0 km	-	X ;	27,0;	17,6;
5 km	-	X ;	25,6;	16,3;
0 km	-	X ;	24,4;	15,0;
5 km	-	26,8;	21,2;	12,2;
0 km	-	24,0;	18,4;	11,0;
0 km	-	16,5;	11,8;	7,6;
0 km	-	11,5;	9,0;	4,0;
0 km	-	6,0;	2,0;	0 ;
0 km	-	2,0;	0 ;	0 ;

A B E L A II - Antena stacji R-412 promieniuje jednym z bocznych listków w kierunku anteny stacji "BAGIET" w odległości:

5 km	-	27,3;	21,7;	12,4;
0 km	-	25,0;	19,5;	11,5;
5 km	-	23,7;	18,2;	11,0;
0 km	-	22,5;	16,9;	10,3;
5 km	-	19,4;	13,7;	3,9;
0 km	-	16,5;	11,8;	7,6;
0 km	-	11,0;	8,5;	3,2;
0 km	-	8,1;	5,0;	0 ;
0 km	-	1,4;	0 ;	0 ;

A B E L A III - Antena stacji R-412 promieniuje tylnym listkiem w kierunku anteny stacji "BAGIET" w odległości:

5 km	-	19,8;	14,2;	9,0;
0 km	-	17,6;	12,3;	8,0;
5 km	-	16,2;	11,7;	7,5;
0 km	-	15,0;	11,1;	6,8;
5 km	-	12,2;	9,7;	4,9;
0 km	-	11,0;	8,5;	3,2;
0 km	-	7,6;	4,3;	0 ;
0 km	-	4,0;	0 ;	0 ;
0 km	-	0 ;	0 ;	0 ;

Załącznik nr 4

DANE EKSPLOATACYJNE

rozwiniętych stacji troposferycznych typu "BAGIET"

Położenie stacji:

23 stopnie 40 minut dług. geogr. wschodniej;

52 stopnie 10 minut szer. geogr. północnej;

Azymut: 300 stopni;

Pasmo częstotliwości nadawczych /MHz/: 4478 do 4500.

Pasmo częstotliwości odbiorczych /MHz/: 4632 do 4654.

Położenie stacji:

22 stopnie 45 minut dług. geogr. wschodniej;

52 stopnie 50 minut szer. geogr. północnej;

2a. Azymut: 120 stopni.

Pasmo częst. nad. /MHz/: 4632 do 4654;

Pasmo częst. odb. /MHz/: 4478 do 4500;

2b. Azymut: 275 stopni.

Pasmo częst. nad. /MHz/: 4666 do 4688;

Pasmo częst. odb. /MHz/: 4507 do 4529;

Położenie stacji:

18 stopni 30 minut dług. geogr. wschodniej;

52 stopnie 50 minut szer. geogr. północnej;

3a. Azymut 95 stopni.

Pasmo częst. nad. /MHz/: 4507 do 4529.

Pasmo częst. odb. /MHz/: 4666 do 4688.

3b. Azymut 355 stopni.

Pasmo częst. nad. /MHz/: 4461 do 4483.

Pasmo częst. odb. /MHz/: 4728 do 4750.

3c. Azymut 285 stopni.

Pasmo częst. nad. /MHz/: 4461 do 4483.

Pasmo częst. odb. /MHz/: 4728 do 4750.

3d. Azymut 185 stopni.

Pasmo częst. nad. /MHz/: 4484 do 4506.

Pasmo częst. odb. /MHz/: 4702 do 4724.

Położenie stacji:

18 stopni 25 minut dług. geogr. wschodniej;

54 stopnie 30 minut szer. geogr. północnej.

Azymut 175 stopni.

Pasmo częst. nad. /MHz/: 4728 do 4750.

Pasmo częst. odb. /MHz/: 4461 do 4483.

Położenie stacji.

15 stopni 45 minut dług. geogr. wschodniej;

53 stopnie 20 minut szer. geogr. północnej;

5a. Azymut 105 stopni.

Pasmo częst. nad. /MHz/: 4631 do 4653.

Pasmo częst. odb. /MHz/: 4438 do 4460.

5b. Azymut 295 stopni.

Pasmo częst. nad. /MHz/: 4518 do 4540.

Pasmo częst. odb. /MHz/: 4711 do 4733.

Położenie stacji:

13 stopni 50 minut dług. geogr. wschodniej;

51 stopni 10 minut szer. geogr. północnej.

Azymut 75 stopni.

Pasmo częst. nad. /MHz/: 4435 do 4457.

Pasmo częst. odb. /MHz/: 4630 do 4656.

Położenie stacji:

6 stopni 0 minut dług. geogr. wschodniej;

51 stopni 25 minut szer. geogr. północnej.

7a. Azymut 255 stopni.

Pasma częst. nad. /MHz/: 4630 do 4656.

Pasma częst. odb. /MHz/: 4435 do 4457.

7b. Azymut 120 stopni.

Pasma częst. nad. /MHz/: 4516 do 4542.

Pasma częst. odb. /MHz/: 4725 do 4751.

Położenie stacji:

13 stopni 20 minut dług. geogr. wschodniej;

50 stopni 40 minut szer. geogr. północnej.

8a. Azymut 300 stopni.

Pasma częst. nad. /MHz/: 4725 do 4751.

Pasma częst. odb. /MHz/: 4516 do 4542.

8b. Azymut 5 stopni.

Pasma częst. nad. /MHz/: 4702 do 4724.

Pasma częst. odb. /MHz/: 4484 do 4506.

8c. Azymut 110 stopni.

Pasma częst. nad. /MHz/: 4656 do 4678.

Pasma częst. odb. /MHz/: 4440 do 4458.

8d. Azymut 180 stopni.

Pasma częst. nad. /MHz/: 4679 do 4701.

Pasma częst. odb. /MHz/: 4463 do 4481.

Położenie stacji:

21 stopni 20 minut dług. geogr. wschodniej;

50 stopni 05 minut szer. geogr. północnej.

9a. Azymut 290 stopni.

Pasma częst. nad. /MHz/: 4440 do 4458.

Pasma częst. odb. /MHz/: 4656 do 4678.

9b. Azymut 100 stopni.

Pasma częst. nad. /MHz/: 4514 do 4536.

Pasma częst. odb. /MHz/: 4688 do 4710.

Położenie stacji:

24 stopnie 0 minut dług. geogr. wschodniej;

49 stopni 55 minut szer. geogr. północnej.

Azymut 280 stopni.

Pasma częst. nad. /MHz/: 4688 do 4710.

Pasma częst. odb. /MHz/: 4514 do 4536.

Uwaga: W podanych pasmach częstotliwości zawiera się również wielkość dewiacji.

WYKAZ NUMERÓW FAŁ

stacji troposferycznej R-412, zakłócających
własne kanały telefoniczne stacji R-412.

W każdym podzakresie częstotliwości roboczych stacji troposfe-
rycznej R-412 jest 216 umownych numerów fał roboczych, których wybrani
powoduje zakłócenie jednego z kanałów telefonicznych stacji.
Nижej podane są trzy ostatnie cyfry numeru fałi, przy którym zjawisko
to zachodzi niezależnie od pozostałych cyfr numeru fałi.

- 1 kanał telefoniczny: 585, 586, 587, 613, 614, 615.
- 2 kanał telefoniczny: 589, 590, 591, 609, 610, 611.
- 3 kanał telefoniczny: 593, 594, 595, 605, 606, 607.
- 4 kanał telefoniczny: 569, 570, 571, 629, 630, 631.
- 5 kanał telefoniczny: 573, 574, 575, 625, 626, 627.
- 6 kanał telefoniczny: 577, 578, 579, 621, 622, 623.

