

INSTYTUT ŁĄCZNOŚCI
WARSZAWA-MIEDZESZYN

BIULETYN

INFORMACYJNY

3-4 (228-229)

1985

MINISTERSTWO ŁĄCZNOŚCI

BIULETYN INFORMACYJNY

ROK 25

WARSZAWA 1985

NR 3-4/228-229/

INSTYTUT ŁĄCZNOŚCI
Branżowy Ośrodek
Informacji Naukowej, Technicznej i Ekonomicznej

Redakcja Biuletynu Informacyjnego

Redaktor Naczelny - doc. dr inż. Krystyn Plewko
Z-ca Redaktora Naczelnego - dr inż. Stanisław Sołta

Redaktorzy działów:

dr inż. Alina Karwowska-Lamparska, mgr inż. Mirosław Żurawski

Adres Redakcji:

Instytut Łączności

Branżowy Ośrodek

Informacji Naukowej, Technicznej i Ekonomicznej

Warszawa - Miedzeszyn, ul. Szachowa 1

ISSN 0209-1046

Redaktor: mgr K. Juszkiwicz

Montaż tekstu: B. Skwara

Dział Wydawniczy Instytutu Łączności

Format B5. Nakład 570. Wpłynęło do

Działu Wydawniczego 1985.10,15.

Druk ukończono w grudniu 1985 r.

III

Opracowanie zbiorowe

POKRYCIE KRAJU EMISJĄ RADIOFONICZNĄ W ZAKRESIE CZĘSTOTLIWOŚCI 87,5 - 108 MHz

SPIS TREŚCI

	Str.
1. Wprowadzenie /oprac. Filomena Grodzicka/	1
2. Możliwości i skutki wprowadzenia zakresu czę- stotliwości 87,5 - 108 MHz w polskiej sieci radio- fonicznej /oprac. Filomena Grodzicka i Wacław Lisicki/	4
3. Podstawy techniczne rozdziału częstotliwości dla radiofonii UKF FM /oprac. Wacław Lisicki/	11
3.1. Wprowadzenie	11
3.2. Podstawy obliczeń propagacyjnych	13
3.3. Normy techniczne i kryteria planowania	23
3.4. Metody obliczania natężenia pola i zasięgu stacji	28
3.5. Metody rozdziału kanałów	31
3.6. Kompatybilność radiofonii UKF FM z tele- wizją	35
3.7. Ograniczenia w planowaniu sieci	37
Wykaz literatury	38
4. Konstrukcja planów sieci stacji radiofonicznych w Polsce w zakresie częstotliwości 87,5-100,0 i 100,0 - 108,0 MHz /oprac. Zbigniew Rymarowicz/	40
4.1. Wprowadzenie	40
4.2. Plan w zakresie częstotliwości 87,5 - - 100 MHz	41
4.3. Plan w zakresie częstotliwości 100-108 MHz	46

IV

	str.
4.4. Uwagi końcowe	51
Wykaz literatury	51
5. Wpomaganie komputerowe opracowań koncepcyjnych planu sieci stacji radiofonicznych UKF FM w Polsce /oprac. Ewa Szwed/	52
5.1. Wprowadzenie	52
5.2. Informacje ogólne	53
5.3. Opisy programów	55
5.4. Podstawowe zbiory informacji	61
5.5. Informatyczne środki techniczne zastosowane przy planowaniu sieci stacji UKF FM	63
Wykaz literatury	63
6. Uzgodnienia międzynarodowe planów sieci stacji radiofonicznych w zakresie 87,5 - 108 MHz i wyniki Konferencji Regionalnej - Genewa 1982/1984 /oprac. Filomena Grodzicka/	64
6.1. Procedura i przebieg uzgodnień międzynarodowych	64
6.2. Dokumenty końcowe i ogólne wyniki Konferencji	73
6.3. Wyniki uzgodnień planu polskiej sieci UKF FM i ich ocena z punktu widzenia potrzeb polskiej radiofonii	74

Filomena Grodzicka, Wacław Lisicki,
Zbigniew Rymarowicz, Ewa Szwed

621.396.74

POKRYCIE KRAJU EMISJĄ RADIOFONICZNĄ
W ZAKRESIE CZĘSTOTLIWOŚCI 87,5 - 108 MHz

1. WPROWADZENIE

Ostateczne opracowanie i przyjęcie planu rozdziału częstotliwości dla danej służby radiowej następuje na specjalnie zwołanej przez Międzynarodowy Związek Telekomunikacyjny /UIT/ konferencji międzynarodowej. W zależności od zakresu częstotliwości i służby konferencja może mieć charakter regionalny lub światowy, tzn. może dotyczyć poszczególnych rejonów^{1/} lub wszystkich rejonów. Uczestnikami takiej konferencji są przedstawiciele wszystkich zainteresowanych krajów odnośnych rejonów. Interesy poszczególnych krajów mogą również być w uzasadnionych przypadkach reprezentowane przez UIT.

Zwykle tego rodzaju konferencje poprzedza wieloletni okres przygotowań. Następuje intensyfikacja prac naukowo-badawczych i planistyczno-projektowych zarówno w ramach organizacji międzynarodowych /CCIR^{2/}, OIRT^{3/}, UER^{4/}, IFRB^{5/}

1/ Z punktu widzenia służb radiowych kula ziemską została podzielona na trzy rejony, przy czym: rejon 1 obejmuje Europę, Afrykę, Mongolię kraje Bliskiego Wschodu, cały obszar ZSRR, rejon 2 - obie Ameryki, a rejon 3 - Azję i Australię.

2/ Międzynarodowy Radiokomunikacyjny Komitet Doradczy.

3/ Międzynarodowa Organizacja Radia i Telewizji.

4/ Europejska Unia Radiokomunikacyjna.

5/ Międzynarodowa Izba Rejestracji Częstotliwości.

itp./, jak i instytucji krajowych. Celem tych poczynañ jest przygotowanie dla potrzeb konferencji najbardziej aktualnych podstaw technicznych i metod planowania oraz ustalenie trybu postępowania w procesie koordynacyjnym i harmonogramu niezbędnych przedsięwzięć oraz prac przed i podczas konferencji.

Należy podkreślić fakt, że opracowany międzynarodowy plan rozdziału częstotliwości nie jest i nie może być w pełni optymalny nawet przy zastosowaniu najbardziej nowoczesnych metod naukowych, przede wszystkim ze względu na konieczność zapewnienia pokrycia całego terytorium poszczególnych krajów odpowiednią liczbą własnych programów. Jest więc niemożliwe uniknięcie zagęszczenia wykorzystywania częstotliwości w rejonach przygranicznych. Ponadto, administracje poszczególnych krajów mają tendencje zabezpieczania się "na zapas" i zgłaszają na ogół większą liczbę zapotrzebowań z zawyżonymi podstawowymi parametrami /moc, wysokość zawieszenia anteny nadawczej/. Dlatego też główny parametr sieciowy, jakim jest chronione natężenie pola,^{1/} od którego zależy zasięg emisji radiowej, jest praktycznie uwarunkowany interferencjami, a nie czułością odbiornika. Wzajemna koordynacja planów krajowych jest zatem niezwykle trudna i czasochłonna.

Już w okresie znacznie poprzedzającym konferencję regionalną odbywają się dwustronne i wielostronne spotkania koordynacyjne między zainteresowanymi krajami. Bardzo ważne i konieczne jest staranne oraz wszechstronne przygotowanie się administracji do tych spotkań i do konferencji regionalnej, gdyż od tego w zasadniczy sposób zależą uzyskane końcowe wyniki, a co z tym się wiąże liczba pozycji częstotliwościowych w międzynarodowo obowiązującym planie.

1/ Przyjęta w planowaniu wartość natężenia pola na granicy zasięgu stacji radiofonicznej.

Od momentu podpisania specjalnego Porozumienia i przyjęcia planu na konferencji regionalnej wszystkie pozycje częstotliwościowe danego kraju podlegają ochronie.

Światowa administracyjna Konferencja Radiokomunikacyjna /Genewa, 1979 r./ rozszerzyła zakres częstotliwości przydzielony służbie radiodifuzyjnej w rejonie 1 z 87,5-100 MHz do 87,5 - 108 MHz i poleciła Radzie Administracyjnej UIT zwołanie Regionalnej Administracyjnej Konferencji w dwóch sesjach w celu opracowania Porozumienia i związanego z nim planu przydziałów częstotliwości dla stacji radiofonicznych UKF FM w rejonie 1 /Europa, Afryka, cały obszar ZSRR, Mongolia, kraje Bliskiego Wschodu/ i niektórych krajach rejonu 3 /Afganistan, Iran/.

Rada Administracyjna UIT podjęła decyzję zwołania takiej konferencji i ustaliła terminy rozpoczęcia i okresy trwania obu sesji. I Sesja rozpoczęła się 23 sierpnia 1982 r. i trwała 4 tygodnie, a II Sesja - 29 października 1984 r. i trwała 6 tygodni.

Zasadniczym zadaniem I Sesji, określonej skrótowo RAKR - 82, było:

- przygotowanie podstaw technicznych opracowania planu przydziałów częstotliwości dla potrzeb II Sesji oraz określenie kryteriów kompatybilności radiofonii UKF FM z innymi służbami współużytkującymi ten sam zakres częstotliwości lub użytkującymi zakresy sąsiednie;
- ustalenie formy i terminów zgłoszeń zapotrzebowań częstotliwościowych do IFRB;

a II Sesja /RAKR - 84/:

- opracowanie i przyjęcie Porozumienia Regionalnego i związanego z nim planu przydziałów częstotliwości dla stacji

1/ Stacje ultrakrótkofalowe z modulacją częstotliwościową.

radiofonicznych UKF FM w rejonie 1 i w niektórych krajach rejonu 3 opartego na podstawach technicznych i metodach planowania przyjętych przez I Sesję oraz na zgłoszeniach zapotrzebowań częstotliwościowych poszczególnych administracji przesłanych do IFRB.

Istniejące przydziały częstotliwości w zakresie 87,5 - 100 MHz zostały ustalone na konferencji w Sztokholmie w 1961 r. dla Europy i w Genewie w 1963 r. dla Afryki. W 1979 r. Światowa Administracyjna Konferencja Radiokomunikacyjna udostępniła dla radiofonii UKF FM dodatkowo zakres częstotliwości 100 - 108 MHz. W celu bardziej optymalnego wykorzystania częstotliwości w całym zakresie 87,5-108 MHz dla radiofonii UKF FM okazało się konieczne również przepracowanie istniejących planów w zakresie częstotliwości 87,5 - 100 MHz.

W kolejnych artykułach zostaną rozpatrzone skutki, jakie wynikną z wprowadzenia zakresu częstotliwości 100 - 108 MHz i ewentualnego przejścia z wykorzystywanego dotychczas w Polsce zakresu 66 - 74 MHz na zakres częstotliwości 87,5 - 100 MHz, aby uzyskać dla radiofonii UKF FM ciągły zakres częstotliwości 87,5 - 108 MHz. Ponadto, będą również omówione podstawy techniczne oraz metody planowania sieci stacji radiofonicznych w zakresie 87,5 - 108 MHz, a następnie konstrukcja planów sieci radiofonicznych w Polsce w zakresach częstotliwości 87,5 - 100 MHz i 100 - 108 MHz.

2. MOŻLIWOŚCI I SKUTKI WPROWADZENIA ZAKRESU CZĘSTOTLIWOŚCI 87,5-108 MHz W POLSKIEJ SIECI RADIOFONICZNEJ

W końcu lat pięćdziesiątych, mając na uwadze przede wszystkim potrzeby innych służb, administracje łączności krajów OW^{1/} /z wyjątkiem NRD/ przyjęły tablicę podziału

1/ OTW-Organizacja Współpracy Łączności /obejmująca kraje socjalistyczne/.

widma częstotliwości w zakresie fal metrowych dosyć niekorzystną dla służb radiodifuzyjnych. Szczególnie ujemnie zaciążył na rozwoju radiofonii ultrakrótkofalowej z modulacją częstotliwościową /UKF FM/ przydział zbyt wąskiego zakresu częstotliwości 66 - 73 MHz /7 MHz/, podczas gdy we wszystkich krajach zachodnich oraz w NRD dla radiofonii został przeznaczony znacznie szerszy zakres częstotliwości 87,5 - 100 MHz /12,5 MHz/ i korzystniej usytuowany w widmie. Wprawdzie Światowa Administracyjna Konferencja Radiokomunikacyjna w 1979 r. rozszerzyła zakres częstotliwości dla radiofonii UKF FM w krajach OWŁ do 74 MHz, korzyści jednak z takiego rozszerzenia zakresu częstotliwości dla radiofonii przedstawiają się również problematycznie ze względu na użytkowanie od dawna zakresu częstotliwości 73 - 74 MHz przez służby ruchome w CSRS, NRD i w innych pobliskich krajach, np. Danii, RFN i Szwecji.

Plan rozdziału częstotliwości zakresu 66 - 73 MHz opracowano opierając się na podstawach technicznych przewidzianych dla emisji monofonicznych z odstępem pomiędzy częstotliwościami sąsiednich kanałów 30 kHz. Nie opracowano przy tym i nie zastosowano żadnej matematycznej metody systematycznego rozdziału częstotliwości. Taki plan rozdziału częstotliwości nie mógł więc być optymalny.

W związku ze zmienionymi wymaganiami jakościowymi i programowymi, wynikającymi z potrzeby wprowadzania stereofonii, przeprowadzono dla polskiej sieci stacji UKF FM optymalizację wykorzystania częstotliwości w tym zakresie. Pozwoliło to jednak poprawić sytuację w niewielkim jedynie stopniu. Lepsze wyniki stopnia pokrycia terytorium kraju programami radiofonicznymi UKF FM można by niewątpliwie osiągnąć, poddając rewizji plan rozdziału częstotliwości jednocześnie we wszystkich krajach OWŁ użytkujących zakres częstotliwości 66 - 73 MHz. Były nawet czynione pewne próby zainteresowania krajów OWŁ tą sprawą, jednak bez powodzenia.

Ponadto, analiza oparta na doświadczeniu wykazała, że pokrycie całego kraju jednym programem stereofonicznym o dobrej jakości wymaga wykorzystania zakresu częstotliwości w zasadzie o szerokości ok. 4 MHz. Nawet więc najbardziej optymalne rozwiązanie sieci w zakresie częstotliwości 66 - 74 MHz nie zapewni, jak się przewiduje, 100% pokrycia kraju trzema programami /dwoma programami stereofonicznymi i jednym programem monofonicznym/.

W sytuacji obecnej, według danych będących w posiadaniu Państwowej Inspekcji Radiowej, zadowolająco słyszalny na terenie całego kraju jest tylko program monofoniczny. W ostatniej wersji optymalizacji sieci pokrycie kraju programami stereofonicznymi nadal wykazuje znaczne obszary bez możliwości odbioru, nawet przy dopuszczeniu występowania zakłóceń interferencyjnych w ciągu 10% czasu transmisji.

Zakres częstotliwości 66 - 74 MHz poza zbyt małą szerokością wykazuje jeszcze inne niedogodności. W pasmie pośredniej częstotliwości linii radiowych /70 MHz/ pojawiają się bowiem zakłócenia wywoływane przez pobliskie stacje radiofoniczne, pracujące na zbliżonych częstotliwościach. Oprócz tego, odbiór telewizyjny w 2 kanale /58 - 66 MHz/ jest także zakłócany przez stacje UKF FM pracujące na częstotliwościach poniżej 68 MHz, jeżeli znajdują się one w zasięgu stacji telewizyjnych.

Przy odbiorze emisji telewizyjnej w 3 kanale /76-84 MHz/ powstają również zakłócenia wywoływane przez heterodyny odbiorników UKF FM. Przy częstotliwości pośredniej w tych odbiornikach wynoszącej 10,7 MHz, częstotliwości heterodyny zawierają się w granicach od 76,7 do 84,7 MHz. Z wyjątkiem więc wąskiego zakresu częstotliwości nośnych 73,3 - 74 MHz, wszystkie inne częstotliwości stacji UKF FM są przyczyną zakłóceń w 3 kanale telewizyjnym.

W zakresie częstotliwości 73,3 - 74 MHz nie można zmieścić więcej niż jednej stacji w danej lokalizacji. Tym-

czasem, na każdym obiekcie powinny być umieszczone trzy nadajniki /dla trzech programów/ o częstotliwościach odległych od siebie co najmniej o 0,9 MHz /ze względu na konstrukcję diplexera/. Nie ma więc żadnych możliwości uniknięcia na drodze odpowiedniego rozdziału częstotliwości zakłóceń powodowanych przez heterodyny w 3 kanale telewizyjnym.

Sprawa wykorzystywania zakresu częstotliwości 66-74 MHz w świetle możliwości wykorzystywania nowego, przydzielonego dla radiofonii przez Światową Administracyjną Konferencję Radiokomunikacyjną w 1979 r. zakresu częstotliwości 100 - 108 MHz, nie przedstawia się zbyt zachęcająco.

Po pierwsze, w stanie docelowym oba zakresy obejmowałyby łącznie tylko 16 MHz, a więc można by uzyskać pełne pokrycie co najwyżej czterema programami stereofonicznymi.

Po drugie, umożliwienie odbioru w dwóch odległych wzajemnie od siebie zakresach częstotliwości, wymaga zastosowania w odbiornikach dwóch głowic, co spowoduje ich podrożenie. W odbiornikach samochodowych i turystycznych trzeba by stosować przełączanie zakresów, co nie powoduje zasadniczo wzrostu kosztów, ale pogarsza własności użytkowe odbiornika.

Po trzecie, dla przemysłu będzie uciążliwa w sposób istotny konieczność produkowania dwóch wersji odbiorników, krajowej i eksportowej. Należy bowiem zaznaczyć, że wszystkie kraje Trzeciego Świata, podobnie zresztą jak i większość Krajów europejskich wykorzystuje zakres częstotliwości 87,5 - 100 MHz.

Ciągły zakres częstotliwości 87,5 - 108 MHz, jaki uzyskuje się przez dołączenie zakresu 100 - 108 MHz, jest pozbawiony wymienionych wyżej wad. Przede wszystkim, w zakresie częstotliwości 20,5 MHz łatwo zmieści się 5 programów stereofonicznych, a być może, że po przeprowadzeniu metodycznej optymalizacji sieci, uda się zmieścić 6 programów stereofonicznych spełniających wymogi kompatybilności. Wypadałoby wtedy 3,42 MHz na jeden program. Wprawdzie nie

spełni to warunku 4 MHz na jeden program, ale trzeba pamiętać, że ciągły i szeroki zakres daje dużą swobodę manewru w planowaniu. Nie będą zagrażały zakłócenia odbioru telewizyjnego, o których mowa jest powyżej. Nie będą również występowały wspomniane uprzednio trudności związane z produkcją odbiorników.

Zajęcie przez radiofonie UKF FM zakresu częstotliwości 87,5 - 100 MHz, przeznaczonego przez OWŁ dla telewizji, będzie wymagało rezygnacji z wykorzystywania telewizyjnych kanałów 4 i 5 /84 - 92 MHz i 92 - 100 MHz/. Problem ten wiąże się więc z koniecznością doboru nowych kanałów dla stacji telewizyjnych dotychczas użytkujących te kanały oraz ich uzgodnienia międzynarodowego. Ogółem trzeba będzie zmienić kanały jednej czynnej stacji telewizyjnej dużej mocy i około 40 planowanym stacjom małej mocy. Ponadto, wymiany będą wymagały wkładki w Antenowych Instalacjach Zbiorowych, w przypadku stosowanej przemiany częstotliwości na kanały 4 i 5. Korzyści z rezygnacji z wykorzystywania telewizyjnych kanałów 4 i 5 wynikają nie tylko z ewentualnego wykorzystywania ich przez radiofonie, ale stanowią część szerszego programu zwalniania przez telewizję I i II zakresu, co w konsekwencji ma przynieść korzyści zarówno telewizji jak i radiofonii oraz służbom ruchomym,

Pomimo niezaprzeczonych korzyści wynikających z zastąpienia zakresu częstotliwości 66 - 74 MHz zakresem częstotliwości 87,5 - 100 MHz, nie można nie dostrzegać związanych z tym trudności ekonomicznych i organizacyjnych.

Nie zajmując się bliżej analizą kosztów, ani ich podziałem na koszty ponoszone przez państwo i przez społeczeństwo można stwierdzić, że po stronie nadawczej i tak się je ponosi, nawet w przypadku pozostawienia radiofonii UKF FM w dotychczasowym zakresie częstotliwości 66 - 74 MHz. Wyeksploatowane bowiem nadajniki wymagają stopniowej wymiany na nowe. Odbiorniki również co kilkanaście lat są przez właścicieli wymieniane na nowocześniejsze. Zresztą, wprowadzenie nowego zakresu częstotliwości 100 - 108 MHz dla

radiofonii UKF FM pociągnie za sobą zakupy nowych odbiorników przez tych, którzy będą chcieli odbierać programy w tym zakresie. Poza tym, wystąpią oczywiście koszty budowy anten nadawczych i przeróbek w odbiorczych instalacjach zbiorowych. Na nieuchronne ponoszenie kosztów powinno się jednak patrzeć w aspekcie poprawy jakości służby, zwiększenia liczby programów i ogólnego postępu technicznego.

Bardziej skomplikowane wydają się zadania typu organizacyjnego. Przed resortem łączności i przemysłem staną tu zagadnienia terminów i sposobu ewentualnego przechodzenia na zakres częstotliwości 87,5 - 100 MHz. Powstają więc pytania: jak długo oba zakresy będą równocześnie wykorzystywane, jak będzie skoordynowana przebudowa bazy nadawczej i zaopatrzenie rynku w nowe odbiorniki, w jakim stopniu będzie opłacalne przestrajanie starych odbiorników itp. Odpowiednie prace, które dadzą odpowiedzi na te pytania, zostały zresztą już podjęte.

Polska nie jest jedynym krajem OWL, który przewiduje przejście z zakresu częstotliwości 66 - 74 MHz na zakres 87,5 - 100 MHz. Wszystkie kraje europejskie OWL /z wyjątkiem ZSRR/ zgłosiły już zapotrzebowania i zabezpieczyły sobie na ostatniej konferencji UIT w Genewie częstotliwości w zakresie 87,5 - 100 MHz dla radiofonii. Ma to swoje dodatnie strony, ponieważ w stanie docelowym użytkowanie zakresu częstotliwości 87,5 - 100 MHz dla tej samej służby w krajach sąsiadujących pozwala łatwiej spełnić warunki kompatybilności. Trudności powstaną w okresie przejściowym, gdy w jednym kraju ten zakres częstotliwości już będzie użytkowany dla radiofonii, a w drugim jeszcze dla telewizji. W związku z tym przewiduje się wspólne opracowanie procedury przejściowej, ponieważ znajdujące się w planie genewskim stacje UKF FM wymienionych krajów nie mogą być uruchamiane bez dodatkowego porozumienia.

W myśl decyzji Światowej Administracyjnej Konferencji Radiokomunikacyjnej z 1979 r. została zwołana do Genewy Regionalna Administracyjna Konferencja dla planowania radiofonii na falach metrowych.

Konferencja Regionalna odbyła się w dwóch etapach. W 1982 r. miała miejsce I Sesja, która zajmowała się podstawami technicznymi planu. Przedmiotem II Sesji w 1984 r. było opracowanie Porozumienia Regionalnego i Planu. Przyjęto oznaczać skrótowo obie sesje konferencji odpowiednio: RAKR - 82 i RAKR - 84.

Podpisanie w dniu 7 grudnia 1984 r w Genewie Porozumienia Regionalnego i planu przydziałów częstotliwości dla stacji radiofonicznych UKF FM w rejonie 1 i części rejonu 3^{1/} w zakresie częstotliwości 87,5 - 108 MHz zamknęło kilkuletni okres prac nad planem polskiej sieci stacji UKF FM, prowadzonych przez Ministerstwo Łączności i Instytut Łączności. Efektem tych prac jest zapewnienie odpowiedniego do potrzeb dostępu do zakresu częstotliwości 87,5-108 MHz. Tym samym zostały stworzone podstawy do dalszego, prawidłowego rozwoju radiofonii UKF FM w Polsce.

Należy podkreślić, że RAKR-84 zamyka tylko pewien okres prac nad polską siecią stacji radiofonicznych UKF FM. Był to okres o znaczeniu zasadniczym dla rozwoju radiofonii w naszym kraju, ale jednak nie ostatni. Niezbędne są i już zostały podjęte dalsze prace nad optymalizacją sieci w ramach ustaleń RAKR-84. Celem tych prac jest dalsza poprawa warunków odbioru radiofonicznego i stworzenie szans realizacji sieci w zakresie częstotliwości 87,5 - 108 MHz przy zminimalizowaniu nakładów finansowych. W dalszym kolejnym etapie prac, gdy polska sieć radiofoniczna i sieci krajów

1/ W Regulaminie Radiokomunikacyjnym ustalono podział świata na 3 rejony z punktu widzenia wykorzystania częstotliwości. Rejon 1 obejmuje Europę, Afrykę, azjatycką część ZSRR i Bliski Wschód, a rejon 3 - Azję i Australię z Oceanią.

sąsiednich osiągną stan względnej stabilizacji, powinno się utworzyć i na bieżąco aktualizować model symulacyjny sieci, w którym znalazłyby zastosowanie najbardziej aktualne podstawy techniczne i metody obliczeniowe. Taki model pozwoli analizować na bieżąco wszelkie zmiany w sieciach krajów sąsiednich i pobliskich oraz chronić polską sieć radiofoniczną UKF FM przed zakłóceniami.

3. PODSTAWY TECHNICZNE ROZDZIAŁU CZĘSTOTLIWOŚCI DLA RADIOFONII UKF FM

3.1. Wprowadzenie

W początkowym okresie rozwoju radiofonii UKF FM gospodarka częstotliwościowa opierała się na podstawach technicznych, które obecnie można uznać za całkowicie prymitywne. Kanały częstotliwościowe dla stacji radiofonicznych były wybierane bezplanowo, na zasadzie dostosowania do istniejącej sytuacji. Dopiero w drugiej połowie lat pięćdziesiątych zaczęto w Europie wdrażać metody planowania sieci stacji telewizyjnych i radiofonicznych UKF FM oparte na podstawach naukowo-technicznych. Znacznym krokiem naprzód była Konferencja Regionalna w Sztokholmie, która odbyła się w roku 1961. Pod naciskiem wzrastających zapotrzebowań na kanały gospodarka częstotliwościowa zaczęła się przekształcać z ekstensywnej w intensywną. Dzięki wprowadzeniu nowoczesnych podstaw technicznych i komputerowych metod planowania znacznie podniosła się efektywność wykorzystania widma. Z tej epoki datują się również pierwsze prace z zakresu systematycznego planowania sieci stacji telewizyjnych i radiofonicznych UKF FM, podjęte w Polsce.

Każda konferencja międzynarodowa w skali światowej lub regionalnej, której przedmiotem jest rozdział częstotliwości, stymuluje postęp w podstawach technicznych i metodach planowania służb radiokomunikacyjnych. Podobnie było

w przypadku Regionalnej Administracyjnej Konferencji Radiofonii UKF FM, /RAKR/, której dwie sesje odbyły się w Genewie, w latach 1982 i 1984. Przedmiotem I Sesji, były podstawy techniczne planowania rozdziału częstotliwości. Sam plan został opracowany przez II Sesję /RAKR-84/.

Konferencję Regionalną poprzedziły intensywne prace CCIR, koncentrujące się głównie w specjalnie powołanych w łonie 5 i 10 Komisei Studiów Tymczasowych Grupach Roboczych. Warto wspomnieć, że w pracach Tymczasowej Grupy Roboczej 10/4 brali udział polscy specjaliści z Instytutu Łączności, którym powierzono przygotowanie zasad kompatybilności radiofonii w zakresie 87,5 - 100 MHz z telewizją użytkującą w niektórych krajach kanały 4 i 5 standardu D,K^{1/} /o szerokości 8 MHz/.

Opracowane przez I Sesję podstawy techniczne stanowią treść Sprawozdania przeznaczonego dla II Sesji [1]. Po wprowadzeniu pewnych modyfikacji i uzupełnień, podstawy techniczne zostały zatwierdzone i włączone do Aktu Końcowego Konferencji Regionalnej [2].

Prace przygotowawcze do RAKR-82 były prowadzone również w kraju. W roku 1981 opracowano w Instytucie Łączności zaktualizowane podstawy techniczne i kryteria planowania sieci stacji radiofonicznych UKF FM, [3] które zastąpiły przestarzałe już Zalecenie Nr 18 TK OIRT z roku 1958. Opracowano również odpowiednie algorytmy i programy dla maszyny cyfrowej. W metodyce krajowej wykorzystano m.in. wyniki wcześniej wykonanych w Ił. badań współczynników ochronnych dla stereofonii [4]. Metodyka planowania sieci stacji UKF FM opracowana w Ił. nie pozostaje w sprzeczności z podstawami technicznymi przyjętymi na RAKR-82, a różni się od nich głównie szczegółami pozwalającymi na wykonanie bardziej dokładnych obliczeń.

1/ Według oznaczeń CCIR.

3.2. Podstawy obliczeń propagacyjnych

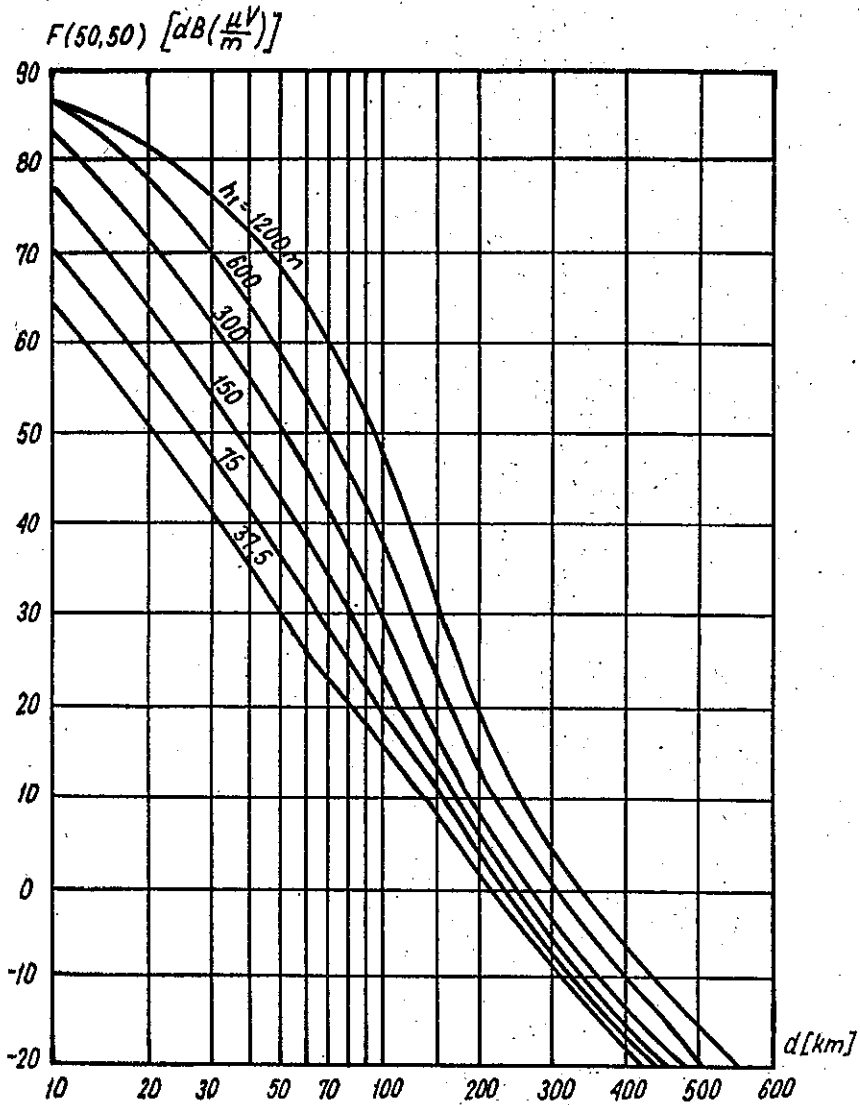
3.2.1. Podstawowe krzywe propagacji

Do obliczania natężenia pola w zakresie częstotliwości 87,5 - 100 MHz w praktyce inżynierskiej stosuje się statystyczne krzywe propagacji z Zalecenia 370-4 CCIR [5]. Obejmują one zakres odległości od 10 do 1000 km i wysokości skutecznych wzniesienia anten nadawczych od 37,5 do 1200 m, a zostały sporządzone dla warunków propagacji fal nad lądem, nad morzem zimnym /m.in. nad Bałtykiem/ i nad morzem ciepłym. W zaleceniu 370-4 są podane rodziny krzywych dla fal metro-
wych: dla 50% miejsc oraz 50, 10, 5 i 1% czasu przekraczania poziomu natężenia pola wskazanego przez krzywe, oznaczone jako np. $F(50,50)$ czy $F(50,1)$. Wszystkie krzywe są sporządzone przy założeniu wysokości anteny odbiorczej nad ziemią równą 10 m.

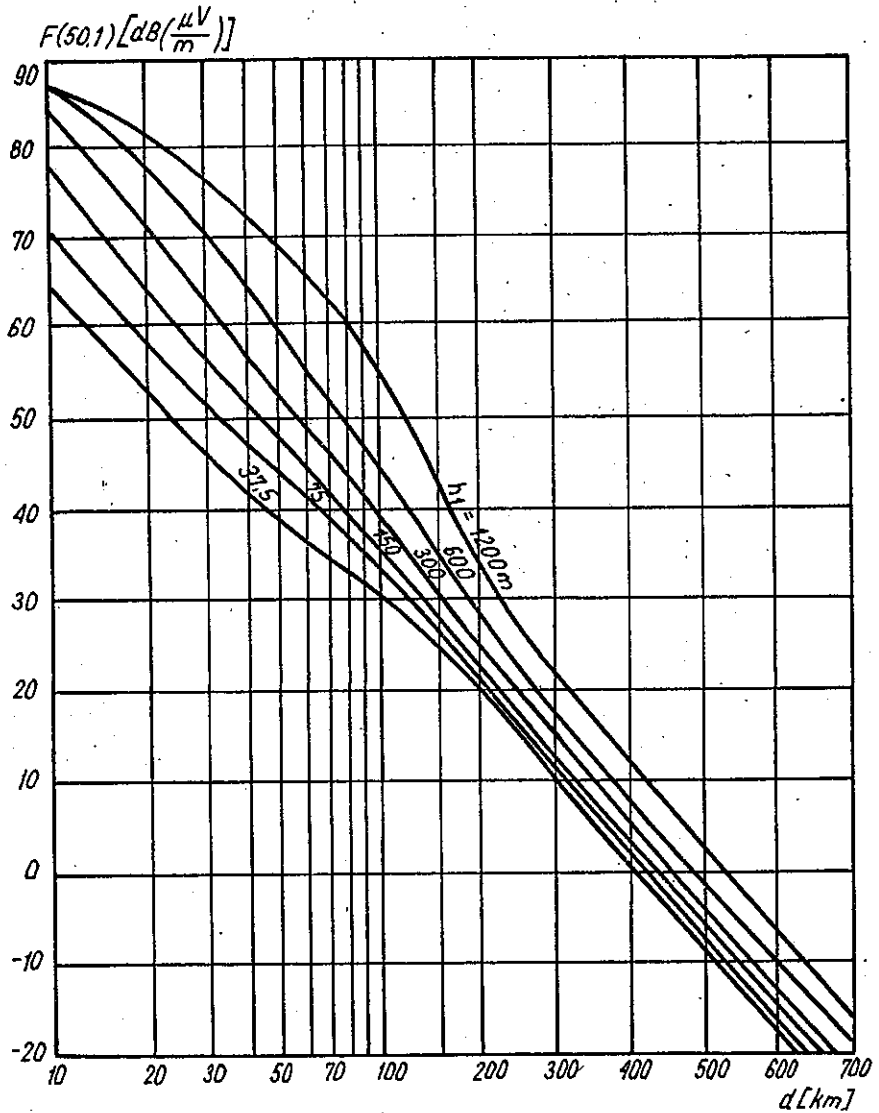
Podczas RAKR-84 stosowano do obliczania natężenia pola sygnału użytecznego krzywe $F(50,50)$, zaś dla sygnałów zakłócających - zawsze tylko krzywe $F(50,1)$. Wskazano sposoby konstrukcji dodatkowych krzywych dla wysokości anteny nadawczej 10 i 20 m oraz podano metodę obliczania natężenia pola w przypadku wysokości przekraczającej 1200 m [2].

W pracach przygotowawczych do RAKR-84 prowadzonych w Polsce, obliczenia wykonywano również dla założenia, że zakłócenia występują przez 5% czasu transmisji. Do obliczania zasięgów stacji małej mocy trzeba ponadto dysponować krzywymi $F(50,50)$ dla odległości mniejszych od 10 km. Krzywe takie dla potrzeb wewnętrznych zostały opracowane w Ił, a następnie zintegrowane z krzywymi CCIR.

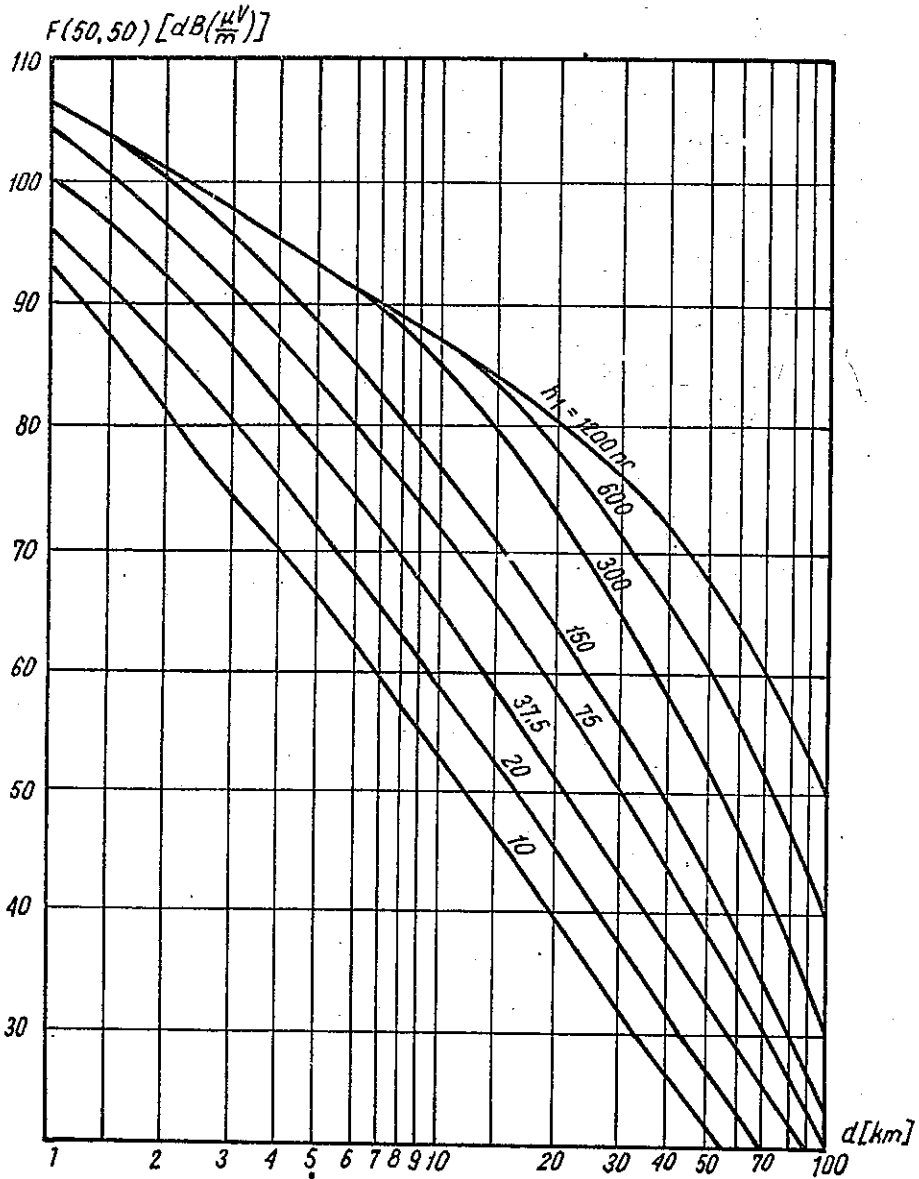
Na rysunku 1 i 2 przedstawiono odpowiednio rodziny krzywych $F(50,50)$ i $F(50,1)$. Natomiast na rys. 3 pokazano krzywe zintegrowane $F(50,50)$ dla odległości 1 - 100 km.



Rys. 1. Krzywe propagacji $F(50,50)$ dla zakresu częstotliwości 30-250 MHz wg Zalecenia 370-4 CCIR. Ląd i morze



Rys. 2. Krzywe propagacji $F(50,1)$ dla zakresu częstotliwości 30-250 MHz wg Zalecenia 370-4 CCIR. Ląd



Rys. 3. Zintegrowane krzywe propagacji $F(50,50)$ dla odległości 1-200 km. Zakres częstotliwości 30-250 MHz. Łąd

3.2.2. Wysokość skuteczna wzniesienia anteny nadawczej

Wg Zalecenia 370-4 CCIR wysokość skuteczną anteny nadawczej określa się, jako wysokość środka elektrycznego anteny nad średnim poziomem terenu wzdłuż trasy propagacji na odcinku od 3 do 15 km od stacji.

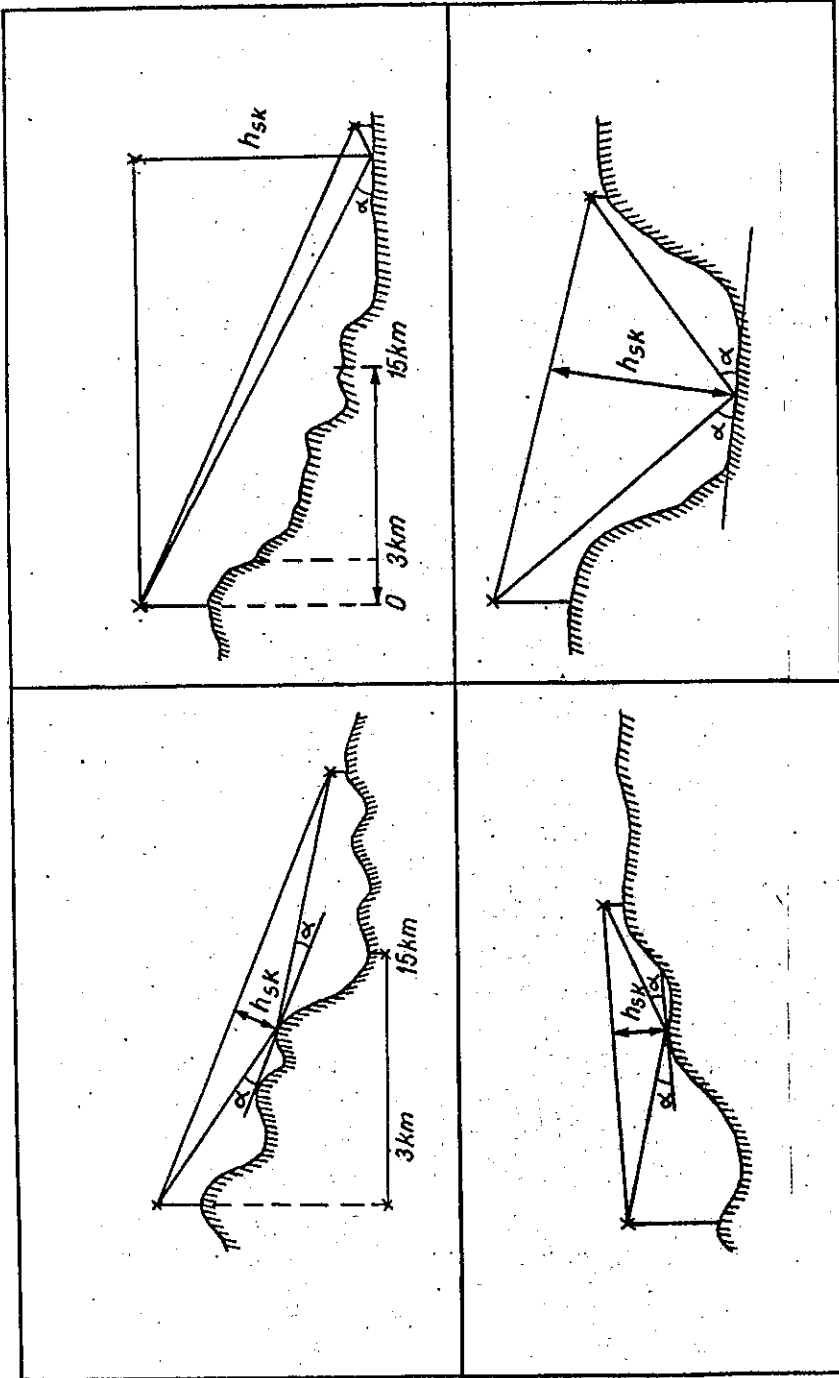
Na terenach nizinnych, płaskich i lekko falistych, ogólnie poziomych, powyższa metoda, zwana potocznie metodą „3 - 15'”, daje na ogół wyniki zadowalające. Jednakże nie powinno się jej stosować bezkrytycznie w terenach górskich. Traktowana formalistycznie pod względem zgodności z definicją CCIR, prowadzi bowiem niekiedy do zupełnie błędnych wyników. Można np. otrzymać ujemną wartość wysokości skutecznej, co jest oczywistym nonsensem. Istnieje wiele innych sposobów określenia wysokości skutecznej wzniesienia anteny, które stosuje się odpowiednio do danego ukształtowania terenu i długości trasy. Niektóre z nich podano tytułem przykładów na rys. 4.

Na RAKR-84 nie obliczano wysokości skutecznych anten, ponieważ były one podawane w zapotrzebowaniach jako wartości gotowe, uprzednio określone.

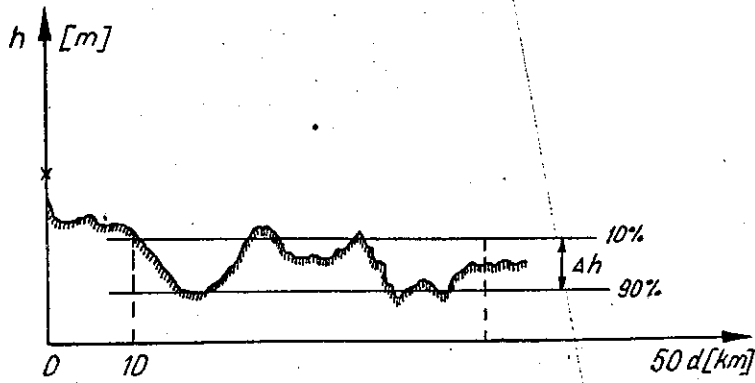
3.2.3. Wpływ ukształtowania terenu

Metoda uwzględniania wpływu ukształtowania terenu zalecona przez CCIR [5] polega na określeniu parametru nierówności terenu Δh , określanego jak na rys. 5 i znalezieniu następnie z krzywych podanych na rys. 6 tłumienia L_t wywoływanego nierównością terenu i zależnego od Δh oraz odległości d . Metoda daje dostatecznie miarodajne wyniki w terenie ogólnie poziomym o niewielkim zróżnicowaniu Δh wzdłuż trasy.

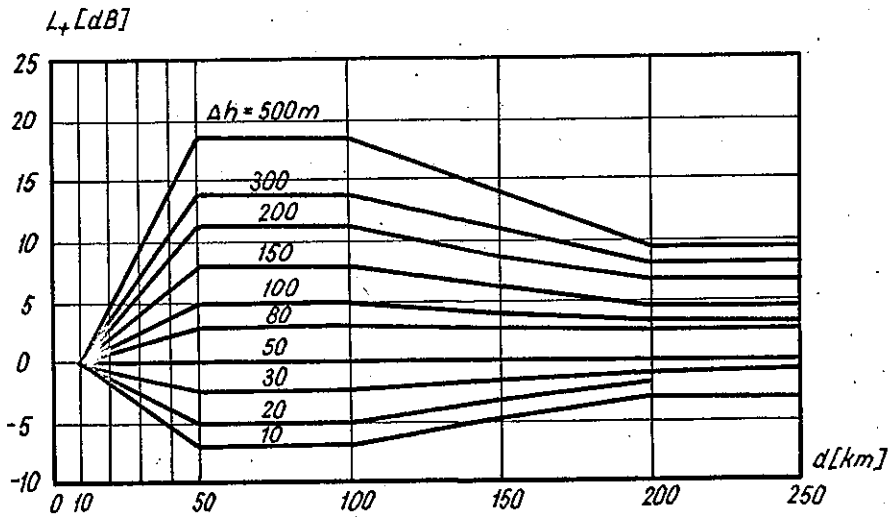
Na RAKR-84 w ogólnych obliczeniach pomijano wpływ ukształtowania terenu. W uzgodnieniach dwustronnych niekiedy stosowano metodę kąta elewacji dominującej przeszkody, objaśnioną na rys. 7.



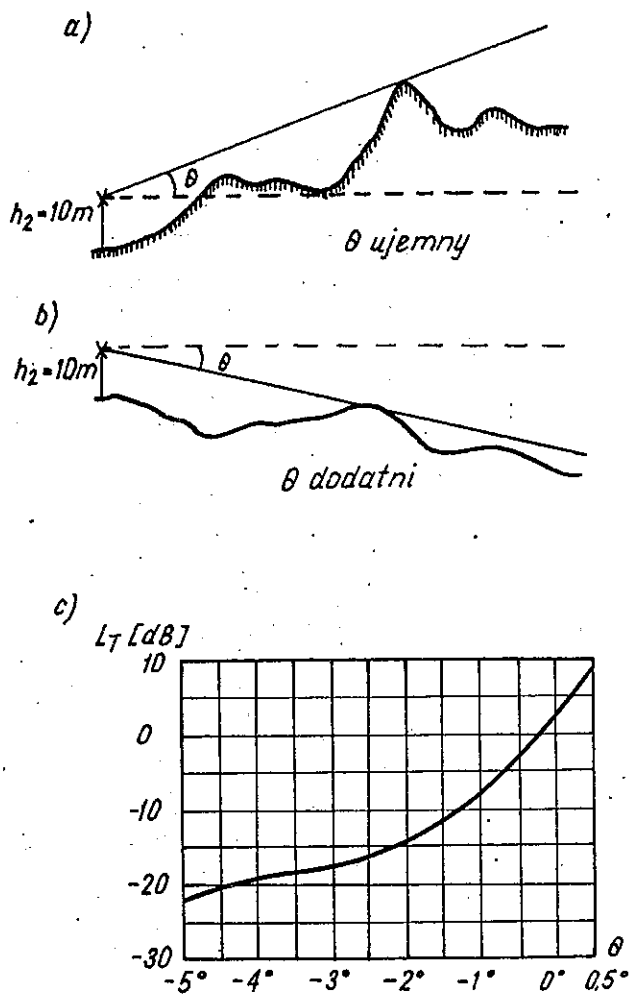
Rys. 4. Przykłady określenia skutecznej wysokości wzniesienia anteny nadawczej w terenach górzystych



Rys. 5. Określenie parametru nierówności terenu Δh



Rys. 6. Tłumienie orograficzne $L_t = f(\Delta h, d)$



Rys. 7. Ilustracja metody kąta elewacji przeszkody dominującej

a/ kąt elewacji ujemny, b/ kąt elewacji dodatni, c/ tłumienie przeszkody w funkcji kąta elewacji

Należy zaznaczyć, że całkowite pominięcie wpływu ukształtowania terenu prowadzi do dużych błędów w obliczeniach propagacyjnych. Na przykład, jeżeli nie uwzględnia się oddziaływania przeszkody widocznej z danego miejsca pod kątem elewacji 4° , to obliczany zasięg stacji będzie oszacowany z błędem równoważnym przyjęciu poziomu zakłóceń powodowanych przez nadajnik o mocy 100 kW, zamiast o mocy 1 kW.

Podstawowe krzywe propagacji są sporządzone dla terenu charakteryzującego się wartością $\Delta h = 50$ m, zatem teren mniej falisty daje względny zysk, aż do 7 dB na idealnej płaszczyźnie.

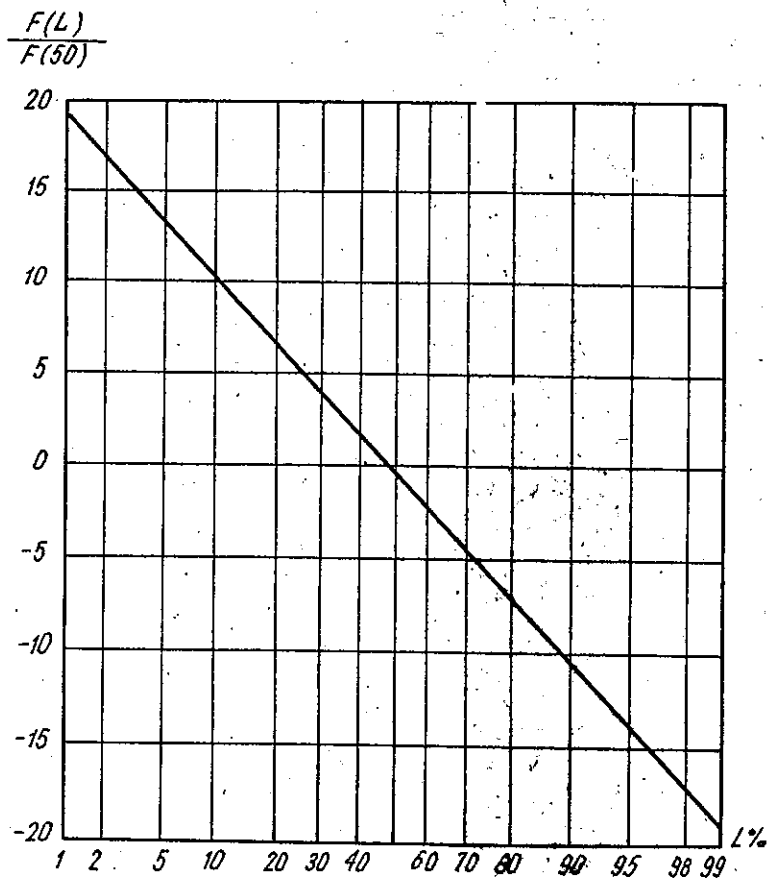
3.2.4. Rozrzut przestrzenny natężenia pola

W terenie rzeczywistym, wskutek wpływu nierówności i pokrycia terenu, natężenie pola w różnych miejscach jednako odległych od stacji jest różne. Rozrzut przestrzenny natężenia pola podlega prawu rozkładu logarytmiczno-normalnego. W Zaleceniu 370-4 jest podana dystrybuanta dla zakresu fal metrowych /rys. 8/. Wykres formalnie obowiązuje dla zakresu częstotliwości od 30 do 250 MHz. W rzeczywistości rozrzut przestrzenny jest zależny od Δh i od częstotliwości.

W Sprawozdaniu 239-5 [7] jest zamieszczony następujący wzór empiryczny na odchylenie standardowe, wprowadzony na podstawie wyników masowych badań prowadzonych w USA:

$$\sigma_L = 6 + 3.98 \times 10^{-2} (\Delta h F)^{\frac{1}{2}} - 2.1 \times 10^{-5} (\Delta h F) \quad [\text{dB}] \quad (1)$$

gdzie: Δh - parametr nierówności terenu w m, F - częstotliwość w MHz. Dla $F = 100$ MHz wartość σ_L obliczona ze wzoru (1) wynosi 8,8 dB, podczas gdy z krzywej podanej na rys. 8 wynika wartość 8,3 dB. Jak widać, dla zakresu radiofonii UKF FM różnica jest niewielka. Na RAKR-84 przyjęto $\sigma_L = 8,3$ dB.



Rys. 8. Dystrybuanta rozrzutu przestrzennego natężenia pola w zakresie fal metrowych wg Zalecenia 370-4 CCIR

3.2.5. Trasy mieszane

Natężenie pola na trasie mieszanej /lądowo-morskiej/ oblicza się w następujący sposób [2]:

$$F(50, T) = F_1(50, T) + \frac{d_s}{d_m} \left[F_s(50, T) - F_1(50, T) \right] \left[d_s \frac{\mu V}{m} \right] \quad (2)$$

gdzie: F_1 - natężenie pola na trasie lądowej o długości całej trasy mieszanej; F_s - natężenie pola na trasie morskiej o długości całej trasy mieszanej; d_s - długość łączna wszystkich odcinków trasy morskiej; d_m - długość trasy mieszanej; T - procent czasu przekraczania poziomu natężenia pola dla którego wykonuje się obliczenie.

3.3. Normy techniczne i kryteria planowania

3.3.1. Systemy radiofonii UKF FM

W Planie przyjętym przez RAKR-84 były brane pod uwagę następujące systemy:

- monofonia, maksymalna dewiacja częstotliwości ± 75 kHz,
- monofonia, maksymalna dewiacja częstotliwości ± 50 kHz,
- stereofonia, system z częstotliwością pilotującą, maksymalna dewiacja częstotliwości ± 75 kHz,
- stereofonia, system z częstotliwością pilotującą, maksymalna dewiacja częstotliwości 50 kHz,
- stereofonia, system z modulacją polarną maksymalna dewiacja częstotliwości ± 50 kHz.

Żadnego systemu kwadrofonii nie zgłoszono. Pozostawiono możliwość wprowadzenia dowolnego innego systemu, np. modulacji cyfrowej, pod warunkiem, że nie podwyższy on poziomu zakłóceń, ani nie będzie wymagał zwiększonej ochrony. Uznano też za możliwe dodanie podnośnych do przesyłania dodatkowych informacji, np. komunikatów dla kierowców, z zachowaniem powyższych warunków.

Polska przyjęła system stereofonii z częstotliwością pilotującą i maksymalną dewiacją częstotliwości ± 75 kHz.

3.3.2. Odstęp międzykanałowy

Konferencja Regionalna przyjęła dla całego zakresu 87,5 - 108 MHz odstęp międzykanałowy 100 kHz. Postanowiono

również, że nominalne częstotliwości będą równe wielokrotnościom odstepu międzykanałowego.

W obecnie użytkowanym w Polsce zakresie częstotliwości 66 - 74 MHz odstęp międzykanałowy wynosi 30 kHz. Przyjmując, że znaczące zakłócenia mogą pochodzić od stacji pracujących w zakresie częstotliwości ± 400 kHz, trzeba było przy planowaniu sieci brać pod uwagę aż 27 kanałów. Znalezienie zadowalającego rozdziału częstotliwości w tych warunkach jest niezmiernie trudne. Ponadto, odstęp międzykanałowy równy 30 kHz jest bardzo niekorzystny dla stereofonii, ponieważ zakłócenia sąsiedniokanałowe trafiają wówczas w sygnał stereofoniczny pomiędzy częstotliwościami 23 a 53 kHz, a to wymaga zwiększenia ochrony sygnału użytecznego o 6 dB w porównaniu z zakłóceniami wspólnokanałowymi.

3.3.3. Minimalne użyteczne natężenie pola

Wartości minimalnego użytecznego natężenia pola są uwarunkowane poziomem szumów własnych odbiornika, szumów przemysłowych i wymaganiami jakościowymi. Wg Zalecenia 412-3 CCIR [8] należy w planowaniu sieci stosować następujące jego wartości w $\text{dB}\left(\frac{\mu\text{V}}{\text{m}}\right)$:

	monofonia	stereofonia
obszary wiejskie	48	54
obszary miejskie	60	66
wielkie miasta	69	74

Na RAKR-84 przyjęto jedną tylko wartość 54 $\text{dB}\left(\frac{\mu\text{V}}{\text{m}}\right)$, odpowiadającą stereofonii w obszarach wiejskich. Rozdział kanałów spełniający warunki dla stereofonii, spełnia je również dla monofonii.

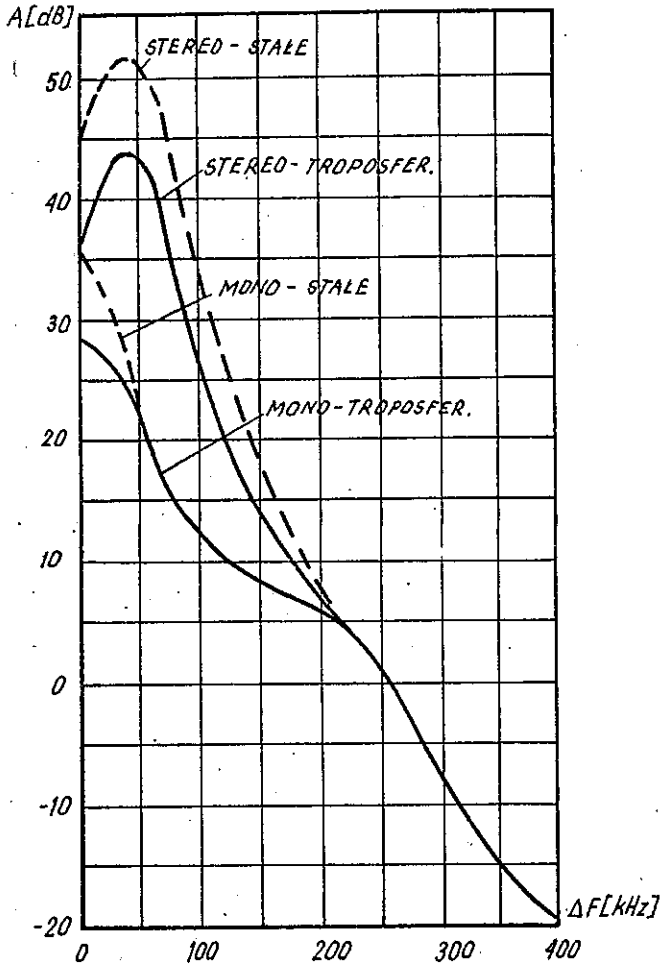
3.3.4. Współczynniki ochronne^{1/}

Sygnał zakłócający przychodzący z dużej odległości na fali troposferycznej, podlega zanikom, dzięki czemu jest odczuwany słabiej, niż sygnał stabilny. Wymagania ochrony emisji stereofonicznej są większe, niż emisji monofonicznej, dlatego w Zaleceniu 412-3 podano dla maksymalnej dewiacji częstotliwości ± 75 kHz krzywe współczynnika ochronnego dla czterech przypadków: 1/ monofonia, zakłócenia stabilne, 2/ monofonia, zakłócenia troposferyczne, 3/ stereofonia, zakłócenia stabilne, 4/ stereofonia, zakłócenia troposferyczne. Powyższe krzywe przedstawiono na rys. 9.

Niektóre kraje /m.in. Polska/ stosują obecnie maksymalną dewiację częstotliwości równą ± 50 kHz, zaś ZSRR ma zamiar stosować ją nadal także i w zakresie częstotliwości 100 - 108 MHz. Występuje więc potrzeba dysponowania współczynnikami ochronnymi również i dla maksymalnej dewiacji częstotliwości ± 50 kHz. Przy odstępnie międzykanałowym równym 100 kHz różnica jest tylko w kanale wspólnym. Zatem w przypadku, gdy sygnał użyteczny ma dewiację częstotliwości ± 50 kHz, należy zwiększać współczynnik ochrony współkanałowy o 4 dB, bez względu na wartość maksymalnej dewiacji częstotliwości sygnału zakłócającego. Przy innych odstępach między częstotliwościami sygnału użytecznego i zakłócającego, jeśli odstęp międzykanałowy jest równy 100 kHz, obowiązują krzywe z rys. 9.

Trzeba dodać, że podane dla stereofonii wartości współczynników ochronnych zachowują ważność pod warunkiem stosowania w odbiornikach filtru dolnoprzepustowego tłumiącego szumy i zakłócenia interferencyjne.

1/ Od redakcji: współczynnikiem ochronnym nazywamy wartość, podawaną zwykle w dB, stosunku sygnału użytecznego do zakłócającego dla danej, przyjętej jakości odbioru.



Rys. 9. Współczynniki ochronne dla radiofonii UKF FM w funkcji odstrojenia sygnału zakłócającego od sygnału użytecznego

Pozostaje jeszcze pytanie, kiedy należy stosować współczynniki ochronne dla zakłóceń troposferycznych, a kiedy dla stabilnych?

Graniczne natężenie pola w przypadku zakłóceń stabilnych oblicza się, dodając odpowiadający sygnałowi stabilnemu

współczynnik ochronny A_s /rys. 9/ do wartości mediany $F_z(50,50)$ natężenia pola sygnału zakłócającego. Natomiast, jeżeli sygnał zakłócający przychodzi na fali troposferycznej, należy dodać współczynnik ochronny A_t /rys. 9/, odpowiadający sygnałowi troposferycznemu, do natężenia pola sygnału zakłócającego przekraczanego w założonym procencie czasu, $F_z(50,T)$. Współczynnik ochronny A_s stosuje się, jeżeli:

$$F_z(50,50) + A_s \gg F_z(50,T) + A_t \quad (3)$$

natomiast współczynnik ochronny A_t należy stosować, gdy:

$$F_z(50,T) + A_t > F_z(50,50) + A_s \quad (4)$$

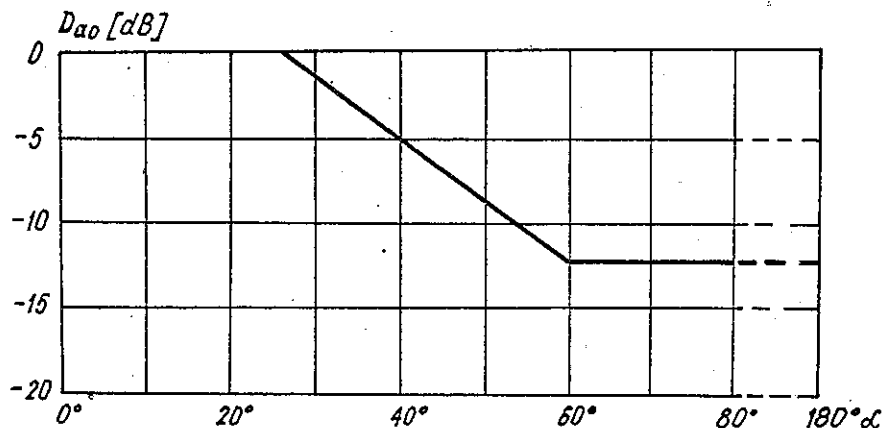
3.3.5. Dyskryminacja sygnałów zakłócających przez anteny odbiorcze

Dla potrzeb Konferencji Regionalnej przyjęto, jako reprezentatywną antenę odbiorczą o charakterystyce dyskryminacji kierunkowej^{1/} przedstawioną na rys. 10. Dyskryminację kierunkową uwzględnia się tylko przy zgodnej polaryzacji sygnału użytecznego i zakłócającego. Natomiast w przypadku polaryzacji ortogonalnej stosuje się współczynnik dyskryminacji depolaryzacyjnej,^{2/} równy 10 dB, bez względu na kierunkowość anteny. Na RAKR-84, w ogólnych obliczeniach

1/ Od redakcji: Dyskryminacja kierunkowa anteny - zmniejszenie wpływu stacji zakłócających wskutek kierunkowości stacji odbiorczych.

2/ Dyskryminacja depolaryzacyjna anteny - zmniejszenie wpływu stacji zakłócającej wskutek wzajemnie ortogonalnej polaryzacji anten stacji sygnału zakłócającego i sygnału użytecznego.

na ogół pomijano dyskryminację depolaryzacyjną, czasami jednak przy negocjacjach dwustronnych uwzględniano współczynnik równy 10 dB.



Rys. 10. Charakterystyka dyskryminacji kierunkowej anteny odbiorczej

Pomimo wielkiego rozpowszechnienia w świecie tranzystorowych odbiorników przenośnych i samochodowych, plany rozdziału kanałów częstotliwościowych opracowywano w Genewie przy założeniu stosowania odbiorników stacjonarnych z anteną dachową umieszczoną na wysokości 10 m nad ziemią.

Jeżeli zgłoszono stosowanie polaryzacji mieszanej /np. kołowej/, to należało dokonać podziału mocy promieniowanej na dwie składowe i stosować współczynniki dyskryminacji dla każdej składowej oddzielnie. W przypadku polaryzacji kołowej, moc promieniowaną dzieli się po połowie.

3.4. Metody obliczania natężenia pola i zasięgu stacji

3.4.1. Obliczanie granicznego natężenia pola uproszczoną metodą mnożenia prawdopodobieństw

Przez graniczne natężenie pola rozumie się tu jego

poziom wyznaczający granicę bezinterferencyjnego zasięgu stacji.

W miejscu odbioru z reguły występuje kilka lub kilkanaście znaczących sygnałów zakłócających. Obliczenie granicznego natężenia pola wymaga uwzględnienia jednoczesnego wpływu na odbiór dowolnej liczby zakłóceń. Zadanie to spełnia, z przybliżeniem dostatecznym dla celów praktycznych, szeroko stosowana uproszczona metoda mnożenia prawdopodobieństw. RAKR-4 przyjęła przede wszystkim tę właśnie metodę, ale na życzenie niektórych delegacji obliczenia były prowadzone również przy użyciu metody sumowania mocy. W kraju od dawna stosuje się metodę mnożenia prawdopodobieństw.

Podczas RAKR-84 nie prowadzono obliczeń zasięgów zgłaszanych stacji, a jedynie określano, jako wielkość porównawczą, graniczne natężenie pola w miejscu lokalizacji stacji.

W pierwszym etapie obliczeń określono natężenia pola we wszystkich branych pod uwagę sygnałów zakłócających E_{zi} . Następnie obliczano wielkość E_{si} będącą miarą zakłócenia od i-tej stacji:

$$E_{si} = E_{zi}(50,1) + P_{pri} + A_i + D_{ai} \quad \left[\text{dB} \left(\frac{\mu\text{V}}{\text{m}} \right) \right] \quad (5)$$

gdzie: P_{pri} - moc promieniowana stacji zakłócającej w dB(W),
 A_i - współczynnik ochronny w dB, D_{ai} - współczynnik dyskryminacji kierunkowej anteny odbiorczej w dB.

Zakładając wstępnie pewną wartość użytecznego natężenia pola E_u /może to być np. wartość minimalna uwarunkowana szumami własnymi odbiornika/, określa się odstęp pomiędzy poziomem sygnału użytecznego E_u a poziomem E_{si} dla każdej stacji zakłócającej:

$$E_u - E_{si} = G_L \sqrt{2 \cdot Z(P_i)} \quad [\text{dB}] \quad (6)$$

gdzie: σ_L - odchylenie standardowe w rozrzucie przestrzennym w dB, P_1 - prawdopodobieństwo zachowania wymaganej wartości współczynnika ochronnego A_1 , $Z(P_1)$ - zmienna standaryzowana. Zatem zmienna standaryzowana będzie:

$$Z(P_1) = \frac{E_u - E_{s1}}{\sigma_L \sqrt{2}} \quad (7)$$

Prawdopodobieństwo P_1 oblicza się zasadniczo z całki Gaussa:

$$P_1 = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^Z e^{-\frac{z^2}{2}} dz \quad (8)$$

W praktyce wygodniej jest jednak korzystać z tablicy rozkładu normalnego lub stosować aproksymację w postaci wielomianu:

$$P_1 \approx 1 - \frac{1}{2} = \left(1 + 0,196584 Z + 0,115194 Z^2 + 0,000344 Z^3 + 0,019527 Z^4 \right)^{-4} \quad (9)$$

W uproszczonej metodzie mnożenia prawdopodobieństw przyjmuje się założenie braku korelacji pomiędzy przebiegami sygnału użytecznego i zakłócającego, co w rzeczywistości nie jest w pełni słuszne.

Prawdopodobieństwo P_1 oblicza się dla każdej stacji zakłócającej, a następnie znajduje się iloczyn prawdopodobieństw

$$P = \prod P_1 \quad (10)$$

Ogólnie przyjęto, że wymagane prawdopodobieństwo powinno być $P = 0,45$. Jeżeli z pierwszego obliczenia wypadą

$P < 0,45$, należy podwyższyć pierwotną wartość E_U . Jeżeli wypadło $P > 0,45$, przy założeniu $E_U > E_{min}$, to E_U należy zmniejszyć. Natomiast, jeśli przyjęto pierwotnie $E_U = E_{min}$, to szukane graniczne pole będzie miało tę właśnie wartość. Powtarzając obliczenia, wspomaganą iteracją i interpolacją, dochodzi się do wartości E_U , dla której $P \approx 0,45$.

3.4.2. Obliczanie zasięgu stacji i obszaru pokrycia

Na wybranym kierunku znajduje się najpierw punkt, w którym natężenie pola sygnału użytecznego jest równe E_{min} . Następnie oblicza się w sposób opisany w pkt. 3.4.1 prawdopodobieństwo P . Jeżeli z obliczeń wypada $P > 0,45$, to odległość od stacji pierwszego punktu obliczeniowego jest zasięgiem w danym kierunku. Jeżeli natomiast z obliczeń wypadnie $P < 0,45$, to wybiera się punkt położony bliżej stacji i powtarza obliczenia. Stosując iterację i interpolację, dąży się w ten sposób do znalezienia odległości, dla której P będzie wynosiło $P \approx 0,45$. Obliczenia wykonuje się dla kolejnych azymutów ze stałym krokiem np. 30° , lub dla azymutów wybranych. Łącząc ze sobą krańce obliczonych zasięgów, otrzymuje się obrys obszaru pokrycia.

Metoda obliczeń propagacyjnych oparta na Zaleceniu 370-4 daje monotoniczny rozkład natężenia pola w funkcji odległości, co jest słuszne tylko w terenach słabo urzeźbionych. W terenach górzystych powinno się stosować metody dokładniejsze, pozwalające znaleźć obszary lukowe wewnątrz pierwszego obrysu obszaru pokrycia. Zadanie staje się bardziej złożone i wymaga dysponowania numeryczną mapą topograficzną.

3.5. Metody rozdziału kanałów

3.5.1. Regularne siatki kanałowe

Siatka regularna powstaje przez nałożenie na rodzinę prostych równoległych i równoodległych drugiej analogicznej rodziny prostych. Jeżeli przez wierzchołki kątów rozwartych utworzonych w ten sposób równoległoboków przepro-

wadzi się przekątne tworzące następną rodzinę prostych równoległych i równoodległych, to otrzymuje się siatkę trójkątową /rys. 11/.

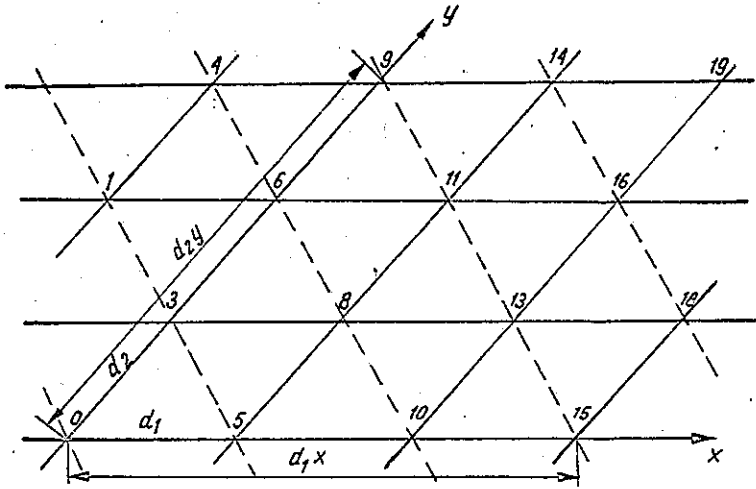
W ogólnym przypadku trójkąt elementarny ma boki o różnej długości. W przypadku szczególnym może to być trójkąt równoboczny. Takie siatki mają szczególne znaczenie praktyczne. Węzłom siatki regularnej przyporządkowuje się numery kanałów. Siatki regularne dzielą się na liniowe i nielinio-
we. Siatka jest liniowa, jeżeli różnice numerów przyporządkowanych węzłom leżącym w tych samych odległościach, na dwóch prostych równoległych przeprowadzonych przez dowolne węzły, są jednakowe. Zbiór numerów kanałów jest z natury rzeczą zbiorem skończonym. Wobec tego kanały w pewnych odstępach muszą się powtarzać, a zatem powyższy warunek liniowości siatki jest spełniony w powtarzalnym układzie zbioru skończonego. Jeżeli opisany wyżej warunek nie jest spełniony, to siatka jest nielinio-
wa.

Do rozdziału kanałów w sieciach radiostacji stosuje się siatki liniowe. Istotna jest tu identyczna sytuacja każdego węzła siatki względem węzłów otaczających. Siatka liniowa jest całkowicie określona przez 6 liczb: 3 długości boków trójkąta elementarnego i 3 różnice między numerami kanałów przyporządkowanymi jego wierzchołkom /rys. 12/.

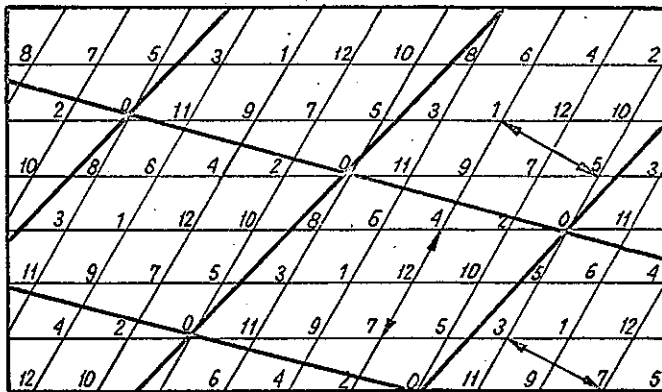
Spośród licznych rozkładów numerycznych możliwych w siatkach liniowych szczególna rola przypada rozkładom charakteryzującym się tzw. liczbą rombowa [9], tzn. liczbą spełniającą warunek:

$$n = a^2 + ab + b^2 \quad (11)$$

gdzie: a i b są to liczby pierwsze względem siebie. W tabeli 1 są wskazane liczby rombowa w zakresie od 1 do 127.



Rys. 11. Zasada tworzenia regularnej siatki kanałowej



$$12-9=7-4; \quad 5-1=7-3;$$

Rys. 12. Regularna siatka liniowa

Tablica 1

Tablica liczb rombów w zakresie do $n = 127$

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	-	7	13	21	31	43	57	73	91	111
2	-	-	19	-	39	-	47	-	103	-
3	-	-	-	37	49	-	79	97	-	-
4	-	-	-	-	61	-	93	-	-	-
5	-	-	-	-	-	91	109	-	-	-
6	-	-	-	-	-	-	127	-	-	-

Właściwością liczby rombów jest kształt geometryczny siatki. Elementarny trójkąt jest wówczas równoboczny, a współkanałowy romb siatki ma kąt ostry równy 60° , dzięki czemu odległości między sąsiednimi stacjami współkanałowymi są jednakowe.

3.5.2. Metoda rozdziału kanałów częstotliwościowych zastosowana na RAKR-84

Rozdział kanałów w zakresie częstotliwości 87,5-100 MHz w Europejskim Obszarze Radiodifuzyjnym nie został oparty na żadnej siatce regularnej ze względu na nienaruszalność wykorzystywanych od czasu Konferencji Sztokholmskiej większości przydziałów kanałów, co uniemożliwiło gruntowną przebudowę sieci. Natomiast dla zakresu 100 - 108 MHz przyjęto siatkę regularną $n = 79$ ze zmniejszoną odległością koordynacyjną do 240 km.

Dla Afryki przyjęto w całym zakresie 87,5 - 108 MHz siatkę $n = 31$ z odległością koordynacyjną 480 km. Siatka ta pozwala na opracowanie planów dla 6 - 7 programów.

W Polsce tworzono całkowicie nową sieć stacji radiofonicznych UKF FM w zakresie 87,5 - 100 MHz, było więc możli-

we oparciu konstrukcji planu, przynajmniej w początkowej fazie jego opracowania na siatce $n = 127$. W dalszym ciągu pracy nad planem okazało się konieczne poczynienie znacznych odstępstw od siatki.

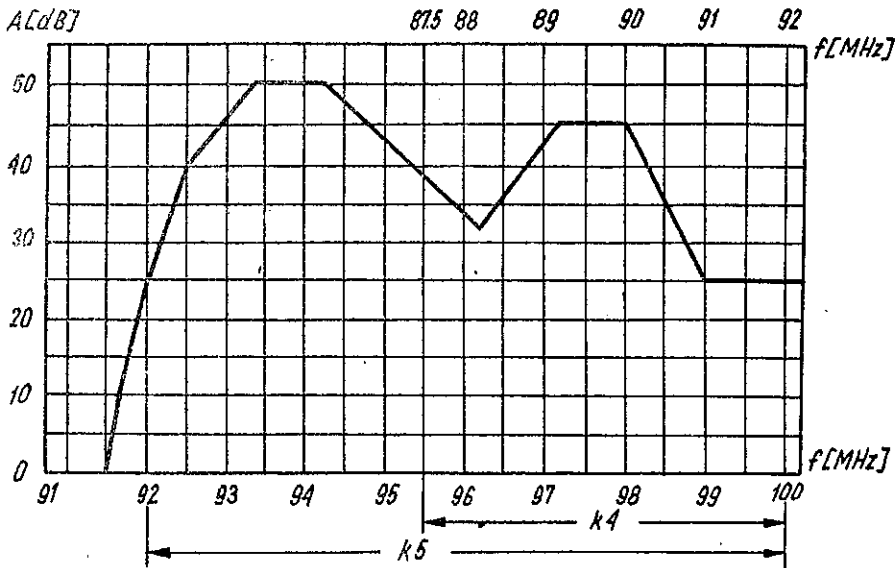
3.6. Kompatybilność radiofonii UKF FM z telewizją

Zagadnienie wzajemnej kompatybilności obu służb radiodiffuzyjnych w zakresie 87,5 - 108 MHz wymaga rozwiązania w następujących przypadkach:

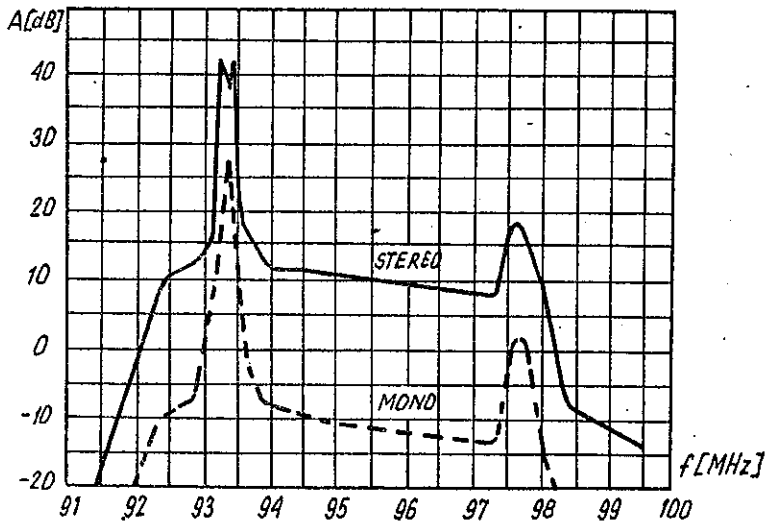
1. Współużytkowanie zakresu 87,5 - 100 MHz przez radiofonię i telewizję /kanały telewizyjne 4 i 5 o szerokości 8 MHz/.
2. Bezpośrednie zakłócenia odbioru telewizyjnego w kanałach telewizyjnych od 6 do 11 przez drugą harmoniczną częstotliwości nadajników UKF FM w całym zakresie 87,5-100 MHz.
3. Możliwość zakłóceń odbioru telewizyjnego w kanałach telewizyjnych 8 - 12, powodowanych przez drugą harmoniczną heterodyny odbiornika UKF FM, pracującego w bliskim sąsiedztwie odbiornika telewizyjnego.

Pierwszy przypadek występuje we wschodnich i północnych rejonach Polski i był przyczyną poważnych trudności przy uzgodnieniach z ZSRR, gdzie kanały 4 i 5 będą w dalszym ciągu użytkowane przez telewizję. Warunkiem kompatybilności jest zachowanie stosunku poziomu sygnału użytecznego do zakłócającego równego co najmniej wartości współczynnika ochronnego, określonego na podstawie krzywych pokazanych na rys. 13 i 14.

Drugi przypadek może się zdarzyć w stosunkowo niewielkiej odległości od stacji UKF FM, jeżeli druga harmoniczna jej częstotliwości nośnej trafia w kanał lokalnej stacji telewizyjnej. Na ogół zakłócenia tego typu nie są groźne, zwłaszcza, jeżeli obie stacje, UKF FM i telewizyjna są wspólnie zlokalizowane.

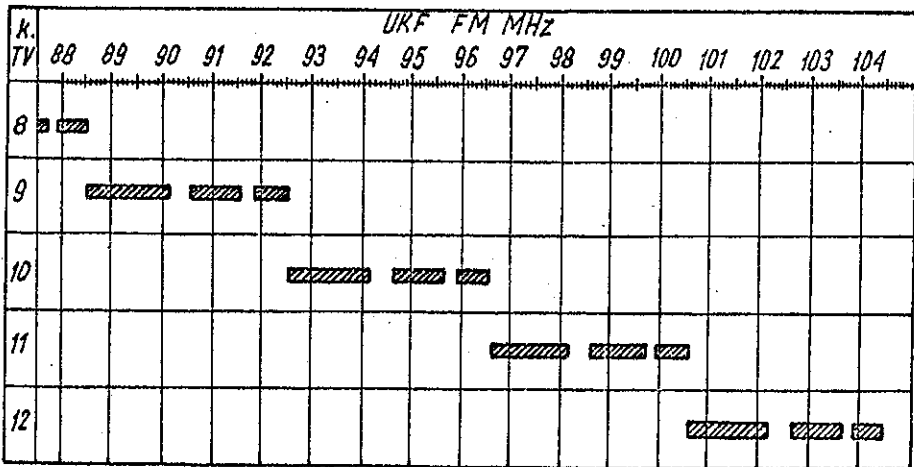


Rys. 13. Współczynnik ochrony dla telewizji w 4 i 5 kanałach OIRT w stosunku do zakłóceń powodowanych przez radiofonie UKF FM



Rys. 14. Współczynnik ochrony dla radiofonii UKF FM w zakresie 87,5-100 MHz w stosunku do zakłóceń powodowanych przez telewizję

Trudniejsze jest uniknięcie zakłóceń w trzecim przypadku. Zagrożenie nie istnieje, o ile stacja UKF FM pracuje na częstotliwości większej od 104,3 MHz. Jeżeli jednak jest stosowana mniejsza częstotliwość stacji UKF FM, a stacja telewizyjna wykorzystuje jeden z kanałów od 8 do 12, to przy wyborze kanału dla stacji UKF FM trzeba kierować się rys.15, na którym wskazane są podzakresy częstotliwości podlegające zakłóceniom, ewentualnie stosować filtry w odbiornikach [10].



Rys. 15. Ograniczenia wyboru kanałów dla radiofonii UKF FM w rejonach użytkowania kanałów III zakresu telewizji

3.7. Ograniczenia w planowaniu sieci

Wykorzystanie zakresu 100 - 108 MHz dla radiofonii wymaga zwrócenia uwagi na niebezpieczeństwo powodowania zakłóceń w sąsiednim zakresie 108 - 118 MHz użytkowanym przez radionawigację lotniczą, a nawet powyżej 118 MHz, gdzie pracuje służba ruchoma lotnicza. Na I Sesji RAKR-82 zostały ustalone wstępnie zasady zabezpieczenia, wrażliwej na zakłócenia i niezwykle ważnej ze względu na bezpieczeństwo życia ludzkie-

go, służby radionawigacyjnej. Zasady kompatybilności były następnie przedmiotem prac międzysesyjnych CCIR [11,12] i zostały ostatecznie sformułowane na RAKR-84. Stanowią one szeroki temat zasługujący na odrębną publikację.

Z problematyką planowania sieci stacji radiofonicznych UKF.FM wiążą się zagadnienia projektowania anten nadawczych i duplekserów. Od rozwiązań w tej dziedzinie zależą rzeczywiste możliwości stosowania wytłumień w charakterystykach promieniowania, którymi Konferencja Regionalna posługiwała się w bardzo szerokim zakresie. Istotne ograniczenie w planowaniu stanowi konieczność zachowania niezbędnych odstępów pomiędzy częstotliwościami nadajników, pracujących na jednym i tym samym obiekcie, ze względu na własności duplekserów.

Na RAKR-84 starano się unikać wytłumień przekraczających 10 dB. Odstęp pomiędzy częstotliwościami przy pracy nadajników na wspólną antenę nie powinien wg zalecenia I Sesji być mniejszy od 1,8 MHz. Na podstawie opinii polskich specjalistów w planowaniu sieci krajowej dopuszczano 1,5 MHz. W przypadku oddzielnych anten przyjmowano odstęp równy 0,8 MHz.

Inne ograniczenie stanowiła konieczność unikania na wspólnym obszarze odbioru odstepu 10,7 MHz ze względu na możliwość powstawania zakłóceń od heterodyny odbiornika.

WYKAZ LITERATURY

1. UIT: Report of the First Session to the Second Session of the Regional Administrative Radio Conference. Geneva 1982.
2. UIT: Actes finals de la Conference Administrative Régionale pour la planification de la radiodiffusion sonore en ondes métriques /Région 1 et partie de la Région 3/. Genève 1984.
3. Lisicki W: Podstawy techniczne i kryteria planowania sieci stacji UKF FM. Instytut Łączności, Warszawa 1981.

4. Mikke D.: Badanie współczynników ochronnych w stereofonii. Instytut Łączności, Warszawa 1975.
5. CCIR: Avis 370-4. Courbes de propagation sur ondes métriques et décimétriques dans la gamme des fréquences comprises entre 30 et 1000 MHz. Documents de la XV^e Assemblée Plénière. Genève 1982.
6. P.R. of Poland: VHF and UHF Propagation Curves in the Frequency Range 30 MHz to 1 GHz for Broadcasting Services. Doc.5/79 CCIR.
7. CCIR: Rapport 239-5. Résultats statistiques relatifs à la propagation pour le service de radiodiffusion dans la gamme de fréquences comprises entre 30 et 1000 MHz. Documents de la XV^e Assemblée Plénière Genève 1982.
8. CCIR: Standards for FM Sound Broadcasting at VHF. Recommendation 412-3. Geneva 1982.
9. Arnaud J.F.: Frequency Planning for Broadcast Services in Europe. Proceedings of the IEE 12/1980.
10. Śnieżko O.J., Pietranik M.: Odporność wewnętrzna odbiorników radiowych UKF FM zakresu 87,5 - 108 MHz - Wyniki badań. Praca Nr 2.2.06.C.01/84. Instytut Łączności, Wrocław 1984.
11. CCIR: Report to the Second Session of the Regional Planning Conference for Sound Broadcasting in the Band 87,5 - 108 MHz for Region 1 and Certain Countries Concerned in Region 3. Conclusions from SG 10; September 1983. Geneva 1983.
12. CCIR: Improvement of the Immunity of Airborne Radionavigation Equipment to Interference from FM Broadcasting Station. Report of IWP 8/12. Geneva 1983.

4. KONSTRUKCJA PLANÓW SIECI STACJI RADIOFONICZNYCH W POLSCE W ZAKRESIE CZĘSTOTLIWOŚCI 87,5-100,0 I 100,0-108,0 MHz

4.1. Wprowadzenie

W związku z udostępnieniem dla radiofonii UKF FM dodatkowo zakresu częstotliwości 100 - 108 MHz [1] oraz możliwością zgłoszenia zapotrzebowań częstotliwościowych dla tej służby w zakresie 87,5 - 100 MHz, stało się konieczne opracowanie w Polsce planu sieci UKF FM w całym zakresie częstotliwości 87,5 - 108 MHz, a następnie na podstawie tego planu zgłoszenie zapotrzebowań częstotliwościowych do IFRB^{1/} w celu międzynarodowego ich uzgodnienia.

Różny status zakresu częstotliwości 87,5 - 100 MHz i 100 - 108 MHz, a więc konieczność stosowania różnych kryteriów, był przyczyną opracowania dwóch odrębnych planów.

Podstawą konstrukcji planu sieci UKF FM w zakresie częstotliwości 100 - 108 MHz była zasadniczo siatka kanałowa (n = 79) przyjęta przez I Sesję RAKR. Miała ona ułatwić dobór częstotliwości we wstępnej fazie tworzenia planów krajowych oraz przeprowadzenie uzgodnień między zainteresowanymi krajami w okresie międzysesyjnym.

Opracowując plan w zakresie częstotliwości 87,5 - 100 MHz trzeba było respektować istniejące i planowane stacje radiofoniczne UKF FM krajów zachodnioeuropejskich i NRD oraz stacje telewizyjne ZSRR w kanałach 4 i 5 chronione Porozumieniem Sztokholmskim. Plan ten musiał być dostosowany do sieci tych stacji tak, żeby nie powodować wzrostu poziomu zakłóceń interferencyjnych.

Oba plany były tworzone przy założeniu emisji stereofonicznych i stosowania kierunkowych anten odbiorczych.

1/ IFRB - International Frequency Registration Board /Międzynarodowa Izba Rejestracji Częstotliwości/.

We wstępnej fazie każdy kraj /a w tym i Polska/ opracowywał plany indywidualnie. Plany te były następnie wielokrotnie modyfikowane podczas dwustronnych i wielostronnych uzgodnień prowadzonych z delegacjami krajów OWŁ [2], a na odpowiednich etapach stanowiły podstawę zgłoszeń zapotrzebowań częstotliwościowych lub ich modyfikacji do IFRB.

4.2. Plan w zakresie częstotliwości 87,5 - 100 MHz

Analiza teoretyczna i dotychczasowe doświadczenia krajów użytkujących zakres częstotliwości 87,5 - 100 MHz doprowadziły do wniosku, że w prawidłowo zaplanowanej sieci trzeba przeznaczyć dla jednego programu 3,5 - 4 MHz. Oznacza to, że w zakresie częstotliwości 87,5 - 100 MHz można łatwo zmieścić 3 programy, a w sprzyjających okolicznościach możliwe jest zaplanowanie nawet 4 programów. Biorąc pod uwagę poważne utrudnienia w planowaniu polskiej sieci, jakim była konieczność respektowania przydziałów kanałów dokonanych na Konferencji Sztokholmskiej, zaplanowano w Polsce 3 programy. Założono oczywiście, że kanały telewizyjne 4 i 5 nie będą wykorzystywane ani w Polsce, ani w sąsiednich i pobliskich krajach OWŁ, z wyjątkiem ZSRR, gdzie stacje telewizyjne w wymienionych kanałach mają pracować w nieograniczonej perspektywie czasowej. Pomimo, że rozdział kanałów częstotliwościowych stacji UKF FM w krajach zachodnich nie był oparty na żadnej siatce regularnej, postanowiono rozpocząć konstrukcję planu sieci w Polsce od wyboru najbardziej odpowiedniej siatki [3], która została zastosowana tylko dla celów wewnętrznych, natomiast nie miała żadnego znaczenia w uzgodnieniach. Wytypowano 7 różnych siatek o różnych strukturach. Następnie przeprowadzono analizę porównawczą, stosując różne kryteria oceny. Przede wszystkim obliczono liczbę węzłów przypadającą na terytorium PRL, według wzoru:

$$N = \frac{S \cdot K}{d_k^2 \cdot \sin 60^\circ}$$

gdzie: S - powierzchnia kraju w km², K - liczba kanałów w danym zakresie częstotliwości, d_k - odległość koordynacyjna wspólnokanałowa^{1/}.

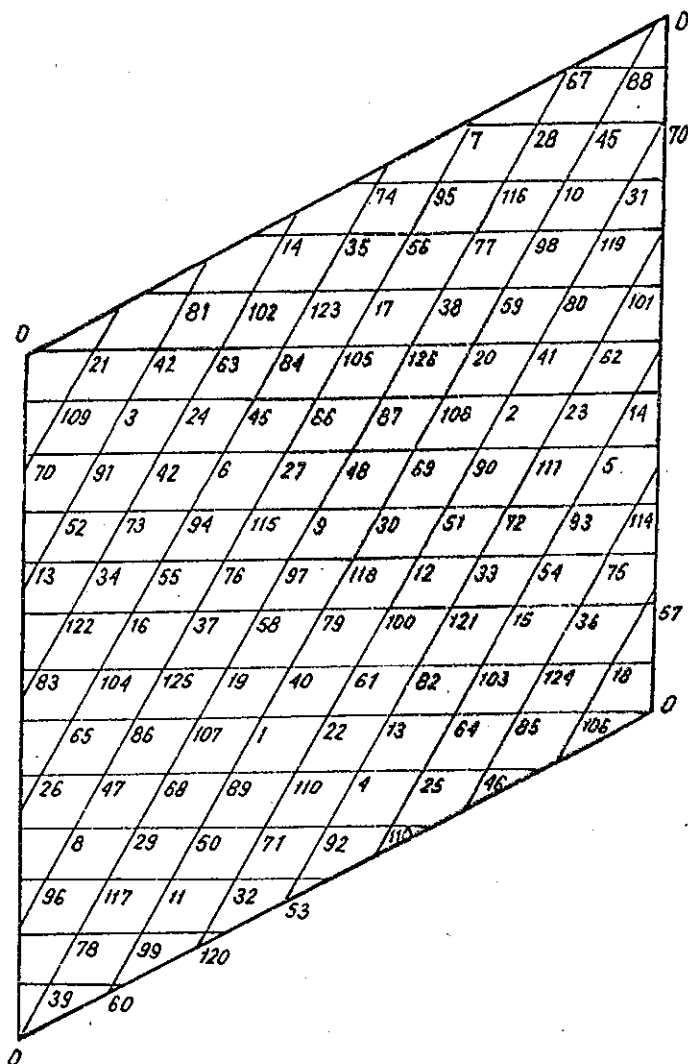
Wyboru dokonywano spośród siatek charakteryzujących się liczbą rombów [3]. Dla wybranych wstępnie siatek obliczono teoretyczny zasięg użyteczny przy jednakowych mocach i wysokościach anteny. Jako kryterium oceny siatki służył zasięg użyteczny i odległość koordynacyjna wspólnokanałowa.

Przeprowadzona na podstawie powyższych kryteriów analiza doprowadziła do wyboru siatki jednowarstwowej o n = 127 /rys. 16/. Liczba dostępnych kanałów w zakresie częstotliwości 87,5 - 100 MHz równa 125 jest bardzo zbliżona do liczby węzłów wybranej siatki. Dwa węzły w siatce pozostawały nieobsadzone. Odległość koordynacyjną ustalono d_k = 360 km. Liczba węzłów na terenie kraju wypadła N = 353.

Po nałożeniu siatki na terytorium kraju w sposób zapewniający możliwie małą jej deformację wyeliminowano węzły, których wykorzystanie przy wymaganych mocach spowodowałoby zakłócenia na niedopuszczalnym poziomie dla chronionych Porozumieniem Sztokholmskim stacji UKF FM NRD oraz innych pobliskich krajów zachodnich, jak: RFN, Austria, Dania i Szwecja. Uwzględniono również przypadki, w których zbyt mocno byłyby zakłócone stacje polskie. Jeśli chodzi o znany już wówczas plan stacji UKF FM CSRS, to nie było żadnego obowiązku respektowania zaproponowanych przydziałów, ponieważ CSRS, podobnie jak Polska, dopiero ma zamiar wykorzystać zakres częstotliwości 87,5 - 100 MHz dla radiofonii. Jednakże w przypadkach, gdy uznano za możliwe uniknięcie kolizji

1/ Długość boku trójkąta podstawowego w siatce kanałowej.

bez żadnej straty dla sieci polskiej, również dokonywano zmiany kanału w celu ułatwienia przyszłych uzgodnień.



Rys. 16. Rozmieszczenie kanałów w siatce dla zakresu częstotliwości 87,5 - 100 MHz

Osobny, bardzo trudny problem stanowiła konstrukcja planu w obszarach, w których stacje polskie mogą wywoływać

zakłócenia w odbiorze chronionych przez Porozumienie Sztokholmskie telewizyjnych stacji ZSRR w kanałach 4 i 5. Dołożono starań, aby na terenach północnej Polski, skąd zakłócenia oddziaływałyby głównie na telewizyjny kanał 4 / 84 - 92 MHz / w Kaliningradzie i Wilnie, przydzielać dla stacji UKF FM częstotliwości tylko z zakresu 92 - 100 MHz, zaś w obszarach, skąd zakłócenia zagrażałyby stacjom w kanale telewizyjnym 5 /92 - 100 MHz/ odwrotnie - przydzielać kanały z zakresu 87,5 - 92,0 MHz. W znacznej części wschodnich terenów Polski zastosowanie tej taktyki było jednak bezskuteczne ze względu na sąsiadujące ze sobą i znajdujące się w pobliżu granic Polski stacje w telewizyjnych kanałach 4 i 5. Nie było zatem żadnych kanałów UKF FM, które nie zagrażałyby telewizji radzieckiej w tym obszarze.

Początkowo opracowano projekt planu przy założeniu ewentualnej zmiany kanału telewizyjnego 5 na inny z I lub III zakresu telewizyjnego dla stacji Luboml. Okazało się jednak, że ZSRR obecnie wykorzystuje ten kanał dla stacji Kowel, co nieznacznie tylko poprawiło sytuację. Jednak administracja łączności ZSRR nie była w ogóle skłonna negocjować takiej zmiany, wobec czego konieczne było zastosowanie wytlumień, zmian polaryzacji fali i dokonywania znacznych modyfikacji w rozkładzie kanałów na terytorium PRL, aby umożliwić na RAKR-84 uzgodnienie polskich stacji UKF FM w tym zakresie częstotliwości.

W celu zorientowania się co do stopnia zagrożenia stacji zagranicznych, chronionych Porozumieniem Sztokholmskim, przez polskie stacje UKF FM wykonano obliczenia zasięgów stacji UKF FM NRD, Danii i Szwecji oraz stacji telewizyjnych ZSRR w kanałach 4 i 5, najpierw dla sytuacji odniesienia, tj. bez polskich stacji UKF FM. Graniczne natężenia pola stacji NRD i krajów zachodnich wypadało rzędu 70 dB / μ V/m/ i taki poziom w zasadzie starano się chronić przy planowaniu sieci polskiej. Dla telewizji radzieckiej przyjęto początkowo jako punkt wyjścia wartość natężenia pola

chronionego 57 dB $\mu\text{V}/\text{m}$, ale po bardziej szczegółowych obliczeniach z uwzględnieniem zakłóceń od własnych stacji telewizyjnych i szwedzkich stacji UKF FM poziom chronionego natężenia pola okazał się znacznie zróżnicowany i na ogół wyższy od pierwotnie założonego.

Wobec licznych ograniczeń możliwości doboru kanałów na skutek konieczności respektowania Porozumienia Sztokholmskiego, wykorzystanie siatki tylko częściowo zaspokoiło potrzeby. Dalsze przydziały odbywały się na zasadzie doboru indywidualnego. Zastosowano tu metodę obliczania F_{prot} ^{1/} polegającą na tym, że w miejscu lokalizacji stacji obliczano na maszynie cyfrowej, chronione natężenie pola kolejno dla wszystkich kanałów z całego zakresu częstotliwości i dokonano wyboru kanału spośród tych, które dawały najmniejsze wartości F_{prot} . Przy ostatecznym wyborze kanałów trzeba było brać pod uwagę ograniczenia wynikające z warunków kompatybilności wewnętrznej, jak zakłócenia wywoływane przez heterodyny odbiorników, zakłócenia intermodulacyjne częstotliwości oraz odstęp wymagany przy konstrukcji dipleksorów. Ponadto uwzględniano w miarę możliwości warunki kompatybilności zewnętrznej, głównie dotyczące stacji telewizyjnych pracujących w III zakresie częstotliwości [3].

Po dobraniu kanałów wykonano ponownie obliczenia granicznego natężenia pola stacji UKF FM krajów użytkujących zakres częstotliwości 87,5 - 100 MHz, aby sprawdzić, czy i jak wzrosły zakłócenia w wyniku wprowadzenia stacji polskich. W zasadzie, w myśl ustalonego na I Sesji RAKR warunku, nie powinny one były wzrosnąć więcej, niż 0,5 dB. Wykonano również ponowne obliczenia granicznego natężenia pola dla sta-

1/ F_{prot} - minimalne użyteczne natężenie pola uwarunkowane poziomem zakłóceń interferencyjnych występujących w danym kanale, obliczone w miejscu lokalizacji stacji, dla której dobiera się kanał.

cji telewizyjnych ZSRR, które dały pojęcie o stanie ich zagrożenia przez polskie stacje UKF FM.

Pierwotny plan polskiej sieci stacji radiofonicznych UKF FM w zakresie 87,5 - 100 MHz ulegał następnie znacznym modyfikacjom w miarę postępu uzgodnień. W celu pokrycia powstających obszarów lukowych^{1/} dodano jeszcze stacje w kilku lokalizacjach na płn. - zachodnich obszarach kraju. Ostatecznie liczba stacji UKF FM w omawianym zakresie częstotliwości, z początkowych 216 w 72 lokalizacjach wzrosła do 233 w 78 lokalizacjach.

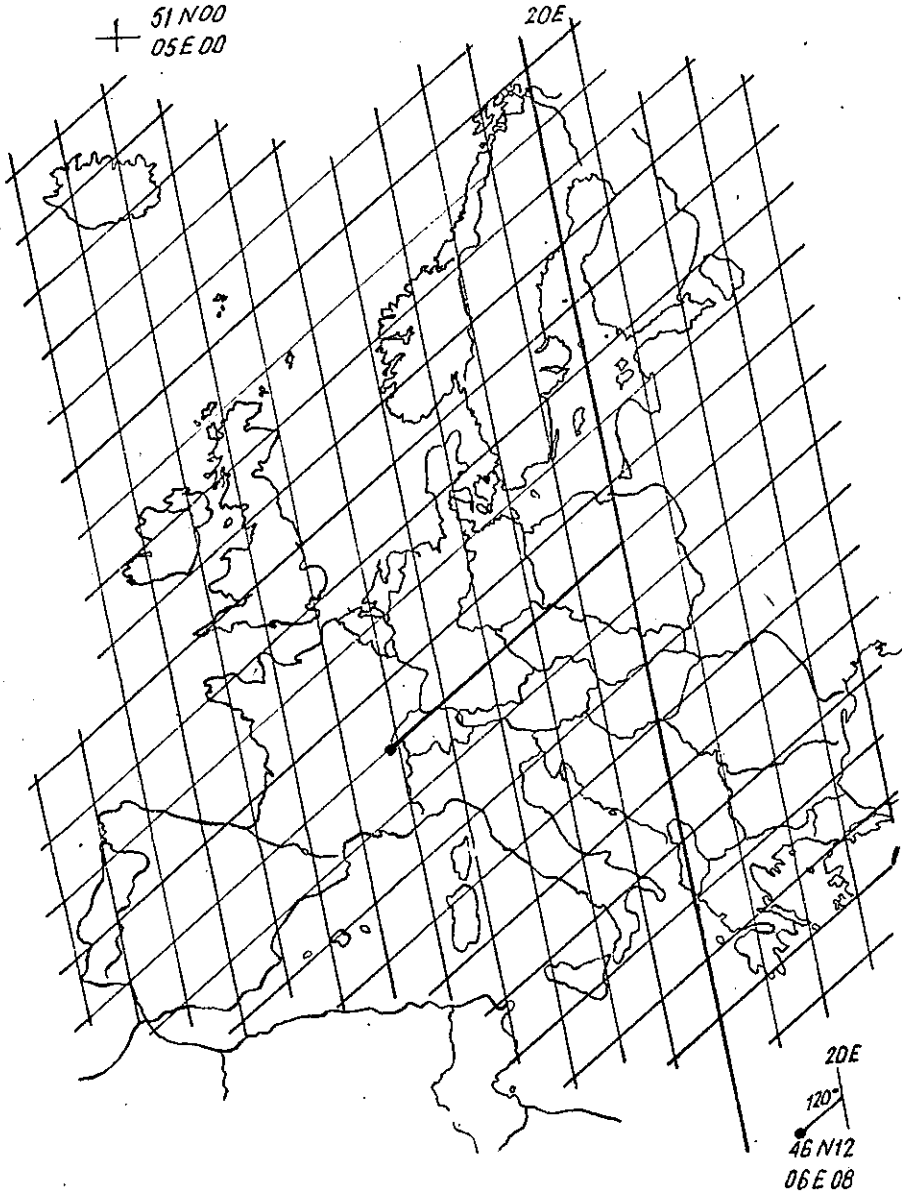
4.3. Plan w zakresie częstotliwości 100 - 108 MHz

Przyjęta dla Europy siatka kanałowa została zbudowana z rombów o długości boków 240 km, na powierzchni których rozmieszczono 79 kanałów /rys. 17 i 18/. Zastosowanie takiej siatki w terenach nizinnych prowadzi do dużych wartości granicznych natężenia pola, a w konsekwencji do małych zasięgów i dużej liczby stacji. Takie rozwiązanie w warunkach naszego kraju, głównie ze względów ekonomicznych, było nie do przyjęcia. Wobec tego postanowiono dostosować się do istniejącej i planowanej sieci stacji telewizyjnych w zakresie decymetrowym, uzyskując przez to mniejszą liczbę punktów lokalizacyjnych, ale za to o znacznie większych zasięgach. W początkowym okresie zaplanowano 73 lokalizacje. Po licznych modyfikacjach liczba ich wzrosła do 93. Stacje o mniejszych mocach przeznaczono do wypełniania luk w pokryciu, jak również do zapewnienia dobrego odbioru większym miejscowościom znajdującym się w zasięgu stacji dużej mocy, ale znacznie od nich odległych.

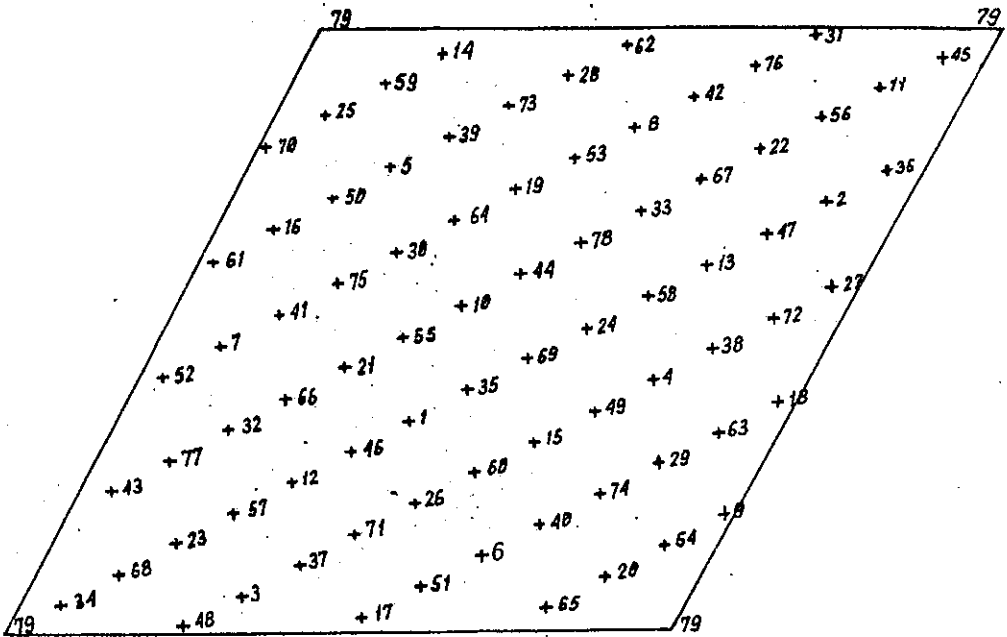
Przeprowadzona analiza teoretyczna wykazała, że przyjęta siatka kanałowa dla zaplanowanej liczby stacji zezwala jedynie na prawidłową realizację sieci dwuprogramowej przy

1/ Obszar lukowy - obszar pozbawiony pokrycia.

zapewnieniu 99% czasu odbioru bezinterferencyjnego, ponieważ zadowalające rozwiązanie sieci uzyskuje się, jak uprzednio wspomniano, przeznaczając 3,5 - 4 MHz na jeden program.



Rys. 17. Siatka kanałowa na tle Europy



Rys. 18. Rozmieszczenie kanałów w siatce dla zakresu częstotliwości 100 - 108 MHz

Przyjęta przez Polskę koncepcja sieci UKF FM wymagała zachowania znacznie większych odległości pomiędzy wspólnymi sąsiedniokanałowymi stacjami, aniżeli zapewniały to odległości koordynacyjne. Sytuacja taka skłoniła autorów projektu planu do zastosowania przy doborze kanałów metody polegającej na zastosowaniu macierzy dozwolonych kanałów i macierzy kolizji między planowanymi stacjami. Kanałami dozwolonymi były kanały przyporządkowane poszczególnym węzłom siatki a znajdujące się w niedużej odległości od miejsca lokalizacji stacji, z kolei macierz kolizji zawierała dla każdej pary stacji zakodowane informacje, czy dla założonych warunków wymagane odległości były zachowane. W zastosowanej metodzie proces obliczeń rozpoczynał się od wyznaczenia stacji posiadającej najmniejszą liczbę dozwolonych kanałów. Następnie posługując się macierzą kolizji dobierano dla niej taki kanał, który eliminował najmniejszą liczbę kanałów z całego zbioru łącznie i spełniał określone

warunki kompatybilności. Potem wykreślając z macierzy dozwolonych kanałów wszystkie te kanały, które nie spełniały określonych wymagań, otrzymywano macierz zredukowaną. Czynności te powtarzano aż do wyczerpania całej listy potrzeb, rozpoczynając każdorazowo od macierzy zredukowanej.

Posługując się powyższą metodą dobrano kanały częstotliwościowe dla dwóch programów, przy czym dla pierwszego programu przydzielono częstotliwości z przedziału 100,1-103,9 MHz, a dla drugiego z pozostałej części zakresu.

Podczas prowadzonych uzgodnień we Wrocławiu /1983 r./ okazało się, że plany CSRS i NRD były opracowane w zasadzie dla trzech programów i charakteryzowały się bardzo intensywnym wykorzystaniem możliwości kanałowych siatki. Plan NRD zawierał, w porównaniu z innymi krajami, stosunkowo gęstą sieć stacji 100 kW, natomiast plan CSRS posiadał znaczną liczbę stacji o bardzo dużych wysokościach skutecznych anten. Sytuacja taka spowodowała znaczne ograniczenie zasięgów naszych stacji w południowo-zachodniej części kraju.

Powyższe okoliczności i znaczne trudności dokonania uzgodnień zwłaszcza z CSRS zmusiły do zmiany założeń i modyfikacji planu. Okazało się konieczne uzupełnienie pokrycia obszaru kraju dodatkową liczbą stacji o mniejszych mocach oraz podniesienie wartości parametrów sieciowych^{1/} niektórych stacji.

Przyjęto w zasadzie koncepcję sieci trójprogramowej z tym jednak, że dla każdej lokalizacji dobierano bardzo starannie po dwie częstotliwości, zwracając uwagę, ażeby co najmniej jedna z nich była w zakresie 100 - 104 MHz. Trzecią częstotliwość, o ile było to możliwe, dobierano zgodnie z zasadami kompatybilności, zakładając z góry możliwość rezygnacji z niej w czasie uzgodnień. Podyktowane to zostało częściowo względami taktycznymi, a częściowo zamiarem zapewnienia w

1/ Parametry sieciowe, tzn. moc promieniowana nadajnika przez antenę nadajnika i skuteczna wysokość oraz kierunkowość anteny.

niektórych miejscowościach trzeciego programu w omawianym zakresie częstotliwości.

Respektując dokonane wcześniej uzgodnienia, wyeliminowano z siatki kanałowej najpierw te węzły, których wykorzystanie przy danej mocy stacji wywołałoby zakłócenia odpowiednich stacji NRD i CSRS lub odwrotnie nasze stacje byłyby zakłócone przez odpowiednie stacje NRD i CSRS. Potem w miarę możliwości kanały przesuwano z najbliższych węzłów siatki do miejsca lokalizacji stacji. Taki sposób doboru kanałów ułatwiał ich obronę lub obronę parametrów sieciowych stacji w czasie prowadzonych negocjacji. W obszarach o większej gęstości stacji lub przygranicznych terenach górskich możliwości przesuwania kanałów z najbliższych węzłów siatki szybko się wyczerpały i wtedy stosowano metodę doboru indywidualnego. Polegała ona na analizie widma częstotliwości w miejscu lokalizacji stacji, którą wykonywano na podstawie obliczeń współczynnika F_{prot} w funkcji częstotliwości lub na podstawie zajętości kanałowej dla różnej wartości natężenia pola granicznego. Na podstawie tych danych wybierano taki kanał częstotliwościowy, który umożliwiał pokrycie założonego obszaru przy najmniejszym polu granicznym^{1/}. Równocześnie musiały być zachowane wymagane odległości wspólnie- i sąsiednikanałowe od odpowiednich węzłów siatki na terytorium krajów sąsiednich.

Powstała w ten sposób nowa wersja planu sieci stacji UKF FM, która została zgłoszona do IFRB i wstępnie uzgodniona z krajami OWK. Uległa ona jednak znacznym modyfikacjom podczas uzgodnień przed II Sesją RAKR, jak i w czasie jej trwania. Najwięcej zmian kanałowych /ok. 20%/ dokonano podczas negocjacji z ZSRR /Moskwa 1984 r./. Wynikało to ze specyficznego konceptu planu sieci ZSRR, która przewidywała pokrycie kraju stosunkowo dużą liczbą stacji o znacznie mniejszych mocach aniżeli przyjęto w planie polskim.

1/ Pole graniczne - natężenie pola na granicy zasięgu stacji.

4.4. Uwagi końcowe

Prace nad planem nie zakończyły się na II Sesji RAKR. W dalszym ciągu są wymagane działania zmierzające do opracowania szczegółowej koncepcji polskiej sieci UKF FM. Przebieg wszystkim należy:

1. Przeprowadzić analizę kompatybilności dla usunięcia pozostałych kolizji wewnątrz sieci polskiej, a następnie przygotować propozycje dotyczące likwidacji kolizji ze stacjami zagranicznymi.
2. Wykonać obliczenia przewidywanego pokrycia kraju programami UKF FM dla odbioru na odbiornikach przenośnych i samochodowych. Prace te powinny być poprzedzone ustaleniem odpowiednich kryteriów.
3. W ramach ustaleń II Sesji RAKR opracować projekt, względnie projekty wariantowe, optymalizacji polskiej sieci UKF FM w celu zapewnienia maksymalnego pokrycia obszaru Polski wszystkimi programami.
4. Opracować plan polskiej sieci stacji małej mocy UKF FM w zakresie częstotliwości 87,5 - 108 MHz.

Wykaz literatury

1. Resolution No. 510: Relating to the Convening of a Planning Conference for Sound Broadcasting in the Band 87,5 - 108 MHz for Region 1 and Certain Countries Concerned in Region 3. Radio Regulations 1982.
2. Lisicki W., Rymarowicz Z.: Przygotowanie stanowiska na Regionalną Administracyjną Konferencję Radiofonii UKF FM w zakresie częstotliwości 87,5 - 108 MHz. Sprawozdanie IŁ nr Z-21/316, 1984 r.
3. Lisicki W.: Podstawy techniczne i kryteria planowania sieci stacji, UKF FM. Sprawozdanie IŁ, 1981 r.

5. WSPOMAGANIE KOMPUTEROWE OPRACOWAŃ
KONCEPCYJNYCH PLANU SIECI STACJI RADIOFONICZNYCH
UKF FM W POLSCE

5.1. Wprowadzenie

Planowanie sieci stacji radiodyfuzyjnych, szczególnie w aspekcie przygotowań do międzynarodowych konferencji rozdziału częstotliwości, jest z kilku powodów zadaniem wybitnie pracochłonnym. Przede wszystkim współczesne metody planowania, prowadzące do optymalnych pod względem technicznym i ekonomicznym rozwiązań koncepcji sieci krajowej, wymagają złożonej procedury obliczeniowej. Liczba kanałostacji w sieci krajowej jest na ogół znaczna i na przykład w omawianej sieci stacji radiofonicznych UKF FM w zakresie częstotliwości 87,5 - 108 MHz przekraczała pięćset. Następnie, istnieje konieczność uwzględniania zakłóceń interferencyjnych, powodowanych nie tylko przez własne stacje, ale i przez bardzo liczne stacje krajów sąsiednich i pobliskich. Trzeba wreszcie podkreślić, że w wymienionym przypadku sieci UKF FM przygotowania do Konferencji Regionalnej Genewa - 1984 /RAKR-84/ i kolejne uzgodnienia z krajami OWK wymagały kilkakrotnego przepracowywania koncepcji sieci krajowej. Do tego jeszcze trzeba dodać obliczenia, co najmniej fragmentaryczne, sieci stacji obcych, m.in. stacji telewizyjnych ZSRR, mające na celu sprawdzenie wpływu zakłócającego stacji polskich.

Jest więc oczywiste, że wykonanie tak ogromnych zadań byłoby praktycznie niemożliwe bez stałego i mającego szeroki zakres wsparcia komputerowego udzielanego grupie specjalistów przygotowujących projekt planu polskiej sieci stacji radiofonicznych UKF FM i stanowisko administracji łączności PRL na RAKR-84. Należy zaznaczyć, że w ramach ustaleń Konferencji Regionalnej będą jeszcze prowadzone prace nad op-

tymalizacją sieci, w których dla Resortowego Ośrodka Elektronicznego Przetwarzania Danych /ROEPD/ przewidziane są dalsze poważne zadania.

5.2. Informacje ogólne

Zadanie komputerowego wspomaganie przy opracowywaniu i optymalizacji planu sieci stacji UKF FM było i jest realizowane za pomocą ciągle weryfikowanego i rozszerzanego zbioru programów o nazwie PAKIET UKF. W skład tego pakietu wchodzi zarówno programy o randze podstawowej dla problemu /np. ZASIEG, FPROT, KOLIZ/ jak i inne, programy pomocnicze których zadaniem jest przetworzenie posiadanych informacji i wprowadzenie wyników w układzie dogodnym dla zamawiającego. Trzecia, duża grupa programów to takie, których zadaniem jest wprowadzanie, kontrola, aktualizowanie i porządkowanie posiadanych zasobów danych, bowiem wymagania poszczególnych programów /minimalizacja czasu działania i wykorzystywanej pamięci operacyjnej/ narzucają często konieczność rozdzielania lub łączenia grup informacji.

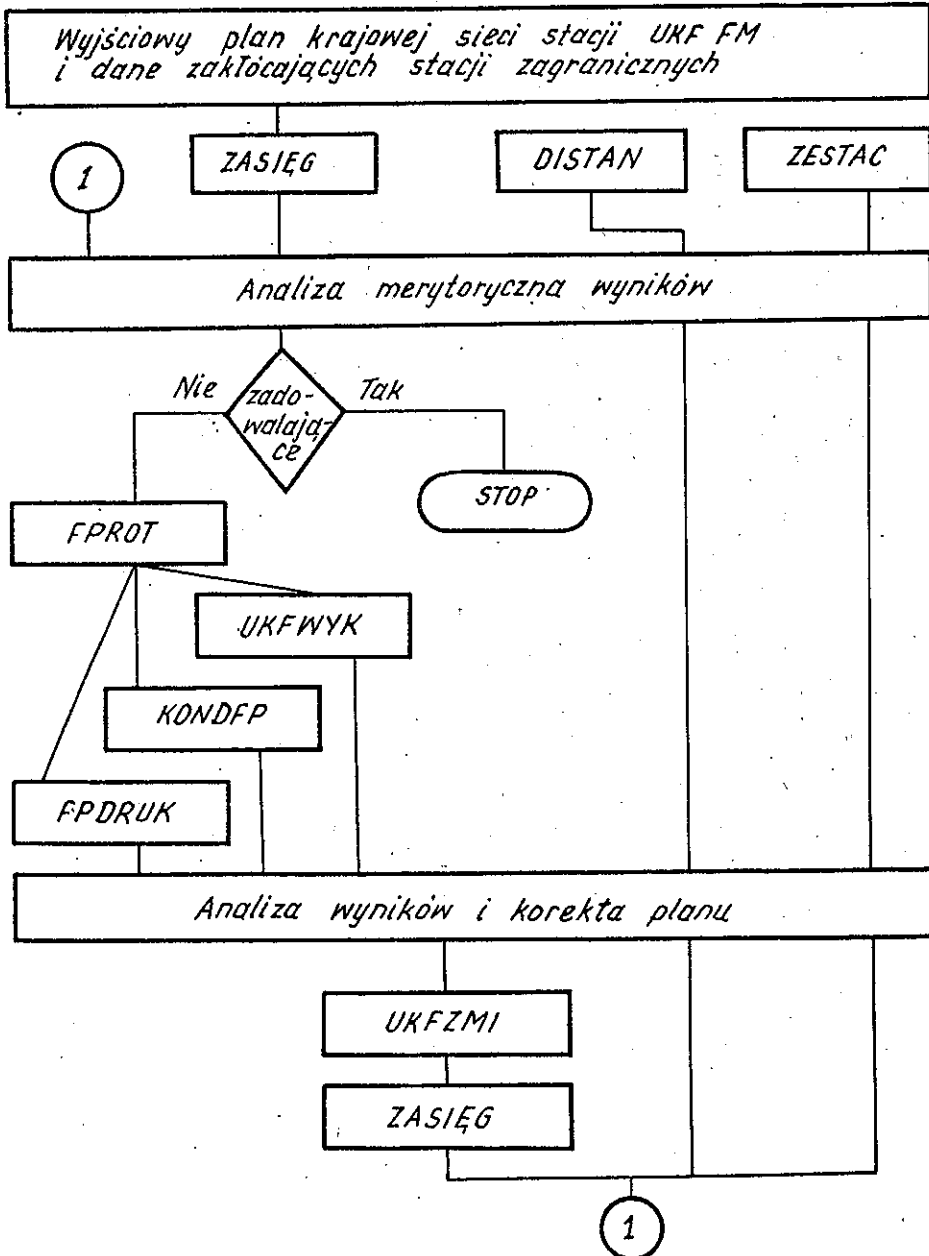
Programy PAKIET UKF zostały napisane w języku FORTRAN oraz PL/I na maszynę cyfrową R-32 pracującą w systemie DOS/JS. Zbiory o organizacji sekwencyjnej lub indeksowo-sekwencyjnej są zapisywane na dyskach magnetycznych. Maszynowe nośniki informacji do wprowadzania danych stanowią karty perforowane. Wyniki są wyprowadzane na drukarkę wierszową oraz, w szczególnie uzasadnionych przypadkach, na konsolę operatorską. Czasy działania poszczególnych programów są trudne do oszacowania, gdyż zależą od wielu zmiennych czynników, takich jak: liczba stacji, "gęstość sieci", szerokość kanału itp.

Przeciętnie można przyjąć czas liczenia jednej stacji dla:

programu ZASIEG	3 + 10 min.
" FPROT	5 + 12 min.

Tablica 2

Ogólny schemat wspomagania komputerowego w procesie opracowywania koncepcji planu sieci stacji radiofonicznych UKF FM



procesu aktualizacji	1 min.
programu KOLIZ	8 + 20 min.
inne programy	2 + 8 min.

W tablicy 2 przedstawiono ogólny schemat wspomagania komputerowego grupy specjalistów opracowującej plany sieci stacji UKF FM w Polsce.

5.3. Opisy programów

5.3.1. Program ZASIEG

Program ten służy do obliczania zasięgów stacji UKF FM w azymutach będących wielokrotnościami kąta 30° . Dane wejściowe programu stanowią:

- parametry sterujące przebiegiem obliczeń,
- identyfikatory stacji użytecznych,
- zbiór dyskowy STACJE,
- zbiór dyskowy KRZYWA.

Tabulogramy wyjściowe^{1/} zawierają wyprowadzone dla każdej stacji użytecznej i każdego azymutu następujące informacje:

- dane stacji użytecznej:
 - lokalizacja stacji,
 - moc promieniowana stacji,
 - wysokość skuteczna anteny,
 - parametr orograficzny nazwany umownie wysokością terenu,
- azymut,
- zasięg w km,

1/ Od redakcji: Autorka załączyła 12 oryginalnych wydruków komputerowych omawianych tabulogramów wyjściowych różnych programów, których niestety z przyczyn technicznych nie możemy wydrukować.

- natężenie pola sygnału użytecznego na krańcu zasięgu,
- prawdopodobieństwo niezakłóconego odbioru sygnału użytecznego,
- dla każdej znaczącej stacji zakłócającej:
 - prawdopodobieństwo niezakłóconego odbioru sygnału użytecznego przy uwzględnieniu tylko tej jednej stacji zakłócającej,
- częstotliwość,
- odstrojenie od stacji użytecznej,
- natężenie pola sygnału zakłócającego + współczynnik ochronny,
- identyfikator i lokalizacja stacji zakłócającej.

Dzięki monotoniczności funkcji natężenia pola w zależności od odległości możliwe było oparcie programu ZASIEG na iteracyjnej metodzie bisekcji^{1/} szukania z zadaną dokładnością rozwiązań układu nierówności:

$$\begin{cases} F \geq FGR \\ Y \geq YGR \end{cases}$$

gdzie: F - natężenie pola sygnału stacji użytecznej,

Y - prawdopodobieństwo niezakłóconego odbioru przy uwzględnieniu występowania jednoczesnych zakłóceń od wszystkich stacji zakłócających,

FGR - graniczne natężenie pola ze względu na szумы własne i zakłócenia przemysłowe,

YGR - wymagane prawdopodobieństwo niezakłóconego odbioru.

Program został opracowany według algorytmu przedstawionego w [1]. Program ten ze względu na prostotę obliczeń był wykorzystywany w czasie przygotowań do RAKR-84.

1/ Iteracyjna metoda bisekcji - szukanie miejsc zerowych funkcji ciągłej monotonicznej w zadanym przedziale metoda kolejnych podziałów na połowy odcinków, w których funkcja zmienia znak.

Obecnie opracowano nowy program wyznaczania zasięgów stacji UKF FM realizujący obliczenia według unowocześnionej metodyki uwzględniającej więcej składowych funkcji tłumienia. Program ten jest obecnie wdrażany i będzie wykorzystywany w pracach nad optymalizacją planu.

5.3.2. Programy pomocnicze

Program DISTAN oblicza i drukuje w układzie tabelarycznym odległości między stacjami polskimi oraz między stacjami polskimi i czechosłowackimi, niemieckimi lub radzieckimi. Parametry tego programu są zapisane w postaci symboli krajów, których obliczenia mają dotyczyć. Lokalizacje poszczególnych stacji są odczytywane ze zbioru STACJE, a obliczone odległości po łuku po krzywizny ziemi pomiędzy parami lokalizacji są zapisywane dodatkowo w zbiorze dyskowym dla ich późniejszego wykorzystania przez inne programy. Odszukanie na wydruku odległości pomiędzy parą lokalizacji wymaga znalezienia odpowiedniego wiersza i kolumny macierzy.

Program ZESTAC umożliwia wyprowadzenie kompletu informacji o stacjach UKF FM, zarówno polskich, jak i zagranicznych. Wydruk jest zwięzły i czytelny, co stanowi o jego dużej przydatności. Może być stosowany do wyprowadzania informacji o pełnym zbiorze stacji lub jego podzbiorach, w układzie wymaganym przez użytkownika.

Program FPROT służy do obliczania wartości funkcji FPROT charakteryzującej wypadkowy poziom sygnału dochodzącego od ewentualnych stacji zakłócających do punktu lokalizacji planowanej stacji UKF FM. Analiza dotyczy wszystkich kanałów w danym zakresie i umożliwia przydzielenie częstotliwości zapewniającej stosunkowo niski poziom zakłóceń interferencyjnych. Parametrami programu FPROT są punkty przewidywanych lokalizacji stacji UKF FM oraz szerokość kanału i granice zakresu częstotliwości, który ma być analizowany. Pozostałe dane pochodzą ze zbiorów dyskowych STACJE i KRZYWA. Wydruki programu zawierają dla każdej analizowanej częstotliwości:

- nazwę przewidywanej stacji,
 - wartość funkcji FPROT,
 - przewidywane prawdopodobieństwo niezakłóconego odbioru,
- i dla każdej stacji zakłócającej:
- prawdopodobieństwo niezakłóconego odbioru przy założeniu nieistnienia innych stacji zakłócających,
 - częstotliwość stacji zakłócającej,
 - moc promieniowaną,
 - wartość współczynnika ochronnego,
 - poziom sygnału zakłócającego w punkcie przewidywanej lokalizacji stacji,
 - rodzaj emisji,
 - polaryzację,
 - nazwę i symbol kraju stacji zakłócającej.

Stacje zakłócające są drukowane zgodnie z ich malejącym wpływem wyznaczonym w punkcie przewidywanej lokalizacji stacji użytecznej. Wyznaczone wartości FPROT zapisywane są również na dysku i stanowią dane dla programów dokonujących wstępnej analizy wyników uzyskanych w programie FPROT.

Program FPDRUK organizuje skrócony i bardziej czytelny wydruk najbardziej istotnych wyników programu FPROT. Dla każdej lokalizacji planowanej stacji użytecznej wyprowadza on następujące dane:

- częstotliwość analizowaną,
- wartość funkcji FPROT przedstawioną w postaci liczbowej oraz graficznie jako pas o odpowiedniej szerokości złożony ze znaków " * "
- lokalizację i kraj stacji najbardziej zakłócającej,
- moc promieniowaną stacji najbardziej zakłócającej,
- wartość sygnału od stacji najbardziej zakłócającej,

- odstrojenie od stacji najbardziej zakłócającej,
- zysk energetyczny,
- miarę przewagi stacji najbardziej zakłócającej nad innymi zakłócającymi przedstawioną graficznie w postaci pasa gwiazdek o odpowiedniej szerokości; przewaga ta jest obliczana jako moduł różnicy prawdopodobieństw niezakłóconego odbioru przy uwzględnieniu tylko jednej stacji zakłócającej, wyznaczony dla dwu stacji najbardziej znaczących jako zakłócających daną częstotliwość.

Tak zorganizowany wydruk umożliwia szybkie wyznaczenie częstotliwości szczególnie korzystnych dla danej lokalizacji.

Program KONDFP przygotowany został z myślą o maksymalnym zmniejszeniu wydruku wartości funkcji FPROT przy jednoczesnym zachowaniu niezbędnych dla projektanta sieci UKF FM informacji. Wydruk tego programu przedstawia wartości funkcji FPROT za pomocą jednoznakowych symboli odpowiadających ustalonym przedziałom liczbowym. Tworzy się tablicę, której wiersze odpowiadają różnym częstotliwościom, a kolumny - analizowanym lokalizacjom stacji. Daje to możliwość natychmiastowej selekcji częstotliwości szczególnie korzystnych, jak również lokalizacji stacji mających najmniejszą liczbę kanałów częstotliwościowych do wykorzystania. Dodatkowo jest drukowana liczba lokalizacji stacji oraz zestawienie ilości wartości funkcji FPROT z poszczególnych przedziałów.

Program UKF WYK generuje na drukarce wykres funkcji FPROT dla jednej lokalizacji stacji i dla wszystkich kanałów z analizowanego zakresu częstotliwości. Wykres ten może stanowić jasną ilustrację przebiegu funkcji FPROT.

Program KOLIZ wyznacza dla zadanych lokalizacji stacji kanały zakłócone przez wszystkie stacje z ustalonego zbioru. W wyniku otrzymuje się tablicę, której wiersze odpowiadają lokalizacjom stacji, kolumny - kanałom, a elementami są znaki:

- * - w przypadku wystąpienia kolizji
- - w przypadku braku jakichkolwiek kolizji.

Parametrami programu są lokalizacje stacji, a dodatkowe dane stanowią odległości koordynacyjne podane w postaci macierzy dla 4 różnych wartości granicznego natężenia pola EGR. Zbiór stacji zakłócających może być określony przez użytkownika dowolnie; może to być, np. zbiór stacji kraju sąsiadującego lub inny podzbiór zbioru STACJE. W programie są wykorzystywane również odległości pomiędzy lokalizacjami stacji zapisane na dysku przez program DISTAN. Program wyznacza tablice kolizji dla każdej wartości EGR, a każdą pojedynczą kolizję zapisuje dodatkowo na dysku w zbiorze służącym dalszym programom. Program KOLIZ w istotny sposób redukuje nakład pracy projektanta sieci, gdyż wyznacza wolne kanały /oznaczone na wydruku symbolami " . "/, które mogą być przydzielone w danej lokalizacji stacji.

Program KANAŁY wyprowadza skrócone zestawienie lokalizacji stacji oraz maksymalnej i minimalnej mocy stacji ze zbioru STACJE. Dla każdej częstotliwości są drukowane lokalizacje i obie wartości mocy stacji danego kraju wykorzystujących daną częstotliwość. Program może działać na dowolnym podzbiórze zbioru STACJE, a zestawienie zajętości kanału jest drukowane dla każdego kraju oddzielnie.

Program UKFZMI umożliwia oszacowanie obszaru wpływu na całą sieć pojedynczych zmian opisów parametrów stacji. Parametrami tego programu są karty aktualizacyjne do zbioru STACJE. Program UKFZMI dokonuje analizy wpływu tych zmian na sieć i wyznacza podzbiór zbioru STACJE, dla którego należy powtórnie dokonać obliczeń zasięgów stacji. Wyniki programu są drukowane w postaci tabeli OBRAZ ZMIAN W SIECI STACJI UKF FM - WG CZĘSTOTLIWOŚCI, która może stanowić podstawę weryfikacji planu sieci oraz OBRAZ ZMIAN W SIECI STACJI UKF FM - PODZBIÓR STACJI DO OBLICZEN, która jest dodatkowo zapisana na dysku w postaci akceptowanej przez program ZASIEG. Dane dla tego programu stanowią informacje

o sieci przed planowaną aktualizacją /zbiór STACJE/. Program UKFZMI pozwala uniknąć wielu niekorzystnych kroków w procesie projektowania sieci, dzięki możliwości wcześniejszego oszacowania ich konsekwencji.

Program TELDEC, pochodzący spoza grupy programów PAKIET UKF został zaadaptowany dla potrzeb przygotowań do RAKR-84 i był wykorzystywany dla wyznaczenia zasięgów stacji telewizyjnych. Umożliwiło to zbadanie wpływu stacji UKF FM na odbiór programu telewizyjnego emitowanego przez wybrane stacje polskie i radzieckie. Program TELDEC wykorzystywał wspólne z pozostałymi programami zbiory danych i generował wydruki, pozwalające wyznaczyć obszar pokrycia kraju programem telewizyjnym.

5.4. Podstawowe zbiory informacji

Źródło informacji o stacjach radiofonii UKF FM i telewizji stanowi zbiór STACJE. Jest to sekwencyjny zbiór dyskowy zawierający opisy poszczególnych kanałostacji. W tablicy 3 została przedstawiona struktura rekordu zbioru STACJE.

Wszystkie programy wykorzystywane dla potrzeb projektowania sieci UKF FM odwołują się do tego zbioru lub do jego fragmentów. Drugą grupę danych niezbędnych dla przeprowadzenia obliczeń stanowią stabelowane krzywe, opisujące zjawiska związane z propagacją fal, zawarte w zbiorze KRZYWA. Jest to zbiór dyskowy o bezpośrednim dostępie do zapisu każdej stabelowanej funkcji. W zbiorze KRZYWA znajdują się obecnie następujące funkcje:

- tłumienie orograficzne w zależności od kąta elewacji przeszkody,
- współczynnik tłumienia orograficznego,
- tłumienie przeszkody pojedynczej,
- dyskryminacja kierunkowa anteny odbiorczej,
- tłumienie lasu,

- krzywe współczynników ochronnych dla różnych rodzajów emisji i odstępów międzykanałowego,
- krzywe propagacji dla 50% miejsc; 50%, 10%, 5% i 1% czasu; lądu i morza; oraz dla wysokości skutecznej anteny od 10 do 1200 metrów.

Tablica 3

Struktura rekordu zbioru STACJE

Lp.	Symbol danej	Liczba znaków w pojedynczej wartości	Liczba wystąpień	Znaczenie
1	KRAJ	4	1	symbol kraju
2	STAC	3	1	numer kanałostacji
3	CZEST	7	1	częstotliwość
4	DŁGEOG	4	1	długość geogr. /stopnie, minuty/
5	SZGEOG	4	1	szerokość geogr. /stopnie, minuty/
6	ST	1	1	standard
7	POL	1	1	polaryzacja V - pionowa H - pozioma
8	EM	1	1	emisja 1-monoфонia, 2-stereoфонia, 4,5- kanały telewizyjne
9	NAZWA	12	1	nazwa stacji
10	MOC	3	12	moc
11	WYSAN	4	12	wysokość anteny
12	WYSTER	3	12	wysokość terenu

} co 30°

Każdy program może w razie potrzeby odwołać się do odpowiedniego fragmentu zbioru KRZYWA i pobrać stamtąd ciąg argumentów i wartości żądanej funkcji.

5.5. Informatyczne środki techniczne zastosowane przy planowaniu sieci stacji UKF FM

Rozwiązanie zagadnień związanych z projektowaniem sieci stacji UKF FM wymaga zarówno wielu obliczeń jak i operowania dużymi zbiorami informacji. Narzędziem bardzo wygodnym jest w tym przypadku maszyna cyfrowa. Określone obliczenia wykonuje szybko i sprawnie, a operowanie na dużych zbiorach danych może jedynie wydłużyć czas działania.

Stopień przydatności maszyny cyfrowej zależy ściśle od struktury zestawu, którym projektant dysponuje. W przypadku przygotowań do Konferencji Regionalnej w Genewie 1982/84 była to maszyna cyfrowa R-32 z systemem operacyjnym DOS-JS, pamięcią operacyjną 512 KB oraz urządzeniami peryferyjnymi: drukarką wierszową, konsolą i monitorem operatorskim, czytnikiem kart perforowanych oraz jednostkami dysków magnetycznych. W czasie trwania obrad konferencji natomiast był dostępny dla jej uczestników zestaw komputerowy firmy SIEMENS wyposażony w stanowiska zdalnego dostępu - monitory - drukarki. Umożliwiał on korzystanie z zasobów programistycznych oraz informacji o stacjach w trybie konwersacyjnym. Taki sposób współpracy z maszyną jest bardzo atrakcyjny i byłoby korzystne wprowadzenie go możliwie szybko do technologii projektowania sieci radiodfuzyjnych w Polsce.

Wykaz literatury

1. Algorytm wyznaczania zasięgów stacji radiofonicznych UKF FM. ROEPD Ił., Warszawa 1978.

6. UZGODNIENIA MIĘDZYNARODOWE PLANÓW SIECI STACJI
RADIOFONICZNYCH W ZAKRESIE 87,5 - 108 MHz
I WYNIKI KONFERENCJI REGIONALNEJ - GENEWA 1982/1984

Poniżej zostaną opisane kolejne etapy procesu koordynacyjnego, prowadzącego do opracowania końcowej wersji Planu przydziałów częstotliwości dla radiofonii UKF FM w zakresie 87,5 - 108 MHz.

6.1. Procedura i przebieg uzgodnień międzynarodowych

6.1.1. Przygotowania do Konferencji Regionalnej

Należy zaznaczyć, że już w latach siedemdziesiątych były czynione pewne próby tworzenia planów rozdziału częstotliwości dla radiofonii UKF FM w zakresie 100 - 104 MHz. W 1971 r. dla krajów zachodnioeuropejskich powstał Plan Darmsztadzki, a w 1977 r. dla 6 krajów wspólnoty socjalistycznej - Plan uzgodniony w Moskwie. Jednakże z punktu widzenia międzynarodowego nie miały one mocy prawnej.

Właściwy proces tworzenia się Planu dla radiofonii UKF FM w zakresie częstotliwości 87,5 - 108 MHz rozpoczął się dopiero po 1979 roku w wyniku decyzji o zwołaniu Konferencji Regionalnej, zaś główne nasilenie prac planifikacyjnych i koordynacyjnych nastąpiło po I Sesji RAKR.

Przede wszystkim kraje użytkujące zakres częstotliwości 87,5 - 100 MHz dla radiofonii UKF FM lub telewizji /kanały 4 i 5 o szerokości 8 MHz/ na drodze korespondencyjnej rozpoczęły koordynację zmian, które chciały wprowadzić lub chcąc zalegalizować stan faktyczny. Uzgodnienie bowiem tych zmian do 1 grudnia 1983 r. dawało stacjom ochronę zgodnie z Porozumieniem Sztokholmskim.

Poważne problemy stwarzał różny status zakresu częstotliwości 87,5 - 100 MHz i 100 - 108 MHz. W odniesieniu do zakresu częstotliwości 100 - 108 MHz wszystkie kraje miały równe prawa i przy opracowywaniu krajowego planu w tym zakre-

sie częstotliwości nie trzeba było w zasadzie liczyć się z planami krajów sąsiednich. W przypadku zaś zakresu częstotliwości 87,5 - 100 MHz konieczne było przestrzeganie zasady nienaruszalności obszarów pokrycia istniejących oraz planowanych w tym zakresie częstotliwości stacji radiofonicznych UKF FM /Austrii, Danii, NRD, RFN, Szwecji/ i telewizyjnych w kanałach 4 i 5 /ZSRR/ zgodnie z Planem Sztokholmskim. Z tego względu zostały opracowane w Polsce odrębne plany polskiej sieci radiofonicznej UKF FM dla zakresu częstotliwości 87,5 - 100 MHz i 100 - 108 MHz na nieco odmiennych zasadach.

W Polsce prace przygotowawcze do Konferencji Regionalnej były prowadzone w Instytucie Łączności w Warszawie i w Oddziale Instytutu Łączności we Wrocławiu pod kierunkiem i przy ścisłej współpracy Departamentu Służby Radiokomunikacyjnej Ministerstwa Łączności. Objęły one zarówno prace o charakterze podstawowym, jak i prace koncepcyjno-obliczeniowe planu polskiej sieci UKF FM w omawianym zakresie częstotliwości z szerokim wykorzystaniem komputerowych metod obliczeń. Do przeprowadzania uzgodnień przygotowano się szczególnie starannie. Poza materiałami pomocniczymi /tablice odległości między stacjami, wykazy zajętości częstotliwości na obszarze danego kraju itp./ wykonano obliczenia zasięgów i natężenia pola granicznego dla planowanych polskich stacji radiofonicznych UKF FM w zakresie częstotliwości 87,5-108 MHz oraz w sytuacji odniesienia /parametry techniczne według Planu Sztokholmskiego ze zmianami według procedury sztokholmskiej/ dla stacji radiofonicznych UKF FM Danii, NRD, RFN i Szwecji w zakresie częstotliwości 87,5 - 100 MHz, a także radzieckich stacji telewizyjnych w kanałach 4 i 5. Przeprowadzona szczegółowa analiza wyników obliczeń krajowych i IFRB i przygotowane na tej podstawie propozycje rozwiązania przypadków kolizji pozwoliły na bardziej skuteczną obronę zgłoszeń częstotliwościowych dla potrzeb radiofonii polskiej.

Ponadto w końcowej fazie przygotowań - tuż przed II Sesją Konferencji - kiedy były już znane zapotrzebowania częstotliwościowe wszystkich krajów, opracowano z zastosowaniem metody komputerowej macierz zajętości częstotliwości dla kilku wartości granicznego natężenia pola w przewidywanych lokalizacjach stacji polskich, umożliwiającą szybki dobór nowych częstotliwości w trakcie prowadzenia uzgodnień, ogromnie przydatną szczególnie w początkowym okresie konferencji. Komputerowe obliczenia wykonywane przez IFRB dla potrzeb konferencji były uproszczone z powodu bardzo dużej liczby zgłoszeń zapotrzebowań częstotliwościowych /około 53000 / i stanowiły jedynie podstawę do wstępnego oszacowania sytuacji interferencyjnej. Podczas koordynacji opierano się głównie na posiadanych własnych, szczegółowych obliczeniach komputerowych.

W celu ułatwienia procesu koordynacji na II Sesji zgodnie z zaleceniami I Sesji RAKR zainteresowane kraje przeprowadzały w okresie międzysesyjnym dwustronne i wielostronne uzgodnienia projektów planów krajowych na specjalnie zorganizowanych spotkaniach. Wstępnie uzgodnione projekty planów stanowiły podstawę zgłoszeń zapotrzebowań częstotliwościowych do IFRB w ustalonym terminie /do 1 lutego 1984 r./ oraz wprowadzenia modyfikacji /do 30 września 1984 r., a następnie na początku II Sesji/.

Przedstawiciele Polski uczestniczyli w następujących spotkaniach koordynacyjnych:

- W wielostronnym spotkaniu w Moskwie /ZSRR/ w lipcu 1981 r. /Narada Upełnomocnionych Przedstawicieli Administracji Łączności OWŁ/, dotyczącym podstaw technicznych i kryteriów planowania oraz organizacji prac koordynacyjnych w ramach OWŁ, na którym strona polska przedstawiła dokument z propozycją przyjęcia przy rozdziale częstotliwości w zakresie 100 - 108 MHz siatki 27-kanałowej. Na naradzie tej ustalono, że na podstawie zgłoszeń projektów planów krajowych rozdziału częstotliwości w zakresie częstotli-

wości 100 - 108 MHz administracja łączności ZSRR opracuje do końca marca 1982 r. i roześle zainteresowanym krajom OWK wstępny zbiorczy projekt tych planów z określeniem występujących kolizji.

- W dwustronnych spotkaniach ekspertów PRL i NRD oraz PRL i ČSRS we Wrocławiu w sierpniu 1983 r., na których po raz pierwszy próbowano wzajemnie skoordynować plany krajowe. Wskutek zaplanowania przez ČSRS stosunkowo gęstej sieci stacji /co uzasadniano konfiguracją terenu/ powodującej wysoki poziom zakłóceń interferencyjnych, stało się konieczne przepracowanie projektu polskiego planu sieci UKF FM w zakresie częstotliwości 100 - 108 MHz, zachowując w miarę możliwości te pozycje, które zostały uzgodnione z NRD.
- W wielostronnym spotkaniu w Timiszoara /SRR/ w listopadzie 1983 r. /Narada Upełnomocnionych Przedstawicieli Administracji łączności OWK/. Na tej naradzie zgłoszono projekt polskiej sieci UKF FM w zakresie częstotliwości 87,5 - 100 MHz oraz wszystkie wprowadzone zmiany do projektu planu polskiej sieci UKF FM w zakresie częstotliwości 100 - 108 MHz, uzgodnione wstępnie z NRD i częściowo z ČSRS. Organizatorzy narady przedstawili uczestnikom wyniki obliczeń komputerowych zgłoszeń zapotrzebowań częstotliwościowych opracowanych zbiorczo przez ZSRR. Przedstawione na naradzie projekty planów stanowiły podstawę zgłoszeń do IFRB.
- W dwustronnym spotkaniu ekspertów PRL i ZSRR w Moskwie w czerwcu 1984 r., na którym uzgodniono prawie wszystkie stacje UKF FM w zakresie częstotliwości 100 - 108 MHz, wprowadzając pewne modyfikacje parametrów /częstotliwości, mocy lub polaryzacji/. Omówiono wstępnie problem ewentualnego wykorzystania przez Polskę zakresu 87,5 - 100 MHz dla radiofonii UKF FM, jednakże szczegółowych uzgodnień nie przeprowadzono, ponieważ dopiero na tym spotkaniu zostało przedstawione przez administrację łączności ZSRR aktualne

wykorzystanie telewizyjnych kanałów 4 i 5 w zachodniej części ZSRR.

- W dwustronnych spotkaniach ekspertów PRL i NRD oraz PRL i ČSRS w Warszawie w lipcu 1984 r., na których kontynuowano uzgodnienia w zakresie częstotliwości 100-108 MHz oraz rozpoczęto uzgodnienia projektów planów sieci UKF FM w zakresie częstotliwości 87,5 - 100 MHz.
- W wielostronnym spotkaniu w Halle /NRD/ w sierpniu 1984 r. /Narada Upełnomocnionych Przedstawicieli Administracji Łączności OWA/. Na tej naradzie, poświęconej głównie przygotowaniu wspólnego stanowiska na II Sesję RAKR, były kontynuowane szczegółowe uzgodnienia z NRD i ČSRS.

W pierwszym terminie, tzn. w styczniu 1984 r., administracja łączności PRL zgłosiła do IFRB na specjalnych formularzach 469 zapotrzebowań częstotliwościowych. W wyniku przeprowadzonej analizy zgłoszeń innych krajów oraz obliczeń komputerowych IFRB zwiększono liczbę zapotrzebowań do 508.

Na podkreślenie zasługuje fakt wykonania przez IFRB wykazu wszystkich zapotrzebowań częstotliwościowych na mikrofizkach i wyposażenia w związku z tym wszystkich krajów w specjalne czytniki. Było to konieczne ze względu na ogromną liczbę zapotrzebowań. Na jednej mikrofizce znajduje się pełna informacja /wszystkie parametry/ o 1080 stacjach. W ten sposób polskie zapotrzebowania mieszczą się na jednej mikrofizce.

6.1.2. Organizacja prac i procedura uzgodnień na II Sesji RAKR

W pracach II Sesji brali udział delegaci z 60 krajów i przedstawiciele międzynarodowych organizacji radiofonicznych /europejskich OIRT i UER, afrykańskiej URTNA, azjatyckiej ABU/ i lotniczej ICAO oraz pracownicy UIT, głównie IFRB, Sekretariatu Generalnego i CCIR.

Prace Konferencji były prowadzone w ramach 6 Komisji i Technicznej Grupy Roboczej Zebrania Plenarnego. Podstawowe znaczenie miały: Komisja 4, podzielona na 10 Grup Roboczych regionalnych, której zadaniem było opracowanie przydziałów częstotliwości; Komisja 5, której zadaniem było opracowanie tekstu Porozumienia; i Techniczna Grupa Robocza Zebrania Plenarnego, której zadaniem była ewentualna weryfikacja podstaw technicznych oraz ich uzupełnienie o te zagadnienia, co do których I Sesja nie sformułowała definitywnego stanowiska. Do zagadnień tych należała: propagacja w niektórych nietypowych warunkach, poprawienie odporności urządzeń radionawigacji lotniczej na zakłócenia ze strony stacji radiofonicznych, obniżenie poziomu promieniowań niepożądanych, emitowanych przez nadajniki radiofoniczne, kryteria współużytkowania częstotliwości przez służbę radiofoniczną i służby dopuszczone oraz określenie współczynników ochronnych między telewizją i radiofonią w zakresie częstotliwości 87,5 - 100 MHz.

W trakcie II Sesji obliczenia komputerowe, konieczne do przeprowadzenia wstępnej analizy zapotrzebowań częstotliwościowych oraz kolejno wprowadzanych zmian w wyniku koordynacji, były wykonywane trzykrotnie. Na podstawie przeprowadzonej analizy wyników obliczeń delegacje zgłaszały na specjalnych formularzach stacje wymagające uzgodnienia /kolizyjne/. Każda delegacja otrzymywała następnie komputerowy wydruk własnych stacji ze wskazaniem, z którymi krajami należy je uzgodnić. Formularze te, na ogół z towarzyszącymi im formularzami, zawierającymi pewne dane szczegółowe stacji oraz wprowadzone zmiany lub parametry nowo wprowadzanej stacji musiały być składane w surowo przestrzeganych wyznaczonych terminach w celu uwzględnienia tych zmian w kolejno wykonywanych obliczeniach.

Uzgodnienia były niezwykle pracochłonne i bardzo trudne nie tylko ze względu na wymaganą ochronę innych służb i bardzo dużą liczbę zapotrzebowań, ale także dlatego, że

każdą uzgodnioną zmianę parametrów stacji z jedną delegacją należało uzgodnić z innymi zainteresowanymi delegacjami, co wymagało uzyskania potwierdzenia podpisem. Ponadto konieczne było na bieżąco śledzenie wprowadzanych przez poszczególne kraje zmian oraz pilnowanie terminów składania formularzy o zlikwidowaniu kolizji, podpisanych przez wszystkie zainteresowane delegacje. Do ostatecznej wersji Planu weszły bowiem tylko te stacje, co do których żaden kraj nie wnosił już zastrzeżeń.

Poprawki i uzgodnione zmiany wprowadzane były do Planu do ostatniego dnia konferencji. Nie uzgodnione stacje zostały zawarte w załączniku do Planu. Mogą one w późniejszym terminie wejść do Planu po przeprowadzeniu uzgodnień zgodnie z przyjętą na konferencji procedurą, podaną w Porozumieniu.

W celu ułatwienia koordynacji dla potrzeb delegacji zostały zainstalowane końcówki, pozwalające na wykonywanie obliczeń komputerowych w przypadku zmian parametrów stacji. Choć czas oczekiwania na wyniki obliczeń był stosunkowo długi /minimum 6 minut, nie licząc czasu potrzebnego na wprowadzenie danych/, co w przypadku małolicznych delegacji miało znaczenie, jednakże pozwoliły one - szczególnie w końcowej fazie uzgodnień - uniknąć poważnych pomyłek przy doborze nowych częstotliwości, umożliwiającymi zlikwidowanie kolizji.

W ramach Konferencji nie została dokonana definitywna koordynacja przydziałów częstotliwości dla stacji radiofonicznych UKF FM w zakresie częstotliwości 100 - 108 MHz z istniejącymi i planowanymi przydziałami częstotliwości dla służby radionawigacji lotniczej w zakresie częstotliwości 108 - 118 MHz. Wykonana przez IFRB analiza kompatybilności pozwoliła jedynie na wyznaczenie przypadków kolizji. Przewiduje się więc przeprowadzenie w pilnym trybie odpowiednich uzgodnień. W celu przygotowania się do nich IFRB udostępni zainteresowanym administracjom zweryfikowane programy obliczeń komputerowych.

6.1.3. Przebieg uzgodnień planu polskiej sieci

Uzgodnienia planu polskiej sieci stacji radiofonicznych UKF FM w zakresie częstotliwości 87,5 - 108 MHz delegacja PRL przeprowadzała z delegacjami 9 krajów: Austrię, CSRS, Danią, NRD, RFN, SRR, Szwecją i WRL. Najprostszą stała się koordynacja z delegacjami Austrii, SRR i WRL, ponieważ wzajemny zakłócający wpływ stacji okazał się nieistotny wobec wysokiego poziomu granicznego natężenia pola, uwarunkowanego oddziaływaniem wielu bliżej położonych stacji innych krajów. Zakres i stopień trudności uzgodnień z pozostałymi sześcioma krajami były znacznie zróżnicowane i to niezależnie od różnego statusu zakresu częstotliwości 87,5 - 100 MHz i 100 - 108 MHz.

Jak już wspomniano, do zakresu częstotliwości 100-108 MHz wszystkie kraje miały równe prawa, natomiast w zakresie 87,5 - 100 MHz konieczne było respektowanie stacji chronionych przez Porozumienie Sztokholmskie z 1961 r. Odpowiednie, aktualne wykazy zostały przed II Sesją przesłane przez IFRB wszystkim administracjom. Graniczne natężenia pola tych stacji, po wprowadzeniu nowych stacji UKF FM, nie mogło wzrosnąć więcej niż o 0,5 dB. W praktyce negocjacyjnej nie wszystkie delegacje brały pod uwagę to zbyt rygorystyczne postanowienie.

Ogólnie biorąc, uzgodnienia stacji UKF FM w zakresie częstotliwości 100 - 108 MHz były łatwiejsze od zgłoszonych w zakresie częstotliwości 87,5 - 100 MHz tym bardziej, że w wielu przypadkach delegacje wspólnie usiłowały znaleźć zadowalające zainteresowane strony rozwiązania. Natomiast bardzo skomplikowana była sprawa uzgodnień polskich stacji UKF FM w zakresie częstotliwości 87,5 - 100 MHz.

Najdłużej trwały oraz były najbardziej pracochłonne i najwięcej problemów stwarzały negocjacje z delegacją ZSRR. Przyczyną trudności była nie tylko konieczność respektowania ochrony stacji telewizyjnych ZSRR w kanałach 4 i 5, ale również fakt, że przed II Sesją nie były przeprowadzane

żadne uzgodnienia stacji polskich w zakresie częstotliwości 87,5 - 100 MHz. W celu obronienia wszystkich pozycji podczas negocjacji starano się zastosować wszelkie możliwe środki techniczne w sposób istotny ograniczające zakłócenia powodowane przez stacje polskie /wytłumienia mocy, zmiany polaryzacji, zmiany częstotliwości/, a co z tym się wiąże zlikwidowanie kolizji.

Dosyć trudne były negocjacje z delegacją RFN, reprezentującą również interesy Berlina Zachodniego, na terenie którego w dolnym zakresie częstotliwości pracują stacje podlegające ochronie sztokholmskiej i znajdujące się blisko granicy polskiej. Z racji mało znaczącego wpływu pozostałych stacji leżących na terenie RFN koordynacja dotyczyła tylko stacji Berlina Zachodniego i kolizyjnych z nimi planowanych stacji polskich. W drodze pewnych ustępstw zdołano jednak rozwiązać problemy kolizji.

Równie trudne były uzgodnienia z delegacją duńską ze względu na bliskość Bornholmu i niekorzystne warunki propagacyjne nad morzem z punktu widzenia zakłóceń interferencyjnych, które sprawiają, że Dania w sensie sieciowym jest bliskim sąsiadem Polski. Konieczne zatem okazało się wyrażenie zgody na wytłumienia mocy polskich stacji o 3 do 6 dB oraz zmiany częstotliwości kilku z nich /w niektórych przypadkach na zasadzie wzajemności/, aby wszystkie stacje UKF FM w północnym rejonie Polski znalazły się w Planie.

Negocjacje z delegacją ČSRS odbywały się na zasadach całkowitej równości praw dostępu do całego zakresu częstotliwości 87,5 - 108 MHz. Odnośnie zakresu częstotliwości 87,5 - 100 MHz nie istniały żadne restrykcje wynikające z uprzednich porozumień, zaś chronione przez Porozumienie Sztokholmskie stacje telewizyjne w kanałach 4 i 5, po uruchomieniu stacji radiofonicznych UKF FM w omawianym zakresie, przestaną pracować. Ponadto - podobnie jak z NRD - plany w tym zakresie częstotliwości były wstępnie uzgodnione w okresie poprzedzającym II Sesję. Uzgodnienia wymagały jedynie zmiany - zresztą

dość liczne - wprowadzone w wyniku negocjacji z innymi delegacjami. Jednakże należy oczekiwać propozycji wznowienia uzgodnień ze strony administracji łączności ČSRS, ponieważ z powodu poważnych trudności negocjacyjnych z Austrią i WRL i ograniczonego składu delegacji ČSRS wiele czechosłowackich stacji UKF FM nie znalazło się w Planie.

Należy zaznaczyć, że kraje użytkujące zgodnie z Porozumieniem Sztokholmskim zakres częstotliwości 87,5 - 100 MHz dla radiofonii UKF FM lub dla telewizji wprowadziły pewną liczbę nowych stacji względnie zmodyfikowały parametry niektórych stacji istniejących lub figurujących w Planie. Delegacje chcące uzgodnić te modyfikacje z konieczności musiały iść na pewne ustępstwa odnośnie zgłoszonych polskich stacji UKF FM w zakresie częstotliwości 87,5 - 100 MHz, co ułatwiało proces koordynacji.

6.2. Dokumenty końcowe i ogólne wyniki Konferencji

W dniu 7 grudnia 1984 r. zostały podpisane Akta Końcowe Konferencji obejmujące Porozumienie Regionalne wraz z załącznikami, zawierającymi Plan przydziałów częstotliwości dla stacji radiofonicznych UKF FM w zakresie częstotliwości 87,5 - 108 MHz w rejonie 1 i niektórych krajów rejonu 3, podstawy techniczne koordynacji i uchwały.

Porozumienie Regionalne omawia zasady i termin wejścia w życie Porozumienia i Planu przydziałów częstotliwości dla radiofonii UKF FM, zasady i procedurę wprowadzania wszelkich modyfikacji do Planu oraz zasady i procedurę notyfikacji i rejestracji stacji w IFRB.

Porozumienie wraz z Planem wejdą w życie 1 lipca 1987 roku o godzinie 0001 UTC.^{1/}

1/ Skoordynowany Czas Uniwersalny.

Uchwały dotyczą między innymi przejściowej procedury koordynacji przydziałów częstotliwości pomiędzy służbą radiofoniczną a służbami dopuszczonymi oraz wdrażania do eksploatacji stacji objętych Planem w zakresie częstotliwości 104 - 108 MHz, który jest wykorzystywany w europejskich krajach socjalistycznych i w Mongolii przez służbę ruchomą lotniczą OR na zasadzie służby dopuszczonej do 31 grudnia 1995 r. W tym ostatnim przypadku ustalono, że wdrożenie to w krajach zachodnioeuropejskich nastąpi w wyniku dwustronnych lub wielostronnych porozumień między zainteresowanymi krajami.

Podczas Konferencji uzgodniono ogółem około 55 000 stacji radiofonicznych UKF FM. Pozostałe nie uzgodnione stacje /około 1500 /, umieszczone w załączniku do Planu, podlegają normalnej procedurze koordynacyjnej ustalonej w Porozumieniu.

Z powodu ogromnej liczby stacji Plan składa się z dwóch części: jednej, w formie książkowej, zawierającej spis stacji z podstawowymi parametrami /około 500 stron/ oraz drugiej, w formie mikrofiszek, zawierających podstawowe parametry stacji oraz wysokości skuteczne anten nadawczych i ewentualne wytłumienia mocy w 36 azymutach^{1/} co 10°/.

6.3. Wyniki uzgodnień planu polskiej sieci UKF FM i ich ocena z punktu widzenia potrzeb polskiej radiofonii

Można uznać za sukces, że ostatecznie w Planie Genewskim 1984 znalazły się 504 polskie stacje radiofoniczne UKF FM w zakresie częstotliwości 87,5 - 108 MHz o mocach promieniowania od 1 do 120 kW /w przeważającej większości od 10 do

1/ Wielkość mierzona w stopniach określająca odchylenie od kierunku północnego zgodnie z ruchem wskazówek zegara.

120 kW/. Zapewnia to docelowo pokrycie w zasadzie całego terytorium kraju sześcioma stereofonicznymi programami radiofonicznymi UKF FM.

Na szczególne podkreślenie zasługuje fakt, że od momentu zakończenia Konferencji - bez względu na czasowe inne wykorzystanie w Polsce zakresu częstotliwości 87,5 - 108 MHz - wszystkie przydziały częstotliwości dla polskich stacji podlegają ochronie zgodnie z przyjętym Porozumieniem, tzn. polska administracja ma formalne prawo odmowy wyrażenia zgody na uruchomienie stacji UKF FM w tym zakresie częstotliwości innej administracji, w przypadku stwierdzenia możliwości zwiększenia się wskutek tego poziomu zakłóceń interferencyjnych dla polskich stacji UKF FM zapisanych w Planie. Takiej możliwości administracja polska do tej pory nie miała w omawianym zakresie częstotliwości dla zachodniego i północno-zachodniego rejonu Polski, ponieważ na terenach tych nie pracują podlegające ochronie stacje telewizyjne w kanałach 4 i 5.

W najbliższych latach w Polsce będzie możliwe wykorzystywanie jedynie częstotliwości z zakresu 100 - 104 MHz, co pozwoli na emisję jednego programu stereofonicznego. Zakres częstotliwości 104 - 108 MHz zostanie udostępniony dla radiofonii UKF FM po 1995 roku. Sprawa użytkowania częstotliwości z zakresu 87,5 - 100 MHz dla radiofonii UKF FM zarówno w Polsce, jak i w Bułgarii, w Czechosłowacji, w Rumunii i na Węgrzech jest skomplikowana ze względu na pracujące obecnie w tym zakresie stacje telewizyjne /kanały 4 i 5/. Znajdujące się w Planie Genewskim 1984 stacje UKF FM w zakresie 87,5 - 100 MHz wymienionych wyżej krajów nie mogą być uruchamiane bez dodatkowego porozumienia. Problem ewentualnego uruchamiania stacji w tym zakresie częstotliwości wiąże się z koniecznością likwidacji emisji telewizyjnych w kanałach 4 i 5, co z kolei wymaga doboru nowych kanałów dla stacji telewizyjnych oraz ich międzynarodowego uzgodnienia. Nie będzie to łatwe, szczególnie w przypadku stacji dużej mocy. Przykładowo warto podać, że w Polsce trzeba by zmienić kanały

jednej stacji dużej mocy i około 40 stacjom małej mocy, a w Czechosłowacji - dwu stacjom dużej mocy i około 80 stacjom małej mocy.

Ponadto różne kraje w różnych terminach będą przygotowane do wprowadzenia radiofonii UKF FM w zakresie częstotliwości 87,5 - 100 MHz. W związku z tym przewiduje się wspólne opracowanie procedury przejściowej.

Poza wymienionymi wyżej formalnymi ograniczeniami wykorzystania dla polskiej radiofonii UKF FM całego zakresu częstotliwości 87,5 - 108 MHz istnieją jeszcze poważne problemy natury technicznej i ekonomicznej. Ze względu na wagę zagadnienia ewentualnego wykorzystania w Polsce całego zakresu częstotliwości 87,5 - 108 MHz dla radiofonii UKF FM w resorcie łączności jest wykonywana specjalna praca na temat sposobu i skutków przejścia radiofonii UKF FM na nowy zakres.

ISSN 0209-1046

