

INSTYTUT ŁĄCZNOŚCI  
WARSZAWA-MIEDZESZYN

Wydawnictwo  
Instytut Łączności  
Warszawa

PROBLEMY

ŁĄCZNOŚCI

101

1973

MINISTERSTWO ŁĄCZNOŚCI

---

**BIBLIOTEKA**  
Instytutu Łączności

№ \_\_\_\_\_

# PROBLEMY ŁĄCZNOŚCI

ROK 13

WARSZAWA 1973

NR 101

---

INSTYTUT ŁĄCZNOŚCI

Branżowy Ośrodek  
Informacji Naukowo-Technicznej i Ekonomicznej

Redakcja Problemów Łączności

---

Redaktor Naczelny - mgr inż. Jerzy Rutkowski

**RECYZJON**  
Redaktorzy Działów:  
mgr inż. Władysław Cetner, mgr inż. Adam Montuszko,  
mgr inż. Józef Możejko

Adres Redakcji:

Instytut Łączności

Branżowy Ośrodek

Informacji Naukowo-Technicznej i Ekonomicznej

Warszawa-Miedzeszyn, ul. Szachowa 1

NA PRAWACH RĘKOPISU - DO UŻYTKU SŁUŻBOWEGO

Egz. Nr

Redaktor: J. Borkowska                      Montaż tekstu: B. Drabik

Dział Wydawniczy Instytutu Łączności

Format B5. Nakład 585. Wpłynęło do

Działu Wydawniczego 16.06.1973 r.

Druk ukończono w sierpniu 1973 r.

# PROBLEMY ŁĄCZNOŚCI

Stanisław Ogulewicz i Halina Smoleńska

## GENEZA I KONCEPCJE REALIZACJI SIECI II PROGRAMU TELEWIZYJNEGO

### SPIS TREŚCI

	Str.
1. Wprowadzenie w zagadnienia planowania sieci telewizyjnych	1
2. Powstanie i zarys rozwoju sieci I programu telewizyjnego	9
3. Analiza możliwości i próby zastosowania fal metrowych dla potrzeb II programu z uwzględnieniem rozwiązań tymczasowych	29
4. Koncepcja realizacji sieci programów TV na falach decymetrowych	38
4.1. Plany i uzgodnienia międzynarodowe jako podstawa rozdziału kanałów częstotliwościowych	38
4.2. Założenia i kryteria koncepcji sieci TV	41
4.3. Techniczne podstawy planowania	45
4.4. Metody obliczeń stosowane przy opracowywaniu koncepcji sieci	53

	Str.
4.5. Stan wyjściowy i kolejne etapy optymalizacji planu	57
4.6. Aktualna wersja planu sieci TV na falach decymetrowych	74
5. Perspektywy dalszego rozwoju sieci telewizyjnej	75

Stanisław Ogulewicz

Halina Smoleńska

621.397.743

## GENEZA I KONCEPCJE REALIZACJI SIECI II PROGRAMU TELEWIZYJNEGO

### 1. WPROWADZENIE W ZAGADNIENIA PLANOWANIA SIECI TELEWIZYJNYCH

Nadawanie programów telewizyjnych w sieciach radiodyfuzyjnych jest w obecnym stanie rozwoju telekomunikacji realizowane wyłącznie przy użyciu fal metrowych i decymetrowych. Właściwości rozchodzenia się fal radiowych w tych zakresach częstotliwości są znane, ale dla wprowadzenia w problematykę planowania sieci warto je krótko przypomnieć. Główną rolę w propagacji fal powyżej 50 MHz odgrywa fala przestrzenna.

Zasięgi użyteczne stacji nadawczych, zależne od mocy promieniowanego sygnału i wysokości wzniesienia anteny nadawczej, są zasadniczo ograniczone do horyzontu radiowego, który jest w przybliżeniu o 30% większy od horyzontu optycznego. Przy wysokościach anten nadawczych, spotykanych w praktyce, rzędu 250 - 300 m i odpowiednich mocach promieniowania, promień zasięgu stacji osiąga 60 - 80 km w zakresach fal metrowych i 40 - 60 km w zakresach fal decymetrowych. Skrócenie zasięgu przy falach decymetrowych jest częściowo wynikiem większego tłumienia tych fal w strefie przyhoryzontowej, a także wynika z nieco innych właściwości szumowych urządzeń odbiorczych.

Poza horyzontem fale radiowe w rozważanych zakresach częstotliwości ulegają dość szybko tłumieniu, tak że nie nadają się do praktycznego wykorzystania. Tłumienie to jednak nie jest na tyle duże, aby sygnałów docierających spoza horyzontu nie brać pod uwagę przy odbiorze innych stacji, wykorzystujących te same lub bliskie częstotliwości. Dzięki zjawiskom dyfrakcji, superrefrakcji i rozproszenia troposferycznego strefa, w której stacja może wywoływać zakłócenia rozciąga się w promieniu parokrotnie /do 10 razy/ dłuższym, niż strefa zasięgu użytecznego i dla stacji o dużych mocach promieniowanych może osiągać kilkaset kilometrów. Zróznicowanie warunków propagacji fal metrowych i decymetrowych, poza wspomnianym wzrostem tłumienia dyfrakcyjnego, charakteryzuje się też zwiększonym tłumieniem i rozproszeniem przy większych częstotliwościach, pochodzącym od nieregularności terenu i pokrycia jego powierzchni.

Naszkiecowane zależności wskazują, że aby zapewnić możliwości odbioru programu na większym terytorium, na przykład na terenie całego kraju, należy zbudować sieć dostatecznie gęstą, tj. o odpowiednio dużej liczbie stacji nadawczych. Stacje te powinny być tak rozmieszczone i wzajemnie oddalone od siebie, aby ich granice zasięgów stykały się lub nieco na siebie zachodziły. Ponadto należy dysponować niezbędną liczbą kanałów częstotliwościowych, taką aby mogły one być odpowiednio przeplatane. Użycie bowiem tej samej częstotliwości nośnej, czyli tzw. powtórzenie kanału, jest możliwe dopiero w odległości parokrotnie przekraczającej promień zasięgu użytecznego, aby uniknąć lub przynajmniej zminimalizować wzajemne zakłócenia interferencyjne.

Użyty kilkakrotnie termin "zasięg użyteczny stacji" wymaga uściślenia i bliższego omówienia. Oznacza on jedno z podstawowych i bardzo ważnych pojęć w dziedzinie planowania sieci ultrakrótkofalowej, którego ścisła definicja dość daleko wykracza poza możliwości wyobrażenia intuicyjnego.

Definicja ta jest oparta na statystycznej metodzie określania wartości natężenia pola, które w zakresie fal metrowych i krótszych charakteryzuje się specyficzną zmiennością przestrzenno-czasową. Zmienność przestrzenna jest wynikiem wspomnianego już oddziaływania powierzchniowej rzeźby terenu, jego naturalnego pokrycia przez szatę roślinną /w szczególności lasy/ i sztucznego, jaką stanowi zabudowa. Wszystkie te wpływy wprowadzają odpowiednie deformacje pola fal elektromagnetycznych poprzez efekty ugięcia, tłumienia skrośnego i odbić, powodujących złożone rozkłady interferencyjne. Przy rozważaniach makroskopowych wpływy te są tak różnorodne, że wartość natężenia pola może być traktowana jedynie jako zmienna losowa.

Zmienność czasowa jest wynikiem załamania się fali przebywającej dłuższy odcinek drogi propagacji w niejednorodnej atmosferze, a ściślej dolnej jej warstwie, zwanej troposferą. Parametry troposfery, najogólniej biorąc, zależą od wysokości. W rezultacie droga fali nie przebiega, jak to się zakłada w pierwszym przybliżeniu, po linii prostej, ale po torze krzywoliniowym, którego krzywizna ulega przypadkowym wahaniom zgodnie ze zmianami współczynnika refrakcji, uzależnionego od zmian termicznych zawartości pary wodnej i ciśnienia, a więc od warunków synoptycznych.



Oba rodzaje zmienności natężenia pola znajdują wyraz w statystycznych krzywych propagacji, które są wykorzystywane do określania zasięgów stacji i stanowią główną podstawę planowania.

Poza czynnikami propagacyjnymi w skład ścisłej definicji zasięgu stacji wchodzi pojęcie współczynnika ochronnego. Wyraża on niezbędny dla zapewnienia zadowalającej jakości odbioru stosunek poziomów sygnałów: użytecznego i zakłócającego, doprowadzonych na wejście odbiornika. Współczynnik ten zależy od rodzaju sygnału zakłócanego i zakłócającego, typu modulacji, różnicy obu częstotliwości nośnych a wreszcie od frakcji czasu /umownej/, w jakiej można dopuścić występowanie danego zakłócenia. Zawiera się on w szerokich granicach od około 20 do 50 dB.

Ponieważ na granicy zasięgu wahaniom czasowym ulega zarówno sygnał użyteczny jak i sygnał odległej stacji zakłócającej, odbiór w dowolnym punkcie terenu będzie możliwy, gdy w ciągu założonego procentu czasu zmienny stosunek obu sygnałów nie spadnie poniżej wartości krytycznej, jaką stanowi współczynnik ochronny. Natomiast o skończonym elemencie powierzchni terenu można powiedzieć, że znajdzie się w granicach zasięgu, jeśli omówiona wyżej zależność czasowa będzie spełniona na określonej procentowo części tej powierzchni lub w założonym procencie liczby przypadkowych miejsc, gdzie wykonano pomiar. Wynika stąd, że zasięg użyteczny stacji, ogólnie rzecz biorąc, nie jest związany z żadną, z góry ustaloną wartością natężenia pola sygnału użytecznego, jest natomiast wyznaczony przez z góry założone przestrzenno-czasowe prawdopodobieństwo, że zachowany zostanie wymagany margines ochronny sygnału użytecznego przed za-

klóceniami. Wynika stąd dalej, że w ogólnym przypadku wartość natężenia pola na granicy zasięgu może być i zazwyczaj jest różna dla różnych kierunków zasięgu danej stacji. Jedynie przy braku zakłóceń interferencyjnych ze strony innych stacji zasięg jest wyznaczony przez pewną minimalną stałą wartość natężenia pola, taką aby był zachowany wymagany stosunek sygnału do szumów na wyjściu odbiornika.

Przez zasięg użyteczny stacji w danym kierunku rozumie się więc długość promienia dobranego w taki sposób, że w ustalonym z góry procencie punktów zakreślonego nim łuku i w ciągu ustalonego procentu czasu stosunek sygnału użytecznego do zakłócającego jest nie mniejszy od wymaganego współczynnika ochronnego /rys. 1/<sup>x/</sup>. Powyższe rozważania przeprowadzono w zasadzie dla przypadku jednego sygnału zakłócającego. Należy dodać, że w praktyce bywa najczęściej kilka sygnałów zakłócających, których uwzględnienie komplikuje metodę rozważania i obliczeń. Wtedy żądany współczynnik ochronny powinien być spełniony jednocześnie dla każdego z sygnałów zakłócających. W takim przypadku przestrzenne prawdopodobieństwo odbioru nie zakłóconego przez żadną ze stacji interferujących /lub jeśli zakłóconego, to w stopniu uznanym za dopuszczalny/ jest iloczynem odpowiednich prawdopodobieństw obliczonych dla każdej ze stacji z osobna. Podana tu metoda określania zasięgu oparta jest na ścisłych podstawach matematycznych i nosi nazwę uproszczonej metody mnożenia prawdopodobieństw. Bazuje ona na dość arbitralnym, ale bliskim prawdy

---

<sup>x/</sup> Rysunki są zamieszczone na końcu artykułu.

założeniu, że wartości natężenia pola poszczególnych stacji zakłócających, a także stacji zakłócanych, są zmiennymi losowymi niezależnymi /nieskorelowanymi/.

Probabilistyczne kryteria zasięgu wybierane są zwykle w taki sposób, aby na przeciętnych obszarach granicznych zapewniony był odbiór z zachowaniem wymaganej wartości współczynnika ochronnego w ciągu przynajmniej 90 lub 99% dłuższego przedziału czasowego i nie mniej niż 45 lub 50% wszystkich potencjalnych miejsc odbioru. Jednak gdy granica zasięgu przebiega w pobliżu lub przez tereny o dużej lokalnej gęstości zaludnienia - aglomeracje miejskie, tereny bardzo silnie uprzemysłowione - przestrzenne prawdopodobieństwo prawidłowego odbioru może i powinno być wybierane odpowiednio większe, np. dla 70%, 90% lub nawet 99% miejsc odbioru.

Warto jest odnotować, że przy tak zdefiniowanym pojęciu zasięgu stacji, doświadczalne jego sprawdzenie czy praktyczne wyznaczenie go na drodze pomiarowej nie jest rzeczą zbyt łatwą. Trudność polega na tym, że obserwacje-pomiary obu sygnałów musiałyby być prowadzone w bardzo dużej ilości punktów, najlepiej z rejestracją ciągłą wzdłuż wybranych tras pomiarowych i w długich, wielosezonowych okresach czasu, co szczególnie dotyczy dalekiego sygnału zakłócającego. W praktyce więc można jedynie sprawdzić, czy przestrzenna mediana natężenia pola na wyliczonej granicy zasięgu zgodna jest z wartością wyznaczoną z krzywych propagacji dla założonych parametrów stacji, czy też od niej odbiega. Natomiast brak odbioru w ogóle, czy brak dobrego odbioru w jakimś konkretnym punkcie nie przesądza, że jest on poza zasięgiem

stacji, i odwrotnie: odbiór w ograniczonym czasie lub nawet sta-  
ły w korzystnie wybranych miejscach nie świadczy, że znajdują  
się one w zasięgu stacji. Z przedstawionych rozważań wynika, że  
określanie zasięgów stacji, które stanowi ważny i istotny etap  
planowania i projektowania sieci, jest procesem bardzo złożonym  
i pracochłonnym. Wymaga on też użycia dużej liczby danych wyj-  
ściowych, przy czym poza danymi podstawowymi, jak np. omówio-  
ne krzywe propagacji, potrzebna jest też znajomość szeregu wskaź-  
ników zarówno systemowych jak i urządzeńowych, a także koniecz-  
ne jest ustalenie pewnych założeń ogólnych, nietechnicznych.

Do grupy parametrów systemowych, częściowo związanych z  
własnościami urządzeń, należą omówione już wstępnie współczyn-  
niki ochronne. Obejmują one wpływy zakłóceń pochodzących od  
stacji wspólny- i sąsiedniokanałowych, a także kanałów lustrza-  
nych i częściowo zachodzących, różnicują wpływy sygnałów wizyj-  
nych i fonicznych przy różnych systemach modulacji. Wreszcie  
różnicują wpływy stacji wspólnokanałowych w zależności od syste-  
mu przesuniętych nośnych, tzw. offsetu liniowego, bądź precyzyj-  
nego. Ostatnio współczynniki ochronne ustalane są również dla  
systemów telewizji kolorowej. Dalsze parametry systemowe to sto-  
sunek mocy sygnału fonii i wizji promieniowanych przez stacje,  
szerokość kanału w.cz. zajmowanego przez jedną emisję, odleg-  
łość częstotliwościowa sygnału wizji i fonii w kanale w.cz. oraz  
inne.

W grupie parametrów charakteryzujących urządzenia na pierw-  
szym miejscu należy wymienić minimalne wartości natężenia pola  
niezbędne do prawidłowego odbioru w obecności szumów. Wskaź-

nik ten zależy głównie od szumowych własności odbiornika, ale uwzględnia też inne parametry urządzeniowe: tłumienie linii antenowej, zysk anteny, a także wpływy zewnętrzne, jak: poziom zakłóceń przemysłowych. Minimalne wartości natężenia pola wyznaczone w ten sposób powinny być w racjonalnie zaprojektowanej sieci chronione przed zakłóceniami interferencyjnymi ze strony innych stacji. W praktyce warunek ten udaje się zachować bardzo rzadko. Liczbowe wartości minimalnego natężenia pola zalecane przez CCIR zależą od zakresu wykorzystywanych częstotliwości i zawierają się pomiędzy 54 dB odniesionymi do  $1 \mu\text{V}/\text{m}$  w dolnej części zakresu fal metrowych i około 75 dB względem  $1 \mu\text{V}/\text{m}$  w górnej części zakresu fal decymetrowych. Do grupy wskaźników urządzeniowych należą też charakterystyki kierunkowe dyskryminacji anten odbiorczych. Są one typizowane dla poszczególnych zakresów częstotliwości.

Standaryzacja parametrów urządzeńowych po stronie nadawczej obejmuje wysokości masztów antenowych i gradację mocy promieniowanych na terenach równinnych; ekonomicznie uzasadnione i stosowane wysokości masztów są, jak wspomniano, rzędu 200 - 300 m. W rejonach górzystych wysokości masztów mogą być zredukowane, ponieważ stacje lokalizuje się na naturalnych wzniesieniach terenu.

Standaryzacja mocy promieniowanej jest wynikiem ekonomiki produkcji urządzeń nadawczych, a jednocześnie ułatwia proces obliczeniowy.

Pozostają do omówienia ogólne założenia nietechniczne. W grupie tych wskaźników zasługuje na uwagę przede wszystkim żądany

procent pokrycia powierzchniowego lub ludnościowego. Osiągnięty współczynnik pokrycia stanowi ostateczne kryterium jakościowe oceny opracowanego planu sieci. W założeniach polityczno-społecznych wskaźnik ten powinien zbliżać się do 100%, jest bowiem miernikiem powszechności służby programowej. W praktyce są mu podporządkowane zazwyczaj inne wskaźniki o charakterze technicznym. Dla przykładu przy wykorzystaniu wszystkich dostępnych, lub w konkretnych warunkach możliwych do realizacji, środków technicznych współczynnik pokrycia jest wielkością wymienną z parametrami jakościowymi, na przykład osiągalnym prawdopodobieństwem czasowym odbioru nie zakłóconego. Prawdopodobieństwo to, jak wspomniano, bywa wtedy redukowane z 99 do 95 lub 90% czasu. Ludnościowy wskaźnik pokrycia w sieciach wieloprogramowych może być różny dla poszczególnych programów. W takich przypadkach z reguły dąży się do zapewnienia możliwie dużego pokrycia przynajmniej jednym, tzw. I programem. Wydaje się też nie budzić kontrowersji założenie, zgodne z poczuciem społecznej sprawiedliwości, iż wprowadzanie do eksploatacji dalszych programów dla wybranych części terytorium kraju nie powinno się odbywać kosztem I programu na innych częściach terytorium, nawet w trybie etapów przejściowych.

## 2. POWSTANIE I ZARYS ROZWOJU SIECI I PROGRAMU TELEWIZYJNEGO

Pojawienie się na terenie europejskim i żywiłowy rozwój telewizji programowej w pierwszych latach powojennych szybko doprowadziły do sytuacji wymagającej uporządkowania w skali międzyna-

rodowej. Zadanie to zostało postawione na konferencji radiofonicznej regionu europejskiego odbytej w 1952 r. w Sztokholmie. Konferencja miała do dyspozycji 3 zakresy częstotliwości fal metrowych, przyznane przez UIT<sup>x/</sup>, z czego dwa, t.j. zakres I i III, zostały przewidziane do celów telewizji /41-68 MHz i 174-216 MHz/ oraz jeden zakres II /87,5-100 MHz/ dla radiofonii UKF.

W liczbie 38 państw uczestniczących w konferencji znalazła się również Polska, jednak ze względu na brak w owym czasie rozważania co do krajowych potrzeb udział ten miał charakter raczej formalny. W wyniku prac konferencji rozdzielono częstotliwości i ustalono zasadnicze parametry dla 538 stacji korzystających ze standardu telewizji 625-liniowej i innych, będących w eksploatacji. W protokole umieszczono także 24 stacje na terenie Polski: 9 w I zakresie i 15 w III zakresie. Stacje I zakresu miały moce: 10 i 20 kW, jedynie w Warszawie przewidziano 60 kW. W III zakresie, prócz stacji o mocy 10 i 20 kW, znalazły się 4 stacje po 60 kW: Poznań, Gdańsk, Kielce i Katowice oraz 1 o mocy 100 kW w Warszawie. Stacje zostały zlokalizowane prawie we wszystkich miastach wojewódzkich, przy czym w ośmiu punktach sieci wypadły po 2 kanały /tabl. 1/.

W toku obrad konferencji ZSRR wysunął koncepcję rozszerzenia kanału w.cz. telewizji 625-liniowej z 7 do 8 MHz, wskazując na potencjalną możliwość poprawy tą drogą jakości obrazu. Propozycja ta zaważyła w sposób istotny nie tylko na losach samej konferencji, której protokół nie został ostatecznie podpisany przez kręgi obozu socjalistycznego, ale i na późniejszym obrazie sieci europejskiej.

<sup>x/</sup> Międzynarodowa Unia Telekomunikacyjna.

T a b l i c a 1

Zestawienie stacji telewizyjnych w zakresach fal metrowych według końcowego protokołu konferencji sztokholmskiej 1952 roku

Zakres I			Moc promieniowana wizji , kW/
Nazwa stacji	Numer kanału	$f_w$ /MHz/	
Gdańsk	1	41,75	20
Łódź	1	41,75	20
Rzeszów	1	41,75	10
Wrocław	1	41,75	10
Poznań	2	49,75	20
Warszawa	2	49,75	60
Katowice	2	59,25	20
Olsztyn	3	59,25	10
Szczecin	3	59,25	10
Razem			180 kW



## Zakres III

Moc promieniowana wizji  
/kW/ $f_w$   
/MHz/

Numer kanału

Nazwa stacji

Rzeszów	6	177,25	20
Łódź	6	177,25	20
Koszalin	7	185,25	20
Jelenia Góra	7	185,25	10
Warszawa	7	185,25	100
Białystok	8	193,25	20
Kraków	8	193,25	10
Poznań	8	193,25	60
Szczecin	9	201,25	20
Wrocław	9	201,25	20
Gdańsk	9	201,25	60
Kielce	9	201,25	60
Bydgoszcz	10	209,25	20
Lublin	10	209,25	20
Katowice	10	209,25	60
Razem			520 kW

Razem 520 kW

Dokument nie zawierał danych dotyczących wysokości anten nadawczych i wartości offsetów

pejskiej. Efektem odmiennej szerokości kanału w każdym z zakresów był zupełnie inny podział widma i wzajemne zachodzenie kanałów w strefach obu standardów, dzielących Europę na dwa odrębne obszary. Fakt ten w niedługim czasie zaważył na efektywności rozwiązań sieciowych, gdy w 1956 roku, po włączeniu NRD do strefy kanału 7 MHz, Polska znalazła się na granicy obu standardów ze wszystkimi konsekwencjami wzrostu zagrożenia interferencyjnego.

Niezależnie od strony formalnej - administracja nasza nie podpisała protokołów konferencji, nie była więc związana jej postanowieniami - fakt realizacji postanowień konferencji w większości krajów europejskich wpłynął na obraz sieci w krajach pozostałych, m.in. także i w Polsce.

Ocena Planu Sztokholmskiego z 1952 r. w świetle dzisiejszych kryteriów musiałaby wykazać znaczne braki w ogólnym pokryciu kraju, co było konsekwencją nakładania się sieci I i III zakresu oraz małych mocy, szczególnie w porównaniu z innymi stacjami krajów sąsiadujących.

Luka w systemie sieci telewizyjnych na terenie Europy środkowo-wschodniej, jaka powstała po Konferencji Sztokholmskiej, domagała się uzupełnienia. Trudność jednak polegała na tym, że ściśle metody obliczeniowe, a także możliwości wynikające z pełnego wykorzystania środków technicznych nie wszędzie były należycie doceniane i u niektórych administracji nie znajdowały jeszcze uznania. W tej sytuacji międzynarodowe postanowienia w sprawie rozdziału częstotliwości pozbawione były gruntownych podstaw. Tymczasem na drugą połowę lat pięćdziesiątych przypadła

okres realizacji pierwszych stacji sieci krajowej /Warszawa, Katowice, Wrocław/ i określenie częstotliwościowych kanałów dla tych stacji /Moskwa 1956/ okazało się decyzją trwałą.

Potrzeba opracowania kompleksowego planu sieci stacji telewizyjnych dla kraju stała się więc rzeczą bardzo pilną, tym bardziej że należało uporządkować działania wynikające z terenowych inicjatyw społecznych, zmierzających do uruchamiania ośrodków nadawczych w różnych punktach kraju, przy zaangażowaniu na ten cel znacznych środków finansowych. Wobec braku jednolitego planu w krajach sąsiadujących, poza NRD, która, jak wspomniano, włączyła się już do sieci zachodnioeuropejskiej - należało się liczyć też ze wzrastającym zagrożeniem interesów kraju przez stan dalszych faktów dokonanych. Decyzją kierownictwa resortu łączności w 1957 r. powołana została specjalna Grupa Koncepcyjna do spraw Planowania Sieci Telewizyjnej. Jej wstępnym zadaniem było zgromadzenie danych wyjściowych. Łącznie skatalogowano 225 stacji rozlokowanych w promieniu do 700 km od granicy państwowej.

W pierwszym etapie pracy miało nastąpić ostateczne sprecyzowanie podstaw technicznych, uporządkowanie wszystkich danych wyjściowych oraz przeanalizowanie i ewentualna adaptacja metodyki obliczeniowej najodpowiedniejszej dla warunków krajowych. W dalszym ciągu należało dokonać oceny planu moskiewskiego z 1956 r. pod kątem jego efektywności, a wreszcie dokonać wyboru wśród jednej z dwóch możliwych wersji: standardu kanału 7 MHz i standardu kanału 8 MHz.

Należy dodać, że dalsze szczegółowe badania nad właściwościami

mi systemów telewizyjnych, prowadzone w szeregu krajów po Konferencji Sztokholmskiej /w 1960 r. również i w Polsce/ rzuciły nieco więcej światła na czynniki decydujące o jakości obrazu nadawanego z częściowym ograniczeniem wstęgi bocznej. Wykazano bowiem, że decyduje o niej nie tylko szerokość pasma wizyjnego wstęgi nie tłumionej, ale także szerokość wstęgi częściowo tłumionej, przy czym jako miara jakości może być uznany stosunek obu szerokości, tzw. zbocza Nyquista do pasma częstotliwości wizyjnych. Współczynnik ten przy zboczu Nyquista 1,5 MHz o standardzie 7 MHz wynosi 0,3, natomiast o standardzie 8 MHz spada do 0,25. Nawiasem należy dodać, że konsekwentne modyfikacje standardu telewizji 625-liniowej nastąpiły jedynie w wersjach angielskiej i francuskiej /standardy I i L/, gdzie poszerzenie kanału w.c.z. do 8 MHz wykorzystano również do poszerzenia zbocza Nyquista.

Dyskusja nad technicznymi podstawami planowania doprowadziła ostatecznie do przyjęcia wielopunktowych wytycznych i generalnych założeń obejmujących m.in.:

liczbę programów  
 stopień pokrycia,  
 statystyczne parametry prawdopodobieństwa,  
 minimalne wartości chronione natężenia pola,  
 współczynniki ochronne,  
 zakres stosowalności stacji uzupełniających,  
 typizację anten odbiorczych, mocy promieniowanych i wysokości anten nadawczych, wytyczne w sprawie polaryzacji i kierunku anten, i inne.

Główne z nich zostały już pokrótce omówione we wstępie. Przyjęto zasadę pokrycia przynajmniej jednym programem całego terytorium kraju. Oznaczała ona rezygnację z drugiego programu, nawet w ograniczonym zakresie, jeśli miałby być zrealizowany kosztem pokrycia programem pierwszym, przy czym uznano, że współczynnik pokrycia powierzchniowego nie może być mniejszy niż 90%. Z tych samych względów zostało przyjęte, że graniczna wartość natężenia pola będzie chroniona przed zakłóceniami tylko przez 90% czasu, ponieważ próby rozwiązań podejmowane poprzednio wykazały, że 99% prawdopodobieństwo odbioru nie zakłóconego nie jest do pogodzenia z wysokim wskaźnikiem pokrycia. Przestrzenne prawdopodobieństwo odbioru nie zakłóconego na granicy zasięgu stacji założone zostało na poziomie 50%. Wartości graniczne natężenia pola przy braku zakłóceń interferencyjnych przyjęto zgodnie z zaleceniami CCIR.

Problem ustalenia współczynników ochronnych przy zakłóceniach sąsiedniokanałowych mógł być rozstrzygnięty dwojako:

przez przyjęcie wartości wynikających z jakości odbiorników wówczas produkowanych w kraju, co wymagałoby raczej dużych współczynników ochronnych,

w oparciu o założenie, że jakość techniczna odbiorników /głównie selektywność/ ulegnie poprawie na tyle, aby usprawiedliwić przyjęcie wartości spotykanych w gęstych sieciach zachodnio-europejskich.

Należało się przy tym spodziewać, że tylko drugi z wymienionych wariantów pozwoli osiągnąć zadowalający współczynnik pokrycia.

Z uwagi na przewidywaną etapowość realizacji sieci zdecydowano przyjąć wartości odpowiednie dla odbiorników o dużej selektywności, zakładając, że do momentu osiągnięcia końcowego etapu realizacji sieci, w którym parametr selektywności będzie odgrywał zasadniczą rolę, trudności produkcyjne będą już pokonane.

W zakresie częstotliwości przenoszonych przez odbiornik, współczynniki ochronne przyjęto zgodnie z zaleceniami CCIR. W tym czasie, gdy przystępowano do pracy nad planem sieci, badania nad tym parametrem były już w kraju mocno zaawansowane. Były one też dalej kontynuowane do 1920 r. i zakończone wnioskami usprawiedliwiającymi przyjęte założenia.

Trudności przewidywane przy realizacji pełnego pokrycia, szczególnie na górzystych terenach południowych, sugerowały celowość wykorzystania dodatkowo sieci małych stacji retransmisyjnych o zasięgu lokalnym i mocach promieniowanych nie przekraczających 100 - 200 W. Dla stacji takich należało przewidywać pewne rezerwy kanałowe.

Prócz omówionej poprzednio typizacji mocy nadajników i wysokości anten nadawczych założono również standardowe parametry anten odbiorczych odnośnie ich dyskryminacji kierunkowej. Pomiędzy wytyczne obejmowały szeroką listę parametrów, niektóre istotne sprawy - jak się później okazało - zostały jeszcze pominięte. Rozstrzygnięcie ich musiało być dokonane dopiero w toku prac obliczeniowych. Najważniejszym z tych problemów był wybór krzywych propagacji, na jakich należało się oprzeć w pracach obliczeniowych, oraz założenia dotyczące możliwości redukcji współczynników ochronnych dla sygnałów zakłócających, występu-

jących w zakresie częstotliwości kanału, tzw. zakłóceń wspólnokanalowych.

Przy wyborze właściwych krzywych propagacji napotkano istotne trudności. Wynikły one stąd, że brak było jakichkolwiek własnych doświadczeń, a dane pochodzące z różnych źródeł wykazywały dość poważne rozbieżności. Poglądy w sprawach właściwości propagacji fal tego zakresu częstotliwości były wtedy jeszcze dość dalekie od stabilizacji i ulegały kilkakrotnie modyfikacjom. W zasadzie większość obliczeń przeprowadzono na gruncie krzywych statystycznych FCC skorygowanych dla obszaru europejskiego i przyjmowanych za podstawę obliczeń w Europie środkowej, kierując się podobieństwem warunków geograficzno-klimatycznych.

Jak wspomniano, drugim parametrem istotnym przy planowaniu, a pominiętym w wytycznych, były współczynniki ochronne wymagane przy zakłóceniach wspólnokanalowych, których wartości zależą od stabilności pracy urządzeń nadawczych, warunkującej możliwość pracy w systemie offset. Z uwagi na bardzo poważne zyski na efektywnych zasięgach stacji założono, że planowana sieć będzie oparta na systemie offset, wykorzystującym przesunięcia częstotliwości nośnych, będące wielokrotnością  $1/12$  częstotliwości odchylenia linii.

Jednocześnie zapadła bardzo ważna decyzja w sprawie przyjęcia statystycznej metody obliczeniowej. Metoda ta, posługując się tzw. wskaźnikiem zagrożenia, dawała dodatkowe możliwości wyznaczenia dla dowolnego punktu sieci optymalnej częstotliwości /numeru kanału/ odpowiadającej minimalnemu, w rozumieniu statystycznym, poziomowi zakłóceń interferencyjnych.

Zastosowanie statystycznej metody obliczeniowej i oparcie planów na ścisłych podstawach technicznych, możliwie ujednoliconych z przyjmowanymi w krajach rozwiniętych, oprócz zalet wymienionych poprzednio umożliwiło znalezienie wspólnej platformy porównawczej oceny końcowych wyników planu oraz przekonywujących argumentów w dyskusjach na terenie międzynarodowym.

Jak wspomniano, pośrednim celem prac obliczeniowych było rozstrzygnięcie, który ze standardów telewizji 625-liniowej pozwoli osiągnąć lepsze wskaźniki sieciowe. W tym celu należało znaleźć optymalne rozmieszczenie kanałów w obu wersjach standardu /7 MHz i 8 MHz/, a następnie porównać je ze sobą pod kątem spodziewanego zagrożenia interferencyjnego w każdym z rozważanych punktów lokalizacji stacji.

Obliczenie współczynnika zagrożenia dla wszystkich przewidywanych punktów lokalizacji stacji i dla wszystkich możliwych do wykorzystania kanałów w obu wersjach wymagało pracochłonnej analizy sytuacji interferencyjnych dla około 500 kanało-stacji.

W rezultacie uzyskano przedział zmienności współczynnika zagrożenia dla poszczególnych kanałów na obszarze całego kraju oraz odpowiadający mu przedział zmienności przeciętnej długości użytecznego promienia zasięgu stacji.

Wyniki obliczeń wykazały, że stan zagrożenia interferencyjnego zmieniał się w dość szerokim zakresie dla każdego z wybranych punktów lokalizacji przy zmianach numeru kanału, jak też i w zależności od punktu lokalizacji przy ustalonym kanale. Na ogół, co było zrozumiałe, wartości mniejsze uzyskano w punktach położonych centralnie, np. Łódź, dla których oznaczało to więk-



szą swobodę wyboru kanału, natomiast stacje peryferyjne, jak Wrocław czy Szczecin, narażone były na większe wpływy zakłóceniowe i możliwości wyboru ograniczały się w zasadzie do jednego tylko lub najwyżej dwóch kanałów. Ogólnie biorąc, wskaźnik zagrożenia zawierał się od około 50 dB /300  $\mu$ V/m/ do wartości przekraczających 85 dB /20 mV/m/, co odpowiadało zmianom zasięgu użytecznego od 75 do 80 km do wartości poniżej 20 km. Należało więc uważać dla poszczególnych punktów jako dobre te kanały, których zasięg wynosił przynajmniej 55 km oraz jako złe te kanały, które w określonych punktach dawały zasięgi mniejsze niż 45 - 50 km.

Badanie stanu zagrożenia wykazało, że w ogólnej liczbie kanałów pewna grupa musiała być uznana jako wyraźnie lepsza od pozostałych. Częściowo można było to tłumaczyć strukturą wzajemnego rozkładu kanałów w obu standardach, gdyż różnica szerokości kanałów powoduje wzajemne ich zachodzenie przy różnicy częstotliwości nośnych, zmieniającej się skokowo co 1 MHz. Ze względu na niesymetrię charakterystyki współczynników ochronnych względem zerowej różnicy częstotliwości dolne kanały standardu 8 MHz są, przy wzajemnej interferencji, korzystniejsze od odpowiednich kanałów standardu 7 MHz oraz odwrotnie - górne kanały standardu 7 MHz mają przewagę nad kanałami standardu 8 MHz.

Różnice jakości wypadły na tyle duże, że, jak ujawniły dalsze obliczenia, już po uwzględnieniu własnych stacji planowanych bardziej opłacało się nawet trzykrotne wykorzystanie tego samego kanału o małym zagrożeniu, oczywiście w odpowiednio oddalonych punktach sieci, aniżeli użycie kanału bardziej zagrożonego.

Bardzo poważny wpływ na dalsze opracowanie wywarły postanowienia międzynarodowe, jakie zapadły w grudniu 1957 r. na Konferen-

cji w Moskwie. Zmiany w sieciach krajów Europy wschodniej, dokonane w czasie tej narady, osiągnęły za sobą konieczność ponownego przeliczenia stanu zagrożenia interferencyjnego w całym kraju. Podstawy techniczne, przyjęte na naradzie, stanowiły wyraźny postęp w porównaniu z poglądami z lat ubiegłych, chociaż nie wykorzystywały jeszcze wszystkich możliwości technicznych, jakie przyjęto w pracach krajowych.

Zasadniczym anachronizmem była już wtedy metoda obliczeniowa, która nie uwzględniała wpływu większej liczby aniżeli jednej tylko stacji zakłócającej.

Dalsze prace nad projektem sieci, zgodnie z wytycznymi i generalnymi założeniami, doprowadziły do przygotowania kilku wersji planu, zestawionych w celu dokonania ostatecznego wyboru pomiędzy standardem 7 i 8 MHz.

Porównanie tych wariantów wykazało, że osiągnięcie pokrycia ludnościowego około 85% i powierzchniowego około 70% było możliwe w wersji kanału 8 MHz jedynie przy zastosowaniu ortogonalnych polaryzacji anten dla szeregu obiektów.

W wersji standardu 7 MHz ten sam stopień pokrycia był osiągalny przy zastosowaniu jednego tylko rodzaju polaryzacji poziomej na wszystkich obiektach oraz ponadto można było wygospodarować dodatkowy kanał dla stacji dużej mocy II programu, na przykład w Warszawie. Zastosowanie natomiast polaryzacji ortogonalnych w wersji 7 MHz oznaczało uzyskanie znacznie większych rezerw, które mogły być wykorzystane do zwiększenia współczynnika pokrycia I programem bądź wprowadzenia II programu na dwóch - trzech obiektach poza Warszawą.

Rozwiązania 7 MHz miały ponadto przewagę nad 8 MHz ze względu na ich elastyczność, która mogła być przydatna w czasie dalszych uzgodnień międzynarodowych. Ponadto, jak już wspomniano, wiązały one sieć polską z systemem offset, gdzie znaczenie korzyści przesunięcia nośnych było w pełni wykorzystane, w związku z czym system ten był dostatecznie stabilny.

Ostatecznie jednak względy te nie zaważyły przy podejmowaniu decyzji co do wyboru standardu i sieć polska znalazła się w strefie standardu kanału 8 MHz.

Dalsze losy wybranego wariantu polskiego planu sieci telewizyjnej I programu związane były z jego prezentacją na terenie międzynarodowym oraz szeregiem zmian i uzupełnień, jakim uległy plany sieci w krajach sąsiadujących. Pierwsze uzgodnienia przeprowadzone w 1958 r. w czasie Konferencji Ekspertów IV Grupy Studiów OIRT w Budapeszcie nie wprowadziły istotnych zmian /tabl. 2/.

Na konferencji tej, po raz pierwszy, w ramach uzgodnień państw socjalistycznych, przyjęto za podstawę obliczeń statystyczne metody planowania, które były zastosowane już poprzednio przy konstruowaniu polskiej sieci stacji telewizyjnych. Miało to istotne znaczenie, gdyż decyzje, jakie zapadły poprzednio, bazowały na obliczeniach nie uwzględniających innych efektów interferencyjnych poza sygnałem dominującym. Wśród dokumentów końcowych konferencji znalazł się m.in. dokument zalecający wyżej wspomnianą metodę statystyczną do planowania sieci UKF.

Znaczne zmiany w kierunku zaostrzenia sytuacji interferencyjnej wprowadzone zostały w toku dalszych uzgodnień międzynarodowych /Praga 1958 r./ . Zmiany te w wielu przypadkach polegały na poważnych podwyższeniach mocy, wzroście liczby stacji, zmia-

T a b l i c a 2

Zestawienie stacji telewizyjnych w zakresie fal metrowych według propozycji ziożonych na Konferencji Ekspertów OIRT w Budapeszcie w 1958 r. /dok. TC IV-14,58/

Nazwa stacji	Numer kanału	Wartość offsetu kHz/	Moc promieniowania na wizji /kW/	Wysokość anteny nad poziomem morza /m/	Polaryzacja	Główny kierunek promieniowania
I	2	3	-	5	6	7
Warszawa	11	0	200	330	H	0
Katowice	8	+1,3	265	424	H	0
Kraków	10	+7,8	200	952	H	100°
Łódź	7	+1,3	100	428	H	240° x/
Wrocław	12	+1,3	150	798	H	0
Kielce	2	-3,9	100	673	H	0
Poznań	9	+2,6	150	304	H	145° xx/
Toruń	1	+3,9	100	300	H	0
Gdańsk	10	-10,5	200	405	H	140°
Rzeszów	9	-2,6	100	622	V	0
Lublin	12	-2,6	100	446	V	90°

c.d. tabl. 2.

1	2	3	4	5	6	7
Białystok	8	-5,2	100	354	H	0
Oleziyn	6	-3,9	100	462	H	0
Koszalin	8	-6,5	100	380	V	155°
Świeżycin	12	+7,8	100	235	H	90
Wieżna Góra	10	-1,3	200	320	H	90 <sup>xxx/</sup>
Razem				2265 kW		

x/ Moc promieniowana w kierunku stacji Bańska Bystrzyca /CSRS/

xx/ Moc promieniowana w kierunku stacji Brno /CSRS/ ograniczona  $\leq 50$  kW

xxx/ Moc promieniowana w kierunkach zachodnim i południowo-zachodnim ograniczona  $\leq 10$  kW

nach kanałów i innych parametrów sieciowych, co w rezultacie musiało doprowadzić do ogólnego zmniejszenia współczynnika pokrycia w sieci polskiej. Głównym sukcesem Administracji PRL było formalne uznanie planu PRL przez inne administracje. Z tą chwilą wszelkie dalsze zmiany w planach sieci otaczających wymagały już uzgodnień ze stroną polską /tabl. 2/.

Ostatecznie zatwierdzenie planu w grupie państw socjalistycznych nastąpiło na Konferencji w Berlinie /1959 r./, gdzie wersja sieci polskiej nie uległa już żadnym zmianom.

Końcowym etapem rozwoju sieci I programu było wpisanie jej na listę sieci europejskich, co nastąpiło w 1961 r. na Europejskiej Konferencji Radiodyfuzyjnej, tzw. II Konferencji Sztokholmskiej /tabl. 3/.

Docelowy plan telewizyjnej sieci I programu w PRL w zakresie fal metrowych zawiera ogółem 20 stacji dużej mocy, tworzących sieć główną. Moce promieniowane tych stacji mieszczą się w granicach 250 kW, natomiast wysokości masztów nie przekraczają na ogół 300 m.

Przewidywane obszary pokrycia stacji, ograniczone zasięgiem bezinterferencyjnym, określone są przy zastosowaniu statystycznych metod obliczeniowych, zakładając dopuszczenie zakłóceń w 10% czasu. Według obliczeń i częściowo pomiarów w zasięgu stacji sieci głównej I programu, emitowanego na falach metrowych, znajduje się około 84 % powierzchni kraju.

Poza obszarami "lukowymi", leżącymi między obszarami pokrycia stacji dużej mocy, również wewnątrz zasięgów bezinterferencyjnych mogą występować niewielkie tereny pozbawione odbioru programu telewizyjnego o dostatecznej jakości. Zjawisko to jest

T a b l i c a 3

Zestawienie stacji telewizyjnych w zakresach fal metrowych: I, II i III dla terytorium PRL  
/wg Planu Sztokholmskiego z 1961 r. /

Nazwa stacji	Numer kanału	Wartość offsetu	Moc promieniowana w stopniach /kW/	Azymut maksymalnego promienia w stopniach	Maksym. wysokość skuteczna, na anteny /m/	Polaryzacja	Uwagi
	2	3	4	5	6	7	8
1							
Bydgoszcz	1	1M	100	ND	300	H	
Siedlce	1	3P	35	270	150	V	1/60°/10 kW; 1/154°/10 kW
Wałcz	2	3P	50	ND	200	H	
Warszawa 2	2	8P	200	ND	300	H	
Włocławek	4		1	ND	110	V	
Suwałki	5	3P	100	ND	200	H	
Olsztyn	6	3M	100	ND	290	H	
Łódź	7	1P	100	ND	300	H	
Białystok	8	6P	100	ND	250	H	
Katowice	8	1P	265	ND	250	H	

c.d. tabl. 3

1	2	3	4	5	6	7	8
Koszalin	8	4M	100	ND	270	V	
Lublin	9	3M	120	ND	250	V	
Poznań	9	2P	150	-	300	H	1/184°/100 kW
Kraków	10	0	200	100	400	H	
Zamość	10	3P	50	ND	120	V	
Warszawa	11	0	250	ND	300	H	
Rzeszów	12	8P	100	ND	400	V	
Szczecin	12	6P	100	90	280	H	1/270°-20°/5kW; 1/0°/50 kW 1/270°/5 kW; 1/330°/20 kW
Wrocław	12	1P	150	ND	650	H	
Razem							2271 kW



wynikiem tłumiącego oddziaływania przeszkód terenowych, poza którymi występują obszary lokalnego zacienienia. Liczba zacienień jest oczywiście znacznie większa w rejonach górzystych niż w nizinnych. Dodatkowe luki w pokryciu mogą wystąpić w miastach znajdujących się na krańcach zasięgu bezinterferencyjnego stacji telewizyjnych, a to wskutek wysokiego poziomu zakłóceń przemysłowych i tłumienia, powodowanego przez zabudowę miejską.

W celu częściowego chociaż wypełnienia luk w pokryciu programem telewizyjnym nadawanym przez stacje sieci głównej przewidziano budowę sieci stacji pomocniczych małej mocy. Ogólna liczba zaplanowanych stacji pomocniczych małej mocy w zakresie fal metrowych wynosi około 400.

Możliwości wzrostu powierzchniowego pokrycia I programem telewizyjnym na falach metrowych są bardzo nikle i ograniczają się w zasadzie do objęcia zasięgiem dodatkowych stacji niektórych miast w obszarach lukowych.

Stan nadawczej sieci telewizyjnej w I - III zakresie częstotliwości na koniec 1970 r. przedstawia się następująco:

- w sieci głównej czynnych jest 16 stacji telewizyjnych, z których większość pracuje z docelowymi parametrami technicznymi,
- w sieci pomocniczej /stacje retransmisyjne małej mocy/ czynnych jest około 70 stacji telewizyjnych, w tym przeważająca większość w południowych rejonach Polski.

W dalszym etapie przewiduje się uzupełnienie pokrycia I programem telewizyjnym na falach metrowych przy zastosowaniu fal decymetrowych. Przewiduje się, że łączne powierzchniowe pokrycie kraju I programem wyniesie wtedy ponad 90%.

### 3. ANALIZA MOŻLIWOŚCI I PRÓBY ZASTOSOWANIA FAL METROWYCH DLA POTRZEB II PROGRAMU Z UWZGLĘDNIENIEM ROZWIĄZAŃ TYMCZASOWYCH

Zamiary wprowadzenia do eksploatacji II programu telewizyjnego pojawiły się w tym samym czasie, gdy przystępowano do opracowań planów sieci I programu. W okresie I Konferencji Sztokholmskiej /1952 r./, jak już wspomniano poprzednio, gdy rozdzielano kanały zakresów fal metrowych, koncepcja emisji dwóch programów była wiązana z oddzielnym wykorzystaniem do tych celów obu zakresów I i III. Z 24 stacji umieszczonych na terytorium polskim /9 w pierwszym i 16 w trzecim zakresie częstotliwości/ 8 stacji związanych z głównymi miastami wojewódzkimi miało otrzymać po jednym kanale w każdym z obu zakresów, tj. łącznie po 2 kanały dla realizacji dwóch programów. Plan Sztokholmski zawierał szereg nieprawidłowości, które później zostały ujawnione, jak np. zbyt małe moce stacji, niewłaściwe lokalizacje itp. Jednak podstawowy jego błąd wynikał właśnie z dążenia do zdublowania kanałów w większości punktów sieci. Rozwiązanie to miało zapewnić pokrycie terytorium kraju za pomocą pięciu tylko kanałów III zakresu, rozlokowanych w 15 punktach sieci, z czego moce promieniowane przez 10 stacji nie przekraczały 20 kW. Pozostałe 3 kanały I zakresu miały stanowić środek realizacji II programu. Współczynnik pokrycia, uzyskany w sieci programu realizowanego w III zakresie, nie przekraczałby jednak, jak można dziś szacować, 40 - 50%, natomiast w sieci programu I zakresu byłby mniejszy niż 20%.

Praktyczne doświadczenia w dziedzinie rozwiązań sieci nadawczych, uzyskane w szeregu krajów łącznie z Polską, wykazały, że współczynnik pokrycia, osiągalny na bazie pełnego wykorzystania zakresów fal metrowych, przy rozsądnych założeniach co do jakości służby, nie przekracza w najlepszym przypadku 90%. Do wartości tej można się jednak zbliżyć tylko przy wykorzystaniu wszystkich dostępnych środków technicznych, przy czym do całkowitego pokrycia brak jest jeszcze kilku kanałów, które mogą być wyasygnowane dopiero z zakresu fal decymetrowych.

W tym aspekcie usiłowania zmierzające do wykorzystania tych samych kanałów w zakresach fal metrowych do zwielokrotnienia pokrycia, przez wprowadzenie II programu, były nierealne. Dostarczenie bowiem II programu, nawet dla jakiejś ograniczonej części ludności, mogłoby mieć miejsce jedynie za cenę zupełnego pozbawienia możliwości odbioru programu telewizyjnego w innej części terytorium kraju, co jest niezgodne z założeniami powszechności służby.

Niemniej jednak sugestie takie pojawiały się, przy czym powoływano się na pewne rozwiązania sieciowe innych administracji. Nieporozumienie pochodziło stąd, że istnieją czynniki nietechniczne, które mogą mieć dość znaczny wpływ na obraz sieci nadawczych i uzyskiwane współczynniki pokrycia. Należą do nich przede wszystkim warunki geograficzne, demograficzne, a także polityczne. I tak na przykład w kraju o bardziej zróżnicowanej strukturze demograficznej, gdzie występuje koncentracja ludności na pewnych obszarach poprzedzielanych innymi strefami, o słabszym zaludnieniu, można osiągnąć duży stopień pokrycia ludnościowe-

go przy małym pokryciu powierzchniowym, co jest wygodne ze względu na gospodarkę kanałami. Także w krajach izolowanych pod względem geograficznym, gdzie nie występują wpływy interferencyjne obcych sieci, własna sieć może być rozwiązana bardziej oszczędnie pod względem wykorzystania kanałów, dając szansę mniej lub więcej ograniczonej emisji drugiego programu. Trzeba jednak powiedzieć, że Polska nie należy pod tym względem do krajów uprzywilejowanych. Dość jednorodna struktura demograficzna, wpływ obcych stacji w krajach sąsiednich o podobnej gęstości sieci, a wreszcie wysoce niesprzyjające położenie geopolityczne na granicy standardów różnego podziału zakresów powodują, że pokrycie, zarówno powierzchniowe jak i ludnościowe w zakresach fal metrowych, wypada poniżej 90%, co pozostawia dość znaczne obszary poza zasięgiem odbioru I programu nawet przy zaangażowaniu w tym kierunku wszystkich środków. Do czasu generalnego rozwiązania, opartego na wykorzystaniu części zakresu fal decymetrowych, nie ma możliwości wypełnienia luk powstałych w pokryciu I programem.

Jak wspomniano w poprzednim rozdziale, dalsze ograniczenie możliwości technicznych zakresu fal metrowych było skutkiem związania polskiej sieci ze standardem kanału 8 MHz, co dawało szansę na uzyskanie współczynnika pokrycia I programem, nie przekraczającego 85% wskaźnika ludnościowego.

Zasada priorytetu pokrycia I programu, zawarta w wytycznych i założeniach planu, zyskała więc jeszcze bardziej na znaczeniu. Znalazła też ona swój wyraz w pierwotnych opracowaniach przygotowanych na Konferencję Ekspertów OIRT /Budapeszt 1958 r./, gdzie warianty sieci standardu 8 MHz konsekwentnie nie przewidy-

wwały dwóch kanałów w żadnym punkcie sieci, nie wyłączając Warszawy.

Jednak już w czasie następnej międzynarodowej konferencji poświęconej sprawom sieci, która miała miejsce w kilka miesięcy później, do zasady tej wprowadzono jeden wyjątek, mianowicie: w odniesieniu do centralnego punktu sieci, tj. stacji warszawskiej, kanał II przyjęty jako jedyny dla Warszawy w pierwotnej wersji planu zdecydowano zarezerwować właśnie dla II programu, natomiast eksploatowany już w owym czasie kanał 2 postanowiono zachować w tym punkcie sieci i utrzymać jako środek realizacji I programu. Zmiana ta wymagała wprowadzenia pewnych przegrupowań w części pozostałych kanałów, ale decyzja została ostatecznie ugruntowana w toku dalszych porozumień międzynarodowych krajów socjalistycznych /1959-1960-1961/ i zatwierdzona w czasie Ogólnoeuropejskiej Konferencji Radiodfuzyjnej w Sztokholmie w 1961 r. Należy podkreślić, że oba przyznane dla Warszawy kanały w zakresach fal metrowych I i III były kanałami pełnowartościowymi w sensie propagacyjno-sieciowym i pozwoliły zrealizować stację dwuprogramową dużej mocy.

Pomimo przekonywujących dowodów i doświadczeń, zarówno z terenu własnego jak i innych krajów, idea II programu przy wykorzystaniu zakresów fal metrowych nie dawała spokoju, szczególnie wobec odsuwających się perspektyw zastosowania do tych celów zakresów fal decymetrowych. Odżyła ona ze szczególną siłą w 1966 r., gdy krajowy zespół ekspertów, złożony z przedstawicieli różnych resortów, otrzymał polecenie ponownego przebadania sytuacji falowej pod tym właśnie kątem. Program prac oprócz generalnej analizy zagadnienia miał obejmować próbne ob-

liczenia przykładowo wybranych stacji II programu przynajmniej dla najważniejszych ośrodków życia kulturalno-gospodarczego kraju / Łódź, Kraków, Katowice/. Zadanie polegało na określeniu efektów zakłóceń w przypadku, gdyby stacje te miały pracować z mocami normalnie stosowanymi w sieci I programu, tj. rzędu 100 kW, a następnie na określeniu maksymalnych mocy dopuszczalnych przy założeniu, że nie wywołują one szkodliwych efektów interferencyjnych w zasięgu istniejących stacji. Przedmiotem analizy miały też być ograniczenia rozbudowy sieci stacji pomocniczych malej mocy, jakich należało się spodziewać w związku z wprowadzeniem II programu. Analiza miała sięgać tak głęboko, że nie wykluczano generalnej przebudowy całej sieci. Szybko jednak uznano, że pomysł pozbawiony był realności ze względu na brak wpływu na przyjęte już rozwiązania sieciowe w krajach sąsiadujących, jak i na środki zainwestowane w rozbudowę własnej sieci według istniejących poprzednio koncepcji.

W dalszym ciągu rozważano jednak możliwości podjęcia nadawania II programu tylko dla wybranych rejonów kraju. Ostatecznie w wyniku analizy i dyskusji ponownie stwierdzono, że podstawy techniczne, jakie były przyjęte w skali międzynarodowej w okresie tworzenia planu i brak rozeznania co do możliwości wykorzystania wszystkich kanałów telewizyjnych w sieci PRL, a przede wszystkim położenie na granicy dwóch standardów telewizyjnych, ograniczające możliwości pełnego wykorzystania kanałów, pozwoliły jedynie na uzyskanie bardzo ograniczonych możliwości nadawania II programu w I - III zakresie częstotliwości przez przydzielenie 2 kanałów częstotliwościowych dla Warszawy i to przy pozostawieniu znacznych luk w zasięgu odbioru na terenie kraju I programu.

Potwierdzono również, że pewne możliwości i nadawania II programu w zakresie fal metrowych w niektórych krajach europejskich, jak: Anglia, Finlandia, ZSRR wynikały bądź to głównie z izolowanego położenia geograficznego /Anglia/, bądź też ze specyfiki struktury demograficznej /ZSRR i Finlandia/, gdzie występują duże skupiska ludności w pewnych regionach kraju, które zostały objęte zasięgiem II programu kosztem mniej zaludnionych regionów kraju, które mają tylko I program lub wcale nie są objęte zasięgiem nawet jednego programu telewizyjnego.

Można przypuszczać, że gdyby w okresie przygotowania planu były znane wyniki najnowszych badań w dziedzinie planowania sieci i gdyby nie istniały już wówczas w Europie pewne fakty dokonane w postaci kilkudziesięciu czynnych stacji telewizyjnych oraz przy większej elastyczności stanowisk niektórych krajów europejskich, a także przyjęciu jednolitego standardu telewizyjnego dla całej Europy - możliwości uzyskania dodatkowych kanałów w I i III zakresie częstotliwości byłyby większe i być może udałoby się uzyskać takie kanały jeszcze dla niektórych przynajmniej stacji dużej mocy w Polsce.

W rozważanej sytuacji takie możliwości praktycznie nie istniały, gdyż, jak wykazały przykładowe obliczenia, zainstalowanie stacji dużej mocy w którymkolwiek z miast poza Warszawą spowodowałoby znaczne ograniczenie zasięgu stacji zagranicznych, na co żadne z państw sąsiadujących nie wyraziłoby zgody.

Obliczenia wykazały, że maksymalne moce promieniowania wytypowanych stacji nie mogły przekraczać kilku kilowatów w zależności od kierunku promieniowania i lokalizacji stacji, co pozwalało

na objęcie zasięgiem jedynie obszaru miast: Łodzi i Krakowa oraz części obszaru zespołu miejskiego: Gliwice, Katowice, Zabrze, Bytom i Sosnowiec.

Uznano wówczas ostatecznie, że jedynym prawidłowym rozwiązaniem technicznym problemu II programu telewizyjnego na terytorium całego kraju jest budowa sieci stacji telewizyjnych w IV/V zakresie częstotliwości w oparciu o Plan Sztokholmski z 1961 r. i wynikające z niego szczegółowe opracowania.

Jednak w związku z opóźnieniem przygotowania bazy technicznej do nadawania i odbioru programów w tych zakresach częstotliwości, a w szczególności ze względu na nieprzygotowanie przez przemysł masowej produkcji przystawek i odbiorników przystosowanych do odbioru w zakresie fal decymetrowych uznano za możliwe przyjąć jako rozwiązanie tymczasowe budowę stacji małych mocy w I - III zakresie częstotliwości dla pokrycia II programem rejonów miast: Łodzi i Krakowa oraz części obszaru zespołu miejskiego Katowic, jak również uruchomienie w Warszawie, zgodnie z Planem Sztokholmskim, nadajnika dużej mocy w III zakresie częstotliwości.

Dopuszczalne moce promieniowane stacji Łódź II, Katowice II, Kraków II, wyliczone na poziomie 6-10 kW, zostały jednak dalej ograniczone w trakcie uzgodnień międzynarodowych do poziomów maksymalnych, nie przekraczających 1 kW, a dla szczególnych kierunków do 0,1 - 0,5 kW.

Koncepcja zastosowania fal metrowych do częściowej realizacji II programu została w 1970 r. rozszerzona na wszystkie miasta wojewódzkie w kraju. Uznano, że brak rychłej perspektywy zastosowania fal decymetrowych do realizacji pełnej sieci, zgodnie z po-



stanowieniami sztokholmskimi, jest dostatecznym argumentem przemawiającym za rozwiązaniem tymczasowym. Koncepcja ta z góry zakładała realizację stacji małej mocy /na ogół nie przekraczającej 1 kW/, takiej, aby nie spowodować ograniczeń zasięgów stacji głównej sieci I programu. Zgodnie z ustalonymi wytycznymi przyjęto generalne założenia zlokalizowania tych stacji w centrach miast wojewódzkich. Założenie wynikało z celowości objęcia programem telewizyjnym maksymalnej liczby ludności w obszarze miasta, co przy małych zasięgach bezinterferencyjnych stacji można było realizować jedynie przy usytuowaniu w pobliżu środka gęstej zabudowy miejskiej. Przemawiała za tym również celowość instalowania urządzeń nadawczych w wysokościowych budynkach, które na ogół znajdują się w śródmieściu. Wybór szczegółowej lokalizacji stacji w środku miasta nie zawsze był krytyczny, co było związane zarówno ze zróżnicowaniem zabudowy miejskiej, jak i ze zróżnicowaniem bezinterferencyjnych zasięgów poszczególnych stacji. Równocześnie z problemem budowy sieci II programu o ograniczonym pokryciu wysunięta została kwestia częściowego zapełnienia obszarów lukowych I programem. Przy wybieraniu kanałów dla nowych stacji zarówno dla obszarów lukowych jak i dla II programu starano się uwzględnić dwa główne kryteria: poziom zakłóceń interferencyjnych w wybranym kanale telewizyjnym powinien być możliwie niski w obszarze przewidzianym do pokrycia programem za pomocą tego kanału. Użytkowanie wybranego kanału telewizyjnego nie powinno powodować dodatkowego ograniczenia zasięgów stacji telewizyjnych sieci głównej, jak również w miarę możliwości stacji TV sieci pomocniczej, pracujących dla I programu. Jednak ze względu na szczególnie trudną sytuację interferen-

cy na w zakresie 100 metrów i uwzględniając dodatkowe ograniczenia w użytkowaniu niektórych kanałów telewizyjnych, zasadniczą rolę przy wyborze częstotliwości pracy stacji odgrywał warunek, aby nie powodować zakłóceń w odbiorze istniejących i planowanych stacji głównej sieci. Dotyczyło to zarówno sieci krajowej, jak i zagranicznej. Natomiast w przypadkach kolizji współpracy nowo proponowanych stacji z pobliskimi stacjami pomocniczymi małej mocy dopuszczono możliwość tymczasowej rezygnacji z pracy tych ostatnich.

Przy wyborze kanałów brano też pod uwagę możliwości powodowania zakłóceń interferencyjnych w sieci pomocniczych stacji TV w krajach sąsiadujących. Jednak wobec dużych na ogół wartości natężenia pola, ograniczającego bezinterferencyjne zasięgi stacji pomocniczych, dodatkowy wpływ nowych stacji o mocach nie przekraczających 1 kW w większości przypadków był do pominięcia.

Wreszcie została uwzględniona możliwość wytłumiania promieniowanej mocy nowych stacji - szczególnie przy ich lokalizacji w pobliżu granicy - w kierunku zagrożonych interferencyjnie stacji zagranicznych. Podstawą ustaleń w tym zakresie były dwustronne uzgodnienia z sąsiednimi krajami.

Na etapie koncepcji planu postanowiono dla stacji, zlokalizowanych na terenie miast, przyjąć uśrednioną wysokość anten nadawczych 40 m. Odpowiada to zawieszeniu systemu antenowego na niskim maszcie, usytuowanym na dachu wysokościowego budynku. W przypadkach zlokalizowań stacji na naturalnych wzniesieniach terenowych wysokość skuteczną anten określano przy uwzględnieniu zysków terenowych, zakładając zastosowanie masztów antenowych o zędu 30 m.

W takich warunkach lokalizacji anten i przy mocach ograniczonych na ogół do 1 kW uzyskano promienie zasięgu w granicach 10 km - wyjątkowo kilkunastu kilometrów, co spełniło postawione założenia.

W rezultacie przeprowadzonej analizy propagacyjno-sieciowej stwierdzono, że koncepcje II programu TV na falach metrowych w połączeniu z wprowadzeniem stacji obszarów lukowych I programu wymagały w niektórych przypadkach zmiany kanałów dla czynnych już stacji uzupełniających małej mocy lub rezygnacji z przemienników zaplanowanych. Stwierdzono jednak, że przewidywane pokrycie miast wojewódzkich II programem TV może być uznane za dostateczne.

#### 4. KONCEPCJA REALIZACJI SIECI PROGRAMÓW TV NA FALACH DECYMETROWYCH

##### 4.1. Plany i uzgodnienia międzynarodowe jako podstawa rozdziału kanałów częstotliwościowych

Ogólne rozważania nad problematyką planowania zarysowane we wstępie wskazały na brak istotnych różnic zarówno co do podstaw technicznych, jak i metod stosowanych do rozwiązywania zagadnień sieciowych w zakresach fal metrowych i decymetrowych. Różnice w liczbowych wartościach niektórych współczynników i potrzeby pewnego rozszerzenia listy parametrów opisujących zjawiska propagacyjne w zakresach IV i V będą omówione w rozdz. 4.3. W rozdz. 4.2. zostanie też omówiona specyficzna metoda idealizowanego rozdziału kanałów, której zastosowanie w zakresach fal

metrowych nie było możliwe ze względu na zaszłości i rozciągnięty w czasie proces budowy sieci w różnych częściach obszaru europejskiego.

Zastosowana w zakresie fal decymetrowych metoda matematyczna rozdziału idealizowanego i późniejszych jego aproksymacji możliwa była ze względu na brak wszelkich zaszłości i na kompleksowość rozwiązywania zagadnienia dla całego obszaru europejskiego. Natomiast sama metoda obliczania zasięgów i uwzględniania równoczesnych wpływów zakłóceń innej stacji nie odbiegała od stosowanej w zakresie fal metrowych.

W zakresach fal decymetrowych, podobnie jak metrowych, oddziaływanie bardzo odległych stacji współkanałowych powoduje konieczność przeprowadzenia międzynarodowych uzgodnień w skali Europejskiego Obszaru Radiodfuzyjnego. W 1961 r. na Europejskiej Konferencji w Sztokholmie opracowano i przyjęto plan nadawczej sieci TV; obejmujący stacje w zakresie fal decymetrowych o mocy promieniowanej większej niż 10 kW. W planie tym określono lokalizację i parametry techniczne stacji. Według postanowień porozumienia sztokholmskiego przy wszelkich zmianach w stosunku do ustaleń planu, mogących powodować wzrost zagrożenia interferencyjnego, wymagane są dodatkowe uzgodnienia międzynarodowe. Procedura uzgodnień jest ściśle określona, a uzgodnione zmiany powinny być zgłaszane do Międzynarodowej Izby Rejestracji Częstotliwości /IFRB/.

W trakcie realizacji sieci po 1961 r. w poszczególnych krajach wprowadzono do planu szereg zmian. Nie rzutowały one jednak na ogólną koncepcję planu. Ogólnoeuropejski charakter miała natomiast optymalizacja planu offsetów przeprowadzona w ramach współ-

pracy ekspertów dwóch międzynarodowych organizacji radiofonicznych UER i OIRT / Londyn 1968 r. / . Wprowadzenie do Planu Sztokholmskiego nowego, zoptymalizowanego układu offsetów według tak zwanego Planu Londyńskiego, które nastąpiło formalnie w 1970 r. , przyczyniło się do obniżenia średniego poziomu zakłóceń interferencyjnych w poszczególnych kanałach zakresu fal decymetrowych. Tym samym przewidywane obszary pokrycia stacji ulegały na ogół powiększeniu w porównaniu ze stanem wynikającym bezpośrednio z uzgodnień sztokholmskich. W kolejnych etapach prac nad planem polskiej sieci uwzględniono sytuację interferencyjną sieci europejskiej zawsze według stanu, jaki aktualnie obowiązywał. Oznaczało to konieczność sukcesywnego wprowadzania zmian do zbioru technicznych danych stacji transgranicznych, poza sporadycznymi zmianami sieci, wynikającymi z rewizji przeprowadzanych w poszczególnych krajach. W okresie 1969 do 1971 r. Administracja Łączności PRL przeprowadziła także szereg uzgodnień na spotkaniach konsultacyjnych z Administracjami Łączności NRD, Szwecji, CSRS, Rumunii. Zakres rewizji objął głównie skuteczne wysokości anten i moce promieniowane w poszczególnych kierunkach od stacji. Wartości offsetów przyjmowano zgodnie z planem Londyńskim. Zweryfikowane parametry techniczne polskich stacji TV uzgodnione międzynarodowo wg procedury ustalonej w porozumieniu sztokholmskim zostały zgłoszone do IFRB.

Tak więc obecnie obowiązujący, zaktualizowany Plan Sztokholmski obejmuje zweryfikowany plan polskiej sieci TV w zakresie fal decymetrowych, który stanowi kompleksowe oraz prawidłowe pod względem technicznym i ekonomicznym, a zarazem w pełni

perspektywiczne rozwiązanie problemu II programu TV w warunkach krajowych.

Należy dodać, że aktualny zapis Planu Sztokholmskiego obejmuje wystarczającą pulę kanało-stacji<sup>x/</sup>, aby można było zrealizować również III program TV o prawie pełnym pokryciu powierzchniowym, przekraczającym 93% i ludnościowym około 94%, a ponadto dysponuje pewną liczbą rezerwowych kanałów do wypełnienia istniejących jeszcze luk w pokryciu I programem, przy czym realizacja stacji lukowych pozwoli w I programie uzyskać pokrycie powierzchniowe rzędu 94% i pokrycie powierzchniowe powyżej 96%.

Perspektywy związane z zakresami fal decymetrowych, przy aktualnie realizowanej na falach metrowych sieci do częściowego pokrycia II programem miast wojewódzkich, pozwolą w przyszłości, po uruchomieniu właściwej sieci II programu w zakresie fal decymetrowych, wykorzystać istniejące nadajniki mniejszej mocy II programu do czasowej emisji III programu, póki i ten nie zostanie przeniesiony do zakresu IV/V.

#### 4.2. Założenia i kryteria koncepcji sieci TV

Wstępna koncepcja polskiej nadawczej sieci TV na falach decymetrowych została opracowana w ramach przygotowań do Europejskiej Konferencji Radiodysfuzyjnej w Sztokholmie. W celu o-

---

<sup>x/</sup> Stosowane w planowaniu sieci pojęcie kanało-stacji oznacza kanał TV związany z lokalizacją; np. jeśli w danym punkcie sieci, tj. na danej stacji przyznane są 3 kanały /dla 3 programów/, to oznacza 3 kanało-stacje.

trzymania optymalnego rozmieszczenia kanałów częstotliwościowych zastosowano systematyczną metodę matematyczną, w której uwzględniono różne rodzaje zakłóceń międzykanałowych. Dla ustalonych wstępnie uśrednionych parametrów technicznych stacji opracowano model sieci idealizowanej, który dostosowano następnie do warunków rzeczywistych. Ze względu na zróżnicowane wpływy ukształtowania i pokrycia terenu kraju, istotne dla propagacji fal decymetrowych, odkształcenie sieci rzeczywistej od idealizowanej było stosunkowo duże. Wstępne uzgodnienia projektów sieci krajowych w ramach obozu socjalistycznego nastąpiło na naradzie ekspertów /Moskwa 1961 r./. Pomimo przyjętej poprzednio wspólnej metodyki planowania stwierdzono poważne rozbieżności wymagające wprowadzenia szeregu zmian. Zweryfikowany projekt polskiej sieci jeszcze bardziej odbiegał od modelu sieci idealizowanej. Dalsze modyfikacje planu nastąpiły na Konferencji Sztokholmskiej w ramach uzgodnień ogólnoeuropejskich. Tak więc ujęta w Planie Sztokholmskim z 1961 r. polska nadawcza sieć TV na falach decymetrowych nie spełniła wszystkich warunków optymalnego rozdziału kanałów i nie mogła zapewnić optymalnego pokrycia. Wynikało to również ze wstępnego charakteru przyjętych parametrów technicznych stacji, które wymagały weryfikacji na podstawie szczegółowej analizy propagacyjno-sieciowej i ekonomicznej. W tej sytuacji, przyjmując za podstawę ustalenie Planu Sztokholmskiego, rozpoczęto w 1965 r. krajowe prace nad szczegółowym planem pokrycia obszaru PRI. programami TV, emitowanymi na falach decymetrowych. Według założeń Planu Sztokholmskiego maksymalne moce promieniowane polskich stacji miały się mieścić

w granicach 100 do 1000 kW, a wysokości skuteczne zawieszenia anten w terenach nizinnych nie miały na ogół przekraczać 300 m. Zgodnie z poprzednimi rozważaniami przy porównywalnych parametrach technicznych zasięgi stacji na falach decymetrowych są znacznie mniejsze niż na falach metrowych, co potwierdziło celowość stosowania w sieci IV/V zakresu bardzo dużych mocy rzędu 1000 kW. Dalsze zwiększenie mocy oraz stosowanie masztów antenowych o wysokości przekraczającej znacznie 300 m jest nieuzasadnione technicznie i ekonomicznie. W Planie Sztokholmskim z wyjątkiem nielicznych przypadków przyjęto założenie powszechnego wykorzystania anten o polaryzacji poziomej. Uwzględniając dotychczasowe wyniki badań propagacyjnych w tym zakresie częstotliwości również dla polskich stacji nie przewidziano stosowania polaryzacji pionowej.

Bardzo istotnym czynnikiem, który w dużej mierze decyduje o racjonalnym rozwiązaniu sieci w zakresie fal decymetrowych jest dobór lokalizacji stacji. Należy przy tym, w miarę możliwości, dążyć do zapewnienia stosunkowo dużych zysków terenowych, pozwalających na uzyskanie potrzebnych dużych wysokości skutecznych anten nadawczych bez konieczności stosowania wysokich masztów czy wież. Odgrywają tu rolę nie tylko względy ekonomiczne, ale również przewidywane nieuniknione trudności techniczne przy realizacji wysokich masztów szczególnie w rejonach górskich, w związku z wpływami atmosferycznymi. Przy wyborze lokalizacji uwzględnia no również kryteria inwestycyjne i eksploatacyjne, tzn starano się unikać miejsc trudno dostępnych i znacznie oddalonych od większych skupisk ludności. Na terenach nizinnych sprowadzało się to przeważnie do wyboru lokalizacji stacji na



wzgórzach w pobliżu miast czy miasteczek. W terenach górskich właściwy dobór lokalizacji stacji prowadzi nie tylko do osiągnięcia dużych zysków terenowych, ale również zwiększa prawdopodobieństwo pokrycia obszarów bardzo zróżnicowanych pod względem wysokości.

Powyższe kryteria stosowano przy optymalizacji lokalizacji wprowadzonych do sieci dopiero w Planie Sztokholmskim. Nie dotyczyło to natomiast stacji zlokalizowanych wspólnie z istniejącymi już stacjami TV I programu, wykorzystującymi zakres fal metrowych. Dodatkowym czynnikiem wpływającym na wybór lokalizacji stacji zakresu fal decymetrowych była bardzo istotna sprawa uzupełnień pokrycia kraju I programem. Jak wiadomo, kilka stacji IV/V zakresu częstotliwości jest przeznaczonych równocześnie do emisji II i III programu oraz do uzupełnienia luk w pokryciu kraju I programem. Analiza wykazała, że w niektórych przypadkach lokalizacje optymalne w sieci II i III programu są niekorzystne z punktu widzenia potrzeb I programu, co jest zrozumiałe wobec znacznie większej planowanej liczby stacji programów II i III. Ponieważ względy ekonomiczne przemawiają za wspólną lokalizacją stacji wszystkich trzech programów, w niektórych przypadkach zdecydowano wybrać rozwiązanie kompromisowe dla sieci wszystkich trzech programów.

Należy podkreślić, że przy wyborze lokalizacji stacji TV ze względu na wykorzystywanie stosunkowo wysokich masztów lub wież antenowych niezbędne są uzgodnienia z władzami lotniczymi, co w niektórych przypadkach stanowi dodatkowy czynnik limitujący możliwości optymalnego wyboru.

Poza założeniami dotyczącymi parametrów technicznych i lokalizacji stacji istotną rolę przy opracowywaniu koncepcji sieci TV odgrywają przyjęte jakościowe kryteria odbioru, określone czasowym prawdopodobieństwem odbioru bez zakłóceń interferencyjnych.

Uwzględniając przewidywaną w dalszej perspektywie emisję programów kolorowych w zakresie fal decymetrowych przy obliczeniach propagacyjno-sieciowych przyjęto wartości granicznego natężenia pola i współczynników ochronnych dostosowane do wymagań telewizji kolorowej.

### 4.3. Techniczne podstawy planowania

Podstawy techniczne wykorzystywane przy tworzeniu koncepcji planów i obliczeniach projektowych w trakcie ich szczegółowego opracowania obejmują w zasadzie dwie grupy parametrów, które ogólnie były omówione w rozdziale wstępnym.

Jak wspomniano, pierwsza grupa zawiera dane dotyczące właściwości rozchodzenia się fal w interesujących zakresach częstotliwości i obejmuje komplet krzywych propagacji ujmujący statystykę zmienności przestrzennej i czasowej. Krzywe te przedstawiają przebiegi natężenia pola w funkcji odległości od punktu nadawania. Są one standaryzowane dla jednostkowej mocy promieniowanej i standardowej wysokości anteny odbiorczej, natomiast parametrem jest wysokość anteny nadawczej. W celu opisanie zmian przestrzennych podane są charakterystyki wartości medialnych przestrzenno-czasowych  $F/50,50/$  i charakterystyki rozrzutu przestrzennego, które pozwalają z wartości  $F/50,50/$  znaleźć wartość natężenia pola występującą w dowolnym procen-

cie liczby miejsc odbioru, różnym od 50. Do wyrażania zmian czasowych wykorzystywane są krzywe propagacji  $F/50,10/$  i  $F/50,1/$ , które podają wartości osiągnięte w małych procentach czasu. Do grupy tej wchodzi również wskaźniki korekcyjne związane z ukształtowaniem, włącznie z nachyleniem terenu oraz jego pokryciem naturalnym i sztucznym, wskaźniki zysków wynikających z powiększenia wysokości anten odbiorczych oraz wskaźniki depolaryzacyjne. Poza danymi propagacyjnymi do grupy danych podstawowych należy też zaliczyć dane charakteryzujące teren, w jakim ma być realizowana sieć.

Druga grupa obejmuje dane systemowe oraz wynikające z konstrukcji, budowy i działania urządzeń zarówno strony nadawczej, jak i odbiorczej. W grupie tej na pierwszym miejscu trzeba wyliczyć, omówione już na wstępie, współczynniki ochronne przed różnymi rodzajami sygnałów zakłóceń, jakie mogą występować w sieci, minimalne wartości natężenia pola niezbędne do prawidłowego odbioru w obecności szumów własnych odbiornika, właściwości dyskryminacji kierunkowych anten odbiorczych, a także dyskryminacji polaryzacyjnej i inne.

Obie grupy podstaw technicznych, stosowane w różnych zakresach częstotliwości fal metrowych lub decymetrowych, różnią się w zasadzie tylko wartościami liczbowymi. W niektórych przypadkach zakresy fal decymetrowych wymagają bardziej szczegółowego precyzowania danych, które wobec tego są rozszerzone w stosunku do zakresów fal metrowych o nowe wskaźniki, na przykład wpływ nieregularności terenu  $\Delta h$  na charakterystykę rozrzutu terenowego wartości natężenia pola.

Do wskaźników techniczno-urządzeniowych należy zaliczyć wręcz te wskaźniki, które wynikają z ograniczonych możliwości konstrukcyjno-technologicznych urządzeń. Są to maksymalne w sensie opłacalności techniczno-ekonomicznej, możliwe do osiągnięcia zyski antenowe po stronie nadawczej i warunkujące je maksymalne wysokości konstrukcji wsporczych do zawieszenia anten nadawczych /osiągalne statystyczne zyski antenowe po stronie odbiorczej zostały już uwzględnione przy określaniu minimalnych wartości użytecznego natężenia pola/. Należy podkreślić, że w pracach planistycznych ważna jest nie wysokość zawieszenia anteny nad podstawą masztu, ale tzw. skuteczna wysokość zawieszenia anteny. Definiowana jest ona jako różnica absolutnej wysokości środka anteny i średniej wysokości terenu nad poziomem morza, liczonej dla przedziału odległości od podstawy masztu w granicach od 3 do 15 km. Wynika stąd, że skuteczna wysokość anteny jest w ogólnym przypadku różna dla rozmaitych kierunków zasięgu stacji. Jednocześnie w przypadku stacji górskiej, gdy antena jest usytuowana na znacznej naturalnej wysokości terenu, stosowanie wysokiego masztu w niewielkim tylko stopniu wpływa na powiększenie skutecznej wysokości zawieszenia, a więc nie jest opłacalne.

Poza podstawami technicznymi bazę do konstrukcji planów stanowią założenia generalne. Należą do nich przede wszystkim wymagania jakościowe, kwalifikujące techniczną jakość odbieranego programu, a więc np. czy zakłócenia interferencyjne o określonym poziomie można dopuścić w ciągu 1% czy w ciągu 10% czasu. Trzeba powiedzieć, że podział pomiędzy założeniami i wskaźnikami technicznymi w praktyce nie jest wyraźny, na przykład przy roz-

ważaniu współczynników ochronnych oddziaływanie zakłóceń pojawiających się poza pasmem sygnału użytecznego zależy głównie od wykonania odbiornika /jego selektywności/, a więc współczynnik ten należy zaliczyć do grupy parametrów technicznych. Ale selektywność na częstotliwościach bliskich pasma przenoszonego, np. dla częstotliwości dźwięku w sąsiednim dolnym kanale, nie jest bez wpływu na kształt charakterystyki w pasmie przenoszonym, które decyduje o jakości odtwarzanego obrazu, a ta z kolei może być przy tych samych zniekształceniach zakwalifikowana bądź jako jeszcze dopuszczalna, bądź jako już niedopuszczalna. To samo dotyczy współczynników ochronnych w pasmie przenoszonym. Współczynniki te zostały statystycznie, przy pomocy dużej liczby obserwatorów, ustalone na jakichś poziomach, które umownie uznano za dopuszczalne dla poszczególnych rodzajów /typów/ zakłóceń. Ale współczynniki te zostały ponownie powiązane z założeniami jeszcze raz, bo wartość ich zależy od tego, czy zakłócenie ma występować raczej sporadycznie, np. w ciągu 1% czy 10% czasu, czy częściej niż w 10% czasu. Wtedy wartości współczynników powinny być powiększone np. o 10 dB.

Oprócz założeń dotyczących jakości również nie należy do technicznych podstaw planowania szereg innych ogólnych założeń, np. założenia określające liczbę programów, stopień pokrycia terenu, tzw. współczynnik powierzchniowy, założenia ekonomiczne dotyczące standaryzacji sprzętu, współlokalizacji stacji poszczególnych programów, wreszcie założenia dotyczące koordynacji z innymi dziedzinami życia gospodarczego, np. lotnictwo, górnictwo.

Wracając do ścisłych podstaw technicznych przedstawionych na początku w grupie pierwszej, częściowo drugiej, należy stwierdzić, że w obecnym stanie rozwoju nauki i techniki są one prawie w komplecie zawarte w materiałach międzynarodowych organizacji CCIR, OIRT, UER i in.

Główne podstawy propagacyjne wykorzystywane do planowania sieci ultrakrótkofalowych zawierają zalecenia i sprawozdania 5 Grupy Studiów CCIR sekcji C, a mianowicie:

1. Zalecenie 370-1. Krzywe propagacji fal metrowych i decymetrowych dla zakresu częstotliwości 30-1000 MHz

Załącznik I wymienionego Zalecenia dotyczy pasma częstotliwości 30-250 MHz i obejmuje zakresy telewizyjne I i III. Załącznik II dotyczy pasma częstotliwości 450-1000 MHz, a więc obejmuje zakresy telewizyjne IV/V. Zalecenie podaje przebiegi przestrzenno-czasowych wartości medialnych natężenia pola dla wykorzystywanego zakresu wysokości anten nadawczych w interesującym przedziale odległości dla standaryzowanej mocy promieniowanej. To samo zalecenie przedstawia analogicznie krzywe dla małych procentów czasu: 10, 5 i 1, przy czym charakterystyki są zróżnicowane dla pewnych regionów geograficzno-klimatycznych. Zalecenie 370-1 obejmuje w dalszym ciągu charakterystyki rozrzutu terenowego oraz korekcji tłumienia wartości medialnych w zależności od wskaźnika nieregularności terenu i od odległości obszaru rozważanego od stacji nadawczej.

2. Sprawozdanie 239-2. Statystyka propagacji w zastosowaniu do radiodyfuzji i służb ruchomych w zakresach częstotliwości 30-1000 MHz

Sprawozdanie to zawiera szczegóły dotyczące wyznaczenia i wykorzystywania krzywych zawartych w Zaleceniu 370-1 i obejmuje opis statystyki dotyczącej wysokościowych zysków anten odbiorczych. zjawisk depolaryzacji, dyskutuje wpływy zabudowy miejskiej i roślinności na propagację, wreszcie podaje uproszczone metody obliczania natężenia pola na mieszanych trasach lądowo-morskich.

3. Sprawozdanie 228-1. Pomiary natężenia pola zakresów fal metrowych i decymetrowych dla potrzeb radiodyfuzji włącznie z telewizją.

Sprawozdanie zawiera podstawowe definicje pokrycia, podaje jakościowe kryteria klasyfikacji służb programowych i omawia sposoby przedstawiania wyników pomiarowych oraz oceny efektywności służby.

Do drugiej grupy wskaźników systemowych należą przede wszystkim dokumenty 11 Grupy Studiów CCIR, a mianowicie:

1. Zalecenie 418-2. Stosunek sygnału użytecznego do zakłócającego w telewizji monochromatycznej

Zalecenie określa współczynniki ochronne przy interferencjach pochodzących od sygnałów wspólnokanałowych, sąsiedniokanałowych, przy zachodzeniu kanałów, przy sygnałach zakłócających w kanałach lustrzanych oraz przy różnych rodzajach dźwięku towarzyszącego dla wszelkich standardów telewizyjnych.

2. Zalecenie 417-2. Minimalne wartości natężenia pola, które powinny podlegać ochronie przy planowaniu sieci telewizji programowej

Podane są wartości zalecane dla poszczególnych zakresów częstotliwości oraz wartości stanowiące punkt wyjścia dla ich ustalenia.

3. Zalecenie 419. Kierunkowe właściwości anten do odbioru sygnałów telewizyjnych

Zalecenie podaje dyskryminacje kierunkowe anten, jakie należy przyjmować przy planowaniu sieci w poszczególnych zakresach częstotliwości.

4. Sprawozdanie 122-1. Korzyści osiągnane przy wykorzystywaniu ortogonalnej polaryzacji fal w planowaniu służb programowych zakresu fal metrowych i decymetrowych

Sprawozdanie podaje statystyczną ocenę korzyści, na jakie można liczyć przy wykorzystywaniu polaryzacji ortogonalnych, uwzględniając efekty depolaryzacyjne związane z ukształtowaniem i pokryciem terenu w otoczeniu miejsca odbioru.

5. Sprawozdanie 306-1. Stosunek sygnału użytecznego do zakłócającego w telewizji kolorowej

W sprawozdaniu przedstawione są krzywe współczynników ochronnych dla wykorzystywanych systemów telewizji kolorowej, m.in. systemu SECAM przyjętego do realizacji w krajach należących do OW! w tej liczbie w Polsce. Ze względu na odmiany



systemu SECAM aktualne dane zawiera dokument OIRT TK-IV-356, dotyczący wersji systemu SECAM III opt.

6. Sprawozdanie 307. Współczynniki ochronne dla telewizji w zakresach częstotliwości współużytkowanych przez inne służby, w szczególności radionawigacyjne.
7. Sprawozdanie 479. Współczynniki ochronne dla sygnałów telewizyjnych w przypadkach, gdy oba sygnały użyteczny i zakłócający nie podlegają zanikom.

Sprawozdanie określa sposób, w jaki powinny być uwzględniane zakłócające wpływy stacji bliskich /np. przy odpowiedniej wartości offsetu lub w sieciach stacji uzupełniających małej mocy/

8. Sprawozdanie 480. Współczynniki ochronne dla systemu offset nieprecyzyjnego w telewizji, przy zakłóceniach sygnałami oddalonymi od częstotliwości nośnej o krotność  $1/12$  częstotliwości odchylenia linii

Sprawozdanie podaje wartości współczynników, aktualne dla normalnych stabilności częstotliwości uzyskiwanych w nadawczych urządzeniach telewizyjnych, nie przystosowanych do offsetu precyzyjnego.

Listę dokumentów CCIR należy uzupełnić wprowadzonym do trwałych materiałów organizacji w 1970 r. Sprawozdaniem 485 stanowiącym zwięzłe przedstawienie metod stosowanych aktualnie w planowaniu sieci radiodifuzyjnych UKF. W sprawozdaniu omówiono statystyczne metody obliczeniowe.

#### 4.4. Metody obliczeń stosowane przy opracowywaniu koncepcji sieci

Jak już wspomniano poprzednio, przyjęty w Planie Sztokholmskim rozdział kanałów TV w zakresie fal decymetrowych został opracowany przy zastosowaniu systematycznych metod matematycznych. W dalszych pracach nad szczegółowym planem sieci TV zasadniczym elementem było obliczeniowe określenie przewidywanych zasięgów stacji.

Obliczenia propagacyjno-sieciowe są, jak już poprzednio wspomniano, skomplikowane i bardzo pracochłonne. Wynika to nie tylko z istoty stosowanych metod statystycznych, ale również z bardzo dużej ilości wejściowych danych technicznych, które muszą być uwzględnione. Dotyczy to szczególnie niezbędnych informacji o warunkach pracy stacji zakłócających, a liczba tych stacji - wobec znacznego zagęszczenia nadawczych sieci europejskich - jest bardzo duża. Powyższe względy zadecydowały, że w pracach nad szczegółowym planem polskiej sieci wdrożono i wykorzystano elektroniczną technikę obliczeniową. Program obliczeń w języku ODRA-ALGOL, udoskonalony w kolejnych etapach opracowań, składa się z programu głównego i kilku procedur, których część może być wymieniana w zależności od przyjętych podstaw technicznych oraz wymaganych jakościowych kryteriów odbioru. Program ten łącznie ze zbiorem danych zajmuje praktycznie całą dostępną część operacyjnej pamięci maszyny ODRA 1204. Posiada on znaczny stopień złożoności ze względu na konieczność wyznaczania wielu parametrów na podstawie procedur obliczeniowych, typowych dla obliczeń

naukowo-technicznych oraz ze względu na operowanie obszernym zbiorem danych wejściowych. Przykładowo można podać, że średni czas obliczeń jednego wariantu polskiej sieci trwa około 100 godzin.

Zastosowanie ETO pozwoliło na obliczanie bezinterferencyjnych zasięgów każdej stacji aż w 12 kierunkach przy uwzględnieniu zakłóceń od stacji sieci otaczającej, znajdujących się w odległości aż do 800 km. Jako stacje zakłócające dla stacji pracującej w kanale  $n$  były uwzględnione stacje współnokanałowe pracujące w kanale  $n$ , stacje pracujące w kanałach sąsiednich  $n+1$  i  $n-1$  oraz stacje pracujące w kanałach lustrzanych  $n+9$  i  $n+8$ . Ze względu na kulistość ziemi wszystkie odległości i kąty były w obliczeniach określane z trójkątów sferycznych. Najbardziej skomplikowaną część programu stanowiły obliczenia poziomu natężenia pola dla tras mieszanych, lądowo-morskich oraz określanie współczynnika dyskryminacji kierunkowej anten odbiorczych.

Na szczególną uwagę zasługuje sposób uwzględniania wpływu ukształtowania terenu przy przygotowywaniu danych wejściowych na maszynę matematyczną. Przeprowadzenie obliczeń zasięgów wszystkich polskich stacji w 12 kierunkach wiązało się z koniecznością wykonania bardzo dużej liczby przekrojów terenu w celu określenia skutecznych wysokości anten nadawczych oraz wartości statystycznego parametru nierówności terenu  $\Delta h$ . Biorąc pod uwagę przeciętną znaczną długość tras propagacji, wykonanie tego zadania wymagałoby olbrzymiego nakładu pracy. W tej sytuacji zdecydowano oprzeć się na materiałach opracowanych dla innych celów przez Instytut Geodezji i Kartografii. Dane te

obejmują wartości średnich wysokości terenu nad poziomem morza w granicach jednostkowych powierzchni o przybliżonych wymiarach  $1,16 \times 1,13$  km. Wartości te zostały naniesione na mapę Polski w skali  $1 : 200\ 000$  /rys. 2/. Korzystając z mapy określono w prosty sposób zbiory liczb, reprezentujących przekroje terenu w poszczególnych kierunkach od stacji. Na podstawie tych zbiorów obliczono, częściowo przy zastosowaniu EPD<sup>x/</sup>, skuteczne wysokości anten i wartości  $\Delta h$ .

Bardzo istotną sprawą przy pracach nad szczegółowym planem sieci TV była możliwość otrzymania wyników obliczeń maszyny matematycznej we właściwej formie. Chodziło nie tylko o dysponowanie wartościami zasięgów stacji i granicznych natężeń pola, ale również o uzyskanie informacji na temat stacji zakłócających. Wydruk z maszyny obejmował więc dla każdego z 12 kierunków obliczanej stacji użytecznej nazwy, numery kanałów i offsety stacji zakłócających wraz z wartościami przestrzennego prawdopodobieństwa ochrony przed zakłóceniami, powodowanymi przez poszczególne stacje na kierunkach zasięgu stacji użytecznej. Na rysunku 3 przykładowo przedstawiony jest fragment wydruku maszyny obejmujący wyniki obliczeń dla czterech azymutów stacji ELBLAG oznaczonej jako NADAJNIK 1, która jest przewidziana do pracy na częstotliwości oznaczonej KANAL 21 OFFSET 0. Dla każdego z obliczonych kierunków AZYMUT /°/ wydrukowane są dane stacji, a mianowicie MOC /w dB odniesionych do 1 kW/, wysokość skuteczna anteny HSK /m/, wskaźnik nieregularności terenu DH /m/, promień zasięgu użytecznego ZASIĘG /km/, graniczna war-

---

<sup>x/</sup> Technika elektronicznego przetwarzania danych.

tość natężenia pola  $E$  /w dB odniesionych do  $1 \mu\text{V}/\text{m}$ / oraz wskaźnik przestrzennego prawdopodobieństwa odbioru nie zakłóconego  $Y$ . W następnych wierszach dla poprzednio oznaczonego kierunku są wydrukowane podstawowe dane wszystkich stacji zakłócających, które mają wpływ na wyliczony zasięg użyteczny. W rubryce L podane są wartości przestrzennego prawdopodobieństwa odbioru nie zakłócanego przez każdą z tych stacji działającą z osobna, a następnie: numery kanałów, wartości offsetu, numery i symbole krajów oraz numery i nazwy nadajników zakłócających. W ten sposób można było - na podstawie wyników obliczeń - dokładnie analizować sytuację interferencyjną i wprowadzać ewentualne zmiany w sieci, zmierzające do poprawy zasięgów stacji przez obniżenie poziomu zakłóceń.

Określenie przewidywanych obszarów pokrycia stacji, przy zastosowaniu opisanych wyżej metod obliczeniowych, stanowi bardzo istotny, ale oczywiście nie jedyny element planowania i optymalizacji sieci TV.

Przy pracach nad polską siecią TV na falach decymetrowych nie dysponowano systematycznymi metodami optymalizacyjnymi. W związku z tym proces optymalizacji polegał na opracowaniu wariantowych rozwiązań sieci i obliczeniowym sprawdzeniu - przy zastosowaniu EPD - wartości przewidywanego współczynnika pokrycia. Kolejne rozwiązania, obejmujące wybór różnych lokalizacji stacji i parametrów technicznych stacji, oparte były na szczegółowej analizie sytuacji interferencyjnej. Uwzględniały one także ukształtowanie terenu oraz zróżnicowaną strukturę demograficzną kraju.

Jako kryteria oceny planu przyjmowano wartości procentowych współczynników pokrycia powierzchniowego i ludnościowego.

Dla południowych rejonów Polski, charakteryzujących się bardzo zróżnicowanym ukształtowaniem terenu, przy wyborze warunków pracy stacji, przeprowadzono dodatkowo szczegółową analizę możliwości pokrycia obszarów zamieszkałych.

Stosowano przy tym empiryczne metody obliczeniowe.

Uwzględniając fakt, że wszystkie zmiany parametrów technicznych stacji w stosunku do ustaleń Planu Sztokholmskiego z 1961 r. wymagały uzgodnień międzynarodowych, przy ocenie kolejnych wariantów rozwiązań sieci brano pod uwagę również przewidywany wpływ zmian na sieci zagraniczne. Stosowano przy tym uproszczone metody obliczeniowe, polegające na analizie porównawczej przewidywanych poziomów natężenia pola zakłóceń, występujących na krańcach obszarów pokrycia zagrożonych stacji.

#### 4.5. Stan wyjściowy i kolejne etapy optymalizacji planu

Jak już wspomniano w poprzednich rozdziałach, punktem wyjścia prac nad szczegółową koncepcją polskiej sieci TV na falach decymetrowych, przewidzianych ostatecznie do realizacji pełnej sieci II i III programu, były ustalenia Konferencji Sztokholmskiej z 1961 r. Według Planu Sztokholmskiego dla terytorium Polski przewidziano 57 stacji dużej mocy IV/V zakresu częstotliwości. Dla każdej z tych stacji przydzielono 2 lub 3 kanały częstotliwościowe, co miało umożliwić, poza realizacją II i III programu, ewentualne uzupełnienie luk w pokryciu kraju I programem /tabl. 4/.

Zestawienie stacji telewizyjnych w zakresach fal decymetrowych /IV/V/ dla terytorium PRL /według Planu Sztokholmskiego z 1961 r./

Nazwa stacji	Numer kanału	Wartość offsetu	Moc promieniowana w stopniach /kW/	Azymut maksymalnego promienia w stopniach	Maksym. wysokość skuteczna, na anteny /m/	Polaryzacja	Uwagi
1	2	3	4	5	6	7	8
Elbląg	21	8M	100	ND	150	H	
Lubań	21	8P	1000	ND	150	H	
Radomsko	21	0	1000	ND	300	H	
Białystok	22	0	1000	ND	300	H	
Lesko	22	0	1000	ND	150	H	
Koszalin	23	8P	1000	ND	300	H	
Lublin	23	8P	1000	ND	300	H	
Opole	23	0	1000	ND	300	H	
Ostrołęka	24	8P	1000	ND	300	H	
Pila	24	0	1000	ND	300	H	

1	2	3	4	5	6	7	8
Przemysł	24	0	100	ND	75	H	
Wisła	24	8M	300	ND	150	H	
Dęblin	25	8M	300	ND	150	H	
Lębork	25	8P	100	ND	75	H	
Wrocław	25	0	1000	ND	600	H	
Gorzów Wlkp.	26	8P	100	ND	75	H	
Leżajsk	26	8M	1000	ND	300	H	
Olsztyn	26	0	1000	ND	300	H	
Wodzisław	26	8P	100	ND	75	H	
Poznań	27	0	1000	ND	300	H	
Warszawa	27	8P	1000	ND	300	H	
Kielce	28	0	1000	ND	300	H	
Lidzbark W.	28	8M	300	ND	150	H	
Lobez	28	8P	300	ND	150	H	
Płock	29	8P	1000	ND	300	H	
Rzeszów	29	8M	1000	ND	300	H	
Zielona Góra	29	0	1000	ND	300	H	



c. tabl. 4

1	2	3	4	5	6	7	8
Jelenia Góra	30	0	300	ND	75	H	1/270°/200 kW
Opoczno	30	8P	100	ND	75	H	
Szczecin	30	8M	1000	90	300	H	
Ilawa	31	8M	1000	ND	300	H	
Pila	31	0	1000	ND	300	H	
Hajnówka	32	0	300	ND	150	H	
Kamień Pom.	32	0	100	ND	75	H	
Krynica	32	0	300	ND	150	H	
Łódź	32	8M	1000	ND	300	H	
Żagań	32	8P	1000	ND	300	H	
Chełm Lub.	33	8M	100	ND	75	H	
Czersk Pom.	33	8P	300	ND	150	H	
Kraków	33	0	1000	ND	300	H	
Konin	34	8P	1000	ND	300	H	
Zakopane	34	0	300	ND	150	H	
Bieszczady	35	0	300	ND	150	H	

1	2	3	4	5	6	7	8
Kamienna Góra	35	0	100	ND	75	H	
Lobez	35	8P	300	ND	150	H	
Parczew	35	8M	300	ND	150	H	
Radomsko	35	8P	1000	ND	300	H	
Bydgoszcz	36	8M	1000	ND	300	H	
Suwałki	36	0	300	ND	150	H	
Zamość	36	8M	300	ND	150	H	
Zawoja	36	0	300	ND	150	H	
Gdańsk	37	8P	1000	ND	300	H	
Kalisz	37	8M	1000	ND	300	H	
Lubań	37	0	1000	120	150	H	1/300°/300 kW
Siedlce	37	8P	1000	ND	300	H	
Chojnice	38	8P	100	ND	75	H	
Giżycko	38	8M	1000	ND	300	H	
Katowice	38	0	1000	ND	300	H	
Kłodzko	38	8M	300	ND	150	H	

1	2	3	4	5	6	7	8
Lublin	38	8P	1000	ND	300	H	
Gniezno	39	8P	100	ND	75	H	
Ostrołęka	39	8M	1000	ND	300	H	
Szczawnica	39	0	300	360	150	H	1/180°/100 kW
Koszalin	40	8P	1000	ND	300	H	
Opole	40	0	1000	ND	300	H	
Gorzów Wlkp.	41	0	100	ND	75	H	
Olsztyn	41	8P	1000	ND	300	H	
Przemysł	41	0	100	ND	75	H	
Wista	41	8M	300	ND	150	H	
Dęblin	42	8M	300	ND	150	H	
Wrocław	42	0	1000	ND	600	H	
Giżycko	43	0	1000	ND	300	H	
Leżajsk	43	8M	1000	ND	300	H	
Wodzisław	43	8P	100	ND	75	H	
Poznań	44	0	1000	ND	300	H	
Warszawa	44	8P	1000	ND	300	H	

c.d. tabl. 4.

1	2	3	4	5	6	7	8
Elbląg	45	8M	100	ND	150	H	
Kamień Pom.	45	8P	100	ND	75	H	
Kielce	45	0	1000	ND	300	H	
Białystok	46	0	1000	ND	300	H	
Płock	46	8P	1000	ND	300	H	
Rzeszów	46	8M	1000	ND	300	H	
Zielona Góra	46	0	1000	ND	300	H	
Jelenia Góra	47	0	300	ND	75	H	
Opoczno	47	8P	100	ND	75	H	
Ilawa	48	8M	1000	ND	300	H	
Szczecin	48	0	1000	90	300	H	1/270°/200 kW
Hajnówka	49	0	300	ND	150	H	
Krynica	49	0	300	ND	150	H	
Lębork	49	8P	100	ND	75	H	
Łódź	49	8M	1000	ND	300	H	
Żagań	49	8P	1000	ND	300	H	

c.d. tabl. 4

1	2	3	4	5	6	7	8
Chełm Lub.	50	8M	100	ND	75	H	
Czersk Pom.	50	8P	300	ND	150	H	
Kraków	50	0	1000	ND	300	H	
Konin	51	8P	1000	ND	300	H	
Zakopane	51	0	300	ND	150	H	
Bieszczady	52	0	300	ND	150	H	
Gdańsk	52	8M	1000	ND	300	H	
Kamienna Góra	52	0	100	ND	75	H	
Parczew	52	8M	300	ND	150	H	
Radomsko	52	8P	1000	ND	300	H	
Bydgoszcz	53	8M	1000	ND	300	H	
Suwałki	53	0	300	ND	150	H	
Zamość	53	8M	300	ND	150	H	
Zawoja	53	0	300	ND	150	H	
Kalisz	54	8M	1000	ND	300	H	
Lubań	54	0	1000	120	150	H	1/300 <sup>9</sup> 300 kW

c.d. tabl. 4'

1	2	3	4	5	6	7	8
Siedlce	54	8P	1000	ND	300	H	
Chojnice	55	8P	100	ND	75	H	
Katowice	55	0	1000	ND	300	H	
Kłodzko	55	8M	300	ND	150	H	
Lidzbark W.	55	8M	300	ND	150	H	
Lublin	55	8P	1000	ND	300	H	
Gniezno	56	8P	100	ND	75	H	
Ostrołęka	56	8M	1000	ND	300	H	
Szczawnica	56	0	300	360	150	H	1/180°/100 kW
Łębork	57	8P	100	ND	75	H	
Opole	57	0	1000	ND	300	H	
Lesko	58	0	1000	ND	150	H	
Piła	58	0	1000	ND	300	H	
Wisła	58	8M	300	ND	150	H	
Dęblin	59	8M	300	ND	150	H	
Wrocław	59	0	1000	ND	600	H	

c. d. tabl. 4

1	2	3	4	5	6	7	8
Leżajsk	60	8M	1000	ND	300	H	
Lidzbark W.	60	0	300	ND	150	H	
Lobez	60	8P	300	ND	150	H	
Wodzisław	60	8P	100	ND	75	H	
Razem			81.200 kW				

Celem I etapu prac po Konferencji było sprawdzenie możliwości pokrycia kraju programami TV przy realizacji sieci, ściśle według Planu Sztokholmskiego. Sprowadzało się to głównie do określenia zasięgów bezinterferencyjnych polskich stacji przy uwzględnieniu zaplanowanego stanu zajętości kanałów TV na obszarze Europy. Dodatkowym celem I etapu prac było wdrożenie obliczeń propagacyjno-sieciowych na maszynę matematyczną. Należy podkreślić, że do tego czasu w Polsce przy planowaniu sieci radiodfuzyjnych nie stosowano elektronicznej techniki obliczeniowej. Do obliczeń przyjęto parametry techniczne polskich stacji, w zasadzie zgodne z Planem Sztokholmskim. Uściślono jedynie wartości skutecznych wysokości anten nadawczych dla poszczególnych zasięgów stacji, uwzględniając wpływ ukształtowania terenu. Poddano natomiast rewizji lokalizację stacji, przy czym, w miarę możliwości, starano się wykorzystać naturalne wzniesienia terenu w pobliżu punktów oznaczonych w Planie i wyznaczonych przez podane współrzędne geograficzne.

Obszary pokrycia stacji określono przy założonym dopuszczeniu zakłóceń interferencyjnych w ciągu 1% czasu, co odpowiada odbiorowi wysokiej jakości, zagwarantowanemu w ciągu 99% czasu.

Przeprowadzone obliczenia wykazały, że przy realizacji polskiej sieci IV/V zakresu według Planu Sztokholmskiego można by uzyskać 90% powierzchniowego pokrycia kraju II programem TV i 87% pokrycia III programem. Ponadto wzrost pokrycia I programem TV wyniósłby około 4% powierzchni kraju. Uzyskane wskaźniki pokrycia uznano za niezadowalające, szczególnie w odniesie-



niu do I programu TV. Dokładna analiza wyników obliczeń wykazała wiele nieprawidłowości w sieci zarówno w rozmieszczeniu stacji, jak i przestrzennym rozdziale kanałów częstotliwościowych. W wielu przypadkach obszary pokrycia sąsiednich terenowo stacji zachodziły na siebie, przy równoczesnym występowaniu znacznych luk w pokryciu innych rejonów kraju. Zasięgi wielu stacji były ograniczone wysokim poziomem zakłóceń interferencyjnych zarówno od stacji zagranicznych, jak i od stacji własnej sieci. Te ostatnie zakłócenia spowodowane były niewłaściwie dobranymi odległościami stacji, przewidzianych do pracy w kolizyjnych kanałach. Wiązało się to oczywiście z założonymi parametrami technicznymi stacji zakłócających, których wpływ wzrastał ze wzrostem mocy promieniowanych i skutecznych wysokości anten. O niewłaściwej współpracy stacji wspólnokanałowych decydowały też często nieprawidłowo dobrane wartości offsetów.

Dotyczyło to zresztą również współpracy w systemie offset ze stacjami zagranicznymi. Niedostateczny stopień pokrycia kraju oraz ujawnione nieprawidłowości sieci wskazywały na celowość podjęcia prac optymalizacyjnych. Wchodziły w grę również względy ekonomiczne. Można było przypuszczać, że przy prawidłowym rozwiązaniu polskiej sieci TV na falach decymetrowych mniejsza liczba stacji, niż przewidziano w Planie Sztokholmskim, pozwoli na uzyskanie lepszych efektów pokryciowych. Wobec bardzo wysokich kosztów inwestycji, a także eksploatacji związanych z budową jednej stacji TV stwarzało to możliwość uzyskania dużych oszczędności. Dalsze obniżenie nakładów finansowych można by uzyskać przez optymalny dobór lokalizacji stacji, pozwalający na

stosowanie niższych masztów antenowych przy racjonalnym wykorzystaniu naturalnych wzniesień terenu.

W ramach opisanego wyżej pierwszego etapu prac przygotowano wstępne propozycje zmian niektórych parametrów sieci oraz ogólne wytyczne do dalszych etapów opracowania koncepcji planu. Do właściwych prac nad optymalizacją lokalizacji i innych parametrów technicznych polskich stacji TV w IV i V zakresie częstotliwości przystąpiono w roku 1968. Szczegółowy zakres optymalizacji objął zmiany lokalizacji niektórych stacji, dobór optymalnych charakterystyk promieniowania anten nadawczych i wysokości masztów antenowych oraz analizę możliwości zmiany numerów kanałów w przypadku stacji o szczególnie dużym zagrożeniu interferencyjnym. Ponadto rozważano ewentualność rezygnacji z pewnych stacji bez spadku wartości ogólnego współczynnika pokrycia oraz przeanalizowano celowość i możliwość dodatkowej budowy innych stacji w rejonach nie objętych zasięgiem stacji planowanych. W sytuacji interferencyjnej, określonej Planem Sztokholmskim, zmiany numerów kanałów stacji oraz dobór kanałów dla nowe proponowanych stacji okazały się trudne. Wiązały się one na ogół z koniecznością wprowadzenia pewnych zmian w przestrzennym rozmieszczeniu kanału w obrębie stacji bliskich terenowo. Ponadto proponowane zmiany warunków pracy polskich stacji, w celu ułatwienia niezbędnych uzgodnień międzynarodowych, były w miarę możliwości optymalnie dostosowane do sytuacji sieci zagranicznej.

W większości przypadków dobór kanałów TV odbywał się w ten sposób, że przede wszystkim próbowano wykorzystać kanały zwolnione w wyniku rezygnacji z przewidywanych dla danego lub sąsiednich rejonów przydziałów częstotliwościowych.

Chodziło tu o stacje nie leżące w obszarach lukowych I programu TV, dla których w Planie Sztokholmskim przewidziano 6 kanały. Przy braku możliwości bezpośredniego wykorzystania zwolnionych kanałów przeprowadzono kolejną zmianę kanałów stacji sąsiadujących ze sobą terenowo. Każdorazowo, przy doborze nowego kanału dla stacji TV, ustalano odpowiednią wartość offsetu, dostosowaną do sytuacji interferencyjnej w danym kanale.

Optymalizację lokalizacji stacji oparto na analizie przewidywanego pokrycia kraju programami TV, określonego w ramach I etapu prac nad koncepcją polskiej sieci. Przy wyborze lokalizacji posługiwano się szczegółowymi mapami terenowymi. Zgodnie z rozważaniami podanymi w poprzednich rozdziałach starano się, w miarę możliwości, zapewnić duże zyski terenowe, szczególnie w rejonach górskich, uwzględniając jednak równocześnie wymagania inwestycyjne i eksploatacyjne. Dobór wysokości masztu antenowego zależał od ustalonej lokalizacji stacji. Przy dużych zyskach terenowych przyjmowano na ogół małe wysokości masztów rzędu 50-80 m. Dla terenów nizinnych ustalono wysokości masztów nie przekraczające 350 m. Przy wspólnych lokalizacjach stacji I oraz II i III programu dostosowywano założenia wysokościowe do istniejących warunków pracy sieci i programu TV. Należy dodać, że w niektórych przypadkach konieczne było ograniczenie założonych wysokości masztów w celu umożliwienia odpowiednich uzgodnień z władzami lotniczymi.

Do obliczeń przyjęto maksymalne moce promieniowane stacji, nie przekraczające wartości według Planu Sztokholmskiego. W przypadkach zmiany przestrzennego rozkładu kanałów starano

się nie przekraczać maksymalnej mocy stacji, dla których dany kanał był przydzielony w Planie. W toku obliczeń wstępnie założono dookólne charakterystyki promieniowania anten w płaszczyźnie poziomej i dopiero na podstawie analizy otrzymanych obliczeniowo obszarów pokrycia wprowadzono ewentualne wytlumienia mocy niektórych stacji w określonych kierunkach. Należy podkreślić, że dla terenów górzystych, dopiero na etapie projektowania stacji można będzie na podstawie szczegółowej analizy ukształtowania terenu dobrać właściwe charakterystyki promieniowania anten.

W wyniku optymalizacji sieci TV IV/V zakresu częstotliwości uzyskano przewidywane pokrycie kraju I programem TV /łącznie na falach metrowych i decymetrowych/, wynoszące ponad 90% powierzchni. Dla II i III programu przewidywane pokrycie wynosiło odpowiednio około 95% i około 90% powierzchni kraju. Równocześnie ogólna liczba planowanych stacji zmniejszyła się z 57 do 53, z czego 3 stacje przewidziano tylko dla emisji III programu. Wzrosła natomiast z 4 do 10 liczba stacji przewidzianych do nadawania poza II i III programem, również I programu TV. Ze względu na zmniejszenie łącznej liczby obiektów nadawczych i wyposażających je urządzeń TV ogólne koszty realizacji zoptymalizowanej sieci na falach decymetrowych wypadły mniejsze od kosztów sieci zaplanowanej pierwotnie.

Przedstawione wyżej procentowe wartości przewidywanego powierzchniowego współczynnika pokrycia kraju programami telewizyjnymi, emitowanymi na falach decymetrowych, odpowiadają odbiorowi zagwarantowanemu w ciągu 99% czasu. Przy obni-

zeniu wymagań jakościowych przewidywane zasięgi bezinterferencyjne stacji TV odpowiednio wzrastają.

Już po zakończeniu prac nad optymalizacją polskiej sieci w zakresie fal decymetrowych przyjęto dla Europejskiego Obszaru Radiodfuzyjnego nowy zoptymalizowany plan offsetów. Rewizja układu ustalonego w Planie Sztokholmskim miała na celu ogólną poprawę zasięgów stacji TV IV/V zakresu częstotliwości. Można więc było przypuszczać, że uwzględnienie nowej sytuacji offsetowej pozwoli też uzyskać lepszy współczynnik pokrycia kraju. W związku z tym uznano za celowe przeprowadzenie obliczeń sprawdzających.

Wszystkie dotychczasowe obliczenia propagacyjne, dotyczące optymalizacji sieci TV na falach decymetrowych, wykonano przy założeniu, że dopuszczalny czas zakłóceń interferencyjnych ma wynosić najwyżej 1% ogólnego czasu odbioru, co odpowiada odbiorowi wysokiej jakości. Można przypuszczać, że w wielu przypadkach będzie istniała tzw. druga strefa odbioru, odpowiadająca obniżonym wymaganiom jakościowym. Nie dotyczy to stacji, których zasięgi dla 99% czasu są uwarunkowane granicznym poziomem użytecznego natężenia pola, wynikającym z parametrów technicznych aparatury odbiorczej, a nie zakłóceniami interferencyjnymi. Wydaje się, że dla obszarów o stosunkowo małej gęstości zaludnienia można się zgodzić z gorszą jakością odbioru, odpowiadającą dopuszczeniu zakłóceń interferencyjnych w czasie, dochodzącym do 10% ogólnego czasu. Biorąc powyższe pod uwagę, obliczenia sprawdzające w nowym układzie offsetów wykonano w dwóch wariantach: dla 99% i dla 90% czasu. Przy przeprowadzaniu obliczeń uwzględniono dalsze zmiany parametrów technicznych stacji TV w sieci polskiej i zagranicznej w stosunku do Planu Sztokholmskiego, które zostały przyjęte w

ramach uzgodnień międzynarodowych w okresie od zakończenia prac optymalizacyjnych. Należy podkreślić, że liczba stacji, których parametry uległy zmianie była stosunkowo duża, szczególnie w sieciach TV na terenie NRD i NRF, Szwecji i na Węgrzech.

Zmiany w polskiej sieci telewizyjnej, wynikały głównie stąd, że nie zawsze uzyskano zgodę administracji krajów sąsiadujących na propozycje optymalizacyjne. W takich przypadkach, dotyczących zazwyczaj stacji rejonów nadgranicznych, aby dostosować się do nowej sytuacji zewnętrznej, należało wprowadzić zmiany do sieci własnej. W ten sposób obliczenia sprawdzające pozwoliły na uzyskanie obrazu realnych możliwości pokrycia kraju programami nadawczymi na falach decymetrowych. Obliczenia te wykazały, że przewidywany powierzchniowy współczynnik pokrycia kraju II programem TV wynosi około 98%, a III programem około 93% przy dopuszczeniu zakłóceń interferencyjnych w ciągu 10% czasu. Odpowiednie wartości pokrycia ludnościowego wynoszą około 99% dla II programu i około 95% dla III programu. Obliczenia przeprowadzono przy założeniu, że dopuszczalny czas występowania zakłóceń zostanie ograniczony do 1%, nie wykazały widocznych różnic w stosunku do poprzednich wyników. Otrzymany współczynnik pokrycia wypadł w przybliżeniu taki sam, jak dla sieci zoptymalizowanej przed wprowadzeniem korekcji systemu offsetów. Ten pozorny brak poprawy był rezultatem zmian i modyfikacji wprowadzonych do sieci polskiej i zagranicznej w okresie poprzedzającym obliczenia sprawdzające.

#### 4.6. Aktualna wersja planu sieci TV na falach decymetrowych

Opracowaną w wyniku procesu optymalizacji koncepcję sieci TV na falach decymetrowych przyjęto do realizacji.

Przewidywane procentowe pokrycie kraju programami telewizyjnymi uznano za zadowalające. Prowadzenie dalszych prac nad optymalizacją planu sieci TV byłoby mało efektywne, ponieważ przy współczynniku powierzchniowego pokrycia kraju ponad 90% dalszy jego wzrost przez zwiększenie zasięgów stacji jest bardzo powolny. Wynika to z konfiguracji sieci i nieuniknionego zachodzenia na siebie obszarów pokrycia wielu sąsiednich terenów stacji. Nawet jednak przy uwzględnieniu dalszego wzrostu przewidywanych zasięgów stacji nie można byłoby uzyskać pełnego pokrycia kraju programami TV. Wynika to z właściwości propagacji fal decymetrowych i występowania obszarów lokalnego zaciemnienia za przeszkodami terenowymi.

Należy jeszcze raz podkreślić, na co już zwracano uwagę w rozdz. 1, że zjawisko tłumiącego oddziaływania nierówności i pokrycia terenu /zarówno naturalnego jak i sztucznego/ w zakresie fal decymetrowych ma dużo większe znaczenie niż w zakresie fal metrowych.

W celu wypełnienia luk w przewidywanym pokryciu kraju przez stacje sieci głównej konieczna jest realizacja sieci pomocniczych stacji TV. Planowanie sieci uzupełniającej oparte jest - tak jak dla zakresu fal metrowych - na założeniu nie dopuszczenia do dodatkowych zakłóceń w odbiorze stacji dużej mocy. Zastosowanie systematycznej metody przestrzennego rozdziału kanałów TV po-

zwala na optymalny dobór warunków pracy stacji pomocniczych. Przy założonych mocach promieniowanych, nie przekraczających na ogół 1 kW, zasięgi bezinterferencyjne stacji są rzędu kilku kilometrów. Daje to możliwości pokrycia programem TV poszczególnych miejscowości, pozbawionych dobrego odbioru stacji sieci głównej.

Dotychczas w ramach krajowych prac nad planem pomocniczej sieci w zakresie fal decymetrowych przygotowano projekty przestrzennego rozdziału kanałów w rejonach przygranicznych/w pasach o szerokości 50 km wzdłuż granicy z NRD i CSRS/.

Projekty te zostały wstępnie uzgodnione międzynarodowo. Dalsze prace obejmują przygotowanie szczegółowego planu dla całego terytorium PRL.

W ostatnim czasie rozpoczęto w Polsce realizację sieci telewizyjnej na falach decymetrowych. Ze względu na stosunkowo dużą liczbę stacji w tym zakresie proces inwestycyjny będzie trwał niewątpliwie przynajmniej kilka lat. Wydaje się, że z niewielkim opóźnieniem w stosunku do realizacji sieci głównej będzie następowała realizacja sieci pomocniczej, szczególnie w dzielnicach południowych o urozmaiconej rzeźbie terenu.

## 5. PERSPEKTYWY DALSZEGO ROZWOJU SIECI TELEWIZYJNEJ

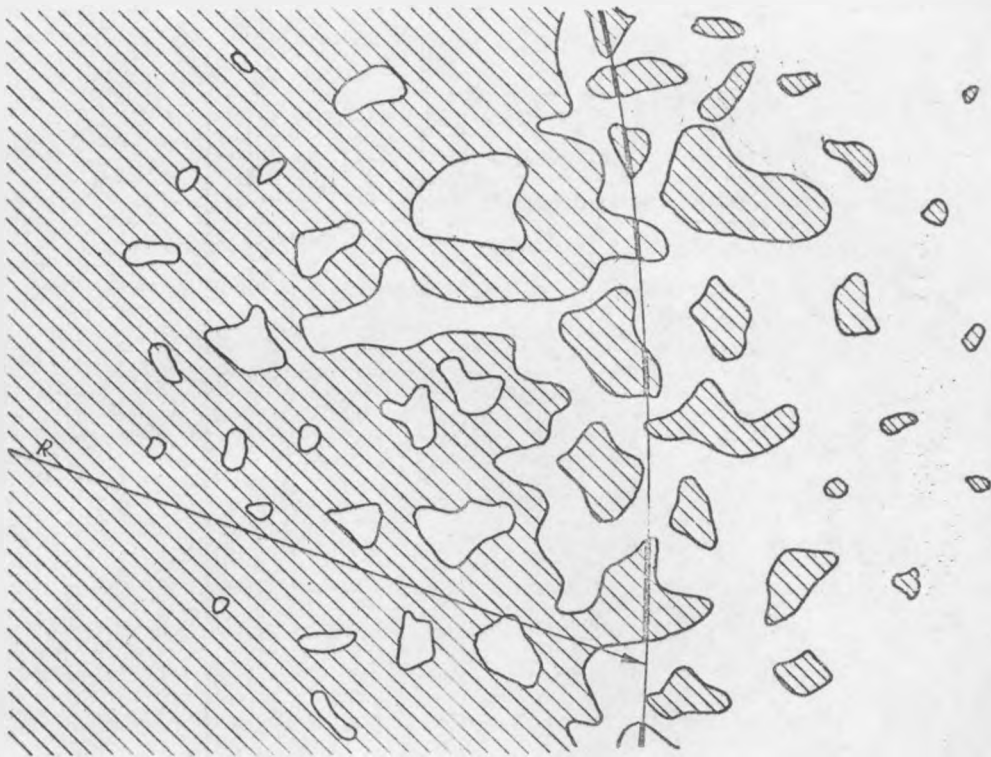
Perspektywy dalszego rozwoju telewizji, związane z uruchamianiem następnych programów w już eksploatowanych standardach lub wprowadzaniu nowych standardów o wysokiej jakości,



wiążą się z zastosowaniem zakresów fal centymetrowych. Zakresy te są brane pod uwagę jako środek realizacji sieci zarówno przy nadawaniu przez stacje naziemne, jak też i z wykorzystaniem stacji satelitarnych.

Ostatnie decyzje co do zastosowania zakresu częstotliwości od 11,7 do 12,7 GHz do celów telewizji programowej /tzw. zakres VI/ zapadły na światowej konferencji administracyjnej w sprawach radiodyfuzji WARC /World Administrative Radio Conference/, jednak już wcześniej w niektórych krajach /m.in. na terenie Europy w NRF/ podjęto szereg badań eksperymentalnych, które miały na celu wyjaśnić podstawowe problemy techniczne związane z tą sprawą. Wyniki uzyskane w doświadczalnych sieciach /ziemskich/ zakresu 12 GHz w zupełności potwierdziły przydatność tego zakresu dla systemów telewizji programowej. Oczywiście doświadczenia te w pierwszym przybliżeniu ujawniły specyficzne różnice tego zakresu i wskazały na potrzebę stosowania odmiennych założeń aniżeli w zakresach fal dłuższych, metrowych czy decymetrowych. Badania były prowadzone głównie w obszarach miejskich, przy czym pierwsze wyniki są zarejestrowane w tymczasowym sprawozdaniu AA/5. Zasadniczą zaletą zakresu VI /fal centymetrowych/ jest jego duża pojemność, teoretycznie bowiem zakres ten jest w stanie pomieścić dalsze 125 kanałów o szerokości 8 MHz, co stwarza duże możliwości przy rozwiązywaniu sieci stacji zlokalizowanych na ziemi.

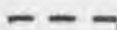
W dalszej przyszłości przy wykorzystaniu emisji sygnałów telewizyjnych ze stacji satelitarnych do bezpośredniego odbioru abonenckiego obraz sieci ulegnie pełnym zmianom ze względu na nieporównywalnie większe zasięgi tego typu stacji.



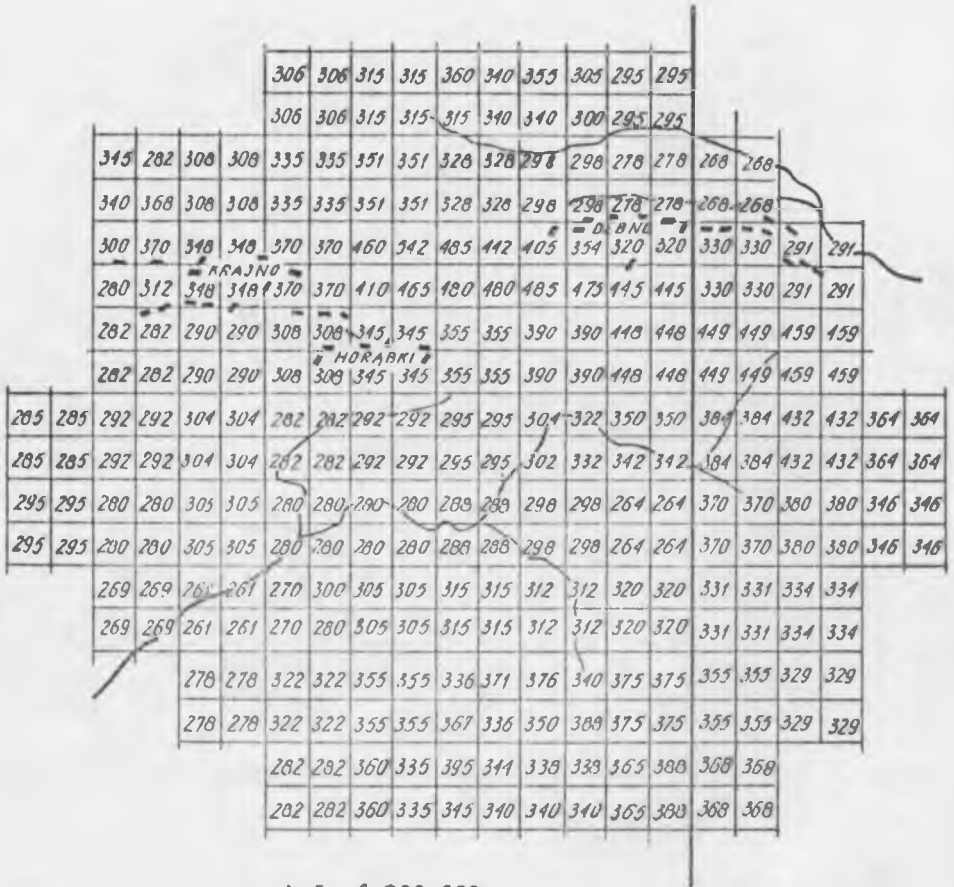
Rys. 1. Schematyczne przedstawienie zasięgu użytecznego stacji ukf



- teren pokryty, tj. taki, na którym stosunek sygnału użytecznego do zakłócających jest większy lub równy współczynnikowi ochronnemu przynajmniej przez 90 lub 99% czasu



- obliczeniowa granica zasięgu użytecznego zdefiniowana jako łuk, którego 50% przebiega przez tereny pokryte (zakreślony promieniem zasięgu R)



Rys. 2. Fragment mapy średnich wysokości terenu npm (wg opracowania Instytutu Geodezji i Kartografii)

KANAL	OFFSET	NADAJNIK	ELBIAG
21	0	1	

AZYMUT	MOC	HSK	DH	ZASIEG	E	Y
0	20	200	40	24.500	81.442	.513
L	KANAL	OFFSET	KRAJ			NADAJNIK
69	21	8	2	ZSRR		10 Lyepaya
79	21	0	1	FOL		2 Radomsko
97	21	-8	2	ZSRR		8 Kapsukas
97	21	8	19	S		4 Angelholm
99	21	0	13	NRF		1 Eutin-Bun- gzburg

AZYMUT	MOC	HSK	DH	ZASIEG	E	Y
30	20	170	30	26.750	79.677	.503
L	KANAL	OFFSET	KRAJ			NADAJNIK
66	21	8	2	ZSRR		10 Lyepaya
80	21	0	1	FOL		2 Radomsko
97	21	-8	2	ZSRR		8 Kapsukas
99	21	8	19	S		4 Angelholm

AZYMUT	MOC	HSK	DH	ZASIEG	E	Y
60	20	170	40	25.250	79.186	.514
L	KANAL	OFFSET	KRAJ			NADAJNIK
72	21	8	2	ZSRR		10 Lyepaya
91	21	-8	2	ZSRR		8 Kapsukas
93	21	0	1	FOL		2 Radomsko
95	21	0	13	NRF		1 Eutin- Bungzburg
96	21	-8	12	NRD		2 Stralsund
97	21	8	19	S		4 Angelholm
99	21	8	1	FOL		3 Żagań
99	21	0	2	ZSRR		11 Valmijera
99	30	-8	2	ZSRR		108 Tchernajak- hovsk
99	21	0	2	ZSRR		2 Pińsk

AZYMUT	MOC	HSK	DH	ZASIEG	E	Y
90	20	170	30	29.750	76.858	.511
L	KANAL	OFFSET	KRAJ			NADAJNIK
77	21	8	2	ZSRR		10 Lyepaya
87	21	8	19	S		4 Angelholm
91	21	-8	2	ZSRR		8 Kapsukas
93	21	0	13	NRF		1 Eutin- Bungzburg
94	21	-8	12	NRD		2 Stralsund
97	21	8	1	FOL		2 Radomsko

Rys. 3. Fragment wydruku maszyny z obliczeniem planu sieci nadawczej w zakresie IV/V

