

INSTYTUT ŁĄCZNOŚCI
WARSZAWA · MIEDZESZYN

BIULETYN

INFORMACYJNY

9-10(240-241)

1986

MINISTERSTWO ŁĄCZNOŚCI

BIULETYN INFORMACYJNY

ROK 26

WARSZAWA 1986

NR 9-10/240-241/

INSTYTUT ŁĄCZNOŚCI

Branżowy Ośrodek
Informacji Naukowej, Technicznej i Ekonomicznej

Redakcja Biuletynu Informacyjnego

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

Redaktorzy działów:

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

Adres Redakcji:

Instytut Łączności

Branżowy Ośrodek

Informacji Naukowej, Technicznej i Ekonomicznej

Warszawa - Miodzeszyn, ul. Szuchowa 1

ISSN 0209-1046

Redaktor: mgr Krystyna Juszkiewicz

Montaż tekstu: Grażyna Woźnica

Dział Wydawniczy Instytutu Łączności
Format B5. Nakład 625. Wpłynęło do
Działu Wydawniczego 1987.03.17.
Druk ukończono w maju 1987 r.

SESJA NAUKOWA Z OKAZJI 50-LECIA PRACY
PROFESORA LESŁAWA KĘDZIERSKIEGO

SPIS TREŚCI

	Str.
1. Alina Karwowska-Lamparska: Wprowadzenie	1
2. Andrzej Zieliński: Profesor Lesław Kędzierski /sylwetka/	5
3. Lesław Kędzierski: Prace w dziedzinie telewizji w Polsce w latach 1935-1939	11
4. Alina Karwowska-Lamparska: Prace w dziedzinie systemów telewizyjnych prowadzone w Instytucie Łączności	29
5. Wanda Trzebunia-Siwicka: Postępy w dziedzinie techniki studyjnej telewizji	37
6. Jan Prochazka: Postępy w dziedzinie telewizyj- nej techniki nadawczej	45
7. Halina Smoleńska: Rozwój sieci telewizyjnych w Polsce	59



Alina Karwowska-Lamparska

Instytut Łączności

WPROWADZENIE

W dniu 13 listopada 1986 r. odbyła się w Instytucie Łączności w Młodzieszynie Sesja Naukowa z okazji 50-lecia pracy w instytutach resortu łączności /PIT oraz IL/ prof. Lesława Kędziorskiego. W Sesji udział wzięło ok. 80 osób, a wśród nich Minister Łączności prof. dr inż. Władysław Majewski, przedstawiciele Rad Naukowych ML i IL, Ministerstwa Łączności, Wydziału Elektroniki Politechniki Warszawskiej, Państwowego Instytutu Telekomunikacji, Komitetu ds. Radia i Telewizji, Głównego Urzędu Radiokomunikacji, Zakładów Radiowych i Telewizyjnych "ZARAT", Centralnego Ośrodka Badawczo-Rozwojowego Sprzętu Profesjonalnego Użytku /UNITRA-COBRESPU/ oraz pracownicy i emeryci Instytutu Łączności, którzy mieli styczność z działalnością prof. Lesława Kędziorskiego /rys. 1 i 2/.

Sesję otworzył Dyrektor Instytutu Łączności prof. dr inż. Andrzej Zieliński, który powitał zaproszonych gości i poprosił o przewodnictwo Sesji doc. mgr inż. Henryka Kalitę.

W wystąpieniu okolicznościowym Minister Łączności podkreślił zasługi prof. Lesława Kędziorskiego dla wprowadzenia i rozwoju telewizji w Polsce, życząc mu zdrowia i dalszych sukcesów naukowo-badawczych w tej dziedzinie /rys. 3/.

Następnie Dyrektor IL przedstawił sylwetkę prof. Lesława Kędziorskiego, po czym przedstawiciele zaproszonych gości złożyli prof. L. Kędziorskiemu życzenia, wręczając mu listy gratulacyjne, drobne upominki i kwiaty.

W dalszej części Sesji wygłoszono szereg referatów, w których zawarto rys historyczny rozwoju telewizji w Polsce oraz główne kierunki przyszłościowe w tej dziedzinie. Referaty te wygłoszili przedstawiciele różnych jednostek organi-

zacyjnych zajmujący się przez długie lata tematyką telewizyjną, a mianowicie:

prof. Lesław Kędzierski: Prace w dziedzinie telewizji w Polsce w latach 1935 - 1939,

dr inż. Alina Karwowska-Lamparska: Prace w dziedzinie systemów telewizyjnych prowadzone w Instytucie Łączności,

mgr inż. Wanda Trzebunia-Siwicka: Postępy w dziedzinie techniki studyjnej w telewizji,

inż. Jan Prochazka: Postępy w dziedzinie techniki nadawczej w telewizji,

mgr inż. Halina Smoleńska: Rozwój sieci telewizyjnej w Polsce.

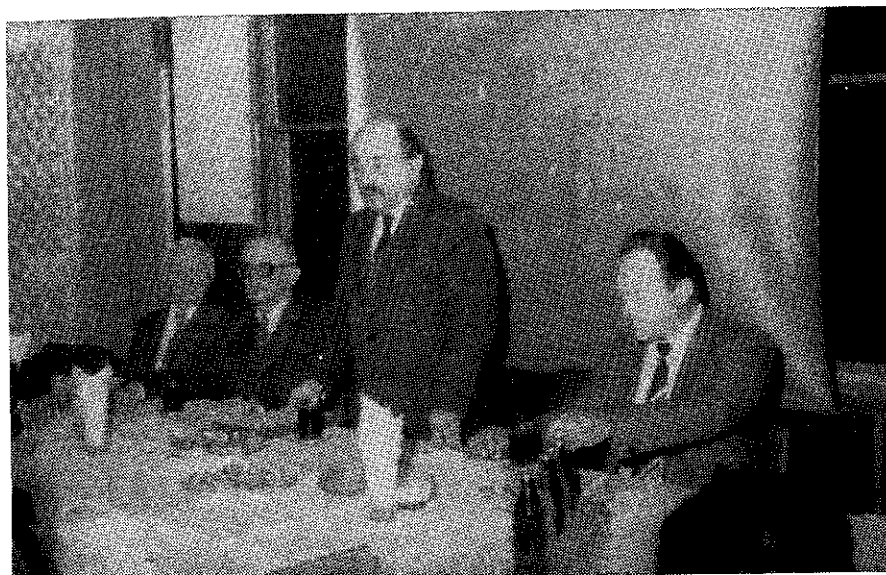
Teksty powyższych referatów zamieszczono w dalszej części niniejszego opracowania.



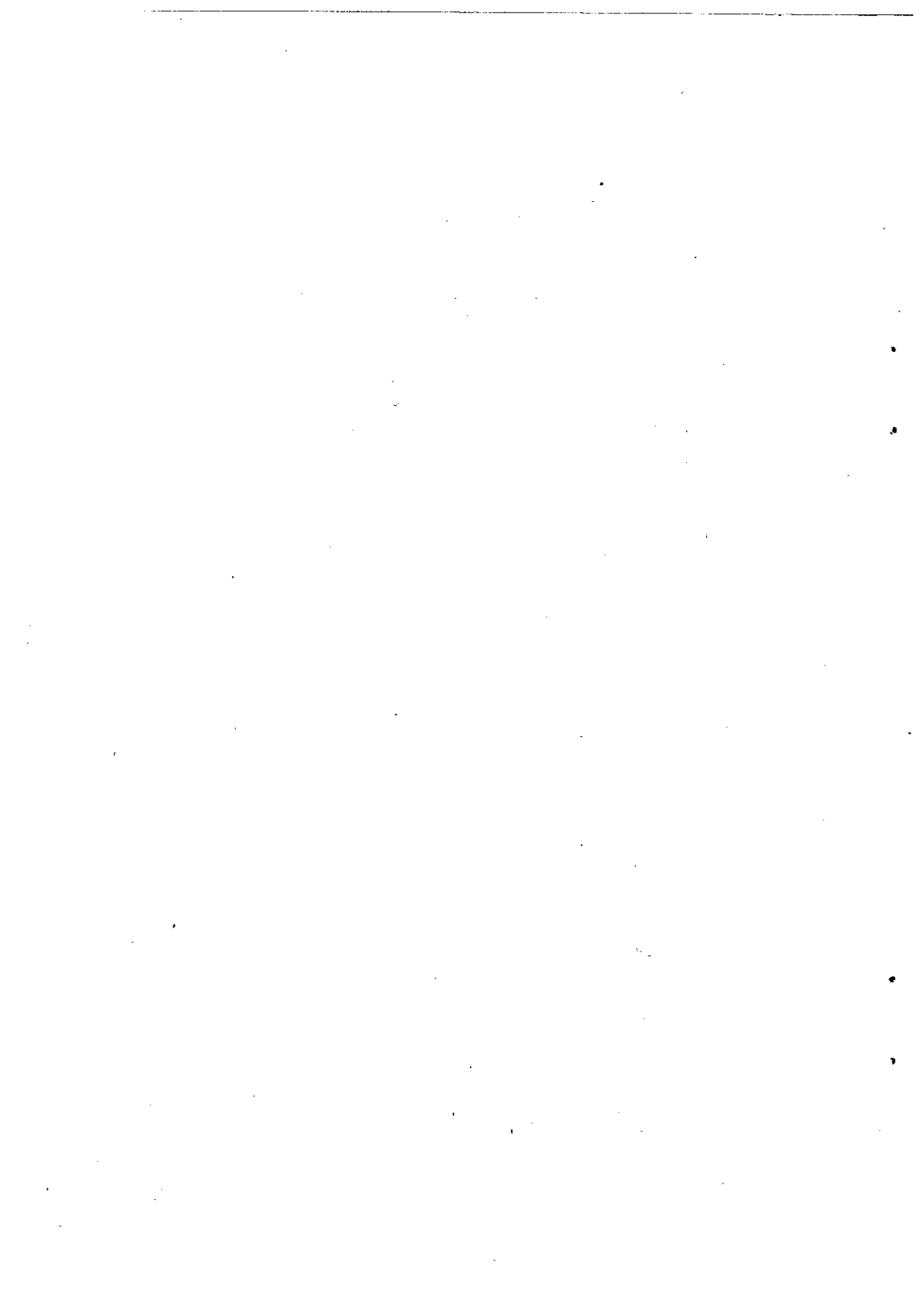
Rys. 1. Na sali obrad



Rys. 2. Uczestnicy Sesji Naukowej z okazji 50-lecia pracy
prof. Lesława Kędzierskiego



Rys. 3. Wystąpienie Ministra Łączności
prof. dr inż. Władysława Majewskiego
/od lewej: doc. H. Kalita, prof. L. Kędzierski,
prof. dr W. Majewski, prof. dr A. Zieliński - dyrektor IŁ/



Andrzej Zieliński
Instytut Łączności

PROFESOR LESŁAW KĘDZIERSKI /SYLWETKA/



Profesor Lesław Kędzierski urodził się w 1911 roku. Studia podjął w 1929 r. na Wydziale Elektrycznym Politechniki Warszawskiej. W grudniu 1933 r. rozpoczął równoległe ze studiami pracę w Państwowym Instytucie Telekomunikacyjnym w Warszawie, początkowo jako pracownik laboratoryjny, a od

1935 r. jako kierownik Działu Badawczo-Technicznego Telewizji. Ze względu na okres działalności pracę rozpoczyna od badań mechaniczno-elektronicznych systemów telewizyjnych, początkowo 90-liniowych, a po osiągnięciu pozytywnych wyników, systemów 120-liniowych. Ponieważ był to początkowy okres rozwoju telewizji w świecie, istniało więc jeszcze mało informacji o wynikach badań w innych krajach. Zmuszało to do pracy o charakterze pionierskim i pokonywania napotykanych trudności drogą własnych dociekań i eksperymentów. Wynikiem przeprowadzonych wówczas badań było opracowanie urządzeń telewizyjnych do nadawania filmów, które stały się telewizyjnym wyposażeniem pierwszej Eksperymentalnej Stacji Telewizyjnej, uruchomionej w 1938 r. w gmachu "Prudential" /obecnie hotel "Warszawa"/ w Warszawie.

Począwszy od 1938 roku prof. L. Kędzierski rozpoczyna w PIT następny etap badań dotyczący już telewizji całkowicie elektronicznej i opracowuje wraz z zespołem urządzenia toru telewizji 343-liniowej, przeznaczonego do nadawania obrazów zarówno ze studia jak i z natury. Badania, które znajdowały się już na ukończeniu, przerywa wybuch drugiej wojny światowej.

W czasie okupacji prof. Lesław Kędzierski przebywa w Warszawie, gdzie od 1940 r. bierze czynny udział w działalności konspiracyjnej. Organizuje między innymi zakonspirowany ośrodek produkcyjny i kieruje jego pracą. W zakres działalności tego ośrodka wchodziło opracowanie nowych modeli nadajników i odbiorników dla łączności kraju z zagranicą, montaż nadajników oraz remonty uszkodzonych radiostacji.

W dniu 8 stycznia 1943 r. prof. Lesław Kędzierski zostaje aresztowany i wysłany najpierw do obozu w Majdanku, a następnie do Oświęcimia i Dautmergen /Wirtembergia/. W kwietniu 1945 r. w czasie ewakuacji obozu Dautmergen zostaje uwolniony przez wojska francuskie. Do czasu powrotu do kraju przebywa w Scharnberg i Rottwell w Wirtembergii, gdzie organizuje kursy techniczne z zakresu elektrotechniki dla mło-

dzieży, która po przymusowych robotach chciała zdobyć zawód. Kursy te były prowadzone pod egidą Ministerstwa Oświaty Rządu Jedności Narodowej i ukończyło je ok. 30 osób, uzyskując tytuł technika elektryka.

W październiku 1946 r. pierwszym transportem wraca do kraju i natychmiast przystępuje do pracy w reaktywowanym Państwowym Instytucie Telekomunikacyjnym, gdzie zostaje mu powierzono stanowisko kierownika Samodzielnej Pracowni Modulacji Częstotliwościowej, a następnie Telewizji.

Powojenne prace z zakresu telewizji, które prowadzi osobiście i którymi kieruje rozpoczyna od telewizji 441-liniowej. W okresie półtora roku zostają opracowane podstawowe zagadnienia nowoczesnej techniki telewizyjnej wraz z opracowaniem kompleksu urządzeń toru wizyjnego, umożliwiającego nadawanie obrazów ze studia i z natury. Nabyte doświadczenie pozwoliło na podjęcie z kolei prac nad telewizją 625-liniową, którą zaczęto wtedy wprowadzać w Europie. Prowadzone wówczas prace obejmują nie tylko urządzenia wizyjne, lecz również zagadnienia wielkiej częstotliwości, w wyniku których opracowano także nadajniki telewizyjne oraz modelowe odbiorniki. Prace nad pierwszym zespołem urządzeń studyjnych telewizji 625-liniowej ukończono w 1950 r. i wobec decyzji o podjęciu doświadczalnej eksploatacji telewizji przystąpiono do ich rozbudowy i uzupełnienia, tak aby mogły stanowić wyposażenie ośrodka zdolnego do nadawania programu z doświadczalnego studia telewizyjnego. Budowę tych urządzeń, niezbędnych do wyposażenia ośrodka telewizyjnego ukończono w 1952 r. W tym roku w ramach podziału Państwowego Instytutu Telekomunikacyjnego prof. L. Kędziński przechodzi do pracy w Instytucie Łączności, podległym resortowi Łączności, w którym pracuje do dnia dzisiejszego.

W dniu 17.10.1952 r. nadano z eksperymentalnego studia Instytutu Łączności pierwszy program telewizyjny, który odbierano w kilkudziesięciu punktach Warszawy. Eksperymentalny program ze studia IL nadawano regularnie do połowy 1954 r., to jest do czasu przeniesienia urządzeń do nowych pomieszczeń.

czoń na Placu Powstańców Warszawy i utworzenia Doświadczalnego Ośrodka Telewizyjnego, niezależnego już administracyjnie od II.

Za prace z zakresu telewizji prof. Lesław Kędzierski wraz z kierowanym przez niego zespołem otrzymuje w 1955 r. Zespołową Nagrodę Państwową II stopnia za "pionierską działalność w stworzeniu podstaw telewizji w Polsce oraz opracowanie i wprowadzenie do eksploatacji kompletnych urządzeń nowoczesnej telewizji".

Dalszy etap działalności prof. L. Kędzierskiego dotyczy z kolei badań nad telewizją kolorową. Prace, które prowadzi osobiście i którymi kieruje, obejmują przede wszystkim badania porównawcze systemów telewizji kolorowej. Osiągnięte w kraju wyniki tych badań, stanowiąc część badań europejskich, były prezentowane w organizacjach międzynarodowych i zostały wykorzystane przy wyborze systemów telewizji kolorowej w skali międzynarodowej.

Po wprowadzeniu w kraju telewizji kolorowej do eksploatacji prof. L. Kędzierski podejmuje wraz ze swoim zespołem prace dotyczące perspektywicznych kierunków techniki telewizyjnej, a w pierwszym rzędzie telewizyjnych systemów cyfrowych. Osiągnięte wyniki tych badań stały się jedną z podstaw założeń dotyczących jednolitego standardu telewizji cyfrowej dla studia, przyjętych w skali międzynarodowej. Prace nad telewizją cyfrową są prowadzone do dnia dzisiejszego.

Za działalność naukowo-badawczą został prof. Lesławowi Kędzierskiemu w 1954 r. przyznany tytuł docenta, a w 1964 r. Rada Państwa nadaje Mu tytuł naukowy profesora nadzwyczajnego.

Oprócz działalności naukowo-badawczej w instytutach badawczych resortu łączności prof. Lesław Kędzierski prowadził również szeroką działalność dydaktyczną. Miał więc od początku lat pięćdziesiątych w Politechnice Warszawskiej wykłady z zakresu telewizji, kierując również utworzoną w r. 1959 na Wydziale Łączności PW Katedrą Telewizji. Funkcję tę pełnił do roku 1963, kiedy to, wobec wprowadzenia zasady jedнопетатowości, wybrał pracę w Instytucie Łączności. Swoją pracę

dydaktyczną przyczynił się do powstania licznej wykwalifikowanej kadry specjalistów z zakresu telewizji, zajmujących dziś odpowiedzialne stanowiska w życiu zawodowym i naukowym.

Ceniony za swe zalety osobiste i fachową wiedzę jest przez wiele lat członkiem Komitetu Elektroniki i Telekomunikacji PAN, członkiem Rady Naukowo-Technicznej przy Ministrze Łączności, a także członkiem Rady Naukowej Instytutu Łączności oraz Rady Naukowo-Technicznej przy Komitecie ds. Radia i Telewizji.

Prof. Lesław Kędzierski prowadzi również od ponad 25 lat szeroką działalność międzynarodową z zakresu telewizji w takich organizacjach, jak: CCIR, CMTT, OIRT i RMPG. Jako wynik uznania za swoją działalność międzynarodową zostaje w 1969 r. wybrany Przewodniczącym III Grupy Studiów OIRT, którą to funkcję piastuje do dnia dzisiejszego. Za osiągnięcia w działalności międzynarodowej otrzymuje między innymi międzynarodową nagrodę honorową "Interkamera 1971" /przyznawaną z zakresu telewizji raz na dwa lata tylko jednej osobie w świecie/, Dyplom Honorowy z okazji 50-lecia CCIR w r. 1976 oraz Honorowy Medal OIRT /w 1984 r./.

Prof. Lesław Kędzierski był również wielokrotnie odznaczony, między innymi Krzyżem Walecznych, Krzyżem Komandorskim i Krzyżem Kawalerskim Orderu Odrodzenia Polski, Złotym Krzyżem Zasługi, Medalem Edukacji Narodowej, Złotą Odznaką Honorową za Zasługi dla Warszawy oraz honorowymi odznaczeniami resortowymi i stowarzyszeniowymi.

42
12/12/12

Lesław Kędzierski
Instytut Łączności

PRACE W DZIEDZINIE TELEWIZJI W POLSCE
W LATACH 1935 - 1939

1. WPROWADZENIE

Istnieje dość rozpowszechniony pogląd, że telewizja jest młodą dziedziną telekomunikacji, powstałą w zasadzie dopiero po zakończeniu ostatniej wojny światowej. Tymczasem, prace nad telewizją, a w szczególności nad podstawowymi elementami toru telewizyjnego, sięgają w niektórych przypadkach połowy XIX wieku. Szczególnie liczne były propozycje różnych rozwiązań zgłaszane w końcowych latach XIX wieku i w pierwszych latach XX wieku.

Powstało wówczas szereg koncepcji analizy i syntezy obrazu wykorzystujących do wybierania obrazu /czyli kolejnego nadawania jego elementów i kolejnego ich odtwarzania w miejscu odbioru/ ruchomych elementów mechanicznych. Wśród nich można wymienić perforowaną tarczę Nipkova, tarczę soczewkową Jenkinsa, koło lustrzane Weillera, czy wiele innych propozycji.

Były również propozycje polskie - np. w 1897 r. patent J. Szezepanika na tzw. telektroskop /z wybieraniem realizowanym za pomocą oscylografu lusterkowego/, czy też patent M. Wolfkego /późniejszego światowej sławy fizyka/, który w 1898 r. jeszcze jako uczeń gimnazjalny patentuje cały system telewizji bezprzewodowej. Wolfke proponuje wykorzystywanie fal elektromagnetycznych jako nośnika sygnałów telewizyjnych i tarcz Nipkova jako urządzeń wybierających oraz rury Geislera jako źródła modulowanego światła przy syntezie obrazu.

Biorąc pod uwagę, że było już również możliwe przetwarzanie strumienia świetlnego pochodzącego od danego elementu obrazu na sygnał elektryczny /gdyż istniały już próżniowe fotokomórki emisyjne/ można było w zasadzie zrealizować wszystkie podstawowe procesy techniki telewizyjnej, tzn. zarówno analizę obrazu, jak i jego syntezę /z wykorzystaniem np. neonówek, czy innych lamp jarzeniowych/.

Wprowadzenie jednak zasady kolejnej analizy i jednocześnie kolejnej syntezy elementów obrazu /obowiązującej zresztą do dzisiaj/ wykorzystującej bezwładność wzroku ludzkiego stwarzało realnym odtwarzanie obrazów o dużej liczbie szczegółów, ale jednocześnie spowodowało bardzo znaczne zmniejszenie oszczędności toru telewizyjnego. Przyczyną tego był bowiem bardzo krótki czas działania światła na przetwornik optyczno-elektryczny przy analizie obrazu, jak również i odpowiednio krótki czas działania przetwornika elektryczno-optycznego przy jego syntezie. Do realizacji procesu telewizyjnego było więc konieczne odpowiednie wzmacnianie sygnału otrzymywanego przy analizie nadawanego obrazu. Do czasu odpowiedniego rozwoju elektroniki nie istniała jednak możliwość wzmacniania słabych sygnałów elektrycznych. Tu więc leżała główna przyczyna niemożności realizacji podstawowych procesów telewizji. Dopiero opracowanie lamp elektronowych, umożliwiających wzmacnianie sygnałów oraz rozwój elektroniki w okresie I wojny światowej spowodowały po jej zakończeniu rozwój radiofonii, a także realizację procesów prymitywnej początkowo telewizji już w końcowych latach dwudziestych XX wieku.

Powstaje więc wówczas szereg systemów telewizji 30-liniowej, które przy małej liczbie nadawanych obrazów wymagały pasma częstotliwości o szerokości porównywalnej z pasmem częstotliwości stosowanym w radiofonii. W związku z tym, takie sygnały telewizyjne mogły być i były nadawane przez niektóre średniofalowe stacje radiofoniczne /np. przez Moskwę, czy Berlin/. Można więc mówić już o pierwszych próbach realizacji telewizji.

Jakość obrazu, jaką mogły dawać systemy kilkudziesięcioliniowe nie mogła oczywiście zadowalać odbiorców. Do realizacji systemów, umożliwiających odtwarzanie obrazów o jakości względnie zadowalającej, należało więc czekać aż do czasu opracowania lamp elektronowych pozwalających na wzmacnianie sygnałów o stosunkowo szerokim pasmie częstotliwości, jakie otrzymuje się przy kolejnym wybieraniu obrazu w systemach o znaczącej liczbie linii.

Możliwości takie otworzyły się w początkach lat trzydziestych, z chwilą opracowania pentod o znacznym już nachyleniu charakterystyki statycznej /rzędu 4 - 6 mA/V/, które pozwalały wzmacniać sygnały szerokopasmowe, a także wobec znacznego, ogólnego rozwoju elektroniki w tym okresie. Pozwoliły one na realizację niezbędnych procesów telewizyjnych.

2. POWOŁANIE NAUKOWO-BADAWCZEJ KOMÓRKI TELEWIZYJNEJ W KRAJU I KIERUNKI PROWADZONYCH TAM BADAŃ

Z chwilą powstania Państwowego Instytutu Telekomunikacyjnego w 1934 r. jego ówczesny dyrektor prof. dr inż. Janusz Groszkowski, po zorientowaniu się w stanie i wynikach badań nad telewizją w świecie, uznał za konieczne podjęcie i prowadzenie badań nad telewizją również i w PIT. W związku z tym, w 1935 r. powołał w instytucie pierwszą w Polsce naukowo-badawczą i techniczną komórkę telewizyjną /tzw. Dział Techniczno-Badawczy Telewizji/, przeznaczoną do prowadzenia systematycznych badań nad telewizją. Organizację działu, prowadzenie i kierowanie badaniami powierzył autorowi.

Kierunek prowadzonych badań był oczywiście uzależniony od stanu i wyników badań z tego zakresu w świecie, jak i od istniejących możliwości krajowych. Chociaż w tym okresie były już opracowane w skali laboratoryjnej i częściowo nawet produkcyjnie lampy analizujące, takie jak ikonoskop Zworykina oraz dyssektor Farnsworth'a, to jednak nie były one jeszcze dla nas dostępne.

Natomiast, w zakresie reprodukcji obrazu w tym okresie były już opracowane i produkowane lampy obrazowe o średnicach ekranu do 12 cali, różniące się koncepcyjnie od obecnie stosowanych w telewizji kineskopów elektrostatycznym skupianiem wiązki elektronów i jej odchyleniem. Powodowało to pewne niedogodności, które można było wówczas pokonać, wykorzystując istniejące już podzespoły /np. tyratrony do odchylenia, których częstotliwość było łatwo synchronizować impulsami wytwarzanymi przy wybieraniu obrazu po stronie nadawczej/.

W tych warunkach badania mogły więc być prowadzone jedynie nad systemami mechaniczno-elektronowymi, w których wybieranie obrazu przy nadawaniu odbywało się za pomocą urządzeń mechanicznych, a reprodukcja odbieranego obrazu mogła już zachodzić na ekranie kineskopu. Do analizy obrazu przewidziano więc tarczę Nipkova i próżniową fotokomórkę cezową. Ponieważ czułość takiego systemu /ze względu na b. małą czułość fotokomórki oraz mały rozmiar otworów w tarczy/ była niewielka, więc dla uzyskania dostatecznego strumienia świetlnego, padającego na fotokatodę fotokomórki, należało użyć potężnej lampy łukowej /50 A/. Dopiero w dalszym etapie prac, wobec pojawienia się na rynku fotopowielaczy o dużym wzmacnieniu, uzyskiwanym przez emisję wtórną, można było zastąpić lampę łukową przez projekcyjną lampę żarową.

Podstawowe kierunki badań związane z telewizyjnym systemem mechaniczno-elektronowym obejmowały więc:

- 1/ wybór liczby linii systemu,
- 2/ opracowanie technologii wykonania tarczy wybierającej,
- 3/ opracowanie podstawowych elektronicznych układów systemu.

2.1. Wybór liczby linii systemu

Przy założeniu, że elementem wybierającym będzie wirująca tarcza z otworami, liczba linii systemu nie może być zbyt duża. Czynnikiem ograniczającym są tu rozmiary tarczy, gdyż

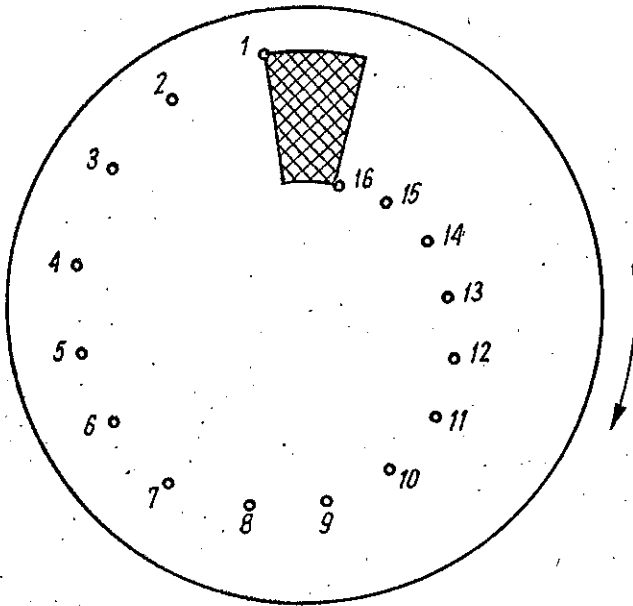
przyjmując nadawanie 25 obrazów na sekundę liczba obrotów tarczy będzie wynosić 1500 obr./min.

Powiększenie średnicy tarczy wybierającej, niezbędne przy wzroście liczby linii systemu, powoduje nieproporcjonalny wzrost oporów powietrza przy jej wirowaniu i wzrost mocy synchronicznego silnika napędzającego tarczę. Biorąc pod uwagę realne rozmiary otworów tarczy /ze względu zarówno na czułość systemu, jak i możliwości ich wykonania/ uzyskuje się średnicę tarczy rzędu ok. 90 cm dla systemów 90- lub 120-liniowych. Napęd takiej tarczy wymaga już mocy silnika napędowego rzędu 3 kW. Moc ta szybko będzie rosła przy dalszym powiększaniu rozmiarów tarczy. Z tych względów wybrano więc ostatecznie liczbę linii 90, a po uzyskaniu pozytywnych wyników badań powiększono ją do 120.

Można było usiłować opracować tzw. tarczę wielospiralną, która przy średnicy tego samego rzędu pozwalała uzyskiwać liczbę linii znacznie większą i proporcjonalną do liczby spiral. Należało jednak wówczas prędkość wirowania zwiększać również proporcjonalnie do liczby użytych spiral. Napęd takiej tarczy wymagałby użycia silnika napędowego o bardzo dużej mocy. Tego rodzaju rozwiązanie wymagało pracy tarczy praktycznie w próżni, jeśli moc silnika napędowego miała być utrzymana w rozsądnych granicach. Próby takie wykonywano, np. w Niemczech z tarczą umieszczoną na pompie próżniowej. W ówczesnych warunkach krajowych rozwiązanie takie nie wchodziło w rachubę i ostatecznie uznano, że dla celów poznawczych system 120-liniowy będzie umożliwiał uzyskiwanie wystarczającej jakości obrazu.

2.2. Technologia wykonania tarczy wybierającej

Klasyczna tarcza Nipkova ma otwory rozłożone równomiernie na spirali. Nadawany obraz powinien być wówczas rzutowany optycznie na tarczę w taki sposób, aby mieścił się pomiędzy pierwszym i ostatnim otworem tarczy. Pokazano to na rys. 1 przykładowo dla systemu 16-liniowego. Natomiast na rys. 2 przedstawiono spiralną tarczę 90-liniową.



Rys. 1. Rzutowanie obrazu na tarczę systemu 16-liniowego

Umieszczenie otworów tarczy na spirali powoduje dodatkowe utrudnienia wykonawcze, gdyż muszą być one rozmieszczone z dużą dokładnością. Ponieważ obraz 35 mm klatki filmowej odtwarzany na ekranie kinoskopu o średnicy ok. 30 cm ulega 10-krotnemu powiększeniu liniowemu, niedokładności kąтового rozmieszczenia otworów tarczy będą powodowały, że poszczególne linie wybierania będą poprzysuwane względem siebie i wobec tego pionowe linie obrazu będą miały załamania.

Natomiast niedokładności ustawienia promieniowego mogą powodować, że niektóre części poziome obrazu nie będą wybierane, inne zaś będą wybierane dwukrotnie. Wszystko to będzie wpływać na powstawanie zniekształceń w odtwarzanym obrazie.

W przypadku nadawania filmu kinematograficznego sprawa się upraszcza, jeśli zastąpić skokowy przesuw taśmy filmowej przesuwem ciągłym, usuwając tzw. Krzyż Maltański w projektorze;

wówczas otwory tarczy wybierającej mogą być rozłożone na okręgu, co ułatwi wykonanie tarczy.



Rys. 2. Tarcza wybierająca 90-liniowa
z otworami rozmieszczonymi na spirali

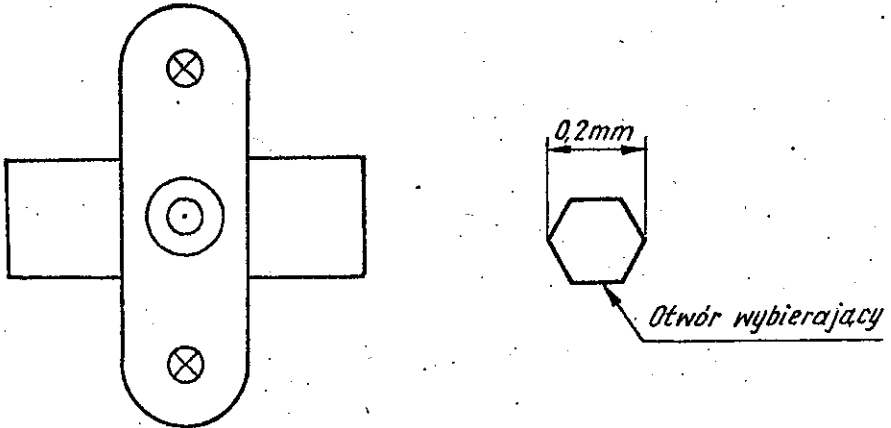
W oryginalnej tarczy Nipkova przewidziano w zasadzie wiercenie otworów w blasze tarczy, jednak w 1934 r. P.Mertz i F. Gray opublikowali artykuł dotyczący teorii wybierania, z którego wynikało, że najkorzystniejszym kształtem otworu

wybierającego jest kształt cosinusoidalny.^{x/} Najlepszą realizowalną aproksymacją takiego kształtu jest sześciokąt foremny, który można wytłaczać za pomocą odpowiednio ukształtowanego przebijaka. Ze względu jednak na bardzo małe rozmiary otworu /średnica koła opisanego na sześciokącie wynosiła ok. 0,2 mm/ wykonanie przebijaka stanowiło poważny problem. Należało go bowiem ręcznie doszlifowywać pod mikroskopem, aby osiągnąć właściwy kształt i rozmiar. Oprócz tego, sześciokąt powinien być otworem, a nie kanałem. Wobec tego grubość materiału, w którym wykonywać się będzie otwór powinna być znacznie mniejsza od średnicy otworu. Materiał, w którym będzie wykonywany otwór powinien być przy tym na tyle sprężysty, aby nie występowało jego "wygniatanie", lecz wypadanie przy uderzeniu przebijaka.

Jako materiału, w którym przebijano otwory użyto taśmy magnetycznej, zwanej "radiometalem" o grubości 0,03 mm, przy czym przebijak po wykonaniu otworu powinien być wchodzić w materiał o określonej twardości. Pożądane własności, jak się okazało, miał przekrój płyty bakelitowej. Płytkę z sześciokątnym otworem należało umieścić w odpowiednim miejscu taroży wybierającej i zamocować. W tym celu była ona dociskana przez płytkę aluminiową, dokręcaną do płytki wybierającej /rys. 3/.

W celu dokładnego rozstawienia płytek z otworami sześciokątnymi opracowano specjalny stół pomiarowy /rys. 4/. Na łożysku ciernym umieszczono grubą pomiarową tarozę mosiężną. Na tej taroży wrysowano z dużą dokładnością kątową dwie średnice tworzące kąt 3° oraz koncentryczny okrąg, o średnicy na jakiej powinny być umieszczone otwory taroży wybierającej.

^{x/} Mortz P., Gray F.: A theory of scanning and its relation to the characteristics of the transmitted signal in telephotography and television. Bell System Technical Journal, vol. 8, July 1934.



Rys. 3. Mocowanie płytki z otworem wybierającym

Tarczy wybierająca została zamocowana do tarczy pomiarowej i miała wywiercone otwory o średnicach wielokrotnie większych niż otwór wybierający, w celu umożliwienia oświetlenia otworu sześciokątnego w trakcie jego ustawiania.

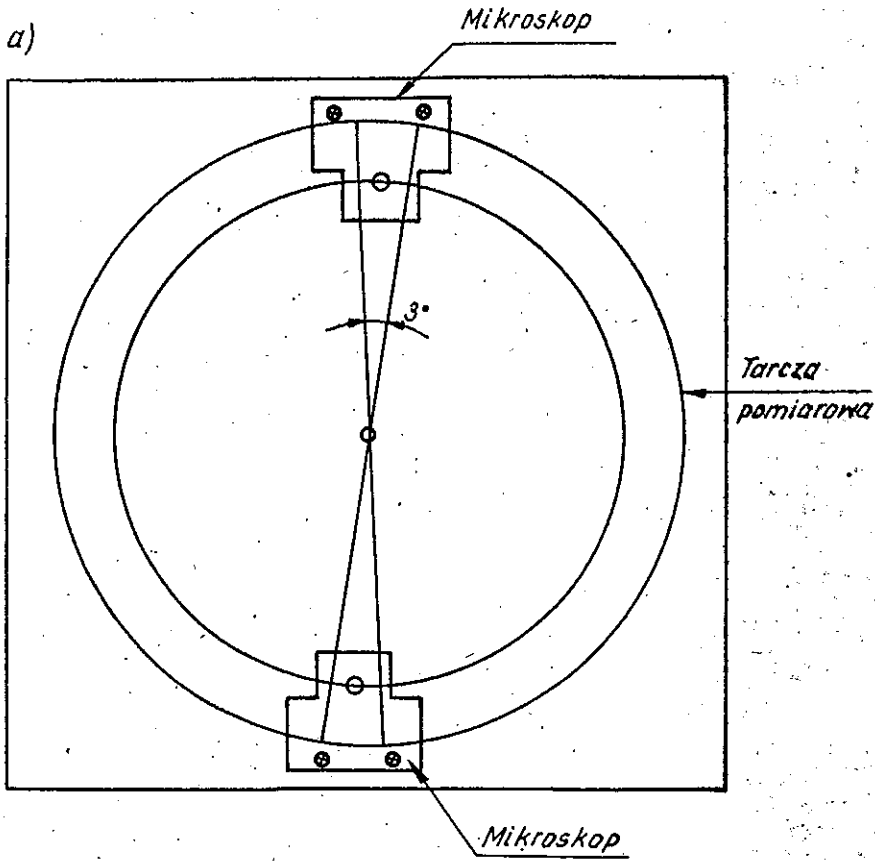
Ustawianie sześciokątnych otworów dokonywano za pomocą dwóch mikroskopów zamocowanych nad tarczą pomiarową i mających w okularach pionowe rysy. Przy pokrywaniu się rysy naniesionej w okularze, np. dolnego mikroskopu, z rysą naniesioną na tarczy pomiarowej /widoczną w otworach wywierconych w tarczy wybierającej/ tarczę pomiarową unieruchamiano. Płytkę z otworem sześciokątnym ustawiano wówczas tak, aby rysa okularu pokryła się z rysą naniesioną na tarczy pomiarowej oraz aby np. górny bok otworu sześciokątnego pokrył się z rysą naniesionego okręgu.

Po ustawieniu płytki z otworem sześciokątnym dokręcono płytkę dociskową. Następnie, obracano tarczę pomiarową o kąt 357° i jak poprzednio ustawiano następny otwór wybierający.

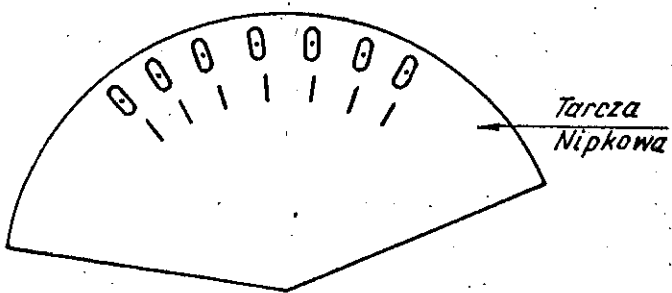
Na tarczy wybierającej nacięto również 120 wąskich szczelin prostokątnych, umożliwiających otrzymywanie na drodze fotoelektrycznej ciągu impulsów prostokątnych, służących do synchronizowania linii w odbiorniku telewizyjnym.

20

a)



b)



rys. 4. Stół do rozmieszczenia otworów i wycinek tarczy z rozmieszczonymi otworami
a/ stół pomiarowy; b/ wycinek tarczy

3. UKŁADY ELEKTRONICZNE W URZĄDZENIACH TELEKINEMATOGRAFICZNYCH

Przy wykorzystywaniu tarczy wybierającej do analizy obrazu klatki filmowej światło przenikające przez otwór wybierający pada na powierzchnię światłoczułą przyrządu fotoelektronowego. Powoduje to emisję elektronów proporcjonalną do wielkości strumienia świetlnego i wywołującą napięcia na rezystorze obciążającym przyrząd fotoelektronowy.

W pierwszych próbach używano do tego celu emisyjnej fotokomórki próżniowej, która umożliwiała uzyskiwanie sygnałów wizyjnych szerokopasmowych. Mała jednak czułość fotoelektronowa, jakimi charakteryzują się fotokomórki próżniowe, a także małe rozmiary otworów tarczy zmusiły do stosowania bardzo silnych źródeł światła. Z tego więc względu wykorzystywano do oświetlania klatki filmowej silnej lampy łukowej, takiej jakiej stosowano w kinematografach o dużych rozmiarach ekranu.

W tym okresie pojawiły się już w USA fotoelektronowe powielacze wykorzystujące emisję wtórną z szeregu kolejnych stopni wzmacnienia wewnętrznego. Miały one duże wzmacnienia prądowe. Zastosowanie takiego powielacza pozwoliło na zastąpienie lampy łukowej przez lampę żarową stosowaną w małych projektorach filmowych. Użycie fotopowielacza nie stwarzało trudności, gdyż należało jedynie doprowadzić odpowiednie napięcia do poszczególnych elektrod, z których następowała emisja wtórna.

Do wytworzenia ciągu impulsów synchronizujących o znacznie mniejszej szerokości pasma częstotliwości użyto fotokomórki gazowanej, o wielokrotnie większej czułości fotoelektronowej niż czułość fotokomórki próżniowej oraz odpowiedniej żarówki, podobnie zresztą jak do odtwarzania dźwięku z taśmy filmowej.

Jak już wspomniano wyżej, opracowanie lamp elektronowych o dużym nachyleniu charakterystyki umożliwiło opracowywanie wzmacniaczy szerokopasmowych i stworzyło realne możliwości

budowy urządzeń telewizyjnych dla systemów o większej liczbie linii. Pomimo to, należało jednak opracować szereg układów toru sygnału obrazu, wymagających pewnej inwencji konstruktorskiej, która wynikała z niedorozwoju elektroniki dla potrzeb nowej wówczas dziedziny radiokomunikacji, takiej jak telewizja.

Transmisja sygnałów wizyjnych pomiędzy ich źródłem a nadajnikiem musiała się odbywać za pomocą kabli współosiowych o małej impedancji falowej, należało więc rozwiązać sposób dopasowania impedancji wyjściowej końcowego stopnia wzmacniacza wizyjnego do impedancji falowej kabla. Nie był jeszcze wówczas znany wtórnik katodowy, a dopasowanie transformatorowe nie wchodziło w rachubę ze względu na szerokość pasma częstotliwości. Był to więc dość poważny problem. Jedynym narzucającym się tu rozwiązaniem było użycie wielu lamp o małej oporności wewnętrznej pracujących równolegle, aby wypadkowa oporność wewnętrzna układu była równa impedancji wejściowej kabla współosiowego.

W jednym np. z rozwiązań firmy RCA, opisanym w prasie, użyto w tym celu 6 modulacyjnych triod nadawczych o mocy 0,5 kW każda, aby dopasować się do impedancji kabla współosiowego równej 50 om. W opisywanym rozwiązaniu użyto kabla o impedancji równej 180 om, co uprościło sprawę i pozwoliło użyć 4 równoległych triod o oporności wewnętrznej rzędu 600 om i mocy rzędu kilkunastu Wat każda.

Drugą trudnością wywołaną również stanem rozwojowym elektroniki była sprawa zasilania stopnia dopasowującego do kabla współosiowego. Nie stosowano wówczas jeszcze elektronicznej stabilizacji napięcia źródeł zasilających. Oporność całkowita stopnia dopasowującego, która jest sumą oporności jego obciążenia i oporności wewnętrznej zasilacza, rosła więc gdy częstotliwość sygnału malała. W tym przypadku, najmniejszą częstotliwością sygnału wizyjnego było 25 Hz, co powodowało, że oporność źródła zasilającego stawała się porównywalna /a nawet większa/ od oporności obciążenia stopnia dopasowującego. Charakterystyka częstotliwościowa układu była zatem silnie

odkształcona w zakresie małych częstotliwości sygnału wizyjnego. W związku z tym należało, z jednej strony, znacznie powiększyć pojemność końcową filtra zasilacza, stosując baterię kondensatorów papierowych, a z drugiej - stosując układy korekcyjne w poszczególnych stopniach wzmacniacza wizyjnego. Poza tym, należało również zsumować sygnały obrazu z sygnałami synchronizującymi w jeden całkowity sygnał wizyjny. W rozwiązaniu tym zastosowano typowy układ sumowania sygnałów, tzn. układ dwu lamp pracujących na wspólne obciążenie, przy czym do obwodów siatkowych tych lamp doprowadzają się sygnały podlegające sumowaniu.

4. EKSPERYMENTALNA STACJA TELEWIZYJNA

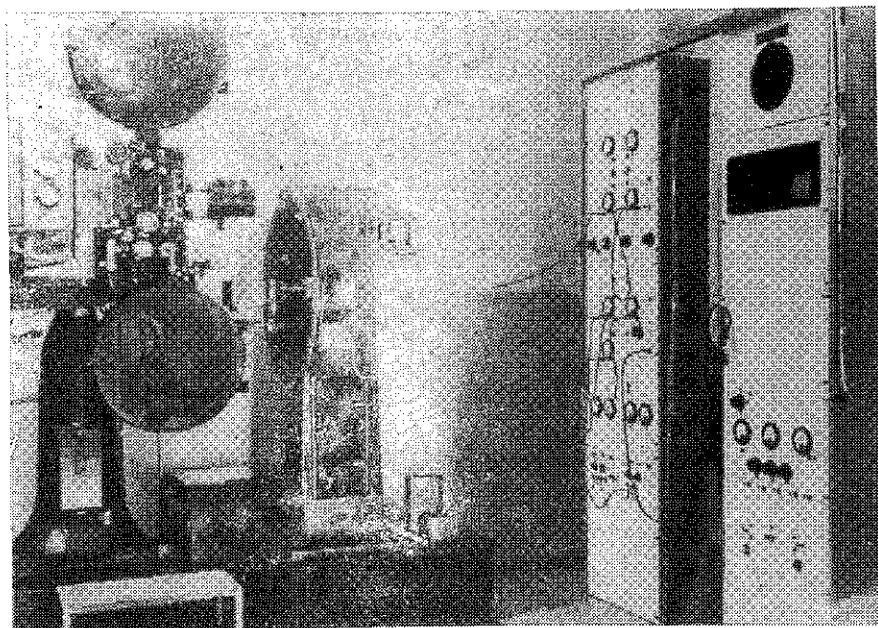
Pozytywne wyniki badań nad systemem telewizji 90-liniowej skłoniły ówczesne Ministerstwo Poczty i Telegrafów oraz "Polskie Radio" do podjęcia decyzji zbudowania i uruchomienia w gmachu "Prudential" /obecnie hotel "Warszawa"/ na placu Napoleona 9 /obecnie przy Placu Powstańców Warszawy/ eksperymentalnej stacji telewizyjnej, przede wszystkim dla potrzeb badawczych nad telewizją.

Dział Telewizji Państwowego Instytutu Telekomunikacyjnego miał przy tym zadanie opracowania aparatury telekinematograficznej o standardzie 120-liniowym, przy 25 nadawanych obrazach wraz z urządzeniami toru sygnału wizyjnego i fonicznego, urządzeniami kontrolnymi, jak również opracowanie modelowych odbiorników.

Natomiast "Polskie Radio" zobowiązało się do budowy nadajników telewizyjnych /sygnałów wizyjnego i fonicznego/ wraz z anteną nadawczą.

Próbną eksploatację stacji dla potrzeb badawczych podjęła po jej uruchomieniu utworzona w "Polskim Radio" komórka telewizyjna. Na rys. 5, 6, 7 i 8 pokazano fragmenty tej stacji.

Rys. 5 przedstawia urządzenie telekinematograficzne wraz ze stojakami urządzeń torów sygnału wizyjnego i dźwięku towarzyszącego oraz urządzeniami kontrolnymi i pomiarowymi.

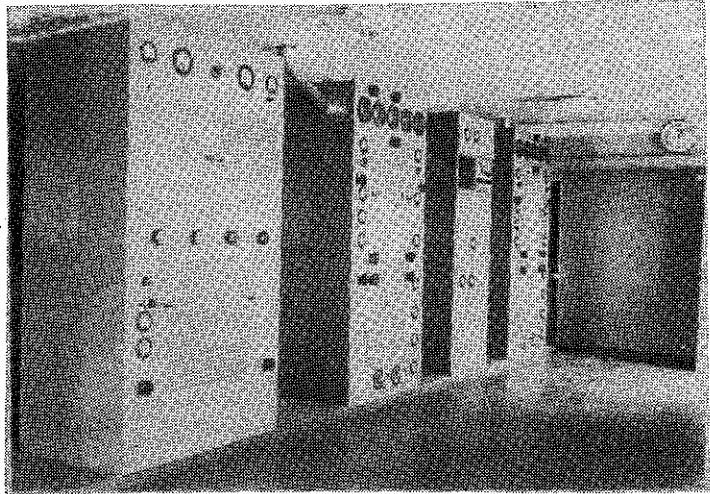


Rys. 5. Urządzenie telekinematograficzne wraz ze stojakami układów elektronicznych sygnałów wizyjnych i fonicznych oraz układami kontroli i pomiaru

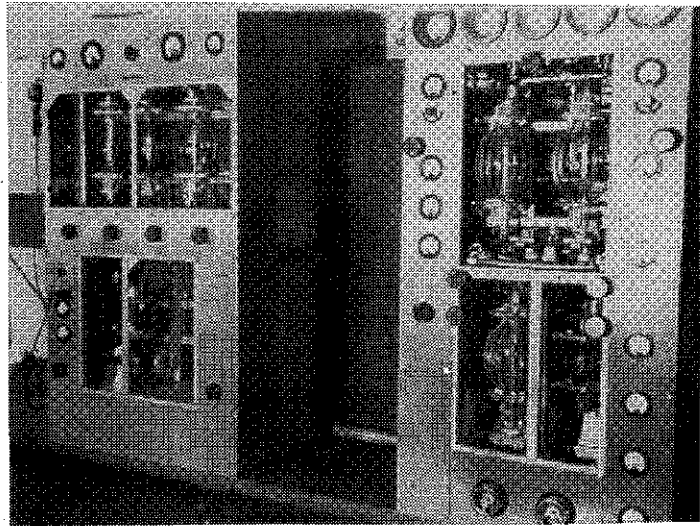
Na rys. 6 pokazano szafy nadajnika sygnału wizyjnego o mocy 1,1 kW z modulacją siatkową pracującego na częstotliwości 36,8 MHz.

Z kolei na rys. 7 widać szafy nadajnika fonicznego o mocy 0,5 kW z modulacją anodową, pracującego na częstotliwości 40 MHz. Przy budowie nadajników wykorzystano częściowo dokumentację konstrukcyjną firmy "Marconi", która dostarczyła już podobne nadajniki dla stacji telewizyjnej w Londynie.

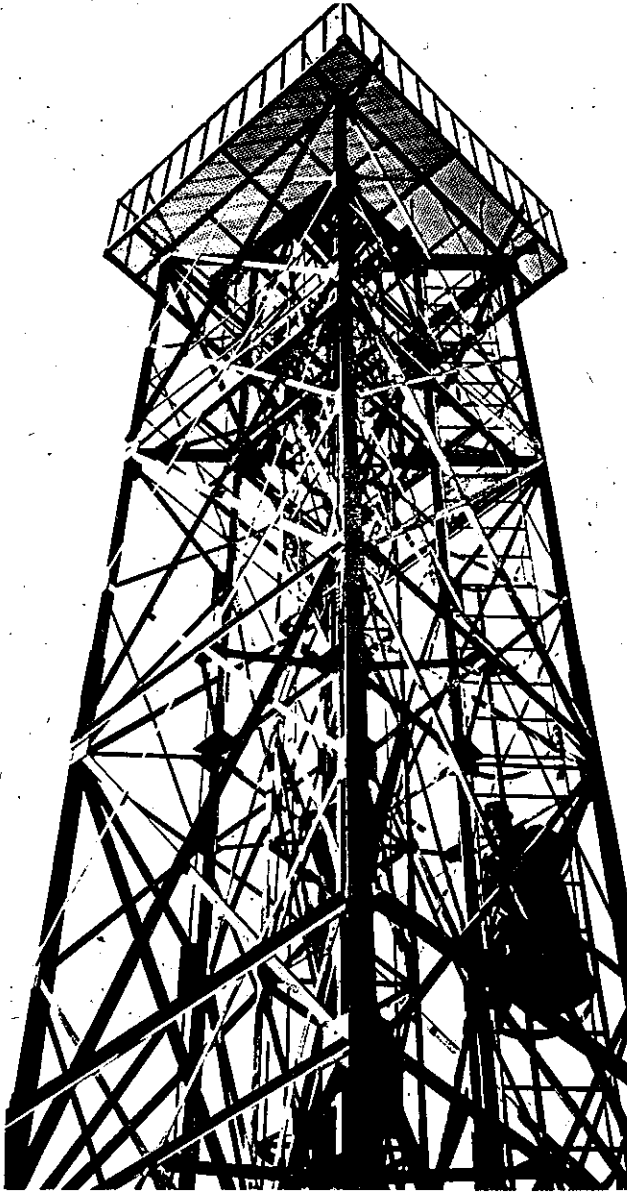
Antena nadawcza stacji była zbudowana na tarasie gmachu "Prudential" znajdującym się na wysokości 60 m, na którym umieszczono konstrukcję kratową o wysokości 16 m, z wysuwaną rurową konstrukcją wsporczą anteny o wysokości 11 m.



Rys. 6. Szafy nadajnika sygnałów wizyjnych



Rys. 7. Szafy nadajnika sygnałów fonicznych



Rys. 8. Wieża do umieszczenia wysuwanej anteny

Widok konstrukcji kratowej pokazano na rys. 8. Zasięg nadajnika wizyjnego wynosił ponad 20 km, a nadajnika fonicznego ok. 30 km.

Rys. 9 ilustruje uzyskiwaną wówczas jakość obrazu telewizyjnego. Należy zaznaczyć, że jakość obrazu bezpośrednio obserwowanego na ekranie kineskopu była zresztą znacznie lepsza, ze względu na znane trudności fotografowania obrazów telewizyjnych.



Rys. 9. Uzyskiwana jakość obrazu telewizyjnego

Aparatura telewizyjna została przekazana "Polskiemu Radiu" w połowie 1938 r., zaś w październiku 1938 r. dokonano

pierwszych prób odbioru sygnałów stacji, pracującej z prowizoryczną anteną. W początku 1939 r. stację wyposażono już we właściwą antenę i diplexer.

5. DALSZY PRZEDWOJENNE PRACE BADAWCZE NAD TELEWIZJĄ

Po przekazaniu aparatury telekinematograficznej "Polskiemu Radio" komórka telewizyjna tej organizacji podjęła eksperymentalne nadawanie obrazów filmowych, głównie dla potrzeb badawczych obu zainteresowanych instytucji. Przystąpiła również do opracowywania przyrządów pomiarowych, przeznaczonych do wyposażenia laboratorium telewizyjnego stacji i kontroli pracy nadajników telewizyjnych. Były to m.in.: wzmacniacze wizyjne, wzmacniacze w.cz. na fale ultrakrótkie, mierniki natężenia pola oraz modelowe odbiorniki telewizyjne.

Z kolei w PIT podjęto dalsze badania z zakresu telewizji. Były już wówczas dostępne pierwsze lampy analizujące typu ikonoskop. Główny kierunek badań skierowano na systemy całkowicie elektronowe. Zaczęto więc opracowanie toru kamerowego systemu 343-liniowego przy 25 obrazach na sekundę. Tor kamerowy w chwili wybuchu wojny był już praktycznie na ukończeniu. Opracowano również nadajnik sygnału wizyjnego dla potrzeb badawczych instytutu o mocy 0,2 kW, pracujący na częstotliwości 60 MHz z oryginalnym wówczas systemem modulacji szerokowej. Skonstruowano wówczas także szereg specjalistycznych przyrządów pomiarowych, jak np. fazometr szerokopasmowy, specjalny oscyloskop telewizyjny i inne.

Wybuch wojny przerwał dalsze prace nad telewizją w Polsce. Opracowane urządzenia Niemcy po zdemontowaniu wywieźli. Wysskokolona kadra pracowników rozproszyła się bądź też zginęła. Po wojnie prace należało więc rozpoczynać praktycznie od początku.

Alina Karwowska-Lamparska

PRACE W DZIEDZINIE SYSTEMÓW TELEWIZYJNYCH
PROWADZONE W INSTYTUCIE ŁĄCZNOŚCI

Prace badawcze z dziedziny telewizji prowadzone w okresie powojennym w Instytucie Łączności są w pewnym stopniu kontynuacją prac przedwojennych pomimo, że przerwa wojenna i straty poniesione w Polsce wskutek wojny zmuszały do rozpoczęcia prac praktycznie od nowa, od podstawowych problemów tej techniki. Badania objęły początkowo całość problematyki telewizyjnej, a po powstaniu innych telewizyjnych ośrodków badawczych w kraju koncentrowały się przede wszystkim na zagadnieniach systemowych, zgodnie z zainteresowaniami resortu łączności. Obejmowały one kolejno:

- systemy i urządzenia telewizji czarno-białej,
- systemy telewizji kolorowej,
- systemy i urządzenia telewizji cyfrowej,
- systemy i urządzenia telewizji analogowo-cyfrowej
/systemy transmisji składowych sygnału/.

Równolegle prowadzono również prace z zakresu miernictwa telewizyjnego, opracowując metody i przyrządy pomiarowe niezbędne do badań systemowych.

Badania rozpoczęto w 1947 r. od zagadnień elektronicznej analizy i syntezy obrazu dla telewizji 441-liniowej. Na podstawie uzyskanych wyników badań, uwzględniających również i doświadczenia przedwojenne, opracowano i - dla potwierdzenia tych wyników - skonstruowano komplet urządzeń toru wizyjnego, przeznaczonego do nadawania obrazów zarówno ze studia jak i spoza studia.

Opanowanie podstawowych problemów telewizji elektronicznej pozwoliło, wobec ogólnoeuropejskiej tendencji normalizacji dla Europy systemu 625-liniowego, na podjęcie z kolei badań nad takim systemem. Pierwszy zespół odpowiednich modelowych

urządzeń studyjnych został oddany do użytku w 1950 r. Pozytywna ocena wyników tej pracy skłoniła władze do wydania decyzji uruchomienia Doświadczalnego Ośrodka Telewizyjnego w Instytucie Łączności, zdolnego do nadawania eksperymentalnego programu i wyposażonego wyłącznie w urządzenia opracowane w Instytucie jako wyniki prowadzonych badań.

Plan uruchomienia ośrodka telewizyjnego nadającego normalne programy postawił przed komórką badawczą Instytutu Łączności wiele nowych problemów do rozwiązania. Dotyczyły one analizy filmów kinematograficznych, nadajników telewizyjnych, anten szerokopasmowych i odbiorników telewizyjnych. Badania związane z tymi problemami doprowadziły do opracowania dwóch studyjnych torów kamerowych wraz z niezbędnym wyposażeniem sterującym i kontrolnymi urządzeniami reżyserskimi oraz nadajnikiem telewizyjnym na zakres fal metrowych, z niezbędną kontrolą i zespołem antenowym. Zespół tych urządzeń był zlokalizowany w wieżowcu znajdującym się naprzeciw ówczesnej siedziby IL w Warszawie przy ul. Ratuszowej. Transmisja sygnałów telewizyjnych pomiędzy studiem i nadajnikiem odbywała się za pomocą kabli współosiłowych wyposażonych w odpowiednie wzmacniacze i korektory zniekształceń.

Doświadczalna Stacja Telewizyjna Instytutu Łączności rozpoczęła w październiku 1952 r. regularne nadawanie programów telewizyjnych przygotowywanych przez Komitet ds. Radia i Telewizji. Programy te były odbierane na terenie całej Warszawy i najbliższych jej okolic. Przez następne dwa lata Instytut prowadził badania o charakterze eksploatacyjnym, opracowując jednocześnie wiele innych urządzeń eksploatacyjnych, a w szczególności urządzeń telekinematograficznych. Następnie na skutek decyzji przeniesienia urządzeń i wyposażenia ośrodka telewizyjnego na Plac Powstańców całość aparatury studyjnej i nadawczej została przekazana do specjalnie zorganizowanego przez Komitet ds. Radia i Telewizji Doświadczalnego Ośrodka Telewizyjnego, przeznaczonego wyłącznie do nadawania programów telewizyjnych. Uruchomienie tego ośrodka zostało przeprowadzone przez specjalistów IL, a trzon kadro-

wy tego ośrodka stanowili również pracownicy IL, którzy zostali przeniesieni do pracy w DOT.

Rozpoczęcie w Polsce eksploatacji telewizji stworzyło konieczność prowadzenia w IL nowych kierunków badań, dotyczących opracowania planu pokrycia kraju zasięgiem odbioru telewizyjnego, czyli opracowania planu sieci nadajników telewizyjnych. Na podkreślenie zasługują tu badania określania optymalnego stosunku mocy nadajników sygnału i dźwięku stacji telewizyjnej oraz obszernie badania związane z określeniem tzw. współczynników ochronnych sygnału telewizyjnego, czyli wartości wymaganych stosunków sygnału użytecznego do sygnałów zakłócających. Należyty dobór tych współczynników zapewnia zadowalający odbiór nadawanego programu. Wyniki omawianych badań były nie tylko wykorzystywane do zaplanowania sieci nadajników telewizji czarno-białej w kraju, lecz również były przedstawiane w organizacjach międzynarodowych, a głównie w CCIR i zostały zamieszczone w odpowiednim Załoconiu CCIR.

Badania z zakresu miernictwa telewizyjnego obejmowały wówczas przede wszystkim zagadnienie pomiaru parametrów technicznych emisji sygnałów telewizyjnych dla potrzeb kontroli jakości tych emisji. Zostały wtedy opracowane metody i modele użytkowe urządzeń do pomiaru parametrów obwiedni sygnału wizyjnego, głębokości modulacji i nachylenia zboczy impulsów synchronizujących metodą wychyłową, jak również wiele innych metod i przyrządów pomiarowych specyficznych dla techniki telewizyjnej.

Prace badawcze z zakresu systemów telewizji kolorowej podjęto w Instytucie Łączności w 1955 r. Kierunek ich był jednak inny niż kierunek badań systemów telewizji czarno-białej. Po okresie badań poświęconych na ogólne rozeznanie zagadnień telewizji kolorowej /w skali światowej pojawiło się już wiele propozycji międzynarodowej normalizacji systemu/, przystąpiono do porównawczego badania własności poszczególnych systemów, aby określić ich przydatność do eksploatacji w warunkach krajowych. Prace te były włączone do ogólnoeuropejs-

skich badań proponowanych systemów, organizowanych na dużą skalę przede wszystkim przez CCIR i UER.

Badaniom w ramach Europy podlegały głównie systemy NTSC w wersji europejskiej, tzn. 625-liniowej i przy 50 półobrazach na sekundę, różne wersje systemu SECAM, a nieco później i systemu PAL. Zakres prowadzonych badań dotyczył przede wszystkim wpływu niekształceń linearnych i nieliniarnych, szumów o różnym kształcie widma oraz zagadnień odpowiedniości systemu telewizji kolorowej z eksploatowanym systemem telewizji czarno-białej. Badania prowadzono na podstawie statystycznie ocenianej jakości odbieranego obrazu kolorowego, przy czym określano zarówno wpływ oddziaływania jednego typu zniekształcenia, jak i sumaryczne oddziaływanie różnego rodzaju zniekształceń oraz zakłóceń. Porównanie systemów przeprowadzano zarówno w warunkach laboratoryjnych, przy których w tor sygnału wizyjnego /za pomocą opracowanych specjalnie w tym celu urządzeń/ wprowadzano określone wartości zniekształceń czy zakłóceń, jak i w rzeczywistych warunkach eksploatacyjnych. Na podkreślenie zasługują tu między innymi badania własności omawianych systemów przy transmisji sygnałów na wielkie odległości za pomocą linii radiowych i kablowych. W ramach tych badań dokonano próbných transmisji sygnałów pomiarowych i obrazów kolorowych na pętli Warszawa-Gdańsk-Kalininograd-Ryga-Tallin-Leningrad-Moskwa-Kijów-Lwów-Katowice-Warszawa, a także na trasach: Paryż-Praga-Warszawa-Londyn-Praga-Warszawa, Berlin-Praga-Warszawa /tam i z powrotem/.

Wyniki badań prowadzonych w IL przedstawiono jako dokumenty administracji PRL w 11 Komisji Studiów CCIR, w III Grupie Studiów OIRT oraz w OWL. Były one przy tym brane pod uwagę przy podsumowywaniu w CCIR wyników badań ogólnoeuropejskich, a więc i przy wyborze systemów telewizji kolorowej.

Opracowywane wówczas urządzenia telewizji kolorowej miały charakter pomocniczy i przeznaczone je jedynie do prowadzenia badań. Należały do nich np. takie urządzenia, jak: reaktor przezroczystości kolorowych jako źródło znormalizowanych

obrazów wykorzystywanych przy badaniach, urządzenia do wprowadzania określonych zniekształceń telewizji kolorowej, urządzenia wprowadzające określone zakłócenia do sygnału i inne. Ponadto, w celu zdobycia pewnych doświadczeń związanych z odbiorem sygnałów telewizji kolorowej w mieście, opracowano i wykonano nadajnik telewizyjny o mocy promieniowanej rzędu 1 kW, pracujący w zakresie fal decymetrowych i przeznaczony do nadawania sygnałów telewizji kolorowej. Nadajnik ten wraz z anteną został zainstalowany w gmachu Instytutu Łączności w Miedzeszynie, skąd przez kilka miesięcy nadawano proste programy telewizji kolorowej.

Dalsze prace związane z systemami telewizji kolorowej, dotyczyły weryfikacji sieci nadawczych telewizji czarno-białej i ich ewentualnego przystosowania do warunków stawianych przez telewizję kolorową. Prace te obejmowały głównie dwa zagadnienia: określenie współczynników ochronnych sygnału telewizji kolorowej systemu SECAM, w zależności od różnych oddziaływujących nań wpływów, a także określenie minimalnych wartości natężenia pola odbieranego sygnału w.cz. telewizji kolorowej w różnych warunkach jego odbioru i dla różnych typów odbiorników będących w eksploatacji w kraju. Wyniki tych badań wykorzystywano nie tylko przy weryfikacji planu sieci nadajników telewizji kolorowej w kraju, lecz również przedstawiano w organizacjach międzynarodowych CCIR i OIRT.

Równoległe z badaniami systemów telewizji kolorowej prowadzono również badania z zakresu mierniotwa tych systemów, opracowując metody i modele użytkowe przyrządów do pomiaru podstawowych parametrów technicznych telewizji kolorowej. Opracowano wówczas: generator typowych pomiarowych sygnałów telewizyjnych, miernik zniekształceń fazy różnicowej i wzmocnienia różnicowego, kilka sztuk analizatora wstęp bocznych modulacji nadajnika telewizyjnego, opartego na analizie widmowej badanego sygnału, zestaw do pomiaru parametrów jakościowych toru za pomocą sygnałów pomiarowych nadawanych na liniach kontrolnych w okresie wygaszania pola obrazu telewizyjnego i inne.

Badania nad telewizyjnymi systemami cyfrowymi podjęto w Instytucie Łączności w 1973 r. Po okresie rozpoznawczym, tzn. poczynwszy od 1975 r. są już prowadzone badania systematyczne. Dla sygnałów telewizji kolorowej systemu SECAM, oprócz analizy teoretycznej, wykonano szereg badań polegających na subiektywnej ocenie jakości odtwarzanego obrazu analogowego dla różnych wartości poszczególnych parametrów systemu. Oceny zauważalności zniekształceń, uzyskane przez grupę tzw. "standardowych obserwatorów" następnie opracowano metodami statystycznymi, przy czym badania przeprowadzono zgodnie z Zaleceniem CCIR nr 500-2. Badania dotyczyły podstawowych zagadnień cyfryzacji systemów telewizyjnych, a w szczególności: rodzaju i pasma częstotliwości analogowych sygnałów wejściowych, podlegających cyfryzacji, optymalnych parametrów /częstotliwości i struktury/ próbkowania, charakterystyk filtrów wejściowych, sposobów kwantowania tych sygnałów oraz metod ich kodowania za pomocą modulacji impulsowo-kodowej.

Wyniki tych badań pozwoliły na zaproponowanie w ramach CIPT podstawowych parametrów systemu cyfrowego o prędkości bitowej 216 Mbit/s, przeznaczonego dla ośrodków telewizyjnych i zapewniającego wysoką jakość obrazu na wyjściu z ośrodka. Propozycja ta, w ramach dwustronnych porozumień CIPT - UER oraz po porównaniu wyników badań obu organizacji, została przez nie zgłoszona do CCIR i została zatwierdzona jako Zalecenie CCIR. Jest to pierwsze w historii rozwoju telewizji zalecenie systemowe CCIR o zasięgu światowym.

Pasma częstotliwości telewizyjnego sygnału cyfrowego przy prędkości bitowej 216 Mbit/s nie może być obecnie wykorzystywane w praktyce dla potrzeb transmisyjnych, zatem aktualnie są prowadzone badania metod tzw. "oszczędnego kodowania", wykorzystujących statystycznie cechy obrazu telewizyjnego oraz właściwości ludzkiego wzroku. Umożliwiają one usunięcie z sygnału wizyjnego nadmiaru informacji /tzw. zmniejszenie redundancji/ bez obniżania ocenianej subiektywnie jakości odtwarzanego obrazu analogowego. Badania do-

tyczą przede wszystkim tzw. wewnątrzpolowej różnicowej modulacji impulsowo-kodowej i obejmują określenie podstawowych parametrów systemu, takich jak: wybór optymalnego algorytmu tworzenia prognoz sygnału luminancji i sygnałów różnicowych kolorowości obrazu, liczby bitów na próbkę itp.

Wyniki tych badań pozwoliły już na opracowanie propozycji telewizyjnego standardu cyfrowego dla transmisji sygnałów telewizyjnych, zarówno naziemnej jak i satelitarnej, która została zgłoszona jako dokument PRL w III GS OIRT. Proponowany system o prędkości bitowej 70 Mbit/s ma wykorzystywać dwa standardowo kanały satelitarne bądź dwa tory o przepływności $3\frac{1}{4}$ Mbit/s /III rząd hierarchii systemów telekomunikacyjnych/. Przy dysponowaniu torami transmisyjnymi o przepływności ok. 140 Mbit/s /IV rząd hierarchii systemów telekomunikacyjnych/ umożliwia on przesłanie dwóch programów telewizyjnych jednym torom transmisyjnym. Na podstawie uzyskanych wyników badań opracowano modele laboratoryjne odpowiednich układów kodera i dekodera cyfrowego.

Równoległe z badaniem telewizyjnych systemów cyfrowych, rozpoczęto w r. 1984 badania systemów analogowo-cyfrowych nazywanych w literaturze systemami MAC, polegających na transmisji składowych sygnału telewizji kolorowej z ich kompresją i zwielokrotnieniem w czasie. Badania te dotyczyły bądź dotyczą podstawowych parametrów systemu dla obowiązującego u nas standardu telewizji kolorowej, a w szczególności: współczynnika kompresji sygnałów składowych całkowitego sygnału wizyjnego, pasma częstotliwości tych sygnałów przed i po kompresji, metody zwielokrotniania sygnałów oraz liczby i rodzaju sygnałów dodatkowych, przesyłanych łącznie z sygnałem wizyjnym. Wyniki badań prowadzonych w IL zostały już przedstawione jako dokumenty administracji PRL w III Grupie Studiów OIRT. Na ich podstawie opracowano modele laboratoryjne układów nadawczego i odbiorczego.

W ostatnich latach podjęto również prace nad perspektywicznymi systemami telewizji kablowej opartymi na telewizyjnej technice cyfrowej i z wykorzystaniem światłowodów. Prace

te są prowadzone w ramach współpracy naukowo-technicznej krajów członków RWPG w związku z podpisaniem przez resort łączności odpowiedniego porozumienia w ramach Sekcji Nr 7 SK PRE/RWPG. Badania te dotyczyły lub dotyczą opracowania systemu przejściowego od konwencjonalnej telewizji kablowej analogowej do telewizji kablowej czysto cyfrowej, wymagającej torów kablowych o szerokim pasmie przenoszonych częstotliwości. Zadanie techniczne na taki system zostało przedstawione w Sekcji Nr 7 SK PRE RWPG w roku 1986.

Instytut Łączności prowadzi również badania dotyczące systemów przesyłania dodatkowych informacji w sygnale telewizyjnym. Aby umożliwić pomiar parametrów sygnałów teletekstu, obecnie opracowywane się miernik tych parametrów metodą "wykresu oka".

Podjęto także badania porównawcze systemów przesyłania dwóch dźwięków w telewizji, tzn. przy położeniu częstotliwości nośnej drugiego dźwięku poniżej lub powyżej częstotliwości nośnej pierwszego dźwięku. Badania obejmują przede wszystkim określenie współczynników ochronnych przy przesyłaniu sygnałów drugiego dźwięku powyższymi metodami.

Prowadzi się również badania dotyczące możliwości i celowości wprowadzenia w kraju systemu wideotekstu, tzn. systemu umożliwiającego odtwarzanie na ekranie odbiornika telewizyjnego znaków alfanumerycznych i graficznych, przesyłanych w postaci odpowiednich sygnałów liniami telefonicznymi, ze specjalnie utworzonych banków informacji. Opracowane zostały modele urządzeń wideotekstowych, utworzono eksperymentalny bank danych, zawierający 30 stron informacji i przeprowadzono pokazy systemu dla instytucji podległych resortowi łączności, wraz z ankietyzacją w sprawie celowości wprowadzenia takiej usługi w ramach działalności resortu. Uzyskano pozytywną opinię o celowości wprowadzenia systemu, podjęto więc prace dotyczące badania przydatności krajowych łączności międzymiastowych do transmisji sygnałów wideotekstu. Wyniki tych badań zostaną przedstawione kierownictwu resortu łączności dla umożliwienia podjęcia odpowiednich decyzji, dotyczących wprowadzenia omawianego systemu w Polsce.

Wanda Trzebunia-Siwioka
Centrum Naukowo-Badawcze
Techniki Radia i Telewizji
CENRIT

POSTĘPY W DZIEDZINIE TECHNIKI STUDYJNEJ TELEWIZJI

W okresie powojennym prace nad telewizją w Polsce prowadzono w Państwowym Instytucie Telekomunikacyjnym, w Zakładzie Telewizji kierowanym przez prof. Lesława Kędzierskiego.

Na przełomie lat czterdziestych i pięćdziesiątych opracowano i wykonano urządzenia telewizyjne najpierw w standardzie 441-liniowym, a później 625-liniowym. W zestaw ten wchodziły: kamery telewizyjne, generator synchronizujący, stoły kontrolne i urządzenia mikserskie oraz odbiorniki TV.

Pierwszy publiczny pokaz telewizji odbył się w grudniu 1951 r. w siedzibie Związku Nauczycielstwa Polskiego przy ul. Smulikowskiego w Warszawie, z okazji wystawy "Radio w walce o pokój i postęp". W sali widowiskowej, na oddzielonej szybie od widowni scenie, urządzono studio telewizyjne. Pracowały w nim dwie kamery, jedna 441- druga 625-liniowa. Na widowni ustawiono odbiorniki telewizyjne: dwa 441-liniowe i cztery 625-liniowe. Sygnały wizyjne i foniczne do nich doprowadzono bezpośrednio z urządzeń mikserskich. W tym pierwszym studio telewizyjnym występowali znani aktorzy - Alina Janowska, Hanka Bielicka, Jerzy Michotek, Wiech i inni. W ciągu kilkunastu dni trwania wystawy pokazy obejrzało około 100 tysięcy osób.

Po tym pierwszym publicznym wystąpieniu, zespół Zakładu Telewizji /już w Instytucie Łączności/ kontynuował prace nad budową drugiego toru kamerowego 625-liniowego i dalszych urządzeń współpracujących. Zbudowano też nadajnik telewizyjny o mocy 1 kW, pracujący na częstotliwości ok. 90 MHz. Jedną z hal warsztatowych w Instytucie Łączności przy ul. Ratuszowej zaadaptowano na studio telewizyjne. Wszystkie te

działania pozwoliły na rozpoczęcie systematycznego nadawania programów telewizyjnych. Pierwszy program nadano w dniu 25 października 1952 r. Półgodzinne programy nadawano początkowo raz w tygodniu, w piątki. Program był opracowywany przez Samodzielną Redakcję programów Telewizyjnych przy Komitecie ds. Radiofonii "Polskie Radio".

Studio o powierzchni ok. 70 m² wyposażono w sprzęt pracujący w standardzie 625-liniowym: dwie kamery ikonoskopowe, mikser wizyjny i foniczny, stoły kontrolne, generator synchronizujący, wszystko własnej konstrukcji. Kamery miały jeden stały obiektyw i wizjer optyczny, a ustawiono je na trójnogach z kółkami. Na podwyższeniu zlokalizowano oszkloną reżyserkę. Umieszczono w niej stoły kontrolne kamer z monitorami, oscyloskopami kontrolnymi, wzmacniaczami wizji z regulowanym wzmocnieniem i generatorami sygnałów do kompensacji sygnałów fałszywych ikonoskopów. Ponadto stał tam stół kontrolny liniowy zawierający, oprócz monitora i oscyloskopu, mikser wizyjny, umożliwiający przełączanie sygnałów z kamer, szybkie lub płynne - przez przenikanie. Znajdował się tam również stół mikserski foniczny i gramofon, z którego nadawano muzykę. Z białonu nad reżyserką zapalano i przesuwano reflektory oświetlające scenę.

Obsługę techniczną stanowili pracownicy Zakładu Telewizji - konstruktorzy urządzeń.

W roku 1954 powstał Doświadczalny Ośrodek Telewizyjny zlokalizowany na Pl. Powstańców Warszawy. Pierwszy program z tego ośrodka nadano 22 lipca 1954 r. Nowe studio miało powierzchnię 240 m². Do studia tego przeniesiono sprzęt ze studia na ul. Ratuszowej, uzupełniony o nowe urządzenia: kamerę superortikonową z tarczą z czterema obiektywami i elektronicznym wizjerem oraz telekino na taśmę 35 mm i kamerę ikonoskopową z diplekserem optycznym. Wszystko to zbudowano w Zakładzie Telewizji Instytutu Łączności.

Począwszy od 1954 r. baza studyjna Polskiej Telewizji rozrastała się bardzo szybko. W 1956 r. zakupiono w Związku Radziokim wyposażenie dla punktów transmisyjnych w Pałacu

Kultury i Nauki, a następnie w angielskiej firmie Marconi urządzenia dla dwóch studiów na Pl. Powstańców. Nowe urządzenia zawierały już kamery superortikonowe. Wyposażenie studiów uzupełniły: telekino dla filmów 35 mm i 16 mm oraz urządzenie umożliwiające rejestrację obrazu telewizyjnego na taśmie filmowej 16 mm /tzw. telerecording/. Zakupiono też wozy transmisyjne w angielskiej firmie PYE.

Zacząły powstawać regionalne ośrodki telewizyjne: w Łodzi /1956 r./, w Poznaniu i Katowicach /1957 r./, we Wrocławiu i Krakowie /1958 r./, w Gdańsku /1959 r./ i w Szczecinie /1960 r./. W Warszawie wybudowano Centrum Telewizyjne przy ul. Woronioza 17. Ośrodki te były początkowo wyposażone w sprzęt importowany z Francji i Anglii a następnie, po uruchomieniu własnej produkcji urządzeń telewizyjnych w WZT, w sprzęt polski, uzupełniany tylko importem. Trzeba tu podkreślić, że w drugiej połowie lat sześćdziesiątych praktycznie wszystkie urządzenia dla studiów telewizyjnych, zarówno wizyjne jak i foniczne, były produkowane w kraju - w Zakładzie Telewizyjnego Sprzętu Profesjonalnego przy WZT oraz w Zakładach FONIA, połączonych z Centralnym Naukowo-Badawczym Laboratorium Radia i Telewizji.

Początkowo programy telewizyjne tworzone "na żywo"; spektakle nadawano bezpośrednio ze studia na antenę. Jednak mimo nieraz bardzo trudnych warunków lokalowych i skromnej bazy technicznej powstawały programy o wysokim poziomie artystycznym.

Przełom w sposobie pracy telewizyjnych ośrodków studyjnych w Polsce i na świecie nastąpił z chwilą wprowadzenia, w latach sześćdziesiątych, zapisu magnetycznego sygnałów wizyjnych. Jakość produkowanych magnetowidów szybko poprawiała się i już wkrótce stało się regułą zapisywanie programów na taśmie oraz odtwarzanie ich do emisji w terminie późniejszym. Tak więc magnetowid pozwolił na rozdzielenie w czasie procesu produkcji od emisji programu, czyniąc z nich dwa odrębne procesy. I tu trzeba wspomnieć, że znaczną część pracujących w kraju magnetowidów produkował krajowy Zakład FONIA,

wodług opracowania Centralnego Laboratorium Radia i Telewizji. Technika zapisu magnetycznego rozwijała się bardzo dynamicznie. Magnetowidy na taśmę 2-calową zostały zastąpione magnetowidami na taśmę 1-calową. Obecnie prowadzi się intensywne prace nad zapisem na taśmach 1/2 i 1/4-calowych.

Na przełomie lat siedemdziesiątych i osiemdziesiątych wprowadzono do eksploatacji automatyczne systemy montażu taśm wizyjnych. Pozwoliło to na dalsze zmiany metod pracy studiów telewizyjnych, które zwracają w kierunku techniki produkcji filmów. Nagrywane na taśmę pojedyncze sceny są w razie potrzeby wielokrotnie powtarzane i następnie w procesie montażu tworzy się ostateczną postać programu. Czy metoda ta przyczyniła się do podwyższenia wartości artystycznej programów - oceny są bardzo różne.

Innym momentem przełomowym w Ośrodkach Telewizyjnych było wprowadzenie w końcu lat sześćdziesiątych telewizji kolorowej. Telewizja Polska rozpoczęła próbne emisje telewizji kolorowej w dniu 18.03.1970 r., a emisję stałą w ramach I i II programu ogólnopolskiego w dniu 6.12.1971 r. Stopniowo liczba programów kolorowych rosła, wypierając całkowicie emisję czarno-białą. Wymagało to stopniowej wymiany całości sprzętu w studiach telewizyjnych. Większa część wyposażenia pochodziła z importu, jednak stopniowo coraz większy był udział produkcji własnej. W ZTSP^{x/} montowano kamery kolorowe firmy BOSCH, a w Centrum Naukowo-Dadawczym Radia i Telewizji opracowywano oraz produkowano miksery wizyjne i inny sprzęt.

Powszechne wprowadzenie telewizji kolorowej umożliwił szybki postęp w dziedzinie półprzewodników i mikroelektroniki. Znacznie bardziej skomplikowane oraz zawierające więcej podzespołów urządzenia telewizji kolorowej są mniejsze niż były urządzenia telewizji czarno-białej. W studyjnych

x/ Zakład Telewizyjnego Sprzętu Profesjonalnego.

kamerach kolorowych pracują plumbikony - lampy analizujące znacznie mniejsze i bardziej oszczędne niż superortikony.

Telewizja kolorowa zrewolucjonizowała też scenografię telewizyjną. Szerokie zastosowanie znalazło elektroniczne podkładanie pod sylwetki aktorów czy prezenterów, tła z innej kamery metodą tzw. inkrustacji tła kolorowego /czyli kolorowej projekcji tylnej/. Metoda ta, znana już i w telewizji czarno-białej, dopiero z ohwilą możliwości operowania kolorami okazała się w pełni skuteczna i jest powszechnie stosowana.

Przełom lat siedemdziesiątych i osiemdziesiątych to lata wprowadzenia automatyzacji. Początkowe wielkie zamiary dotyczące automatyzacji pracy ośrodków, ograniczyły się później do jednostkowej tylko w skali światowej automatyzacji emisji, np. w Japonii czy w Kanadzie. Uznano, że pełna automatyzacja procesów studyjnych nie jest możliwa. Automat nie może zastąpić człowieka, jego inwencji twórczej, ale może go wspomagać i ułatwiać mu pracę. Automatyzacja strojenia kamer poprawia jakość i stabilność obrazu, zaś automatyzacja montażu ułatwia i przyspiesza procesy montażowe. W ostatnich latach mikrokomputery zaczynają wchodzić do urządzeń studyjnych w coraz większym stopniu.

W urządzeniach mikserskich również pojawiły się elementy automatyzacji, ale w postaci możliwości zapamiętania opracowanego w czasie prób przejścia mikserskiego i samoczynnego odtwarzania go w czasie nagrania. Jest to sprawa istotna, gdyż mikser wizyjny jest jednym z tych urządzeń studyjnych, które przeszły olbrzymią ewolucję - od prostych urządzeń przełączających i tłumika mikserskiego do skomplikowanych wielotorowych urządzeń umożliwiających komponowanie obrazu z kilku kamer jednocześnie, z podkładaniem tła metodą inkrustacji tła kolorowego /kolorowej projekcji tylnej/, nakładaniem na wypadkowy obraz napisów itp. Stworzono bogaty asortyment trikowych przejść mikserskich, w ostatnich latach wzbogacony efektami cyfrowymi. Obsługa takiego miksera wymaga bardzo dużej wprawy i stąd wspomaganie mikrokomputerowe jest pożyteczne.

Olbrzymią ewolucję przeszły również kamery telewizyjne. Stosowanie coraz bardziej czułych i coraz mniejszych lamp analizujących pozwoliło na zmniejszenie: gabarytów kamery i poziomu oświetlenia sceny. Obiektywy o zmiennej ogniskowej ułatwiają operowanie kamerą są obecnie typowym wyposażeniem kamer telewizyjnych. Układy scalone, podobnie jak w innych urządzeniach, pozwalają na budowę kamer mniejszych choć zawierających więcej układów. Pojawiły się małe kamery reportażowe, które operator nosił na ramieniu, mając pomocnika noszącego za nim urządzenie sterujące kamerą i przenośny magnetowid lub łącze radiowe.

W ostatnich latach zostały wprowadzone do eksploatacji urządzenia do tzw. dziennikarstwa elektronicznego /ENG/. Są to małe kamery, oczywiście kolorowe, z wbudowanym magnetowidem na taśmę 1/2-calową. Całość ważąca zaledwie parę kilogramów może być noszona i obsługiwana przez jednego człowieka. Kamery te są coraz powszechniej wykorzystywane zarówno dla reportażu, jak i dla wstawek plenerowych do programów studyjnych. Praktycznie całkowicie zastąpiły one stosowane przed tym dla tych celów 16 mm kamery filmowe.

Dalszą miniaturyzację kamer widzi się w wykorzystaniu sensorów CCD^{x/} zamiast lamp analizujących. Niestety jakoś obrazu z tych kamer jest jeszcze ciągle niezadowolająca.

Z wprowadzeniem techniki dziennikarstwa elektronicznego wiąże się jeszcze jedna ważna tendencja. Mianowicie kamery te i ich magnetowidy nie pracują z całkowitym sygnałem telewizji kolorowej a z sygnałami składowymi Y, R-Y, B-Y. Uważa się, że metoda taka, umożliwiająca uzyskanie obrazu wyższej jakości, może zostać rozszerzona na całe ośrodki studyjne. Propozycja jest z pewnością atrakcyjna zarówno z punktu widzenia jakości obrazu, jak i zniknięcia trudności związanych z zamianą standardów telewizji kolorowej PAL, SECAM, NTSC

x/ Charge-Coupled-Device - z elementami sprzężonymi ładunkowo.

przy międzynarodowej wymianie programów. Wiele fachowców sądzi, że metoda nadawania sygnałów składowych telewizji kolorowej będzie krokiem przejściowym od obecnych studiów telewizyjnych do studiów telewizji cyfrowej.

Telewizja cyfrowa wkracza zresztą już obecnie do ośrodków studyjnych, ale na razie tylko w postaci pojedynczych urządzeń mających na wejściach przetworniki analogowo-cyfrowe i na wyjściach przetworniki cyfrowo-analogowe. Są to urządzenia, które albo w technice cyfrowej mogą być zbudowane jako bardziej skuteczne i prostsze, albo też mogą wykonywać funkcje, które w technice analogowej nie były możliwe. Należą tu: cyfrowe synchronizatory obrazu, reduktory szumu, cyfrowe efekty trikowe, przetworniki standardów, magazyny stałych obrazów i inne. Telewizja cyfrowa pozwala więc na poprawę jakości obrazu, zwiększenie możliwości realizacyjnych i ułatwienie procesów eksploatacyjnych. Ważną rolę odgrywa już obecnie i z pewnością odgrywać będzie elektroniczna generacja napisów oraz plansz. Tzw. grafika telewizyjna wydaje się mieć wielką przyszłość.

Telewizja cyfrowa jest pierwszym przypadkiem, kiedy udało się ustalić jednolity światowy standard dla telewizji studyjnej. Zalecenia 601 CCIR i 106 OIRT określają podstawowe parametry standardu opartego na kodowaniu sygnałów składowych, co uniezależnia od systemów telewizji kolorowej, a znormalizowanie linii czynnej uniezależnia w dużym stopniu od rodzaju standardu 625- czy 525-liniowego. Na ostatnim posiedzeniu plenarnym CCIR, w maju 1986 r., przyjęto również zalecenie 657 zawierające opis formatu magnetowidu cyfrowego. Jest to kolejny ważny krok do pełnej cyfryzacji toru studyjnego.

Należy wyrazić nadzieję, że przyszła telewizja dużej rozdzielczości o większej liczbie linii, wyższej jakości, szerszym formacie obrazu i przewidziana do oglądania na dużych ekranach, a więc telewizja XXI wieku, będzie oparta również o jednolity standard światowy.



Jan Prochazka
Zakłady Radiowe i Telewizyjne
ZARAT

POSTĘPY W DZIEDZINIE TELEWIZYJNEJ TECHNIKI NADAWCZEJ

1. WPROWADZENIE

Rozwój telewizyjnej techniki nadawczej, zarówno na świecie jak i w Polsce, był stymulowany dwoma czynnikami: poziomem dysponowanych środków technicznych oraz wymaganiami eksploatacyjnymi, wynikającymi zarówno z potrzeb budowy i rozbudowy sieci telewizyjnych jak i czynników eksploatacyjnych /koszty eksploatacji/ oraz wymagań jakościowych /niezawodność/.

W okresie od początku lat pięćdziesiątych do dnia dzisiejszego czynniki te ulegały zmianom, między innymi w wyniku wzajemnych oddziaływań, lecz zawsze były stymulatorem rozwoju tej dziedziny. Tak więc okresowo pojawiały się na rynku światowym nowe urządzenia, które dzięki wykorzystywaniu coraz nowocześniejszych, dostosowanych do potrzeb rozwojowych, środków technicznych w coraz większym stopniu spełniają rosnące wymagania eksploatacyjne. Dotyczy to zarówno wzrostu wymagań w zakresie jakości transmisji i przystosowania do transmisji sygnału kolorowego, jak i poprawy cech eksploatacyjnych: sprawności energetycznej, niezawodności, przystosowania do pracy niedozorowanej itp.

Jak wiadomo, równoległe z ogólnym rozwojem telewizji w Polsce już przed drugą wojną światową, w końcu okresu międzywojennego, podjęto niezależnie od opracowań w dziedzinie telewizyjnej techniki studyjnej, pierwsze prace nad budową nadajnika telewizyjnego.

Prace te zostały wznowione po wojnie w Instytucie Łączności, a na przełomie lat 1959/1960 kontynuację ich podjęto na skalę przemysłową w Zakładach Radiowych i Telewizyjnych

ZARAT, będących kontynuatorem tradycji budowy urządzeń radionadawczych zapoczątkowanej przed wojną w Wydziale Budowy Polskiego Radia.

W okresie 1959-1986 można wyodrębnić pięć etapów działalności w zakresie nowych opracowań i produkcji nadajników telewizyjnych.

Etap 1 /1959-1963/. Etap ten można określić mianem "etapu funkcjonalnego". Powstające w tym okresie pierwsze konstrukcje nadajników i urządzeń pomocniczych są opracowywane przede wszystkim pod kątem uzyskania niezbędnej ich funkcjonalności /zdolności działania/ i przydatności do eksploatacji. Opracowane w tym okresie konstrukcje tworzą, tak zwaną I generację urządzeń.

Etap 2 /1964-1969/. Powstają wówczas pierwsze próby unifikacji urządzeń i opracowania nie pojedynczych urządzeń, lecz zunifikowanych rodzin urządzeń. Opracowane w tym okresie konstrukcje należą do tzw. II generacji urządzeń.

Etap 3 /1970-1978/. W okresie tym powstaje dalsza unifikacja urządzeń, tj. nowa, bogatsza rodzina urządzeń uwzględniająca nowe koncepcje układowe. Rozwiązania konstrukcyjne są oparte na standardach międzynarodowych, a urządzenia charakteryzują się znacznie doskonalszymi wskaźnikami technicznymi. Tworzą one tzw. III generację urządzeń.

Etap 4 /1979-1983/. Jest to okres dalszego rozwoju i usprawnień urządzeń III generacji. Urządzenia opracowane w tym okresie tworzą tzw. "nową gałąź urządzeń trzeciej generacji".

Etap 5 /od 1984 r./. Zasadniczą rolę zaczynają w nim odgrywać aspekty ekonomiczne.

Wszelkie usprawnienia oraz nowe opracowania mają za zadanie, zarówno dalszą poprawę cech funkcjonalnych i eksploatacyjnych związanych z postępem układowym, jak również zapewnienie wzrostu stopnia technologiczności konstrukcji.

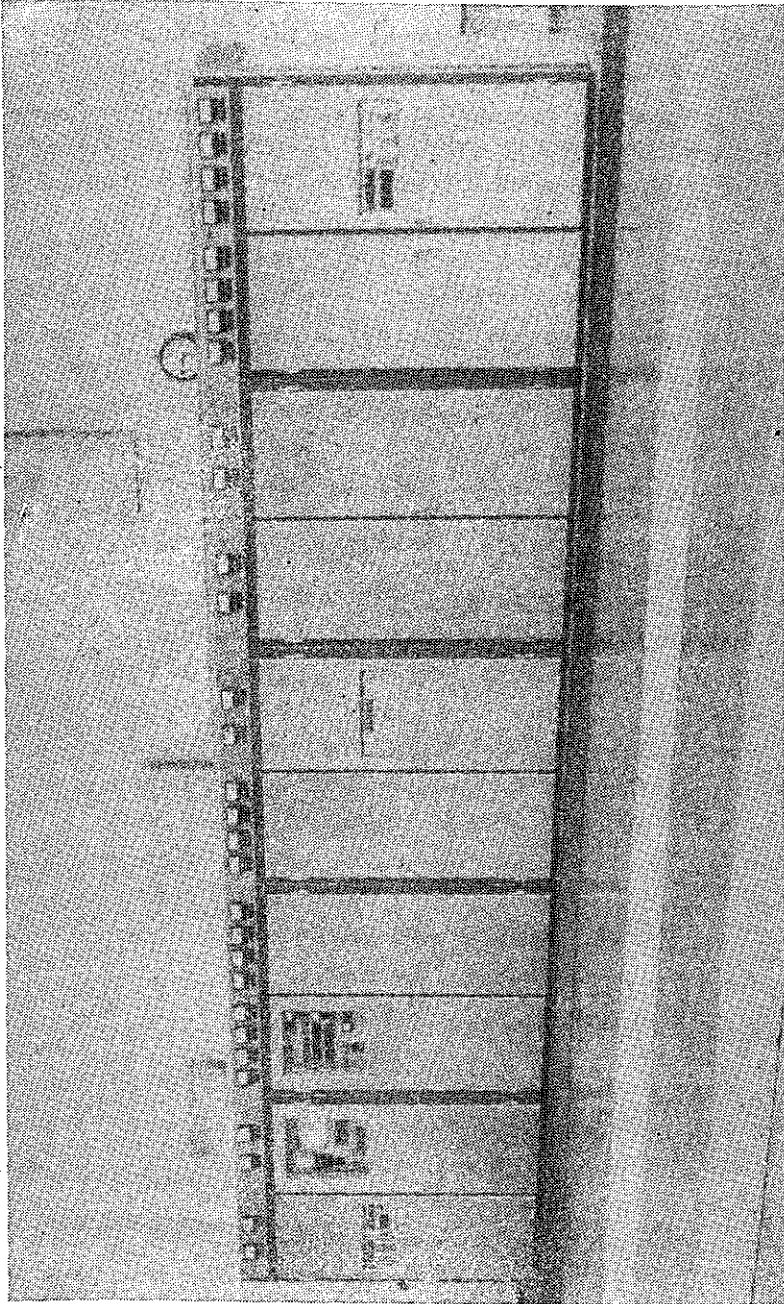
2. PODSTAWOWE CECHY CHARAKTERYSTYCZNE NADAJNIKÓW TELEWIZYJNYCH KOLEJNYCH GENERACJI

I generacja /rys. 1/ - wielostopniowy tor wzmacniaczy wielkiej częstotliwości - stosowane lampy: triody - modulacja na średnim lub dużym poziomie mocy na częstotliwości nośnej - zwrotnice z filtrem lewej wstęgi bocznej.

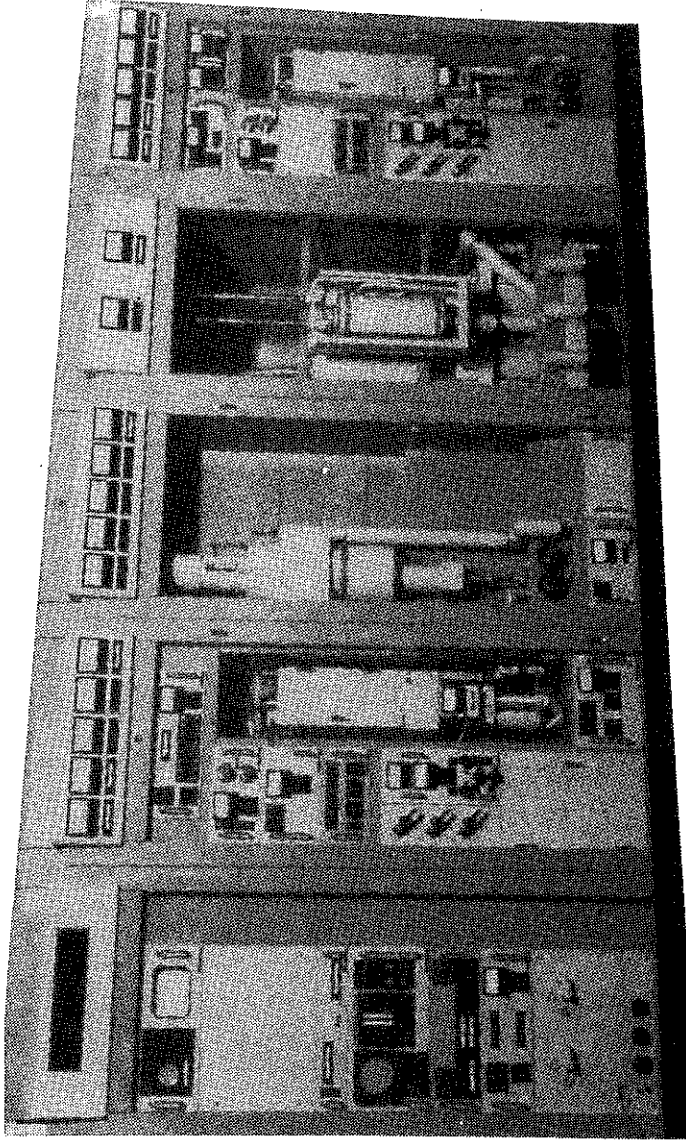
II generacja /rys. 2/ - nowe typy lamp /tetrody/ o większym wzmocnieniu mocy - skrócony tor wzmacniaczy wielkiej częstotliwości - modulacja na częstotliwości nośnej zwykle we wzmacniaczu wzbudzającym - liniowy, tetrodowy wzmacniacz mocy - modulacja modulatorem szeregowym - częściowa tranzystoryzacja toru wizyjnego i toru wielkiej częstotliwości. Pierwsze, tetrodowe nadajniki przeznaczono do pracy w zakresie IV/V.

III generacja /rys. 3 i 4/ - intensywny rozwój sieci w zakresie fal decymetrowych /IV/V. zakresy/ powoduje konieczność budowy nadajników dużej mocy - rozwój nadajników klistronowych. W związku z ograniczoną linearnością klistronów i koniecznością stosowania korekcyjnej linearności w torze wielkiej częstotliwości powstaje koncepcja modulacji na pośredniej częstotliwości, którą zastosowano w nadajnikach lampowych wszystkich zakresów częstotliwości. Następuje też dalszy rozwój lamp o konwencjonalnej zasadzie działania, pełna tranzystoryzacja toru wizyjnego, kształtowanie charakterystyki kanału w torze pośredniej częstotliwości, zwrotnice bez filtra lewej wstęgi bocznej.

"Nowa gałąź urządzeń III generacji" /rys. 5 i 6/ - uproszczenie układu modulacyjnego - obniżenie jego poziomu mocy - zastosowanie mieszaczy tranzystorowych - wzrost stopnia tranzystoryzacji toru wielkiej częstotliwości - wzrost stopnia niezawodności - nadajniki o mocach 10 i 20 kW tetrodowe trójlampowe - przygotowanie nadajników do wprowadzenia drugiego dźwięku /zwrotnice typu transmisyjnego/ - przystosowanie do pracy niedozorowanej i zdalnego nadzoru; poprawienie stopnia

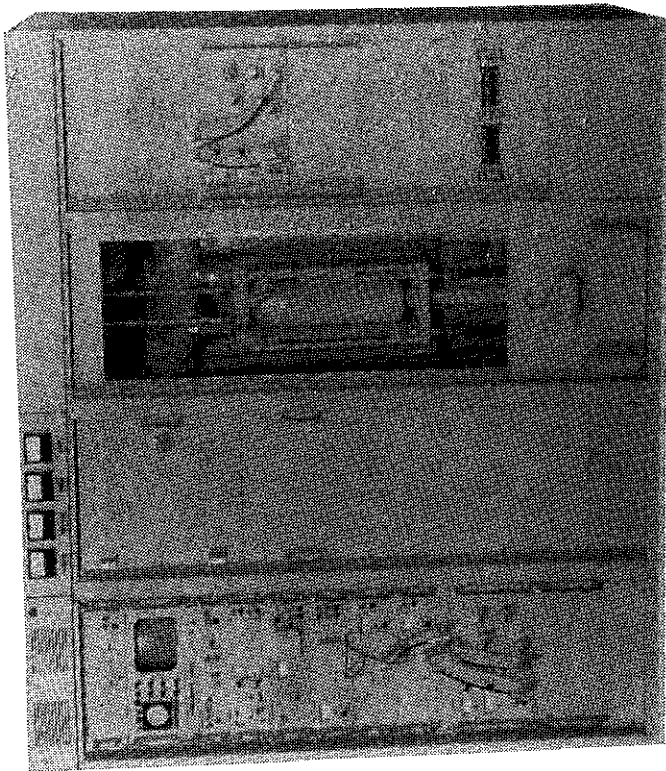


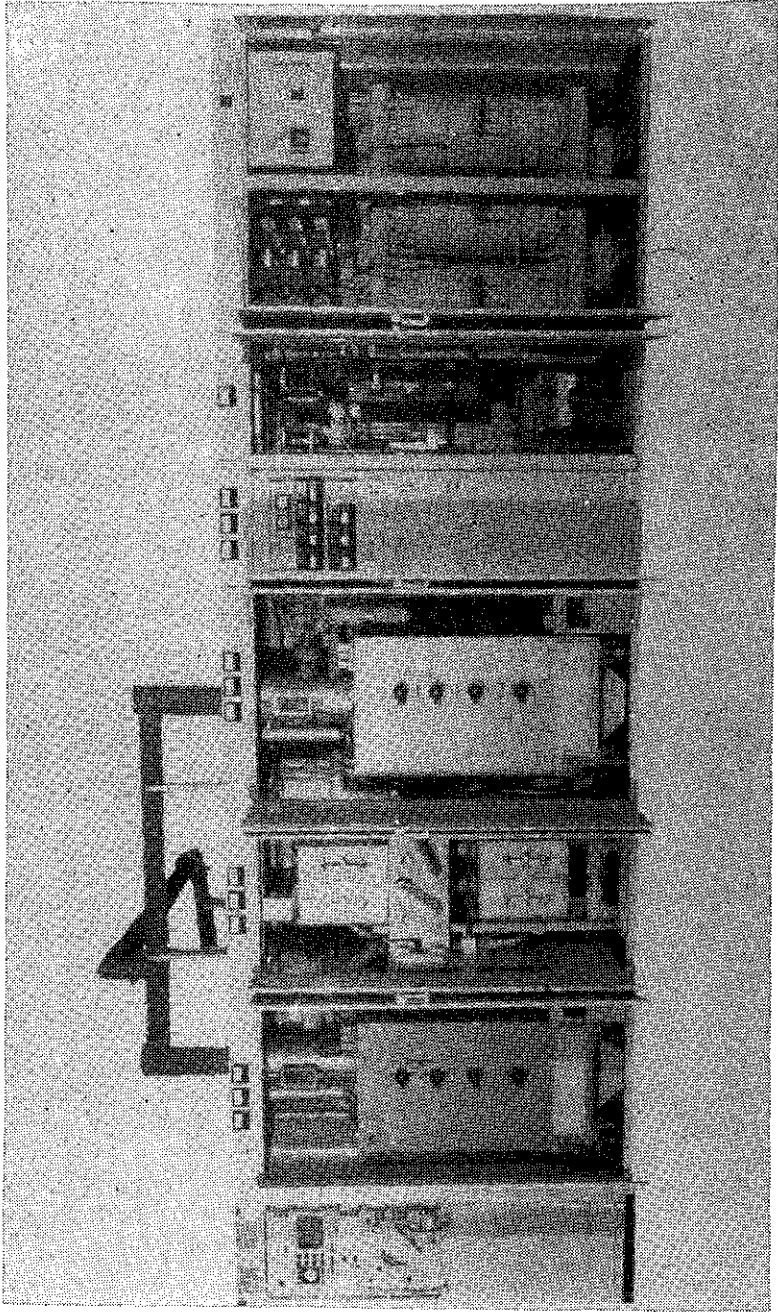
Rys. 1. Nadajnik telewizyjny 10 kW III zakres - I generacja



Rys. 2. Nadajnik telewizyjny 10 kW III zakres - II generacja

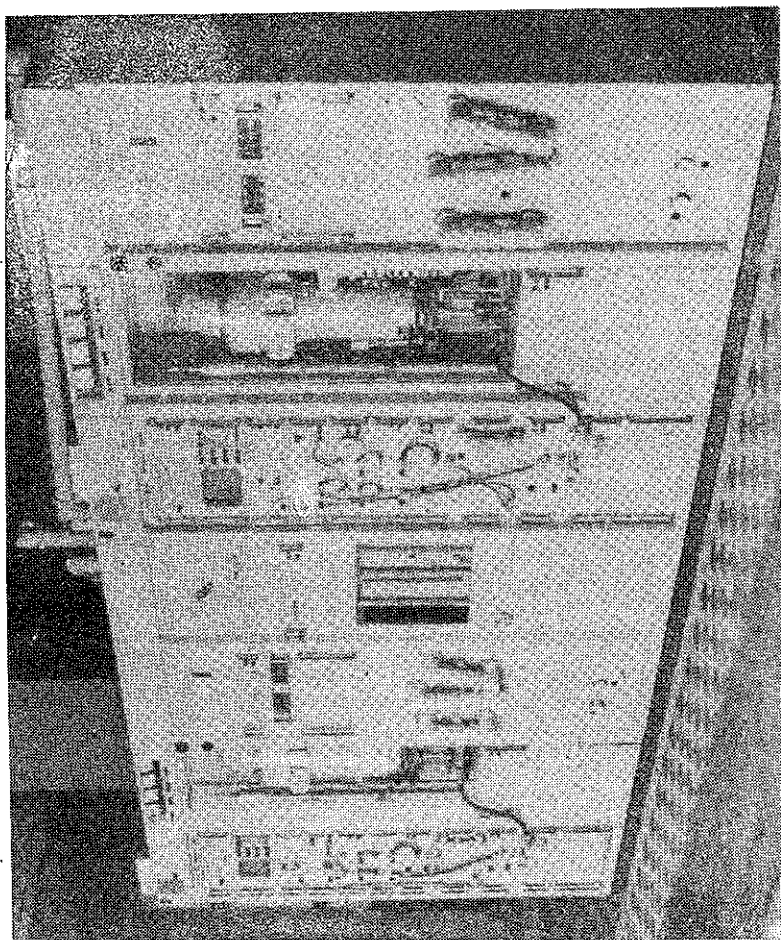
Rys. 3. Nadajnik telewizyjny 20 kW I z generacja - III generacja



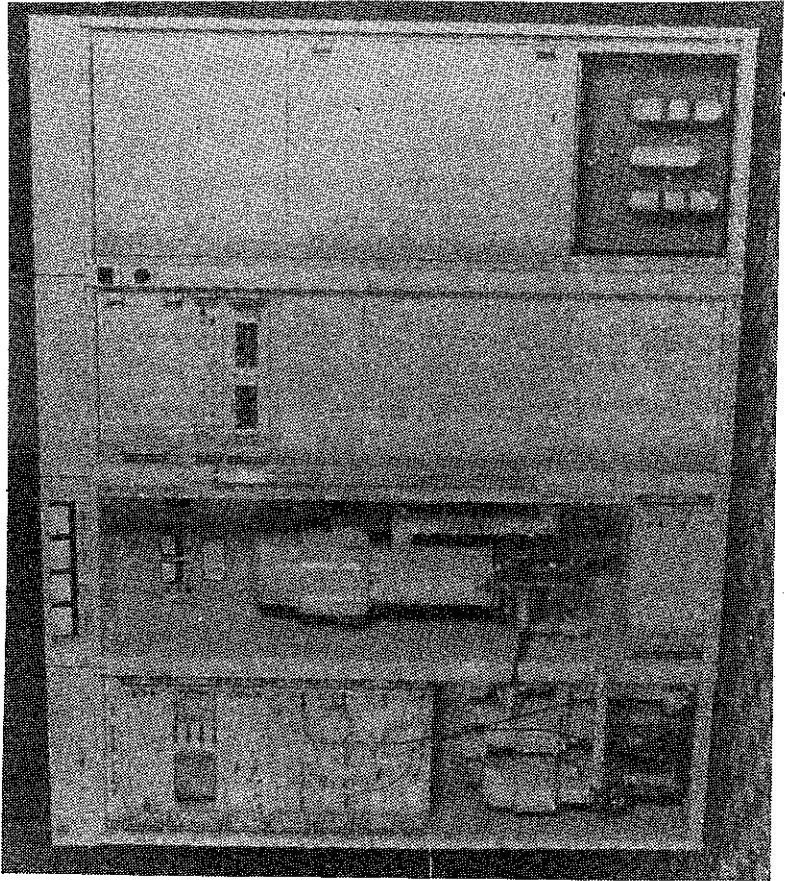


Rys. 4. Nadajnik telewizyjny 40 kW IV/V zakresy /klistronowy/ - III generacja

Rys. 5. Zestaw nadaj-
ników telewizyjnych
2 x 10 kW IV/V zakre-
sy; typ ZNTV 10-IV ;
nowa gałąź urządzeń
III generacji.



Rys. 6. Nadajnik telewizyjny 20 kW IV/V zakresy; typ NTV 20-IV; nowa gałąź urzędzeń III generacji.



linearności toru wzmacniaczy wielkiej częstotliwości - możliwość pracy ze wspólnym wzmocnieniem sygnałów wielkiej częstotliwości wizyjnego i fonicznego do poziomu mocy 2 kW; nadajniki tetrodowe na fale decymetrowe do poziomu mocy 20 kW; domodulator pomiarowy TV z detekcją synchroniczną.

Jak wspomniano, aktualnie powstające nadajniki telewizyjne należą do tak zwanej "nowej gałęzi urządzeń III generacji". Są one produkowane w ramach zunifikowanej rodziny urządzeń wraz z kompletem urządzeń pomocniczych oraz systemami antenowymi.

3. NOWA GENERACJA /NG/ NADAJNIKÓW TELEWIZYJNYCH

Jak wspomniano, w 1984 roku został zapoczątkowany kolejny, piąty etap rozwoju nadajników telewizyjnych. Oprócz dalszej poprawy cech funkcjonalnych i eksploatacyjnych urządzeń, efektem prac powinno być zapewnienie wzrostu stopnia technologiczności konstrukcji.

W pierwszej kolejności usprawnieniom i nowym opracowaniom będą podlegały wydzielone zespoły funkcjonalne nadajników szczególnie te, które charakteryzują się stosunkowo wysokim stopniem skomplikowania. Dotyczy to przede wszystkim takich zespołów, jak zwrotnice i wzmacniacze mocy. Przewiduje się opracowanie nowej rodziny wzmacniaczy o zwiększonym stopniu prostoty i technologii. Do III zakresu włącznie wzmacniacze będą posiadać szerokopasmowe obwody wejściowe.

Główne cechy opracowywanej zunifikowanej rodziny nadajników telewizyjnych nowej generacji /NG/ można określić następująco:

- Zestaw modułacyjny: wersja kasetowa, wzrost zalet eksploatacyjnych, zwiększenie stopnia wykorzystania układów scalonych, filtry z powierzchniową falą akustyczną w torze wzmacniaczy pośredniej częstotliwości, rozszerzenie zakresu korekcji linearności wypadkowego toru wielkiej częstotliwości, kasety do transmisji dwóch dźwięków.

- Nowa wersja demodulatora pomiarowego z detekcją synchroniczną.
- Zwiększenie poziomu mocy wzmacniaczy tranzystorowych w zakresach I ÷ III do 1 kW wizja do 2 kW fonia, w zakresach IV/V do 400 W wizja do 1 kW fonia.
- Nowe, tańsze wersje wzmacniaczy lampowych z szerokopasmowymi obwodami wejściowymi.
- Nowe, tańsze wersje zworotnic.
- Nowe typy anten sztucznych.
- Nowe usprawnione zasilacze.
- Dalsze usprawnienia w zakresie zapewnienia optymalnego chłodzenia, systemów zabezpieczenia lamp itp.
- Do poziomu mocy 1 kW wersje nadajników w pełni stranzystorizowane i jednolampowe.
- Nadajniki o poziomie mocy do 20 kW w zakresach I, II i III - jednolampowe.
- Nadajniki tetrodowe o poziomie mocy 10 kW w zakresach IV/V - jednolampowe.
- Nadajniki tetrodowe o poziomie mocy 20 kW w zakresach IV/V - dwulampowe.
- Nowe wersje o mocach 20 kW i 40 kW nadajników klustronowych pracujących na nowych typach klustronów w układzie o zwiększonej sprawności.
- Nowe, bezstykowe typy stabilizatorów sieciowych.
- Unifikacja elementów instalacyjnych, umożliwiająca obniżkę kosztów instalacji urządzeń.
- Nowe, tańsze zworotnice wieloprogramowe.
- Rozszerzenie zakresu pracy niedozorowanej urządzeń.

4. WYBÓR OPTYMALNEJ TECHNIKI WZMACNIACZY MOCY SYGNAŁÓW WIELKIEJ CZĘSTOTLIWOŚCI W NADAJNIKACH TELEWIZYJNYCH

W całym okresie rozwoju nadajników telewizyjnych występowało zjawisko stymulacji rozwoju urządzeń rozwojem środków technicznych. Rozwój telewizyjnej techniki nadawczej w wyniku rosnących wymagań techniczno-eksploatacyjnych był jednak

również stymulatorem rozwoju pewnych dziedzin techniki. Przykładem takiego mechanizmu jest rozwój urządzeń i techniki wzmacniaczy mocy sygnałów wielkiej częstotliwości.

W nadajnikach telewizyjnych I generacji tor wzmacniaczy wielkiej częstotliwości był realizowany na istniejących wówczas lampach /triodach/ ogólnego zastosowania. Mankamenty ówczesnych rozwiązań technicznych /wielostopniowość toru, ograniczona linearność, oddziaływanie wsteczne, niestabilność/ stanowiły czynnik stymulujący rozwój konstrukcji lamp nadawczych. Powstały wówczas nowoczesne tetrody mocy o dużym nachyleniu, dobrym różnicowym wzmocnieniu i dużym wzmocnieniu mocy.

Rozwój telewizyjnych sieci nadawczych w zakresie fal decymetrowych /IV/V zakresy/ oraz związana z tym konieczność stosowania nadajników o większej mocy spowodowały dalszy rozwój konstrukcji tetrod przeznaczonych do pracy w tych zakresach częstotliwości oraz rozwój konstrukcji klistronów.

Mimo zmieniających się poglądów na temat uzasadnionej celowości preferowania jednej z tych technik, w końcu lat siedemdziesiątych, w wyniku osiągnięcia określonego stopnia rozwoju w tych dziedzinach poglądy te ustabilizowały się. Przy mocach wyjściowych nadajników przeznaczonych do pracy w zakresie fal decymetrowych, do 20 kW za bardziej optymalne rozwiązanie zaczęto uważać wersję tetrodową. Natomiast wersję klistronową nadajników uznano za jedyne uzasadnione rozwiązanie przy mocach nadajników powyżej 20 kW.

Jednym z czynników decydujących o takiej opinii był czynnik sprawności energetycznej przemawiający wyraźnie za wersją tetrodową /dwukrotnie wyższa sprawność/.

Doświadczenia eksploatacyjne ostatnich lat, wyniki dalszych prac nad rozwojem klistronów i systemów ich pracy oraz rozwój techniki wzmacniaczy tranzystorowych dużej mocy pracujących w zakresie fal decymetrowych ponownie zrodziły wątpliwości, która z tych technik jest najbardziej optymalną i perspektywiczną.

Wątpliwości dotyczące tetrod mocy wynikają z zaobserwowanego, nie w pełni wyjaśnionego, zjawiska znacznego spadku sprawności w górnych kanałach roboczych V zakresu częstotliwości wywołanego prawdopodobnie gwałtownym wzrostem strat w siatce osłonnej. Stawia to pod znakiem zapytania możliwość budowy nadajników o mocy 20 kW pracujących w górnych kanałach V zakresu.

Pozytywne efekty zwiększenia sprawności klistronów uzyskano dzięki dalszemu usprawnieniu ich konstrukcji /optymalizacja struktury, poprawa sprzężenia z wiązką, ulepszenie techniki ogniskowania/. Zasadniczy wzrost sprawności osiągnięto jednak stosując impulsowy system pracy, w którym automatycznie optymalizowany jest punkt pracy dla impulsów synchronizujących i dla sygnału treści obrazu.

Rozwój techniki tranzystorowych wzmacniaczy mocy doprowadził do pojawienia się na rynku światowym w 1985 roku pierwszych nadajników telewizyjnych przeznaczonych do pracy w zakresie fal decymetrowych o mocy 30 kW /firma NEC/. Ocena celowości tych rozwiązań i realności wykorzystania w warunkach krajowych wykracza poza ramy niniejszego referatu. Informacje te są jedynie sygnałem skomplikowanej sytuacji w dziedzinie wyboru optymalnych kierunków rozwoju w momencie ustalania koncepcji układowych nowej generacji telewizyjnych urządzeń nadawczych.

Przedstawiona skrótowo w niniejszym artykule ogólna koncepcja nowej generacji nadajników telewizyjnych charakteryzuje się dużym stopniem elastyczności w zakresie wyboru optymalnej wersji wzmacniaczy w nadajnikach przeznaczonych do pracy w zakresie fal decymetrowych.

Przewidzane w ogólnej koncepcji opracowanie nowej wersji nadajnika klistronowego dużej mocy /40 kW/, wykorzystującego nowe typy klistronów w systemie pracy impulsowej, stwarza możliwość, w przypadku odejścia od stosowania tetrod w nadajnikach o mocach 10 i 20 kW, proste uzyskanie wersji nadajnika klistronowego o tych mocach.

Podjęcie prac nad przygotowaniem wzmacniaczy tranzystorowych w zakresie fal decymetrowych o poziomie mocy 1 kW stanowi pierwszy krok w kierunku ewentualnego dojścia do znacznie większych poziomów.

Należy jednak podkreślić, że podobnie jak i przy opracowaniu poprzednich generacji nadajników telewizyjnych, nowa generacja urządzeń będzie - ze względu na określone, istniejące warunki - również pewnym kompromisem technicznym.

Halina Smoleńska
Ministerstwo Łączności

ROZWÓJ SIECI TELEWIZYJNYCH W POLSCE

1. WPROWADZENIE

Właściwą podstawą rozwoju sieci telewizji programowej, to znaczy sieci nadawczych stacji telewizyjnych są uzgodnione międzynarodowo plany rozdziału kanałów częstotliwościowych. Opracowywane na podstawie tych planów szczegółowe koncepcje polskich sieci telewizyjnych w zakresach fal metrowych i decymetrowych były w miarę potrzeb aktualizowane i optymalizowane już w trakcie realizacji tych sieci. Zasięgi użyteczne stacji telewizyjnych, zależne od ich mocy promieniowanych i skutecznych wysokości anten nadawczych są w zasadzie ograniczone do horyzontu radiowego. Przy praktycznie stosowanych wysokościach anten rzędu 200 do 300 m i mocach promieniowanych od kilkudziesięciu do kilkuset kilowatów zasięgi stacji wynoszą 60 do 80 km oraz 40 do 60 km odpowiednio w zakresach fal metrowych i decymetrowych. Tłumienie fal radiowych poza horyzontem, decydujące o wielkości zasięgów użytecznych stacji, nie jest na tyle duże, aby stacje te nie powodowały wzajemnych zakłóceń w odbiorze nawet - - w krańcowych przypadkach - w odległościach kilkuset kilometrów. Jest to wynikiem występowania zjawisk dyfrakcji, superrefrakcji i rozproszenia troposferycznego.

Na wielkość zasięgów użytecznych i zakłócających stacji wpływa również ukształtowanie i pokrycie terenu na trasie propagacji, które powoduje wzrost tłumienia i rozproszenia, zróżnicowany w funkcji częstotliwości. Z warunków propagacji fal metrowych i decymetrowych oraz z ograniczonej liczby przeznaczonych dla telewizji kanałów częstotliwościowych wynika więc konieczność właściwego rozmieszczenia stacji nadaw-

owych w sieci /właściwego przestrzennego rozdziału częstotliwości/ i starannego doboru ich parametrów technicznych. Należy przy tym uwzględnić zarówno wzajemne oddziaływanie stacji własnej sieci, jak i stacji w sieciach innych państw.

Zmienność przestrzenno-czasowa natężenia pola fal metrowych i decymetrowych wymaga przy planowaniu nadawczych sieci telewizyjnych stosowania statystycznych krzywych propagacji oraz statystycznych metod obliczeniowych. Określanie bezinterferencyjnych zasięgów stacji, stanowiące ważny element planowania sieci, jest procesem złożonym i pracochłonnym. Poza dysponowaniem krzywymi propagacji jest również konieczna znajomość wielu wskaźników systemowych i urządzeńowych, takich jak: współczynniki ochronne, minimalne wartości natężenia pola zapewniającego prawidłowy odbiór w obecności szumów, kierunkowe charakterystyki dyskryminacji anten odbiorczych itp. Niezbędne są również informacje o warunkach pracy stacji zakłócających, których liczba jest bardzo duża wobec zagęszczenia nadawczych sieci europejskich.

Przy planowaniu sieci telewizyjnych jest także bardzo istotne ustalenie pewnych założeń ogólnych nietechnicznych. Dotyczy to przede wszystkim wymaganego procentu powierzchniowego i ludnościowego pokrycia kraju programami telewizyjnymi. Osiągnięty współczynnik pokrycia stanowi kryterium oceny opracowanego planu sieci. Oczywiście poważną rolę odgrywają przy planowaniu uwarunkowania ekonomiczne, decydujące często o parametrach technicznych stacji /standaryzacja parametrów urządzeńowych, ograniczenie wysokości masztów antenowych, itp./. Sam wskaźnik pokrycia nie jest zresztą jednoznaczny i jest wielkością wymienną z parametrami jakościowymi, jak np. osiągalne prawdopodobieństwo czasowe niezakłóconego odbioru. Praktycznie można przyjmować wartości tego prawdopodobieństwa 99%, 95% lub 90%, w zależności od stawianych wymagań jakościowych w stosunku do odbioru danego programu.

2. ROZWÓJ SIECI TELEWIZYJNYCH W ZAKRESACH FAL METROWYCH

Już na pierwsze lata powojenne przypada zapoczątkowanie żywiłowego rozwoju telewizji programowej w Europie. W następnych latach spowodowało to konieczność międzynarodowego uregulowania sprawy wykorzystywanych dla tego celu częstotliwości. Na konferencji w Sztokholmie w 1952 roku z udziałem delegacji 38 państw, w tym Polski, rozdzielono kanały częstotliwościowe w zakresach fal metrowych dla europejskich stacji telewizyjnych. W protokole końcowym konferencji, nie podpisanym zresztą przez naszą administrację, znalazły się również 24 stacje dla terenu Polski, w tym 9 w I i 15 w III zakresie częstotliwości, o mocach promieniowanych od 10 do 100 kW. Już na tej konferencji wystąpił sporny problem szerokości kanału telewizji 625-liniowej /7 i 8 MHz/, który w przyszłości doprowadził do podziału Europy na dwa obszary o różnych standardach, co przy zróżnicowanym podziale widma fal metrowych spowodowało wzajemne zachodzenie kanałów w obu standardach. Polska będąca w grupie krajów stosujących kanały o szerokości 8 MHz znalazła się - wobec włączenia NRD do strefy stosującej kanały 7 MHz - na granicy obu standardów. Tym samym na terenie kraju wzrosło poważnie zagrożenie interferencyjne.

Wyników Konferencji Sztokholmskiej 1952 r. nie można było uznać za zadowalające z punktu widzenia interesów polskiej telewizji. Przyjęte rozwiązanie pokrycia kraju pierwszym programem z zastosowaniem tylko pięciu kanałów w III zakresie częstotliwości, a drugim programem z zastosowaniem tylko trzech kanałów w I zakresie częstotliwości, nie mogło dać i nie dało zadowalających rezultatów. Niewłaściwie również dobrano parametry techniczne stacji. Dotyczyło to zarówno ich mocy i wyboru niewłaściwych lokalizacji. Wg szacunkowej oceny, realizacja sieci na podstawie ustaleń sztokholmskich z 1952 roku pozwoliłaby na uzyskanie pokrycia kraju tylko w 40 do 50% w zakresie III i mniej niż 20% w I zakresie częstotliwości.

W połowie lat pięćdziesiątych uruchomiono w Polsce pierwsze nadawcze obiekty telewizyjne dla rejonów Warszawy, Katowic i Wrocławia. Wobec potrzeby budowy dalszych obiektów oraz braku właściwego planu i koncepcji polskiej sieci telewizyjnej zaistniała konieczność pilnego podjęcia w Polsce prac planistycznych i koncepcyjnych w tej dziedzinie. Decyzją ówczesnego kierownictwa resortu łączności w 1957 roku została utworzona specjalna Grupa Koncepcyjna do spraw planowania sieci telewizyjnej, złożona ze specjalistów w zakresie systemów telewizyjnych, propagacji fal radiowych i planowania sieci. Pracami tej Grupy działającej przy Instytucie Łączności opiekował się, udzielając wielostronnych konsultacji, prof. Lesław Kędzierski.

Pierwszy etap prac Grupy obejmował zgromadzenie danych wyjściowych, dotyczących istniejących i planowanych stacji telewizyjnych w krajach otaczających przy założonej odległości od granic Polski do 700 km. Równocześnie weryfikowano i ustalano podstawy techniczne oraz metodykę planowania.

Podstawowym zadaniem Grupy było opracowanie planu polskiej nadawczej sieci telewizyjnej z wykorzystaniem kanałów częstotliwościowych w zakresach fal metrowych. Uwzględniając duże zagrożenie interferencyjne ze strony stacji w sieciach otaczających oraz stosunkowo małą liczbę stojących do dyspozycji kanałów telewizyjnych uznano, że należy dążyć przede wszystkim do uzyskania możliwie pełnego pokrycia kraju jednym programem telewizyjnym nawet przy zupełnej rezygnacji z drugiego programu. Przyjęto, że współczynnik pokrycia powierzchniowego nie powinien być mniejszy od 90% zakładając równocześnie, że graniczna wartość natężenia pola będzie chroniona przed zakłóceniami interferencyjnymi tylko w 90% czasu.

Bardzo istotną rolę w pracach Grupy odegrało zastosowanie przy planowaniu - po raz pierwszy w Polsce - statystycznej metody obliczeniowej, tak zwanej uproszczonej metody mnożenia prawdopodobieństw. Dotyczyło to zarówno określania bez-

interferencyjnych zasięgów stacji, jak i obliczenia wartości współczynnika zagrożenia interferencyjnego dla wszystkich przewidywanych lokalizacji stacji we wszystkich kanałach zakresów fal metrowych. Analiza wyników obliczeń pozwoliła na optymalny dobór kanałów i parametrów technicznych dla poszczególnych stacji.

Opracowany przez Grupę projekt planu polskiej sieci telewizyjnej podlegał kolejnym uzgodnieniom międzynarodowym, najpierw w ramach współpracy krajów socjalistycznych, a ostatecznie plan ten został uzgodniony w skali ogólnoeuropejskiej na konferencji w Sztokholmie w 1961 roku. Uzgodniony międzynarodowo plan polskiej sieci telewizyjnej I programu w zakresie fal metrowych obejmował 20 stacji dużej mocy, tworzących sieć główną. Moc promieniowania tych stacji mieściła się w granicach do 250 kW przy wysokościach masztów antenowych nie przekraczających 300 m. Tylko dla jednej stacji telewizyjnej w Warszawie przydzielono dwa kanały częstotliwościowe /2 i 11/ na falach metrowych, umożliwiając tym samym emisję dwóch programów.

Już wtedy, w początku lat sześćdziesiątych, oceniając omawiany plan zdawano sobie sprawę, że mimo przeprowadzonej optymalizacji doboru kanałów i parametrów technicznych stacji nie ma praktycznie możliwości uzyskania pełnego pokrycia kraju z zastosowaniem tylko fal metrowych. Dążąc do zwiększenia wskaźnika pokrycia kraju I programem telewizyjnym przewidywano budowę sieci stacji pomocniczych małej mocy, co wyczerpywało wszystkie rezerwy kanałowe. Stacje małej mocy zlokalizowane głównie w południowych górzystych rejonach kraju, miały wypełnić niewielkie luki wewnątrz zasięgów bezinterferencyjnych stacji sieci głównej, występujące w wyniku tłumiącego oddziaływania przeszkód terenowych lub w przypadku aglomeracji miejskich wskutek wysokiego poziomu zakłóceń przemysłowych i tłumienia zabudowy miejskiej. Pozostawały jednak stosunkowo duże obszary lukowe pomiędzy przewidywanymi obszarami pokrycia stacji dużej mocy. Stało się oczywiste, że wypełnienie tych luk, a więc uzyskanie pełnego pokrycia kraju

I programem telewizyjnym, jak również emisja dalszych programów, będą możliwe dopiero z zastosowaniem fal decymetrowych. Jednak wobec stosunkowo odległego terminu wykorzystania w kraju zakresu fal decymetrowych dla celów telewizji zaczęto rozważać możliwość ograniczonego zastosowania fal metrowych również do realizacji emisji II programu. Początkowo miało to dotyczyć tylko wybranych miast /Łodzi, Krakowa i Katowio/, ale koncepcję tę rozszerzono później na wszystkie ówczesne miasta wojewódzkie w kraju. Ostatecznie dobrano i uzgodniono międzynarodowo kanały i parametry techniczne kilkunastu stacji małej mocy, przeznaczonych do emisji II programu.

W latach sześćdziesiątych nastąpił intensywny rozwój nadawczej sieci telewizyjnej w zakresach fal metrowych. Dla zilustrowania tego można podać, że w 1970 roku w sieci głównej pracowało już 16 stacji telewizyjnych, w tym większość z nich z docelowymi parametrami technicznymi, a w sieci pomocniczej 70 stacji małej mocy. Dalszy rozwój w latach siedemdziesiątych był już w dużej mierze związany z zapoczątkowaniem rozwoju sieci w zakresach fal decymetrowych.

3. ROZWÓJ SIECI TELEWIZYJNYCH W ZAKRESACH FAL DECYMETROWYCH

Wstępna koncepcja polskich nadawczych sieci telewizyjnych na falach decymetrowych została opracowana w ramach przygotowań do Europejskiej Konferencji Radiodifuzyjnej w Sztokholmie /1961 r./. Ze względu na kompleksowość rozwiązywania zagadnienia dla całego obszaru europejskiego można było zastosować systematyczną metodę matematyczną rozdzielania kanałów częstotliwościowych z uwzględnieniem różnego rodzaju zakłóceń międzykanałowych. Opracowany dla uśrednionych parametrów technicznych stacji idealizowany model sieci był następnie dostosowywany do warunków rzeczywistych i w kolejnych etapach uzgodnień międzynarodowych odpowiednio korygowany.

Ostatecznie wg Planu Sztokholmskiego dla terenu Polski przewidziano 57 stacji dużej mocy w zakresie fal decymetrowych. Dla każdej z tych stacji przydzielono 2 lub 3 kanały częstotliwościowe. Miało to umożliwić emisję dwóch programów /II i III/ i uzupełnienie luk w pokryciu kraju I programem, realizowanym na falach metrowych.

Należy jednak podkreślić, że parametry techniczne polskich stacji telewizyjnych, które znalazły się w Planie Sztokholmskim z 1961 roku w zakresie fal decymetrowych, miały w wielu przypadkach charakter wstępny. Wymagały one weryfikacji na podstawie szczegółowej analizy propagacyjno-sieciowej z uwzględnieniem aspektów ekonomicznych i uwarunkowań technicznych. Wprowadzenie zmian do Planu Sztokholmskiego wiązało się z koniecznością przeprowadzenia odpowiednich uzgodnień międzynarodowych według ustalonej procedury. Dotyczyło to zmian mogących powodować wzrost zagrożenia interferencyjnego.

W 1965 roku przystąpiono do opracowania, na podstawie Planu Sztokholmskiego, szczegółowej koncepcji pokrycia kraju programami telewizyjnymi, emitowanymi na falach decymetrowych. W pracach tych wykorzystano po raz pierwszy w Polsce elektroniczną technikę obliczeniową, szczególnie ze względu na skomplikowanie i dużą pracochłonność obliczeń propagacyjno-sieciowych. Przy przygotowaniu danych wyjściowych na maszynę matematyczną, dotyczących ukształtowania terenu, wykorzystano do tego celu również po raz pierwszy w kraju numeryczną mapę Polski, opracowaną przez Instytut Geodezji i Kartografii i przedstawiającą wartości średnich wysokości terenu nad poziomem morza na jednostkowych powierzchniach około $1,3 \text{ km}^2$.

Podstawowym założeniem opracowywanej koncepcji było uzyskanie pełnego pokrycia kraju dwoma programami telewizyjnymi /II i III/ oraz uzupełnienie pokrycia I programem, realizowanego głównie z zastosowaniem fal metrowych. Jako zasadę przyjęto wspólną lokalizację stacji na falach metrowych i decymetrowych, a w przypadku stacji tylko na falach decymetrowych /wobec więk-

szej liczby tych ostatnich, co wynika ze zróżnicowanych własności propagacji fal/ również zasadę wspólną lokalizacji stacji II i III programu. Maksymalne moce promieniowane stacji miały nie przekroczyć 1000 kW, a wysokości skuteczne anten w terenach nizinnych - 300 m. Przy wyborze lokalizacji stacji, szczególnie w południowych górzystych rejonach kraju dążono do wykorzystania naturalnych wzniesień terenu, zapewniających duże zyski terenowe i tym samym duże wysokości skuteczne anten bez potrzeby stosowania wysokich masztów czy wież antenowych. Oczywiście uwzględniano przy tym również kryteria inwestycyjne i eksploatacyjne.

W wyniku kilkuletniej pracy nad szczegółowym planem polskich sieci telewizyjnych na falach decymetrowych, obejmującej nie tylko obliczenia sieciowo-propagacyjne, ale również uzgodnienia międzynarodowe i związane z nimi weryfikacje parametrów technicznych stacji, zdołano zapewnić możliwość uzyskania bliskiego pełnego pokrycia kraju trzema programami telewizyjnymi. Można to uznać za niewątpliwie duży sukces polskich specjalistów, wynikający w dużej mierze z wieloletniej tradycji polskich prac naukowo-technicznych w dziedzinie telewizji.

Na falach decymetrowych, podobnie jak w przypadku stosowania fal metrowych, przewidziano poza stacjami sieci głównej również uzupełniające stacje telewizyjne małej mocy. Większość z nich została zaplanowana w południowych rejonach kraju w strefach przygranicznych, co wiązało się z koniecznością przeprowadzania dwustronnych i wielostronnych uzgodnień międzynarodowych. Przy planowaniu tych sieci zastosowano również systematyczne metody przestrzennego rozdziału kanałów częstotliwościowych. Moce promieniowane tych stacji nie przekraczają na ogół 1 kW.

Rozpoczęta w latach siedemdziesiątych rozbudowa nadawczych sieci telewizyjnych z zastosowaniem fal decymetrowych, początkowo bardzo dynamiczna, w dalszych etapach zahamowana w wyniku trudności ekonomicznych kraju, trwa do dzisiaj. Już w trakcie realizacji sieci jej koncepcja podlegała kolejnym

optymalizacjom, co pozwalało na uwzględnienie aktualnych uwarunkowań technicznych i ekonomicznych z wykorzystaniem najnowszej wiedzy w tej dziedzinie.

4. OBECNY STAN SIECI TELEWIZYJNYCH

Z przewidzianych w koncepcji kilkudziesięciu nadawczych obiektów telewizyjnych dużej mocy zrealizowano dotychczas - dla potrzeb I i II programu - ponad dwadzieścia w docelowych lokalizacjach i z docelowymi parametrami technicznymi. Ponadto pracuje stokilkadziesiąt uzupełniających stacji małej mocy oraz stacje dużej mocy w tymczasowych lokalizacjach i z nie w pełni docelowymi parametrami technicznymi. Przykładem może być stacja warszawska, dla której przy tymczasowej wieloletniej zresztą lokalizacji w PKiN nie można osiągnąć docelowej, uzgodnionej międzynarodowo wysokości skutecznej anteny, co pozwoliłoby na poprawę warunków odbioru tej stacji.

Obeonie powierzchniowe pokrycie kraju I programem telewizyjnym, odbieranym z co najmniej dobrą jakością /wg oceny dla odbioru w wersji biało-czarnej/ wynosi 96%, a ludnościowe odpowiednio 98%. Pokrycie to nie rozkłada się równomiernie. Najwięcej obszarów nieobjętych zasięgiem odbioru występuje na południu Polski, głównie w województwach nowosądeckim, krośnieńskim i bielsko-bialskim. Uzyskanie dobrych warunków odbioru I programu w wersji kolorowej na terenie całego kraju wymaga jeszcze budowy kilku obiektów wyposażonych w nadajniki dużej mocy oraz uruchomienia kilkudziesięciu stacji uzupełniających małej mocy.

Wskaźnik pokrycia II programem telewizyjnym wynosi 77% powierzchni i 87% ludności. W tym przypadku duże obszary luki występują nie tylko na południu kraju, ale również w środkowych, wschodnich i północnych województwach. W celu poprawy tej sytuacji i osiągnięcia bliskiego pełnego pokrycia kraju II programem, jest konieczne uruchomienie ponad czter-

dziesięciu stacji dużej mocy o docelowych parametrach technicznych, a w tym wyposażenie w nowe urządzenia nadawcze i ewentualne rozbudowanie kilkunastu istniejących obiektów oraz budowa nowych obiektów, częściowo równocześnie dla potrzeb I i II programu. Ponadto jest niezbędna budowa około dwustu stacji uzupełniających małej mocy.

5. PERSPEKTYWY ROZWOJU TELEWIZJI W POLSCE

Nawet po zrealizowaniu wszystkich przewidzianych w koncepcji nadawczych obiektów telewizyjnych i uruchomieniu wszystkich zaplanowanych stacji uzupełniających małej mocy nie osiągnie się 100% pokrycia powierzchniowego kraju. Wynika to z własności propagacji fal metrowych i decymetrowych w istniejących warunkach ukształtowania oraz topografii terenu. Dopiero zastosowanie telewizji satelitarnej umożliwia zapewnienie rzeczywiście pełnego pokrycia kraju z bardzo dobrą jakością odbioru programów w wersji biało-czarnej i kolorowej. Z punktu widzenia gospodarki częstotliwościowej możliwości takie istnieją, ponieważ zgodnie z ustaleniami Światowej Administracyjnej Konferencji Radiodifuzji Satelitarnej /Genewa 1977 r./ Polska, podobnie jak inne kraje, uzyskała przydział pięciu kanałów częstotliwościowych w zakresie 12 GHz oraz wspólną z NRD, WRL, LRB, SRR i CSRS pozycję na orbicie geostacjonarnej /1° długości zachodniej/. Oznacza to możliwość emisji pięciu programów telewizyjnych lub odpowiedniej liczby programów radiofonicznych.

W prowadzenie telewizji satelitarnej wymaga realizacji członu kosmicznego i stacji docelowej oraz zapewnienia odpowiedniej bazy odbiorczej. Działania w tym kierunku zostały zapoczątkowane w ramach współpracy krajów członkowskich RWPG. Uruchomienie systemu przewiduje się na początku lat dziewięćdziesiątych. Wymaga to bowiem wcześniejszego uruchomienia produkcji krajowej lub zapewnienia importu właściwej aparatury odbiorczej, jak również adaptacji anten zbiorowych do bezpo-

środniego odbioru z satelity. Można przypuszczać, że stacja dosyłająca polskie programy telewizyjne do satelity będzie zainstalowana w Centrum Satelitarnym w Psarach.

Uwzględniając nawet trudności w realizacji systemu telewizji satelitarnej i ewentualno przesunięcia terminów, można przypuszczać, że w drugiej połowie lat dziewięćdziesiątych bezpośredni odbiór polskich programów telewizyjnych z satelity będzie miał charakter powszechny. W tej sytuacji może budzić poważne wątpliwości celowość budowy konwencjonalnej nadawczej sieci telewizyjnej III programu. W rozważaniach na ten temat należy brać oczywiście pod uwagę możliwość wykorzystania do tego celu wielu istniejących obiektów nadawczych przez ich dodatkowe wyposażenie w nadajniki, co pozwoliłoby - przy stosunkowo małych nakładach finansowych - uzyskać pokrycie części kraju III programem telewizyjnym, bez potrzeby wymiany czy uzupełniania istniejącej bazy odbiorczej. Dalsza jednak rozbudowa tej sieci, wymagająca budowy nowych obiektów lub nowych masztów antenowych, byłaby już znacznie bardziej kosztowna i związana z koniecznością pokonania wielu trudności technicznych oraz inwestycyjnych. Istotne również znaczenie ma fakt, że realizacja sieci III programu wyczerpie zasób kanałów częstotliwościowych, przeznaczonych dla telewizji konwencjonalnej. Emisja zatem dalszych programów będzie możliwa i tak tylko z zastosowaniem techniki satelitarnej.

ISSN 0209-1046

