

**PRACE**

**INSTYTUTU  
ŁĄCZNOŚCI**

INSTYTUT ŁĄCZNOŚCI  
BIBLIOTEKA NAUKOWA

Nr \_\_\_\_\_

60 LAT  
INSTYTUTÓW NAUKOWO-BADAWCZYCH  
W RESORCIE ŁĄCZNOŚCI



**1994**

**102**

**PRACE  
INSTYTUTU  
ŁĄCZNOŚCI**

INSTYTUT ŁĄCZNOŚCI

NR 102

---

WARSZAWA 1994

Komitet Redakcyjny  
Redaktor Naczelny: dr inż. Krystyn Plewko  
Z-ca Redaktora Naczelnego: doc. dr inż. Alina Karwowska-Lamparska  
Redaktorzy Działowi:  
doc. dr inż. Włodzimierz Barjasz  
dr inż. Stanisław Sońta  
inż. Maria Łopuszniak

© Copyright by Instytut Łączności, Warszawa 1994

ISSN 0020-451X

Redaktor: mgr Krystyna Juskiewicz

Skład komputerowy: techn. Danuta Pol, Barbara Skwara,  
techn. Grażyna Woźnica

---

Instytut Łączności, Dział Ogólnotechniczny  
ul. Szachowa 1, 04-894 Warszawa

SPIS TREŚCI

INSTYTUT ŁĄCZNOŚCI  
BIBLIOTEKA NAUKOWA

1. Krystyn Plewko - Wywiad z ministrem łączności prof. dr. inż. Andrzejem Zielińskim .....	5
2. Włodzimierz Barjasz - Historia zaplecza naukowo-badawczego polskiej telekomunikacji .....	17
3. Franciszek Kotz - Analiza zniekształceń fali prądu przemiennego pobieranego z sieci przez tyrystorowe zespoły prostownikowe oraz niektóre metody przeciwdziałania .....	41
4. Arnold Kawecki, Ewa Wielowieyska - System przetwarzania wyników badań propagacyjnych oraz możliwości współpracy komputerów przez satelitę .....	71
5. Marian Ligmanowski - Metody optymalizacyjne pokrycia zbiorów .....	93
6. Andrzej Sowiński - Społeczne i socjalne aspekty rozwoju telekomunikacji .....	121

СОДЕРЖАНИЕ

1. Крыстын Плевко - Интервью с министром связи проф. д.т.н. Анджеем Зелиньским .....	5
2. Влодимеж Баряш - История научно-исследовательской базы польской телекоммуникации .....	17
3. Францишек Коц - Анализ искажений первичного переменного тока потребляемого тиристорными выпрямителями и некоторые методы защиты .....	41
4. Арнольд Кавецки, Ева Веловойска - Система обработки результатов исследования распространения микроволн и возможность кооперации компьютеров через транспондер спутника .....	71
5. Мариан Лигмановски - Методы оптимализации покрытия сборов .....	93
6. Анджей Совиньски - Общественные и социальные аспекты развития телекоммуникации ..	121

CONTENS

1. Krystyn Plewko - The interview with the Minister of Telecommunication Prof. Dr. Ing. Andrzej Zieliński .....	5
2. Włodzimierz Barjasz - The history of the scientific research base of polish telecommunication .....	17

3. Franciszek Kotz - Analysis of an a.c. line current shape distortion caused by thyristor rectifiers and some protective methods . . . .	41
4. Arnold Kawecki, Ewa Wielowieyska - The system of propagation research data processing and possibility of computers networking via satellite . . . . .	71
5. Marian Ligmanowski - Optimum methods of set-covering . . . . .	93
6. Andrzej Sowiński - Communal and social aspects of the telecommunication progress . . . . .	121

SOMMAIRE

1. Krystyn Plewko - Interview, accordé par le Ministre des Télécommunications, Prof. Dr ing. Andrzej Zieliński . . . . .	5
2. Włodzimierz Barjasz - Histoire de l'arrière-base de recherches scientifiques dans le domaine des télécommunications . . . . .	17
3. Franciszek Kotz - Analyse de distorsion de l'onde du courant alternatif, absorbe du reseau par les blocs thyristors-redresseurs et certaines methodes d'une contre-action . . . . .	41
4. Arnold Kawecki, Ewa Wielowieyska - Système de traitement de resultats des études sur la propagation, ainsi que la possibilite de la cooperation des ordinateurs par satellite . . . . .	71
5. Marian Ligmanowski - Les methodes d'optimalisation de la couverture des ensembles . . . . .	93
6. Andrzej Sowiński - Aspects sociaux et d'existence du developpement des telecommunications . . . . .	121

INHALTSVERZEICHNIS

1. Krystyn Plewko - Interview mit dem Minister für Nachrichtenwesen Prof. Dr. Ing. Andrzej Zieliński . . . . .	5
2. Włodzimierz Barjasz - Geschichte der wissenschaftlichen Forschungsbasis der polnischen Telekommunikation . . . . .	17
3. Franciszek Kotz - Analyse der Verzerrungen der Welle vom des Netz durch thyristorische Gleichrichterschaltungen genommenen Wechselstroms und einige Methoden der Gegenwirkung . . . . .	41
4. Arnold Kawecki, Ewa Wielowieyska - Das Verarbeitungssystem der Ausbreitungsforschungsdaten und Möglichkeiten von Computernetworking über Satellit . . . . .	71
5. Marian Ligmanowski - Optimierungsmethoden über Deckung einer Menge . . . . .	93
6. Andrzej Sowiński - Gesellschaftliche und soziale Aspekten der Entwicklung der Telekommunikation . . . . .	121

## WYWIAD Z MINISTREM ŁĄCZNOŚCI PROF. DR. INŻ. ANDRZEJEM ZIELIŃSKIM

- Panie Ministrze, w tym roku będziemy obchodzić 60-lecie powstania Państwowego Instytutu Telekomunikacyjnego, którego kontynuatorem do dnia dzisiejszego jest Instytut Łączności. Jak ocenia Pan, z perspektywy tych lat, powstanie PIT-u i rolę profesora Groszkowskiego w jego utworzeniu?

- Zacytuję tu jednego z moich poprzedników, który powiedział, że telekomunikacja była i ojcem, i matką elektroniki. I tak istotnie było. Działalność Państwowego Instytutu Telekomunikacyjnego przed wojną trzeba oceniać z punktu widzenia całości systemów elektronicznych, a nie tylko telekomunikacyjnych. PIT przedwojenny, a także w okresie późniejszym - gdyż, jak wiadomo, działał on także w okresie powojennym - zapoczątkował lub przyczynił się do rozwoju w Polsce wielu dziedzin elektroniki, w tym także telekomunikacji. Instytut Łączności natomiast był głównie związany z szeroko rozumianą telekomunikacją. Po podziale PIT w 1951 roku na dwa instytuty - zarówno z punktu widzenia nazwy, jak i głównej tematyki - największe prawo do sukcesji po PIT ma IŁ, mimo że wtedy zmieniono jego nazwę z Instytutu Telekomunikacyjnego na Instytut Łączności. Warto przypomnieć, że PIT dał początek wielu ważnym dla kraju sprawom. Dlatego z perspektywy 60 lat, jakie minęły od chwili powołania tego Instytutu, przedsięwzięcie to należy uznać za fakt o dużym znaczeniu historycznym. Wielką w tym zasługą Pana Profesora Groszkowskiego, który był nie tylko wybitnym uczonym, ale i utalentowanym organizatorem. On to doprowadził do utworzenia PIT, jednocząc w nim kilka instytucji, które wspólnie aspirowały



do prowadzenia działalności badawczej w dziedzinie telekomunikacji, w tym Laboratorium Teletechniczne i Instytut Radiotechniczny. Powstały w ten sposób Państwowy Instytut Telekomunikacyjny zajmował się wieloma zagadnieniami, w tym technologią – gdyby użyć współczesnego języka - to jest elektroniką, systemami telekomunikacyjnymi i radiodyfuzyjnymi. Stał się też - za sprawą prof. Groszkowskiego - promotorem rozwoju polskiej radiofonii, a nawet telewizji. Eksperymentalnie program TV był przed wojną transmitowany z gmachu dzisiejszego hotelu Warszawa. Wiele osiągnięto również w dziedzinie telefonii i telegrafii. 60-lecie IŁ nie jest więc traktowaną zdawkowo rocznicą, ale jubileuszem wydarzenia niezwykle ważnego historycznie z punktu widzenia rozwoju techniki w Polsce.

**- PIT był instytutem państwowym, IŁ zaś jest instytutem resortowym. Która z tych form działania, Pana zdaniem, jest bardziej skuteczna?**

- Różnica jest pozorna. Obecnie IŁ - z punktu widzenia właściciela - to także państwowy instytut. Podobnie jak przed wojną, jest on podporządkowany ministrowi łączności (wówczas był to minister poczt i telegrafów). Istnieje jednak pewna istotna różnica. Budżet PIT-u był włączony do budżetu ówczesnego Ministerstwa i niejako uchwalany dla tego Instytutu. W tym sensie jego państwowość miała bardzo ważny wyraz praktyczny. Natomiast IŁ jest instytutem, który większą część swego budżetu musi kształtować na zasadzie własnych starań i własnej pracy oraz zapobiegliwości, a nie decyzji budżetowych. Ale trudno odpowiedzieć, którą formę należałoby wybrać, gdyż nie jest to sprawa wyboru. Po prostu obecnie jest to wynik sposobu organizowania nauki, który przyjęto w Polsce dla wszystkich podobnych instytutów. Z punktu widzenia efektywności działań – gdyby mierzyć je w dłuższym okresie, a nie w skali 5 lat od momentu wyborów w Polsce oraz związanej z tym zmiany systemu

ekonomicznego i politycznego - formę działania Instytutu (taką jak w IŁ) w części korzystającego z dotacji państwowych, ale i muszącego zarabiać na prowadzenie swojej działalności, uważam za prawidłową.

**- Co w Pana przekonaniu było najważniejszym osiągnięciem PIT-u w okresie jego istnienia? To samo pytanie dotyczy IŁ.**

- Pytanie jest trudne. W odniesieniu do PIT uważam za najważniejsze sukcesy w rozwoju radiofonii i telewizji. Jeśli chodzi o IŁ, to można byłoby tu wyliczać wiele osiągnięć - również w zakresie telewizji, bo z laboratorium Instytutu nadawano pierwsze po wojnie próbne programy telewizji czarno-białej i kolorowej. Nie sposób nie wspomnieć przy tej okazji nazwiska profesora Kędzierskiego, który będąc pracownikiem PIT, a następnie IŁ, był wciągnięty w sprawy telewizji już przed wojną. Ale z przyjemnością stwierdzam, że listę tę można wydłużyć. Trzeba bowiem wspomnieć o badaniach w zakresie systemów teletransmisyjnych. Warto dodać, że dzięki działalności prof. Błockiego, który był i pracownikiem Politechniki, i Instytutu Łączności, w pewnym momencie w IŁ podjęto badania dotyczące teletransmisyjnych systemów cyfrowych. Należy też powiedzieć, że przy wspólnym wysiłku Instytutu i przemysłu opracowano w Polsce rodzinę analogowych linii teletransmisyjnych do systemu 2700-krotnego włączenie. Z przyjemnością podkreślam, że w Instytucie zostały także podjęte badania sieciowe prowadzone przez mego obecnego rozmówcę - doc. dr. Krystyna Plewkę. Trzeba też tu wymienić problematykę systemów utrzymania w telekomunikacji, powiedzieć o aparaturze do badań automatycznych w rozmaitych płaszczyznach sieci. Muszę podkreślić, że zespół zakładów Instytutu zajmujący się radiokomunikacją był tradycyjnie silny. Prace dotyczące gospodarki widmem częstotliwości oraz radiokomunikacji ruchomej prowadzono tam na dużą skalę i - jak na trudne ówczesnie warunki - w sposób skuteczny.



- Podczas 43 lat profil działalności Instytutu Łączności ulegał zmianie: z eksploatacyjnego w przemysłowo-eksploatacyjny, a obecnie - jak można sądzić - znów dominują zagadnienia eksploatacyjne. Jak Pan widzi obecną i przyszłą rolę merytoryczną Instytutu Łączności?

- Zmiany, o których mówimy, były skutkiem dostosowania Instytutu do nowych warunków. I tak do 1972 roku, będąc pod nadzorem ministra łączności, Instytut zajmował się głównie problematyką ogólną rozwoju sieci, w tym również problematyką związaną z jej utrzymaniem. Taki był bowiem profil działalności resortu łączności. W 1972 roku resort łączności przejął kontrolę nad przemysłem telekomunikacyjnym, co trwało bodajże do 1987 roku. W ten sposób odpowiedzialność ministra łączności została rozszerzona na to, co dzieje się w przemyśle. Nota bene - jak na te trudne ekonomicznie warunki - pociągnięcie to okazało się skuteczne, bo jednak w wyniku przejścia części odpowiedzialności ministra za przemysł elektroniczny (a zwłaszcza chodzi tu o przemysł telekomunikacyjny) właśnie wtedy nastąpił postęp, otwarcie na świat, zakupiono licencje na centrale E10 i Pentaconta. Warto też przypomnieć, że została wybudowana wielka fabryka kabli telekomunikacyjnych, zaczęliśmy w większym stopniu korzystać z osiągnięć techniki zachodniej, zwłaszcza francuskiej. Znalazło to odbicie w działalności Instytutu. W tamtych czasach - zaplanowanej pewnej autarkii i zamknięcia wobec świata (mówiłem wprawdzie o pewnym otwarciu, ale mimo szlachetnych intencji wielu zarządców przemysłu i życia gospodarczego kraju, hamował je sam system gospodarczy) trzeba było zajmować się w IŁ systemami cyfrowymi i analogowymi, rozwojem systemów komutacyjnych i wieloma innymi zagadnieniami, odtwarzając to, co inni zrobili już wcześniej. Taki był układ organizacyjny, a zwłaszcza finansowo-organizacyjny. Nastawienie się Instytutu na prace badawczo-rozwojowe w przemyśle było w pełni uzasadnione ówczesnymi warunkami. Obecnie warunki te zmieniły

się na jeszcze inne. Zgodnie z pewnymi zasadami organizacji pracy, oddzielania od siebie pewnych sfer, a zwłaszcza regulacyjnych od operatorskich (przedsiębiorczości) utrwalił się pogląd, że zadania administracji powinny być ograniczone do określonych obszarów funkcjonowania, a biznes, który dotyczy produkcji materialnej, jak również świadczenia usług, powinien mieć większą swobodę działania. W efekcie nastąpiło zróżnicowanie się wielu organizacji gospodarczych. Sytuacja, w której Instytut powrócił do pewnych ogólnych spraw sieciowych i eksploatacyjnych, jest wynikiem faktu, że obszary te są otwarte dla jego działalności, inne natomiast zamknęły się wskutek funkcjonowania konkurencji bądź wejścia na rynek firm zachodnich. Myślę jednak, że z upływem czasu - w ciągu kilku lat - nastąpi powrót do równowagi. Wówczas IŁ - jeśli zdoła przetrwać w dobrej kondycji - będzie zajmował się zarówno sprawami eksploatacji, sieciowymi, jak też - mam nadzieję - nowymi systemami telekomunikacyjnymi tak w sensie koncepcyjnym, jak i rozwojowym. Chcę jednak podkreślić, że będzie to mogło nastąpić wówczas, gdy zdoła on opanować arkana wiedzy w tym zakresie i wejść na rynek. Teoretycznie rzecz biorąc, nie ma żadnych przeszkód, żeby tak się stało. Wyrażam nadzieję, że spełniwszy ten warunek w przyszłości Instytut Łączności będzie w stanie zajmować się rozlicznymi aspektami badań w telekomunikacji, bez podziału na zagadnienia eksploatacyjne i przemysłowe.

**- Instytut Łączności jest umiejscowiony w strukturze Ministerstwa Łączności i tym samym jest niezależny od przemysłu, jak i operatorów telekomunikacyjnych. W związku z tym, jakie zadania - według Pana przewidywać - będzie miał Instytut Łączności?**

- Częściowo odpowiedziałem już na to pytanie. Uważam, że owa niezależność wcale nie oznacza izolacji. Kiedyś - może 25 lat temu - niezależność od przemysłu oznaczała odcięcie się od niego. Zbliże-

nie do przemysłu nastąpiło wraz z przejściem przez ministra łączności kontroli nad nim. Obecnie sytuacja jest nieco inna. Tu będzie odgrywało rolę nie tyle stanowisko ministra w tej sprawie, co interesy i zainteresowania naukowo-techniczne Instytutu, a może i przemysłu. Może się więc okazać, że niezależność ta przekształci się we współpracę. Niezależność może być rozumiana tylko w taki sposób, że Instytut jest niezależną, prawnie wyodrębnioną jednostką, posiadającą osobowość prawną i określoną strukturę własnościową. W tym sensie niezależność ta istnieje. Natomiast niezależność od życia gospodarczego nie może istnieć. Zależność od gospodarki będzie się nawet pogłębiała. W wyniku powiązania badań z życiem gospodarczym związki te będą owocowały osiągnięciami w pewnych dziedzinach.

**- W tym pytaniu zawarta była sugestia, że Instytut Łączności mógłby w pewnych sytuacjach konfliktowych między przemysłem i eksploatacją spełniać rolę arbitra, bo jest niezależny od jednej i drugiej strony. Co Pan Minister sądzi na ten temat?**

- Myślę, że jest to możliwe. Dzięki podporządkowaniu Instytutu ministrowi łączności i stałemu kontynuowaniu zainteresowań sieciowych oraz badań sprzętu, Instytut jest jednostką predestynowaną do tego, aby badania te pogłębiać i kultywować. Również istniejące do tej pory w Polsce procedury tzw. badań homologacyjnych, które dają Instytutowi spore pole do działania, powodują, że powoli staje się on takim arbitrem niejako automatycznie. Bo jest to wyspecjalizowane (aczkolwiek proces akredytacji jest jeszcze w toku) laboratorium badań systemów i sprzętu telekomunikacyjnego, co automatycznie oznacza przyjęcie funkcji arbitra między producentem i użytkownikiem.

**- Jaka rola przypadnie Instytutowi w przygotowaniu przewidywanych zmian działania polskiej telekomunikacji, w tym zmian prawnych, organizacyjnych i technicznych?**

- Nie mówiliśmy do tej pory o tych sprawach, bo skoncentrowaliśmy się na technice, rozpatrując działalność PIT-u, a także IŁ. Ale trzeba powiedzieć, że Instytut Łączności powinien - i tak się po trosze dzieje - sięgać po inne sfery badań: ekonomiczno-techniczne, a może nawet strukturalne i prawne. Ta sfera badań jest bardzo istotna. Nie chciałbym być posądzony, że nadmiernie podkreślam jakiś aspekt postępu. Przytoczę tu - choć nie wiem, kto jest autorem - stwierdzenie towarzyszące przyznaniu rok lub dwa lata temu nagród Nobla w dziedzinie nauki i ekonomii. Zawarto tam myśl, że w historii rozwoju naukowo-technicznego czy też postępu społecznego największą rolę odegrały systemy ekonomiczno-prawne, a nie techniczne. Myślę, że jest w tym stwierdzeniu pewna przesada. Byłem do tej pory przekonany, że w historii ludzkości największy wkład w rozwój wniosły wynalazki naukowo-techniczne. Nie można też nie doceniać ich roli, choć niewątpliwie doświadczenia ostatnich 10 lat wskazują, że kwestia ustroju społeczno-ekonomicznego jest dla prosperity społeczeństwa bardzo ważna. Może on być powodem zastoju lub rozwoju. Poprzez przyjęcie odpowiednich regulacji prawno-ekonomicznych można sprzyjać postępowi lub go hamować. Wiadomo, że tak się działo. Wydaje się, że o tych sprawach można byłoby dyskutować także w odniesieniu do telekomunikacji. Obecnie świat poszukuje - i ma to odbicie zarówno w doświadczeniach krajów wysoko rozwiniętych, jak też w zaleceniach Unii Telekomunikacyjnej oraz Unii Europejskiej - nowych idei w zakresie organizowania i świadczenia usług telekomunikacyjnych przez zmiany struktur organizacyjno-prawnych w telekomunikacji. Chodzi tu o demonopolizację rynku, wprowadzenie konkurencji, a także i o prywatyzację. Myślę, że poszukiwanie właściwych form w tej dziedzinie jest rzeczą bardzo istotną. Poszukiwanie to nie może oznaczać zaniebdywania doświadczeń tych, którzy uzyskali lepsze wyniki niż my, ale też nie powinno się dogmatycznie przyjmować pewnych rozwiązań w różnych krajach uznanych za



najlepsze dla rozwoju. Dlatego zagadnienie, jak dostosować polski rynek telekomunikacyjny, organizację działających w nim podmiotów gospodarczych i administracyjnych, aby uzyskać dobre funkcjonowanie telekomunikacji, może stanowić przedmiot interesujących badań, także badań prowadzonych przez IŁ. Również kwestie badań nad taryfami telekomunikacyjnymi - czyli sposobem zagwarantowania właściwych zysków, sposobem gromadzenia pieniędzy na rozwój - obsługa społeczeństwa, rentowność przedsiębiorstw telekomunikacyjnych są ważnymi problemami mającymi praktyczne odbicie w środkach, jakimi dysponują operatorzy, a zatem decydującymi o tempie rozwoju telekomunikacji. Takimi sprawami Instytut może i powinien się zająć. Istotne jest zajmowanie się nie tylko zagadnieniami technik i systemów telekomunikacyjnych, technologii optoelektronicznych czy innych, ale badaniami dotyczącymi elementów techniczno-ekonomicznych czy ekonomiczno-technicznych oraz ich struktur.

- **Polska zmierza w kierunku zjednoczonej Europy, także polska telekomunikacja będzie uczestniczyła w tym procesie. Czy oczekuje Pan, że IŁ będzie mógł pomóc Ministerstwu Łączności i na czym miałyby polegać ta pomoc?**

- Myślę, że właśnie na badaniach, o których mówiliśmy. Jeżeli Instytut będzie w stanie być dobrym zbiorowym polskim doradcą w zakresie rozwoju telekomunikacji, to może wpłynąć na bieg wydarzeń w zakresie tego rozwoju. Jeśli natomiast będzie ograniczał się do spraw wąskich, własnych i tylko partykularnych, to inni doradcy będą mieli wpływ na bieg wydarzeń w polskiej i międzynarodowej telekomunikacji.

- **Panie Ministrze, jest jeszcze ewentualnie dla Instytutu dodatkowe pole do działania. Jednym z warunków integracji europejskiej jest dostosowanie działania operatorów nie tylko w sensie prawnym, ale i technicznym. W tym zakresie działa ETSI. Insty-**

**tut jest jego członkiem. Sądzę więc, że Instytutowi przypadnie zadanie transferu pewnych norm europejskich na nasz rynek.**

- Tak, to prawda. Instytut jest członkiem ETSI i - być może - powinien być ważnym członkiem tej instytucji. Powinien być tą jednostką, która istotnie nadzorowałaby proces wyboru i następnie wdrażania pewnych standardów. Takie ambicje IŁ wykazywał do tej pory. ETSI jest jednak organizacją, która nie tylko narzuca standardy, ale przez długotrwałe badania ekspertów takie standardy ustala. Po to, by mieć autentyczny wpływ na kształt standardu telekomunikacyjnego z jego licznymi parametrami (bo tu nie chodzi tylko o kwestię nazw, lecz parametry) konieczne jest - w sensie wkładu w prace ETSI - przeprowadzanie odpowiednich badań. Zatem Instytut powinien być w tym względzie aktywnym uczestnikiem prac ETSI i prowadzić dobre badania własne. Natomiast z punktu widzenia administracyjnego Instytut ma też rolę do spełnienia. Chodzi tu o to, aby proces wdrażania odpowiednich standardów europejskich - nawet gdyby nie pochodziły one z tzw. własnej ręki, ale były uznane w Europie - był dobrze prowadzony.

**- Instytut Łączności działa w strukturze resortu łączności i jest Panu bezpośrednio podporządkowany. Pamiętamy, że przez 25 lat był Pan jego dyrektorem. Czy fakt ten ułatwia, czy utrudnia Panu ukierunkowanie działalności Instytutu?**

- Pytanie to trzeba byłoby zadać aktualnemu dyrektorowi Instytutu. Jeśli o mnie chodzi, to z faktu kierowania przez wiele lat Instytutem wynika mój sentyment do tej placówki oraz zrozumienie jej znaczenia. Z tego punktu widzenia jest to dla mnie pewne ułatwienie. Zdaję sobie jednak sprawę, że nadmierne wtrącanie się w wewnętrzne życie Instytutu może być uciążliwe dla działalności dyrektora i jego pracowników, dlatego staram się tego nie robić.

**- Panie Ministrze, liczna grupa byłych pracowników Instytutu Łączności zajmuje obecnie wysokie stanowiska tak w Minister-**



stwie Łączności, jak i w Telekomunikacji Polskiej SA. IŁ, można tak to ocenić, stał się kuźnią kadr polskiej telekomunikacji. Należy to zjawisko ocenić pozytywnie, ale czy nie obawia się Pan, że potencjał merytoryczny Instytutu uległ uszczupleniu? Czy Pan jako minister łączności może pomóc Instytutowi, stwarzając warunki organizacyjne, finansowe i merytoryczne, które przyczynią się do pozyskania przez IŁ nowych, młodych kadr?

- Obawiam się o potencjał merytoryczny IŁ. Niestety, nie ma stuprocentowo czystych sytuacji, nie ma sytuacji idealnie jasnych i idealnie ciemnych. Po prostu każde zjawisko ma swoje i dobre, i złe strony. Niestety, bardzo wielu ludzi opuściło Instytut, co ma z jednej strony tę zaletę, że fachowcy, kadra wychowana przez Instytut mogła zająć wiele odpowiedzialnych stanowisk, ale z drugiej strony - zabrakło tych ludzi w Instytucie, co może oznaczać ograniczenie jego zdolności wykonawczych. Być może Instytut stracił zbyt wielu wybitnych ludzi. Dlatego problem kadr w IŁ, odmłodzenia ich, pozyskania ludzi prężnych, jest jedną z najważniejszych spraw. W ostatnim czasie nauka polska (dotyczy to nie tylko instytutów, ale i politechnik) cierpi na problem starzenia się kadr. Problem ten musi być rozwiązany, nie tylko w imię interesów lokalnych, ale w imię gospodarki w ogóle.

- Co Pan Minister chciałby przekazać kierownictwu i pracownikom Instytutu Łączności z okazji Jubileuszu Instytutu?

- Chciałbym życzyć Instytutowi z okazji Jubileuszu wszystkiego najlepszego. To powinno oznaczać pokonanie pewnego kryzysu związanego ze starzeniem się kadr. Nie boję się o to, że Instytut straci dziedzinę działalności, bo telekomunikacja jest dziedziną, która obecnie w zasłużony sposób zdobywa uznanie i renomę jako prężna dziedzina gospodarki. Chodzi tylko o to, by problematyka prac Instytutu Łączności nie obejmowała wyłącznie spraw technicznych, odtwórczych czy wytwórczych. Taka pokusa może powstać. Być

może jest to pewna alternatywa dla działalności Instytutu. Wydaje się jednak, że w imię szerszych interesów samej społeczności Instytutu, a także w imię interesów ogólnych naszej telekomunikacji istnieje konieczność utrzymania profilu IŁ jako placówki o mieszanych funkcjach: badawczych, technicznych, opiniotwórczych, kontrolnych i produkcyjnych. Życzę utrzymania wszechstronnego charakteru tej placówki, bo to daje szansę dobrego działania na przyszłość.

**- Dziękuję Panie Ministrze za udzielenie wywiadu.**

Rozmawiał: Krystyn Plewko

Włodzimierz Barjasz  
Dyrektor Instytutu Łączności

654  
061.6/091/::621.39

## HISTORIA ZAPLECZA NAUKOWO-BADAWCZEGO POLSKIEJ TELEKOMUNIKACJI

W artykule przedstawiono historię zaplecza naukowo-badawczego resortu łączności, jego rolę i zakresy działania. W szczególności omówiono działalność Instytutu Łączności w ostatnim czterdziestoleciu oraz jego obecne zadania w zmienionych warunkach ekonomicznych i organizacyjnych polskiej telekomunikacji. Zarysowano także problemy finansowania działalności placówek badawczo-naukowych w obecnych realiach ekonomicznych.

### 1. WSTĘP

W bieżącym roku mija sześćdziesiąt lat od chwili utworzenia centralnej jednostki zaplecza naukowo-badawczego resortu łączności, a mianowicie Państwowego Instytutu Telekomunikacyjnego (PIT), z którego później (przed czterdziestu trzema laty) został wyłoniony Instytut Łączności. Z okazji tak okrągłej rocznicy warto przypomnieć historię zaplecza naukowo-badawczego w resorcie łączności, w tym również historię Instytutu Łączności oraz podstawowe funkcje, jakie pełnił on w rozwoju polskiej telekomunikacji, a także jego rolę w obecnym dynamicznie rozwijającym się i zmieniającym środowisku polskiej telekomunikacji.

Zaczątki zaplecza badawczego w dziedzinie telekomunikacji powstały w Polsce w 1919 r., kiedy to powołano Wojskowe Laboratorium Telegraficzne, a nieco później także wojskowy Zakład Sprzętu Łączności. Potrzeby cywilne spowodowały utworzenie w 1926 roku

pierwszej jednostki badawczej w resorcie łączności (wówczas w resorcie poczt i telegrafów), a mianowicie Laboratorium Teletechnicznego. Trzy lata później, w 1929 roku, podjął działalność Instytut Radiotechniczny w Warszawie, którego dyrektorem został profesor Janusz Groszkowski.

Szybki rozwój telekomunikacji na świecie, a także rosnące potrzeby rozwojowe telekomunikacji w kraju, spowodowały konieczność stworzenia silnego ośrodka badawczego, który stanowiłby zaplecze naukowe telekomunikacji w Polsce. Postanowiono skupić w jednej instytucji problematykę badań o randze ogólnokrajowej, zarówno z telekomunikacji przewodowej jak i bezprzewodowej. Takim ośrodkiem stał się Państwowy Instytut Telekomunikacyjny (PIT) utworzony w 1934 roku z połączenia Laboratorium Teletechnicznego i Instytutu Radiotechnicznego. Podlegał on bezpośrednio Ministrowi Poczt i Telegrafów, a wydatki związane z jego utrzymaniem były pokrywane w zasadzie przez Państwowe Przedsiębiorstwo Polska Poczta, Telegraf i Telefon. Dyrektorem PIT został prof. Janusz Groszkowski. Instytut mieścił się w Warszawie przy ul. Ratuszowej 11.

W PIT utworzono wydziały:

- teletechniki - zajmujący się problemami aparatów telefonicznych, kontroli przewodów międzymiastowych, telefonii wielokrotnej, telegrafii, wzmacniaków, automatów telefonicznych, pomiarów, normalizacji, a także później kabli i sieci międzymiastowych;
- radiotechniki - zajmujący się zagadnieniami kontroli nadawców, lamp elektronowych, materiałów piezoelektrycznych i magnetycznych, a od 1935 r. także telewizją;
- wojskowy (od 1938 roku) - zajmujący się łącznością wojskową przewodową i bezprzewodową.

W 1939 roku PIT zatrudniał 350 osób, w tym 200 osób personelu inżynieryjno-technicznego. Szybki rozwój Instytutu przerwała wojna.

Państwowy Instytut Telekomunikacyjny wznowił swoją działalność jesienią 1944 r. Od maja 1945 r. na czele Instytutu stanął ponownie prof. Janusz Groszkowski. Organizacyjnie PIT w dalszym ciągu podlegał ministrowi poczt i telegrafów. W 1950 roku zatrudnienie w Instytucie przekroczyło 500 osób. Tematyka prac PIT w latach 1945-1951 była w zasadzie kontynuacją, z pewnym rozszerzeniem, działalności przedwojennej.

Należy podkreślić, że w okresie powojennym Państwowy Instytut Telekomunikacyjny (i później jego kontynuator Instytut Łączności) nie były jedynymi w Polsce ośrodkami, w których prowadzono prace naukowo-badawcze w obszarze telekomunikacji. W wyniku różnych zmian, przekształceń i rozwoju działały lub działają: Przemysłowy Instytut Telekomunikacji i Instytut Tele- i Radiotechniczny (oba instytuty obecnie w ograniczonym stopniu związane z telekomunikacją), Wojskowy Instytut Łączności, Centralny Ośrodek Planowania i Organizacji Zarządzania PPTiT (przekształcony później w Centralny Ośrodek Badawczo-Rozwojowy PPTiT), Centralny Ośrodek Badawczy Radia i Telewizji. W obszarze szkolnictwa wyższego są prowadzone intensywne prace naukowo-badawcze w następujących uczelniach (zakładach, katedrach i instytutach telekomunikacyjnych): w politechnikach Gdańskiej, Krakowskiej, Warszawskiej, Wrocławskiej, w akademiach Górniczo-Hutniczej w Krakowie, Techniczno-Rolniczej w Bydgoszczy, Wojskowej Akademii Technicznej w Warszawie, a także w innych mniejszych uczelniach.

## **2. HISTORIA ROZWOJU INSTYTUTU ŁĄCZNOŚCI**

Instytut Łączności został powołany zarządzeniem ministra poczt i telegrafów z dnia 18 września 1951 roku, w wyniku podziału Państwowego Instytutu Telekomunikacyjnego na dwa instytuty, a mianowicie Instytut Łączności - podległy resortowi łączności oraz Przemysłowy Instytut Telekomunikacji - podległy resortowi przemysłu cięż-



kiego. W wyniku dalszych reorganizacji z PIT wydzielił się Instytut Tele- i Radiotechniczny, a następnie Zakład Badań i Studiów Teletechniki.

W początkowym okresie siedzibą IŁ była część budynku dawnego PIT w Warszawie przy ul. Ratuszowej 11. Z upływem czasu pomieszczenia przy ul. Ratuszowej stały się niewystarczające, podjęto więc w 1955 roku budowę nowego obiektu w Miedzeszynie pod Warszawą, do którego Instytut przeniósł się w 1958 roku, dzięki czemu stało się możliwe dalsze rozszerzenie zakresu prac i stanu osobowego IŁ.

Powstały w wyniku podziału PIT w 1951 r. Instytut Łączności początkowo był niewielką jednostką naukowo-badawczą, dysponującą skromną bazą lokalową i techniczną, zatrudniającą niespełna stu pracowników. W Instytucie działały wówczas następujące zakłady naukowo-badawcze:

- teletransmisji przewodowej,
- techniki łączenia,
- radiokomunikacji,
- urządzeń zasilających,
- miernictwa.

W latach 1952-1956 nastąpił szybki rozwój organizacyjny Instytutu, w wyniku czego powstały nowe zakłady zajmujące się zagadnieniami elektroakustyki, rozgłaszania przewodowego, telegrafii, komunikacji mikrofalowej, propagacji fal, budownictwa łączności oraz techniki i organizacji poczty. W dalszych latach powstawały kolejne zakłady i samodzielne pracownie naukowo-badawcze. Ulegały one licznym przekształceniom organizacyjnym i merytorycznym, a także zmieniały swoje nazwy. W tak krótkim artykule nie sposób zwięźle przedstawić tych zmian. Warto jednak odnotować, że na początku lat dziewięćdziesiątych w Instytucie działały następujące zakłady (lub samodzielne pracownie) naukowo-badawcze:



- sieci telekomunikacyjnych,
- podstawowych problemów telekomunikacji,
- telekomutacji,
- badań homologacyjnych,
- teletransmisji,
- telekomunikacji optycznej,
- oprogramowania systemów telegraficznych i telematycznych,
- systemów telegraficznych i telematycznych,
- teleinformatyki,
- energetyki łączności,
- radiokomunikacji, radiofonii i telewizji,
- kompatybilności elektromagnetycznej,
- centralna izba pomiarów telekomunikacyjnych,
- ośrodek szkolenia,
- mikroelektroniki hybrydowej.

Ostatnio zostały utworzone: Laboratorium Badań Homologicznych (w randze zakładu) i Samodzielna Pracownia Standardów Telekomunikacyjnych.

Nazwy tych zakładów (samodzielnych pracowni) określają profil tematyczny prac naukowo-badawczych prowadzonych ostatnio w Instytucie Łączności. W skład zakładów wchodzi pracownicy i zespoły problemowe powoływane na czas określony do wykonywania poszczególnych zadań.

W okresie czterdziestotrzyletniej historii Instytutu Łączności miały miejsce także inne istotne zmiany organizacyjne. W 1956 roku dotychczasowy Ośrodek Badawczo-Doświadczalny Urządzeń Nadawczych i Techniki Antenowej we Wrocławiu został przekształcony w oddział Instytutu zajmujący się głównie zagadnieniami anten nadawczych i zakłóceń radioelektrycznych. W tym okresie powstała w IŁ Samodzielna Pracownia Elektroniki oraz Ośrodek Doświadczalny Półprzewodników zajmujący się otrzymywaniem germanu

i wytwarzaniem elementów półprzewodnikowych z tego pierwiastka. Ośrodek ten został w 1958 roku przekazany resortowi przemysłu maszynowego, gdzie dał początek Zakładowi Produkcyjnemu Elementów Półprzewodnikowych.

Duże znaczenie miało utworzenie w 1954 roku w IŁ zakładu doświadczalnego, którego zadaniem było wykonywanie prac konstrukcyjno-warsztatowych oraz modeli i małych serii urządzeń. Komórka ta istnieje dotychczas jako Oddział Konstrukcyjno-Warsztatowy (OKW). Rozwinięciem tej działalności Instytutu było utworzenie w 1974 roku oddziału w Pułtuskach prowadzącego samodzielną działalność techniczną. W Warszawie-Miedzeszynie istnieje dział zajmujący się produkcją obwodów drukowanych oraz ostatecznie uformowany w 1991 roku zakład powołany do wytwarzania cienko- i grubowarstwowych mikroukładów hybrydowych.

W 1962 roku powstał w Gdańsku Oddział IŁ zajmujący się wówczas zagadnieniami radiokomunikacji, telegrafii, teletransmisji przewodowej, telekomutacji i akustyki. W 1968 roku wydzielono z IŁ Zakład Techniki i Organizacji Poczty, który stał się zaczątkiem nowej, samodzielnej komórki naukowo-badawczej resortu łączności - Centralnego Ośrodka Organizacji i Mechanizacji Poczty (później Centralnego Ośrodka Badawczo-Rozwojowego Poczty).

W 1972 roku włączono do IŁ Zakład Badań i Studiów Teletechniki, co nastąpiło w wyniku przekazania w tym czasie do resortu łączności zakładów przemysłu telekomunikacyjnego.

Podsumowując opisany powyżej rozwój organizacyjny Instytutu Łączności należy stwierdzić, że poza centralą w Warszawie-Miedzeszynie (ok. 26 800 m<sup>2</sup>) Instytut ma trzy oddziały: w Gdańsku (ok. 4300 m<sup>2</sup>), w Pułtuskach (ok. 4500 m<sup>2</sup>) i Wrocławiu.

Pierwszym dyrektorem Instytutu był mgr inż. Stefan Felman (1951-1953), a jego następcą doc. Tadeusz Rzymkowski (1953-1958). Kolejnym dyrektorem IŁ był prof. Zenon Szpigler (1958-1970). W latach 1970-1980 Instytutem Łączności kierował prof. Andrzej

Zieliński. W okresie od maja 1980 r. do stycznia 1981 r. dyrektorem IŁ był prof. Edward Kowalczyk, a następnie do czerwca tego roku pełnił te obowiązki prof. Władysław Majewski, a dalej do września 1981 r. - mgr inż. Jerzy Węclawek. Od września tego roku powrócił na stanowisko dyrektora naczelnego IŁ prof. Andrzej Zieliński, który kierował Instytutem do chwili powołania go na stanowisko ministra łączności, tzn. do listopada 1993 r. Od listopada 1993 r. do chwili obecnej obowiązki dyrektora Instytutu pełni doc. dr inż. Włodzimierz Barjasz.

### 3. KADRY INSTYTUTU ŁĄCZNOŚCI

W momencie powstania Instytut zatrudniał tylko 96 pracowników, w tym 70 pracowników inżyniersko-technicznych. W okresie rozwoju Instytutu rosła liczba jego pracowników, osiągając w połowie lat siedemdziesiątych około 1300 zatrudnionych. W latach późniejszych kadra pracowników stopniowo malała. Przeciętne zatrudnienie w 1993 roku wynosiło 651 etatów. Najwięcej zatrudnionych było w Centrali Instytutu (449 osoby), zaś w oddziałach: w Gdańsku (79), w Pułtusku (68), we Wrocławiu (55).

Równie ważny był wzrost potencjału merytorycznego pracowników IŁ. Szczególną w tym względzie rolę odegrała Rada Naukowa Instytutu działająca od 1954 roku. Rada ta, grupująca wybitnych naukowców i specjalistów z dziedziny telekomunikacji, jest ciałem opiniodawczym i doradczym w sprawach kierunków oraz metod działania Instytutu. Od 1967 roku Rada Naukowa IŁ uzyskała prawo nadawania stopni doktorskich oraz wysuwania i opiniowania kandydatów do zajmowania stanowisk docentów oraz uzyskania tytułów naukowych profesorów. Od początku jej istnienia do 1982 roku Radzie przewodniczył prof. Janusz Groszkowski, a w latach 1982-1991 prof. Wojciech Oszywa. Nowym przewodniczącym Rady został wybrany w 1991 roku prof. Władysław Majewski.

Wielu pracowników Instytutu uzyskało tytuł profesora oraz zostało mianowanych docentami. Rada Naukowa Instytutu nadała ponad 30 osobom stopień naukowy doktora nauk technicznych, w tym w przeważającej liczbie pracownikom Instytutu. Pewna liczba pracowników IŁ doktoryzowała się lub habilitowała w innych placówkach naukowych. Ponadto Rada Naukowa stwierdziła kwalifikacje około 200 osób do zajmowania stanowisk adiunktów i asystentów. W końcu 1993 roku było w Instytucie zatrudnionych 4 profesorów, 10 docentów oraz 56 adiunktów.

Pisząc o kadrach Instytutu nie można nie wspomnieć o całej plejadzie wybitnych fachowców, naukowców i menedżerów, którzy po rozpoczęciu swojej kariery zawodowej w Instytucie Łączności zasilili obecnie szeregi kadr kierowniczych w Ministerstwie Łączności, Telekomunikacji Polskiej SA, Państwowej Agencji Radiokomunikacyjnej oraz innych instytucjach i firmach.

Innym wyrazem osiągnięć i wzrostu potencjału merytorycznego pracowników Instytutu Łączności było otrzymanie 7 zespołowych nagród państwowych, kilku nagród Przewodniczącego Komitetu Nauki i Techniki oraz kilkudziesięciu nagród Ministra Łączności i Ministra Nauki Szkolnictwa Wyższego i Techniki.

Pracownicy Instytutu byli autorami około stu książek i podręczników, a także tysiący artykułów zamieszczonych w czasopismach krajowych i zagranicznych. Wygłosili także setki referatów na konferencjach naukowych i naukowo-technicznych krajowych oraz międzynarodowych. Instytut Łączności był organizatorem lub współorganizatorem kilkudziesięciu konferencji naukowych, w tym międzynarodowych i organizowanych cyklicznie.

W okresie swojej czterdziestotrzyletniej działalności Instytut Łączności prowadził szkolenie pracowników resortu łączności głównie zatrudnionych w eksploatacji, lecz także i w przemyśle. Liczna grupa pracowników Instytutu dzieliła się swoją wiedzą, prowadząc



wykłady i zajęcia laboratoryjne w wielu wyższych uczelniach krajowych i w telekomunikacyjnym szkolnictwie średnim.

Do działalności szkoleniowej przywiązuje się dużą wagę, czego dowodem jest powołanie w 1993 r. Ośrodka Szkolenia, wyposażonego w nowoczesny sprzęt audiowizualny oraz laboratorium komputerowe. Działalność Ośrodka Szkolenia skupia się na organizowaniu: szkoleń związanych z nowoczesną telekomunikacją, zleconych kursów i szkoleń w dziedzinie informatyki oraz telekomunikacji, a także kursów obsługi komputerów i wykorzystania ich w technice oraz administracji. Poza kursami Ośrodek organizuje seminaria, konferencje oraz wystawy. Prowadzi również doradztwo, dotyczące wykorzystania komputerów w przedsiębiorstwach i małych biurach.

## **4. OGÓLNE KIERUNKI DZIAŁALNOŚCI INSTYTUTU ŁĄCZNOŚCI**

### **4.1. Koordynacja prac naukowo-badawczych**

Istotnym etapem rozwoju Instytutu Łączności było powierzenie mu, w 1971 roku, roli koordynatora i jednego z głównych wykonawców prac badawczo-rozwojowych w dziedzinie telekomunikacji. Rolę tę pełnił Instytut przez dwadzieścia lat - do 1991 roku. W kolejnych okresach pięcioletnich IŁ był koordynatorem problemów węzłowych, a następnie centralnych programów badawczo-rozwojowych. Instytut był także koordynatorem i wykonawcą wielu problemów resortowo-branżowych i resortowych programów badawczo-rozwojowych, uczestniczył również w realizacji kilku problemów (programów) rządowych. Programy te obejmowały niemal całość zagadnień telekomunikacji, tak przewodowej jak i radiowej. Głównym celem tych programów, a w szczególności problemów węzłowych (centralnych) była koncentracja wysiłków kilkudziesięciu ośrodków

naukowo-badawczych, rozwojowych i produkcyjnych, należących do kilku resortów. Koncentracja środków finansowych i materialnych pozwoliła na realizację najpilniejszych i istotnych zadań. Celem nadrzędnym tych programów było stworzenie podstaw technicznych rozwoju jednolitej sieci telekomunikacyjnej państwa. Mimo trudności, które napotkano w realizacji tego celu, uzyskano znaczące rezultaty wyrażające się opracowaniem i wdrożeniem do produkcji oraz eksploatacji wielu systemów i urządzeń telekomunikacyjnych. Wykonano także liczne opracowania studialne, prognostyczne i programujące rozwój sieci, a także przepisy eksploatacyjne, normy oraz zalecenia.

Przy realizacji powyższych zadań współdziałało kilkadziesiąt placówek naukowo-badawczych (w tym instytutów i uczelni wyższych), produkcyjnych i innych.

#### **4.2. Stała działalność na rzecz resortu łączności**

Instytut Łączności obok prac naukowo-badawczych prowadzi działalność, wynikającą z jego roli centralnej jednostki zaplecza badawczego resortu łączności. Do takich prac należy, prowadzona przez Zakład Miernictwa (dawna nazwa: Centralna Izba Pomiarów Telekomunikacyjnych - CIPT), legalizacja narzędzi pomiarowych resortu łączności i aparatury wysokiej klasy. CIPT sprawował także nadzór nad resortowymi Telekomunikacyjnymi Izbami Pomiarowymi.

W 1972 roku w Instytucie Łączności utworzono Resortowy Ośrodek Elektronicznego Przetwarzania Danych. Był to wówczas pierwszy tego rodzaju ośrodek w resorcie łączności, który zapoczątkował wykorzystanie informatyki do realizacji prac naukowo-badawczych, a także innych prac racjonalizujących działalność resortu.

Instytut Łączności prowadził stałą kontrolę częstotliwości wzorcowej emitowanej przez Radiostację Centralną. Przez wiele lat w Instytucie była zlokalizowana stacja sondowań jonosferycznych, stanowiąca jedno z ogniw światowego systemu takich sondowań. Wyniki



badania jonosfery służą do prognozowania warunków propagacji fal radiowych w zakresach krótkofalowych. Wykorzystując opracowane w IŁ metody oraz potencjał obliczeniowy, Instytut wspomaga działalność resortu w dziedzinie planowania i gospodarki widmem częstotliwości radiowych, ma to także istotne znaczenie przy obronie interesów Polski na forum międzynarodowym.

W całym okresie działalności Instytut Łączności realizował bieżące prace naukowo-badawcze, a także inne prace lub ekspertyzy zlecone mu do wykonania przez resort łączności. W okresie ostatnich lat zwiększył się znacznie zakres badań technicznych sprzętu telekomunikacyjnego. Wyniki tych badań stanowią podstawę do wydawania przez Ministerstwo świadectw homologacyjnych dopuszczających sprzęt do stosowania w sieci telekomunikacyjnej państwa.

#### **4.3. Działalność ogólnotechniczna**

Biblioteka Instytutu Łączności pełni rolę resortowej biblioteki naukowo-technicznej. Zgromadzono w niej ponad 35 tysięcy woluminów. Zbiory specjalne, łącznie z literaturą techniczno-handlową obejmują blisko 21 tysięcy pozycji. Biblioteka prenumeruje około 350 czasopism, w tym prawie 100 czasopism zachodnich.

Komórką działającą dla potrzeb pracowników IŁ, a także wszystkich instytucji interesujących się telekomunikacją jest Ośrodek Informacji Naukowej, Technicznej i Ekonomicznej. Instytut w ramach działalności BOINTE, od trzydziestu lat wydaje trzy czasopisma:

- Prace Instytutu Łączności, zawierające artykuły prezentujące oryginalne osiągnięcia pracowników Instytutu (dotychczas wydano 101 zeszytów);
- Biuletyn Informacyjny, zawierający prace przeglądowe dotyczące ważnych, nowych i przyszłościowych zagadnień telekomunikacji (dotychczas wydano 322 zeszyty);

- Przegląd Dokumentacyjny Łączności, w którym są zamieszczone analizy ważniejszych, selektywnie wybranych książek, artykułów i dokumentów międzynarodowych instytucji standaryzacyjnych w obszarze telekomunikacji (dotychczas wydano 321 zeszytów).

W działalności informacyjnej wykorzystuje się od 1975 roku opracowany w IŁ zautomatyzowany system dokumentacyjnego wyszukiwania informacji z zakresu telekomunikacji. System ten obejmuje kilkadziesiąt dziedzin z zakresu telekomunikacji oraz służy do selektywnego, bieżącego wyszukiwania informacji, a także do sporządzania retrospektywnych zestawień dokumentacyjnych na określony temat w postaci wydruków komputerowych analiz dokumentacyjnych.

Instytut prowadzi również działalność normalizacyjną, opracowując normy dotyczące w szczególności sieci telekomunikacyjnych, metod badań anten nadawczych i odbiorczych oraz zakłóceń radioelektrycznych.

Od 5 marca 1991 r. Instytut jest członkiem ETSI (Europejski Instytut Standardów Telekomunikacyjnych) i od tego momentu podjął obowiązki prowadzenia w kraju całokształtu współpracy z ETSI w zakresie ankietyzacji projektów standardów ETS oraz prowadzenia biblioteki standardów ETS.

#### 4.4. Współpraca międzynarodowa

Instytut prowadzi szeroką współpracę z zagranicą, utrzymując stałe kontakty robocze z podobnymi instytutami w Bułgarii, Czechosłowacji, na Węgrzech, w dawnym ZSRR, a ponadto we Francji, Niemczech i we Włoszech. W ostatnim okresie zwiększyła się liczba kontaktów roboczych z instytucjami i firmami zachodnimi. Liczni pracownicy Instytutu brali udział w stażach szkoleniowych w USA, Francji, Anglii, Holandii i w innych krajach.

Instytut od wielu lat czynnie uczestniczy w pracach telekomunikacyjnych organizacji międzynarodowych, takich jak: UIT, CCITT, CCIR, CISPR, UIT-T, UIT-R. Należy odnotować udział pracowników Instytutu Łączności w działalności Międzynarodowej Unii Telekomunikacyjnej. Kilku pracowników Instytutu zostało oddelegowanych do pracy w UIT, liczniejsza grupa była ekspertami Unii działającymi w Afryce bądź jako wykładowcy, bądź opracowując programy rozwoju telekomunikacji w wielu krajach tego kontynentu.

## 5. EKONOMICZNE WARUNKI DZIAŁALNOŚCI INSTYTUTU ŁĄCZNOŚCI

Instytut Łączności do 1971 roku był jednostką budżetową. Przez dwadzieścia następných lat działalność Instytutu była finansowana z własnych dochodów uzyskiwanych ze sprzedaży zrealizowanych prac naukowo-badawczych, usług oraz wyrobów wytworzonych w jego zapleczu techniczno-produkcyjnym. Istotnym źródłem tych dochodów były środki finansowe uzyskiwane z funduszy problemów węzłowych lub centralnych oraz problemów resortowo-branżowych, których Instytut był głównym wykonawcą.

Począwszy od 1991 roku obowiązują nowe zasady finansowania całej sfery nauki. Zaniechane zostało całkowicie finansowanie wymienionych wyżej problemów węzłowych i branżowych, mających charakter dotacji parabudżetowych. Z dotacji budżetowych została wprowadzona forma dotowania tzw. działalności statutowej obejmującej prace naukowo-badawcze istotne dla rozwoju kadry Instytutu lub podtrzymywania działalności niezbędnej z punktu widzenia gałęzi nauki (w tym przypadku telekomunikacji) albo resortu. Środki otrzymywane z Komitetu Badań Naukowych na działalność statutową pokrywają około 20% potrzeb finansowych Instytutu w skali rocznej (z tendencją lekko malejącą z roku na rok).

Pozostałe środki finansowe muszą być wypracowane we własnym zakresie. Trzeba przyznać, że pierwsze dwa lata przepracowane w tym systemie były niewątpliwie trudne, a trudności okresu przejściowego zmuszały do daleko posuniętych oszczędności, w tym także i na płacach. Było to jedną z przyczyn spadku zatrudnienia oraz utraty sporej części kadry naukowo-badawczej, a zwłaszcza specjalistów młodych i w średnim wieku.

Obecnie, po trzech latach funkcjonowania w nowej sytuacji ekonomicznej, można zaryzykować stwierdzenie, że warunki pozyskiwania środków finansowych na działalność Instytutu w pewnym stopniu ustabilizowały się. Oprócz wspomnianej już działalności statutowej Instytut Łączności, z punktu widzenia pozyskiwania środków finansowych, prowadzi następujące rodzaje działalności:

- tzw. granty (własne prace badawczo-naukowe zakwalifikowane do finansowania z funduszu grantów Komitetu Badań Naukowych);
- prace na zlecenie Ministerstwa Łączności (wymagania techniczno-eksploatacyjne, ekspertyzy, plany rozwojowe i inne);
- badania homologacyjne;
- prace na zlecenie głównego operatora polskiej sieci, tzn. TP SA;
- prace na zlecenie Państwowej Agencji Radiokomunikacyjnej (gospodarka widmem, kompatybilność elektromagnetyczna);
- prace ekspercko-doradcze w zakresie telekomunikacji dla innych zleciodawców;
- działalność doświadczalno-produkcyjną.

Pomimo ustabilizowania się sytuacji finansowej Instytutu należy jednak podkreślić, że obecny system finansowania ma podstawową wadę, a mianowicie krótkoterminowość ograniczoną do jednego roku. Każdy następny rok zaczynany jest prawie od zera, a aktualną kondycję finansową można oszacować dopiero w drugiej połowie roku. Utrudnia to w znacznym stopniu prowadzenie polityki rozwoju badań, a także rozsądnej polityki kadrowo-płacowej.



## 6. DALSZE KIERUNKI DZIAŁALNOŚCI INSTYTUTU ŁĄCZNOŚCI

Nowa ustawa o łączności uchwalona przez Sejm w 1991 r. zmieniła w istotny sposób rolę Ministerstwa Łączności, a także zmieniła strukturę dawnej państwowej jednostki organizacyjnej Polska Poczta, Telegraf i Telefon (PPTT). Jednostka ta, jak wiadomo, została podzielona na Polską Pocztcę i na spółkę akcyjną Skarbu Państwa Telekomunikację Polską SA. Zapisy w ustawie nie dotyczą bezpośrednio Instytutu Łączności, jednak w konsekwencji w istotny sposób zmieniają usytuowanie i rolę Instytutu, zwłaszcza w stosunku do TP SA.

Również w konsekwencji zmian prawnych wprowadzonych przez ustawę pojawiła się znaczna liczba niezależnych operatorów, działających w różnych płaszczyznach sieci i oferujących różne usługi telekomunikacyjne. Sytuacja taka stwarza Instytutowi Łączności nowe możliwości działań, prowadzonych w imieniu Ministerstwa Łączności, na rzecz zapewnienia jednolitości technicznej sieci telekomunikacyjnej kraju, utrzymania należytych parametrów jakościowych i niezawodnościowych urządzeń oraz systemów telekomunikacyjnych, a także w zakresie doradztwa specjalistycznego.

Odnosić należy radykalne zmiany w stosunkach między przemysłem telekomunikacyjnym a Instytutem Łączności. Zerwanie z autarkicznym modelem gospodarki krajowej oraz napływ kapitałów zagranicznych, w tym tworzenie w przemyśle telekomunikacyjnym spółek typu joint-venture, powoduje przestawienie się przedsiębiorstw przemysłowych na zagraniczne technologie. Ogranicza to zapotrzebowanie na krajowe, w tym instytutowe, opracowania sprzętowe. Należy też pamiętać, że uruchamianie w krajowym przemyśle telekomunikacyjnym nowych wyrobów (konkurujących ze sobą wykonaniem), a także wzmożony import urządzeń i systemów telekomunikacyjnych, stwarza zwiększone zapotrzebowanie na prowadzenie badań technicznych oraz na badania homologacyjne.



Wymienione wyżej okoliczności stwarzają nową sytuację, w której Instytut obecnie działa i będzie działał w latach następnych. Jako jednostka naukowo-badawcza podporządkowana ministrowi łączności, a przy tym nie będąca przedmiotem gry rynkowej, Instytut Łączności powinien stać się intelektualnym zapleczem decyzji ministra w sferze technicznej i systemowej wspomaganych badaniami naukowymi. Dotyczy to zwłaszcza takich dziedzin działalności Instytutu Łączności, jak:

- Prace badawczo-naukowe w zakresie rozwoju telekomunikacyjnej sieci państwa, w tym opracowanie koncepcji technicznych rozwoju całej sieci, a także sieci cząstkowych, np. międzymiastowych, okręgowych, radiowych i innych, a także opracowanie planów transmisji, numeracji, kierowania ruchu itp.
- Normalizacja oraz standaryzacja systemów i urządzeń telekomunikacyjnych, a w szczególności dostosowywanie polskich standardów do standardów EWG. Instytut Łączności, będąc członkiem ETSI, powinien być resortową jednostką koordynującą wdrażanie i rozpowszechnianie telekomunikacyjnych standardów ETSI poprzez bieżące rozpowszechnianie dokumentów oraz przez prowadzenie biblioteki standardów i zaleceń międzynarodowych, w tym również UIT-T (CCITT) i UIT-R (CCIR). Powinny być utrzymane kompetencje Instytutu dotyczące opracowywania wymagań techniczno-eksploatacyjnych z uwzględnieniem potrzeb polskiej sieci telekomunikacyjnej oraz nowych technik i technologii.
- Badania przydatności systemów i urządzeń przewidzianych do stosowania w sieci telekomunikacyjnej przez różnych operatorów. Działalność Instytutu w tym zakresie powinna być ukierunkowana na opracowywanie metod badań systemów i urządzeń wdrażanych do sieci krajowej, a także na bieżące prowadzenie badań jakości transmisji w sieciach różnych operatorów. Instytut Łączności powinien być resortową jednostką organizacyjną upoważnioną do

tw. badań technicznych związanych z potrzebami homologacyjnymi. Na podkreślenie zasługują działania Instytutu zmierzające do wprowadzenia systemu jakości, funkcjonującego na zasadach określonych w europejskich normach ISO 9000 i ISO 45000. W bieżącym roku zostały zakończone prace nad Księgą Jakości, określającą zasady funkcjonowania laboratoriów badań jakościowych (w tym i homologacyjnych). Została też zgłoszona do Polskiego Centrum Badań i Certyfikacji (PCBC) aplikacja Instytutu o akredytację.

- Zastosowanie nowych technik i technologii w sieciach łączności, w tym szczególnie technik optoelektronicznych i światłowodowych, technik satelitarnych oraz cyfrowych, a także sieci z integracją usług (ISDN). W tym obszarze działalność Instytutu powinna być ukierunkowana głównie na perspektywiczne badania systemowe zmierzające do zastosowania w kraju współczesnych, rozwiniętych systemów i urządzeń telekomunikacyjnych. Ponadto powinno być prowadzone, dla wszystkich zainteresowanych, doradztwo techniczne (ekspertyzy) oraz seminaria i szkolenie w zakresie nowych technik telekomunikacyjnych.
- Badania wykorzystania widma częstotliwości radiowych, badania propagacyjne oraz badania w zakresie kompatybilności elektromagnetycznej. Działalność Instytutu Łączności w tym obszarze powinna przede wszystkim rozwijać podstawy techniczne gospodarki widmem częstotliwości radiowych, a także, poprzez badania i analizy wykorzystywania częstotliwości, racjonalizować gospodarkę zasobami tego widma. Będą także kontynuowane prace w zakresie analizy propagacyjno-sieciowe na potrzeby Ministerstwa Łączności i Państwowej Agencji Radiokomunikacyjnej, związane z koordynacją wykorzystania częstotliwości radiowych na terenie kraju i za granicą. Ściśle się z tym wiąże potrzeba opiniowania dla resortu rozwojowych planów sieci radio-

komunikacyjnych i radiodyfuzyjnych. Bardzo ważnym obszarem tej tematyki są badania urządzeń, systemów i środowiska elektromagnetycznego dla celów zapewnienia kompatybilności elektromagnetycznej w sieciach radiotelekomunikacyjnych i telekomunikacyjnych.

- Badania dotyczące systemów utrzymania, nadzoru i zarządzania sieciami telekomunikacyjnymi, w tym badania dotyczące metrologii telekomunikacyjnej. W tym obszarze działalność Instytutu Łączności koncentruje się obecnie nad opracowaniem i wdrożeniem nowoczesnych systemów billingu (rozliczania) i monitoringu do wyposażenia istniejących telefonicznych central elektromechanicznych. Drugim istotnym obszarem w tej dziedzinie jest opracowanie nowych (w tym dotyczących optoelektroniki) i utrzymanie istniejących wzorów metrologicznych oraz współpraca ze służbami metrologicznymi TP SA.
- Badania ekonomiczne i socjologiczne związane z wpływem rozwoju telekomunikacji na rozwój gospodarecy i życie społeczne. W obszarze tym oprócz aspektów czysto ekonomicznych, jak badanie efektywności ekonomicznej (inwestycyjnej i eksploatacyjnej) systemów i urządzeń telekomunikacyjnych, należy podjąć badania dotyczące optymalnej organizacji samych struktur telekomunikacji, co jest szczególnie ważne ze względu na demopolizację obsługi sieci. Należy także rozpocząć badania dotyczące taryfikacji usług telekomunikacyjnych. Stale rosnąca rola czynników ekonomicznych w rozwoju telekomunikacji stwarza pilną potrzebę rozwijania badań w tej dotychczas zaniedbanej dziedzinie.

\* \* \*

Stały i szybki postęp w rozwoju telekomunikacji na świecie stwarza bardzo wysokie wymagania jednostkom naukowo-badawczym zajmującym się tą dziedziną, zarówno co do kwalifikacji intelek-

tualnych i posiadanej wiedzy jak i co do wyposażenia w aparaturę badaniową. Instytut Łączności dzięki ciągłym wieloletnim staraniom w dotrzymywaniu poziomu technicznego ma w zasadzie dość dobrze wyposażone laboratoria we współczesną aparaturę pomiarową i naukowo-badawczą. Jednak stały szybki rozwój techniczny powoduje, że posiadana aparatura starzeje się równie szybko i wymaga stałej odnowy oraz wymiany. Obecne dążenie Polski do nawiązania partnerskich stosunków ze Wspólnotą Europejską w sferze technicznej, powodujące konieczność ujednolicania standardów i wymagań, również stwarza wysokie wymagania w kwestii wyposażenia laboratoriów badaniowych i stosowanych metod. Jak już wspomniano, Instytut Łączności prowadzi prace zmierzające do wprowadzenia w swoich laboratoriach systemu jakości opartego na normach europejskich ISO 9000. Równocześnie Instytut rozpoczął starania o pozyskanie tzw. projektu zamawianego (w Komitecie Badań Naukowych). Projekt ten byłby ukierunkowany przede wszystkim na przeorganizowanie laboratoriów badań jakościowych w celu dostosowania ich do wymogów europejskich oraz na wyposażenie tych laboratoriów w nowoczesną aparaturę badaniową.

Sprawą co najmniej równie ważną jest także pozyskanie do pracy w Instytucie i przeszkolenie licznego grona nowych, młodych specjalistów.

\* \* \*

Zarówno nowa ustawa o łączności, jak i wynikające z niej konsekwencje w postaci nowej roli Ministerstwa Łączności i pojawienia się TP SA, a także innych operatorów - są to fakty stosunkowo nowe i podlegające ciągłym przemianom, a oczywistą konsekwencją takiego stanu rzeczy jest zmieniające się środowisko zewnętrzne Instytutu i zmieniające się wymogi, do jakich musi się on dostosowywać.

Usytuowanie Instytutu wobec Ministerstwa Łączności i rola jaką Instytut dla Ministerstwa powinien spełniać, wydaje się być dość



dobrze określona, aczkolwiek wiele jest jeszcze w tej materii do sprecyzowania i sformalizowania. Istotnym czynnikiem jest tutaj system finansowania jednostek naukowo-badawczych obecnie przy podległości merytorycznej branżowemu ministrowi, środki finansowe na prowadzenie prac w jednostkach n-b przydzielane są z budżetu przez Komitet Badań Naukowych. Trudno dzisiaj oceniać, na ile będzie stabilny obecnie stosowany system finansowania, jednak trzeba zauważyć, że przy ubogim budżecie środki na finansowanie nauki są zazwyczaj skromne.

Odmierna sytuacja zaznacza się w stosunkach z TP SA, głównym operatorem polskiej sieci telekomunikacyjnej. W wyniku zaistniałych regulacji prawnych Instytut Łączności stał się jednostką niezależną w stosunku do TP SA, a wszelka współpraca odbywa się na zasadzie umów pomiędzy dwoma niezależnymi podmiotami gospodarczymi. Stwarza to pewne niedogodności dla obu stron: dla Instytutu oznacza to współpracę o charakterze krótkoterminowym i doraźnym z określonymi konsekwencjami finansowymi; dla TP SA dolegliwością jest brak podległości organizacyjno-decyzyjnej. Dla Instytutu Łączności bardzo ważną sprawą jest znalezienie takiego *modus vivendi*, który byłby do przyjęcia i byłby korzystny dla obu stron. Instytut czynił już starania zmierzające do zawarcia długookresowego porozumienia o współpracy z TP SA i starania te będzie kontynuował.

Związki Instytutu Łączności zarówno z Ministerstwem Łączności, jak i TP SA z całą pewnością będą miały charakter trwałe (ich historia jest tak długa, jak długa jest historia istnienia Instytutu Łączności, pamiętając, że poprzedniczką TP SA była PPTT), a ich znaczenie jest trudne do przecenienia, jednak na dziś trzeba wyraźnie stwierdzić, że środki finansowe pochodzące od obu tych głównych, strategicznych partnerów są zbyt skromne jak na potrzeby istnienia i rozwoju zaplecza polskiej telekomunikacji (dotyczy to zwłaszcza głównego operatora polskiej sieci telekomunikacyjnej - TP SA).



Stwierdzenie to wyływa nie tylko z doraźnych potrzeb Instytutu Łączności, wyływa ono także, a raczej przede wszystkim z analizy materiałów dotyczących porównania nakładów przeznaczanych na utrzymanie i rozwój zaplecza naukowo-badawczego telekomunikacji w krajach zachodnio-europejskich, takich jak Francja, Niemcy czy Wielka Brytania, w których to krajach nakłady na badania w telekomunikacji wielokrotnie przewyższają środki finansowe przeznaczane na ten cel w Polsce.

Interesujące rozwiązania systemowe są stosowane we Francji, gdzie na mocy umowy rządu z głównym operatorem France Telecom 2% dochodu operatora jest przeznaczane na prace badawczo-rozwojowe ogólnie w telekomunikacji (dotyczy to również prac rozwojowych zamawianych w prywatnych firmach). Budżet głównej francuskiej jednostki badawczo-rozwojowej Centre National des Etudes des Telecommunications (CNET) wynosił w 1992 roku 2,5 miliarda franków przy 4300 zatrudnionych. Liczby te są dostatecznie wymowne i dobitnie ilustrowają znaczenie i potencjał rozwojowy francuskiej telekomunikacji. Dla porównania warto przypomnieć, że w 1992 r. pracowało w IŁ 734 pracowników, a roczny budżet wynosił 97 miliardów złotych.

Tak więc z całą pewnością można stwierdzić, że w najbliższych latach pierwszoplanowym zadaniem będzie opracowanie systemowych zasad finansowania prowadzenia prac badawczo-rozwojowych w telekomunikacji, zasad finansowania placówek zaplecza naukowego, a w tym także i Instytutu Łączności. Pozwoliłoby to na zlikwidowanie swoistego paradoksu ostatnich czterech lat, w których to latach polska telekomunikacja dokonała olbrzymiego skoku, zarówno ilościowego jak w zakresie dostępu do nowoczesnych technologii, natomiast szeroko rozumiane zaplecze naukowo-badawcze (nie ograniczając widzenia sprawy wyłącznie do Instytutu Łączności) zostało pozbawione jasno określonych zasad finansowania i możliwości choćby średnioterminowego planowania prac badawczych oraz roz-

wojowych. Należy jednak mieć nadzieję i oczekiwać, że problemy te zostaną dostrzeżone i przy aktywnym współdziałaniu środowiska naukowego telekomunikacji pomyślnie rozwiązane, a Instytut Łączności w swoje lata siedemdziesiąte wkroczy jako centralna placówka zaplecza naukowo-badawczego resortu łączności z odmłodzoną kadrą i wyposażeniem w aparaturę badawczą na miarę nadchodzącego XXI wieku.

### WYKAZ LITERATURY

1. Kossakowski Z. i inni: X-lecie Instytutu Łączności 1951-1961. Instytut Łączności, Warszawa 1961.
2. Kossakowski Z. i inni: XX-lecie Instytutu Łączności 1951-1971. Instytut Łączności, Warszawa 1971.
3. Niewiadomski C. i inni: Instytut Łączności XXV-lecie 1951-1976. Instytut Łączności, Warszawa 1976.
4. Zieliński A.: 50 lat działalności instytutów naukowo-badawczych w resorcie łączności. Prace Instytutu Łączności - zeszyt specjalny, nr 91, WKŁ, Warszawa 1984.
5. Zeszyt specjalny z artykułami dotyczącymi wyników badań uzyskanych w latach 1986-1990 w ramach Centralnego Programu Badawczo-Rozwojowego "Telekomunikacja". Przegląd Telekomunikacyjny, nr 2-3, 1991.
6. Zeszyt specjalny z artykułami dotyczącymi wyników badań uzyskanych w latach 1986-1990 w ramach Resortowych Programów Badawczo-Rozwojowych koordynowanych przez Instytut Łączności. Przegląd Telekomunikacyjny, nr 7, 1991.

Влодимеж Баряш

**ИСТОРИЯ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ БАЗЫ  
ПОЛЬСКОЙ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИИ**

**Резюме**

В статье представлено историю научно-исследовательской базы отрасли связи, её роль и области работы. В особенности рассмотрено деятельность Института Связи в последние 40 лет и его текущие задачи в изменяющихся экономических и организационных условиях польской телекоммуникации. Затрагиваются также вопросы финансирования деятельности научно-исследовательских организации в актуальных экономических реальях.

Włodzimierz Barjasz

**THE HISTORY OF THE SCIENTIFIC RESEARCH BASE  
OF POLISH TELECOMMUNICATION**

**S u m m a r y**

In the paper the history of the scientific research base of the Ministry of Telecommunications was presented, its weight and sphere of activity. In particular the activity of the Institute of Telecommunications during the last forty years and its present duties in the changed economical and organizational conditions of the Polish telecommunication were discussed. The problems of financing the activities of the scientific research establishments in the present economical realities were also outlined.

Włodzimierz Barjasz

**HISTOIRE DE L'ARRIERE-BASE  
DE RECHERCHES SCIENTIFIQUES  
DANS LE DOMAINE DES TELECOMMUNICATIONS**

**R é s u m é**

Cet article présente l'histoire de l'arrière-base de recherches scientifiques dans le domaine des Télécommunications, son rôle et sa sphère d'activité. En particulier, l'auteur y observe la fonction de l'Institut des Télécommunications (Łączności) durant les derniers quarante ans, ainsi que ses tâches actuelles, dans les nouvelles conditions économiques et d'organisation des télécommunications polonaises. Les problèmes de financement des unités de recherches scientifiques, y compris leur activité, ont été pareillement pris en considération.

Włodzimierz Barjasz

**GESCHICHTE DER WISSENSCHAFTLICHEN FORSCHUNGSBASIS  
DER POLNISCHEN TELEKOMMUNIKATION**

**Z u s a m m e n f a s s u n g**

In dem Artikel wird die Geschichte der wissenschaftlichen Forschungsbasis des Ressorts für Nachrichtenwesen, seine Rolle und Wirkungskreise dargestellt. Insbesondere wird die Tätigkeit des Instituts für Nachrichtenwesen in den letzten vierzig Jahre und seine gegenwärtigen Aufgaben in veränderten ökonomischen und organisatorischen Bedingungen besprochen. Es wird auch Grundriss der Probleme der Finanzierung der Tätigkeit der wissenschaftlichen Forschungsstätten in gegenwärtigen ökonomischen Realien geskizziert.

Franciszek Kotz

621.314:621.382.233

621.3.014:621.317:621.391.83

## **ANALIZA ZNIEKSZTAŁCEŃ FALI PRĄDU PRZEMIENNEGO POBIERANEGO Z SIECI PRZEZ TYRYSTOROWE ZESPOŁY PROSTOWNIKOWE ORAZ NIEKTÓRE METODY PRZECIWDZIAŁANIA**

Poddano analizie Fouriera kształt prądu po stronie pierwotnej przekształtnika wielopulsowego. Określono składowe harmoniczne tego prądu w zależności od konfiguracji układu prostownikowego. Zdefiniowano podstawowe składniki mocy wejściowej i współczynniki określające wpływ odbiorników na jakość mocy w sieci. Omówiono niektóre metody i układy pozwalające na zmniejszenie ujemnego wpływu przekształtników na sieć zasilającą.

### **1. WSTĘP**

Wszelkie odbiorniki nieliniowe, ze względu na specyfikę swej budowy, pobierają w normalnych warunkach ich zasilania prąd odkształcony, zawierający szereg wyższych harmonicznych. W uproszczeniu można przyjąć, że odbiorniki nieliniowe pewną nieznaczną część energii pobieranej przy częstotliwości sieciowej przekształcają w energię o częstotliwościach harmonicznych. Działają więc jak źródła wprowadzające prądy wyższych harmonicznych do sieci zasilającej. Przepływ tych prądów wywołuje odpowiednie spadki napięć, które powodują, że przebieg czasowy wartości chwilowej napięcia zostaje odkształcony od sinusoidy.

Przekształtnik tyrystorowy przez samą zasadę swej pracy jest odbiornikiem nieliniowym i powoduje zniekształcenia zarówno fali



prądowej, jak i napięciowej. Składają się na to dwie główne przyczyny: nieliniowy charakter przekształtnika jako obiektu obciążającego sieć elektroenergetyczną oraz zniekształcenia komutacyjne powodujące zwieranie odpowiednich faz napięcia. Przede wszystkim nasze zainteresowanie zostanie zwrócone na pierwszą z tych przyczyn, tzn. niesinusoidalność prądu wymuszanego w obwodzie sieciowym pracą przekształtnika. Powtarzalny charakter tego prądu pozwala na przeprowadzenie analizy zniekształceń harmonicznym i określenie metod pozwalających na ich zmniejszenie względnie wyeliminowanie.

## 2. ANALIZA HARMONICZNA ZNIEKSZTAŁCENŃ PRĄDU

Przebieg prądu zasilającego przekształtnik można (przy przyjęciu założeń upraszczających: impedancja obwodu zasilania równa zero, stałe obciążenie przekształtnika, stały kąt wysterowania  $\alpha$ ), rozłożyć na szereg Fouriera o ogólnej postaci:

$$f(\omega t) = a_0 + a_1 \sin \omega t + a_2 \sin 2\omega t + \dots + a_n \sin n \omega t + \\ + b_1 \cos \omega t + b_2 \cos 2\omega t + \dots + b_n \cos n \omega t \quad (1)$$

lub w innej formie:

$$f(\omega t) = c_0 + c_1 \sin(\omega t + \varphi_1) + c_2 \sin(2\omega t + \varphi_2) + \dots + c_n \sin(n\omega t + \varphi_n) \quad (2)$$

Ogólnie więc można zapisać:

$$f(\omega t) = \sum_0^n c_n \sin(n\omega t + \varphi_n) \quad (3)$$

Wyrazy tego szeregu można, zgodnie z ogólną teorią analizy matematycznej, przedstawić następująco:

$$\begin{aligned} a_n &= \frac{1}{\pi} \int_0^{2\pi} f(\omega t) \sin n\omega t \, d\omega t \\ b_n &= \frac{1}{\pi} \int_0^{2\pi} f(\omega t) \cos n\omega t \, d\omega t \\ a_0 &= \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} f(\omega t) \, d\omega t \end{aligned} \quad (4)$$

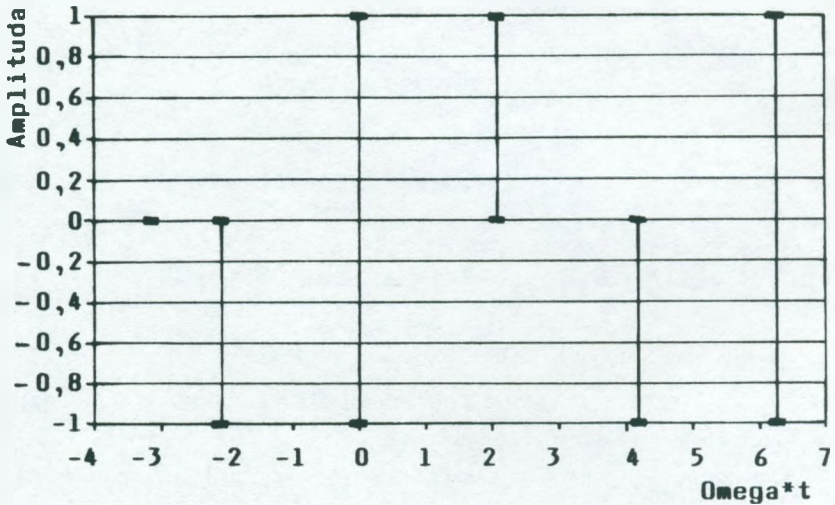
gdzie:  $a_0$  - średnia wartość analizowanej funkcji.

Te trzy zależności, zwane "całkami Fouriera", pozwalają na analizę każdej funkcji okresowej.

Analizując określony przebieg elektryczny, badamy jego symetrię osiową bądź punktową oraz polaryzację względem tego punktu. Z takiej analizy można już wstępnie wnioskować, jakie składowe harmoniczne nie będą występowały w badanym przebiegu. W celu wyeliminowania pewnych składowych tego przebiegu, celowo możemy przesunąć jego współrzędne, czyli punkt  $\omega t=0$ . W przeciwnym przypadku musielibyśmy dodawać geometrycznie składowe  $\sin$  i  $\cos$  tego samego rzędu.

Poddano analizie (ze względu na harmoniczne) przykładową funkcję periodyczną o następująco określonym przebiegu (przedstawionym na rys. 1):

$$f(\omega t) = \begin{cases} = & -I_d & -\frac{2\pi}{3} \leq \omega t \leq 0 \\ = & +I_d & \text{dla } 0 \leq \omega t \leq +\frac{2\pi}{3} \\ = & 0 & +\frac{2\pi}{3} \leq \omega t \leq +\frac{4\pi}{3} \end{cases} \quad (5)$$



Rys. 1. Przykładowy badany przebieg funkcji prądu  
 ■ - punkty, w których funkcja zmienia wartość

Ze wzorów (4) i (5) otrzymujemy:

$$\begin{aligned}
 a_n &= \frac{1}{\pi} \int_{-2\frac{\pi}{3}}^0 (-I_d) \sin n\omega t \, d\omega t + \frac{1}{\pi} \int_0^{+2\frac{\pi}{3}} I_d \sin n\omega t \, d\omega t = \\
 &= \frac{2I_d}{n\pi} \left[ 1 - \cos n \frac{2\pi}{3} \right]
 \end{aligned} \quad (6)$$

stąd:

$$a_1 = \frac{3}{\pi} I_d \quad (7)$$

Podstawiając (7) do (6), otrzymujemy:

$$a_n = a_1 \frac{1}{n} \frac{2}{3} [1 - \cos n \frac{2\pi}{3}] \quad (8)$$

$$a_n = \begin{cases} 1 & \text{dla} & n = 1, 2, 4, 5, 7, 8, \dots \\ 0 & \text{dla} & n = 3, 6, 9, \dots \end{cases} \quad (9)$$

czynnik  $1/n$  opisuje amplitudę, drugi czynnik (w nawiasie), opisuje harmoniczne.

Przy tak usytuowanej krzywej prądu względem początku układu współrzędnych, składowe harmoniczne muszą być funkcją "sinus" z symetrią punktową (zmieniają polaryzację wokół tego punktu).

Dwa układy komplementarne 3-pulsowe (układ 3-pulsowy - trójfazowy układ prostowania jednopółkowego, pojedyncza gwiazda, układ 6-pulsowy - podwójna gwiazda lub pełny, trójfazowy mostek prostowniczy) powinny zawierać harmoniczne rzędu 2, 4, 8, 10... o jednakowej amplitudzie w każdym z tych układów (gdyż składowe te nie występują w złożonym z nich układzie 6-pulsowym), podczas gdy harmoniczne rzędu 5, 7, 11, 13... powinny mieć równe amplitudy oraz fazy, ponieważ ich składowe są obecne w prądzie 6 pulsowym i posiadają te same amplitudy w stosunku do swojej częstotliwości podstawowej, tak jak to mają w swoich układach składowych.

Z powyższej analizy wyływają dwa ważne, generalne wnioski.

1. Amplitudy harmonicznych zmniejszają się proporcjonalnie do ich rzędu (współczynnik  $1/n$ ).
2. Pewne harmoniczne nie występują w ogóle.

Dla przebiegów prądowych o "regularnym kształcie"<sup>\*)</sup>, przy założeniu regularnych połączeń, obciążeniu o charakterze indukcyj-

---

<sup>\*)</sup> Pod tym określeniem rozumie się, że przebiegi w kolejnych przedziałach czasowych są identyczne.

nym i komutacji natychmiastowej, można wyciągnąć następujące wnioski:

- a) amplitudy harmonicznych maleją proporcjonalnie do ich rzędu,
- b) występują tylko harmoniczne rzędu  $[n \cdot q \pm 1]$ ,

gdzie:  $n$  - rząd harmonicznej,

$k$  - liczba grup komutacyjnych w danym przekształtniku,

$q$  - liczba pulsów grupy elementarnej.

W przypadku gdy nie ma diody zerowej, zwierającej wyjście układu prostowniczego, te reguły można zastosować również przy sterowaniu fazowym, gdyż kształt prądu pierwotnego nie zmienia się.

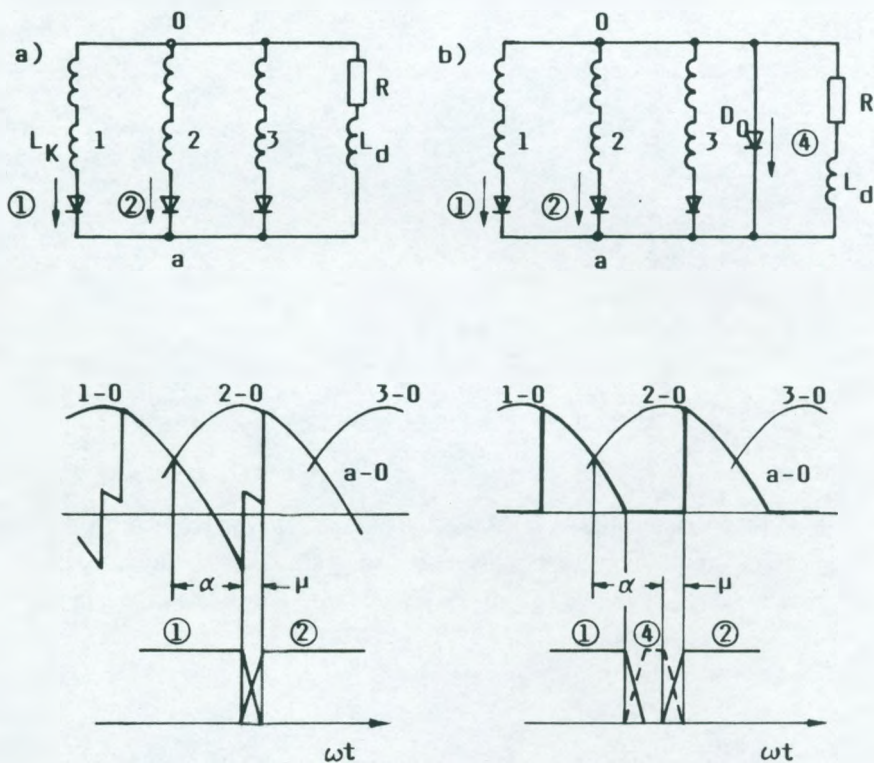
Składowe harmoniczne poszczególnych, podstawowych układów prostowniczych (3-pulsowych) mogą się sumować lub znosić, tak jak to wynika z zastosowania powyższych reguł do układu złożonego (6-pulsowego, 12-pulsowego itp.).

### 3. ANALIZA CHARAKTERYSTYK PRZEKSZTAŁTNIKA Z DIODĄ ZEROWĄ

Rozpatrzono ten rodzaj pracy ze względu na jego szczególny charakter. *Diodą zerową* nazywa się diodę włączoną w kierunku zaworowym, równoległe do zacisków wyjściowych przekształtnika. Układy z diodą zerową stosuje się wtedy, gdy prostownik zasila odbiornik indukcyjny lub pracuje z filtrem o dużej indukcyjności i nie wymaga się pracy falownikowej. Stosowanie tej diody daje w praktyce takie korzyści, jak: zmniejszenie pulsacji napięcia wyprostowanego, zmniejszenie poboru mocy biernej z sieci zasilającej, brak przepięć przy wyłączaniu odbiornika po stronie prądu stałego.

Różnice w pracy układu zwykłego i układu z diodą zerową ilustruje rys. 2 na przykładzie prostownika 3-pulsowego. Dioda zerowa  $D_0$  zwiera odbiornik i przewodzi prąd w przedziałach napięcia ujemnego. W tych przedziałach zawory przekształtnika z diodą zerową są

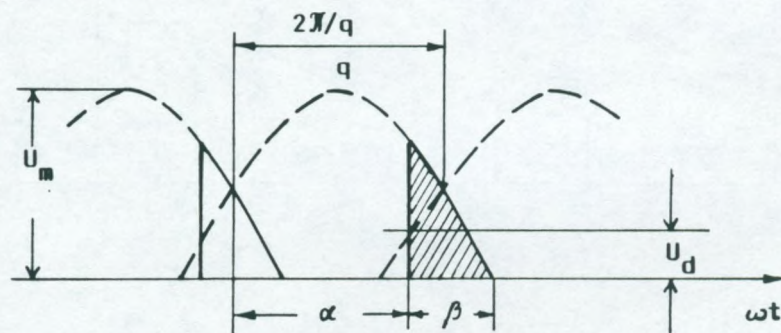




Rys. 2. Przebiegi napięcia i prądu w prostowniku 3-pulsowym  
 a) układ zwykły; b) układ z diodą zerową  $D_0$ .

zablokowane. Natomiast zawory układu z rys. 2a przewodzą (w zależności od kąta  $\alpha$  opóźnienia wysterowania zaworów) również wówczas, gdy napięcie fazowe sieci jest ujemne. Dioda  $D_0$  - zwana też *diodą rozładowniczą* - rozpoczyna przewodzenie prądu odbiornika, gdy tylko napięcie fazy przewodzącej prąd, staje się ujemne. Przy dostatecznie dużej elektromagnetycznej stałej czasowej odbiornika, prąd

plynący przez diodę  $D_0$  jest, poza okresem komutacji, praktycznie stały.



Rys. 3. Przebieg napięcia wyprostowanego w prostowniku z diodą zerową

W celu wyznaczenia wyrażenia na napięcie wyprostowane przekształtnika sterowanego, pracującego w układzie z diodą zerową, wprowadza się kąt pomocniczy  $\beta$ . Zgodnie z rys. 3 można napisać:

$$\alpha + \beta = \frac{\pi}{2} + \frac{\pi}{q} \quad (10)$$

Zakładając, że komutacja nie powoduje strat, mamy zależność:

$$E_d = \frac{q}{2\pi} \int_0^{\beta} \sqrt{2}E \sin \omega t \, d\omega t = \frac{q}{2\pi} \sqrt{2}E(1 - \cos \beta) \quad (11)$$

gdzie:  $E_d$  - średnia wartość napięcia wyprostowanego przy sterowaniu  $\alpha$ ,

$E$  - wartość skuteczna zasilającego napięcia przemiennego.

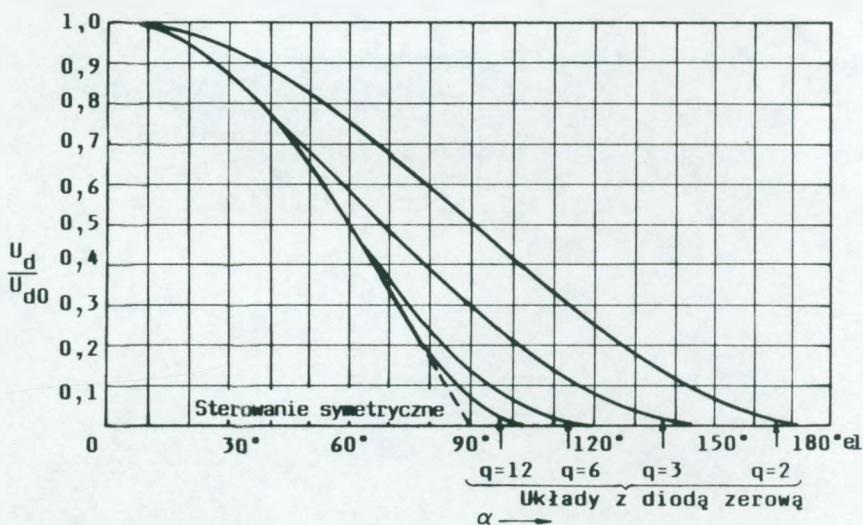
Podstawiając w to równanie wyrażenie wiążące wartość napięcia wyprostowanego -  $E_{d0}$  przy obciążeniu równym zero i kącie sterowania  $\alpha = 0$  z wartością szczytową napięcia przemiennego, zasilającego układ prostowniczy -  $E_m$ :

$$\frac{E_{d0}}{E_m} = \frac{q}{\pi} \sin \frac{\pi}{q} \quad (12)$$

otrzymujemy:

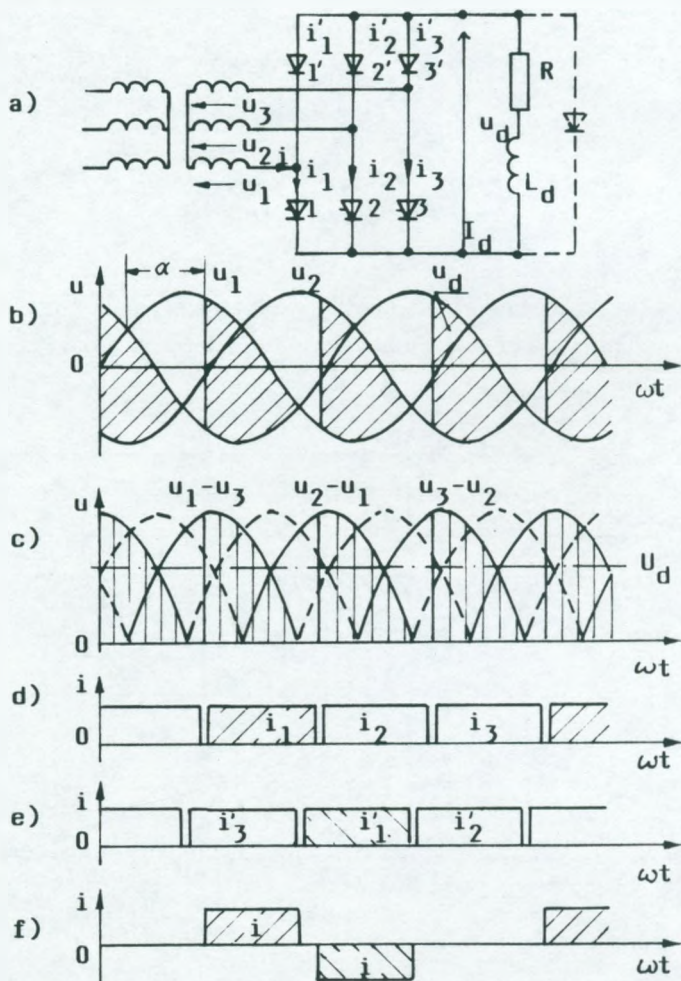
$$\frac{E_d}{E_{d0}} = \frac{1 - \cos \beta}{2 \sin(\frac{\pi}{q})} \quad (13)$$

Na rys. 4 przedstawiono charakterystyki sterowania przekształtników wielopulsowych, pracujących w układach z diodą zerową, wyznaczone z zależności (13).



Rys. 4. Charakterystyki sterowania prostowników wielopulsowych, pracujących w układzie z diodą zerową

Charakterystyczną cechą układów z diodą zerową jest to, że w przedziałach ujemnego napięcia źródłowego dioda zerowa przejmuje przewodzenie prądu odbiornika od zaworu wyłączanego, a ko-



Rys. 5. Przebiegi napięć i prądów w trójfazowym układzie prostownikowym mostkowym półsterowanym

- a) układ elektryczny; b) przebiegi napięć fazowych z zaznaczoną strefą przewodzenia; c) przebiegi napięciowe na wyjściu mostka; d) przebiegi prądu w gałęziach dodatnich mostka; e) przebiegi prądu w gałęziach ujemnych mostka; f) wynikowy prąd fazowy



lejnny włączany zawór sterowany przejmując z kolei przewodzenie prądu odbiornika od diody zerowej (rys. 2).

Praktyczne zastosowanie znalazły układy mostkowe półsterowane (niesymetryczne) - szczególnie trójfazowy (rys. 5). Zaletą układów mostkowych półsterowanych jest to, że oprócz mniejszej liczby zaworów sterowanych, w porównaniu z układami symetrycznymi, potrzebują mniej mocy biernej, dzięki temu mniej obciążają sieć elektryczną. Wynika to stąd, że podstawowa harmoniczna prądu jest mniej opóźniona względem napięcia. Ponadto układy niesymetryczne zachowują się podobnie jak układy z diodą zerową, ponieważ w obu przypadkach wartości chwilowe napięcia wyprostowanego nie są ujemne.

Wadą układów półsterowanych jest to, że uniemożliwiają pracę falownikową. Z punktu rozpatrywania wpływu na sieć, istotne znaczenie ma druga wada polegająca na tym, że w miarę zwiększania kąta  $\alpha$ , przebieg napięcia wyprostowanego zmienia się z 6-pulsowego na 3-pulsowy, a co się z tym wiąże, zwiększa się zawartość harmonicznych.

#### 4. CHARAKTERYSTYKI NAPIĘCIA I PRĄDU PRZEMIENNEGO

Przekształtnik jest traktowany jako obciążenie sieci elektroenergetycznej i z tego wynikają określone charakterystyki tego obciążenia, takie jak: współczynnik przesunięcia i współczynnik odkształcenia. Współczynnik przesunięcia jest określany cosinusem kąta przesunięcia fazowego pomiędzy podstawową harmoniczną prądu po stronie zasilania a odpowiednim napięciem fazowym. Współczynnik odkształcenia (dystorsji) jest wynikiem istnienia wyższych harmonicznych prądu. Ma charakter mocy biernej. Jest określany stosunkiem średniej geometrycznej wyższych harmonicznych napięcia (lub prądu) do wartości harmonicznej podstawowej. Odpowiednie wzory zostaną podane w dalszej części artykułu.



Dzięki zależnościom między wartościami po stronie napięcia przemiennego i po stronie napięcia stałego, jest możliwe określenie parametrów wejściowych (strony napięcia przemiennego), posługując się jedynie liczbą pulsów i przesunięciem kątowym. Zniekształcenia prądu przemiennego mogą być wyrażone przez superpozycję harmonicznych lub przez stosunek wartości skutecznej prądu odniesionej do wartości skutecznej składowej podstawowej. Superpozycja harmonicznych ma znaczenie teoretyczne i jest podstawą do analizy harmonicznych. Współczynnik przesunięcia i współczynnik odkształcenia określają właściwości układu przekształtnikowego.

Należy sprecyzować odpowiednie zależności pomiędzy wartościami dotyczącymi strony napięcia przemiennego i napięcia stałego (wyprostowanego) przyjmując założenia, że moc wejściowa i wyjściowa muszą być w równowadze w każdej chwili czasowej. Oznacza to, że układ prostowniczy nie jest w stanie absorbować, czy gromadzić energii elektrycznej.

Przyjmujemy zatem następujące założenia:

- zaniedbujemy rezystancję wewnętrzną i reaktancję komutacyjną, a więc zaniedbujemy straty cieplne i indukcyjność rozproszenia;
- zaniedbujemy nierównoważenie amperozwojów transformatora;
- zaniedbujemy prąd magnesujący transformatora.

Przy tych założeniach moce wejściowa i wyjściowa muszą być w równowadze. Przyjmując dalej, że zasilające napięcia przemiennie są niezniekształcone i mamy do czynienia z "*pracą regularną*", możemy otrzymać zależności między prądem przemiennym a napięciem stałym, zarówno pod względem kształtu jak i wartości.

Moc wejściową każdej fazy systemu przekształtnikowego dołączonego do sieci trójfazowej wyraża się iloczynem prądów liniowych ( $i_1, i_2, i_3$ ) i odpowiednich napięć fazowych ( $e_1, e_2, e_3$ ). Moc wyjściową tego układu można wyznaczyć z wartości prądu stałego, wyprostowanego  $I_d$  i napięcia wyprostowanego  $e_d$ . Ze względu na konieczność równoważenia się mocy wejściowej i wyjściowej, możemy napisać:

$$i_1 e_1 + i_2 e_2 + i_3 e_3 = I_d e_d \quad (14)$$

W celu wyrażenia napięcia jako funkcji  $\omega t$ , określamy punkt  $\omega t=0$  z przesunięciem  $\xi = 30^\circ$ . Mamy wtedy:

$$\begin{aligned} e_1 &= \sqrt{2} E_a \sin \omega t \\ e_2 &= \sqrt{2} E_a \sin\left(\omega t - \frac{2\pi}{3}\right) = \sqrt{2} E_a \left[-\frac{1}{2} \sin \omega t - \frac{\sqrt{3}}{2} \cos \omega t\right] \\ e_3 &= \sqrt{2} E_a \sin\left(\omega t - \frac{4\pi}{3}\right) = \sqrt{2} E_a \left[-\frac{1}{2} \sin \omega t + \frac{\sqrt{3}}{2} \cos \omega t\right] \\ e_d &= E_m \sin(\omega t - \xi) = E_m [\sin \omega t \cos \xi - \cos \omega t \sin \xi] \end{aligned} \quad (15)$$

$$\text{dla } \omega t_1 \leq \omega t \leq \omega t_2$$

gdzie:  $\xi$  - kąt fazowy układu przekształtnikowego<sup>\*)</sup>

$E_a$  - wartość skuteczna przemiennego napięcia fazowego.

W przypadku systemu prostownikowego złożonego z  $k$  układów elementarnych, przesuniętych wzajemnie o kąt  $\Delta\xi = 2\pi/kq$ . Wypadkowy kąt  $\xi_s$  wyraża się zależnością:

$$\xi_s = \frac{1}{k} \sum_{x=1}^k \xi_x \quad (16)$$

Wstawiając zależności (15) do równania (14) i przyrównując stronami funkcje sinus i cosinus, otrzymujemy w wyniku następującą zależność:

<sup>\*)</sup> Kąt mierzony między wierzchołkiem przebiegu napięcia fazowego sieci zasilającej i najbliższym wierzchołkiem przebiegu wartości chwilowych napięcia wyprostowanego przekształtnika niesterowanego w stanie jałowym; wynika on z układu połączeń uzwojeń transformatora i układu przekształtnika.

$$\begin{aligned}\sqrt{2}E_a \sin \omega t (i_1 - \frac{1}{2}i_2 - \frac{1}{2}i_3) &= E_m \sin \omega t \cos \xi I_d \\ (\frac{\sqrt{3}}{2}i_2 - \frac{\sqrt{3}}{2}i_3)\sqrt{2}E_a \cos \omega t &= E_m \cos \omega t \sin \xi I_d\end{aligned}\quad (17)$$

przy uwzględnieniu, że:

$$\begin{aligned}i_1 + i_2 + i_3 &= 0 \\ \frac{1}{2}i_1 &= -\frac{1}{2}i_2 - \frac{1}{2}i_3\end{aligned}\quad (18)$$

ostatecznie otrzymujemy:

$$\begin{aligned}I_m &= \frac{\sqrt{2}E_m I_d}{3E_a} \\ a \text{ wi} \acute{e}c: \\ i_1 &= I_m \cos \xi \\ i_2 &= I_m \cos(\xi - \frac{2\pi}{3}) \\ i_3 &= I_m \cos(\xi - \frac{4\pi}{3})\end{aligned}\quad (19)$$

gdzie:  $E_a$  - wartość skuteczna przemiennego napięcia fazowego,  
 $E_m$  - wartość szczytowa napięcia wyprostowanego (przy obciążeniu równym zero),  
 $\xi$  - kąt fazowy układu przekształtnikowego (wynika z układu połączeń transformatora zasilającego i z układu prostowniczego).

Zakładając, że transformator jest idealny, otrzymujemy moc wejściową  $P_1$  układu przekształtnikowego równą mocy prądu stałego  $P_d$  i wtedy wartość skuteczna pierwszej harmonicznej prądu  $I_1$  wyraża się wzorem:

$$I_1 = \frac{E_{d0} I_d}{3 E_a} ; \text{ponieważ } I_{1m} = \sqrt{2} I_1 , \text{ otrzymujemy:} \quad (20)$$

$$\frac{I_m}{I_{1m}} = \frac{E_m}{E_{d0}}$$

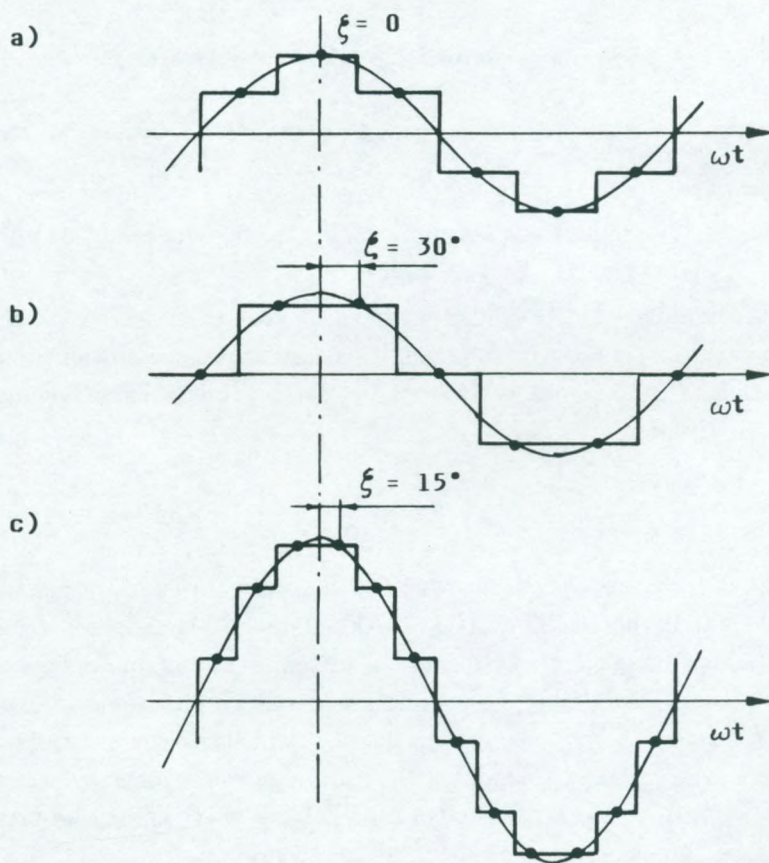
gdzie:  $I_{1m}$  - amplituda harmonicznej podstawowej prądu wejściowego.

Z ostatnich równań widać również, że wartości trzech prądów fazowych w rozpatrywanym przedziale czasu są reprezentowane przez określoną liczbę punktów (schodków) na przebiegu sinusoidalnym o wartości amplitudy:

$$\sqrt{2} E_m \frac{I_d}{3 E_a} \quad (21)$$

W dotychczasowych rozważaniach nie przyjęto żadnych założeń co do lokalizacji analizowanego, powtarzalnego przedziału przebiegów napięciowych sieci zasilającej w stosunku do punktu odniesienia  $\omega t=0$ . Wynika to z faktu, że odbicie prądu stałego po stronie napięcia przemiennego w ciągu kolejnych, powtarzalnych przedziałów pracy, jest zależne tylko od układu przekształtnikowego i nie może na to wpłynąć sterowanie fazowe. Stąd otrzymane wyniki są słuszne także i wtedy, kiedy przekształtnik jest sterowany fazowo. Opóźnienie wystawiania zaworów o kąt  $\alpha$  względem punktu naturalnej komutacji powoduje, że krzywe przebiegów prądowych i ich harmonicznych podstawowych przesuwają się również o kąt  $\alpha$ .

Jeżeli przekształtnik jest złożony z  $k$  układów elementarnych, to przebieg prądu liniowego (który jest istotą naszych rozważań) można wyznaczyć dwoma sposobami: sposób pierwszy - poprzez analizę harmonicznych (został on omówiony poprzednio), drugi sposób - poprzez superpozycję harmonicznych układów składowych (3-pulsowych). Ta metoda jest bardzo dogodna, ponieważ na ogół są znane

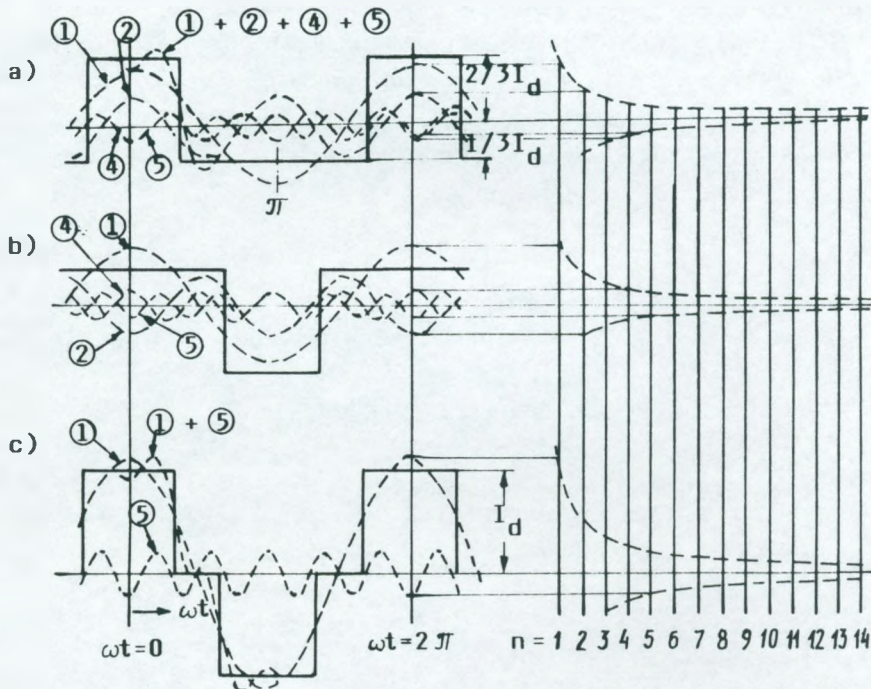


Rys. 6. Metoda superpozycji przy wyznaczaniu prądów liniowych w układach złożonych

a) kształt prądu liniowego jednej 6-pulsowej grupy komutacyjnej; b) kształt prądu liniowego drugiej 6-pulsowej grupy komutacyjnej; c) sumaryczny prąd liniowy obydwu grup komutacyjnych

przebiegi prądów liniowych układów elementarnych. Zilustrowane to zostało na rys. 6 i 7 w przypadku przekształtnika 12-pulsowego, złożonego z dwóch układów 6-pulsowych.





Rys. 7. Widma częstotliwości przebiegów prądów liniowych

- a) układ 3-pulsowy, gdy  $\xi = 0$ ; b) układ 3-pulsowy, gdy  $\xi = 60^\circ$ ; c) układ złożony ( $\xi = 30^\circ$ )

Metodą superpozycji posługujemy się szczególnie wtedy, gdy chcemy zoptymalizować układ przekształtnika w odniesieniu do widma częstotliwości przebiegu prądu liniowego. Na rys. 6 podano przykładowo przebiegi wartości chwilowych prądów liniowych dwóch układów 3-pulsowych ( $\xi_1 = 0$ ;  $\xi_2 = 60^\circ$ ), przebieg prądu wypadkowego ( $\xi = 30^\circ$ ) oraz na rys. 7 przedstawiono widma częstotliwości tych przebiegów.

Spróbujmy poddać analizie harmoniczej przebiegi prądu z tego rysunku, najpierw całkowitego, a potem jego składowych i zastosować metodę superpozycji. Najpierw analizujemy prąd całkowity (na dole rys. 7c). Przy tak wybranym położeniu osi  $\omega t=0$ , przebieg jest symetryczny w odniesieniu do tej osi. Zatem wystąpią tylko składowe cosinus i zakres całkowania można ograniczyć do połowy okresu, mnożąc wynik przez 2. Otrzymujemy:

$$\begin{aligned}
 b_n &= \frac{2}{\pi} \int_0^{\frac{\pi}{3}} I_d \cos n \omega t \, d\omega t + \frac{2}{\pi} \int_{\frac{2\pi}{3}}^{\pi} (-I_d) \cos n \omega t \, d\omega t = \\
 &= \frac{2I_d}{n\pi} \left[ \sin \frac{n\pi}{3} + \sin \frac{2n\pi}{3} \right]
 \end{aligned} \quad (22)$$

Przy  $n = 1$  określimy amplitudę składowej podstawowej:

$$b_1 = \frac{2\sqrt{3}I_d}{\pi} \quad (23)$$

Wstawiając (23) w wynik uzyskany z całkowania, otrzymujemy:

$$b_n = b_1 \frac{1}{n} \frac{1}{\sqrt{3}} \left[ \sin \frac{n\pi}{3} + \sin \frac{2n\pi}{3} \right] \quad (24)$$

stąd uzyskujemy współczynnik określający istniejące harmoniczne:

$$b_n = \begin{cases} +1 & n = 1, 7, \dots \\ 0 & \text{dla } n = 2, 3, 4, 6, 8, 9, \dots \\ -1 & n = 5, 11, \dots \end{cases} \quad (25)$$

Przebiegi te przedstawiono na rys. 7.

Na tym samym rysunku pokazano składowe a i b dwóch układów komutacyjnych. Mogą to być prądy, np. dwóch układów gwiazdo-

wych połączonych w przeciwfazie. Również te przebiegi są symetryczne względem osi  $\omega t = 0$ , więc wystarczy określić je tylko w połowie okresu.

Przyjmując granice całkowania zgodnie z rys. 6 otrzymujemy:

$$\begin{aligned}
 b_n &= \frac{2}{\pi} \int_0^{\frac{\pi}{3}} \frac{2}{3} I_d \cos n \omega t \, d\omega t + \frac{2}{\pi} \int_{\frac{\pi}{3}}^{\pi} \left(-\frac{1}{3} I_d\right) \cos n \omega t \, d\omega t = \\
 &= \frac{2 I_d}{n \pi} \left[ \frac{2}{3} \sin \frac{n \pi}{3} + \frac{1}{3} \sin \frac{n \pi}{3} \right]
 \end{aligned} \tag{26}$$

I podstawiając:

$$b_1 = \frac{\sqrt{3}}{\pi} I_d \tag{27}$$

daje to w wyniku harmoniczne dla jednej gałęzi:

$$\text{przy: } b_n = b_1 \frac{1}{n} \frac{2}{\sqrt{3}} \sin \frac{n \pi}{3}$$

$$b_n = \left\{ \begin{array}{ll} +1 & n = 1, 2, 7, 8, \dots \\ 0 & \text{dla } n = 3, 6, 9, 12, \dots \\ -1 & n = 4, 5, 10, 11, \dots \end{array} \right\} * \frac{1}{n} b_1 \tag{28}$$

a dla drugiej gałęzi:

$$\text{przy: } b_n = b_1 \frac{1}{n} \frac{2}{\sqrt{3}} \sin \frac{2 n \pi}{3}$$

$$b_n = \left\{ \begin{array}{ll} +1 & n = 1, 4, 7, 10, \dots \\ 0 & \text{dla } n = 3, 6, 9, 12, \dots \\ -1 & n = 2, 5, 8, 11, \dots \end{array} \right\} * \frac{1}{n} b_1 \tag{29}$$

Porównując równania (28) i (29) możemy stwierdzić, że w obu gałęziach układu 3-pulsowego podstawowe harmoniczne oraz harmoniczne rzędu 5, 7, 11, 13, ... są równe pod względem wielkości i znaku, a więc sumują się, podczas gdy inne będąc przeciwnego znaku, znoszą się. Jest to zgodne z rezultatem wyliczonym dla prądu sumarycznego obu tych układów.

Można to uogólnić w następujący sposób. We wszystkich przekształtnikach dwukwadrantowych (gdzie oprócz pracy prostownikowej możliwa jest praca falownikowa), niezależnie od liczby pulsów, występuje prosta zależność pomiędzy tą liczbą pulsów, a harmonicznymi prądu zasilania i harmonicznymi napięcia wyprostowanego. Rzędy składowych harmonicznych w napięciu wyprostowanym są całkowitymi wielokrotnościami liczby pulsów układu. Każdej takiej składowej harmonicznej towarzyszą w prądzie zasilania przekształtnika dwie składowe harmoniczne prądu o rzędach o 1 mniejszym i większym od rzędu harmonicznej napięcia, który z kolei wynosi  $q \cdot n$ , gdzie  $q$  - liczba pulsów,  $n = 0, 1, 2, 3, \dots$  Jest to zgodne z przeprowadzoną analizą.

Rozkład harmonicznych prądu zaprezentowano graficznie po prawej stronie rys. 7 jako pewne "spektrum". Ponadto na tym rysunku sumę składowych podstawowych i harmonicznych do rzędu piątego przedstawiono w postaci przebiegu przerywanego, pogrubionego i widać, że ten przebieg jest znacznym przybliżeniem rzeczywistego, teoretycznego przebiegu.

Z rys. 7 i z powyższej analizy wynika, że pewne składowe harmoniczne występujące w grupach komutacyjnych, po połączeniu tych grup znoszą się. I tak znoszą się w przedstawionym układzie harmoniczne 2, 4, 8, 10 ... Nie występują natomiast w ogóle 3, 6, 9, 12... Mamy więc do czynienia ze składowymi 1, 5, 7, 11 ... To rozważanie jest istotne, gdyż prowadzi do wniosku, że bardzo dużo zależy od wyboru połączeń układu przekształtnikowego. Dokonując tego wybo-

ru należy mieć na uwadze, aby harmoniczne, szczególnie niższego rzędu, znosiły się.

## 5. STOSOWANE METODY ZMNIEJSZENIA WPŁYWU PRZEKSZTAŁTNIKÓW NA SIĘĆ ZASILAJĄCĄ

Metody te zmierzają głównie do:

- 1) zmniejszenia poboru mocy przesunięcia,
- 2) zmniejszenia współczynnika zniekształceń (dystorsji).

Mówiąc o dopuszczalnym odkształceniu napięcia lub prądu, należy wskazać parametr czy zależność, według której będziemy je określali. W normach wielu krajów operuje się tzw. współczynnikiem odkształcenia (dystorsji, niesinusoidalności)  $k_T$  określonym następująco:

$$k_T = \sqrt{\sum_n u_{n\%}^2} \quad (30)$$

gdzie:  $u_{n\%}$  jest wartością skuteczną harmonicznej rzędu  $n$  w procentach wartości skutecznej składowej podstawowej 50 Hz, lub w innej postaci:

$$k_{Tu} = \frac{\sqrt{\sum_{n_1}^{n_2} u_n^2}}{u_{1zn}}; \quad k_{Ti} = \frac{\sqrt{\sum_{n_1}^{n_2} i_n^2}}{i_{1zn}} \quad (31)$$

gdzie:  $k_{Tu}$ ,  $k_{Ti}$  - odnosi się odpowiednio do napięcia i prądu;  
 $n = n_1 - n_2$  - zbiór harmonicznych, określony odpowiednimi przepisami;  
 $u_n$ ,  $i_n$  - wartość skuteczna odpowiedniej harmonicznej napięcia lub prądu;  
 $u_{1zn}$ ,  $i_{1zn}$  - wartość skuteczna, znamionowa podstawowej harmonicznej.



### 5.1. Zmniejszenie poboru mocy przesunięcia

Sprowadza się to do stosowania przekształtników tyrystorowych o udoskonalonych parametrach energetycznych, np. układów wielopulsowych o zmodernizowanych sposobach sterowania. Dąży się tu do zmniejszenia udarów prądu przy głębokiej regulacji napięcia wyjściowego. W grupie tej wyróżnia się układy z komutacją naturalną lub wymuszoną przez dodatkowe źródła napięcia (zwykle kondensatory) względnie przez impuls wyłączający tyrystor (GTO). Układy grupy pierwszej wykazują, z samej istoty działania, zmniejszoną generację mocy przesunięcia. Układy grupy drugiej mogą w pewnych warunkach spełniać rolę jej kompensatora. Pozwalają na kompensację mocy biernej magnesowania transformatora i komutacji zaworów. Podstawową wadą tych układów jest ich złożoność oraz zwiększenie mocy odkształcenia linii zasilającej (wprowadzają wyższe harmoniczne).

Zmniejszenie generacji mocy przesunięcia przez układ przekształtnikowy w sposób naturalny uzyskuje się przez ograniczenie zakresu zmienności kąta wysterowania zaworów. W tym celu należy starannie dobrać przekładnię transformatora przekształtnikowego, a w przypadku koniecznym stosować przełączanie zaczepów, przy czym funkcję łączników mogą spełniać tyrystory. Należy tu dodać, że układy mostkowe *półsterowane*, tzw. *niesymetryczne* wykazują, z samej swej istoty działania, zmniejszone zapotrzebowanie mocy biernej (por. pkt. 3).

### 5.2. Zmniejszenie współczynnika zniekształceń

Mówiąc o kompensacji powinniśmy podać kryterium jej skuteczności. Określa się, że aby kompensacja była skuteczna, w każdym punkcie układu energoelektrycznego sprecyzowany dalej współczynnik mocy  $k_w$  powinien być większy od dopuszczalnego współczynnika mocy  $k_{wd}$ .

$$k_W = k_C k_T k_N = \frac{P}{S^*} = \frac{P}{\sqrt{(P^2 + Q^2 + T^2 + N^2)}} \geq k_{Wd} \quad (32)$$

gdzie:  $k_C$  - współczynnik przesunięcia,  $P$  - moc czynna,  
 $k_T$  - współczynnik odkształcenia,  $Q$  - moc przesunięcia,  
 $k_N$  - współczynnik niesymetrii,  $S^*$  - moc pozorna<sup>1)</sup>  
 $T$  - moc odkształcenia,  $N$  - moc niesymetrii

Moc dystorsji określa się następującym wyrażeniem:

$$W = \sqrt{Q^2 + T^2} \quad (33)$$

Ponadto harmoniczne w decydujący sposób wpływają na wartość współczynnika mocy  $k_W$ , gdyż decydują o wartościach mocy  $Q$  i  $T$ , czyli o mocy dystorsji (odkształcenia).

Z punktu widzenia kompensacji należałoby zatem **wprowadzić do systemu elektroenergetycznego harmoniczne prądu o wymaganych wartościach i przesunięciach fazowych**, czyli zastosować tzw. kompensatory mocy dystorsji. Idea takiej kompensacji sprowadza się do tego, aby zespół kompensator - odbiornik nieliniowy stanowił dla sieci obciążenie rezystancyjne, czyli:

$$S^* = \sqrt{P^2 + (W - W_k)^2} = P \quad (34)$$

gdzie:  $W_k$  - moc dystorsji dostarczana przez kompensator.

Ta idea kompensacji, w samej swej istocie, nie jest może tak nowa. Już w 1972 r. w publikacji [1] przedstawiono i omówiono ideę tej kompensacji, podając przy tym sugestie rozwiązań praktycznych.

---

<sup>1)</sup> Należy tu podkreślić, że pojęcie mocy pozornej obwodu nieliniowego (dla przebiegów odkształconych) jest pojęciem czysto umownym i nie ma jednoznacznej interpretacji fizycznej.

Oczywiście, z punktu widzenia współczesnych możliwości technicznych, proponowane w tej publikacji rozwiązanie praktyczne wydaje nam się obecnie dość prymitywne, jednakże przedstawione wywody teoretyczne, w swych założeniach, nie odbiegają od prezentowanych obecnie. Sprowadzają się również do tego, aby wprowadzić do systemu elektroenergetycznego harmoniczne prądu o wymaganych wartościach i przesunięciach fazowych. W rozwiązaniu tym proponuje się dołączenie równolegle z obwodami wtórnymi układu prostowniczego, gwiazdowego lub mostkowego, źródła prądowego wprowadzającego w sposób wymuszony określony prąd do układu. Nad przerywaniem przepływu tego prądu czuwają specjalne układy przerywające (kondensatory). Rozpatrywano układy *wstrzykujące* prąd 3 i 9 harmonicznej.

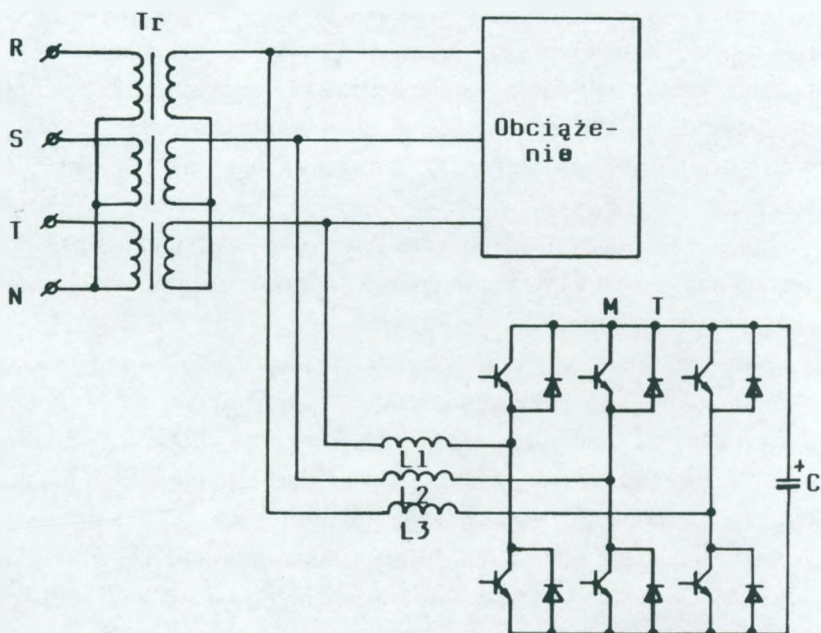
Obecne rozwiązania prezentowane jako *filtry mocy czynnej* (*active power filter*) są stosowane jako źródła prądu lub źródła napięcia. W układach tych występują cztery składowe mocy chwilowej: moc czynna  $P_1$  częstotliwości podstawowej (50 Hz), moc czynna składowych harmonicznych  $P_H$ , moc bierna  $Q_1$  częstotliwości podstawowej (50 Hz) i moc bierna  $Q_H$  składowych harmonicznych.

Składowe te są określone następującymi zależnościami:

$$\begin{aligned}
 P_1 &= U_1 I_1 \cos \theta_1 \\
 P_H &= \sum_{h=1} U_h I_h \cos \theta_h \\
 Q_1 &= U_1 I_1 \sin \theta_1 \\
 Q_H &= \sum_{h=1} U_h I_h \sin \theta_h
 \end{aligned}
 \tag{35}$$

- gdzie:  $U_1, I_1$  - składowe harmonicznej podstawowej,  
 $U_h, I_h$  - składowe wyższych harmonicznych,  
 $\Theta$  - kąt przesunięcia między składowymi napięciami i prądu odpowiedniej harmonicznej.

Zadaniem tego układu jest kompensowanie czwartej z tych wielkości. Jak już wspomniano, zasadą kompensacji mocy biernych składowych harmonicznych  $Q_H$  za pomocą aktywnego filtra mocy czynnej w układzie o podanej na rys. 8 konfiguracji, jest wprowadzenie do układu harmonicznego prądu przesuniętego o  $180^\circ$  w stosunku do harmonicznego prądu obciążenia (przekształtnika), w celu ich wyeliminowania.



Rys. 8. Przykładowy układ kompensatora

C - pojemność, L1, L2, L3 - elementy indukcyjne gromadzące energię, MT - mostek tranzystorowy pełniący rolę obciążenia czynnego, Tr - transformator

W praktycznych rozwiązaniach układów kompensacyjnych na ogół stosuje się układy bierne, filtry LC. To rozwiązanie ma wiele wad:



- stosowane jako źródła napięciowe - impedancja źródła ma wpływ na charakterystyki kompensacyjne;
- dla pewnych częstotliwości zachodzi zjawisko rezonansu pomiędzy impedancją źródła i filtru LC;
- filtry są przeciążane przez harmoniczne prądu w układach z niesinusoidalnym napięciem.

Te problemy eliminuje aktywny filtr mocy stosowany jako źródło napięciowe. Pracując jako impedancja aktywna poprawia on charakterystyki kompensacyjne biernych filtrów LC. Dla harmonicznej podstawowej stanowi impedancję zerową, a dla harmonicznych prądu ma impedancję większą niż impedancja samego źródła, w związku z tym eliminuje jego wpływ na kompensację harmonicznych przez filtry LC.

Porównując te dwa typy filtrów aktywnych, których analiza wg [4] została poparta symulacją komputerową, można sformułować następujące wnioski.

Zaletą aktywnego filtru mocy pracującego jako źródło prądowe jest kompensacja subharmonicznych i niesymetrycznych obciążeń dynamicznych, natomiast wadą są trudności z realizacją filtru dużej mocy z małymi stratami i dobrą dynamiką. Ponadto filtr taki musi być zaprojektowany przynajmniej na połowę mocy znamionowej kompensowanego obciążenia. W stosunku do biernych filtrów LC jego koszt jest dość wysoki. Nie minimalizuje on wpływu indukcyjności sieci na charakterystyki kompensacyjne biernych filtrów LC. Poprawa kształtu fali napięciowej jest problematyczna.

Zalety aktywnych filtrów mocy, zastosowanych jako źródło napięciowe w połączeniu z biernymi filtrami LC, są następujące:

- istnieje możliwość poprawy kształtu fali napięciowej,
- moc filtru wynosi tylko kilka procent mocy znamionowej obciążenia i zależy od impedancji sieci,



- minimalizuje to wpływ impedancji sieci na charakterystyki kompensacyjne filtrów LC,
- są stosunkowo tańsze niż filtry aktywne stosowane jako źródło prądowe.

Nie jest natomiast możliwa kompensacja subharmonicznych oraz niesymetrycznych obciążeń dynamicznych i to stanowi wadę tego typu filtrów.

## 6. PODSUMOWANIE

Z przedstawionych rozważań teoretycznych i pewnych przesłanek praktycznych można wyciągnąć konkretne wnioski na przyszłość, które w stosunku do powszechnie jeszcze obecnie stosowanych przekształtników tyrystorowych, zawierają się w niżej wymienionych punktach.

- Należy stosować układy wielopulsowe. W obecnie produkowanych przekształtnikach tyrystorowych na prądy powyżej 100 A należy zwiększyć liczbę pulsów do 12.
- W celu poprawy współczynnika mocy i kształtu fali stosować głównie filtry bierne, pojemnościowe z regulatorami skokowymi. Stosowanie samych biernych filtrów LC jest problematyczne.
- Rozpocząć prace zmierzające do opracowania skutecznego, aktywnego filtru mocy, pracującego jako źródło napięciowe, z przeznaczeniem dla przekształtników tyrystorowych o prądzie powyżej 100 A.

## WYKAZ LITERATURY

1. Ametani A.: Generalised method of harmonic reduction in a.c. - d.c. converters by harmonic current injection. Proceedings of the Institution of Electrical Engineers, Vol. 119, No. 7, 1972.

2. Brian R. Pelly: Przekształtniki i cyklokonwertory. WNT, Warszawa 1976.
3. Csáki F., Ganszky K., Ipsits I., Marti S.: Power Electronics. Akadémiai Kiadó, Budapest 1980.
4. Dmowski A., Janczak J., Bugyi R.: Considerations on the Compensation by Active Power Filters. Warsaw University of Technology, Faculty of Electrical Engineering, Institute of Control and Industrial Electronics - Materiały 1992.
5. Materiały konferencji naukowo-technicznej pt. Jakość energii elektrycznej w warunkach krajowego systemu elektroenergetycznego. Łódź 1987.
6. Schaefer J.: Rectifier circuits. John Wiley, 1965.
7. Supronowicz H.: Poprawa współczynnika mocy układów przekształtnikowych. WNT, Warszawa 1981.
8. Tunia H., Winiarski B.: Podstawy energoelektroniki. WNT, Warszawa 1987.

Францишек Коц

АНАЛИЗ ИССКАЖЕНИЙ ПЕРВИЧНОГО  
ПЕРЕМЕННОГО ТОКА ПОТРЕБЛЯЕМОГО  
ТИРИСТОРНЫМИ ВЫПРЯМИТЕЛЯМИ  
И НЕКОТОРЫЕ МЕТОДЫ ЗАЩИТЫ

Р е з ю м е

Проанализировано по закону Фурье первичный ток многофазового преобразователя. Определено гармонические составляющие этого тока в зависимости от электрической схемы выпрямителя. Рассмотрено отдельные составляющие входной мощности и коэффициенты определяющие влияние преобразователей на качество этой мощности. Обсуждено некоторые методы и схемы используемые для уменьшения отрицательного влияния выпрямителя на электрическую сеть.

Franciszek Kotz

**ANALYSIS OF AN A. C. LINE CURRENT SHAPE DISTORTION  
CAUSED BY THYRISTOR RECTIFIERS  
AND SOME PROTECTIVE METHODS**

**S u m m a r y**

The shape of a primary a. c. current on the input of the multipulse rectifier was examined by means of Fourier's analysis. The harmonic components of the current were determined according to the rectifier circuit configuration. Basic a. c. input power components and the coefficients describing negative influence of nonlinear power loads on power quality were interpreted. Certain methods and circuits diminishing negative influence of rectifiers on a. c. line products were proposed.

Franciszek Kotz

**ANALYSE DE DISTORSION DE L'ONDE  
DU COURANT ALTERNATIF, ABSORBE DU RESEAU  
PAR LES BLOCS THYRISTORS-REDRESSEURS  
ET CERTAINES METHODES D'UNE CONTRE-ACTION**

**R é s u m é**

L'analyse de Fournier a été appliquée à la forme du courant, du côté primaire du convertisseur multi-impulsionnel. Les composantes harmoniques de ce courant ont été déterminées suivant la configuration d'un système de redresseurs. Les éléments principaux de la puissance d'entrée et les coefficients qui définissent l'effet des capteurs à la qualité de la puissance dans un réseau ont été fixés.

L'auteur examine quelques méthodes et systèmes, permettant diminuer l'influence négative des convertisseurs au réseau de distribution d'énergie.

Franciszek Kotz

**ANALYSE DER VERZERRUNGEN DER WELLE DES VOM NETZ  
DURCH THYRISTORISCHE GLEICHRICHTERSCHALTUNGEN  
GENOMENEN WECHSELSTROMS UND EINIGE METHODEN  
DER GEGENWIRKUNG**

**Z u s a m m e n f a s s u n g**

Es ist die Form des Stromes auf der Primärseite des multipulsigen Umformers der Fourieranalyse untergeben worden. Es sind die harmonischen Komponenten des Stromes in der Abhängigkeit von der Konfiguration der Gleichrichterschaltung bestimmt worden. Es sind die Grundkomponenten der Ausgangsleistung und die den Einfluss der Empfänger auf die Qualität der Leistung im Netz bestimmenden Koeffizienten definiert worden. Es sind einige Methoden und Schaltungen ermöglichenden die Verminderung des negativen Einflusses der Umformer auf das Speisernetz besprochen worden.

Arnold Kawecki,  
Ewa Wielowiejska

621.396.946:621.391.812.091

## **SYSTEM PRZETWARZANIA WYNIKÓW BADAŃ PROPAGACYJNYCH ORAZ MOŻLIWOŚCI WSPÓŁPRACY KOMPUTERÓW PRZEZ SATELITĘ**

W artykule przedstawiono ewolucję systemu komputerowej rejestracji i przetwarzania wyników uzyskanych z badań propagacji mikrofal na trasach ziemskich i satelitarnych, prowadzonych w Instytucie Łączności. Aktualna wersja tego systemu zawiera komputer IBM-486 z twardym dyskiem o pojemności 840 Mbajtów, pracujący w systemie DOS i UNIX. Potrzeba unifikacji rejestracji, przetwarzania i prezentacji wyników badań propagacji fal na trasach satelitarnych skłoniła do zainstalowania programu DAPPER, stosowanego w krajach Europy Zachodniej przez zespoły badawcze, uczestniczące w grupie OPEX, działającej w ramach Europejskiej Agencji Kosmicznej (ESA). Program DAPPER wymaga środowiska OPEN DESKTOP w systemie UNIX. W związku z eksperymentem CODE (ESA), mającym na celu transmisję danych komputerowych poprzez transponder satelity w pasmach 30/20 GHz do innego, oddalonego komputera w sieci UNIX, system Instytutu Łączności został odpowiednio zaprogramowany tak, aby zapewnić wymianę danych między sieciami komputerowymi poprzez linię satelitarną, zgodnie z protokołem TCP/IP.

### **1. WPROWADZENIE**

W ciągu ostatnich lat komputerowy system rejestracji i przetwarzania danych radiometeorologicznych, wykorzystywany w Instytucie Łączności do badań propagacji mikrofal, ulegał transformacjom, które



doprowadziły go do stanu odpowiadającego wymaganiom do tego rodzaju badań przyjętym w krajach Europy Zachodniej.

W początkowej wersji (1986 r.) system ten, opisany w pracy [9], opierał się na komputerze MERA 400 i urządzeniu INTEL DIGIT, wiążącym komputer z analogowymi wyjściami eksperymentalnych linii mikrofalowych ziemskich (11,5 i 18,6 GHz) o długości 15,4 km oraz linii satelitarnej (11,5 GHz), skierowanej na satelitę Łucz oraz z wyjściami czujników. System ten nie był dwuzadaniowy, więc obliczanie statystycznych charakterystyk mogło być dokonywane jedynie w przerwach rejestracji, która w zasadzie powinna być ciągła. Komputer Mera 400 nie był w stanie pracować bez przerwy całe miesiące. Jednak udało się wykorzystywać go w około 60-70% czasu w ciągu prawie sześciu lat. Próbkki sygnałów były rejestrowane w odstępach 10-sekundowych. Pojemność dysków (ok. 5 Mbajtów) nie pozwalała na częstsze próbkowanie. W tym okresie (lata 1986-90) badania propagacyjne prowadzono w ramach programu INTERKOSMOS, w którym brały udział takie kraje, jak: ZSRR, NRD, BRL, CSRS, WRL i PRL. Główne badania wykonywano w Dubnej (koło Moskwy), ale kraje uczestniczące zbudowały w tym czasie swoje krajowe, mniejsze ośrodki badawcze. System komputerowy opracowany w naszym kraju okazał się najbardziej nowoczesny jak na tamte czasy. System komputerowy w Dubnej, oparty na pamięci bębnowej, nie był w stanie rejestrować i pamiętać danych z okresu dłuższego niż trzy doby. Następowало obliczanie z góry ustalonych charakterystyk i wymazywanie danych. Później, w trakcie badań okazało się, że niektóre charakterystyki nie miały sensu, natomiast pożądane były inne charakterystyki. Jednak zmiana ustalonego oprogramowania nie była już możliwa. Wybór pamięci bębnowej wynikał z wymagań na bezawaryjną pracę ciągłą systemu. Warunek ten rzeczywiście w znacznym stopniu był spełniony [1].

Z chwilą gdy komputery IBM-PC stały się powszechnie dostępne, racjonalne było oddzielenie funkcji rejestracji od obliczania charakte-

rystyk statystycznych. Ustalono, że rejestrację i tworzenie bazy danych źródłowych wykonywałby najprostszy mikrokomputer IBM-XT, a tworzenie bazy danych "wyczyszczonych" oraz obliczenia charakterystyk - mikrokomputer IBM-AT z twardym dyskiem o pojemności 40 Mbajtów i pojemnością pamięci operacyjnej 640 kbajtów. Opracowywanie nowego systemu rozpoczęło się w 1989 roku, a wdrożenie do pracy ciągłej nastąpiło od początku 1991 roku. Nowy system umożliwiał rejestrowanie próbek sygnałów w odstępach 5-sekundowych lub 2-sekundowych, pozwalał też jednocześnie przeglądać na monitorze dane w postaci analogowej, zarejestrowane z kilku różnych źródeł. Do tworzenia bazy obliczonych charakterystyk statystycznych wykorzystywano program SYMPHONY, który służył także do przetwarzania tych charakterystyk i do graficznej ich prezentacji.

W 1991 roku program INTERKOSMOS przeżywał kryzys, wynikający ze zmian politycznych w Europie. Instytut Łączności nawiązał stosunki z ESA i z grupą realizującą program OPEX (*OLYMPUS Propagation Experiment*), wykorzystujących satelitę OLYMPUS do badań propagacji mikrofal w zaawansowanych pasmach częstotliwości (12-30 GHz) i przygotowujących się do wykorzystania satelity ITALSAT do badań w pasmach 20, 40 i 50 GHz. Z kolei powstała także możliwość współpracy w zakresie badań propagacji mikrofal w liniach ziemskich w ramach organizacji COST w projekcie COST 235. Zarówno w OPEX, jak i w COST są zaangażowane obecnie niemal wszystkie kraje Europy, a w OPEX, również USA, Kanada i inne. W krajach tych do badań stosuje się nowoczesną aparaturę o wysokich standardach technicznych. W celu ujednoczenia rejestracji i przetwarzania wyników pomiarów, opartych na sygnałach emitowanych z satelity OLYMPUS, opracowano specjalny program komputerowy DAPPER (*Data Analysis and Preprocessing for Propagation Effects Research*). Pozwala on na porównywanie wyników uzyskiwanych w różnych ośrodkach badań propagacji fal USA

i Europy. Jednak program ten, opracowany przez firmę Siemens w Austrii, wymaga ponad 20 Mbajtów pamięci i pracuje w środowisku OPEN DESKTOP w systemie operacyjnym UNIX. Wymaga też komputera klasy IBM-PC 486 oraz dysku twardego o pojemności powyżej 300 Mbajtów [2].

Z kolei, w ramach współpracy z ESA, Instytut Łączności ma możliwość uczestniczenia w eksperymencie CODE (*Co-operative Olympus Data Experiment*), który pozwala na transmisję informacji między sieciami komputerowymi poprzez satelitę OLYMPUS przy użyciu terminala o małych antenach satelitarnych w pasmie 20–30 GHz. W praktyce można by transmitować pliki z naszego komputera do komputerów, np. w Graz (Austria) czy Noordwijk (Holandia), które pracują w swoich sieciach komputerowych (LAN). Jednak w tym przypadku niezbędne było wkomponowanie naszego komputera w lokaną sieć z systemem operacyjnym UNIX i utworzenie możliwości transmisji poprzez sieć telekomunikacyjną, zgodnie z protokołem TCP/IP. System operacyjny UNIX zawiera wiele programów, pozwalających na realizowanie według tego protokołu różnych rodzajów łączności między niezależnymi sieciami komputerowymi [7,8].

Uczestnicy projektu COST 235 wprawdzie nie wprowadzili standaryzacji swoich opracowań, ale wykorzystują do analizy wyników badań najnowsze oprogramowania, stwarzające zarówno duże możliwości obliczeń skomplikowanych funkcji, jak i prezentacji wyników analiz (MATLAB, MATHEMATICA, Q-PRO). Programy te wymagają jednak szybkich komputerów z dyskami o wielkiej pojemności.

Ze względu na potrzeby badań w nowych zakresach mikrofal, a także mając na uwadze prestiż kraju i Instytutu Łączności, celowe jest uczestnictwo Instytutu w wymienionych programach badawczych. W konsekwencji niezbędne jest dostosowanie naszej techniki do wymaganych standardów.

## 2. STANDARYZACJA PRZETWARZANIA WYNIKÓW BADAŃ PROPAGACJI MIKROFAL NA TRASACH SATELITARNYCH

W związku ze współpracą z OPEX/ESA zostały podjęte kroki, mające na celu dostosowanie naszych wyników badań propagacji mikrofal na trasach satelitarnych do standardów obowiązujących w ośrodkach badawczych, działających w ramach OPEX.

Nieodpłatnie dostarczono nam zestaw programów komputerowych DAPPER, który jest specjalistycznym oprogramowaniem do przetwarzania radiometeorologicznych danych pomiarowych, uzyskiwanych podczas badań propagacji mikrofal [2]. Ze środków Instytutu kupiono też komputer klasy PC 486 DX z dyskiem twardym o pojemności 340 Mbajtów. Ponieważ program DAPPER pracuje w środowisku UNIX-a i wykorzystuje oprogramowanie OPEN DESKTOP, ułatwiające graficzne prezentacje wyników obliczeń, jak też ze względu na inne wspomniane wcześniej potrzeby, został kupiony i zainstalowany na tym komputerze system operacyjny UNIX wraz z nakładką OPEN DESKTOP (ODT) [7,8].

### 2.1. System operacyjny UNIX

UNIX stanowi jeden z powszechnie stosowanych obecnie systemów operacyjnych. Należy on do tzw. systemów otwartych, co oznacza, że jest:

- a) **przenośny** - w sensie możliwości instalacji go na komputerach o różnych procesorach, np. Intel 80386, 80486, i 860, Motorola 68000, 88000, SPARC czy MIPS;
- b) **skalowalny**, co ma zapewnić, że dowolny program użytkowy po skompilowaniu będzie pracował na dowolnym komputerze pracującym w systemie UNIX; jednak dotychczas cel ten nie został w pełni osiągnięty;



- c) **współoperatywny**, czyli dający możliwość dzielenia zadań i zbiorów danych z innymi systemami operacyjnymi, w obrębie dowolnych sieci komputerowych (korzystających ze wspólnych protokołów sieciowych);
- d) **dostępny**, tzn., że każdy producent oprogramowania czy też sprzętu ma dostęp do kodów źródłowych i dokumentacji technicznej systemu.

Obecnie jest wiele firm tworzących systemy operacyjne typu UNIX. Dzięki temu na rynku występują różne odmiany tego systemu, m.in.: SunOS, ULTRIX, AIX, IRIX, BSD, HP-UX, NeXTStep, Coherent, XENIX i SCO UNIX, SVR4 i OSF/1 [8]. W naszym przypadku został zainstalowany system SCO UNIX.

Całość oprogramowania tej wersji posiada następujące moduły:

- 1) system operacyjny wersji SCO UNIX V Release 3.2 Version 4.2, zawierający też rozszerzone programy użytkowe UNIX-a;
- 2) oprogramowanie graficzne komputera jako "serwera" i dla klientów (ODT);
- 3) system obsługi współpracy międzysieciowej, zawierający:
  - programy sterujące na poziomie łączy LLI (*Link-Layer Interface Drivers*) (poziomy - wg modelu sieci ISO/OSI), a wśród nich program odpowiedni dla nas 3 Com 3C503 EtherLink II/16 & Etherlink II/16TP,
  - protokół i programy transmisji TCP/IP,
  - protokół i programy współpracy międzysieciowej NFS (*Network File System*),
  - program zarządzania klientami w sieci lokalnej (*LAN Manager Client*);
- 4) moduł obsługi współpracy ze środowiskiem DOS-u i Windows 3.1;
- 5) systemowe wspomaganie użytkownika (help, man);



6) moduł serwera (SCO PC-Interface i SCO IPX/SPX Runtime System).

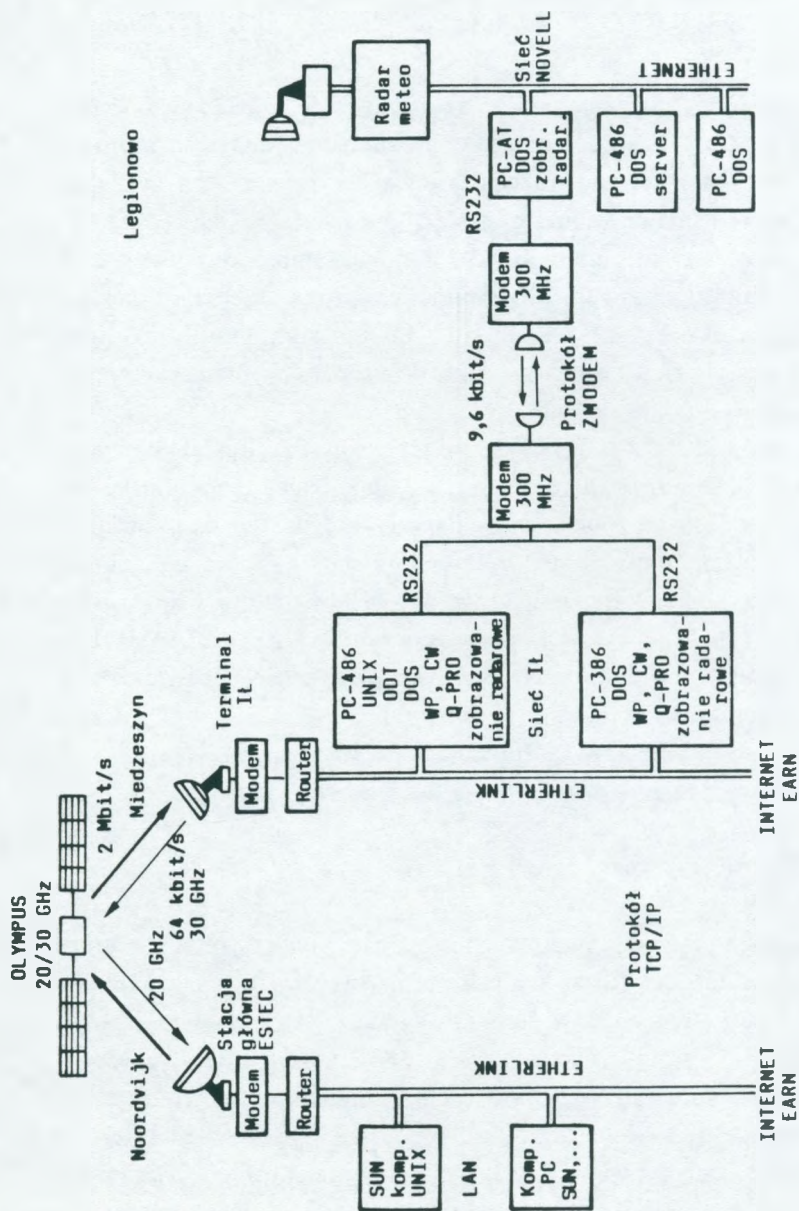
Moduły 1 i 2 są instalowane automatycznie, pozostałe - według zapotrzebowania użytkownika. Wersja zainstalowana w naszym zakładzie zawiera pięć pierwszych z wyżej wymienionych modułów. Taki zestaw wymaga minimum 8 Mbajtów pamięci RAM (zaleca się 12 Mbajtów) oraz minimum 107,7 Mbajtów pamięci dyskowej. Zainstalowane oprogramowanie daje możliwość utworzenia minimalnej sieci komputerowej, składającej się z dwóch komputerów, co pokazano na rys. 1. Dołączenie większej ich liczby wymaga zakupienia kosztownego modułu 6.

OPEN DESKTOP (ODT) stanowi graficzny interfejs użytkownika, tzn. jest nakładką na system operacyjny ułatwiającą pracę użytkownika. Zapewnia stosunkowo prosty i intuicyjny dostęp do wszystkich pozostałych modułów systemu operacyjnego, za pomocą "okien", "ikon", "rozwijanego menu" i "myszy". Użytkownik może dostosować układ graficzny, kolorystykę i metody pracy w OPEN DESKTOP do swoich upodobań oraz potrzeb. Korzystanie z OPEN DESKTOP wymaga wysokiej klasy monitora. Zakupiony przez nas monitor typu NEC MultiSync 5FG, współpracujący z kartą grafiki VGA 4031, spełnia te wymagania.

## **2.2. Program użytkowy DAPPER**

W ramach prowadzonych badań propagacyjnych członkowie grupy OPEX zbierają dużą liczbę danych pomiarowych. W wielu punktach Europy stacje naziemne odbierały sygnały przesyłane z satelity OLYMPUS o częstotliwościach 12,5, 20 i 30 GHz, a także wykonywały pomiar temperatury nieba w tych pasmach częstotliwości w kierunku do satelity.

Celem badań jest zebranie danych radiometeorologicznych z poszczególnych ośrodków dla centralnej bazy danych. Dane te służą do



Rys. 1. Schemat blokowy systemu sieci komputerowych i linii transmisji do realizacji CODE

oszacowania wpływu warunków atmosferycznych na propagację fal radiowych w skali lokalnej i europejskiej. Otrzymane modele propagacyjne są wykorzystane do projektowania satelitarnych systemów telekomunikacyjnych na częstotliwościach powyżej 10 GHz w pasmach  $Q_u$  (12/14 GHz) i  $Q_a$  (20/30 GHz).

Doświadczenia uzyskane w czasie realizacji poprzednich projektów z podobnymi zamierzeniami (jak COST 205) wykazały, że dane pomiarowe do tworzenia centralnej bazy danych otrzymywane z różnych ośrodków muszą być najwyższej jakości, a ponadto muszą być porównywalne i kompatybilne. Dlatego standaryzacja procedur gromadzenia i przetwarzania danych pomiarowych w ośrodkach lokalnych jest tak ważna. Program DAPPER stanowi wynik działań dążących do stworzenia oprogramowania opartego na procedurach i metodach przetwarzania danych, które ustaliłyby standard nadający się do zaakceptowania przynajmniej w Europie.

Proces przetwarzania danych jest podzielony na dwie części: *Wstępne Przetwarzanie Danych Pomiarowych*, które jest zależne od lokalnej stacji pomiarowej, oraz *Analiza Danych Pomiarowych*, która jest niezależna od stacji pomiarowej. Obydwie części oprogramowania są wykorzystywane w ośrodkach lokalnych posiadających naziemne stacje.

Głównym celem *Standaryzującego Wstępnego Przetwarzania Danych* jest uzyskanie "wyczyszczonych" danych gotowych do naukowej analizy oraz do wymiany między poszczególnymi ośrodkami lub centralnym bankiem danych. W skład tej części oprogramowania wchodzi: system rejestracji, kalibracji, linearyzacja i konwersja danych, oszacowanie jakości, zobrazowanie danych, eliminacja wpływu urządzeń, konwersja do rzeczywistych danych propagacyjnych, wyszczególnienie interesujących odcinków czasu i zmagazynowanie wyników na masowych nośnikach pamięci.

Program *Analizy Danych Pomiarowych* jako swoje dane wejściowe wykorzystuje *Standardowe Pliki Zdarzeń*, które zostały utworzone

w procesie *Wstępnego Przetwarzania Danych Propagacyjnych*. Użytkownik może uzupełnić luki w danych przez dopisanie danych zebranych w innym systemie rejestracji lub przez interpolację danych. Obliczenia statystyczne (m.in. takie, jak: analiza pojedynczych parametrów, statystyki trwania zaników, statystyki szybkości narastania tłumienia, statystyki łączne) są wykonywane z wykorzystaniem standardowych metod dla wybranych danych lub metodami zdefiniowanymi przez użytkownika. Wykorzystując dane statystyczne można uzyskać różne charakterystyki statystyczne w postaci wydruków danych liczbowych lub wykresów. Charakterystyki te mogą dotyczyć dowolnie długiego czasu, tzn. zarówno poszczególnych zdarzeń, jak i statystyk miesięcznych, rocznych czy wieloletnich.

Zbiory danych statystycznych bardzo szybko rozrastają się, ponieważ każdego miesiąca przybywają nowe statystyki miesięczne i dlatego DAPPER posiada możliwość archiwizowania tych danych na nośnikach wybranych przez użytkownika.

Dokumentacja [2] zawiera szczegółowy opis programu DAPPER oraz instrukcję jego obsługi. Podane są też ważniejsze formuły matematyczne, które zostały zastosowane do obliczeń statystycznych.

DAPPER, pracując w systemie operacyjnym UNIX, wykorzystuje do komunikacji z operatorem rozbudowany system "okien". Program ten dopuszcza możliwość zmiany wielu parametrów wykorzystywanych przy przetwarzaniu danych. Dzięki temu posiada on elastyczność i można go dostosować do potrzeb konkretnych użytkowników, ale też wymaga dużej uwagi i ostrożności przy korzystaniu z niego.

Jak już wspomniano, DAPPER jest rozbudowanym programem, który zajmuje na dysku twardym ponad 20 Mbajtów pamięci. Okazało się, że kupiony dysk o pojemności 430 Mbajtów, po jego podziale na część UNIX-owską i DOS-owską, nie pozwala na tworzenie w systemie UNIX baz danych i obliczenia oraz na wykorzystanie nakładki ODT. W związku z tym został zainstalowany dodatkowy dysk twardy o pojemności 500 Mbajtów. W wyniku tego uzyskano wystarczającą



rezerwę pamięci na realizowanie rozbudowanych zadań w systemie UNIX i DOS.

### 3. EKSPERYMENT CODE

Europejskie Centrum Badań Satelitarnych i Technologii ESA w Noordwijk (ESTEC) w ramach badań możliwości wykorzystania małych terminali (VSAT) do transmisji danych komputerowych między sieciami komputerowymi opracowało eksperyment CODE, który wykorzystuje terminale w pasmie 20/30 GHz z anteną o średnicy 80 cm do komunikacji Ziemia-OLYMPUS-Ziemia [3]. Dotychczasowe doświadczenia, krótko opisane w pracy [4], oparte na badaniach łączności między dwoma punktami, pozwalają stwierdzić, że jeśli oddalone, lokalne sieci komputerowe są utworzone z wykorzystaniem połączeń ETHERNET i funkcjonują według protokołu TCP/IP w systemie operacyjnym UNIX, to można je połączyć poprzez "routery", terminale VSAT i satelitę oraz realizować różnego rodzaju seanse łączności między tymi sieciami. Szybkość wymiany informacji jest ograniczona przepływnością modulatora terminala, równą 64 kbit/s, podczas gdy demodulator odbiera sygnał o przepływności 2 Mbit/s, a jednak pracuje z dostępem w systemie podziału czasowego (TDM).

Doświadczenia opisane w [4] dotyczą:

- 1) przekazu plików binarnych i w kodzie ASCII między lokalnymi sieciami;
- 2) uzyskania dostępu do zbiorów serwera sieci odległej; można je wówczas traktować jako lokalne, stosować do własnych potrzeb i dokonywać zmian, wykorzystując jedynie swoją pamięć operacyjną; zastosowanie mogą mieć w tej komunikacji zasady hierarchizacji dostępu do zbiorów serwera;
- 3) przesyłania poczty elektronicznej (E-mail);



- 4) edycji i zdalnego drukowania tekstów (tworzenia całych dokumentów);
- 5) zdalnego "zalogowania" (log-in) przenośnego komputera poprzez terminal w sieci komputerowej;
- 6) transmisji syntetycznego zobrazowania radarowego sytuacji burzowej z sieci lokalnej do centrum zbiorczego zobrazowań radarowych.

### 3.1. Sieć komputerowa IŁ w eksperymencie CODE

Schemat doświadczalnej sieci komputerowej w IŁ i jej przewidywane połączenie z siecią w ESTEC przedstawiono na rys. 1.

Sieć doświadczalną tworzą komputery PC-486 i PC-386, przy czym w PC-486 dysk twardy jest podzielony na oddzielne części wykorzystywane w systemie UNIX i w DOS. Ta sieć ma współdziałać z siecią komputerową NOVELL w Zakładzie Aerologii IMGW w Legionowie, gdzie znajduje się radar meteorologiczny. Przewiduje się transmisję syntetycznych zobrazowań radarowych z Zakładu Aerologii do IŁ za pomocą linii radiowej w pasmie 300 MHz o przepływności 9,6 kbit/s według protokołu ZMODEM lub KERMIT. Po odebraniu zobrazowania te będą przesyłane do innych, odległych uczestników eksperymentu CODE.

Radar Zakładu Aerologii IMGW w Legionowie pozwala dokonać przeglądu przestrzeni w promieniu 200 km w ciągu 7 minut. W trakcie rutynowej służby co 10 minut wykonuje się przegląd przestrzeni w płaszczyźnie poziomej i przetwarza odebrane informacje o zachmurzeniu oraz opadach. Co godzinę dokonuje się pełnego przeglądu przestrzeni i archiwizacji odebranych danych. Wyniki przeglądu mogą być przedstawione w postaci map przekroju poziomego, w których są podane w kwadratach 4x4 km lub 2x2 km uśrednione wartości intensywności deszczu lub inne parametry. Mogą to być także mapy największych wysokości wierzchołków chmur w tych kwadratach. Inten-

sywności deszczu w kwadratach płaszczyzny o wybranej wysokości (np. 1, 2, 3, 4 lub 5 km) są wyrażone kolorami, podobnie jak wysokości wierzchołków chmur.

W przypadku podwyższonej rozdzielczości (2x2 km) zasięg jest ograniczony do 100 km.

Program przetwarzania danych pozwala zaznaczyć na mapkach rzeki i miasta.

Zobrazowania radarowe przesyła się do Biura Prognoz Lotniczych na Okęciu. Wykorzystanie ich pozwala zwiększyć bezpieczeństwo lotów w transporcie lotniczym. Przewiduje się przesyłanie obrazowań radarowych do Europejskiego Ośrodka Zbiorczego w Graz (Austria), gdzie tworzy się mapy zbiorcze i dalej przesyła się je do Bracknell (koło Londynu). Tam wykorzystuje się je do prognoz warunków meteorologicznych na trasach lotów linii europejskich, a także udostępnia się je wszystkim dołączonym do Ośrodka lokalnym Biurom Prognoz Lotniczych.

Dotychczasowa praktyka transmisji informacji meteorologicznych to wykorzystanie dzierżawionych, ziemskich linii przewodowych. Jednak transmisja obrazowań radarowych poprzez terminale linii satelitarnych w pasmie 20/30 GHz pozwoliłaby łatwiej funkcjonować tworzonej europejskiej sieci radarów meteorologicznych.

### **3.2. Złożona sieć ESTEC w eksperymencie CODE**

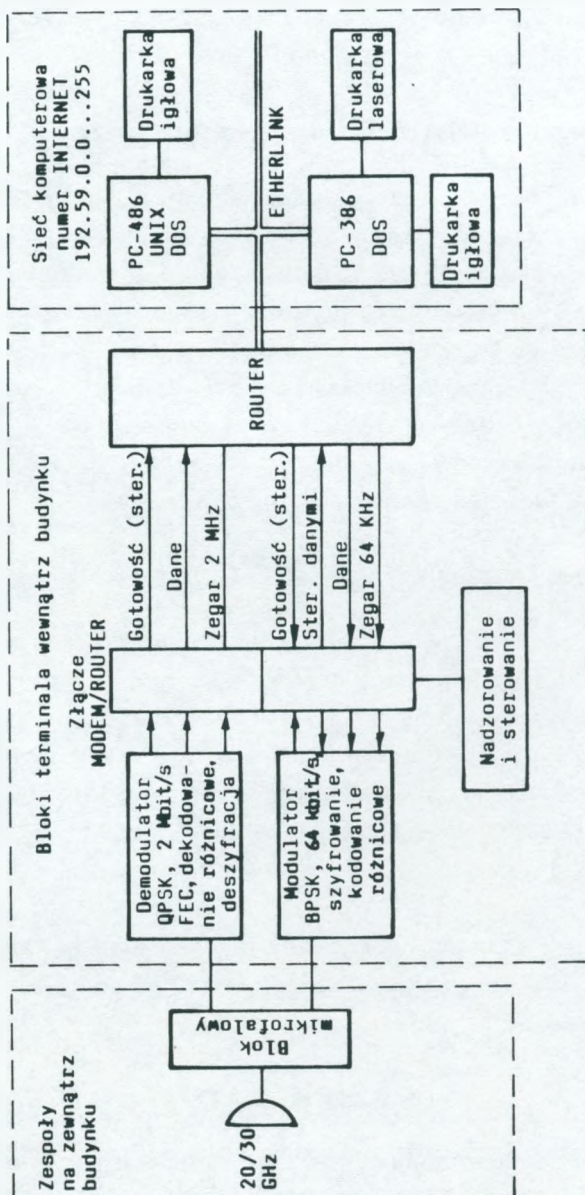
Zaprezentowane na rys. 1 dwie sieci komputerowe, sieć ESTEC i sieć IŁ, będą sprzężone ze sobą za pomocą łącza satelitarnego. Przewiduje się także powiązanie ich poprzez istniejącą, międzynarodową sieć ziemską INTERNET. Obecnie schemat połączeń lokalnych sieci komputerowych w poszczególnych krajach z siecią centralną w ESTEC poprzez satelitę ma charakter gwiazdzysty [5]. Do sieci tej są również dołączone lokalne sieci komputerowe w Graz, Bracknell, Aberdeen, w Helsinkach, Madrycie, ... [7]. W eksperymencie CODE

komunikacja między tymi odległymi sieciami jest zorganizowana według protokołu TCP/IP, który pozwala stworzyć w "warstwie sieciowej" (według modelu komunikacji ISO-OSI) wyznaczone połączenia lub "wirtualne", wykorzystując do tego celu zarówno trasę satelitarną, jak i sieć INTERNET [3, 4, 5, 10].

W sieci ESTEC nadawanie informacji z terminali do stacji głównej poprzez satelitę przeprowadza się na częstotliwości nośnej 30 GHz z przepływnością 64 kbit/s i modulacją BPSK w systemie podziału częstotliwości (FDM), co pozwala nadawać informację równocześnie ze wszystkich terminali. Odbioru informacji, nadawanej z satelity na częstotliwości nośnej 20 GHz z przepływnością 2 Mbit/s dokonuje się w systemie podziału czasu (TDM) do każdego terminala oddzielnie według adresów terminali [3].

Sprzężenie między sieciami komputerowymi poprzez satelitę zapewniają "routery" (bramki, według [10]), które przekształcają "ramki" zakodowanej informacji, dopasowując je do charakterystyk obwodów łącza satelitarnego, a także wybierają trasę według tablicy tras, jeśli trasa do adresata nie była określona w ramce. Istotne, że "routery" reagują na numerację stacji przyjętą w sieci INTERNET.

Dotychczas nasza elementarna sieć komputerowa nie została dołączona do tworzonej sieci IŁ, a sieć IŁ - do istniejącej sieci INTERNET. W związku z tym, możliwości połączeń typu "wirtualnego" nie będą wykorzystywane i nie one są zasadniczym celem eksperymentu. Nie był też dotychczas przedyskutowany problem stopnia niezgodności parametrów sieci ESTEC i doświadczalnej sieci IŁ. Na podstawie dotychczas uzyskanych informacji, komputer główny w sieci ESTEC firmy SUN MICROSYSTEMS jest wyposażony w system operacyjny UNIX w wersji SunOS, która zawiera - oprócz modułów wymienionych w pakiecie SCO UNIX w p. 2.1 - również dodatkowe oprogramowanie obsługujące komunikację między sieciami. Programy te zapewniają obsługę o charakterze informacyjnym (*NIS - Network Information Service*), określają procedury zdalnego wywoływania



Rys. 2. Schemat funkcjonowania terminala 20/30 GHz



(RPC - Remote Procedure Calls) i reprezentacji danych zewnętrznych (XDR - eXternal Data Representation) [4, 8].

### 3.3. Transmisja syntetycznego zobrazowania radarowego

Na rys. 1 pokazano sposób transmisji zobrazowań radarowych z komputera sieci NOVELL w Zakładzie Aerologii do komputera w sieci IŁ. Komputer PC-AT na końcu radiolinii w Legionowie jest włączony do sieci NOVELL i przekazuje syntetyczne zobrazowanie jako pliki DOS do komputera głównego PC-486 ("1") lub do komputera PC-386 ("2"). System UNIX w komputerze PC-486 "widzi" pliki zorganizowane według wymagań DOS poprzez swój program obsługi DOS. Po przekształceniu, zgodnie z protokołem TCP/IP, pliki te mogą być przesłane do Noordwijk lub gdzie indziej.

### 3.4. Połączenie terminala VSAT 20/30 GHz z siecią komputerową

Na rys. 2 szczegółowo przedstawiono przewidywane połączenie terminala z eksperymentalną siecią IŁ. Pokazano funkcje modulatora i demodulatora oraz sygnały sterujące, niezbędne do ustalenia połączenia między nadawcą i odbiorcą informacji przed rozpoczęciem transmisji danych. Numer sieci eksperymentalnej w sieci INTERNET (192.59.0 i rozszerzenie na komputery "1" i "2"), został uzyskany w warszawskim ośrodku NASK (*Naukowe i Akademickie Sieci Komputerowe*).

Komputery i "router" w warstwie liniowej modelu OSO/OSI są połączone ze sobą za pomocą kart ETHERLINK, podobnie jak komputery w sieci ESTEC.

## 4. ZAKOŃCZENIE

Aczkolwiek system komputerowy fizycznie jest przygotowany do opracowywania wyników pomiarów propagacji mikrofal według



nowych, wysokich standardów, to jednak w praktyce uplynie co najmniej rok, zanim posługiwanie się tym złożonym systemowo i programowo narzędziem będzie przebiegało bez zahamowań natury operacyjnej. Dlatego opracowywanie bieżących materiałów pomiarowych będzie jeszcze wykonywane według dotychczasowych, DOS-owskich programów.

Program DAPPER 5.1 - po licznych, krytycznych uwagach użytkowników - został przez autorów tego programu (firmę Siemens w Austrii) ulepszony tak, że nowa wersja DAPPER 6 zapewnia lepszą operatywność, a przy tym usunięto wiele wątpliwości proceduralnych.

Opanowanie procedur operacyjnych w eksperymencie CODE, niezbędnych przy współpracy sieci komputerowych, funkcjonujących w systemie operacyjnym UNIX, oraz współpraca sieci z komputerem w systemie DOS również wymaga czasu. Wiąże się to z koniecznością opanowania posługiwania się poleceniami UNIX-a, chociażby takimi, jak **telnet** i **rlogin**, a także zbadania ich różnorodnych możliwości. Zasadniczo pozwalają one połączyć komputer (stację) z odległym komputerem albo z odległym węzłem. W tym ostatnim przypadku można zażądać listy nazw stacji dołączonych do węzła, a nawet zażądać wykazu stacji, z którymi połączenie jest ograniczone hasłem. Rozkaz **ftp**, stanowiący przejście do protokołu NFS, pozwala realizować transfer plików między stacjami poprzez sieć, a także pozwala udostępniać katalogi i pliki lokalnych oraz odległych stacji komputerowych, jak również transformować pliki binarne na ASCII i odwrotnie [8].

Osobne problemy przedstawia transfer plików zawierających syntetyczne, skanowane zobrazowania radarowe [4].

W związku z utratą satelity OLYMPUS, którego transpondery były wykorzystane do realizacji wielu eksperymentów badawczych, takich jak CODE, DICE, terminal walizkowy do łączności z satelitą, [6] i inne, ESA szuka rozwiązania pozwalającego na kontynuowanie

zaplanowanych zadań. Przewiduje się wykorzystanie innych satelitów posiadających odpowiednie kanały transmisji. Zahamowanie tempa badań jest jednak nieuniknione. Czas ten możemy wykorzystać do nadrobienia opóźnień w zakresie analizy, przetwarzania i prezentacji wyników eksperymentów propagacyjnych, zarówno na trasach satelitarnych jak i ziemskich, oraz w zakresie tworzenia sieci komputerowych i komunikacji między tymi sieciami.

### WYKAZ LITERATURY

1. Bykow W.L. i inni: *Miezhdunarodnyj opytnyj uchastok eksperimentalnoj sistemy sputnikovoj svjazi "Dubna"*, Elektrosvjaz, Nr 10, 1983.
2. ESA: DAPPER, Data Analysis and preprocessing for Propagation Effects Research. Version 2.5, Operator's Manual, Software Installation, Siemens AG, Austria, June 1992.
3. ESTEC/ESA: CODE, System description and Interface Specifications, 1990.
4. Garrido C., Viau P., Stiemevi J.: *Computer Networking via High-Speed Satellite Links*. ESA Bulletin Nr 64.
5. Glover P.: *Operational Experiences of the CODE System*, Proc. Int. Conf. OLYMPUS Utilisation, ESA, Sevilla, 20-22 kwietnia 1993.
6. Pike C.: *EHF (28/19 GHz) Suitcase Satellite Terminal*. Proc. Int. Conf. OLYMPUS Utilisation Conf., ESA, Sevilla, 20-22 kwietnia 1993.
7. SCO Open Systems Software: *SCO Open Desktop/SCO Open Server, User's Guide, 1993-1992* The Santa Cruz Operation, Inc.
8. Uday O. Pabrai: *UNIX Internetworking*. Artech House, Boston, London, 1993.
9. Wielowieyska E., Kocimowski B., Kawecki A.: *System automatycznej rejestracji i przetwarzania danych radiometeorologicznych dla badań propagacji fal radiowych w zakresie powyżej 10 GHz*, Prace IŁ, nr 93, 1986.
10. Wolisz A.: *Podstawy lokalnych sieci komputerowych; Oprogramowanie komunikacyjne i usługi sieciowe. Tom 2*. WNT, Warszawa 1992.

Арнольд Кавецки,  
Ева Веловейска

СИСТЕМА ОБРАБОТКИ РЕЗУЛЬТАТОВ  
ИССЛЕДОВАНИЯ РАСПРОСТРАНЕНИЯ  
МИКРОВОЛН И ВОЗМОЖНОСТЬ КООПЕРАЦИИ  
КОМПЬЮТЕРОВ ЧЕРЕЗ ТРАНСПОНДЕР СПУТНИКА

Резюме

В статье представляется развитие системы сбора и обработки результатов исследования распространения радиоволн, проводимых в Институте Связи на наземных и спутниковых трассах. В актуальной версии системы входит компьютер IBM-486 с твердым диском 840 Мбайт, который работает в системах DOS и UNIX. В связи с унификацией регистрации и обработки результатов исследования распространения радиоволн на спутниковых трассах была инсталлирована программа DAPPER, используемая исследовательскими коллективами западных стран, действующими в рамках OPEX (ESA). Эта программа работает в среде программы OPEN DESKTOP и системы UNIX. В связи с экспериментом CODE (ESA) - трансляции компьютерных данных с использованием спутникового транспондера 30/20 ГГц, система опrogramмирована соответственно для обеспечения трансляции между компьютерными сетями UNIX по протоколу TCP/IP.

Arnold Kawecki,  
Ewa Wielowieyska

## THE SYSTEM OF PROPAGATION RESEARCH DATA PROCESSING AND POSSIBILITY OF COMPUTERS NETWORKING VIA SATELLITE

### S u m m a r y

In the paper the evolution of computer system, applied in microwave propagation research, conducted in the Institute of Telecommunications for data acquisition and processing, is presented. Actual version of the system includes IBM-486 computer with HDD 840 Mbyte and operates in DOS and UNIX operating systems. In connection with the unification of data processing, obtained in case of wave propagation research on EARTH-space paths, program DAPPER was installed. This program is applied by research teams of western Europe countries, working in frames of OPEX (ESA) group. DAPPER operates in OPEN DESKTOP and UNIX environment. In connection with CODE (ESA) experiment the system is prepared to transmit computer data from UNIX network to another, distant computer UNIX network, using 30/20 GHz transponder of satellite and applying for transmission TCP/IP protocol.

Arnold Kawecki  
Ewa Wielowieyska

## SYSTEME DE TRAITEMENT DE RESULTATS DES ETUDES SUR LA PROPAGATION, AINSI QUE LA POSSIBILITE DE LA COOPERATION DES ORDINATEURS PAR SATELLITE

### R é s u m é

La publication présente l'évolution du système d'enregistrement par ordinateur et de traitement de données, obtenues dans les études de la propagation de micro-ondes sur les voies terrestres et satellitaires, effectuées par l'Institut des Télécommunications (Łączności). La version actuelle de ce

systeme comprend l'ordinateur IBM-486, avec le disque dur, à la capacité de 840 MB, travaillant au système DOS et UNIX. La nécessité de l'unification d'enregistrement, de traitement et de présentation des résultats d'études de la propagation d'ondes sur les voies satellitaires a porté à l'introduction du système DAPPER, exploité dans les pays de l'Europe Occidentale, par les équipes de recherche qui appartiennent au Groupe OPEX, agissant dans le cadre de l'Agence Spatiale (ESA). Le programme DAPPER exige l'environnement OPEN DESKTOP, au système UNIX.

A la suite de l'expérience CODE (ESA), qui a en vue la transmission des données d'ordinateur par transpondeur du satellite, aux bandes 30-20 GHz, à l'autre ordinateur, éloigné du réseau UNIX, le système de l'Institut des Télécommunications a été relativement programmé de telle façon, pour qu'il assure l'échange de données entre les réseaux d'ordinateur par ligne satellitaire, conformément au protocole TCP/IP.

Arnold Kawecki

Ewa Wielowieyska

## **DAS VERARBEITUNGSSYSTEM DER AUSBREITUNGSFORSCHUNGSDATEN UND MÖGLICHKEITEN VON COMPUTER-NETWORKING ÜBER SATELIT**

### **Z u s a m m e n f a s s u n g**

Die Entwicklung der Computersystem für Registrierung und Verarbeitung der von Microwellenausbreitungsforschungen gewonnenen Meßergebnisse in terrestrischer und satellitensrecken ist im Artikel präsentiert worden. Aktuelle Version des Systems enthält enthält IBM-486 Computer mit HDD 840 Mbyte und arbeitet in den DOS und UNIX Operationssystemen. Um Meßergebnisse unifiziert registrieren, verarbeiten und präsentieren zu können, ist das von westeuropäischen im Rahmen OPEX (ESA) tätigen Ländern benötigte DAPPER-Programm installiert worden. DAPPER-Programm arbeitet in OPEN DESKTOP und UNIX Umgebung. Im Rahmen des CODE (ESA) Experiments ist das System für Übermittlung Computerdaten von UNIX-Netz bis zum anderen, fernen Computer-UNIX-Netz mit 30/20 GHz Satellitentransponder gemäß TCP/IP Protokoll programmiert worden.



## METODY OPTIMALIZACYJNE POKRYCIA ZBIORÓW

Wyznaczenie minimalnego pokrycia zbiorów stanowi podstawę metod optymalizacyjnych dla wielu zastosowań, w tym również w syntezie układów cyfrowych m.in. w minimalizacji funkcji logicznych. Przedstawione w pracy dwie metody pokrycia zbiorów umożliwiają eliminowanie lub odpowiedni wybór części zmiennych, co ułatwia otrzymanie rozwiązania.

### 1. WSTĘP

Zadanie pokrycia zbiorów stanowi szczególny przypadek dyskretnego programowania liniowego, w którym zmienne  $x_j$ ,  $j = 1, \dots, n$ , przyjmują wartości binarne  $x_j = 0$  lub  $x_j = 1$ .  $[a_{ij}]$  jest macierzą binarną zawierającą  $m$  wierszy i  $n$  kolumn,  $i = 1, \dots, m$ ;  $j = 1, \dots, n$ . Poszczególne wierszom i kolumnom mogą być przyporządkowane elementy pewnych zbiorów  $K_1, \dots, K_m$  oraz  $p_1, \dots, p_n$ . Jeżeli  $a_{ij} = 1$ , to element  $p_j$  ( $j = 1, \dots, n$ ) pokrywa element  $K_i$ . Ten sam element  $p_j$  może pokrywać również inne elementy  $K_i$ , np.  $K_{i_1}, K_{i_2}, \dots$ , jeżeli w  $j$ -tej kolumnie macierzy  $[a_{ij}]$  występują liczby  $a_{ij} = 1$  odpowiednio w wierszach  $i = i_1, i = i_2, \dots$

Podobnie ten sam element  $K_i$  może być pokrywany przez różne elementy  $p_j$ , np.  $p_{j_1}, p_{j_2}, \dots$ , jeżeli  $a_{ij_1} = 1, a_{ij_2} = 1, \dots$

Zwykle zakłada się, że każdy element  $K_i$ ,  $i = 1, \dots, m$ , musi być pokryty przynajmniej przez jeden element  $p_j$  ( $j = 1, \dots, n$ ), co można zapisać:

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \geq 1 \quad \text{dla } i = 1, \dots, m$$

lub za pomocą równoważnego równania logicznego

$$\bigvee_{j=1}^n a_{ij} x_j = 1, \quad i = 1, \dots, m \quad (1)$$

Równania (1) określają wszystkie możliwe pokrycia zbioru  $\{K_1, \dots, K_m\}$ , a więc pokrycia dopuszczalne. Na podstawie (1) każdy element  $K_1, \dots, K_m$ , musi być pokryty przez jeden lub więcej elementów  $p_j$ .

Pokrycie jest minimalne, jeżeli funkcja celu

$$z = \sum_{j=1}^n c_j x_j \quad (2)$$

osiąga wartość minimalną;  $c_j$  - liczba rzeczywista,  $c_j > 0$ ,  $j = 1, \dots, n$ . W szczególnym przypadku  $c_j = 1$  dla wszystkich wartości  $j$ .

## 2. METODA UKIERUNKOWANEGO WYBORU ZMIENNYCH

Opracowana metoda zalicza się do grupy metod "podziału i oszacowań" [14] i umożliwia otrzymanie rozwiązania ściśle minimalnego. Do oceny rozwiązania będzie wykorzystywana liczba  $L_0$  zmiennych przyjmujących wartość 1 ( $x_j = 1$ ), wystarczających do spełnienia układu równań (1). W kolejnych krokach wyznaczania rozwiązania, wielkość  $L_0$  jest aktualizowana. Podobnie jak w innych metodach wyznaczania pokrycia [1,14] wielokrotnie jest przeprowadzana redukcja zmiennych, umożliwiająca zmniejszenie rozmiarów macierzy  $[a_{ij}]$ .

Metoda w pewnym stopniu nawiązuje do tzw. algorytmu zachłanego [7, 14, 15], który bezpośrednio daje jednak tylko rozwiązanie przybliżone, dlatego uwzględniono jeszcze kilka innych parametrów charakteryzujących układ równań (1), co umożliwia ograniczenie

procesu obliczeniowego. Ważne znaczenie ma nie tylko wybór zmiennej, która powtarza się w największej liczbie równań, ale także to czy w pewnym równaniu jest to jedyna zmienna występująca w takiej samej liczbie (innych) równań. Ma to wpływ na ocenę rozwiązania ( $L_0$ ).

Z drugiej strony, cechą charakterystyczną metody jest wykorzystanie ogólnego sposobu rozwiązania układu równań logicznych, a więc nie tylko szczególnego przypadku określonego wzorem (1), jednak bez wyznaczenia pełnego możliwego zbioru rozwiązań, ale ograniczenia go do rozwiązania optymalnego lub zawierającego takie rozwiązanie. W szczególności wykorzystuje się oczywistą zasadę, że rozwiązaniem układu równań może być tylko zbiór wartości ( $x_1, \dots, x_n$ ), dla których spełnione jest jedno wybrane równanie, które przyjmuje postać:

$$x_{j1} \vee x_{j2} \vee \dots \vee x_{js} = 1$$

Równanie to ma następujące rozwiązania:

- 1)  $x_{j1} = 1$  (pozostałe zmienne dowolne)
- 2)  $x_{j1} = 0, x_{j2} = 1$  (pozostałe zmienne dowolne)
- .....
- s)  $x_{j1} = x_{j2} = \dots = x_{j(s-1)} = 0, x_{js} = 1$ .

Wyróżnia się dwa etapy. W etapie pierwszym znajduje się rozwiązanie optymalne lub bliskie do optymalnego, w etapie drugim następuje sprawdzenie istnienia rozwiązania lepszego (w sensie ustalonego kryterium (2)). Nie korzysta się z metod oceny rozwiązania właściwych dla programowania ze zmiennymi ciągłymi, takich jak metody relaksacyjne Lagrange'a i metody subgradientowe [1,5,8,14]. Istnieje pewien zakres parametrów, dla zadań średniej wielkości, w których stopień złożoności (liczba wykonywanych operacji) jest

mniejsza dla częściowego przeglądu (zwłaszcza z odpowiednim wyborem zmiennych) niż dla wymienionych metod.

Pewną orientację daje porównanie oceny dla parametrów: liczba równań  $m = 100$ , liczba zmiennych  $m = 2n = 200$ , liczba zmiennych wchodzących do rozwiązania  $L=20$ . Ocena (dla najgorszego przypadku) w metodach "ciągłych" jest rzędu  $m^2n^2$  (nieraz może być obniżona), to jest  $100^2 \cdot 200^2 = 4 \cdot 10^8$ , natomiast w przypadku pełnego przeglądu w skrajnym przypadku - co praktycznie mocno odbiega od koniecznej liczby badanych punktów -  $2^L = 2^{20} \approx 10^6$ .

W metodzie ustala się dla każdej zmiennej  $x_j$  wielkość  $k_j$  równą liczbie występowania danej zmiennej w równaniach. W toku ustalania wartości zmiennych ( $x_j = 1$ ) liczby  $k_j$  ulegają zmianie i mogą być obliczane dla aktualnego układu równań otrzymanego przez wyeliminowanie tych równań, które już zostały spełnione. Wygodniej jest jednak przy eliminowaniu równań określać zmniejszenie wartości  $k_j$  w stosunku do wartości poprzedniej.

Dla każdego równania określa się pewien wskaźnik  $w_i = \max(k_j)$  ustalany dla zmiennych  $x_j$  występujących w danym równaniu. Niech  $c(w_i)$  oznacza liczbę równań ( $i$  - nr równania) o tym samym wskaźniku  $w_i$ . Na podstawie liczb  $c(w_i)$  można ocenić liczbę zmiennych  $x_j = 1$ , przy których układ równań może być spełniony. Taka minimalna liczba zmiennych będzie oznaczana przez  $L_0$ , natomiast rzeczywista liczba zmiennych wchodzących do rozwiązania będzie  $L \geq L_0$ .

Dla uniknięcia bardziej złożonych zależności, wyznaczenie  $L_0$  będzie przedstawione na przykładzie.

### Przykład 1

Dany jest układ  $m = 20$  równań, dla których wyznaczono  $w_i = 6$  dla  $c(6) = 17$  równań oraz  $w_i = 5$  dla  $c(5) = 3$  równań.

Niech  $c'(w_i) \leq c(w_i)$  oznacza największą liczbę całkowitą podzieloną przez  $w_i$ . Można wówczas zapisać:

$$c'(6) = 12, \quad c'(5) \leq c(6) - c'(6) + c(5) = 17 - 12 + 3 = 8, \quad c'(5) = 5,$$

$$c'(6) + c'(5) + x = m, \quad x = 3$$

Ostatecznie

$$c'(6) + c'(5) + c'(3) = m. \quad (3)$$

Z wzoru (3) wynika, że  $c'(6)$  równań może być spełnionych przez bliżej nieokreślone zmienne, z których każda występuje w sześciu równaniach,  $c'(5)$  równań - za pomocą  $x_j$  o  $k_j = 5$  i  $c'(3)$  równań - dla  $x_j$  o  $k_j = 3$ . Zatem minimalna liczba zmiennych:

$$L_0 = \frac{c'(6)}{6} + \frac{c'(5)}{5} + \frac{c'(3)}{3} = 2 + 1 + 1 = 4$$

### Przykład 2

$w_i = 5$  dla  $c(5) = 5$ ,  $w_i = 4$  dla  $c(4) = 3$ ,  $w_i = 3$  dla  $c(3) = 1$ .  
Liczba równań  $m = c(5) + c(4) + c(3) = 9$ .

Wówczas  $c'(5) = c(5)$ ,  $c'(4) = 0$ ,  $c'(3) = 3$ ,  $c'(1) = 1$

$$L_0 = \frac{c'(5)}{5} + \frac{c'(4)}{4} + \frac{c'(3)}{3} + 1 = 3$$

Jeżeli w pewnym równaniu występuje kilka zmiennych o  $k_j = w_i$ , nie ma wystarczających przesłanek do wyboru jednej z tych zmiennych. Należy zatem rozpatrywać najpierw równania, w których tylko jedna zmienna spełnia warunek  $k_j = w_i$ , przy  $x_j = 0$  zostaje obniżony wskaźnik  $w_i$ , co może wpłynąć na zwiększenie  $L_0$ . Gdy przypadek



taki zachodzi, wybór zmiennej  $x_j$  jest w pełni uzasadniony, w przeciwnym razie trzeba dodatkowo uwzględnić wartość  $k_j$  (przy większym  $k_j$ , spełniona jest większa liczba innych równań), a także liczbę zmiennych w równaniu, co ma znaczenie dla  $x_j = 0$  i może w dalszych krokach wpływać na zwiększenie wartości  $L_0$ .

Przyjęto następującą kolejność uwzględnienia poszczególnych czynników:

- A1. Równanie zawiera najmniejszą liczbę zmiennych (najlepiej tylko jedną) o wartości  $k_j = w_j$ . Punkt ten jest najpierw sprawdzany tylko w pierwszym etapie metody. W etapie drugim p.A1 i A2 zamienia się miejscami.
- A2. Równanie zawiera najmniejszą liczbę zmiennych. Jeżeli wybór w p.A1 jest niejednoznaczny, przeprowadza się redukcję zmiennych, która może spowodować, że inne równanie będzie zawierało mniejszą liczbę zmiennych.
- A3. Pierwszeństwo ma wybór zmiennej, która spełnia warunek z p.A1 dla większej liczby równań.
- A4. W przypadkach gdy istnieje więcej możliwości, wybiera się zmienną o większej wartości  $k_j$ .
- A5. Gdy podane warunki spełnia większa liczba zmiennych niż jedna, wybiera się zmienną o mniejszym indeksie  $j$ .

Po otrzymaniu pierwszego rozwiązania i przejściu do drugiego etapu (sprawdzenie istnienia rozwiązania dla  $L' = L - 1$ ), w pierwszej kolejności powinien być realizowany p.A2.

Punkt A3 umożliwia "szybsze" uzyskanie oceny nieistnienia rozwiązania lepszego o mniejszej liczbie  $L$  lub wyznaczenie takiego rozwiązania, jeżeli ono istnieje. Ma na to wpływ obniżenie wartości  $w_j$  dla pewnej liczby równań przy  $x_j = 0$ , jeżeli zmienna  $x_j$  występowała w tych równaniach.

Sposób postępowania będzie bliżej wyjaśniony na przykładzie.

### Przykład 3

Dany jest układ równań zapisany za pomocą indeksów zmiennych  $j$  ( $m = 20$ ,  $n = 35$ ):

$$\begin{aligned}
 &1(5,14,18,21) \quad 2(2,4,6,9,12,16,20,27) \quad 3(1,3,7,11,17,20) \\
 &4(3,5,8,13,15,19,22,29) \quad 5(10,12,21,24,26) \quad 6(2,6,9,12,18,26,32) \\
 &7(1,4,7,11,14,19,25) \quad 8(1,3,6,7,13,16,19,23,27,31) \quad 9(2,4,5,8,11,17,22) \\
 &10(3,10,13,16,20,35) \quad 11(2,9,15,17,25,31) \quad 12(1,6,11,12,14,18,21,28,35) \\
 &13(6,10,14,16,23) \quad 14(3,4,7,12,19,23,26,28,33) \quad 15(1,4,8,14,21,25) \\
 &16(9,11,13,17,20,24,29,34) \quad 17(2,5,10,13,15,22,27,30) \\
 &18(2,3,6,7,8,9,18,32) \quad 19(1,4,5,8,24,28,33) \quad 20(5,7,10,15,34)
 \end{aligned}$$

Liczba "i" przed nawiasem oznacza numer równania,  $i = 1, \dots, 20$ . Liczby w nawiasie określają indeksy zmiennych zawartych w równaniu; 1(5,14,18,21) oznacza równanie nr 1:  $x_5 \vee x_{14} \vee x_{18} \vee x_{21} = 1$ . Zmienne  $x_j$  zostały tak uporządkowane, że  $x_1 - x_7$  występują w sześciu równaniach,  $k_1 = \dots = k_7 = 6$ , dla  $x_8 - x_{14}$ :  $k_8 = \dots = k_{14} = 5$ , dla  $x_{15}$  do  $x_{21}$ :  $k_{15} = \dots = k_{21} = 4$ , dla  $x_{22}$  do  $x_{28}$ :  $k_{22} = \dots = k_{28} = 3$ , dla  $x_{29}$  do  $x_{35}$ :  $k_{29} = \dots = k_{35} = 2$ .

W równaniu dla  $i = 1$ ,  $k_5 = k_{\max} = 6$ , zatem  $w_1 = 6$ , dla  $i = 2$ ,  $k_2 = k_4 = k_6 = 6$ ,  $w_2 = 6$  itd. Zgodnie z p.A1 można wybrać cztery równania z jedną zmienną:

$$i = 1, x_5(k_5 = w_1 = 6); \quad i = 10, x_3(k_3 = w_{10} = 6);$$

$$i = 11, x_2(k_2 = w_{11} = 6); \quad i = 13, x_6(k_6 = w_{13} = 6).$$

Redukcja zmiennych może ułatwić wybór zmiennej  $x_j$  do wyznaczenia rozwiązania. Z układu równań może być wyeliminowana zmienna  $x_p$ , która we wszystkich równaniach występuje wraz z inną zmienną, np.  $x_{22}$  i  $x_5$ . W przykładzie możliwa jest redukcja zmiennych o indeksach  $j = 22, 26, 29, 30, 32, 33$ . Najmniej zmiennych zawiera równanie dla  $i = 1$ , rozpatruje się więc przypadki:

1.  $x_5 = 1$

2.  $x_5 = 0$

Po podstawieniu  $x_5 = 1$  układ zawiera  $R = 14$  równań, przy czym nowe wartości  $k_j$  dla zmiennych  $x_1$  do  $x_{14}$  podano w tablicy 1.

Tablica 1

Zestawienie  $k_j$  dla podstawienia  $x_5 = 1$

$x_j$	1	2	3	4	6	7	8	9	10	11	12	13	14
$k_j$	5	4	5	4	6	5	2	5	3	4	5	3	4

Na podstawie p.A1 można wybrać  $x_6$  ( $i = 2$  oraz  $i = 6, 8, 12, 13, 18$ ) lub  $x_9$  ( $i = 11, 16$ ),  $x_{12}$  ( $i = 5$ ),  $x_3$  ( $i = 10$ ). Po przeprowadzeniu redukcji zmiennych wybrano  $x_6$  ze względu na liczbę trzech zmiennych w równaniu dla  $i = 6$  (p. A2).

3 (z 1)  $x_5 = 1, x_6 = 1$

4 (z 1)  $x_5 = 1, x_6 = 0$ .

W p.3 otrzymuje się układ równań:

3(1,3,7,11,17,20)      5(10,12,21,24)      7(1,4,7,11,14,19,25)

10(3,10,13,16,20,35)    11(2,9,15,17,25,31)      14(3,4,7,12,19,23,28)

15(1,4,8,14,21,25)      16(9,11,13,17,20,24,34).

Wartości  $k_j$  są następujące:  $k_1 = k_3 = k_4 = k_7 = k_{11} = k_{17} = k_{20} = k_{25} = 3$ ,  $k_9 = k_{10} = k_{12} = k_{13} = k_{14} = k_{19} = k_{21} = k_{24} = 2$ ,  $k_j = 1$  dla pozostałych zmiennych. Nie ma równania z jedną zmienną, dla której  $k_j = w_i$ . W równaniach dla  $i = 10, 11$ , występują po dwie zmienne (3,20 i 17,25) odpowiadające warunkom wyboru. Po przeprowadzeniu redukcji zmiennych równania te przyjmują postać: 10(3,10,20), 11(17,25); wybrano  $x_{17}$  ze względu na najmniejszą liczbę zmiennych w równaniu i najmniejszy indeks  $j$  (p.A1, A2, A5).

5 (z 3)  $x_5 = x_6 = x_{17} = 1$ .

Układ zawiera równania (pominięto zmienne o  $k_j = 1$ ):

$$\begin{array}{ccc} 5(10,12,21,24) & 7(1,4,7,11,25) & 10(3,10,20) \\ & 14(3,4,7,12) & 15(1,4,21,25) \end{array}$$

Wybór jest jednoznaczny, gdyż tylko jedna zmienna  $x_4$  spełnia warunek p.A1. Pozostałe dwa równania mają wspólną zmienną  $x_{10}$ . Uzyskane rozwiązanie zawiera więc pięć zmiennych:  $x_5 = x_6 = x_{17} = x_4 = x_{10} = 1$ ,  $L = 5$ .

Proces obliczeń należy kontynuować dla granicznej liczby zmiennych  $L' = L - 1 = 4$ .

6 (z 3)  $x_5 = x_6 = 1$ ,  $x_{17} = 0$ . Otrzymuje się:  $w_3 = 3$ ,  $w_5 = 2$ ,  $w_7 = 3$ ,  $w_{10} = w_{11} = w_{14} = w_{15} = w_{16} = 3$ . Wówczas  $L_0 = 5 > L' = 4$ , nie ma rozwiązania (w p.6).

Pozostały do rozpatrzenia przypadki 4 i 2. W p.4,  $x_5 = 1$ ,  $x_6 = 0$ , otrzymuje się:  $w_2 = w_3 = w_5 = w_6 = w_7 = w_8 = w_{10} = w_{11} = w_{12} = 5$ ,  $w_{13} = 4$ ,  $w_{14} = w_{15} = w_{16} = w_{18} = 5$ ,  $L_0 = 4$ , istnieje możliwość uzyskania rozwiązania.

Przeglądając poszczególne równania okazuje się, że dla  $i = 5$ ,  $k_j = 5$  tylko dla jednej zmiennej  $x_{12}$ , dla innych zmiennych  $k_j = 3$  lub 2. Przy  $x_{12} = 0$ ,  $w_5 = 3$ , co powoduje zmianę  $L_0$  na 5. Rozwiązanie dla  $L = 4$  jest możliwe tylko przy  $x_5 = x_{12} = 1$ . Dla zmodyfikowanego układu równań ( $x_5 = x_{12} = 1$ ) otrzymuje się jednak ocenę  $L_0 = 5$ , nie ma rozwiązania (dla  $L = 4$  w p.4).

W p.2 ( $x_5 = 0$ ) ocena wynosi  $L_0 = 4$ . Wybrano  $x_{14}$  ( $i = 1$ , równanie o najmniejszej liczbie zmiennych).

7 (z 2)  $x_5 = 0$ ,  $x_{14} = 1$ . Ocena  $L_0 = 4$ .

8 (z 2)  $x_5 = x_{14} = 0$ ;  $L_0 = 4$ . Konieczny jest wybór dalszej zmiennej:  $x_{18}$ .

9 (z 7) w równaniu dla  $i = 20$  (najmniej zmiennych)  $k_j = w_{20} = 5$  tylko dla  $x_7$ ;  $x_{14} = x_7 = 1$ ,  $L_0 = 5$ .

- 10 (z 7)  $x_{14} = 1, x_7 = 0, L_0 = 4$ ; w równaniu dla  $i = 4, k_3 = w_4 = 6$  tylko dla  $x_3$ . Przy  $x_3 = 0, L_0 = 5$ , przy podstawieniu  $x_{14} = x_3 = 1$  otrzymuje się  $L_0 = 5$ .
- 11 (z 8)  $x_5 = x_{14} = 0, x_{18} = 1$ , ocena:  $L_0 = 5$ .
- 12 (z 8)  $x_5 = x_{14} = x_{18} = 0, x_{21} = 1$ , ocena:  $L_0 = 4$  jest możliwa tylko dla  $x_7 = 1$  (przy  $x_7 = 0, w_{20}$  zmienia się z 6 na 4 i wówczas  $L_0 = 5$ ). Po podstawieniu  $x_{21} = x_7 = 1$  otrzymuje się  $L_0 = 5$ .

Wynik: rozwiązanie optymalne zawiera  $L = 5$  zmiennych  $x_i = 1$ . Jedno z rozwiązań jest dane w p.5.

Przy uzyskiwaniu oceny  $L_0$  warto zwrócić uwagę na równanie o najmniejszej wartości  $w_i$ . Jeżeli  $w_i$  zależy tylko od jednej zmiennej, to znaczy w równaniu występuje jedna zmienna o  $k_j = w_i$ , istnieje możliwość obniżenia  $w_i$  dla  $x_j = 0$ , co może spowodować zwiększenie  $L_0$ .

### 3. METODA WYKORZYSTUJĄCA RÓWNANIA Z NIEPOWTARZAJĄCYMI SIĘ ZMIENNYMI

W [2] do wyznaczenia pokrycia wykorzystuje się tworzenie maksymalnego zbioru złożonego z podzbiorów, które w odniesieniu do macierzy  $[a_{ij}]$  odpowiadają jej rozłącznym wierszom. Podzbiory te mogą być również przedstawione równanami (1) o niepowtarzających się zmiennych. Znalazienie wszystkich takich podzbiorów jest możliwe za pomocą ogólnego algorytmu obliczania maksymalnych klik w grafie [2], jednak - podobnie jak zagadnienie pokrycia - jest to również problem NP-zupełny. Zwykle istnieje wiele takich podzbiorów, przy czym dla każdego z nich można wybrać w różny sposób zmienne  $x_j = 1$  tworzące pokrycie. Dlatego wielokrotne powtórzenie operacji tworzenia podzbiorów rozłącznych wierszy oraz ich pokrycia



i eliminacji ze zbioru początkowego przez wybór odpowiednich zmiennych  $x_j = 1$  prowadzi do uzyskania pokrycia nienadmiarowego, które jednak nie jest jeszcze pokryciem minimalnym.

Pokrycie nienadmiarowe charakteryzuje się tym, że żaden z jego elementów nie może być usunięty bez naruszenia spełnienia układu równań (1). Pokrycie minimalne jest takim pokryciem nienadmiarowym, które zawiera najmniejszą możliwą liczbę elementów (określonych przez zmienne  $x_j = 1$ ).

Minimalne pokrycie zbiorów wykorzystuje się w wielu pracach [3,6,10,11,12]. Algorytm ścisłego rozwiązania zagadnienia pokrycia jest podany w [4,13] i gwarantuje otrzymanie pokrycia minimalnego. Wykorzystuje się tu również maksymalny zbiór podzbiorów rozłącznych (odpowiadających wierszom macierzy  $[a_{ij}]$ ) do oceny dolnej granicy liczby elementów, które muszą wchodzić do rozwiązania. W stosunku do tego algorytmu, metoda proponowana w tym rozdziale ma na celu ograniczenie liczby operacji związanych z uzyskaniem oceny rozwiązania, co jest istotne ze względu na czasochłonność obliczeń komputerowych. Osiąga się to przez:

- a) tylko jednokrotny wybór rozłącznych podzbiorów elementów (wierszy  $[a_{ij}]$ );
- b) odpowiedni wybór zmiennych  $x_j$  nie występujących w podzbiórach p.a/, ale warunkujących spełnienie układu równań;
- c) w zależności od podstawień wartości zmiennych w p.b) rozwiązanie układu równań dla p.a).

Stosowanie w p.b) tylko "uzasadnionych" podstawień wartości  $x_j$  (a więc nie wybranych dowolnie) zmniejsza liczbę wykonywanych kroków algorytmu i "przyśpiesza" otrzymanie rozwiązania minimalnego. W szczególności nie zachodzi potrzeba przy wyznaczaniu dolnej granicy liczby elementów tworzących rozwiązanie obliczać na nowo podzbiory rozłącznych wierszy  $[a_{ij}]$ .

Z równań (1) można wyodrębnić pewną liczbę takich równań, że występujące w nich zmienne nie będą się powtarzać. Jeżeli istnieje  $L$  równań z niepowtarzającymi się zmiennymi, to liczba zmiennych określających rozwiązanie musi wynosić co najmniej  $L$ .

W przypadku gdy układ  $L$  równań nie może być powiększony, to znaczy każde z pozostałych równań zawiera chociaż jedną zmienną występującą w tych  $L$  równaniach, wówczas łatwo jest sprawdzić, czy istnieje rozwiązanie zawierające tylko  $L$  zmiennych o wartości  $x_j = 1$ . Gdy takiego rozwiązania nie ma, można wybrać pewną zmienną  $x_{j_1}$  i utworzyć nowy układ równań (z niepowtarzającymi się zmiennymi) dla przypadków:  $x_{j_1} = 1$  i  $x_{j_1} = 0$ .

Algorytm postępowania jest następujący.

1. Wybór  $L$  równań z niepowtarzającymi się zmiennymi (układ zawiera maksymalną liczbę takich równań).
2. Sprawdzenie czy istnieje rozwiązanie pełnego układu równań dla  $L$  zmiennych o wartości  $x_j = 1$ .
3. Jeżeli rozwiązanie w p.2 nie istnieje, należy odpowiednio zwiększyć liczbę równań (dla  $x_{j_1} = 1$ ,  $x_{j_1} = 0$ ) i ponownie realizować p.2. W przypadku przeciwnym p.2 wykonuje się tylko wtedy, gdy możliwy jest przypadek mniejszej liczby równań niż  $L$  (znalezione rozwiązanie nie jest pokryciem minimalnym).

Jako pierwsze równanie (z niepowtarzającymi się zmiennymi) można wybrać dowolne równanie, najlepiej o małej liczbie zmiennych. Dla przykładu 3 może to być równanie określone przez  $i = 1$ . Zmienne występujące w tym równaniu ( $x_5$ ,  $x_{14}$ ,  $x_{18}$ ,  $x_{21}$ ) pokrywają również wiersze macierzy  $[a_{ij}]$  dla  $i = 4, 5, 6, 7, 9, 12, 13, 15, 17, 18, 19, 20$ . Drugie równanie, np. dla  $i = 3$ , zawiera zmienne występujące we wszystkich pozostałych równaniach. W ten sposób otrzymano dwa równania:

$1(5,14,18,21)$  $3(1,3,7,11,17,20)$ 

o niepowtarzających się zmiennych; nie ma następnego (trzeciego) równania, które spełniałoby warunek, aby zmienne w równaniach (przynajmniej jedna zmienna) nie powtarzały się.

Istnieje wiele możliwości wyboru równań z niepowtarzającymi się zmiennymi. Drugim przykładem mogą być równania:

 $20(5,7,10,15,34) \quad (4)$  $15(1,4,8,14,21,25) \quad (5)$  $6(2,6,9,12,18,26,32). \quad (6)$ 

W tym przypadku okazało się, że liczba równań (z niepowtarzającymi się zmiennymi) może być większa niż dwa i wynosi trzy, przy czym układu równań (4), (5), (6) nie można dalej powiększyć.

Nasuwa się pytanie, czy można utworzyć inny układ zawierający większą lub największą możliwą liczbę równań z niepowtarzającymi się zmiennymi. Układ taki można otrzymać jedynie przez systematyczny przegląd i porównanie ze sobą poszczególnych równań. Odpowiednie zestawienie podano w tablicy 2.

Tablica 2 składa się z dwóch części. Część pierwsza obejmuje dwie pierwsze kolumny. Każde równanie o numerze "i" zostało porównane z pozostałymi, dlatego liczba pozycji tej części tablicy wynosi  $m - 1 = 20 - 1 = 19$ . W drugiej kolumnie zostały zapisane te numery równań, które w stosunku do równania "i" zawierają niepowtarzające się zmienne. Ze względu na znaleziony wcześniej układ trzech równań (4), (5), (6), poszukiwany będzie układ zawierający co najmniej cztery równania. W tym celu wystarczy dalej rozpatrzeć tylko pozycje 1,3,4,5,6,10,11,15 tablicy 2.

Tablica 2

## Zestawienie równań o niepowtarzających się zmiennych

Nr wiersza i	Numery wierszy (równań) zawierających niepowtarzające się zmienne	Pary równań oznaczone numerami i	Numery wierszy (równań) zawierających niepowtarzające się zmienne
1	2,3,8,10,11,14,16	1-2	–
2	4,20	1-3	–
3	5,6,13,17	1-8	–
4	5,6,12,13	1-10	11
5	7,8,9,11,18	1-11	14
6	7,10,15,19,20	3-5	–
7	10,17	3-6	–
8	9	4-5	–
9	10,13	4-6	–
10	11,15,19	5-7	–
11	12,13,14,19	5-8	9
12	17,20	5-9	–
13	16,19	6-7	10
14	16,17	6-10	15,19
15	16,17,20	6-15	20
16	–	10-11	19
17	–	11-12	–
18	–	11-13	19
19	–	15-16	–

W kolumnie trzeciej zostały zapisane poszczególne pary równań 1-2, 1-3, 1-8, 1-10, 1-11, wybrane najpierw z pozycji 1 (pierwszej części tablicy). Dane kolumny czwartej ustala się wyłącznie na podstawie pierwszych dwóch kolumn. W tym celu, np. dla pary 1-2, wystarczy odczytać wspólne liczby w pozycjach 1 i 2 - takich wspólnych liczb nie ma. Dla pary 1-11 występuje jedna wspólna liczba 14 (w pozycjach 1 i 11).

Z ostatniej kolumny tabelicy 2 wynika, że jest tylko jeden przypadek, w którym może istnieć układ czterech równań o niepowtarzających się zmiennych, jednak dla 6-10-15 nie występuje w pozycji 15 liczba 19. Wniosek: nie istnieje układ czterech równań o niepowtarzających się zmiennych. Jako podstawę wyznaczenia rozwiązania przyjęto dalej równania (4), (5), (6).

Przeprowadzenie p.2 algorytmu może być w pełni sformalizowane. Niech  $M$  jest zbiorem zmiennych występujących w  $L$  równaniach z niepowtarzającymi się zmiennymi, przy czym zmienne te pokrywają łącznie wszystkie wiersze  $[a_{ij}]$  (nie istnieje dodatkowe równanie, które zawierałoby jedynie zmienne nie wchodzące do zbioru  $M$ ).

Układ  $L$  równań z niepowtarzającymi się zmiennymi ma rozwiązanie zawierające ściśle  $L$  zmiennych o wartości  $x_j = 1$  ( $j = 1, \dots, n$ ), jeżeli w każdym z tych równań tylko jedna zmienna  $x_j = 1$ , a pozostałe  $x_j = 0$ . We wszystkich innych ( $m - L$ ) równaniach zmienne nie wchodzące do zbioru  $M$  można przyjąć  $x_j = 0$ . Jeżeli podane warunki nie będą mogły być spełnione, rozwiązanie (dla  $L$  zmiennych  $x_j = 1$ ) nie istnieje.

Dla układu równań (4), (5), (6), zbiór  $M = \{1,2,4,5,6,7,8,9,10,12,14,15,18,21,25,26,32,34\}$ . Zakłada się pozostałe zmienne:  $x_3 = x_{11} = x_{13} = x_{16} = x_{17} = x_{19} = x_{20} = x_{22} = x_{23} = x_{24} = x_{27} = x_{28} = x_{29} = x_{30} = x_{31} = x_{33} = x_{35} = 0$ .

Nowa postać równań jest następująca:

$$\left. \begin{array}{llll} 1(5,14,18,21) & 2(2,4,6,9,12) & 3(1,7) & 4(5,8,15) \\ 5(10,12,21,26) & 7(1,4,7,14,25) & 8(1,6,7) & 9(2,4,5,8) \\ 10(10) & 11(2,9,15,25) & 12(1,6,12,14,18,21) & \\ 13(6,10,14) & 14(4,7,12,26) & 16(9,34) & 17(2,5,10,15) \\ 18(2,6,7,8,9,18,32) & 19(1,4,5,8) & & \end{array} \right\} (7)$$

Równanie 10(10) może być spełnione tylko przy  $x_{10} = 1$ . Wówczas w równaniu (4) trzeba przyjąć:  $x_5 = x_7 = x_{15} = x_{34} = 0$ . Równanie



3(1,7) może być spełnione tylko dla  $x_1 = 1$ ; z (5):  $x_4 = x_8 = x_{14} = x_{21} = x_{25} = 0$ . Nie jest spełnione równanie 4(5,8,15). Wniosek: rozwiązanie dla  $L = 3$  nie istnieje.

W ogólnym przypadku może nie występować równanie zawierające tylko jedną zmienną i wówczas przebieg rozwiązania (p.2 algorytmu) może być następujący.

1. Wylimitowanie zmiennych nie wchodzących do zbioru  $M$ .
2. Wybór równania (spośród  $m - L$  "pozostałych" równań) zawierającego najmniejszą liczbę zmiennych, niech to będą zmienne:  $x_{i1}, \dots, x_{ik}$ .
3. Wybór jednej ze zmiennych  $x_{i1}, \dots, x_{ik}$ , np.  $x_{i1} = 1$ .
4. Z układu  $L$  równań o niepowtarzających się zmiennych ustalenie  $x_j = 0$  dla wszystkich zmiennych  $j$  występujących w równaniu zawierającym  $x_{i1}$ .
5. Redukcja  $m - L$  równań ze względu na  $x_{i1} = 1$  i  $x_j = 0$  (ustalone w p.4). Jeżeli po redukcji istnieje równanie zawierające jedną zmienną, np.  $x_s$ , założenie  $x_s = 1$  i powtórzenie p.4,5 (w p.4,  $x_{i1}$  należy zastąpić przez  $x_s$ ). Gdy równania o jednej zmiennej nie ma, zredukowany układ równań rozwiązuje się tak jak układ wyjściowy, poczynając od p.2.
6. Wybór kolejnej zmiennej określonej w p.3 aż do wyczerpania wszystkich ( $x_{i1}, \dots, x_{ik}$ ).

W p.3 algorytmu (zwiększenie liczby równań o niepowtarzających się zmiennych) istotne znaczenie ma wybór zmiennej, która była oznaczona przez  $x_{ji}$ . Może to być dokonane w sposób następujący. Zmienna  $x_{ji}$  musi być wybrana spośród zmiennych nie należących do zbioru  $M$ . Dlatego  $m - L$  równań ( $L$  - to wyodrębnione na wstępie równania z niepowtarzającymi się zmiennymi) zapisuje się jako dwa podzbiory zmiennych, które odpowiednio należą i nie należą do

zbioru  $M$ . Pierwszy podzbiór będzie nazywany podstawowym, drugi - uzupełniającym.

W przykładzie, podzbiory podstawowe przyjmują postać równań (7). Ze względu na to, że nie są to pełne równania, bo wszystkie zmienne  $x_i \notin M$  nie mogą być obecnie wyeliminowane, będą one zapisywane nieco inaczej:

1[5,14,18,21]	2[2,4,6,9,12]	3[1,7]	4[5,8,15]
1[-]	2[16,20,27]	3[3,11,17,20]	4[3,13,19,22,29]
5[10,12,21,26]	7[1,4,7,14,25]	8[1,6,7]	9[2,4,5,8]
5[24]	7[11,19]	8[3,13,16,19,23,27,31]	9[11,17,22]
10[10]	11[2,9,15,25]	12[1,6,12,14,18,21]	13[6,10,14]
10[3,13,16,20,35]	11[17,31]	12[11,28,35]	13[16,23,30]
14[4,7,12,26]	16[9,34]	17[2,5,10,15]	
14[3,19,23,28,33]	16[11,13,17,20,24,29]	17[13,22,27,30]	
18[2,6,7,8,9,18,32]	19[1,4,5,8]		
18[3]	19[24,28,33]		

Górny wiersz zawiera podzbiory podstawowe, natomiast wiersz dolny - podzbiory uzupełniające. Z podzbiorów podstawowych można wydzielić znowu podzbiory nie zawierające powtarzających się zmiennych, np.:

$$3[1,7] \quad 10[10] \quad 16[9,34] \quad 4[5,8,15]$$

Dalszych takich podzbiorów nie ma, gdyż wszystkie pozostałe podzbiory podstawowe zawierają chociaż jedną zmienną występującą w tych czterech wybranych podzbiórach. Liczba tych wybranych podzbiorów podstawowych (cztery) jest większa od liczby równań

o niepowtarzających się zmiennych  $L = 3$ , dlatego zmienną  $x_{j_i}$  należy wybrać spośród podzbiorów uzupełniających (zapisanych w dolnym wierszu) dla  $i = 3, 10, 16, 4$ :

3[3,11,17,20]      10[3,13,16,20,35]      16[11,13,17,20,24,29]  
4[3,13,19,22,29].

Przyjmując  $x_{j_i} = x_3 = 1$ , powiększa się układ równań (4), (5), (6) o czwarte równanie  $x_3 = 1$ . Są wówczas spełnione równania dla  $i = 3, 10, 4; 8, 14, 18$ . Z pozostałych podzbiorów podstawowych można wybrać nowe podzbiory o niepowtarzających się zmiennych:

16[9,34]    9[2,4,5,8]    5[10,12,21,26].

W tym przypadku istnieje możliwość znalezienia rozwiązania o  $L = 3$  zmiennych.

Wyróżnia się przypadki:

1.  $x_3 = 1$ ,
2.  $x_3 = 0$ .

Dla  $x_3 = 1$  wykonuje się p.2 algorytmu. Na podstawie podzbioru 16[9,34] można założyć:

- 3 (z 1) ( $x_3 = 1$ ),  $x_9 = 1$ ; z równania (6):  $x_2 = x_6 = x_{12} = x_{18} = x_{26} = x_{32} = 0$ .
- 4 (z 1) ( $x_3 = 1$ ),  $x_9 = 0$ ,  $x_{34} = 1$ .

W przypadku 3 występują podzbiory podstawowe (pomija się podzbiory dla  $i = 3, 4, 8, 10, 14, 18$  z uwagi na  $x_3 = 1$  oraz przy  $x_9 = 1$ :  $i = 2, 11, 16$ ):

1[5,14,21]      5[10,21]      7[1,4,7,14,25]      9[4,5,8]  
12[1,14,21]    13[10,14]    17[5,10,15]      19[1,4,5,8].

Na podstawie 13[10,14]:

- 5 (z 3) ( $x_3 = x_9 = 1$ )  $x_{10} = 1$ ; z równania (4):  $x_5 = x_7 = x_{15} = x_{34} = 0$ .
- 6 (z 3) ( $x_3 = x_9 = 1$ )  $x_{10} = 0$ ,  $x_{14} = 1$ .

W przypadku 5 pozostają podzbiory 1[14,21] 7[1,4,14,25] 9[4,8] 12[1,14,21] 19[1,4,8].

Ze względu na podzbiór 1[14,21] istnieją dwie możliwości:

$$7 \quad (z \ 5) \quad (x_3 = x_9 = x_{10} = 1) \quad x_{14} = 1; \quad z \text{ równania (5): } x_1 = x_4 = x_8 = x_{21} = x_{25} = 0.$$

$$8 \quad (z \ 5) \quad (x_3 = x_9 = x_{10} = 1) \quad x_{14} = 0, \quad x_{21} = 1.$$

W punkcie p.7 nie ma rozwiązania dla  $L = 4$ , bo nie są spełnione równania 9(2,4,5,8) i 19(1,4,5,8). Na podstawie podzbiorów uzupełniających dla tych równań, to jest 9[11,17,22], 19[24,28,33] możliwe są dwa rozwiązania:

$$a) \quad L = 6, \quad x_3 = x_9 = x_{10} = x_{14} = 1 \text{ oraz (np.) } x_{11} = x_{24} = 1;$$

$$b) \quad L = 5 \text{ (przy rezygnacji rozwiązania układu równań (4), (5), (6) tylko przy trzech zmiennych } x_j = 1), \quad x_3 = x_9 = x_{10} = x_{14} = 1 \text{ oraz } x_4 = 1 \text{ (lub } x_8 = 1).$$

Inne rozwiązania otrzymuje się z p.8, 6, 4, 2 zakładając  $L = 4$ . Oczywiście w p.8 rozwiązania nie ma (cztery zmienne  $x_3 = x_9 = x_{10} = x_{21} = 1$ , jednak istnieją podzbiory odpowiadające równaniom nie spełnionym).

W p.6 pozostały podzbiory:

$$5[12,21,26] \quad 9[2,4,5,8] \quad 17[2,5,15] \quad 19[1,4,5,8].$$

Nie istnieje jedna zmienna występująca w tych podzbiorach (lub ewentualnie w podzbiorach uzupełniających).

W p.4 występują podzbiory podstawowe:

$$\begin{array}{llll} 1[5,14,18,21] & 2[2,4,6,12] & 5[10,12,21,26] & 7[1,4,7,14,25] \\ 9[2,4,5,8] & 11[2,15,25] & 12[1,6,12,14,18,21] & 13[6,10,14] \\ 17[2,5,10,15] & 19[1,4,5,8]. & & \end{array}$$

Można wydzielić trzy podzbiory o niepowtarzających się zmiennych 11[2,15,25] 13[6,10,14] 19[1,4,5,8], zatem  $L \geq 5$  (bo  $x_3 = x_{34} = 1$ ), uwzględniając również podzbiory uzupełniające.

W p.2 ze względu na podzbiór podstawowy 10[10] można wyróżnić dwa przypadki:

9 (z 2)  $x_3 = 0$ ,  $x_{10} = 1$ ; z (4):  $x_5 = x_7 = x_{15} = x_{34} = 0$ . Występują podzbiory o niepowtarzających się zmiennych:

$$3[1] \quad 4[8] \quad 16[9,34] \quad 1[14,18,21] \quad 14[4,12,26].$$

Odpowiadające podzbiory uzupełniające są:

$$3[11,17,20] \quad 4[13,19,22,29] \quad 16[11,13,17,20,24,29] \quad 1[-] \quad 14[19,23,28,33].$$

W podzbiórach tych występują jedynie zmienne powtarzające się dwukrotnie, zatem minimalna liczba zmiennych wynosi  $L = 5$ .

10 (z 2)  $x_3 = x_{10} = 0$ . Dla  $i = 10$  należy wybrać zmienną z podzbioru uzupełniającego  $10[13,16,20,35]$ . Podany podzbiór odpowiada czwartemu równaniu o niepowtarzających się zmiennych, oprócz równań (4), (5), (6). Można pokazać, że ten układ czterech równań nie ma rozwiązania (dla  $L = 4$ ).

W ogólnym przypadku należy stosować następujące zasady:

1. Zmienną z podzbioru uzupełniającego wprowadza się wówczas, gdy liczba podzbiorów podstawowych o niepowtarzających się zmiennych jest większa od ustalonej liczby  $L$  równań, które również nie zawierają powtarzających się zmiennych.
2. Zmienna z podzbioru uzupełniającego powinna być wybrana w ten sposób, aby zredukować możliwie najbardziej liczbę podzbiorów podstawowych o niepowtarzających się zmiennych.
3. Rozwiązanie układu równań o niepowtarzających się zmiennych jest ułatwione, gdyż w każdym równaniu tylko jedna zmienna przyjmuje wartość 1. Wybór zmiennej powinien następować na podstawie podzbiorów podstawowych zawierających najmniej zmiennych.

#### 4. PRZYPADEK $k_j = 2$

Przypadek  $k_j = 2$  dla wszystkich zmiennych,  $j = 1, \dots, n$  wymaga oddzielnego omówienia ze względu na swoją specyfikę. Może tu być



stosowany algorytm z rozdz. 2, chociaż jest mniej efektywny. Redukcja zmiennych ogranicza się tu do tych zmiennych, dla których  $k_j = 1$ ; jeżeli określone równanie jest spełnione dla pewnej zmiennej  $x_{j1} = 1$ , to wszystkie występujące w nim zmienne dla  $j \neq j_1$  przyjmują  $k_j = 1$  i podlegają redukcji. Rozpatrywany przypadek może dotyczyć odrębnego zadania lub części końcowej zadania, w którym zostały już wyznaczone zmienne o  $k_j > 2$ .

#### Przykład 4

Dany jest układ równań ( $m = 22$ ,  $n = 44$ )

1(4,12,27,32)    2(4,21,36,39)    3(8,35,39,42)    4(9,12,13,20)  
 5(1,13,26,31)    6(3,26,32,42)    7(1,2,3,36)    8(2,8,20,21)  
 9(9,15,27,31)    10(11,15,16,35)    11(11,19,25,30)    12(16,28,30,33)  
 13(5,19,22,33)    14(14,22,28,38)    15(5,18,29,40)    16(7,14,25,29)  
 17(17,18,24,37)    18(23,24,41,43)    19(10,37,41,44)    20(10,17,34,43)  
 21(6,34,38,44)    22(6,7,23,40).

Dla wszystkich zmiennych  $k_j = 2$ ,  $j = 1, \dots, 44$ ;  $w_i = 2$ ,  $i = 1, \dots, 22$ .

Pierwsza zmienna może być wybrana z równania dla  $i = 1$ :  $x_4$ .

- $x_4 = 1$ , spełnione są równania dla  $i = 1, 2$ , co będzie zapisywane jako [1,2]. Pozostałe zmienne w równaniach [1,2] mogą być wyeliminowane, gdyż występują w innych równaniach tylko jeden raz ( $k_j = 1$ ):  $x_{12} = x_{27} = x_{32} = x_{21} = x_{36} = x_{39} = 0$ . Wówczas następujące równania przyjmują nową postać: 3(8,35,42), 4(9,13,20), 6(3,26,42), 7(1,2,3), 8(2,8,20), 9(9,15,31); nadal  $w_i = 2$  dla wszystkich równań.
- $x_4 = 0$ . Zgodnie z p.A2 wybiera się zmienną z równania o najmniejszej liczbie zmiennych, może to być  $x_8$  ( $i = 3$ ).
- (z 1)  $x_8 = 1$  [3,8]  $\rightarrow x_{35} = x_{42} = x_2 = x_{20} = 0$  oraz 4(9,13), 6(3,26), 7(1,3), 10(11,15,16).
- (z 1)  $x_8 = 0$ .
- (z 3); z równania dla  $i = 4$  o dwóch zmiennych:  $x_9 = 1$  [4,9],  $x_{13} = x_{15} = x_{31} = 0$ , 10(11,16), 5(1,26).

6. (z 3)  $x_9 = 0$ .
7. (z 5) z 7(1,3):  $x_1 = 1$  [5,7],  $x_3 = x_{26} = 0$ , nie może być spełnione równanie 6(3,26), możliwa jest redukcja tylko jednej ze zmiennych  $x_3, x_{26}$ .
8. (z 5)  $x_1 = 0$ .
9. (z 7)  $x_3 = 1$  [6],  $x_{26} = 0$ .
10. (z 7)  $x_3 = 0$ .
11. (z 9) z 10(11,16):  $x_{11} = 1$  [10,11],  $x_{16} = x_{19} = x_{25} = x_{30} = 0$ , 12(28,33), 13(5,22,33), 16(7,14,29).
12. (z 9)  $x_{11} = 0$ .
13. (z 11) z 12(28,33):  $x_{28} = 1$  [12,14],  $x_{33} = x_{14} = x_{22} = x_{38} = 0$ ; 13(5):  $x_5 = 1$  [13,15],  $x_{18} = x_{29} = x_{40} = 0$ ; 16(7):  $x_7 = 1$  [16,22],  $x_6 = x_{23} = 0$ ; 17(17,24,37), 18(24,41,43), 21(34,44).
14. (z 11)  $x_{28} = 0$ .
15. (z 13) z 21(34,44):  $x_{34} = 1$  [20,21],  $x_{44} = x_{10} = x_{17} = x_{43} = 0$ , 17(24,37), 18(24,41), 19(37,41); równania te dla  $i = 17, 18, 19$ , mogą być spełnione przy dwóch zmiennych  $x_i = 1$ , np.  $x_{24} = x_{37} = 1$ . Otrzymuje się rozwiązanie, do którego wchodzi zmienna o indeksach  $j: 4, 8, 9, 1, 3, 11, 28, 5, 7, 34, 24, 37$ ;  $L = 12$ .
16. (z 13)  $x_{34} = 0$ .

Liczba wyznaczonych zmiennych  $L$  i liczba pozostałych równań  $R$  wynosi odpowiednio:

p.16:  $L = 9, \quad R = 5, \quad L_0 = 12$

p.14:  $L = 6, \quad R = 11, \quad L_0 = 12$

p.12:  $L = 5, \quad R = 13, \quad L_0 = 12$

p.10:  $L = 4, \quad R = 15, \quad L_0 = 12$

p.8:  $L = 3, \quad R = 16, \quad L_0 = 11$ .

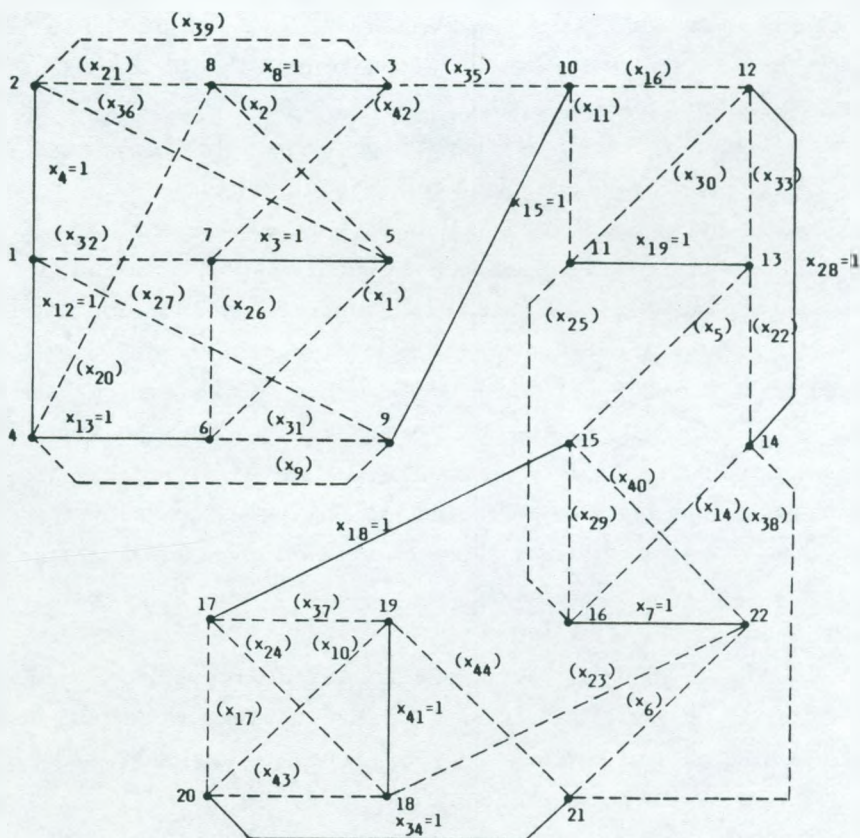
Otrzymanie rozwiązania o  $L' = 11$  zmiennych jest możliwe w p.8

8 (z 5)  $x_1 = 0$ , z 7(1,3):  $x_3 = 1$  [6,7],  $x_{26} = 1$ [5], aktualna liczba równań wynosi  $R = 13$ ,  $L = 5$ ,  $L_0 = 12$ .

6 (z 3)  $x_9 = 0$ , z 4(9,13):  $x_{13} = 1$  [4,5],  $x_1 = x_{26} = x_{31} = 0$ ,  $x_3 = 1$  [6,7], z 9(9,15):  $x_{15} = 1$  [9,10],  $x_{11} = x_{16} = 0$ , 11(19,25,30),

12(28,30,33). Kontynuując ustalanie wartości zmiennych otrzymuje się wprost:  $x_{19} = 1$ ,  $x_{28} = 1$ ,  $x_7 = 1$ ,  $x_{18} = 1$ ,  $x_{34} = 1$ ,  $x_{41} = 1$ . Rozwiązanie zawiera minimalną liczbę  $L = 11$  zmiennych dla  $j = 4, 8, 13, 3, 15, 19, 28, 7, 18, 34, 41$ .

Warto zaznaczyć, że układ równań przedstawia pewien graf (rys. 1), którego wierzchołki mogą być oznaczone numerami równań



Rys.1. Odzworowanie pokrycia zbioru (przykład 4) za pomocą grafu

( $i = 1, \dots, m$ ), natomiast krawędzie - zmiennymi  $x_j$  ( $j = 1, \dots, n$ ). Minimalne pokrycie wierzchołków odpowiada liniom ciągłym na rysunku dla  $x_j = 1$ .

## 5. ZAKOŃCZENIE

Nie jest obecnie znany efektywny algorytm rozwiązania zagadnienia pokrycia o charakterze uniwersalnym, dla zadań dużych rozmiarów. W [1] podaje się wyniki obliczeń komputerowych dla macierzy ograniczeń do  $400 \times 4000$ , przy czym był wykorzystywany szybki komputer. Liczba wykonywanych operacji jest uzależniona szczególnie od osiągnięcia granicy minimalnej (optimum), przy czym może ona być wyrażona liczbą niecałkowitą, a więc nie stanowi jeszcze rozwiązania dla zagadnienia dyskretnego [1,5,14]. Stosowane obecnie metody oraz uzyskane wyniki obliczeń są w sposób najbardziej pełny przedstawione w [1]. Nie dla wszystkich proponowanych algorytmów [1,7,8] podaje się jednak ocenę złożoności obliczeniowej (liczby operacji), nieraz ocenę taką zastępując wynikami doświadczalnymi.

Rozwiązanie przybliżone można uzyskać znacznie mniejszym kosztem. Jedną z możliwości, ale raczej dla oszacowania rozwiązania od góry, daje tzw. algorytm zachłanny [14,15,7], inne są np. przedstawione w [7].

Na tym tle podejście autora nie ma charakteru ogólnego; jest uzależnione od parametrów zadania,  $m, n, k_p$ , a nawet w niektórych przypadkach na osiągnięcie granicy  $L_0$  ma wpływ minimalna liczba zmiennych w równaniu. Podejście to należy do metod podziału i oszacowań, które uważane są za efektywne [14]. Pewien szczególny przypadek optymalizacji pokrycia macierzy binarnej przedstawiono w [9].



## WYKAZ LITERATURY

1. Beasley J.E.: An algorithm for set covering problem. *European Journal of Operational Research*, Vol. 31, 1987, pp.85-93.
2. Brayton R.K., Hachtel G.D., McMullen C.T., Sangiovanni-Vincentelli A.: *Logic minimization algorithms for VLSI synthesis*. Kluwer Academic Publ., 1984.
3. Brown F.M.: *Boolean reasoning. The logic of Boolean Equations*. Kluwer Academic Publ., 1990.
4. Devadas S., Newton A.R.: Exact algorithms for output encoding, state assignment and four-level Boolean minimization. *IEEE Transactions on Computer-Aided Design*, Vol. 10, No. 1, January 1991.
5. Garfinkel R.S., Nemhauser G.L.: *Integer Programming*. Wiley, 1972.
6. Godlewski P., Łuba T., Nowicka M.: Redukcja zależności wielowartościowych funkcji boolowskich. *Krajowe Sympozjum Telekomunikacji*, Bydgoszcz, 1992.
7. Jackowski Z.: Nowe algorytmy obliczeniowe dla zagadnienia pokrycia zbiorów i zagadnienia programowania całkowitoliczbowego z binarną macierzą ograniczeń. *Archiwum Automatyki i Telemekhaniki*, z. 3-4, 1990.
8. John C.G., Kochenberger G.A.: Using surrogate constraints in a Lagrangian relaxation approach to set-covering problems. *J. Oper. Res. Arch. Society*, Vol. 39, No. 7, 1988.
9. Liganowski M.: Metoda optymalizacji pokrycia macierzy binarnej. *Prace Instytutu Łączności*, nr 87, 1980.
10. Łuba T., Rybnik J.: Algorithmic approach to discernibility function with respect to attributes and objects reduction. *Foundation of Computing and Decision Sciences*, Vol. 18, No. 3-4, 1993, pp.241-258.
11. Łuba T., Rybnik J.: Algorithmic approach to discernibility function with respect to attributes and objects reduction. *International WORKSHOP "Rough Sets: State of the Art and Perspectives"*, Poznań-Kickrz, 1992, pp. 26-28 (Extended abstracts).



12. Łuba T., Rybniak J.: Rough Sets and some aspects in logic synthesis. In Intelligent Decision Support - Handbook of application and advances of the rough sets theory. Kluwer Academic Publ., 1992, pp. 181-199.
13. Rudell R., Sangiovanni-Vincentelli A.: Exact minimization of multiple-valued functions for PLA optimization. Proceedings IEEE Intern. Confer. on Computer-Aided Design, 1986, pp. 352-355.
14. Walukiewicz S.: Programowanie dyskretne. PWN, Warszawa, 1986.
15. Zakrewskij A.D.: Algoritmy sinteza diskretnych awtomatow. Moskwa, 1971.

Мариан Лигмановски

## МЕТОДЫ ОПТИМАЛИЗАЦИИ ПОКРЫТИЯ СБОРОВ

### Резюме

Определение минимального покрытия сборов является основой методов оптимализации для многих применений в этом тоже в синтезу цифровых схем, междудругими в минимизации логических функций. Представлены в работе два метода покрытия сборов сделают возможными исключение или соответствующий выбор части переменных, что облегчает соискание решения.

Marian Ligmanowski

## OPTIMUM METHODS OF SET-COVERING

### Summary

Minimal set-covering determining is basis of optimum methods for many applications, also to synthesis of digital circuit and to simplification of logi-

cal functions. Two methods of set-covering presented in this paper, make possible elimination or right choice of some variables. It makes easier to get problem solving.

Marian Ligmanowski

### **LES METHODES D'OPTIMALISATION DE LA COUVERTURE DES ENSEMBLES**

#### **R é s u m é**

La fixation du maximum de la couverture des ensembles constitue de la base des methodes d'optimalisation pour beacoup d'application, aussi dans la synthèse des curcuits digitaux, entre autres dans la minimalisation des fonctions logiques. Les deux methodes d'optimalisation de la couverture des ensembles, presentées dans cet ouvrage, permettent d'eliminer ou le choix convenable des parts variables, qui facilite l'obtention du solution.

Marian Ligmanowski

### **OPTIMIERUNGSMETHODEN ÜBER DECKUNG EINER MENGE**

#### **Z u s a m m e n f a s s u n g**

Die Bestimmung der minimalen Deckung einer Menge ist die Basis der Optimierungsmethoden für viele Anwendungen in dem auch in der Synthese der Digitalisaltungen unter anderem in Minimalisation der logischen Funktionen. Die in der Arbeit dargestellten zwei Methoden über Deckung einer Menge ermöglichen die Elimination oder die entsprechende Auswahl des Teiles der Variablen, was die Erhaltung der Lösung erleichtert.

Andrzej Sowiński

351.83::358.236

351.817

## SPÓŁECZNE I SOCJALNE ASPEKTY ROZWOJU TELEKOMUNIKACJI<sup>\*)</sup>

Badania nad rozwojem telekomunikacji prowadzone w świecie poświęcają wiele uwagi, poza rozwiązaniami technicznymi, zagadnieniom pozatechnicznym, mającym znaczenie i wpływ na rozwój społeczeństwa. W Polsce wobec zamierzeń i konieczności wzmożonego rozwoju telekomunikacji; implikacje społeczne i kulturalne tego rozwoju nie mogą nie być brane pod uwagę. Opracowanie niniejsze stanowi pierwszą próbę obszerniejszej pracy na ten temat.

### 1. WSTĘP

Założeniem poniższego artykułu jest przedstawienie rozwoju telekomunikacji pod kątem jej aspektów pozatechnicznych w świetle regulacji prawnych i polityki socjalnej państwa. Dlatego punkt wyjściowy stanowi obowiązująca w Polsce ustawa z 1990 roku i konieczność jej modyfikacji.

Obowiązująca w Polsce *Ustawa o łączności* z 26 października 1990 r. ani jednym zdaniem nie wspomina o jakichkolwiek społecznych aspektach i elementach polityki socjalnej państwa w dziedzinie telekomunikacji. Nawet nie ma o nich wzmianki w preambule, której zresztą brak. Problemy te jednakże istnieją.

Gdy zainteresujemy się bliżej tymi zagadnieniami, to okaże się, że we wszystkich krajach świata w różnych opracowaniach lub obowią-

---

<sup>\*)</sup> Artykuł jest fragmentem większej pracy prowadzonej w Instytucie Łączności.

zujących przepisach dotyczących telekomunikacji, wiele uwagi poświęca się właśnie implikacjom: społecznym, socjalnym i kulturalnym rozwoju telekomunikacji. Wiążą się one na ogół także ze skutkami ekonomicznymi. U nas, o ile te ostatnie zajmują nieco miejsca - choć wydaje się, że zbyt mało - to o pozostałych przeważnie nie mówi się wcale. Stwarza to trudności dwojakiego rodzaju. Po pierwsze, nie prowadzi się krajowych badań na ten temat, a po drugie, odnosi się wrażenie braku zrozumienia, a nawet wręcz potrzeby rozwijania tych tematów.

Wydaje się powszechne mniemanie, że telefon, no, może ostatnio mocno spopularyzowany faks, radio z magnetofonem i telewizja z wideo - bo do tego zwykle sprowadza się powszechne rozumienie dzisiejszej telekomunikacji - są to środki łączności tak oczywiste, że szeroka dyskusja jest niepotrzebna.

Nowoczesne możliwości, jakie stworzyła mikroelektronika, także w zastosowaniu do telekomunikacji, są doceniane i rozumiane tylko przez niewielkie grono profesjonalistów. Tym większy spoczywa na nas obowiązek, aby je spopularyzować i prawidłowo prawnie oraz formalnie umocować w odpowiednich dokumentach, poczynając od podstawowego, jakim jest ustawa o łączności.

Przyjęcie przejrzystej struktury opracowania jest dość trudne. Mimo powyżej wymienionych przykładów niedoceny u nas problemów społecznych, socjalnych i kulturalnych rozwoju telekomunikacji, należy stwierdzić, że jest to jeden problem wspólny, mający na celu służbę telekomunikacji dla społeczeństwa. Ta wspólność potrzeb, celów i środków utrudnia dostateczny systematyczny podział całości opracowania na poszczególne rozdziały. Dlatego całość omawianych problemów podzielono, choćby dla ułatwienia zapoznania się z nimi

Czytelnikowi, na następujące punkty:

- Priorytety międzynarodowe
- Aspekty społeczne i socjalne
- Era teleinformatyki

- Prywatność człowieka
- Zatrudnienie i edukacja
- Implikacje kulturalne
- Wnioski.

## 2. PRIORYTETY MIĘDZYNARODOWE

Należy wspomnieć, że dokumenty UIT oraz odpowiednich Komisji EWG (dziś już UE) poruszonym tu problemom poświęcają wiele uwagi. Może będą to niekiedy truizmy, ale doświadczenie edukacyjne uczy, że warto często od nich rozpoczynać każdy wykład.

Informacja, wymiana wiadomości i łączność mają istotne znaczenie w działalności gospodarczej i w równowadze sił w dzisiejszym świecie. Telekomunikacja jest najbardziej istotnym czynnikiem wpływającym na "system nerwowy" współczesnego społeczeństwa.

Wyłaniające się nowe usługi telekomunikacyjne, a w szczególności tak zwane "usługi dodane" oraz usługi teleinformatyczne, będą miały ogromny wpływ na przyszłą handlowość usług w ogóle i na rozszerzenie działalności gospodarczej. W końcu stulecia do 7% produktu krajowego brutto EWG pochodzić będzie z telekomunikacji, w porównaniu z nieco ponad 2% obecnie. Ocenia się, że do końca wieku poprzez technikę informacyjną ponad 60% zatrudnienia EWG zależeć może od telekomunikacji.

Ewolucja odbioru społecznego nowych technik dotyczy konsekwencji społecznych tychże, a także związanych z nimi: polityk regulacyjnych, warunków integracji tych nowych technik w życiu, zarówno prywatnym jak i zawodowym, oraz środków ułatwiających okres przejściowy. Ten ostatni wymaga tworzenia nowych możliwości zatrudnienia i ochrony uzasadnionych interesów społecznych. Jakże bliskie i aktualne są dla nas te stwierdzenia, a nawet wręcz założenia niezbędnych działań. Konieczne jest zapewnienie szerokich możli-



wości wyboru, uwzględniających wymagania konsumentów w zakresie usług, jakie mogą świadczyć administracje telekomunikacyjne obok innych usługodawców. Zmierza to do konkurencyjności, nawet jeżeli mogłoby to pociągnąć za sobą wprowadzenie złożonych problemów regulacji.

Wzrost zatrudnienia wymaga polityki, która kładzie nacisk na rozwój, szczególnie telekomunikacji i techniki informacyjnej, dzięki którym zatrudnienie przesunie się z prac wykonywanych tradycyjnie na nowe pola działania. Konieczny jest intensywny dialog z partnerami społecznymi w celu zapewnienia bezkonfliktowej realizacji tej transformacji.

Istotnym problemem staje się wspólna analiza uwarunkowań społecznych wprowadzenia najnowocześniejszych technik, których kresu zresztą nigdy nie poznamy. W dłuższej perspektywie czasu najważniejszym czynnikiem przyszłej ewolucji techniki telekomunikacyjnej i informacyjnej oraz ich otoczenia regulacyjnego, zarówno na szczeblu państwowym jak i Wspólnoty Europejskiej, jest stopień zgody społecznej, jaki można osiągnąć w kwestii skutków wprowadzania nowych technik.

Niezbędne są wspólne dyskusje i wypracowanie stanowiska dotyczącego optymalnych metod postępowania w procesie zmiany kwalifikacji zawodowych znacznej części społeczeństwa powodowanych przez rozwój techniki oraz rozszerzenie zatrudnienia przy świadczeniu nowych usług.

Analiza warunków akceptowania nowych usług i związanych z nimi działań społecznych oraz ich wpływu na życie zawodowe i zatrudnienie musi być zadaniem ciągłym. Musi to obejmować ciągle, dogłębne badania rosnących wymagań użytkowników w sprawie nowych usług, uwzględniając także szersze tendencje zmian w działalności gospodarczej, w przekształcaniu stylu życia, łącznie z potrzebami kulturalnymi, jak również społeczne zainteresowania obywateli.

Istnieje obecnie wiele funkcji, które mogą być realizowane przez sprzęt końcowy przyłączany do publicznych lub prywatnych sieci. Wszystkie kraje stają przed dwiema opcjami:

- albo usiłować utrzymywać obowiązującą strukturę regulacyjną, która nakłada dodatkowe i trwałe restrykcje na operatorów;
- albo określić bardziej ogólne ramy przepisów telekomunikacyjnych, zapewniając przez to więcej swobody dla konkurencji.

Trend światowy wskazuje na drugą opcję.

Powyższe rozważania można zakończyć stwierdzeniem, że także i u nas konieczne jest prowadzenie wspólnych analiz i badań - w celu zdobywania lepszych podstaw rzeczywistej wiedzy, lepszego poznawania rozwoju telekomunikacji w innych krajach - przygotowywanie wymiany informacji oraz ułatwianie dyskusji i negocjacji pomiędzy partnerami społecznymi.

### 3. ASPEKTY SPOŁECZNE I SOCJALNE

Przede wszystkim należy wyjaśnić pojęcia zawarte w tytule niniejszego punktu, bowiem często przypisuje się tym dwóm określeniom rolę synonimów. Ustalmy więc, że: społeczne - to stosunki międzyludzkie w danym społeczeństwie, socjalne - to warunki bytu, życia, rozwoju itp. pojedynczego członka szerszej społeczności.

Zacznijmy od tego, że - tak jak na początku stwierdzono - w obowiązującej *Ustawie o łączności* nie użyto ani razu tych określeń, także i w *"Raporcie o stanie państwa"*, przygotowanym przez ustępujący rząd premier Hanny Suchockiej, w rozdziale "Telekomunikacja", do problemów społecznych można by z wielkim "wysiłkiem" zaliczyć trzy sformułowania.

"Udział budżetu sprowadzał się jedynie do wsparcia telefonizacji wsi bez telefonów" (około 200 mld zł w ciągu 3 lat).

"Rozpoczęto prace nad tworzeniem prawnych podstaw wprowadzania nowoczesnych rozwiązań technicznych w telekomunikacji...".

"Wprowadzono regulacje prawne wymagające stosowania w telekomunikacyjnej sieci publicznej sprzętu wytwarzanego przynajmniej w 50% w Polsce...".

Ale wróćmy do właściwego tematu.

Możliwości techniczne, których jesteśmy obserwatorami, często użytkownikami, a niekiedy współtwórcami, nie zawsze jednak odpowiadają pragnieniom społecznym. Na przykład, skutkiem większości zastosowań technologii informacyjnej jest decentralizacja, a często spłaszczenie hierarchii władzy, co teoretycznie wydaje się pożądane. Ale przecież wielu ludzi nie chce ponosić - z różnych powodów - odpowiedzialności, inni pragną utrzymać swoje pozycje w strukturze władzy w stanie nienaruszonym.

Scalenie usług telekomunikacyjnych (zresztą i pocztowych) z innymi rodzajami działalności jest możliwe technicznie i uzasadnione ekonomicznie, jednak przeszkody natury prawnej i administracyjnej znacznie spowalniają przebieg prac w tym kierunku. Jest to szczególnie widoczne, gdy w grę wchodzi niekiedy skomplikowane zależności między krajowymi urzędami poczty i telekomunikacji oraz organizacjami łączności satelitarnej. Przykładowo, dochody uzyskiwane z opłat za użytkowanie podwodnych, transkontynentalnych kabli telekomunikacyjnych dzieli się według historycznie ustalonych reguł, podczas gdy podział wpływów za eksploatację sieci kablowo-satelitarnych musi uwzględniać złożony układ cen i skomplikowane zasady ich użytkowania.

Agendy rządowe i organizacje usługowe coraz częściej badają reakcje ludności na propozycje wprowadzenia nowych rozwiązań i decyzje dotyczące ich realizacji. W skrajnym przypadku mogłyby to przekształcić się w system konstytucyjny oparty na "ciągłym referendum", co znacznie zmieniłoby oblicze społeczeństw demokratycznych. Dotychczas nie stwierdzono, czy możliwość uzyskania natychmiastowych opinii doprowadziłaby do lepszego zaspokojenia potrzeb społecznych lub gwałtownych zmian w polityce.

Prowadzone, choć nadal na niewielką skalę, badania opinii publicznej w kilku krajach zachodnich może pomogą w znalezieniu trafnej diagnozy.

Pamiętajmy, że środki masowego przekazu coraz bardziej rozwijają się, ale nie wiadomo, czy uda się uniknąć ich niewłaściwego użycia lub wręcz nadużycia. Jedna z debat UNESCO poświęcona roli prasy i środków łączności dowiodła, że w świecie bardzo różnie rozumie się ich funkcje, zarówno krajowe jak i międzynarodowe. Rozwój sieci satelitarnych, umożliwiających emisję na obszarze wielonarodowych kontynentów, czyni problemy te szczególnie aktualne.

Dziś już istnieje możliwość powstawania interakcyjnych sieci telefonicznych i radiowych, w których jedna osoba lub kilka osób może kontaktować się bezpośrednio z jednym lub kilkoma partnerami. Przykładem może być bardzo szybka akceptacja tzw. CB radio (*Citizens Band Radio*), co dowodzi, że zwiększa się zapotrzebowanie na usługi tego rodzaju. Innym przykładem jest kopiowanie dokumentów "na odległość", wreszcie obsługa terminali przy użyciu głosu. Tego rodzaju sieci interakcyjne już znacznie usprawniają organizację społeczeństwa. Ale wciąż otwarte i ważne jest pytanie, czy powstawanie tych sieci powoduje scalanie, czy też rozbieżność struktur społecznych. Dodać tu należy, że określenie "przesyłanie informacji" rozumieć należy bardzo szeroko, np. dotyczy to także wykonywania operacji pieniężnych, korzystnych tak dla ludzi, jak również dla organizacji rządowych, banków itp. Powszechne już dziś są bezgotówkowe operacje (*electronic funds transfer, EFT*) pieniężne ludności, żyrowanie, ciągle zresztą usprawniane. Ta sama technika dotyczy handlu.

Zmiany w sposobie obrotu pieniędzmi wywierają swój własny wpływ na struktury społeczne, np. oddziałują na sprzedaż detaliczną, łącznie z udzielaniem kredytów.



I w ten sposób potwierdziliśmy wstępne założenie, że rozdzielenie aspektów społecznych i socjalnych jest niemożliwe, choć semantycznie są to pojęcia różne.

Aspekty społeczne najłatwiej jest rozpatrywać na przykładzie pojedynczego człowieka (lub rodziny) korzystającego z usług telekomunikacji. Kolejno po telefonie, radiu z magnetofonem, telewizji z magnetowidem, coraz szerzej korzystamy z faksu (teleks już powoli umiera śmiercią naturalną), a już w wielu naszych domach włączamy dość już powszechne komputery do sieci telekomunikacyjnej. O bardzo silnym związku, dziś już wręcz nie do pominięcia, telekomunikacji z informatyką, zwaną też łącznie teleinformatyką, będzie mowa w następnym rozdziale. Tu natomiast wróćmy do wstępnego tylko wymienienia, co to połączenie daje właśnie jako ten aspekt socjalny. Wymieńmy może tylko kilka przykładów, kończąc je konkluzją bardzo konkretną. Aby nie być posądzonym o chwalenie wyłącznie tego "co gdzie indziej", dajmy przykłady z własnego domu.

Od początku bieżącego roku rozpoczął w Warszawie w dzielnicy Praga-Północ pracę Tele-Kardio-System. Umożliwia on natychmiastowe wykonanie badania EKG przez telefon. Oczywiście pominiemy tu szczegóły techniczne. Niestety, jest to kosztowne, ale regulacje prawne w niektórych krajach (np. Szwecja) tego rodzaju usług udostępniają bezpłatnie. U nas już przyjmuje się system niemiecki, tzn. pobiera się abonament miesięczny rzędu 20 USD.

Inny przykład, to zwiększenie dla ludzi niepełnosprawnych dostępności do usług telekomunikacyjnych, chociażby oferowania im różnych specjalnych urządzeń końcowych oraz stosowania ulgowych taryf za usługi dla tych ludzi.

Warto zaznaczyć, że dzięki ludziom dobrej woli w kraju zrobiono bardzo wiele dla osób niedostępujących. Pierwszy taki aparat telefoniczny opracowano w Instytucie Łączności. Ale nadal brak uregulowań prawnych, których ranga kwalifikuje go do odpowiedniej pozycji w ustawie o łączności. Przytoczmy tu na zakończenie tego



wątku słowa Alberta Schweitzera, lekarza, filozofa, społecznika i misjonarza: "o poziomie kultury społeczeństwa świadczy jego stosunek do ludzi niepełnosprawnych i starszych".

Już tylko takie przykłady mówią o tym, co to jest dziś łączność z punktu widzenia socjalnego. Dlatego nie należy się dziwić, że wszystkie organizacje mające cokolwiek wspólnego z telekomunikacją pracują intensywnie nad realizacją hasła "łączność z każdym i o każdej porze". Jest to idea tzw. systemu (lub systemów) łączności osobistej (PCS - *personal communications system*). Realizacja tej idei związana jest też z telefonią komórkową, wspieraną intensywnie sterowaniem komputerowym. Dla nas, kraju o bardzo słabym nasileniu gęstości telefonizacji, może to być tymczasowo jedną z metod szybkiego usprawnienia telekomunikacji. Pamiętajmy, że nadal około 2000 wsi (1993 rok) nie ma łączności telefonicznej. Może jest to nawet rozwiązanie dla całej Europy środkowo-wschodniej i wschodniej, oszczędzające czas i pieniądze na założenie tradycyjnych sieci telekomunikacyjnych.

Zakłada się, że sieci cyfrowe (przewodowe i bezprzewodowe), umożliwiające przekazywanie informacji do osobistych urządzeń "tele-fakso-komputerowych" (o czym będzie szerzej mowa w następnym punkcie artykułu), zmieniają sposób życia i pracy.

Na temat łączności bezprzewodowej zdania są bardzo podzielone. Entuzjaści twierdzą, że ta przemiana równać się może epoce przejścia z oświetlenia gazowego na elektryczne, z pociągów na samoloty, z dużych systemów komputerowych na komputery osobiste. Gdy mowa o samolotach, to nie wolno nie zauważyć już wypadków w komunikacji lotniczej (a był i w kolejowej), z winy nie homologowanych urządzeń telekomunikacyjnych. O odpowiednio ostrych, wręcz restrykcyjnych wymaganiach techniczno-prawnych powinni pamiętać twórcy ustaw, aby nie dopuścić do nieszczęść.

Pierwszy system komunikatorów osobistych (tak nazwał IBM - *personal communicator*) właśnie zaczął działać w W. Brytanii. Nato-

miast w Waszyngtonie jeszcze nie ustalono zakresu częstotliwości dla takich systemów na terenie USA.

Znów nie miejsce tu na szczegóły techniczne, ale np. kodowanie oznacza co najmniej 10 razy więcej rozmów w tym samym przedziale pasma, co jest np. wystarczające w zastosowaniach militarnych.

Bliskim nam przykładem może być wspólne przedsięwzięcie Węgierskiej Spółki Telekomunikacyjnej i US West Inc. Dzięki niemu przybywa miesięcznie po tysiąc abonentów telefonii komórkowej, a mleczarze w biedniejszym Miskolcu używają tych telefonów do rozwijania operatywnej działalności upadających do niedawna farm, np. przez ciągłość dostaw itp.

Jest to przykład początku przejścia na multimedialne łącznice, które mogą jednocześnie transmitować głos, obraz i dane. Ericsson przewiduje przejście na te systemy do 1996 roku.

#### 4. ERA TELEINFORMATYKI

Podobnie jak mówiono historycznie kolejno o erze pary, elektryczności, radia, telewizji, komputerów i dziś coraz szerzej mówi się o erze teleinformatyki. Ma się tu na myśli połączenie możliwości, jakie daje szeroko rozpowszechniony, już jako narzędzie pracy, komputer oraz przewodowa i bezprzewodowa sieć telekomunikacyjna. Tu pojawia się zastosowanie usług powszechnie określanych skrótem ISDN. I znów pominiemy szczegółowe rozważania, a zastanówmy się nad tym, że na naszych oczach powstają systemy, już nazwijmy teleinformatyczne - tego pojęcia w obecnej ustawie o łączności też nie ma. Uczynić one mogą z człowieka albo geniusza, albo analfabetę. Szerokopasmowe sieci cyfrowe są zdolne do przesyłania dowolnych informacji, od prostych tekstów po bardzo skomplikowane przekazy dźwiękowe i wizualne. Są one tak proste w obsłudze przez użytkownika, że może z nich korzystać nawet techniczny ignorant.

Budowa tych systemów to już nie kwestia technologii, a jedynie czasu (no i pieniędzy).

Oznacza to możliwość połączenia telewizji, telefonu i komputera w spójny system i samodzielna selekcję dowolnego programu ukazującego się na ekranie. Konsekwencją upowszechnienia się tego systemu będzie zapewne zmiana sposobu życia i pracy, w szczególności w krajach wysoko rozwiniętych. Być może jest to początek od dawna zapowiadanego informatycznego społeczeństwa przyszłości.

Pamiętać należy jednak o tym, że informacja i jej przekazywanie jest także traktowane jak "niewidzialny towar". Według szacunków Unii Europejskiej około jednej trzeciej dochodów telekomunikacji pochodzić będzie z przekazu danych i obrazu. W dziedzinie komunikacji informatycznej Europa pozostaje na razie w tyle za Ameryką Północną i Japonią. Trwają jednak prace nad stworzeniem systemu wspólnego dla wszystkich państw kontynentu. Spełniająca wszelkie wymogi sieć RACE ma powstać najpóźniej w 1995 roku, a więc czas nagli i nas, wszak musimy zaczynać prawie od podstaw.

Eksplodują ta wiąże się, znacznie bardziej niż rewolucja przemysłowa, z funkcjonowaniem społeczeństwa jako całości. Informacja i łączność tworzą, nie tylko w przenośni, tkankę społeczeństwa. Nie mogą więc pozostawać nienaruszone, gdy w procesach łączności coraz bardziej pośredniczą urządzenia techniczne.

Można wyróżnić przynajmniej cztery cechy technologii informacyjnej, które w taki lub inny sposób wpływają na społeczeństwo, kształtując zachodzące w nim procesy informacyjne i procesy łączności. Technologia informacyjna dostarcza przede wszystkim środki zapamiętywania. Przejście od przekazów ustnych do pisanych stanowi prawdopodobnie najstarszy przykład społecznych skutków technologii informacyjnej. Znacznie później, wraz z pojawieniem się telefonii i telegrafii, technologia informacyjna rozszerzyła swe

możliwości pokonywania czasu o pokonywanie przestrzeni. Drugą więc, społecznie istotną cechą technologii informacyjnej, jest jej zdolność, dzięki telekomunikacji, do rozszerzania zakresu doświadczeń człowieka, aż do ostatecznego przekształcenia świata w globalną wioskę.

Obie wymienione właściwości powodują skutki społeczne, które nie są ani nowe, ani niezwykle.

Dwie pozostałe cechy technologii informacyjnej były do pominięcia przed pojawieniem się komputera. Jedną z nich jest automatyzacja sterowania, a drugą - automatyzacja operacji arytmetyczno-logicznych.

Automatyzacja sterowania nie ogranicza się do technologii informacyjnej. Jej znaczenie jest o wiele większe w procesach produkcyjnych niż w procesach komunikacji między ludźmi. Jednakże, automatyczna opieka nad chorymi w szpitalach lub regulowanie ruchem na skrzyżowaniach stanowią przykłady wpływu tej technologii na społeczeństwo i poszczególne jednostki.

Najbardziej istotna jest inna wymieniona cecha komputerów, mianowicie ich zdolność do wykonywania sformalizowanych operacji. Mogą w przyszłości zastąpić człowieka w sformalizowanych (matematyczno-logicznych) procesach myślowych. Komputery na wiele sposobów łączą tę funkcję z przechowywaniem i przesyłaniem informacji oraz automatyzacją sterowania.

Właśnie ta kombinacja funkcji upowszechniła stosowanie komputerów, związanych z procesami informacyjnymi i procesami komunikacji zachodzącymi w społeczeństwie. Komputery stanowią narzędzia do zbierania, przechowywania, przeszukiwania bardzo dużych zbiorów informacji - i operowania nimi. W administracji przeważnie komputery służą jako maszyny do pisania, kalkulatory stołowe i ośrodki przechowywania i wyszukiwania zakodowanej informacji. Można do tego dodać zastosowanie komputerów w systemach łączności oraz w urządzeniach nadzorujących i sterujących.



## 5. PRYWATNOŚĆ CZŁOWIEKA

W wielu krajach pod naciskiem społeczeństw prawo nałożyło ograniczenia dotyczące zbierania informacji o obywatelach i obrotu tymi danymi. I teraz spójrzmy na prywatność i autonomię bezsilnego obywatela.

O ile centralizacja przetwarzania informacji i zasobów informacyjnych dotyczy podziału władzy między instytucjami i wewnątrz nich, to zagadnienie ochrony danych lub ochrony prywatności przed ingerencją technologii informacyjnej wiąże się ze stosunkami między instytucją a obywatelem. Sprawa ta nigdy nie była zbyt prosta. Rzeczywistym problemem nie jest bowiem prywatność jednostki, pojęcie niezbyt ściśle określone i bardzo uzależnione od warunków kulturowych. Jest nim natomiast wzrost władzy biurokracji - zarówno w sektorze prywatnym, jaki państwowym - kosztem jednostek i niezorganizowanych grup społeczeństwa, spowodowany gromadzeniem informacji lub jej powszechną rejestracją.

Zainteresowanie problemem naruszenia prywatności wskutek użycia komputerów narodziło się w latach sześćdziesiątych. Obawiano się, że instytucje stosujące automatyczne systemy rejestracji będą gromadzić dokładniejsze dane o obywatelach i szerzej wymieniać je z innymi organizacjami. Spodziewano się, że mogłoby to prowadzić do poważnego naruszenia sfery prywatności. Propozycja utworzenia "Krajowego Centrum Informacji" w Stanach Zjednoczonych wywołała lawinę spekulacji. Dotyczyły one potencjalnych niebezpieczeństw grożących ze strony instytucji wyposażonych w udoskonaloną pamięć i posługujących się danymi, do których przedtem nie miały dostępu. Przewidywania te nie sprawdziły się. Do dnia dzisiejszego nie ma scentralizowanych banków informacji, które po przyciśnięciu guzika dostarczałyby szczegółowych danych o życiu bardzo dużej liczby osób. W wielu krajach istnieją natomiast wyspecjalizowane systemy tego rodzaju, jak np.:



- systemy danych osobowych, zwłaszcza w dużych firmach lub instytucjach rządowych, np. w brytyjskim Ministerstwie Administracji;
- systemy informacyjne służby zdrowia, np. w szpitalnictwie;
- systemy informacyjne ubezpieczeń społecznych;
- systemy informacyjne w kryminalistyce, np. zawierające historie przestępstw, dane o narkomanach i osobach poszukiwanych itp.

Systemy te niekiedy nie przechowują całej informacji. Zwłaszcza w praktyce policyjnej często wskazują one tylko, gdzie można znaleźć poszukiwaną informację, przechowywaną w rejestrach umieszczonych gdzie indziej.

Niemniej jednak, wymienione systemy stwarzają bez wątpienia pewne możliwości użycia zgromadzonych danych dotyczących obywateli na ich szkodę, obojętne - w sposób rozmyślny czy niezamierzony. Ostateczny wynik w obu przypadkach jest taki sam - człowiek jest poddany konfrontacji z lepiej poinformowanymi instytucjami i urzędnikami. Sprzyja temu bardzo szybki rozwój rozbudowanych sieci komputerowych.

Powstaje więc konieczność ustawowej ochrony prywatności. W wielu krajach Europy Zachodniej i w St. Zjednoczonych uchwalono ustawy zapewniające ochronę danych, przechowywanych w komputerach i dalej przesyłanych za pomocą różnego rodzaju środków łączności, przed nadużyciami i nieuczciwym użyciem.

Ustawowa ochrona prywatności opiera się przede wszystkim na bardzo starannie zaprojektowanych zabezpieczeniach proceduralnych. Należy wątpić, czy ten sposób ustawowej ochrony rzeczywiście uniemożliwia naruszenie prywatności i autonomii jednostki.

Okazuje się, że ocena jednoznaczna problemu nie jest prosta. Obecnie w wielu krajach, np. w W. Brytanii, Francji i St. Zjednoczonych, obserwuje się tendencję odwrotną. Po okresie przesadnych żądań zwiększenia stopnia tajności, spowodowanych przypuszczalnie

wymaganiami ochrony prywatności, zaznaczyło się dążenie do większej otwartości w przetwarzaniu informacji, przynajmniej w sektorze państwowym.

Zakres konsekwencji społecznych rozwoju technologii informacyjnej znacznie się zwiększa, gdy weźmie się pod uwagę łączne użycie komputerów i środków łączności. Istniejące sieci łączności pisemnej, głosowej i wizyjnej są coraz szerzej uzupełniane, a nawet często wypierane przez sieci łączności cyfrowej, w których rozproszone geograficznie systemy komputerowe są połączone wzajemnie za pomocą urządzeń transmisji danych i udostępniane użytkownikom pracującym przy zdalnych terminalach.

Rozwój ten otwiera perspektywy penetracji komputerów w nowe formy łączności i stąd w życie codzienne na tę skalę, co telefonia. Usługi informacyjne umożliwiają bezpośredni dostęp w domu do różnorodnych źródeł informacji oraz służb publicznych. Używanie komputerów domowych wraz z ich monitorami pozwala na obrazowanie informacji i usługi interakcyjne. Ale należy na szczęście sądzić, że w przeciwieństwie do niektórych domysłów, naukowcy nadal będą czytać książki.

Bardzo ważne jest zagadnienie dostępu do systemów informacji naukowo-technicznej. Potencjalnym użytkownikom można utrudnić dostęp za pomocą ograniczeń prawnych i finansowych. Preferencyjny dostęp zapewniony uprzywilejowanym użytkownikom, takim jak np. instytucje rządowe i duże korporacje, bez wątpienia umożliwiłyby im względną przewagę. Już obecnie, w wielu dziedzinach badania uniwersyteckie są opóźnione w stosunku do przedsięwzięć rządowych i prywatnych. Sytuacja może się jeszcze pogorszyć. Podobne wątpliwości dotyczą dostępu krajów trzeciego świata do systemów informacyjnych, zlokalizowanych prawie wyłącznie w Stanach Zjednoczonych i Europie.

Z drugiej strony jednak, ustawowe i ekonomiczne zapewnienie prawa dostępu wszystkim użytkownikom nie jest wystarczające.

Dosyć często, istniejące systemy informacyjne są obciążone w ten sposób, że zawierają informacje dostosowane do potrzeb jedynie wąskich grup użytkowników. Ponadto umiejętności korzystania z tych systemów nie są rozłożone równomiernie. Dopóki system kształcenia nie sprosta tym zadaniom, dopóty równy dostęp do informacji nie będzie jednoznaczny z równymi szansami wzbogacenia wiedzy. Nowa możliwość dostępu do informacji może natomiast oznaczać jedynie przeciążenie wykształconej jednostki, a formułowanie kryteriów wyboru informacji będzie nadal zadaniem człowieka.

Reasumując, istnieją pewne przesłanki, że korzystne skutki stosowania systemów informacji naukowo-technicznej objawiają się selektywnie, tzn. duże organizacje i specjaliści osiągają większe korzyści niż ogół społeczeństwa.

Jeżeli systemy te będą działać zgodnie z przewidywaniami, to prawdopodobnie spowodują pogłębienie istniejących podziałów między wykształconą i mniej wykształconą częścią społeczeństwa. Aczkolwiek telewizory i telefony z modemami są już sprzedawane powszechnie, to jest nadal kwestią otwartą, czy systemy te staną się tak powszechne, jak telewizja lub telefonia. Wydaje się, że może dojść do rozwarstwienia społeczeństwa, w zależności od poziomu wykształcenia i umiejętności posługiwania się systemem, jak również w zależności od możliwości płacenia za nie.

Jakie wynikają z tego wnioski?

Kurtyna wielu informacji została podniesiona, ale jesteśmy dopiero na starcie. Widzimy w przyszłości tzw. bilans socjalny (ang. *social equation*) nowych technologii i usług.

Mamy już systemy, które gromadzą olbrzymią ilość informacji i stają się one dostępne dla wielkiej liczby ludzi. Ale mogą one dotyczyć naszych obyczajów rodzimych i norm "manipulacji" informacjami. Reakcja ludzka może prowadzić od podniecenia, przez zakłopotanie do złości. Wyzwaniem dla nas jest uczynić systemy i usługi takimi, aby wzmocniły ludzkie zdolności i zależności w kie-

runku wzorców domowych. Chodzi o zachowanie prywatności i intymności człowieka. Studia dotychczasowe wykazują, że wielu ludzi chce mieć informacje o innych maksymalnie kontrolowaną, poufną, a nawet tajną, np. uzgodnienia korzyści z pracy. I tu jest problem. Chcą oni minimalizować liczbę informacji dla innych ludzi o nich, gdyż mogłyby być one wykorzystywane przeciw nim. I odwrotnie.

Ten bilans socjalny pojawił się już przy pierwszych sieciach telefonicznych. Połączyły one domy i miejsca pracy i wymagały określenia całkiem nowych relacji socjalnych. Miały być wytycznymi w pomocy identyfikacji kto był w sieci, ale czyniły też dostępną każdego abonenta do innego w każdym czasie, w dzień i w nocy. Tak powstały główne przepisy o relatywnych prawach dostępności i prywatności. Zrobiono wielki postęp techniczny w ochronie zawartości, ale normy socjalne, które rządzą obu obszarami, wymagają rozwoju i udoskonalenia. Inne spojrzenie jest konieczne na prywatność i jawność.

Widzi się przyszłość prywatności telekomunikacji jako serię kontrastów. Z jednej strony żądanie danych osobistych i liczba dostępności tych danych będzie wzrastać. Z drugiej strony nowe regulacje i bariery technologiczne będą zmierzać do ochrony danych osobistych.

*Czy człowiek ma płacić za prywatność?*

Okolo 25% Amerykanów ma numery telefonów zastrzeżone, w niektórych miastach nawet 50%. Oczywiście za to płacą ekstra. Jeszcze droższa jest możliwość szyfrowania rozmów, choć i tu rynek rośnie, zatem cena maleje. Inną z opcji jest oferowanie kontroli przepływu informacji osobistych.

Długofalowa polityka rozwoju telekomunikacji wymaga ścisłej współpracy techników z analistami wpływów socjalnych. Czynią to Japończycy.

Inteligentna infrastruktura telekomunikacji może oferować właściwy dostęp do zdobyczy kultury. Może to pozwolić ludziom



wszystkich sfer uczestniczyć w sztuce, nauce i polityce. Niezależnie od fizycznej mobilności. Wszystko to wymaga dobrego planowania i zaangażowania.

Np. American Civil Liberties Union zajmują się rozwojem nowych technologii i usług wobec potrzeb i oczekiwań społeczeństwa. Trudno jest ustalić consensus, co powinno się robić.

Dobrym przykładem jest identyfikacja wywołania (ang. *Caller Identification*). Twierdzi się, że to podkreśla osobistą prywatność, przyrównując do elektronicznych drzwi. Inni mówią, że jest to nadużywanie wolności człowieka, jeszcze inni, że jest to podniesienie jakości życia.

Przykładem dalszego rozwoju może być wywołanie numeru osobistego (*Personal Number Calling*). Sieć może znaleźć danego człowieka w biurze, w domu, w samochodzie, gdziekolwiek.

Czy technologia informacyjna jest orężem sił społecznych?

Wydaje się, że odpowiedź na powyższe pytanie jest już gotowa. Wynika ona z faktu, że technologia jako całość zawdzięcza swój kształt i zastosowanie działaniu sił społecznych, ich celom, sprzecznościom i ideologiom. W społeczeństwie trwa nieustanna walka o władzę i prestiż. Technologia informacyjna zwiększa wyposażenie sił społecznych uczestniczących w tym starciu. Wskutek rozwoju dotychczasowych konfliktów i poniesionych nakładów podniósł się poziom, na którym pojawiają się nowe technologie. W utworzonych w ten sposób ramach ustawodawczych i instytucjonalnych, nierównomierne rozłożenie możliwości ekonomicznych oraz innych atrybutów władzy prowadzi w sposób nieunikniony do przejęcia nowych technologii przede wszystkim przez tych, którzy mogą je opanować. Skutki i rozwój nowych technologii nie są zatem neutralne w tym sensie, że służą głównie celom i interesom pewnych grup społecznych.

Istnieją wreszcie wewnętrzne właściwości technologii informacyjnej. Trzeba tu rozróżnić automatyczne przetwarzanie danych



i technikę łączności. Łączność masowa umożliwia wymianę informacji ustnie, pisemnie lub za pomocą obrazów. Ta ostatnia właściwość charakteryzuje je jako środki przekazu. Dlatego wiele możliwych skutków społecznych tej techniki wiąże się z izolacją jednostek i z utratą bezpośredniego kontaktu. Przykładem może być problem przepływu danych przez granice.

Komputerowe sieci łączności coraz częściej wykraczają poza granice państwowe. W związku z tym przepływ danych przez granice, choć nie jest niczym nowym, znacznie się zwiększa. Dla komendanta straży pożarnej, powiedzmy, w mieście szwedzkim nie ma większego znaczenia, że dane o budynkach, drogach ewakuacyjnych itp., są przechowywane przez komputer znajdujący się w Stanach Zjednoczonych. Może on być nawet zupełnie nieświadomy tego faktu.

Międzynarodowe, komputerowe sieci łączności służą różnym celom, takim jak np.:

- zdalne przetwarzanie danych (współdzielenie zasobów);
- zarządzanie korporacją (koordynacja produkcji i dystrybucji, jak również kierowanie operacjami finansowymi i zatrudnieniem w korporacjach ponadnarodowych);
- przeprowadzanie pojedynczych operacji (jak np. transakcje bankowe, rezerwacja miejsc lotniczych itp.).

Prowadzi się coraz więcej badań, a także coraz więcej jest spekulacji na temat potencjalnych skutków powstawania takich sieci. Dostyc często łączy się te rozważania z przewidywaniem skutków stosowania satelitów telekomunikacyjnych, jak np. narażanie kraju na zdalną detekcję lub oddziaływanie obcych środków przekazu i propagandy.

Przepływ danych przez granice jest pożądany tak długo, jak długo umożliwia wymianę kulturalną na zasadach równouprawnienia. W wielu krajach, zwłaszcza we Francji i Ameryce Południowej, odczuwa się już wpływ jednokierunkowej wymiany na suwerenność na-

rodową. Na ogół, działalność ponadnarodowych korporacji jest wtedy słabiej kontrolowana, a dane można wysyłać do przetwarzania i zapamiętywania gdziekolwiek. Z kolei, posługiwanie się informacją naukowo-techniczną zgromadzoną w bankach informacji wysoko uprzemysłowionych krajów anglojęzycznych spowodowałoby zagrożenie niezależności i niepowtarzalności kulturowej pozostałych krajów. Podobne skutki wywołałoby narażenie tych krajów na odbiór treści nadawanych przez zagraniczne środki przekazu.

Wśród zagrożeń suwerenności narodowej, rozumianej jako zdolność narodu do kształtowania własnego losu, można wymienić osłabianie odporności gospodarki i systemu politycznego. Może dojść do prób odcięcia źródeł informacji lub mocy obliczeniowej jako narzędzi polityki międzynarodowej. Wskutek tego może pojawić się niebezpieczeństwo utraty dostępu do podstawowych informacji mających wpływ na rozwój gospodarczo-społeczny. Zależność od obcych źródeł informacji może stanowić poważne zagrożenie podczas konfliktu, osłabiając pozycję polityczną kraju. Państwo nie może bronić się skutecznie przed zniszczeniem, uszkodzeniem lub nadużyciem informacji przechowywanej za granicą. Inny aspekt problemu to możliwości dostępu do informacji przez tajne służby kraju przechowującego bazy danych.

Co najmniej równie ważne są możliwości omijania krajowych ustaw i przepisów dotyczących informacji. Przepływ danych przez granice, trudny do kontroli, nie sprzyja umacnianiu krajowego ustawodawstwa w zakresie informacji. Ograniczenia wynikające z ustawowej ochrony prywatności mogą być ominięte przez przesyłanie danych za granicę. O tym też należy pamiętać.

## 6. ZATRUDNIENIE I EDUKACJA

Zatrudnienie jest problemem wybitnie społecznym, gdy edukacja społeczeństwa to już problem socjalny.

Zatrudnienie stanowi jeden z tych niewdzięcznych tematów, o których ciągle się pisze i mówi, a jego najczęściej stosowanym wykładnikiem jest bezrobocie. Debatując nad rozwojem telekomunikacji rozpatrujemy zarówno jej wpływ na gospodarczy rozwój kraju, jak i problem zatrudnienia w obszarze samej telekomunikacji.

W 1993 roku w województwie stołecznym powstała 1/3 wszystkich firm w kraju z kapitałem zagranicznym. Na drugim miejscu jest poznańskie. Zagraniczni biznesmeni nie wybierali jednak tych województw z sentymentu, ale dlatego, że są tam w miarę cywilizowane warunki do prowadzenia interesów. W województwie stołecznym na 1000 mieszkańców przypada ponad 200 telefonów, a w przemyskim zaledwie 58.

Inne spojrzenie to, według Leszka Balcerowicza, "...rolę pieniądza w życiu społecznym można porównać do roli prawa. Sprawne jego rozliczenia wymagają także szybkiego przepływu dyspozycji dzięki dobrej komputeryzacji i właśnie telekomunikacji. Następną fundamentalną funkcją systemu finansowego jest mobilizacja ludzkich oszczędności dla rozwoju, czyli dla inwestowania. Odbywa się to ze strony państwa poprzez rozmaite podatki. Ale są one w takiej mierze źródłem mobilizowania oszczędności, w jakiej służą finansowaniu publicznych inwestycji, takich np. jak właśnie telekomunikacja, czy budowa autostrad, a także edukacji - czyli inwestycje w człowieka".

W sposób ciągły obserwujemy pozytywne i negatywne konsekwencje rozwoju telekomunikacji, także dla kwalifikacji pracowników. Pewna liczba stanowisk pracy ulega całkowitej likwidacji, zaś wymagania dotyczące kwalifikacji osób zatrudnionych na innych stanowiskach zwiększają się. Te trzy efekty: likwidacja niektórych stanowisk pracy oraz konieczność zmiany kwalifikacji lub ich podwyższenie, są częścią obecnego procesu zmian.

Np. duża amerykańska firma telekomunikacyjna zmniejszyła zatrudnienie z 39000 osób w ciągu 10 lat do 17000.

W W. Brytanii zatrudnienie w przemyśle produkcji telefonów zmniejszyło się z 88000 do 65000 w ciągu czterech (!) lat. Duża szwedzka firma telekomunikacyjna zmniejszyła swą załogę z 15300 osób w ciągu trzech lat do 10300 osób (w tym w samym dziale produkcji z 7800 do 3000 osób). Mimo istotnego i ciągłego wzrostu produkcji, firma ta spodziewa się, że do końca procesu modernizacji w ramach dalszych redukcji zatrudnienie zmniejszy się do połowy pierwotnego stanu liczbowego.

Trzeba tu dodać, że istotną rolę w tych wynikach sprawił rozwój mikroelektroniki oraz wyeliminowanie niektórych rodzajów prac, zwłaszcza obróbki metali (wykrawanie, przebijanie otworów, wiercenie, spawanie) oraz montaż elementów. Zmniejszyło się też zatrudnienie w dziale kontroli i prób technicznych, z uwagi na jej daleko rozwinięty obiektywizm przy dużej automatyzacji.

Wielokrotnie, mówiąc o telekomunikacji, ściśle wiążemy ją z komputerem, o czym była już mowa.

Ale trzeba pamiętać, że życie społeczne nie jest jedynym fragmentem procesu kształcenia, w którym komputer nie może zastąpić człowieka. Wiedza to nie to samo co informacja; przekształcenie informacji w wiedzę jest zadaniem wymagającym znacznie większych umiejętności niż samo przesłanie informacji. Myślenie polega w równym stopniu na intuicyjnym kojarzeniu, co na rozumowaniu logicznym, a komputer nie ma ani intuicji, ani fantazji. Całe szczęście! Zastąpienie człowieka przez komputer w procesie nauczania jednostki ludzkiej może stworzyć perspektywę świata, w którym wyobraźnia ulegnie dewaluacji. Bardziej pożądane jest użycie komputera jako narzędzia, które służy nauczycielowi, lecz nie zastępuje go. Inne rozwiązanie może spowodować przekształcenie infrastruktury społecznej. Izolowanie wpływu zastosowań od zjawisk społecznych jest bardzo ryzykowne.



Praca i zajęcie, pozornie, a nawet w potocznej mowie, wydaje się, że to to samo. Jednak z punktu widzenia naszych zainteresowań trzeba dokonać wyraźnych rozróżnień.

Słowo **praca** znaczy, zgodnie z powszechnym rozumieniem, działalność człowieka zmierzającą do uzyskania pewnych efektów w produkcji lub usługach (zaspokojenie pewnych różnych ludzkich potrzeb) przez wydatkowanie sił fizycznych lub umysłowych. Na tej podstawie dokonujemy rozróżnienia między pracą fizyczną a umysłową. W przypadku społeczeństw opartych na wymianie dóbr i pracy najemnej, definicja musi uwzględniać zamiar uzyskania pieniądza w zamian za udział w produkcji lub usługach. Wszelka praca jest działalnością, gdyż zakłada celowe wydatkowanie ludzkiej energii, jak przy każdej działalności. Ale nie każda działalność jest pracą, bowiem intencją nie każdej działalności jest chęć uzyskania pieniądza za produkcję towarów w celu zaspokojenia materialnych potrzeb życia ludzkiego lub za wykonywanie pewnych usług: działalność może być twórcza (artystyczna, naukowa itd.), może też być działalność prowadzona w czasie wypoczynku itd.

W celu uniknięcia nieporozumień terminologicznych i ułatwienia dalszej dyskusji podkreślamy, że pełna automatyzacja - tak dziś szeroko podkreślana - w zasadzie wyeliminuje pracę w produkcji i usługach, ale nie położy kresu działalności ludzkiej i - w tym sensie - ludzkim **zajęciom**. Będzie prowadziła do zastąpienia tego, co dawniej było pracą przez zajęcia twórcze, rozrywkowe. Dlatego wymaganie by praca została zastąpiona przez inne formy działalności człowieka (zajęcia), które przywrócą człowiekowi jego cel w życiu, innymi słowy, jego "sens życia" - jest w pełni realistyczne.

Jeśli myślimy realistycznie, musimy zadać pytanie: czy wszyscy ludzie w następstwie oczekiwanego biegu wydarzeń, (tj. pełnej automatyzacji) stracą możliwość zatrudnienia przy użytecznej i ciekawej pracy? Oczywiście, nie.



Nie ulega wątpliwości, że niezależnie od całego postępu automatyzacji będzie ona przede wszystkim obejmowała produkcję dóbr materialnych i częściowo usługi, w tym także różne prace biurowe. Ale wszystkie rodzaje społecznie użytecznej "wyższej" działalności i różne funkcje organizacyjne pozostaną, a w niektórych przypadkach znacznie się rozwiną. Duża część społeczeństwa znajdzie więc zatrudnienie, lecz w zmienionych warunkach: zmiany obejmą tradycyjne dziedziny, pojawią się nowe obszary działania, a stare będą się rozwijały stosownie do nowych potrzeb społeczeństwa i jego większego bogactwa. Inaczej mówiąc, wskutek automatyzacji zmniejszy się liczebnie lub zaniknie tradycyjna klasa robotnicza (zgodnie z XIX-wieczną przepowiednią Marksa). To samo w poważnym stopniu odnosi się do robotników rolnych, urzędników i znacznej części osób zatrudnionych teraz w usługach.

Jednak różne tradycyjne branże, zwłaszcza te, które są związane z działalnością intelektualną, pozostaną, a w pewnych przypadkach znajdzie w nich zatrudnienie większa liczba osób. Wyłonią się też nowe dziedziny, w których znajdzie zatrudnienie duża część - może nawet większość społeczeństwa. Trudno jest przedstawić szacunki liczbowe, nawet w ramach ryzykownej futurologii, ale pobieżny rzut oka na listę ocalałych, rozwijających się i nowo powstających sfer ludzkiej działalności musi uspokoić umysły tych, którzy martwią się perspektywą strukturalnego bezrobocia.

Pierwsza grupa zajęć, które z pewnością pozostaną i bardzo się rozwiną - zarówno ze względu na rosnące potrzeby, jak i z racji powiększającej się liczby ludności z dostępem do tej dziedziny - obejmuje wszystkie prace (zajęcia) twórcze, przede wszystkim badawcze, które w coraz większym stopniu będą stawały się społecznie najważniejszym narzędziem produkcji. Następnie sztuka, we wszystkich formach i przejawach; jej masowość zwiększy liczbę zatrudnionych (ta dziedzina obejmuje film, radio, telewizję itd.).

W kolejności trzeba by wymienić architekturę i sztuki stosowane służące upiększaniu domu oraz inne rzemiosła artystyczne, jak np. projektowanie ubiorów.

Druga ogromna i szeroko rozgałęziona sfera zajęć człowieka, która nie ulegnie automatyzacji, chociaż - podobnie jak poprzednia - będzie korzystała z automatów różnego rodzaju (przede wszystkim komputerów), to organizacja życia społecznego. Nawet jeśli będzie ono w pewnych aspektach zdecentralizowane, utrzyma się niezbędna tendencja do kompleksowych rozwiązań, zwłaszcza w dziedzinie gospodarczej, w skali regionalnej lub nawet ogólnoswiatowej. Dotyczy to planowania i kierowania różnymi zjawiskami społecznymi, badania potrzeb społecznych i ich tendencji, zaspokajania tych potrzeb poprzez rozwój sieci sklepów i banków, opieki zdrowotnej, pomocy prawnej, szkolnictwa różnych rodzajów i szczebli, transportu publicznego, różnych rodzajów ochrony środowiska, restauracji i hoteli, sił policyjnych itd.

Trzecia sfera, w przeważającej części nowa, powstała dzięki zwiększeniu bogactwa społeczeństwa oraz podaży na rynku pracy odpowiednio wykwalifikowanej siły, będzie obejmowała rozszerzającą się sieć konsultantów społecznych, pracowników służb socjalnych, pomagających ludziom starym, niepełnosprawnym, inwalidom, ludziom młodym szukającym rady, jak pokierować swą przyszłością, jak kontynuować specjalistyczne studia (inne niż o ustalonych programach), jak planować rodzinę itp.

Czwarta sfera obejmuje produkcję, usługi i kontrolę w tych dziedzinach. Będą w niej pracować wykształceni i wykwalifikowani technicy, którzy zastąpią klasę robotniczą i pewien rodzaj pracowników biurowych. Nie zapominajmy o potrzebie utrzymywania urzędów w ruchu oraz o całej armii ludzi obsługujących automaty.

Piąta sfera to organizacja czasu wolnego, głównie różnych dyscyplin sportu (dostępnych dla wszystkich) ze znaczną liczbą instruktorów, turystyka i różne instytucje kulturalne.

W związku z tym pozostanie wiele zajęć w królestwie klasycznej pracy. Jednak automatyzacja stworzy nowe problemy.

## 7. IMPLIKACJE KULTURALNE

I tak oto od zagadnień zatrudnienia i edukacji przeszliśmy w sposób wprost "niezauważalny" do sfery kultury, jej implikacji w rozwoju telekomunikacji.

Najprostsza forma odbioru dóbr kultury przez przeciętnego obywatela to telewizja uzupełniona wideo, z jej lepszymi lub gorszymi filmami i rzadziej radio. Ale to na szczęście nie wszystko.

Technologie informacyjne, zwłaszcza interakcyjne sieci komputerowe, mogą być stosowane do zwiększenia przepływu informacji naukowo-technicznych w krajach i między krajami bez dokonywania translokacji geograficznej i tym samym pomagać w tworzeniu masy krytycznej niezbędnej dla innowacji.

Obydwa czynniki zależą od polityki społecznej i są ważne w procesie przyswajania zachodzących zmian, zachowania **tożsamości kulturalnej** i uzyskiwania pewnego stopnia niezależności naukowej i technicznej. Kulturowe znaczenie technologii informacyjno-telekomunikacyjnej jest oczywiste: jeżeli kraje rozwijające się nie podejmą zdecydowanej polityki i nie będą kierować stosowaniem nowych technologii do osiągania własnych celów i zamierzeń, ich zależność kulturowa wzrośnie.

Monopol operatorów pocztowo-telekomunikacyjnych w niemal wszystkich krajach przemysłowych już jest kwestionowany przez alternatywne instytucje prywatne świadczące usługi w tym samym zakresie; sytuacja taka ma szczególne miejsce w Stanach Zjednoczonych. Instytucje użyteczności publicznej muszą przeprowadzać u siebie zmiany polegające na: reorganizacji działu usług, wprowadzaniu nowych technik marketingu oraz promocji, określaniu nowych zasad ustalania taryf i liczenia opłat.

Gdy ostateczne bariery ochronne monopoli państwowych w telekomunikacji (oraz w usługach pocztowych) załamują się wraz z rozwojem możliwości elektroniki, korzystniejszy staje się rozwój najbardziej nowoczesnych przedsiębiorstw w tych sektorach, oferujących wyspecjalizowane usługi.

Spektakularny rozwój obejmuje już bieżąco usługi informacyjne, kulturalne i rozrywkowe.

Malejące koszty urządzeń wideo, powszechniejsze wykorzystywanie domowych terminali do łączności z bankami informacji, automatyzacja bibliotek oraz rozpowszechnianie się edukacji wspomaganiej komputerem, pobudzają rozwój wielu korporacji działających w tych dziedzinach. Poważne grupy finansowe i wydawnicze także kierują swą uwagę na te obszary.

W związku z możliwością elektronicznego przekazu informacji, przedsiębiorcy zajmujący się usługami kulturalnymi w zakresie przekazu informacji (książki, gazety, radio, telewizja, itd.) muszą dogłębnie przemyśleć możliwości wprowadzania nowych rodzajów oszczędności na wielką skalę.

Prawdę mówiąc, możliwości, jakie otwiera nowa technologia mogą prowadzić do całkowitej standaryzacji informacji i "dóbr kulturalnych". Ale mogłyby one również prowadzić do efektywnej indywidualizacji wyrobów wytwarzanych dla poszczególnych odbiorców. Obie te drogi stoją otworem i dostawcy informacji mogą wybrać jedną z nich. W tym przypadku również należy sformułować właściwe założenia przez wprowadzenie odpowiednich przepisów, jeżeli to będzie konieczne, aby osiągnąć możliwą dzięki mikroelektronice "indywidualizację" usług kulturalnych.

Przykładami są służby edukacyjne stosujące wideotekst i - w sposób bardziej ogólny - nauczanie z wykorzystaniem telewizji, które w wielu krajach odgrywa ważną rolę społeczną.

Szczególne miejsce trzeba przyznać telewizji szkoleniowej, która może stosować różne media, łącznie z bezpośrednią telewizją sate-



litarną. W krajach rozwijających się i krajach o niskiej gęstości zaludnienia ta technika szkolenia oferuje szczególnie dobre perspektywy wzrostu, który jednak może być ograniczony przez koszty.

Programy w krajach uprzemysłowionych poświęcone edukacji i szkoleniu zawodowemu pozostają ograniczone, a mogłyby być znacznie rozszerzone.

Technika kablowa może zapewnić wystarczającą liczbę kanałów, a częściowe zastosowanie odpłatności mogłoby nawet pomóc w zapewnieniu funduszy, gdyby okazało się to konieczne.

Nawet po tych stwierdzeniach poszukiwanie implikacji kulturalnych może się wydać paradoksalne w czysto materialnej technice, jaką jest telekomunikacja. Jednakże właśnie rozwój urządzeń telekomunikacyjnych, w szerokim sensie, dostarcza głównego narzędzia do rozpowszechniania kultury i tradycji i ten rozwój ostatecznie stwarza warunki do oryginalnej twórczej pracy. W pewnym stopniu to właśnie infrastruktura telekomunikacyjna tworzy różnice między krajami zorientowanymi do wewnątrz i tymi, które sięgając na zewnątrz, wzbogacają cały świat. Dotyczy to określonej polityki kulturalnej.

Olbrzymią rolę odgrywa i chyba będzie odgrywać telewizja w różnej jej formie.

Zostawiając na boku przemysł urządzeń audiowizualnych, zresztą mający ogromne znaczenie, przesyłanie i nadawanie programów telewizyjnych zależy od urządzeń telekomunikacyjnych, czy to od standardowych sieci telekomunikacyjnych, czy od sieci specjalnych (radiodyfuzja, przesyłanie kablowe, nadawanie bezpośrednie z satelitów itd.). Pojawienie się telewizji wysokiej rozdzielczości powinno być faktem znaczącym, szczególnie w zależnościach między telewizją i kinem.

Sieć kablowa, już wysoko rozwinięta w wielu krajach europejskich i będąca głównym medium przesyłowym silnie rozwiniętym w Stanach Zjednoczonych, mogłaby uzyskać nowy impuls do



rozwoju poprzez integrację sieci telekomunikacyjnych i transmisji programów. Rozwój taki, możliwy dzięki spadkowi cen światłowodów, niestety jest hamowany przez przepisy w niektórych krajach.

Główną dziedziną wzrostu dla sieci kablowych w sferze kultury jest dziedzina programów abonowanych lub opłatach za oglądanie. Wynikiem tego systemu opłat jest przekształcenie telewizji z medium masowego na medium specjalizowane, osiągające swą opłacalność mimo ograniczonej liczby widzów. Ponieważ w tych warunkach jest możliwe produkowanie programów dla ograniczonego kręgu zainteresowanych, programów, które poprzednio nie mogły się w żaden sposób opłacać, można spodziewać się rewolucji w całym przemyśle ich produkcji. Udany przykładem może tu być Canal Plus we Francji, cieszący się wspaniałym zdrowiem finansowym, mimo ograniczonej liczby widzów. W połączeniu z rozwojem telewizji wysokiej rozdzielczości zjawisko to może również prowadzić do różnicowania metod dystrybucji filmów.

Wydaje się, że bezpośrednia radiodyfuzja satelitarna będzie silnie się rozwijać, aczkolwiek jej rozwój ograniczają problemy zyskowności oraz ograniczoność dostępnych częstotliwości i pozycji orbitalnych. Ponadto sprzęt odbiorczy jest znacznie droższy ze względu na dużą liczbę różnych standardów. Harmonizacja wydaje się pożądana. Należy dodać, że - mając na uwadze równoległość rozwoju technik kablowych - należy czynić te wysiłki w kierunku wykorzystania obu mediów jako uzupełniających się.

Patrząc ponad te problemy techniczne i ekonomiczne należy pamiętać, że bezpośrednia radiodyfuzja satelitarna w sferze treści programów ma duże znaczenie deregulacyjne: bocznikuje ona instytucjonalne źródła informacji.

Telewizja wielkiej rozdzielczości prawdopodobnie rozwinie się znacznie do końca stulecia. Jednak niektóre programy będą wymagały specjalnej produkcji dla niej, a powinna ona także wchodzić w obszar rynku filmowego.

Rozwój radiodifuzji kablowej i bezpośredniej satelitarnej stopniowo wzmacnia telewizję z uszczerbkiem dla filmu i teatru; zjawisko to zaznaczy się jeszcze bardziej po pojawieniu się telewizji wielkiej rozdzielczości. Konieczny wydaje się tu zrównoważony rozwój wszystkich mediów.

Wielostronne zainteresowanie i współzawodnictwo między niezależnymi źródłami pracy twórczej nieuchronnie prowadzą do pluralizmu opinii, informacji i programów, dając w ten sposób znaczne korzyści dla kultury, a także zaspokajając wymagania demokracji.

W przypadku powstania dużych organizacji z wieloma mediami, ze względu na ryzyko dominacji kulturowej, należy demaskować i trzymać pod kontrolą monopole nad całymi kanałami, szczególnie wtedy, gdy medium jest identyfikowane z treścią informacji.

"Piractwo" oryginalnych prac zapisanych na kasetach audio i wideo jest przekleństwem świata kultury, porównywalnym z nielegalnym kopiowaniem programów w świecie komputerowym. Szeroki rozwój złożonych urządzeń łączności prawdopodobnie będzie prowadzić do dalszego rozszerzania się tego typu przywłaszczenia. Pomijając metody techniczne, mające mały skutek odstraszający (jak metoda szyfrowania), odpowiednia wspólna legislacja jest jedyną drogą załatwienia tej sytuacji.

Reasumując, sfera kultury jest bardzo czuła na rozwój techniki telekomunikacyjnej. Jeśli telewizja wielkiej rozdzielczości może mieć decydujący wpływ na przemysł filmowy, rozpowszechnienie się sieci kablowej i potencjał reprezentowany przez radiodifuzję z wykorzystaniem satelitów powinny spowodować bezprecedensowy wzrost podaży programów.

Pomoc dla kluczowej sfery produkcji mogłaby przyjść ze strony innowacji: systemów abonenckich i opłacanych na żądanie. Tak więc, jeśli będą one dobrze kontrolowane, nowe urządzenia łączności mogą sprzyjać twórczości kulturalnej.

Wydaje się, że na zakończenie rozważań o aspektach kulturalnych, warto przytoczyć deklarację obradującego w listopadzie ubiegłego roku V Forum Telewizji i Filmu (uczestniczyli w nim przedstawiciele 16 krajów).

Deklaracja ta konfrontuje oczekiwania telewidzów i radiosłuchaczy z błyskawicznie zmieniającym się środowiskiem mediów. Oto cztery zasady tej deklaracji.

1. Rządy i organizacje radiowo-telewizyjne powinny respektować stanowisko odbiorców, pragnących mieć prawo wypowiedzenia swych opinii na temat telewizji.
2. W sytuacji, gdy potrzeby telewidzów zaczną być traktowane poważnie, zobowiązują się oni występować jako grupa zorganizowana, dobrze poinformowana, jasno i wyraźnie formułująca swe postulaty. Organizacje reprezentujące i chroniące interesy konsumentów powinny doceniać znaczenie telewizji w życiu odbiorców oraz potrzebę propagowania praw konsumentów na antenie - zarówno stacji publicznych, jak i prywatnych.
3. Rządy powinny uznać za znaczący wkład, jaki telewizja wnosi w poprawę jakości życia, swobody wypowiedzi i promocję kultury narodowej.
4. Organizacje ponadnarodowe i międzynarodowe, takie jak Rada Europy czy EWG, powinny przyczynić się do ustanowienia międzynarodowych zasad działalności telewizyjnej, które traktowałyby spełnianie oczekiwań odbiorców jako jeden z podstawowych celów. Należy też wyciągnąć wnioski z faktu, że skoro telewizja nie jest dziś związana z granicami narodowymi, trzeba uznać ją raczej za służbę społeczną czy kulturalną niż za produkt działalności handlowej.

## 8. WNIOSKI

Wydaje się, że najrozsądniejszym będzie przedstawienie wniosków z niniejszego opracowania z uwzględnieniem ustaleń, jakie zostały podjęte przez odpowiednie Komisje Unii Europejskiej.

Telekomunikacja jest w samym sercu trzeciej rewolucji technicznej i przechodzi obecnie intensywne zmiany w całym świecie: deregulację, postęp techniczny, rozwój w świecie pracy, przemiany w krajobrazie przemysłowym i kulturowym.

Usługodawcy telekomunikacji są zachęceni do poprawy organizacji, podnoszenia wydajności, modernizacji sieci oraz - przez wprowadzenie gamy nowych usług - do zwiększenia liczby i elastyczności usług.

Skutki ekonomiczne, socjalne i kulturowe nie mogą być z samej swojej istoty zbyt wymierne.

1. Rzeczywista okazja dla całej Europy leży w rozwoju usług dodatkowych. Wymaga to sieci transmisji danych o dobrej jakości i musi być wsparte przez gęstą sieć firm programistycznych i wysoko wydajny przemysł oprogramowania.
2. Zatrudnienie, które jest ściśle związane ze wzrostem ekonomicznym, powinno przede wszystkim skorzystać z tworzenia się "nowych przedsięwzięć", związanych z powstaniem usług dodatkowych. Równolegle, edukacja i szkolenie zawodowe muszą znaleźć nowe, efektywne środki wyrażania się.
3. Sferą, która powinna uzyskać rozsądne rozwiązanie, jest przemysł elektroniczny powszechnego użytku; przy stosowaniu wszystkich metod transmisji (kable, fale radiowe, satelity) wydaje się to być sprawą podstawową.
4. Sektor sprzętu telekomunikacyjnego wymaga istotnego wzmocnienia.
5. W sferze kultury powinno być możliwe bezprecedensowe rozpowszechnianie programów, dzięki wzrostowi liczby nośników

(kable, fale radiowe, satelity) oraz możliwości integracji sieci telekomunikacyjnej i środków transmisji programów.

6. Potencjał interakcyjnego stosowania, szczególnie dla programów płatnych na żądanie, może pomóc w rozwiązaniu problemu finansowania nowych programów i w pewnym stopniu przekształcić telewizję w raczej specjalistyczne, a nie masowe medium, co może przynosić dochód przy mniejszych grupach abonentów.
7. Jednakże rozpowszechnienie nowych metod powinno być połączone z pluralizmem informacji; w szczególności identyfikacja medium transmisji z jej treścią niesie potencjalną groźbę dominacji kulturowej, co musi być wykrywane i kontrolowane.

Niniejsze opracowanie należy traktować jako osobiste poglądy autora.

Анджей Совиньски

## ОБЩЕСТВЕННЫЕ И СОЦИАЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ РАЗВИТИЯ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИИ

### Резюме

В исследованиях над развитием телекоммуникации проводимых в мире, много места занимают позатехнические вопросы - значения и влияния развития этой отрасли техники на развитие общества. В Польше в виду намерений и необходимости усиленного развития телекоммуникации должны учитываться также общественные и культурные аспекты этого развития. Настоящая статья является первой попыткой расширенной работы по эту тему.



Andrzej Sowiński

## COMMUNAL AND SOCIAL ASPECTS OF THE TELECOMMUNICATION PROGRESS

### S u m m a r y

The study of the telecommunication progress carried on in the world gives much attention, apart from technical realizations, to non-technical problems, being of importance and having influence on the development of the society. In Poland, in the face of the plans and the necessity of the intensive growth of the telecommunication, the social and cultural implications of this growth cannot be taken into account. The present elaboration is the first attempt of a more large paper on this subject.

Andrzej Sowiński

## ASPECTS SOCIAUX ET D'EXISTENCE DU DEVELOPPEMENT DES TELECOMMUNICATIONS

### R é s u m é

Les études sur le développement des télécommunications, effectuées au monde, se concentrent non seulement sur les problèmes techniques, mais en outre sur d'autres questions, ayant son importance et l'influence au progrès de la société. En Pologne, vu les buts et nécessités du développement augmenté des télécommunications polonaise, il faut prendre en considération ses implications sociales et culturelles. La présente élaboration est la première preuve d'un travail à ce sujet.

Andrzej Sowiński

**GESELLSCHAFTLICHE UND SOZIALE ASPEKTEN DER  
ENTWICKLUNG DER TELEKOMMUNIKATION**

**Z u s a m m e n f a s s u n g**

Durchgeführten in der Welt Untersuchungen der Entwicklung der Telekommunikation grosse Beachtung ausser technischen Lösungen schenken den aussertechnischen Probleme, die Bedeutung und der Einfluss auf die Entwicklung der Gesellschaft haben. Im Polen den Beabsichtigungen und Notwendigkeiten der wachsenden Entwicklung der Telekommunikation gegenüber gesellschaftliche und kulturelle Implikationen dieser Entwicklung können nicht in Betracht nicht gezogen werden. Diese Bearbeitung ist die erste Probe umfangreicher Arbeit auf dieses Thema.

## AUTORZY



Doc. dr inż. Włodzimierz Barjasz urodził się w 1932 r. w Łodzi. Studia na Wydziale Łączności Politechniki Warszawskiej ukończył w 1955 r. W Instytucie Łączności pracuje od 1953 r., specjalizując się w zagadnieniach teletransmisji przewodowej. Od 1965 r. kierował Pracownią Systemów Współosiowych, a od 1972 r. był kierownikiem Zakładu Teletransmisji Przewodowej. W 1978 r. uzyskał stopień doktora nauk technicznych. W latach 1987-93 był zastępcą dyrektora Instytutu Łączności ds. badawczo-rozwojowych, a od listopada 1993 r. pełni obowiązki dyrektora naczelnego Instytutu Łączności. Jest autorem licznych publikacji naukowo-technicznych, a także laureatem nagrody państwowej za opracowanie, wraz z zespołem, rodziny systemów współosiowych.



Doc. dr inż. Arnold Kawecki, urodzony w 1927 r., ukończył studia w 1951 r. na Wydziale Elektrycznym Politechniki Gdańskiej, specjalność: radiotechnika. Do 1964 r. pracował w Przemysłowym Instytucie Telekomunikacji w dziedzinie radiolokacji (konstrukcja urządzeń radiolokacyjnych), a następnie w Instytucie Meteorologii i Gospodarki Wodnej, zajmując się problemami wykorzystania radiolokacji do pomiaru opadów atmosferycznych na wielkich terytoriach i do ostrzegania lotnictwa przed niebezpiecznymi

zjawiskami. Stopień doktora nauk technicznych uzyskał w 1968 r. na Wydziale Elektroniki Politechniki Warszawskiej. Od 1978 r. pracuje w Instytucie Łączności w dziedzinie propagacji fal w mikrofalowych liniach ziemskich i satelitarnych. Współpracuje z europejskimi organizacjami badawczymi COST i OPEX. Jest autorem ponad 60 publikacji, kilkunastu projektów urządzeń oraz konstrukcji radarowych.



Mgr inż. Franciszek Kotz urodził się w 1934 r. w Warszawie. Studia inżynierskie ukończył na Wydziale Elektrycznym Politechniki Warszawskiej w 1956 r., a studia magisterskie na Wydziale Łączności tej uczelni w 1966 r., uzyskując tytuł magistra inżyniera o specjalności z zakresu automatyki. Pracę zawodową rozpoczął w 1956 r., początkowo na PKP w Oddziale Elektrotrakcyjnym, następnie w Biurze Projektowo-Konstrukcyjnym Huty "Warszawa", potem w samej Hucie "Warszawa" - jako kierownik ruchu elektrycznego. W 1964 r. przeszedł do pracy w Zakładzie Badań i Studiów Teletechniki (ZBiST), gdzie specjalizował się w dziedzinie energetycznych urządzeń zasilających na potrzeby telekomunikacji. W 1972 r. - po włączeniu ZBiST w skład Instytutu Łączności - za całokształt pracy naukowo-badawczej otrzymał tytuł adiunkta naukowo-badawczego. W Instytucie Łączności pracuje do dnia dzisiejszego w Zakładzie Energetyki Łączności, pełniąc przez szereg

lat funkcję kierownika Pracowni Zespołów Prostownikowych. Opracował wiele układów sterowania i regulacji, głównie dla tyrystorowych zespołów prostownikowych. Posiada na swoim koncie 6 patentów z tej właśnie dziedziny.



Ewa Wielowieyska, urodzona w 1952 r. w Warszawie, studiowała na Wydziale Matematyki i Mechaniki Uniwersytetu Warszawskiego, kierunek: informatyka. Absolutorium uzyskała w 1977 r. Od 1978 r. była zatrudniona w Zakładzie Metod i Analiz Matematycznych AWF w Warszawie. Zajmowała się problematyką przetwarzania danych, głównie do opracowań statystycznych. Od 1982 r. pracuje w Instytucie Łączności w Warszawie w dziedzinie propagacji fal w mikrofalowych liniach ziemskich i satelitarnych. Bierze udział w opracowaniu systemu automatycznej rejestracji i przetwarzania danych radiometeorologicznych do badań propagacji fal radiowych w zakresie powyżej 10 GHz. Uczestniczy także w programach badawczych COST 235 i OPEX/ESA.

Doc. dr inż. Marian Ligmanowski - notkę biograficzną wydrukowano w Pracach Instytutu Łączności, nr 87, 1980.

Prof. dr inż. Andrzej Sowiński - notkę biograficzną wydrukowano w Pracach Instytutu Łączności, nr 99, 1992.



