

Optymalizacja sieci telekomunikacyjnej państwa – prace prowadzone w latach siedemdziesiątych w Instytucie Łączności

Krystyn Plewko

Przedstawiono przesłanki podjęcia prac związanych z optymalizacją sieci telekomunikacyjnej oraz organizację zespołów badawczych, pracujących nad tym zagadnieniem. Omówiono program działań, zmierzających do stworzenia komputerowych systemów (MARS i KOSMOS) do projektowania optymalnego rozwoju krajowych sieci telefonicznych oraz transmisyjnych przewodowych i radiowych. Oceniono rezultaty prac badawczych optymalizujących, za pomocą tych systemów, krajowe sieci telekomunikacyjne pod względem ich budowy i niezawodności działania.

sieci telekomunikacyjne, komputerowe metody optymalizacji sieci, optymalizacja niezawodności sieci, optymalizacja kosztów budowy sieci

Wprowadzenie

Polska telekomunikacja w końcu lat sześćdziesiątych była w opłakanym stanie. Telefon domowy był dobrem trudno dostępnym, a w biurach i urzędach – wyposażeniem rzadkim. Obszary wiejskie były niemalże pozbawione infrastruktury telefonicznej, a w miejskich aglomeracjach liczba telefonów była większa niż na wsiach, ale daleka od oczekiwań mieszkańców. Pod względem gęstości telefonów (na stu mieszkańców) zajmowaliśmy niechlubne, przedostatnie miejsce w Europie. Pod względem technicznym również nie było dobrze: centrale telefoniczne (czasami ręczne) i linie teletransmisyjne były analogowe, a kable prawie wyłącznie o żyłach miedzianych. Były też nieliczne linie radiowe o małej krotności.

W resorcie łączności planami budowy, rozbudowy i modernizacji obiektów telekomunikacyjnych, a więc central telefonicznych różnego przeznaczenia i kablowych linii teletransmisyjnych, zajmowało się Biuro Studiów i Projektów Łączności (BSiPŁ). Pracowali w nim wybitni specjaliści, przygotowujący dokumentację tylko na podstawie przesłanek eksperckich, nie wykorzystując długookresowych wizji rozwoju sieci telekomunikacyjnej.

Ten stan niedorozwoju telefonii, wynikający z braku należytych środków na inwestycje telekomunikacyjne, budził niepokój w środowiskach technicznych i naukowych. W perspektywie upływu dalszych lat mógł on spowodować niedorozwój całej gospodarki Polski. Z inicjatywy środowisk naukowych Polskiej Akademii Nauk (PAN) i środowisk technicznych Stowarzyszenia Elektryków Polskich (SEP) powstały liczne prognozy oraz memoriały, niektórych z nich byłem współautorem [1], [2]. Były one zamawiane przez Komitet Elektroniki i Telekomunikacji PAN i następnie kierowane do władz. Ważną rolę w tych działaniach mieli profesorowie Witold Nowicki i Stanisław Sławiński.

Opóźnienia działań w różnych obszarach nauki i techniki spowodowały, że władze postanowiły utworzyć finansowe i organizacyjne ramy przyspieszające badania – było to kilkanaście tzw. „centralnych problemów węzłowych”, przewidzianych do realizacji w pięcioleciu 1971–1975. Jednym z tych problemów był centralny problem węzłowy 06.5.1 pod nazwą „Rozwój telekomunikacji – systemy

i urzędzenia”. Koordynatorem tego problemu został wyznaczony Instytut Łączności (IŁ), a jego kierownikiem – dyrektor Instytutu prof. dr inż. Andrzej Zieliński.

Problem ten merytorycznie obejmował wszystkie dziedziny telekomunikacji, którymi zajmował się Instytut Łączności, a w szczególności dotyczył badań, zmierzających do opracowania i wdrożenia do produkcji oraz eksploatacji nowoczesnych systemów i urządzeń telekomunikacyjnych. Na podstawie decyzji dyrektora Instytutu prof. dr inż. A. Zielińskiego byłem w latach 1971–1973 jego pełnomocnikiem ds. problemu węzłowego 06.5.1, sekretarzem naukowym Zespołu Koordynacyjnego tego problemu oraz kierownikiem Zespołu Zakładów ds. Programowania Rozwoju Sieci Telekomunikacyjnych. Ale był to odrębny tok mojej działalności naukowej w tym okresie.

Zakład Sieci Telekomunikacyjnych i jednostki współpracujące

W marcu 1971 r. dyrektor Instytutu Łączności, w wyniku reorganizacji Instytutu, przeniósł mnie ze stanowiska kierownika Zakładu Miernictwa na stanowisko kierownika Zakładu Sieci i Systemów Telekomunikacyjnych, który wkrótce otrzymał nazwę Zakładu Sieci Telekomunikacyjnych. Jednocześnie dyrektor Instytutu powierzył mi koordynację podproblemu dotyczącego programowania, prognozowania i planowania rozwoju sieci telekomunikacyjnych.



Przewodniczący Rady Naukowej Instytutu Łączności prof. Janusz Groszkowski, wręczający dyplom doktorski Krystynowi Plewce

Realizacja tego zadania wymagała odpowiedniej struktury organizacyjnej zakładu. Konieczne było także opracowanie stosownego planu, koordynującego prace badawcze przewidziane do realizacji w tym zakładzie oraz w innych placówkach badawczych.

W Zakładzie Sieci Telekomunikacyjnych powołano następujące zespoły: Pracownię Sieci Telefonicznych (kierownik doc. dr inż. Andrzej Klimontowicz), Pracownię Sieci Teletransmisyjnych (kierownik mgr inż. Andrzej Brodowski), Pracownię Sieci Linii Radiowych (kierownik inż. Lucjan Gęborys) i Pracownię Sieci Transmisji Danych (kierownik mgr inż. Andrzej Kozuchowski). Utworzono

też zespół ekonomiczny (mgr inż. Antoni Boglewski) oraz odpowiednio wyposażone archiwum zakładowe.

W ramach planu koordynacyjnego dotyczącego tematyki sieciowej współpracowały z Instytutem Łączności następujące jednostki badawcze: Instytut Teleelektroniki Politechniki Warszawskiej, Instytut Automatyki Politechniki Warszawskiej, Instytut Telekomunikacji Wojskowej Akademii Technicznej oraz Instytut Organizacji i Planowania Polskiej Akademii Nauk. Tematyka prac prowadzonych w tych instytucjach miała charakter badań podstawowych, dotyczących między innymi: teorii grafów w zastosowaniu do topologii sieci telekomunikacyjnych, właściwości nieblokowlanych (100% dostępności) układów komutacyjnych w zastosowaniu do central telefonicznych oraz metod prognozowania i optymalizacji sieci.

Założenia i program badań w obszarze programowania sieci telekomunikacyjnych

Z przyczyn oczywistych należyte ukierunkowanie prac prowadzonych w Zakładzie Sieci Telekomunikacyjnych w latach 1971–1975 wymagało przygotowania odpowiedniego programu badań. Było to przedmiotem intensywnych prac wstępnych, prowadzonych pod moim kierunkiem w zespołach: doc. dr inż. A. Klimontowicza, mgr inż. A. Brodowskiego, inż. L. Gęborysa, mgr inż. A. Kożuchowskiego i mgr inż. A. Boglewskiego. Ustalono, że limit czasowy badań będzie dwudziestoletni (tj. do 1990 roku), a głównym przedmiotem badań będzie międzymiastowa sieć telefoniczna, ze szczególnym uwzględnieniem trójwarstwowej sieci międzymiastowej w nowym podziale administracyjnym kraju na 49 województw. Będzie też badana sieć teletransmisyjna, łącząca ze sobą telefoniczne centrale międzymiastowe i międzynarodowe. Ustalono przy tym, że udział ruchu telegraficznego (dalekopisowego) oraz transmisji danych jest na tyle mały, że można przyjąć, że mieści się w rezerwach rozwojowych sieci. Założono więc, że dalszy rozwój sieci będzie zdeterminowany przez ruch telefoniczny. Przyjęto również, że gwiazdzysta struktura sieci miejscowych z ich centralami miejscowymi nie wymaga złożonych działań optymalizacyjnych, ale sieci te są niepomijalnym źródłem ruchu telefonicznego, który powinien być badany, oceniany i uwzględniany.

Przyjęto także wstępne założenie, że wszędzie tam, gdzie będzie to uzasadnione rozmiarami lub złożonością rozwiązywanych problemów, będą stosowane matematyczne narzędzia z wykorzystaniem technik komputerowych. W Instytucie Łączności już w tym czasie działał resortowy ośrodek obliczeniowy wyposażony w komputer Odra, o dość małej mocy obliczeniowej, taśmowych pamięciach masowych oraz wejściach, służących do wprowadzenia programów i danych wyposażonych w czytniki kart typu Hollerith. Takie były ówczesne realia techniki obliczeniowej.

Modele ruchu telefonicznego

Założono, że podstawą metod optymalizacji sieci będą modele generowania i rozplywu ruchu telefonicznego wyznaczone dla kolejnych momentów czasowych, to jest w latach 70. (stan aktualny) i 75., 80., 85. oraz 90. (prognozy). Całościowo rozpatrywany ruch telefoniczny jest zależny od dwóch czynników: liczby abonentów w odpowiednim momencie czasu oraz od uśrednionego dla wszystkich abonentów generowanego ruchu, a więc liczby połączeń i czasu ich trwania. Z powyższych względów należało uzyskać odpowiednie aktualne dane od służb eksploatacyjnych, gdzie rutynowo są one mierzone na wejściach i wyjściach central telefonicznych. Wykorzystując te dane, należało oszacować, jaka część generowanego ruchu zamyka się w obrębie sieci miejscowych, a jaka część

ruchu trafia do sieci central międzymiastowych, innymi słowy mówiąc, jaka część generowanego ruchu jest agregowana na wejściach końcowych central międzymiastowych.

Istotnym zagadnieniem badawczym było przyjęcie modelu rozptyłu tego zagregowanego ruchu w centralach końcowych. Modelem tym był empiryczny, „grawitacyjny model zainteresowań ruchowych”, w którym ruch telefoniczny przepływający z jednej do innej centrali końcowej jest proporcjonalny do iloczynu zagregowanych „mas abonentów” odpowiednich central i odwrotnie proporcjonalny do kwadratu odległości między tymi centralami. Wyniki tych obliczeń można ująć w postaci macierzy symetrycznej o liczbie wierszy i kolumn odpowiadającej liczbie uwzględnionych w badaniach centrali końcowych. Macierz ta jest odpowiednikiem wieloboku zupełnego, łączącego każdą centralę końcową z dowolną inną centralą. Tak skonstruowany aktualny model rozptyłu ruchu może służyć do weryfikacji rozptyłu ruchu w istniejącej sieci telefonicznych central końcowych, tranzytowych i głównych.

Dla kolejnych modeli przyszłościowych (prognostycznych) jest niezbędne wyznaczenie danych podstawowych. Ogólnym parametrem jest założony całkowity wzrost liczby abonentów telefonicznych. Parametr ten jest krytyczny, gdyż – według ówczesnych szacunków – przyrostowi każdego pojedynczego abonenta odpowiada konieczność zainwestowania w rozbudowę sieci około 1 tysiąca dolarów. Przyrost miliona nowych abonentów wymaga więc zainwestowania w rozbudowę sieci miliarda dolarów. W porozumieniu z Ministerstwem Łączności przyjęto uzgodnioną prognozę możliwych do uzyskania kwot inwestycyjnych, a tym samym zakładanego całościowego wzrostu liczby telefonów.

Na podstawie danych otrzymanych z Głównego Urzędu Statystycznego utworzono bazę danych demograficzno-gospodarczych i dla modelu nowego podziału administracyjnego państwa na 49 województw wyznaczono prognostyczne modele liczby ludności dla tych województw i cząstkowe gestości telefoniczne, które były zależne od charakteru zurbanizowania tych obszarów oraz ich rozwoju gospodarczego (tereny rolnicze i przemysłowe). Uwzględniono także fakt, że wzrostowi liczby abonentów odpowiada również odpowiednio ustalony wzrost ich aktywności ruchowej. Na tej podstawie wyznaczono stosowne nowe modele zainteresowań ruchowych. Niestety nie potrafię zilustrować tych rozważań odpowiednimi danymi liczbowymi, gdyż ze względu na upływ czasu zatarły się one w pamięci, a odnalezienie danych archiwalnych jest praktycznie niemożliwe. Ponadto odpowiednia dokumentacja gromadzona w archiwum zakładowym była bardzo obszerna, liczyła dziesiątki tomów.

Grafy międzymiastowej sieci telefonicznej

Międzymiastową sieć telefoniczną można przedstawić w postaci grafu, w którym jego węzły są międzymiastowymi centralami telefonicznymi, a gałęziami – wiązki łączy telefonicznych. W polskich warunkach sieć ta miała strukturę trójwarstwową. Najniższą warstwę tworzyły międzymiastowe centrale końcowe, pośrednią warstwę – centrale tranzytowe, a najwyższą warstwę – centrale główne. Ponadto były jedna lub dwie centrale międzynarodowe. W centralach tranzytowych był agregowany (rozdzielany) ruch pochodzący lub kierowany z/do central końcowych, a w centralach głównych podobnie z central tranzytowych.

Struktura grafu sieci, a więc liczba centrali i liczba gałęzi, była determinowana przez kilka czynników. Pierwszym z nich była stochastyczna natura ruchu telefonicznego, a zatem fluktuacja jego wartości w czasie. Żądanie zestawiania połączeń telefonicznych, które nie mogły być obsłużone przez określoną centralę ze względu na tzw. „natłok”, były kierowane drogami obejściowymi do następnych central. Drugim czynnikiem uwzględnianym w strukturze grafu była zawodność sieci, a więc uszkodzenia central lub gałęzi grafu, czyli systemów transmisyjnych oraz linii kablowych. Trzecim czynnikiem były aspekty ekonomiczne, koszty związane ze wzrostem pojemności central i koszty budowy

linii transmisyjnych, a zatem i ich przepustowości, będącej funkcją liczby utworzonych kanałów telefonicznych. Ostatnim czynnikiem były aspekty rozwojowe sieci, która z biegiem czasu powinna obsługiwać wzrastający ruch. Ten aspekt uwidocznił się w przewidywaniach zmian grafu sieci, a więc budowy nowych węzłów lub gałęzi albo ich rozbudowy. Ta część badań modeli była najtrudniejsza. Wykorzystywano tu metody i algorytmy uzyskiwane między innymi z prac prowadzonych poza Instytutem. W Zakładzie Sieci Telekomunikacyjnych utworzono bazy danych, zawierające informacje dotyczące kosztów budowy nowych lub rozbudowy istniejących central telefonicznych.

Linie transmisyjne międzymiastowej sieci telefonicznej

Podstawowym parametrem niezbędnym do planowania linii transmisyjnej była liczba kanałów telefonicznych, łączących dwie centrale międzymiastowe. Budowa linii, kablowej lub radiowej, podobnie jak i centrali, była inwestycją kosztowną oraz zaplanowaną na długi okres jej eksploatacji. Liczba możliwych do utworzenia kanałów zależała od liczby torów miedzianych zawartych w kablu oraz od krotności systemów transmisyjnych wykorzystujących te tory. Zazwyczaj liczba torów w kablu była nadmiarowa, umożliwiając zwiększenie jej przepustowości w znacznych granicach. Wykorzystując jeden tor, można było też instalować na nim urządzenia systemów transmisyjnych o różnych krotnościach. Przeważnie im była większa krotność takiego systemu, tym gęściej trzeba było umieszczać wzmacniaki przelotowe. Podobnie można było w transmisyjnych liniach radiowych zwiększać ich przepustowość, umieszczając na wieżach antenowych kolejne anteny (tory radiowe) lub zmieniać zainstalowane systemy transmisyjne na inne o większej krotności.

Przy planowaniu budowy nowych linii transmisyjnych lub rozbudowy już istniejących krytycznym zagadnieniem były koszty inwestycyjne. Należało unikać zbędnego przeinwestowania, w określonym czasie, wyposażając linie w urządzenia, które nie byłyby wystarczająco wykorzystywane. W Zakładzie Sieci Telekomunikacyjnych utworzono stosowne bazy danych, obejmujące różnego rodzaju kable oraz analogowe systemy transmisyjne o różnej krotności, koszty ich zakupu i instalacji. Podobnie postępowano w przypadku linii radiowych, w których uwzględniono ich rodzaje, a mianowicie linie o bezpośredniej widoczności anten, linie pozahoryzontalne oraz linie wykorzystujące, tak zwane rozproszenie troposferyczne. Przy planowaniu tych linii brano pod uwagę też zagadnienie ich niezawodności ze względu na warunki pogodowe transmisji.

Opracowano odpowiednie algorytmy i programy komputerowe, które – dla założonego wzrostu w czasie pojemności tych linii – tworzyły rozwiązania alternatywne inwestycji i wyznaczały ich koszty, co umożliwiało przyjęcie wariantu optymalnego ekonomicznie. Podsystem ten nazwano MARS 1.

System komputerowy MARS i jego wykorzystanie

Zbiór baz danych, metody optymalizacyjne, odpowiednie algorytmy i programy komputerowe nazwano systemem MARS (skrót od maszynowej analizy rozwoju sieci). W tym okresie w Instytucie Łączności był komputer Odra. Budowa systemu MARS, wykorzystującego ten komputer, trwała kilka pierwszych lat 70., a jego wstępne zastosowania uzyskano w latach 1974–1975. Stosując wcześniej opisaną metodykę badań oraz wyniki obliczeń cząstkowych, tworzone wariantowe modele sieci międzymiastowej o różnych grafach i dla kolejnych horyzontów czasowych. Uwzględniono przy tym koszty budowy lub rozbudowy węzłów sieci (central międzymiastowych) i gałęzi sieci (linii międzycentralowych). Do dalszych badań wybierano rozwiązania mniej kosztowne i bardziej niezawodne. Całość prowadzonych prac była dość żmudna i pracochłonna.

W tym miejscu chciałbym podkreślić ogromne ówczesne zaangażowanie wszystkich pracowników Zakładu Sieci Telekomunikacyjnych i szczególnie twórczy wkład merytoryczny kierowników pracowników, za co im gorąco dziękuję. Chcę również podziękować dyrekcji Instytutu, a w szczególności prof. dr inż. Andrzejowi Zielińskiemu, za żywe zainteresowanie prowadzonymi przez nas pracami i ich skuteczne wspieranie.

Rezultaty prowadzonych prac w pięcioleciu (1971–1975) były publicznie prezentowane na seminariach w Instytucie Łączności [3], [4] oraz na konferencjach [5]. Kierownictwu resortu łączności przekazano liczne i dość obszerne opracowania [6]–[8]. Wygłoszono też kilka odczytów: dla kierownictwa resortu [9], dla Rady Naukowo-Technicznej przy ministrze łączności [10], na zebraniu plenarnym Komitetu Elektroniki i Telekomunikacji PAN [11] oraz w BSiPŁ [12]. Zespół pracowników Zakładu Sieci Telekomunikacyjnych w 1975 r. został wyróżniony Nagrodą Ministra Łączności. Dokumentacja naukowo-badawcza opracowana w Zakładzie została ujęta w wielotomowych opracowaniach zbiorowych przekazanych do dyspozycji resortu.

Muszę z satysfakcją stwierdzić, że zarówno sama koncepcja systemu MARS, jak i zawarta w nim metoda badań optymalizacyjnych spotkała się wówczas, z uwagi na ich pionierski charakter oraz uzyskane rezultaty, z przychylnym zainteresowaniem kierownictwa resortu łączności, a także uznaniem środowisk naukowych. Efektem docenienia wagi naszych osiągnięć była decyzja kontynuowania tych prac również w latach 1976–1980.

System komputerowy KOSMOS

Pozytywne rezultaty prac prowadzonych w latach 1971–1975, w ramach problemu węzłowego 06.5.1 „Rozwój telekomunikacji – systemy i urządzenia”, spowodowały podjęcie decyzji o jego kontynuacji w latach 1976–1980, w ramach nowego problemu węzłowego 06.2 o nazwie jak poprzedni. Postanowiono też, że tematyka sieciowa będzie dalej prowadzona w podproblemie 11 pod tytułem „Prace poznawcze oraz prognozowanie i programowanie rozwoju sieci telekomunikacyjnych”.

W planie koordynacyjnym tego podproblemu utrzymano dalszą współpracę z naukowymi jednostkami zewnętrznymi, ale w nieco ograniczonym zakresie. Postanowiono jednocześnie, że Zakład Sieci Telekomunikacyjnych przy opracowywaniu stosownych dokumentów będzie ściśle współpracował z Centralnym Ośrodkiem Planowania i Organizacji Zarządzania (COPiOZ). Była to placówka badawczo-rozwojowa ówczesnego przedsiębiorstwa resortowego – odpowiednika obecnej Telekomunikacji Polskiej. Ta współpraca miała zapewnić przede wszystkim wdrożenie rezultatów prowadzonych prac w bieżącej działalności resortu łączności.

Założono, że opracowane w poprzednim pięcioleciu metody planowania sieci międzymiastowych będą, w zasadzie, utrzymane z drobnymi modyfikacjami. Zmieni się natomiast sposób korzystania z komputerowych obliczeń, gdyż Instytut Łączności pozyskał polskiej produkcji minikomputer, co prawda o mniejszych rozmiarach niż komputer Odra, ale o większej mocy obliczeniowej. Praca z tym mikrokomputerem była znacznie łatwiejsza, gdyż miał nowocześniejsze wejścia i wyjścia danych, między innymi dalekopisowe. Unowocześniono bazy danych i programy obliczeniowe. Horyzont prac badawczych przesunięto do 2000 r.

Potencjał merytoryczny Zakładu Sieci Telekomunikacyjnych został istotnie wzmocniony, gdyż zaczęli w nim pracować (na połowie etatu) dwaj wybitni emerytowani specjaliści: prof. Juliusz Grabowski, były kierownik Katedry Urządzeń Teletransmisyjnych i były dyrektor Instytutu Telekomunikacji Politechniki Warszawskiej, wspomagający nasze prace dotyczące systemów teletransmisyjnych, a także Henryk Baczko, były wiceminister w Ministerstwie Łączności, opracowujący w Zakładzie zagadnienia niezawodności linii teletransmisyjnych.

Współpraca z COPiOZ-em była owocna, gdyż już w 1976 r. została wyróżniona nagrodą Ministra Łączności za opracowanie „Koncepcji telekomunikacyjnej sieci międzymiastowej i międzynarodowej w Polsce dla stanu w przedziale lat 1990–1995”. Rezultatami wspólnych prac Instytutu Łączności i COPiOZ były m.in. następujące obszerne opracowania: „Koncepcje rozwoju telekomunikacji w Polsce do roku 2000” [13], „Program przyspieszenia automatyzacji międzymiastowej sieci telefonicznej” [14], „Projekt rozwoju telefonii międzymiastowej i międzystrefowej sieci telekomunikacyjnej na lata 1981–1990 oraz podstawowe kierunki dalszego rozwoju do roku 2000” [15].

Warto wspomnieć, że na początku lat osiemdziesiątych, w wyniku rewolucji związanej z technologią mikroelektroniczną (PC) pojawiły się na Zachodzie komercyjnie dostępne komputerowe systemy projektowania i optymalizacji sieci telekomunikacyjnych: amerykański „Opnet” i francuski system opracowany w Centre National d’Etudes des Télécommunications (CNET).

Obok głównego kierunku omawianych poprzednio prac, kontynuowano w latach 1976–1980 już wcześniej prowadzone wątki tematyczne. Była to współpraca międzynarodowa związana z modelowaniem „Wzajemnie powiązanej, zautomatyzowanej, kompleksowej sieci łączności krajów RWPG” (w skrócie WAKSS). Temat tej pracy „wieńczył” krajową sieć międzymiastową telefonicznymi połączeniami międzynarodowymi realizowanymi za pomocą central międzynarodowych. Innym wątkiem było opracowanie planu numeracji abonenckiej w nowym podziale administracyjnym kraju. Kontynuowano także prace dotyczące prognoz rozwoju transmisji danych typu punkt-punkt na potrzeby administracji i gospodarki (nie było wtedy internetu!).

W 1976 r. zorganizowano w IŁ konferencję międzynarodową pod nazwą „Zastosowanie elektronicznych technik obliczeniowych w łączności”, na której wygłosiłem dwa referaty [16] i [17]. Opublikowano wiele artykułów oraz wygłoszono kilka referatów na konferencjach o tematyce wiążącej się z działalnością Zakładu Sieci Telekomunikacyjnych. Opublikowano też referat zaprezentowany na konferencji we Francji [18].



Dyrektor Instytutu Łączności prof. Andrzej Zieliński ze swoim zastępcą doc. Krystynem Plewko

Niezwykle istotna była naukowa działalność licznej grupy pracowników Zakładu Sieci Telekomunikacyjnych, w którym prowadziłem seminaria doktoranckie. W latach 1973–1985 obroniły prace doktorskie w Instytucie Łączności (wymienione w kolejności alfabetycznej) następujące osoby: dr inż. Henryk Baczek, dr inż. Lucjan Gęborys, dr Jerzy Issajew (obrona w SGPiS), dr inż. Zbigniew Kowalski, dr inż. Andrzej Kożuchowski, dr inż. Janusz Maliszewski (mój doktorant), dr inż. Krystyna Palmowska, dr Aurelia Pawlicka, dr inż. Krystyn Plewko, dr inż. Józef Staniek. Ponadto przed Radą Naukową Instytutu Łączności obronił swoją pracę doktorską (byłem jego promotorem) pracownik Instytutu Telekomunikacji Politechniki Warszawskiej: dr inż. Władysław Grabowski (późniejszy organizator i pierwszy prezes Urzędu Regulacji Telekomunikacji i Poczty).

W latach osiemdziesiątych w Zakładzie Sieci Telekomunikacyjnych były w dalszym ciągu prowadzone prace o tematyce sieciowej pod kierownictwem dr inż. Andrzeja Kożuchowskiego w ramach kolejnego planu kontynuowanego przez Instytut Łączności. Nadzorowałem je z pozycji zastępcy do spraw naukowych dyrektora. Nie będę ich przedstawiać. Uważam, że wyniki tych prac były cenne, lecz nieco skromniejsze.

Refleksje po latach

Siegając myślami czterdzieści lat wstecz do 1970 r., jestem przekonany, że decyzje dotyczące zorganizowania skoordynowanych prac badawczych w obszarze całej telekomunikacji, a w szczególności dotyczące prognozowania, planowania i programowania rozwoju sieci telekomunikacyjnych, były niewątpliwie słuszne. Podstawą tych decyzji były niestrudzone wysiłki środowisk naukowych, zmierzające do docenienia znaczenia telekomunikacji w Polsce, między innymi liczne memoriały i apele formułowane przez profesorów Witolda Nowickiego oraz Stanisława Sławińskiego, pod auspicjami Polskiej Akademii Nauk i Stowarzyszenia Elektryków Polskich, kierowane do władz państwa.

Niestety nie doprowadziły one do przeznaczenia odpowiednich środków na inwestycje sieciowe i w dalszych latach stan telekomunikacji w Polsce pozostał żałosny, ale pozyskano znaczne środki finansowe na prowadzenie prac badawczych. Efekty tych prac były interesujące. Przykładowo można wskazać prace dotyczące opracowania technologii produkcji światłowodów oraz cyfrowych systemów transmisyjnych PCM (*Pulse Code Modulation*). Można także przytoczyć inne osiągnięcia techniczne i technologiczne – było ich wiele, w tym powyżej przedstawione.

Prace dotyczące rozwoju sieci, choć znaczące, nie zmieniły stanu zacofania polskiej telekomunikacji. Zabrakło pieniędzy na inwestycje sieciowe, które są kosztowne. Ówczesne władze preferowały rozwój przemysłu ciężkiego, a inwestowanie w usługi telefoniczne było na samym końcu. Udało się, w pewnej mierze, zmienić mentalność decydentów, co najmniej w resorcie łączności. Dostrzeżono, jak sądzę, że metody eksperckie planowania rozwoju sieci są nieefektywne i że zoptymalizowane metody planowania są znacznie bardziej istotne.

Lata osiemdziesiąte zostały zmarnowane pod względem rozwoju sieci telekomunikacyjnej. Stan wojenny oraz ograniczony dostęp do światowych osiągnięć w tej dziedzinie nie sprzyjał podejmowaniu śmiałych decyzji. Dopiero w latach dziewięćdziesiątych, po zmianie ustroju, w warunkach liberalnej gospodarki, powstały nowe możliwości działania. Sprywatyzowano przemysł telekomunikacyjny. Na rynku pojawił się w naszym kraju sprzęt światowych firm telekomunikacyjnych: Siemens, Alcatel i AT&T. Krajowy monopolista – Telekomunikacja Polska także została sprywatyzowana. Zmienił się również świat. Przeżyliśmy dwie rewolucje telekomunikacyjne: internet i systemy komórkowe. W Polsce został praktycznie rozwiązany problem telefonizacji kraju. Więcej jest dzisiaj telefonów, łącznie stacjonarnych i komórkowych, niż mieszkańców w Polsce.

Codziennie pojawiają się nowe usługi telekomunikacyjne, a konwergencja usług i technik jest niezwykle dynamiczna. Pozostało jednak niezmiennie wyzwanie – względy ekonomiczne wymagają skutecznego prognozowania i planowania rozwoju telekomunikacji we wszystkich jej wymiarach: usługowych, technicznych i inwestycyjnych.

Można śmiało stwierdzić, że komputerowe metody prognozowania, planowania i optymalizacji sieci były, są i będą w przyszłości niezbędnym składnikiem rozwoju telekomunikacji.

Bibliografia

- [1] Husarski L., Kowalczyk E., Plewko K.: *Memoriał w sprawie telefonizacji Kraju*. Red. Nowicki W. Warszawa, Komisja Główna Elektroniki i Telekomunikacji PAN, 1965
- [2] Plewko K.: *Prognoza problemów naukowych w zakresie teletransmisji*. Opracowanie cząstkowe w ramach: *Prognozy problemów naukowych w zakresie telekomunikacji*. Red. Sławiński S. Warszawa, Polska Akademia Nauk, 1967
- [3] Plewko K., Brodowski A.: *Zautomatyzowane metody badań rozwoju sieci telekomunikacyjnych*. Referat wygłoszony na seminarium IŁ pt. *Metodyka rozwoju telekomunikacji*. Pułtusk, Instytut Łączności, kwiecień 1974
- [4] Plewko K.: *Założenia rozwojowe wybranego modelu techniczno-ekonomicznego sieci telekomunikacyjnej*. Referat wygłoszony na seminarium IŁ pt. *Metodyka rozwoju telekomunikacji*. Pułtusk, Instytut Łączności, kwiecień 1974
- [5] Plewko K.: *Informatyczny system programowania rozwoju sieci telekomunikacyjnej – MARS*. Referat wygłoszony na konferencji SEP pt. *Rozwój sieci telekomunikacyjnej w Polsce w nowej strukturze administracyjnej Kraju*. Białowieża, Stowarzyszenie Elektryków Polskich, luty 1976
- [6] *Kompleksowa, zautomatyzowana sieć telekomunikacyjna Państwa. Koncepcja programu rozwoju do 1990 r.* Opracowanie zbiorowe. Red. i współautor Plewko K. Warszawa, Instytut Łączności, kwiecień 1975
- [7] *Podsystem MARS 1 – programowanie inwestycji etapowanych w gałęziach sieci telekomunikacyjnej*. Sześć tomów. Opracowanie zbiorowe. Red. i współautor Plewko K. Warszawa, Instytut Łączności, kwiecień 1975
- [8] *Opracowanie wstępnej koncepcji wielowarstwowego programu rozwoju 49 – węzłowej sieci międzywojewódzkiej na stan docelowy 1990 r. oraz stany przejściowe w latach 1980 i 1985*. Opracowanie zbiorowe. Red. i współautor Plewko K. Warszawa, Instytut Łączności, kwiecień 1975
- [9] Plewko K.: *System maszynowej analizy rozwoju sieci telekomunikacyjnej – możliwości zastosowań*. Odczyt wygłoszony przed kierownictwem resortu łączności. Warszawa, Ministerstwo Łączności, 23 marca 1975
- [10] Plewko K.: *Prognozowanie rozwoju sieci telekomunikacyjnej Państwa. Wyniki badań, zamierzenia*. Odczyt wygłoszony przed Radą Naukowo-Techniczną przy ministrze łączności. Warszawa, Ministerstwo Łączności, 26 września 1975
- [11] Zieliński A., Plewko K.: *Modelowanie rozwoju sieci telekomunikacyjnej*. Referat wygłoszony na posiedzeniu plenarnym Komitetu Elektroniki i Telekomunikacji PAN. Warszawa, Instytut Łączności, 11 grudnia 1975 (opublikowany przez IŁ w 1976 r.)
- [12] Plewko K., Boglewski A., Szwed E.: *Problemy zautomatyzowanego projektowania inwestycji w liniach teletransmisyjnych*. Odczyt wygłoszony w BSiPŁ. Warszawa, Instytut Łączności, 4 października 1975

- [13] *Koncepcje rozwoju telekomunikacji w Polsce do roku 2000*. Dwa tomy. Opracowanie zbiorowe. Red. i współautor Plewko K. Warszawa, IŁ, COPiOZ, listopad 1977
- [14] *Program przyspieszenia automatyzacji międzymiastowej sieci telefonicznej*. Raport końcowy. Opracowanie zbiorowe. Red. i współautor Plewko K. Warszawa, IŁ, COPiOZ, czerwiec 1979
- [15] *Projekt rozwoju telefonii międzymiastowej i międzystrefowej sieci telekomunikacyjnej na lata 1981–1990 oraz podstawowe kierunki dalszego rozwoju do roku 2000*. Opracowanie zbiorowe. Red. i współautor Plewko K. Warszawa, IŁ, COPiOZ, luty 1980
- [16] Plewko K.: *Systemy programowania rozwoju sieci telekomunikacyjnych*. Referat wygłoszony na międzynarodowej konferencji pt. *Zastosowanie ETO w łączności*. Warszawa, Instytut Łączności, listopad 1978
- [17] Plewko K.: *Modele rozwoju sieci telekomunikacyjnej przy użyciu systemów MARS i KOSMOS*. Referat wygłoszony na międzynarodowej konferencji pt. *Zastosowanie ETO w łączności*. Warszawa, Instytut Łączności, listopad 1978
- [18] Gęborys L., Plewko K.: *Les objectifs et la structure du système a l'ordinateur (KOSMOS) de planification du reseau de télécommunication*. Referat wygłoszony na międzynarodowej konferencji pt. *Reseaux – 1980 – Networks*. Paryż, CNET, IEEE, 1980

Krystyn Plewko



Doc. dr inż. Krystyn Plewko (1926) – absolwent Wydziału Łączności Politechniki Warszawskiej (1959); długoletni pracownik Instytutu Łączności: adiunkt (1967–1977), docent (1977–1986), kierownik Zakładu Miernictwa (1967–1970), Zakładu Sieci Telekomunikacyjnych (1971–1980), pełnomocnik, a następnie zastępca do spraw naukowych dyrektora IŁ (1981–1986), członek Rady Naukowej IŁ (1978–1991); długoletni redaktor naczelny wielu czasopism: *Problemów Łączności* (1975), *Prac Instytutu Łączności* oraz *Biuletynu Informacyjnego IŁ* (1985–1999), *Przeglądu Telekomunikacyjnego + Wiadomości Telekomunikacyjnych* (od 1980); zainteresowania naukowe: aspekty gospodarcze i społeczne telekomunikacji, miernictwo, sieci telekomunikacyjne.

e-mail: krystyn.i.teresa.plewko@neostrada.pl