

INSTYTUT ŁĄCZNOŚCI  
WARSZAWA-MIEDZESZYN

**BIULETYN**

**INFORMACYJNY**

4-5 (278-279)

1990



# BIULETYN INFORMACYJNY

30

WARSZAWA 1990

NR 4-5(278-279)

---

INSTYTUT ŁĄCZNOŚCI  
Branżowy Ośrodek  
Informacji Naukowej, Technicznej i Ekonomicznej

Redakcja Biuletynu Informacyjnego

---

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

Redaktorzy działów:

doc. dr inż. Aline Karwowska-Lamparska  
mgr inż. Mirosław Żurawski

Adres Redakcji:

Instytut Łączności

Branżowy Ośrodek

Informacji Naukowej, Technicznej i Ekonomicznej

Warszawa-Miedzeszyn, ul. Szachowa 1

ISSN 0209-1046

Redaktor: mgr Krystyna Juszkiewicz

Montaż tekstu: Barbara Skwara

---

Dział Ogólnotechniczny Instytutu Łączności.  
Format B5. Nakład 625. Wpłynęło do  
Działu Ogólnotechnicznego 1990.04.02.  
Druk ukończono w lipcu 1990 r.

TRANSFORMACJE TELEFONICZNYCH SIECI ANALOGOWYCH  
W ISDN - STRATEGIE CCITT Z ODNIESIENIEM  
DO POLSKIEJ SIECI KRAJOWEJ

SPIS TREŚCI

	Str.
1. Wprowadzenie	1
2. Prezentacja strategii transformacji sieci analogowych na ISDN (wg 3)	4
2.1. Stan wyjściowy - sieci odniesienia	4
2.2. Ewolucja sieci z ukierunkowaniem na ISDN	4
2.3. Strategie wdrażania ISDN	5
2.3.1. Aspekty wspólne - specyficzne dla wszystkich strategii rozwojowych	7
2.3.2. Strategia nakładania (superpozycji)	8
2.3.3. Strategia "wysp cyfrowych"	14
2.4. Porównanie strategii nakładania i wysp	20
2.4.1. Usługi	22
2.4.2. Zarys problematyki ekonomicznej	22
2.4.3. Eksploatacja i utrzymanie	23
2.4.4. Transformacja	24
2.4.5. Elastyczność planowania	24
2.5. Strategia pragmatyczna	26
2.5.1. Prezentacja strategii pragmatycznej	27
2.5.2. Zależności między strategiami nakładania (superpozycji), wyspą i pragmatyczną	27
2.5.3. Wdrażanie IDN/ISDN - usługi podstawowe z punktu widzenia strategii pragmatycznej	29
3. Opis procesu planowania transformacji sieci analogowej w ISDN	30
3.1. Oszacowanie popytu (zapotrzebowania)	31

	Str.
3.2. Analiza technik realizacji oraz struktury sieci	35
3.3. Analizy ekonomiczne	37
4. Sformułowanie syntetyczne koncepcji wprowadzania ISDN do sieci krajowej RP	39
4.1. Warunki wstępne	39
4.2. Synteza założeń koncepcji działań wdrożeniowych ukierunkowanych na ISDN	40
5. Scenariusz przykładowy realizacji koncepcji transformacji sieci analogowej według strategii pragmatycznej	42
5.1. Działania transformacyjne na czysto analogowych fragmentach sieci	42
5.1.1. Transformacja sieci tranzytowej daleko-siężnej (P.1; rys. 10)	43
5.1.2. Transformacja węzłów tranzytowych sieci miejscowej (P2; rys. 11)	45
5.1.3. Transformacja central końcowych (P3; rys. 12)	47
5.1.4. Transformacja abonenckiej sieci rozdzielczej (P4; rys. 13)	49
5.2. Działania transformacyjne na obszarach sieci analogowej z centralami SPC	51
5.2.1. Transformacja sieci wiejskiej (S1; rys. 14)	52
5.2.2. Transformacja otoczenia wielkomiejskiej centrali końcowej (S1; rys. 15)	54
6. Podsumowanie	56
Spis literatury	57

TRANSFORMACJE TELEFONICZNYCH SIECI ANALOGOWYCH  
W ISDN - STRATEGIE CCITT Z ODNIESIENIEM  
DO POLSKIEJ SIECI KRAJOWEJ

1. WPROWADZENIE

Motywacje wprowadzenia ISDN, aktualną definicję ISDN (według Księgi Czerwonej - CCITT, 1985 r.), oraz cele i warunki wprowadzenia ISDN wielokrotnie prezentowano w wielu opracowaniach, w tym także w "Biuletynie Informacyjnym It" (nr 8 /249/ z 1987 r.). Można więc przyjąć, że informacje tam zawarte, są bazą wyjściową do niniejszego opracowania.

Zgodnie z ogólnie akceptowanym w świecie zaleceniem CCITT stwierdzającym, że podstawą integracji usług jest sieć telefoniczna użytku powszechnego, przyjęto że stan obecny polskiej sieci telefonicznej użytku powszechnego stanowi podstawę niniejszego artykułu.

Najogólniej rzecz ujmując, stan ten można określić następująco:

- powszechna telefoniczna sieć komutowana (PSK) jest siecią głównie analogową, z centralami elektromagnesowymi systemu dekadowego i rejestrowego (crossbar), o gęstości telefonicznej, która lokuje się w grupie trzech ostatnich miejsc w Europie i to poniżej średniej światowej;
- udział systemów cyfrowych z komutacją o podziale czasowym i programowanymi urządzeniami sterującymi (typu SPC) wynosi około 5% w odniesieniu do całkowitej liczby abonentów w sieci;
- udział traktów cyfrowych w skali całej sieci jest śladowy, w porównaniu do udziału analogowych traktów teletransmisyjnych;
- nie istnieją publiczne cyfrowe sieci wydzielone (dedykowane) ani z komutacją łączy, ani z komutacją pakietów;

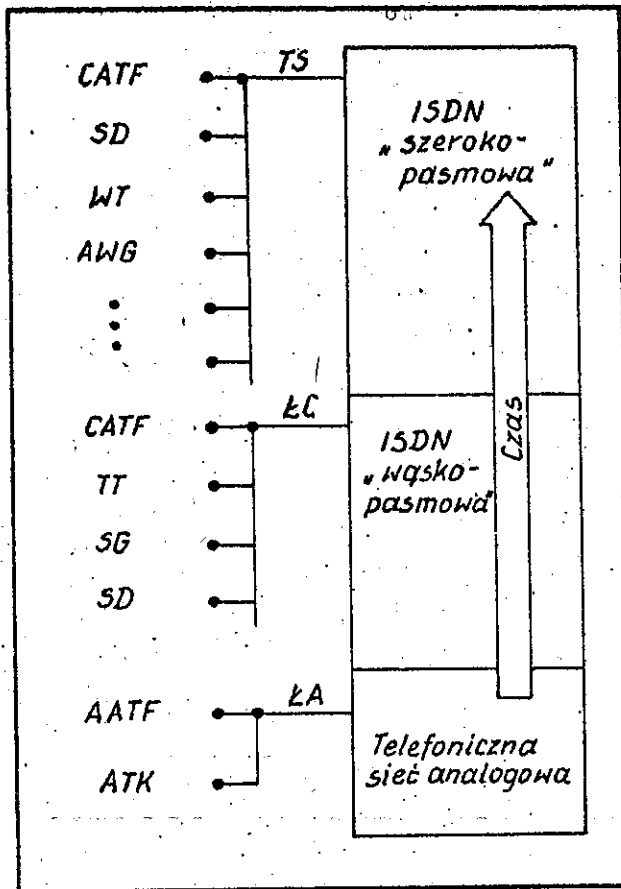
- nie istnieje także analogowa ani cyfrowa publiczna sieć radio-komunikacji ruchomej;
- w PSTK nie ma scentralizowanej sygnalizacji wspólnokanałowej Nr 7 CCITT.

Biorąc pod uwagę powyższy stan sieci telekomunikacyjnej, przyjęto, że pierwszym, najbardziej racjonalnym i jednocześnie ekonomicznym, przedsięwzięciem zmierzającym do ISDN jest budowa telefonicznej cyfrowej sieci IDN, a nie sieci wydzielonych oraz integracja usług oparta na komutowanym kanale o przepływności 64 kbit/s.

Do założeń podstawowych zaliczono również wprowadzenie sygnalizacji cyfrowej Nr 7 CCITT oraz synchronizacji i sieci IDN, a docelowo ISDN. Dlatego też cyfryzację sieci typu IDN należy od samego początku ukierunkować na te przedsięwzięcia. Jednym z najważniejszych składników koncepcji wprowadzania ISDN jest wybór właściwej strategii przejścia od sieci analogowej do sieci ISDN. CCITT wyróżnia trzy takie strategie: nakładania (superpropozycji), wyspowa i pragmatyczną. W niniejszym opracowaniu omówiono powyższe strategie, a następnie zaprezentowano ogólny algorytm procesu planowania transformacji sieci ukierunkowanej na ISDN. W dalszej części artykułu przedstawiono syntetyczną koncepcję wprowadzania ISDN do sieci krajowej RP. Na zakończenie podano przykład kolejnych etapów koncepcji wdrażania ISDN, według hipotetycznego scenariusza optymalizowanego na podstawie pragmatycznej strategii CCITT, dostosowanej do obecnego stanu sieci RP.

Należy dodać, że przedmiotem niniejszego opracowania jest sieć ISDN-64, tzw. "wąskopasmowa", która w przyszłości stać się może bazą budowy następnej generacji ISDN - sieci "szerokopasmowej" bądź tzw. "uniwersalnej sieci informacyjnej", która zapewnia, za pośrednictwem wielofunkcyjnych uniwersalnych stacji abonenckich, korzystanie z usług fonicznych (tzw. telefonia wzbogacona), teledyscyjnych, wizjograficznych i wizjotelefonicznych. Ideogram (rys. 1) przedstawia ideę przejścia od analogowej sieci telefonicznej do szerokopasmowej sieci ISDN. W niniej-





Rys. 1. Idea przejścia od telefonicznej sieci analogowej do sieci ISDN "szerokopasmowej"

TS - tor światłowodowy z  $n$  kanałami o przepływności 64 kbit/s i  $m$  kanałami o przepływności 140 Mbit/s, ŁC - łącze cyfrowe o przepływności 144 kbit/s (na torze z przewodami miedzianymi), ŁA - łącze analogowe o przepustowości 3,4 kHz (na torze z przewodami miedzianymi), CATF - cyfrowy aparat telefoniczny, SD - stacja danych, WT - wizjotelefon, AWG - aparat wizjograficzny, TT - aparat teleksowy SG - aparat symlograficzny, AATF - analogowy aparat telefoniczny, ATK - aparat telekopiowy.

szej pracy omawia się strategii integracji usług na poziomie sygnałów, strumieni informacji cyfrowych czy technik komutacji w ścisłym tych pojęć znaczeniu. Zagadnienia te bowiem zostały już szczegółowo przedstawione w olbrzymiej światowej i polskiej

literaturze. Syntezą tych prac może być artykuł 4. Wnioski tam zawarte, zbieżne z wnioskami wielu światowych centrów badawczych, przyjmuje się w tej pracy jako podstawowe.

## 2. PREZENTACJA STRATEGII TRANSFORMACJI SIECI ANALOGOWYCH NA ISDN (WG 3)

### 2.1. Stan wyjściowy - sieci odniesienia

Rozróżnia się dwie typowe sytuacje wyjściowe nazywane tutaj sieciami odniesienia. W praktyce takimi sieciami są istniejące sieci pod zarządem administracji łączności. W celu wyboru i określenia strategii wdrażania ISDN sieci te można podzielić na dwie podstawowe kategorie:

- 1) sieci analogowe bez central systemów SPC - nazywane sieciami odniesienia typu I (SO I lub ang. RN I);
- 2) sieci analogowe wyposażone częściowo w centrale systemów SPC, nazywane sieciami odniesienia typu II (SO II lub ang. RN II).

### 2.2. Ewolucja sieci z ukierunkowaniem na ISDN

Transformacja sieci telefonicznej IDN w kierunku ISDN rozpoczyna się od wprowadzania do IDN traktów abonenckich o parametrach zgodnych ze standardami ISDN.

Takie przedsięwzięcia można rozpocząć na długo przed tym, nim osiągnie się w 100% sieć IDN lub mogą być one odłożone na przyszłość, jeśli usługi sieci specjalizowanych (wydzielonych) zapewniają realizację odpowiednich usług nietelefonicznych. Integracja usług może zatem progresywnie narastać, począwszy od udogodnień w zakresie dostępu abonenta do lokalnej sieci cyfrowej aż do udogodnień typowych dla transportu sygnałów w cyfrowej sieci zintegrowanej. W warunkach polskiej sieci telefonicznej nie ma sieci specjalizowanych realizujących nowe

usługi, stąd stwierdzenie zawarte w pierwszym zdaniu tego podrozdziału jest postulatem, który będzie uwzględniony w koncepcji stanowiącej przedmiot niniejszej pracy.

### 2.3. Strategie wdrażania ISDN

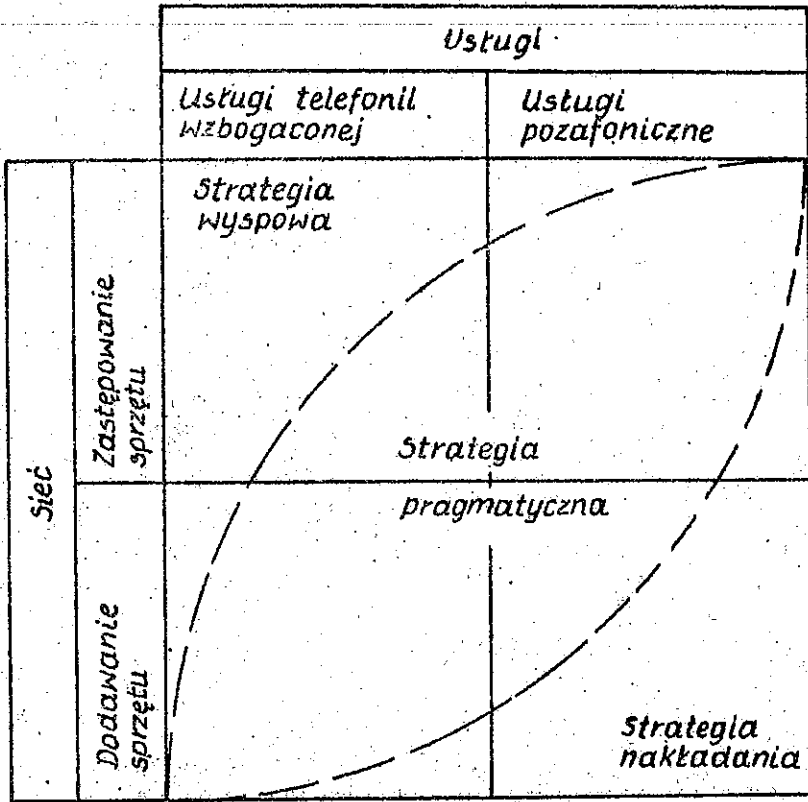
Jak już wspomniano (wg CCITT), rozróżniane są trzy główne kategorie strategii przejścia w sieć IDN i docelowo w sieć ISDN:

- 1) strategia nakładania (superpozycji) - sieć cyfrowa jest nakładana na sieć istniejącą;
- 2) strategia wyspowa - jednorodne sieci cyfrowe są skoncentrowane na pewnych obszarach sieci zwanych wyspami;
- 3) strategia pragmatyczna - kombinacja dwóch pierwszych strategii, jest realizowana zgodnie z wymogami ekonomiki i harmonogramów wdrożeń.

Wybór każdej z tych strategii można motywować licznymi, wzajemnie uzależnionymi czynnikami. Należą one do dwóch głównych grup: o charakterze ekonomicznym oraz związanych z nowymi i zmodernizowanymi usługami. Prócz tego mogą się z nimi kojarzyć pewne uwarunkowania społeczne, które administracja łączności musi także brać pod uwagę, np. związane z popytem i podażą usług.

Ekonomika ma bez wątpienia istotne znaczenie w analizie wszystkich strategii wdrożeniowych. Jednakże powodem licznych dyskusji i nieporozumień bywa przyjmowanie określonej granicy pomiędzy doraźnymi zyskami oraz długoterminowymi oszczędnościami eksploatacyjnymi. Jest to klasyczne różnicowanie priorytetów oraz strategii zarządzania, które mogą mieć ostateczny wpływ na wybór strategii wdrażania ISDN.

Wdrażanie nowych i ulepszonych usług wiąże się z wydatkami, których zwrotu można się spodziewać dopiero w przyszłości. Uproszczony model związków wzajemnych pomiędzy polityką świadczenia usług, wymaganiami na sieć telefoniczną oraz wyborem strategii rozwojowej pokazano na rys. 2.



Rys. 2. Relacje wzajemne pomiędzy: polityką świadczenia usług, wyposażeniem sieci w sprzęt; strategiami wdrażania ISDN

Rysunek 2 przedstawia kombinację czynników, które muszą być brane pod uwagę przy wyborze optymalnego rozwiązania. Ilustruje on podejście pragmatyczne, które obejmuje niektóre, ale nie wszystkie, aspekty strategii superpozycji i wyspowej. Strefa ograniczona liniami przerywanymi jest strefą kompromisu (strategii pragmatycznej) wynikająca z uwzględnienia strategii wyspowej oraz jednocześnie strategii superpozycji. Rysunek ten pokazuje, że w strategii superpozycji dominuje konieczność dodawania nowego sprzętu, podczas gdy w strategii wyspowej dominuje zastępowanie sprzętu istniejącego nowym sprzętem, (co daje możliwość wykorzystania sprzętu zdemonowanego gdzie indziej).

### 2.3.1. Aspekty wspólne - specyficzne dla wszystkich strategii rozwojowych

#### Sygnalizacja

W obecnych sieciach telekomunikacyjnych istnieje wiele różnych systemów sygnalizacji. Przy planowaniu przejścia na sieci typu IDN/ISDN podstawową troską jest ograniczenie liczby różnych systemów sygnalizacji sieci. Decyzja co do wyboru systemu sygnalizacji, który spełniałby wymagania sieci docelowej (ISDN) powinna być podjęta najwcześniej jak to jest możliwe. Sygnalizacja istniejąca (zwłaszcza MFC) może być wykorzystana na etapie budowy IDN. Jednak w momencie przejścia na ISDN, gdy wiele starych central będzie demontowanych, zdecydowanie korzystne staje się wdrożenie wspólno-kanalowego systemu sygnalizacji (CCS - ang. Common Channel Signalling). Następujące przyczyny uzasadniają takie podejście:

- CCS jest cyfrowym systemem sygnalizacji bardziej pożądanym niż jakiegokolwiek inne takie systemy stosowane w łączach międzycentralowych;
- CCS ma o wiele lepsze parametry funkcjonalne niż system sygnalizacji w kanale skojarzonym, dzięki czemu we wspólnym kanale można przesyłać nowe dodatkowe sygnały niezbędne do wdrożenia nowych udogodnień i funkcji;
- kanały sygnalizacyjne CCS, służące do sygnalizacji telefonicznej mogą również przenosić informacje inne niż telefoniczne, potrzebne do komunikacji z specjalizowanymi centrami (np. utrzymaniowymi);
- do potrzeb IDN/ISDN szczególnie dobrze dostosowany jest system sygnalizacji CCS o nazwie Nr 7 CCITT.

W dalszej części niniejszego opracowania zostaną omówione te parametry tego systemu sygnalizacji, które powinny być rozpatrywane z uwagi na ich znaczenie dla ISDN.

## Synchronizacja

Zintegrowana sieć cyfrowa wymaga opracowania koncepcji oraz zastosowania systemów i urządzeń synchronizacji sieci. Prócz tradycyjnych struktur sieci, a więc: struktur sygnalizacji, struktur transmisji itp. wprowadza się nową strukturę - synchronizacji. Struktura synchronizacji określa rozdział tolerancji odchyłek częstotliwości zegarów sterujących centralami cyfrowymi oraz stosowane metody synchronizacji. Celem tej struktury jest zapewnienia, aby stopa poślizgów ("slips") w łańcuchu połączeniowym, zawierającym maksymalną liczbę węzłów komutacyjnych wynikających z narzuconego planu kierowania ruchem, nie przekraczała wartości dopuszczalnej 2.

### 2.3.2. Strategia nakładania (superpozycji)

Istnieją trzy zasadnicze sytuacje, gdzie nakładanie nowej sieci na starą sieć (superpozycja) mogą być uważane jako krok w kierunku IDN/ISDN. Są to następujące przypadki wprowadzania:

- 1) ulepszonych usług telefonicznych dla wybranych abonentów rozlokowanych w różnych miastach;
- 2) usług nietelefonicznych pomiędzy głównymi centrami lub poszczególnymi wybranymi abonentami;
- 3) zwykłych lub rozszerzonych usług telefonicznych na terenach wiejskich.

W przypadku drugim korzystne może być zapewnienie cyfrowego dostępu do abonentów. Metody wdrażania takiego cyfrowego dostępu są przedstawione dalej. Jeżeli celem jest ulepszenie usług telefonicznych (przypadek 1 lub przypadek 3) dostęp abonentów poprzez łącza cyfrowe powinien być odłożony na późniejszą fazę ewolucji sieci. Przesłanką filozoficzną sieci nakładanej w fazie wstępnej jest najpierw stworzenie nowej cyfrowej sieci telefonicznej, która jest rozłożona "cienko-warstwowo" na istniejącej sieci analogowej. Oznacza to na przykład połączenie łączami cyfrowymi głównych miast w celu

zapewnienia nowych lub ulepszonych usług dla wybranych abonentów. Prowadzi to do minimalizacji liczby interfejsów pomiędzy sieciami analogowymi i cyfrowymi, gdyż w momencie gdy wywołanie trafia do sieci cyfrowej, można je dalej transmitować cyfrowo do dowolnej części tej nałożonej sieci.

Istotną cechą strategii superpozycji jest to, że sieć cyfrowa jest nakładana prawie w całości na sieć analogową w taki sposób, że stary sprzęt - analogowy nie jest zastępowany nowym sprzętem - cyfrowym.

Wybór struktury sieci nakładanej może się dokonywać różnymi sposobami - wybór konkretnego sposobu zależy od przyjęcia celów bliskich i odległych oraz od założenia wymagań na usługi. Nakładanie nowej sieci cyfrowej może być całkowicie niezależne od starej analogowej sieci telefonicznej lub może mieć z nią punkty styku narzucone przez wymagania ruchowe. Strategie superpozycji są szczególnie dobrze dostosowane do realizacji usług teledacyjnych, zwłaszcza dla przedsiębiorstw. Taka sieć nałożona może być siecią prywatną lub w posiadaniu i pod zarządem władz publicznych z dostępem lub bez dostępu do krajowej sieci telefonicznej. W miarę jak sieć telefoniczna ewoluje w kierunku IDN, a później w kierunku ISDN, są dwie możliwości do rozpatrzenia: zintegrowanie sieci nałożonej z siecią telefoniczną lub pozostawienie jej jako sieci wydzielonej. Sieć nałożona może być również użyta jako uzupełnienie podstawowej istniejącej sieci telefonicznej. Taki przypadek może się pojawić na przykład wtedy, gdy pomiędzy różnymi miejscowościami należy zapewnić usługi telefonii wzbogaconej, a więc usługi, których nie mogą zapewnić stare systemy. Na ogół jednak taka nowa sieć musi być częścią publicznej sieci telefonicznej, w przeciwieństwie do wyżej przytoczonego przypadku - sieci teledacyjnej związanej z potrzebami przedsiębiorstw.

Z punktu widzenia przedsięwzięć długoterminowych taka sieć nakładana, budowana w obrębie sieci publicznej lub prywatnej, przeznaczona dla telefonii lub teledacji powinna być z góry przewidziana do integracji z sieciami IDN/ISDN. Stąd konfigu-

racja wyjściowa powinna być tak opracowana przez projektantów, aby możliwa była taka integracja. Odnosi się to szczególnie do wyboru punktów styku sieci nakładanej z siecią podstawową.

### 2.3.2.1. Opis i charakterystyka

Strategia superpozycji tzw. przejściowej polega na nałożeniu elementów sieci cyfrowej na istniejącą sieć analogową, co jest wstępnym krokiem w kierunku ustanowienia struktury telekomunikacyjnej dostosowanej do ISDN. Istotną cechą takiej strategii jest szybkie rozpoczęcie świadczenia usług, dla których została stworzona - czy to usług "wzbogaconej" telefonii, teledacji czy też zwykłej telefonii dla terenów wiejskich.

W strategii superpozycji wyróżnić można trzy fazy rozwojowe: fazę wstępną, fazę wzrostu i fazę integracji (superpozycji na sieć istniejącą).

#### Faza wstępna

Wdrażanie wstępne (rys. 10, str. 44) powinno polegać na wprowadzeniu w strategicznych punktach sieci central telefonicznych o komutacji cyfrowej i połączeniu tych central ze sobą za pomocą traktów cyfrowych. Lokalizacja tych central powinna być wybrana na podstawie znanych i projektowanych wymagań. Nie musi to być koniecznie zgodne z wymaganiami na usługi telefoniczne. Wstępne pojemności instalowanych central powinny odpowiadać przewidywaniom krótkoterminowym, dotyczącym zapotrzebowania na usługi cyfrowe, ale powinny też być uwzględnione potrzeby rozbudowy w takim zakresie, aby ewentualnie były w stanie obsłużyć ruch analogowy (tzn. telefoniczny). Byłoby niewskazane umieszczanie małych central cyfrowych w każdym miejscu, gdzie jest potrzebna centrala. W wielu takich miejscach ruch cyfrowy mógłby być obsłużony z odległej cyfrowej centrali głównej za pośrednictwem wyniesionych stopni komutacyjnych typu RSU<sup>\*)</sup> lub koncentratorów.

<sup>\*)</sup> RSU - stopień komutacyjny wyniesiony.



Podsieci "superpozycyjne" powinny być wstępnie łączone między sobą za pomocą wiązek cyfrowych łączy dalekosiężnych o niewielkich pojemnościach, co zapewniłoby względnie niski koszt usług typu "od końca do końca" (end-to-end) poprzez jednorodny łańcuch cyfrowy od użytkownika wywołującego do wywoływanego.

W fazie wstępnej nowa centrala wymagać będzie zastosowania teletransmisyjnych systemów cyfrowych o niedużej pojemności, jednakże systemy te muszą mieć założone z góry parametry umożliwiające obsługę także usług teledacyjnych. Systemy te mogą być realizowane na kablach metalowych, światłowodowych lub liniach radiowych. Z punktu widzenia łączy abonenckich, zależnie od długości tych łączy oraz wymagań eksploatacyjnych, wymagane mogą być reduktory łączy lub koncentratory.

W fazie początkowej budowy sieci ISDN, w przypadku, gdy koncepcja superpozycji jest realizowana głównie dla usług telefonicznych (przypadek 1 i 3 w podrozdziale 3.2) abonenci powinni być podłączeni do nowych central IDN/ISDN poprzez łączy cyfrowe lub mieszane (cyfrowo-analogowe). W przypadkach gdy superpozycja sieci jest dokonywana przy założeniu, że będą wprowadzone ulepszone usługi telefoniczne (lub też telefoniczne usługi podstawowe na terenach wiejskich) istniejące abonenckie łączy analogowe mogą być nadal wykorzystywane. Rozważania dotyczące dostępu abonentów do sieci zamieszczono w rozdziale 3.

Oprócz wprowadzenia do sieci sprzętu centralowego i teletransmisyjnego należy zbudować sieć sygnalizacyjną i synchronizacyjną. Inną ważną kwestią techniczną jest uwzględnienie planu numeracji, zwłaszcza z punktu widzenia abonentów nowo dołączonych do sieci nałożonej.

#### **Faza rozwoju intensywnego**

Wzrost strumieni ruchu w podsieciach cyfrowych oraz korzyści ekonomiczne uzyskane z eksploatacji cyfrowych systemów teletransmisyjnych bliskiego i średniego zasięgu będą działać

pobudzająco na decyzje wprowadzania systemów cyfrowych do sieci miejskich oraz wielkich aglomeracji jako cyfrowych traktów międzycentralowych. Gdy systemy cyfrowe będą już przeważały nad analogowymi, może być korzystne przełączenie wszystkich abonentów do central cyfrowych, analogowe centrale zastąpić tranzytowymi centralami cyfrowymi, typu SPC, poprzez które byłby kierowany pozostały ruch w obrębie sieci analogowej łączy międzycentralowych. Po osiągnięciu takiego etapu rozwoju sieci korzystna byłaby stopniowa cyfryzacja łączy abonenckich mająca stale na widoku sieć docelową tj. ISDN, a więc taka, która zapewnia cyfrowy łańcuch połączeniowy "od końca do końca". W odpowiednim momencie budowy tej sieci cyfrowej, niezbędne byłoby wprowadzenie do niej central cyfrowych dużej pojemności z interfejsami w pierwszej kolejności prowadzącymi do central międzymiastowych. Cyfrowe centrale tranzytowe są ekonomiczne już obecnie, nawet w otoczeniu analogowym.

Z chwilą, gdy ruch cyfrowy będzie skoncentrowany w centrach tranzytowych, trzeba będzie przystąpić do tworzenia dalekosiężnych traktów cyfrowych.

Jak to wyżej przedstawiono, przyjęcie strategii superpozycji sieci może być spowodowane potrzebą wprowadzania usług nietelefonicznych, lub potrzebą wprowadzenia podstawowych lub ulepszonych usług telefonicznych. Istnieje również możliwość występowania obu tych czynników jednocześnie. We wszystkich tych przypadkach wymagania systemowe określają parametry oraz miejsca (styków-interfejsów) sieci nałożonej z siecią istniejącą.

Faza rozbudowy, jak to przedstawiono na rys. 10, jest według przewidywania reprezentowana przez sieci równoległe, które dzielą te same centrale. Taka topologia stanowi podstawę dla następnego kroku, integracji kompletnej.

#### **Faza pełnej integracji sieci**

Do pełnej integracji sieci dochodzi w momencie, gdy sieć cyfrowa jest na tyle duża, aby całkowicie zastąpić sieć ana-

logową. Stopień "ucyfrowienia", przy którym należy rozpocząć pełną integrację sieci zależy od wielu czynników, a m.in. od ekonomicznych i jakościowych efektów oddziaływania synergetycznego.

#### 2.3.2.2. Główne cechy strategii nakładania (superpozycji)

Głównymi cechami strategii nakładania sieci są:

- uprzednie zapewnienie usług typu łańcuch cyfrowy "od końca do końca",
- w okresie wstępnym niskie wartości ruchu cyfrowego,
- wysoki wstępny koszt inwestycyjny przypadający na jednego abonenta,
- odpowiednie duże nakłady na przedsięwzięcia wdrożeniowe, eksploatacyjne i utrzymaniowe.

#### 2.3.2.3. Typowe rozwiązania sieciowe oraz interfejsy

W przypadkach idealnych strategia nakładania odnosi się do całej sieci, aczkolwiek uprzywilejowane są obszary sieci miejscowych wyposażone w węzły SPC i realizujące usługi cyfrowe.

Typowym przykładem może być obszar wielkomiejski, gdzie istnieje znaczna liczba instytucji mających zapotrzebowanie na usługi nietelefoniczne i wzbogacone informatycznie usługi telefoniczne, czego nie mogą zapewnić istniejące sieci wydzielone.

Ogólnie można stwierdzić, że obszary wielkich aglomeracji nadają się do budowy elementarnych sieci superpozycyjnych, w których nieduża liczba central SPC będzie wzajemnie połączona za pomocą cyfrowych systemów transmisyjnych bliskiego zasięgu, a wyposażenia abonenckie będą miały dostęp za pomocą cyfrowych urządzeń końcowych.

Interfejsy pomiędzy siecią cyfrową a siecią analogową (wynikające z przyjętej strategii nakładania) na poziomie sieci miejscowej mogą być typu pojedynczego cyfrowego wyposażenia

końcowego lub innych typów, w tym także PABX/LAN. XVIII Komisja Studiów prowadzi obecnie intensywne prace dotyczące interfejsów instalowanych na różnych poziomach sieci ISDN. Odpowiednie zalecenia weszły bądź wejdą w skład zaleceń serii I. W tej serii zawarte są również rozważania związane z komutacją pakietów i komutacją łączy w sieci ISDN.

Zintegrowanie sieci superpozycyjnej z istniejącą siecią krajową wydaje się być korzystne za pośrednictwem poziomu central tranzytowych. W związku z tym ten styk typu sieć-sieć będzie miał charakter podstawowy i jemu należy poświęcić specjalną uwagę.

### 2.3.3. Strategia "wysp cyfrowych"

W przypadku przyjęcia strategii "wysp cyfrowych" główną motywacją jest zapewnienie wzbogaconych usług telefonicznych na poziomie wydzielonego obszaru sieci (regionu). Z punktu widzenia planowania sieci, maksimum efektów ekonomicznych, wynikających z łącznego zastosowania cyfrowej komutacji i transmisji, osiąga się poprzez wybór kompatybilnych systemów komutacyjnych i teletransmisyjnych oraz wyposażenia abonenckich (np. PABX) zdolnych do zapewnienia usług potrzebnych w najbliższej przyszłości. Dotyczy to także usług (o określonych funkcjach i parametrach) wyprzedzających wyraźnie potrzeby obecne. Ponieważ telefonia cyfrowa jest głównym czynnikiem rozwojowym, usługi nietelefoniczne na obszarze danej wyspy cyfrowej mogą być realizowane jedynie za pomocą oddzielnych sieci nakładanych, np. łączy wydzierżawionych, sieci prywatnych do transmisji danych z komutacją łączy lub pakietów itp.

#### 2.3.3.1. Charakterystyka strategii

U podłoża założeń strategii "wysp cyfrowych" leży pełna cyfryzacja znacznych fragmentów istniejącej sieci. W obrębie takich "wysp" również można zbudować wspólnokanałowe sieci sygnalizacyjne, umożliwiające uzyskiwanie optymalnych efektów

dzięki stosowaniu w węzłach systemów komutacyjnych SPC. Strategia "wysp" różni się od strategii nakładania pod wieloma ważnymi względami:

- cyfryzacja fragmentów sieci miejscowych,
- ogólnokrajowe rozpowszechnienie usług cyfrowych nie jest koniecznym bezpośrednim celem,
- systemy cyfrowych urządzeń komutacyjnych i teletransmisyjnych już istnieją bądź są rozbudowywane na tym obszarze, po to, by maksymalizować korzyści wynikające ze zjawiska synergii sieci pełnocyfrowej.

Przy wyborze "wysp cyfrowych" powinno się pamiętać o planowanej lokalizacji krajowych węzłów synchronizacyjnych, co będzie miało wpływ na ewolucyjną cyfryzację całej sieci krajowej. Ponieważ rozprzestrzenianie się systemów cyfrowych na całą sieć nie jest bezpośrednim celem tej strategii, w związku z tym dostępność cyfrowych systemów dalekosiężnych oraz styków cyfrowych z pełnoautomatyczną siecią krajową nie są problemem ograniczającym planowanie.

#### Faza wstępna

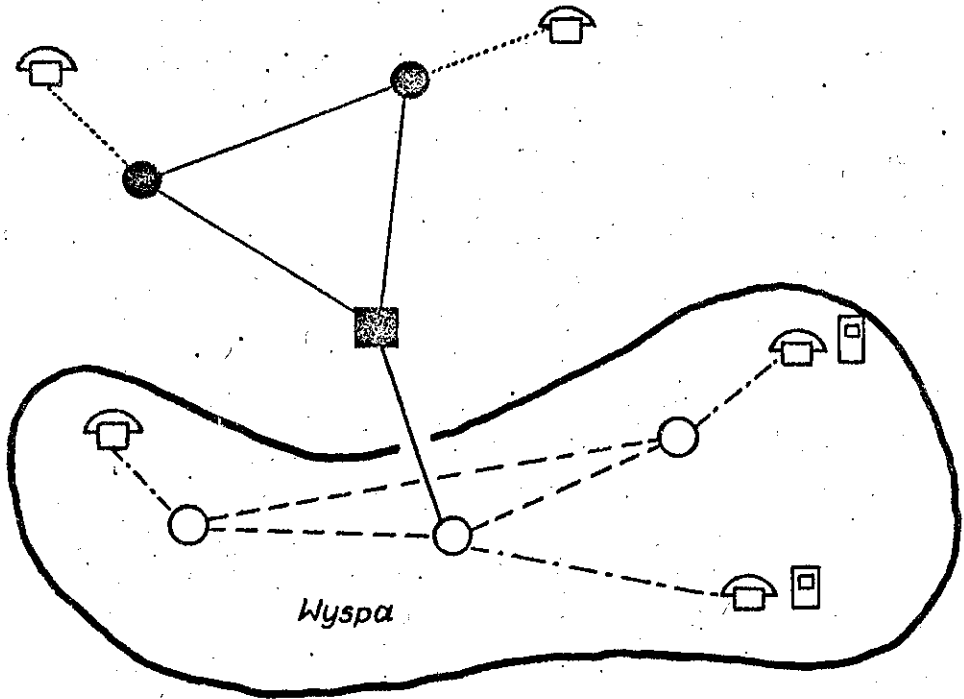
Cyfryzacja wybranych "wysp" może się rozpoczynać na dowolnym poziomie sieci (tranzytowej, sieci miejscowej itp.). Typowe działania początkowe powinny być następujące:

- 1) przez cyfryzację węzłów tranzytowych lub miejscowych węzłów tranzytowych powinno się dążyć do osiągnięcia korzyści z integracji systemów komutacyjnych i transmisyjnych;
- 2) na poziomie sieci miejscowej należy dążyć do osiągnięcia maksymalnych korzyści z zastosowania cyfrowych systemów komutacyjnych SPC, np. przez wprowadzenie nowych usług.

We wszystkich przypadkach liczba przetworników analogowo-cyfrowych powinna być zminimalizowana. Innymi czynnikami które wpływają na dalszy rozwój takiej "wyspy cyfrowej" są:

- 1) zastąpienie istniejącego sprzętu analogowego sprzętem cyfrowym;
- 2) wprowadzenie udoskonalonych lub nowych usług telefonicznych lub nietelefonicznych w danej strefie.

Przykład "wyspy cyfrowej" we wstępnej fazie jej realizacji przedstawiono na rys. 3.

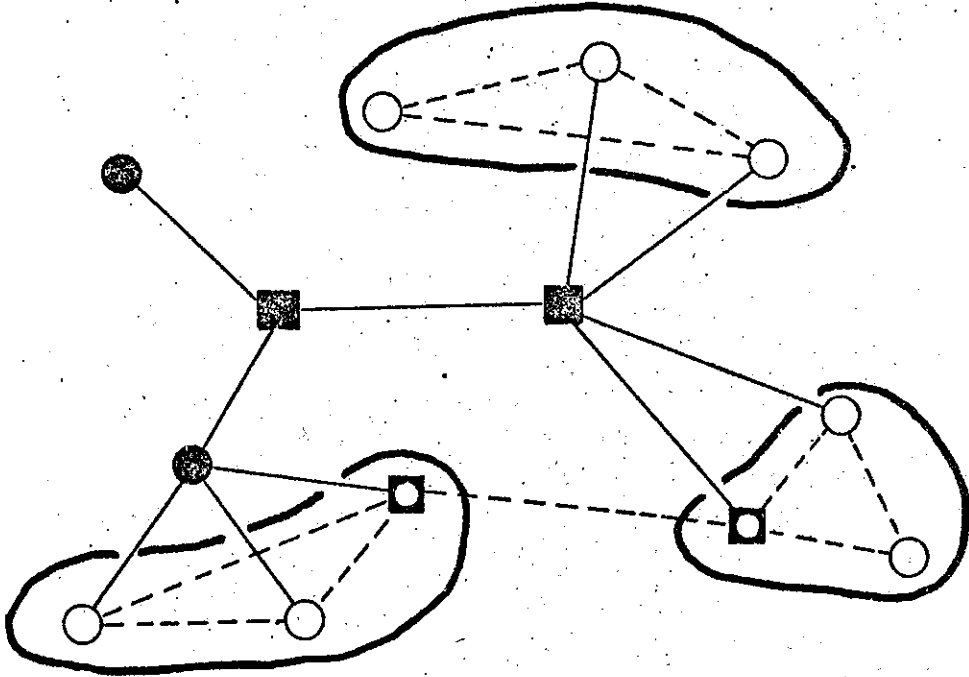


Rys. 3. Strategia wyspowa - faza wstępna

#### Faza rozwojowa

Ekspansja "wysp cyfrowych" (obszarowa lub związana ze wzrostem liczby numerów) narzucać będzie oczywiście łączenie takich wysp za pomocą traktów cyfrowych i na drodze stosowania wspólnokanałowego systemu sygnalizacji Nr 7 CCITT. Szybkość z jaką odbywa się taka ekspansja i wzajemne łączenie poszczególnych wysp zależy od wielu czynników ekonomicz-

nych oraz nacisku ze strony użytkowników na wprowadzanie usług ulepszonych i tych typów usług, które mogą być zapewnione tylko w przypadku pełnocyfrowych traktów pomiędzy centralami i stacjami abonenckimi. Takie rynkowe, ekonomiczno-usługowe wymagania stanowią fundament dla sformułowania zasad strategii pragmatycznej, która będzie omówiona dalej. Rys. 4 przedstawia uwielokrotnienie takich „cyfrowych wysp”, a więc fazę przejściową między pojedynczą wyspą a siecią pełnocyfrową.



Rys. 4. Strategia wyspowa - faza rozwoju

- Uwaga: 1. Nie przedstawiono wejść sygnałów synchronizacji do central cyfrowych.  
2. Po zastąpieniu central elektronicznych cyfrowymi uzyskuje się sieć pełnocyfrową.

Na tym etapie rozwoju główne zadania polegają na:

- 1) wprowadzaniu nowych wysp i łączeniu ich z pozostałymi w celu stworzenia ogólnokrajowej sieci IDN;

- 2) uzupełnianiu rosnących "wysp cyfrowych" poprzez niezależne specjalizowane sieci do transmisji danych lub usług szerokopasmowych.

Zagospodarowanie takich wydzielonych sieci jest traktowane jako uzupełnienie do IDN lub do rozwijających się wysp ISDN. W terminie późniejszym należy doprowadzać do praktycznego przenikania usług oferowanych przez te niezależne specjalizowane sieci danych do ISDN.

#### Faza integracji

Telefoniczna sieć analogowa jeszcze przez długi czas będzie nadal służyć do świadczenia usług telefonicznych i nietelefonicznych, a abonenci telefoniczni pozostaną dołączeni do sieci poprzez analogowe łącza abonenckie. Jednak w miarę jak kontynuowany będzie rozwój cyfryzacji wszystkie komponenty sieci, w tym i łącza abonenckie, będą się stawać cyfrowe, bowiem celem ostatecznym jest stworzenie jednorodnych łańcuchów cyfrowych typu "od końca do końca". Styki z przetwornikami analogowo-cyfrowymi będą coraz mniej niezbędne i coraz więcej usług realizowanych przez sieci specjalizowane będzie przenikać do sieci krajowej. W czasie tego procesu o charakterze ewolucyjnym, który jak się wydaje będzie trwał wiele lat, niektóre usługi specjalne będą mogły pozostać w sieciach wydzielonych i dopiero jako ostatecznie w kolejności będą całkowicie "wintegrowane" w ISDN.

#### 2.3.3.2. Główne cechy strategii "wysp"

Główną cechą tej strategii jest tworzenie "cyfrowych wysp" realizujących wzbogacone usługi telefoniczne (systemy SPC) i usługi nietelefoniczne. W fazie wstępnej tworzone są izolowane wysepki cyfrowe o cechach następujących:

- ograniczona liczba przesyłań cyfrowych typu "od końca do końca",
- cyfrowa transmisja w obrębie każdej wysepki,



- od samego początku cyfryzacji wykorzystywanie pełnych walorów ekonomicznych techniki cyfrowej (synergia) w obrębie wyspy, wyrażająca się niższym, niż obecnie, kosztem przypadającym na linię abonencką.

Główną zaletą strategii wysp jest to, iż dostępny sprzęt może być skoncentrowany na tych obszarach, gdzie jest najbardziej potrzebny i gdzie może być efektywnie wykorzystany. Ponadto:

- w okresie rozważanym można się spodziewać oszczędności na cyfrowych łączach dalekiego zasięgu,
- w obrębie wysp eksploatacja, utrzymanie, szkolenie, logistyka itp. są jednorodne - unika się dualizmu w tych dziedzinach.

#### 2.3.3.3. Typowe zastosowania sieci oraz rozważania związane z interfejsami

Strategia wyspowa jest dostosowana najlepiej do krajów, gdzie rozwój (włączając w to usługi cyfrowe) uzewnętrznia się na obszarach wydzielonych sieci miejscowych i pełna wymiana sprzętu istniejącego uzasadniona jest ekonomicznie. Strategia ta może być również korzystna tam, gdzie duże odległości geograficzne dzielą centra komunikacyjne i obecny koszt traktów cyfrowych jest jeszcze czynnikiem ograniczającym.

Typowe zastosowanie strategii "wysp" powinno mieć miejsce w strefie metropolii, która ma już duży stopień nasycenia traktami cyfrowymi, a centrale istniejące już są bądź w krótkim czasie będą niewystarczające do obsługi ruchu.

"Wyspa cyfrowa", w sytuacji typowej, powinna zastąpić centrale przestarzałe, już niewydolne, zapewniając oszczędności inwestycyjne oraz umożliwiając wykorzystanie zjawiska synergii. Nowe centrale mogą pracować jako centrale tranzytowe dla nowych central cyfrowych i mogą przejąć rolę

punktów dołączeniowych dla pozostałych fragmentów sieci analogowej. Inne typowe zastosowania mogą występować w tych przypadkach, gdzie istnieje potrzeba zastąpienia wyeksploatowanego bądź przestarzałego funkcjonalnie sprzętu lub gdy trzeba wprowadzać nowe usługi abonenckie i udogodnienia sieciowe (w eksploatacji, utrzymaniu, zarządzaniu siecią), takie które mogą być zrealizowane tylko w nowych systemach.

Na początku, "wyspa cyfrowa" w sieci miejscowej (np. wielkowiejskiej) powinna współpracować z miejscową siecią analogową, za pośrednictwem traktów cyfrowych z uwielokrotnieniem pierwszego rzędu, które powinny zapewniać konwersję analogowo-cyfrową, obsługę kanałów rozmównych oraz sygnalizację. Wyspy wielkowiejskie powinny również posiadać sprzęt interfejsowy z siecią międzymiastową, poprzez przetworniki analogowo-cyfrowe, które muszą być brane pod uwagę przy planowaniu strategii wyspowej. Sieć krajowa zbudowana według strategii wyspowej składa się z wielu obszarów wyspowych podobnych do wysepek formowanych w sieciach wielkowiejskich, przedstawionych powyżej.

#### 2.4. Porównanie strategii nakładania i wysp

W pkt. 2.3.2 i 2.3.3 zostały zaprezentowane dwa ekstremalne, przeciwstawne sobie podejścia do rozwoju sieci. W niniejszej części będzie przeprowadzone porównanie głównych parametrów obu tych ekstremów. W porównaniu tym zwrócono uwagę głównie na: usługi, ekonomikę oraz parametry ekonomiczne, eksploatację i utrzymanie oraz podatność na transformacje i organizacje (planowanie) sieci. W tabelicy 1 podsumowano parametry porównawcze - komentarze do niej zawarto w pkt. 2.4.1 + 2.4.4.

STRATEGIA SUPERPOZYCJI	STRATEGIA WYSPOWA
Główna motywacja to zapewnienie szybkiego świadczenia nowych usług, zwłaszcza niefonicznych szczególnie dzięki nakładaniu można zapewnić również w obrębie całej sieci "od końca do końca" wzbogacone informatycznie - cyfrowe usługi foniczne (telefoniczne).	Główna motywacja - to zapewnienie wzbogaconych usług telefonicznych lub nowych możliwości eksploatacyjnych czy utrzymaniowych w strefach wydzielonych.
Na określonych obszarach nie wszyscy abonenci mają dostęp do usług realizowanych przez nowy system nakładający się na istniejący.	Wszyscy abonenci na danym obszarze mają zapewnione te same, wzbogacone usługi telefoniczne oraz usługi nowe, przy czym jednak obszar obsługiwany ma ograniczoną wielkość.
W stadium początkowym ruch na trasach cyfrowych jest mały, nawet gdy obszar obsługiwany jest duży.	
Kierowanie ruchu na trasy alternatywnego wyboru w fazie początkowej nie może być zapewnione w sposób ekonomiczny, stąd niezawodność dostępu do świadczonych usług jest ograniczona. Dopiero gdy systemy superpozycyjne stają się rozwijane, wprowadza się kierowanie ruchu alternatywne.	Wewnątrz wyspy istnieją istotne, rzeczywiste środki techniczne do realizacji kierowania alternatywnego ponieważ skoncentrowane są tam centra komutacyjne SPC. Zwiększają się możliwości utrzymania sieci, dzięki jednorodnym systemom komutacyjnym (SPC).
Abonenci dołączeni do systemów nakładających się na istniejące powinni być wyposażeni w standardowe interfejsy, cyfrowe. W związku z tym mamy do czynienia w sieci z sytuacją stosowania dwóch różnych konfiguracji łączy abonenckich.	Wewnątrz wyspy urządzenie przyłączeniowe abonenckie liniove (oraz konfiguracja tego urządzenia) może być standardyzowane. Instaluje się nowe łącza cyfrowe, tam, gdzie są one wymagane, natomiast łącza analogowe utrzymuje się jeszcze, jeśli jest to uzasadnione funkcjonalnie.
W wyniku superpozycji obie sieci, należone i istniejąca, pracują równolegle, dlatego należy zapewnić podwójne służby eksploatacyjne i utrzymaniowe oraz podwójne urządzenia utrzymaniowe. Ta dwójakość wymaga narzuca konieczność podwójnych systemów szkoleniowych, ekip eksploatacyjnych, urządzeń badaniowych, dokumentacji, części zapasowych itp., co jest kłopotliwe dla administracji łącznościowych i jest uzależnione od dyspozycyjności środków, struktur organizacyjnych itp.	W obrębie wyspy nie ma potrzeby stosowania podwójnych systemów eksploatacyjnych i utrzymaniowych itp. Jednak typ wymagań na obsługe urządzeń jest różny, zwłaszcza w zakresie języka człowiek-maszyna.
Przez superpozycję tworzy się sieć, która zapewnia cyfrowe łączenie jednorodne "od końca do końca" oraz od samego początku możliwość funkcjonalne, jakie daje SPC. Dzięki temu ma się zapewnioną wielką elastyczność, można zatem dodać nowych abonentów korzystających z usług, dla których sieć superpozycyjna została stworzona. Od momentu gdy sieć bazowa jest już gotowa, można ją rozbudowywać.	Strategia wyspowa zastępuje całkowicie centrale elektromechaniczne centralami cyfrowymi. Aby uzyskać efekt synergii, należy dokonać szczegółowego planowania wymiany central, co w fazie wstępnej ogranicza elastyczność transformacji. Na przykład, jeśli rozbudowa przewidziana z punktu widzenia usług, dla realizacji których dokonano wyboru lokalizacji wyspy i konfiguracji sieci, nie została jeszcze w sposób fizyczny dokonana - to w takiej sytuacji trudno jest, zwłaszcza w krótkim terminie, doprowadzić do zmiany lokalizacji i zmiany konfiguracji wyspy. Elastyczność usług w obrębie wyspy ograniczona jest do wstępnej fazy wdrażania. Z drugiej strony, po wdrożeniu wielu wysp do eksploatacji uzyskuje się elastyczność z punktu widzenia przyłączania nowych abonentów i współpracy wysp, dzięki zwiększonemu wykorzystaniu zalet cyfryzacji w obrębie całej wyspy.
W fazie wstępnej sieć cyfrowa jest rozprzestrzeniana w niewielkim zakresie w poszczególnych strefach geograficznych, bowiem nakładanie rozpoczyna się od głównych miast i wzajemnego ich łączenia. W rezultacie liczba punktów styku analogowej sieci istniejącej i nakładanej cyfrowej jest minimalna, stąd każde połączenie, gdy wchodzi do sieci cyfrowej, może być przesyłane cyfrowo do dowolnego obszaru sieci. Efekty synergii nie mogą się w tym przypadku uzwzględnić.	Transformacja cyfrowa rozpoczyna się przez wdrożenie w pełni cyfrowych możliwości systemowych w obrębie strefy geograficznej, przy czym poszczególnie strefy różnią się znacznie obszarem. Efekt synergii - dzięki integracji transmisji, komutacji oraz abonenckich wyposażań liniowych - jest w tym przypadku największy.
Do istniejących systemów teletransmisyjnych starych dodaje się nowe - systemy cyfrowe.	Istniejące wyposażenia są demontowane i zastępowane nowymi. Stare można wykorzystać w innych strefach sieci. Nowe działające w sieci jednorodnej pozwalają na wykorzystanie efektów synergii.
Strategia superpozycji jest najbardziej odpowiednia dla krajów, gdzie istnieje stałe zapotrzebowanie na usługi cyfrowe na całym obszarze i jednocześnie istniejące urządzenia analogowe na stosunkowo nowe, nadające się do dalszej eksploatacji. Strategię tę szeregami można stosować w krajach, gdzie nie istnieją już wydzielone sieci cyfrowe (prywatne lub publiczne) bowiem w tym przypadku nie ma bieżącej presji na instalowanie tych usług cyfrowych, które są już znaczne i na które jest zapotrzebowanie.	Strategia wyspowa jest dostosowana najlepiej do krajów, gdzie rozwój (rozbudowa) może być racjonalnie dokonywany na obszarach wydzielonych, gdzie można dokonać w sposób ekonomiczny operacji zastępowania, co wiąże się z wykorzystaniem sprzętu zdeponowanego, w przypadku gdy ma on jeszcze cechy użytkowe. Strategia ta może też być użyteczna w takich sieciach, gdzie centra telekomunikacyjne są oddalone znacznie od siebie geograficznie i koszt traktów cyfrowych pomiędzy nimi jest w chwili obecnej jeszcze zbyt wysoki.

### 2.4.1. Usługi

Dziedzina usług określa w sposób najwyraźniejszy różnice pomiędzy strategiami nakładania i wyspowa. W swojej czystej formie, strategia nakładania wywodzi się przede wszystkim od usług nietelefonicznych (zwykle ma to związek z potrzebami transmisji danych, a nie z ulepszaniem telefonii) i jest najszybszą drogą do zapewniania usług związanych z łańcuchem cyfrowym "od końca do końca".

Strategia wyspowa wywodzi się przede wszystkim z potrzeby wprowadzania ulepszonych usług telefonicznych. Nie jest konieczne zapewnianie usług cyfrowych z transmisją "od punktu do punktu" (od węzła do węzła) poprzez całą sieć - ma to nastąpić dopiero, gdy transformacja sieci osiągnie stan odpowiednio zaawansowany. Narzuca to konieczność kompletnych analiz ekonomicznych związanych z zapotrzebowaniem handlowym na usługi przy ocenie poszczególnych strategii. Właśnie ten czynnik handlowy jest podstawą do definiowania wybieranych usług a to - jak wcześniej powiedziano - prowadzi do pewnych kompromisów, co w efekcie stanowi sens podejścia pragmatycznego - jego dyskusja jest podana w pkt. 2.5.

### 2.4.2. Zarys problematyki ekonomicznej

Porównanie ekonomiczne pomiędzy strategiami wyspowa i nakładania nawiązuje do takich czynników, jak: wskaźniki demograficzne (rozwój miast itp.), istniejąca infrastruktura sieci oraz stan gospodarki kraju. Koszt porównawczy pomiędzy tymi dwoma strategiami nie może być wyliczony w sposób jednoznaczny, ponieważ każda strategia (i wynikająca z niej konfiguracja sieci) ma inne założenia wyjściowe oraz zmierza do świadczenia innego zbioru usług. Intencją niniejszego wyводу jest przedstawienie relatywnej idei kosztów przypadających na abonenta. W obu rozpatrywanych przypadkach strategii nakładania i wysp ocenia się ten sam sprzęt. Konfiguracja w jakiej pracuje, może być różna, natomiast nie ma

elementów składowych, które byłyby unikalne dla poszczególnych strategii.

Koszty wstępne, wyrażone wskaźnikiem bieżącej wartości wydatków PWE (ang. Present Worth of Expenditures) w przypadku strategii nakładania, w warunkach normalnych (typowych) mogą być wyższe niż w przypadku strategii wyspowej, jeśli rozpatrujemy koszt przypadający na przyłącze abonenckie. Jest to zresztą potwierdzenie oczywistych oczekiwań, bowiem strategia nakładania opiera się głównie na potrzebach usługowych; podczas gdy wyspowa wywodzi się z przesłanek oszczędnościowych. Strategia nakładania wymaga dostatecznej liczby sprzętu transmisyjnego i komutacyjnego, po to, by całą sieć danego obszaru wprowadzić w stan początkowy. Strategia wyspowa potrzebuje tylko odpowiednich central cyfrowych skojarzonych z cyfrowymi systemami transmisyjnymi, których współdziałanie potwierdziło ekonomicznie synergę takich "kompozycji". Ponieważ strategia wyspowa wykorzystuje szeroki zakres możliwości cyfrowych, zatem podstawową jej zaletą jest szerokie rozpowszechnienie, czego nie ma w fazie początkowej strategii nakładania. Pewien wyjątek przemawiający na niekorzyść strategii wyspowej może wystąpić w sytuacji, gdy niezbędna jest przedwczesna wymiana istniejących central analogowych, które nie mogą już być gdziekolwiek efektywnie wykorzystane.

#### 2.4.3. Eksploatacja i utrzymanie

W przypadku strategii nakładania wszystkie funkcje eksploatacyjne muszą egzystować w formie podwójnej lub muszą być wynikiem kombinacji rozwiązań niezbędnych dla sieci cyfrowych i analogowych.

"Wyspa cyfrowa" jest zintegrowaną częścią prostej sieci, stąd wyspa taka może realizować bardziej złożone i tańsze funkcje eksploatacyjno-utrzymawcze. Filozofia dwojakiej (cyfrowo-analogowej) organizacji eksploatacji i utrzymania,

przy strategii nakładania może w praktyce łączyć się z mniejszymi bądź większymi niedogodnościami, co zależy od tego jak sprawna jest organizacja i jakie zaangażowano do tego zasoby. Istotne jest też przeanalizowanie nakładów, zarówno na technologię jak i na szkolenie personelu. Podejście polegające na scentralizowaniu utrzymania, przy zróżnicowanych poziomach głębokości diagnostyki i możliwościach zdalnego testowania, może wspomagać efektywność organizacji eksploatacji i utrzymania oraz może dać obniżkę kosztów realizacji tych funkcji.

#### 2.4.4. Transformacja

Podejście dualne do planowania sieci w przypadku strategii nakładania prowadzi do stworzenia dwóch warstw sieci - jednej dla usług cyfrowych, drugiej dla usług analogowych. W czasie transformacji różne poszczególne plany "taktyczne" takie, jak eksploatacja, utrzymanie, logistyka, szkolenie itp. muszą być dublowane. Oczywiście zaleca się wstrzymanie w stopniu, w jakim to tylko jest możliwe, rozbudowy sieci analogowej, ponieważ bardzo trudne stałoby się uzasadnienie przejścia na urządzenia cyfrowe, gdyby miały one zastępować dopiero co zainstalowany sprzęt analogowy. Najogólniej ujmując - główne przedsięwzięcia okresu transformacji będą polegać na dostawach i instalacji nowego sprzętu cyfrowego oraz na relokalizacji i ponownym użyciu zdemontowanego sprzętu analogowego, w miejscach, gdzie będzie to ekonomicznie uzasadnione (strategie pragmatyczne).

#### 2.4.5. Elastyczność planowania

Strategia nakładania, szczególnie w przypadku usług pozatelefonicznych, wymaga kompletnego wyposażenia sieci w pierwszej fazie jej przebudowy. Oznacza to, że możliwości usług cyfrowych uzewnętrzniają się wtedy na danym obszarze, gdy ich rozwój w wybranej strefie wzorcowej stanie się

ekspansywny (np. w sieci miejscowej, gdzie wymagania na nowe usługi mają charakter miejscowy). Odnotujemy, że strategia nakładania może być tak ukierunkowana, aby wprowadzić ulepszone (wzbogacone) usługi telefoniczne, ale zwykle, jak to już stwierdza się wyżej, strategia ta jest nastawiona na usługi pozatelefoniczne. Strategia wysp wymaga natomiast dużych inwestycji miejscowych dobrze dostosowanych do wymagań przyszłości. Z punktu widzenia rozdziału finansów budżetowych wprowadza to większe zakłócenia niż w przypadku strategii nakładania.

Ścisła koordynacja nakładów jest konieczna zwłaszcza w przypadku strategii wysp, co powinno być podstawową troską zarządzających narodowymi planami rozwoju telekomunikacji. W przygotowaniu tych planów należy przyjąć strategię wstępnego wyboru lokalizacji central, pojemności systemów transmisyjnych oraz możliwość rozbudowy. Powinno to być określone po wykonaniu dogłębnej analizy bieżących i przyszłościowych zapotrzebowań na usługi cyfrowe.

Jak to stwierdziliśmy już wcześniej, strategia nakładania prowadzi we wstępnej fazie do budowy wydzielonej sieci cyfrowej. Dzięki temu ogranicza się na poziomie sieci miejscowej liczbę interfejsów na styku z końcowymi urządzeniami abonentkami. Wszystkie środki teletransmisyjne są zapewnione przez wykorzystanie sieci istniejącej. Jednak w miarę rozbudowy sieci, usługi realizowane dotychczas w sposób analogowy powinny obsługiwać również powstające centrale cyfrowe i docelowo powinny zostać "wintegrowane" w ISDN. W związku z tym interfejsy powinny realizować funkcje związane z usługami, zarówno cyfrowymi jak analogowymi. Poza tym konieczne jest uwzględnienie interfejsów z siecią analogową niezależnie od tego, czy w fazie wstępnej dany fragment sieci ma bezpośredni kontakt z łączami międzynarodowymi, czy też nie.

## 2.5. Strategia pragmatyczna

Obie wcześniej prezentowane strategie cechuje ekstremalnie idealistyczne podejście do transformacji sieci. W praktyce ewolucja wielu sieci analogowych w kierunku sieci cyfrowych wykazała, że ma się do czynienia jednocześnie z cechami obu tych strategii. Tą kombinacją cech, czyli rozwiązaniem mieszane jest zwykle nazywane strategią pragmatyczną. Poniżej przedstawiono jej podstawowe charakterystyki i relacje, w jakich pozostaje w stosunku do strategii nakładania i strategii wysp.

Fundamentalna filozofia i jednocześnie podstawowe przesłanki wyboru strategii pragmatycznej to:

- 1) optymalizacja własności użytkowych sprzętu istniejącego w sieci,
- 2) Optymalizacja efektywności nowo inwestowanego sprzętu cyfrowego.

Inaczej - ujmując to ogólnie - strategia pragmatyczna zakłada, że w okresie przekształcania ewolucyjnego sieci w kierunku jej kształtu docelowego, pewne jej części mogą być modernizowane, tzn. cyfryzowane metodą superpozycji, w innych zaś można stosować metodę wysp cyfrowych. W związku z tym, że strategia pragmatyczna zakłada osiągnięcie efektów ekonomicznych już w terminach najbliższych, przyjmuje się założenie użytkowania sprzętu istniejącego oraz ewentualnego wzbogacania tego sprzętu, czyli zakłada się, że sprzęt istniejący odgrywa znaczącą rolę w ewolucji sieci istniejącej do sieci IDN i ISDN.

W zależności od cech użytkowych sieci istniejącej oraz nowych wymagań, jakie mają być spełnione, strategia pragmatyczna może również wykorzystywać rozwój sieci wydzielonych. Jeżeli jednak wydzielona sieć teledacyjna jest przyjęta jako element integracji, należy pamiętać, że usługi foniczne nie mogą być skojarzone z taką siecią.



### 2.5.1. Prezentacja strategii pragmatycznej

Strategie pragmatyczne, w ujęciu uproszczonym można określić jako zbiór kompromisów pomiędzy strategią superpozycji i strategią wyspowa. Strategii pragmatycznych można wyróżnić tyle, ile jest krajów, które są potencjalnymi kandydatami do wdrażania sieci IDN/ISON. Cechą wyróżniającą strategii pragmatycznych jest ukierunkowanie, polegające na tym, aby przy rozbudowie sieci dostosowywać się do naturalnych sił rozwojowych, takich jak: wzrost popytu, żądanie wprowadzania nowych usług oraz potrzeba modernizacji istniejącej sieci telekomunikacyjnej. Taka naturalna ewolucja sieci jest warunkowana wieloma czynnikami, w tym parkiem sprzętu już eksploatowanego i parkiem sprzętu nowych technologii. Czynniki te są odpowiednio ekonomicznie zrównoważone. Istotną cechą strategii pragmatycznej jest wzbogacenie możliwości techniki cyfrowej na tych obszarach, gdzie znajdują się już pracujące systemy cyfrowe oraz na tych obszarach, gdzie jest to najbardziej ekonomiczne.

### 2.5.2. Zależności między strategiami nakładania (superpozycji), wyspowa i pragmatyczną

Zgodnie z tym, co już było stwierdzone - kluczową siłą napędową strategii pragmatycznych jest ekonomiczność projektowanych transformacji i potencjalna możliwość uzyskiwania bliskoterminowych efektów ekonomicznych, podczas gdy strategię superpozycji i wyspowa są mniej związane z ekonomiką i wynikami szczegółowych studiów ekonomicznych, a raczej więcej z polityką administracji łączności oraz celami strategicznymi. Na przykład - administracja może założyć realizację budowy łańcuchów cyfrowych "od końca do końca" we wszystkich obszarach sieci, gdzie jest duże nasycenie abonentów urzędowych. Tego rodzaju polityka sugeruje użycie strategii superpozycji. Innym podejściem administracji łączności może być przekształcenie całej strefy danego

regionu w sieć cyfrową (strategia wyspowa), w przypadku gdy popyt na usługi cyfrowe w tej strefie jest odpowiednio duży. W obu tych przypadkach analiza ekonomiczna jest bardzo istotna - jednak założeniem przewodnim jest wybór strategii superpozycji lub wyspowej.

Ogólnie, strategie pragmatyczne wymagają bardziej szczegółowych, porównawczych analiz ekonomicznych wielu układów kombinacyjnych strategii nakładania i wyspowej, odnoszących się do wszystkich fragmentów sieci. W rezultacie takich analiz otrzymuje się "alternatywę o koszcie minimalnym" i można w ten sposób określać dalsze kroki polityki administracji łączności, z zastosowaniem tradycyjalnych wskaźników ekonomicznych takich, jak: czas życia urządzeń, bieżące oceny dostaw, czas amortyzacji.

#### 2.5.2.1. Strategia pragmatyczna przy transformacji sieci analogowej

Siecią analogową odniesienia jest taka sieć systemów elektromechanicznych, w której nie ma systemów SPC. W takim przypadku zasady transformacji według strategii pragmatycznej są następujące:

- budowanie "wysp cyfrowych" (rysunki 3, 4) (lub o konfiguracjach przypominających wyspy) zwłaszcza na obszarach o dużym zapotrzebowaniu lub tam, gdzie istniejący sprzęt wymaga demontażu i zastąpienia sprzętem nowym;
- przy planowaniu konfiguracji "wyspy cyfrowej" nacisk kładzie się na koordynację, zarówno sprzętu teletransmisji jak komutacji (zgodnie z wynikami analiz ekonomicznych), dostosowującą architekturę sieci cyfrowej do wielkości obszaru zastępowanej sieci analogowej;
- wprowadzenie pełnocyfrowego sprzętu abonenckich urządzeń styku z siecią, w przypadku scalania z siecią telefoniczną usług nietelefonicznych.

### 2.5.2.2. Transformacja, według strategii pragmatycznej, sieci analogowej z centralami typu SPC

Postępowanie w tym przypadku, w ujęciu ogólnym, jest następujące:

- budowa cyfrowych sieci nałożonych na fragmenty sieci z centralami SPC, tam gdzie nieekonomiczne jest ich dostosowywanie do wymogów ISDN albo zastępowanie ich centralami cyfrowymi;
- zapewnienie w pełni cyfrowego dostępu abonentów we fragmentach sieci, gdzie nie ma SPC, czyli tam, gdzie tworzy się "wyspy cyfrowe" oraz tam, gdzie są SPC i gdzie tworzy się cyfrową sieć nakładaną;
- wdrażanie kombinowanych analogowo-cyfrowych łączy dostępu abonentów w tych fragmentach sieci analogowych SPC, które mają możliwość świadczenia usług ISDN.

### 2.5.3. Wdrażanie IDN/ISDN - uwagi podstawowe z punktu widzenia strategii pragmatycznej

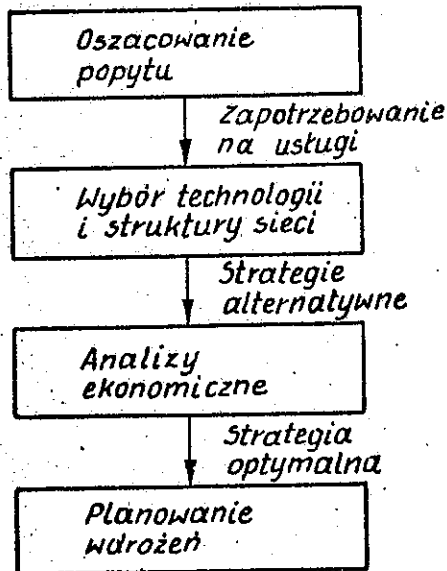
We wczesnych fazach rozwoju sieci cyfrowej zakłada się, że usługi podstawowe (64 kbit/s) nie będą miały zbyt dużego wpływu na przedsięwzięcia integracyjne. Wyposażenie sprzętu styków cyfrowych odpowiednie do małych ugrupowań i wiązek łączy o przepływności do 64 kbit/s lub  $n \times 64$  kbit/s (przy małych wartościach  $n$ ) powinny być oferowane w początkowych stadiach realizacji ISDN, w celu zapewnienia wymagań na komutację kanałów i pakietów.

Integracja na poziomie central miejscowych (na poziomie komutacji łączy i ewentualnie komutacji pakietów) jest również ważna i może stanowić kolejny, drugi cel uzyskania synergii w czasie realizacji strategii pragmatycznej ISDN. Istotny element planowania wdrożenia ISDN stanowi też uwzględnienie współpracy z istniejącymi sieciami wydzielonymi usług specjalnych, co zresztą w warunkach sieci polskiej praktycznie nie występuje.

### 3. OPIS PROCESU PLANOWANIA TRANSFORMACJI SIECI ANALOGOWEJ W ISDN

Jako pierwszy krok transformacji - której skutkiem ma być ISDN - powinno się ustalić jasną strukturalną procedurę planistyczną. Powinna ona przede wszystkim umożliwić wykonanie analizy porównawczej rozwiązań alternatywnych, w celu wyeliminowania niepewności i dokonania wyboru strategii przekształcania sieci, przy minimalnej kapitałochłonności i najkrótszym okresie zamrażania kapitałów.

Proces planowania dzieli się na 3 fazy. Rys. 5 przedstawia schemat blokowy tego procesu, uwzględniający jego główne elementy. Proces rozpoczyna się od rozpoznania i oceny popytu na usługi. Analiza ta powinna wykazać: popyt ilościowy (wielkość zapotrzebowania) użytkowników, rozlokowanie sprzętu wyposażenia końcowych abonenckich oraz środki teletransmisyjne (transportowe) wymagane do realizacji nowych usług. Oszacowanie zapotrzebowania (popytu) służy z kolei do okre-

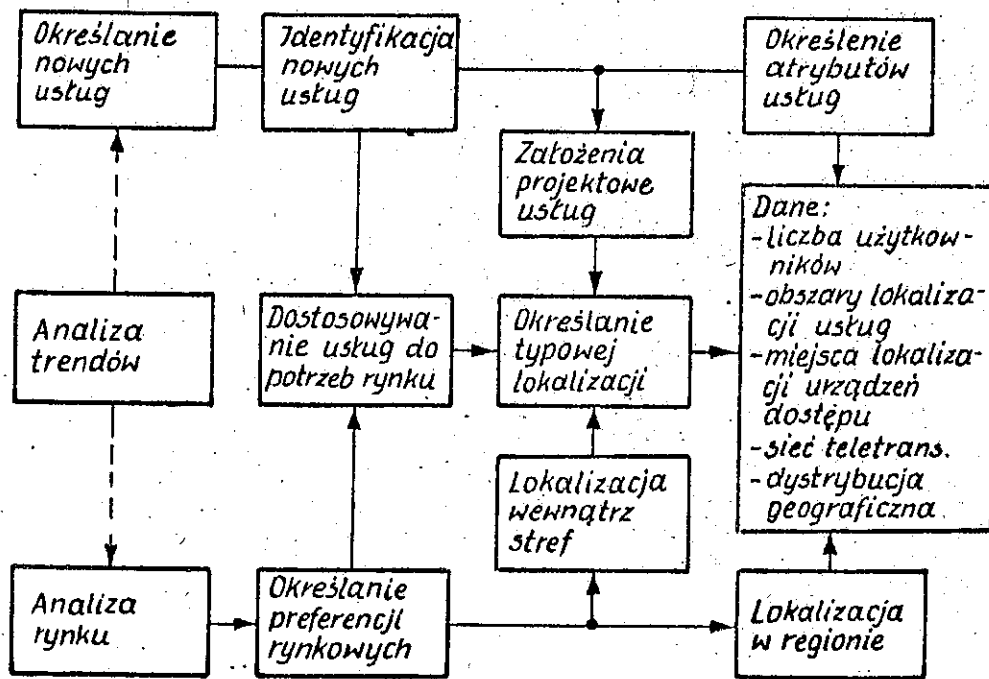


Rys. 5. Fazy wyboru strategii -  
- schemat uproszczony

ślenia techniki realizacyjnej oraz struktury sieci poprzez przestudiowanie możliwości sieciowych oraz różnych alternatywnych rozwiązań technicznych, spełniających założone zapotrzebowanie. Efektem tych przedsięwzięć jest zbiór strategii alternatywnych, które są oceniane za pomocą analiz ekonomicznych, mających na celu znalezienie strategii optymalnej, która byłaby przyjęta do wdrożenia. Strategia ta służy następnie do "planowania wdrożeniowego" jako materiał wiodący. Efektem tego planowania są: inwentaryzacja istniejącej infrastruktury oraz przewidywane rozlokowanie użytkowników nowych usług.

### 3.1. Oszacowanie popytu (zapotrzebowania)

Oszacowanie popytu (rys. 6) rozpoczyna się od analizy trendów rozwojowych z uwzględnieniem danych z przeszłości



Rys. 6. Szacowanie zapotrzebowania

oraz czynników socjo-ekonomicznych i demograficznych. Uzyskane informacje stanowią podstawę do wykonania dwóch analiz: jednej, zakładającej prawdopodobny rozwój nowych usług oraz drugiej określającej trendy zachowań (dążeń) i charakterystykę potencjalnych użytkowników. Usługi charakteryzuje się wg typów, natomiast użytkownicy są klasyfikowani wg kategorii odpowiadających sektorom rynkowym, przy czym każda usługa jest dostosowywana do charakteru działalności gospodarczej czy rynkowej. Określa się całkowite zapotrzebowanie w poszczególnych typach usług oraz topografię lokalizacji urządzeń końcowych abonenckich każdego z typów usług. Uporządkowane informacje każdej z tych analiz służą następnie do opracowania przekrojowego pt. "Typowa lokalizacja sprzętu usług ISDN" dla każdego sektora gospodarczego, z podziałem na poszczególne branże i na poszczególne lata objęte planem prognostycznym. Te dane z kolei kojarzone są następnie z danymi ruchowymi poszczególnych usług, w celu określenia struktury sieci teletransmisyjnej z uwzględnieniem typów węzłów komutacyjnych i zapotrzebowania na nie w czasie. Powyższe informacje umożliwiają sporządzenie obrazu rzeczywistej sieci z konkretną lokalizacją geograficzną oraz liczbą i jakością sprzętu dostosowaną do określonego popytu na usługi. Wynikiem końcowym powyższych analiz jest oszacowanie zapotrzebowania rynkowego za pomocą uporządkowanych danych niezbędnych do planowania sieci (np. liczba wyposażań końcowych, liczba przyłączy, wielkość ruchu, geograficzny rozkład popytu itp.).

Aby określić dokładnie punkty przyłączania użytkowników do sieci, trasy łączy międzycentralowych oraz inne cechy użytkowe, dobrze jest podzielić cały potencjalny rynek użytkowników na działy - branże. Abonenci są podzieleni na kategorie lub klasy z uwzględnieniem wielu różnych parametrów takich, jak: ruch, niezbędne przedsięwzięcia techniczne, typy zastosowań usług telekomunikacyjnych oraz dostawy telekomunikacyjne w ciągu roku. Zwykle prace badawcze prowadzi się, dzieląc cały rynek telekomunikacyjny na abonentów

mieszkańcowskich i urzędowskich, a następnie przeprowadza się stopniowanie z punktu widzenia wielkości centrali; małe, średnie, duże. Przy podziale rynku na branże, podaje się liczbę abonentów oraz ich lokalizację w każdej branży z uwzględnieniem przewidywanego horyzontu czasowego.

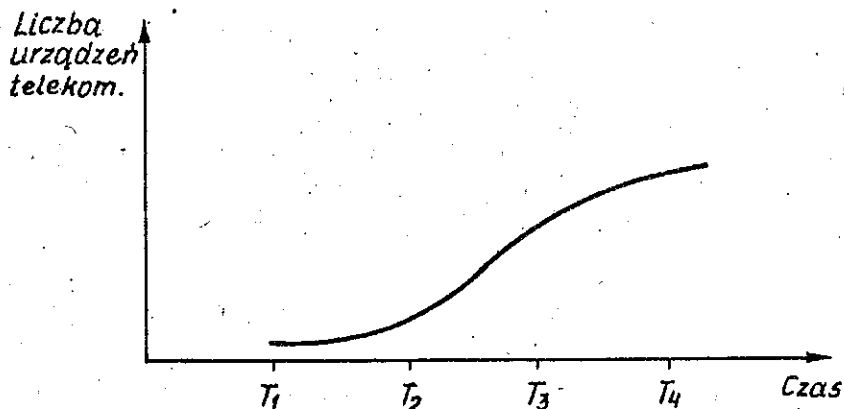
Kolejnym krokiem oceny rynku jest określenie głównych kategorii usług ze szczególnym zwróceniem uwagi na charakterystykę techniczną tych usług. Obejmuje to: zapotrzebowanie związane z centralami, łączność typu komputer-komputer, usługi dla abonentów mieszkaniowych. Następnie określa się wszystkie zastosowania specjalne, ich rozlokowanie w sieci, niezbędne przedsięwzięcia dokonywane w sieci, a także liczbę końcowych stacji abonenckich, w tym komputerów zintegrowanych stanowisk roboczych oraz wyposażenia. Na podstawie tej analizy sporządza się mapę zapotrzebowania na zastosowanie różnych usług i w ten sposób uzyskuje się w każdej branży przekroje z podziałem na użytkowników w planowanych przedziałach czasowych.

Na podstawie powyższych danych można określić w każdej z branż rynku typowy ruch, w GNR, jaki ma obsługiwać ISDN, stąd ocenić można dyspozycyjność ISDN i przepływność binarną wymaganą w poszczególnych traktach sieci, z podziałem na branże. Uzyskane informacje, skojarzone z informacjami demograficznymi na temat potencjalnego rozlokowania abonentów dają możliwość określenia mapy prawdopodobnego rozmieszczenia potencjalnych abonentów w sieci oraz całkowity ruch ISDN i jego rozkład geograficzny widziany w rozpatrywanym horyzontie czasowym.

Powyższe procedury, opisujące okresy czasowe T1, T2, T3, T4 (rys. 7), umożliwiają wyprowadzenie następujących wniosków:

- jeśli pojemność ruchową określamy jako ruch generowany przy realizacji nowych usług i jest to liczba bitów informacji, które są niezbędne do przesyłania poprzez interfejs sieciowy w ciągu GNR - to okazuje się, że największym źródłem strumienia informacji w czasie realizacji usług

- nowych jest przetwarzanie przez urządzenia sterujące centrali, zwłaszcza dotyczy to usługi symilografii;
- strumień bitów wymienianych w relacji stacja abonencka - komputer jest umiarkowany, jednak relacja ta cechuje się dużą liczbą wywołań;
- usługa typu komputer-komputer w ruchu dobowym uzyskuje dużą wartość przepustowości bitowej, z tym że większość tego ruchu przypada poza GNR;
- usługa telekonferencji wymaga przepustowości bitowej bardzo różnicowanej, ale liczba stacji geograficznie oddzielonych jest niewielka;
- usługi typu mieszkaniowego wiążą się z dużą liczbą stacji abonenckich, ale o małym ruchu generowanym w GNR.



Rys. 7. Liczba urządzeń komunikacyjnych w analizowanych przedziałach czasu  $T_1 \dots T_4$

Do porównań 3 użyto w grupach roboczych CCITT urządzeń o trzech klasach wynikających z ich przepływności binarnej: niskiej (poniżej 9,6 kbit/s), średniej (od 9,6 - 64 kbit/s), wysokiej (64 kbit/s i więcej). Wyniki przedstawiają rozkład omawianych wartości w poszczególnych przedziałach czasowych  $T_1 \div T_4$ .

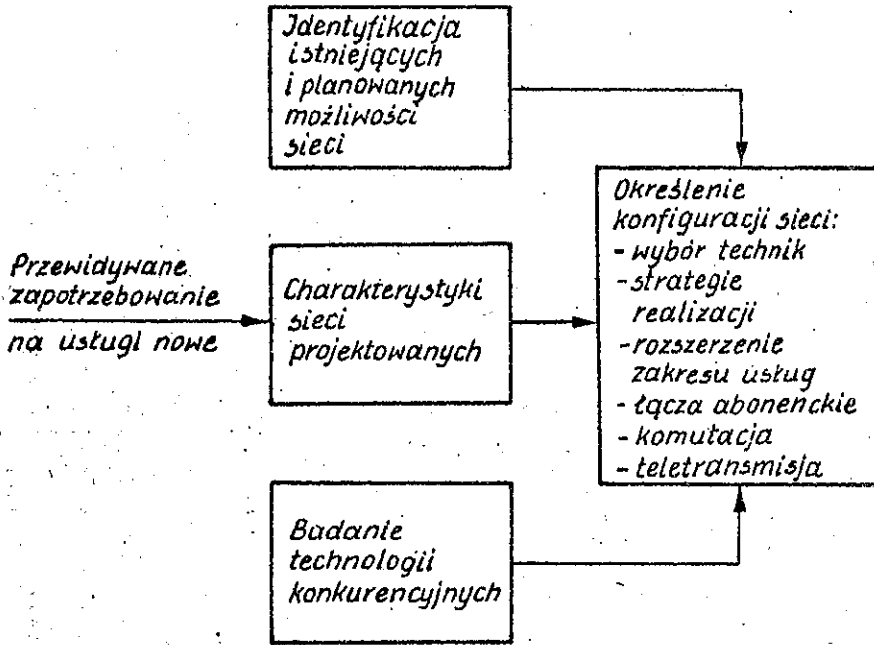


W okresie pierwszym T1 prawie wszystkie terminale (stacje abonenckie) będą o małej szybkości i będą używane przez abonentów urzędowych. W okresie T2 większość terminali będzie nadal o małej szybkości, ale zaznaczy się wzrastająca liczba terminali o średniej przepływności, pojawi się - choć w nie-dużej liczbie - kategoria przepływności wysokiej. W okresie T3 terminale o średniej przepływności będą rozpowszechniane na rynku abonentów mieszkaniowych, a te o dużej będą bardziej rozpowszechniane na rynku abonentów urzędowych. W okresie T4 większość urządzeń będzie o średniej przepływności, w tym już więcej u abonentów mieszkaniowych pracujących z przepływnością około 9,6 kbit/s. Terminale abonentów urzędowych w tym okresie będą o przepływności 9,6 kbit/s lub wyżej, w tym w znacznej liczbie o przepływności wysokiej, np. szybkie symilografy i procesory przetwarzania słów (tekstów).

### 3.2. Analiza technik realizacji oraz struktury sieci

Na rys. 8 pokazano wybór technik realizacji i struktury sieci.

Dane pochodzące z analizy popytu w przekroju wieloletnim stosuje się jako założenia wyjściowe do określenia alternatywnych technik realizacyjnych dostępnych do realizacji usług, jak również bilansuje się możliwości sieci istniejących i przewidywanych w planowanym horyzoncie czasowym (np. spodziewane rozprzestrzenianie central czasowych, traktów cyfrowych międzycentralowych itp.). Powyższe informacje kojarzy się w celu określenia pewnej liczby schematów strukturalnych sieci, które będą obsługiwać część lub całość zapotrzebowań użytkowników na usługi. Opracowane konfiguracje pozwalają sformułować wymagania na obwody pętli abonenckich, na urządzenia komutacyjne i teletransmisyjne oraz urządzenia końcowe - stacje abonenckie. Umożliwiają również określenie



Rys. 8. Wybór technik realizacji i struktury sieci

charakterystyk technicznych funkcji eksploatacyjnych, utrzymaniowych, zarządzania oraz sporządzenie harmonogramu wprowadzania usług nowych.

Rozpatruje się dwie alternatywne struktury:

- I) hybrydowa analogowo/cyfrowa, z zastosowaniem modyfikacji w istniejących centralach analogowych SPC,
- II) w pełni cyfrowa, polegająca na wprowadzeniu central ISDN według pragmatycznej teorii wprowadzania ISDN.

Każda z tych alternatywnych sieci powinna spełniać warunki popytu na nowe usługi, zgodnie z liczbami uzyskanymi w fazie szacowania popytu.

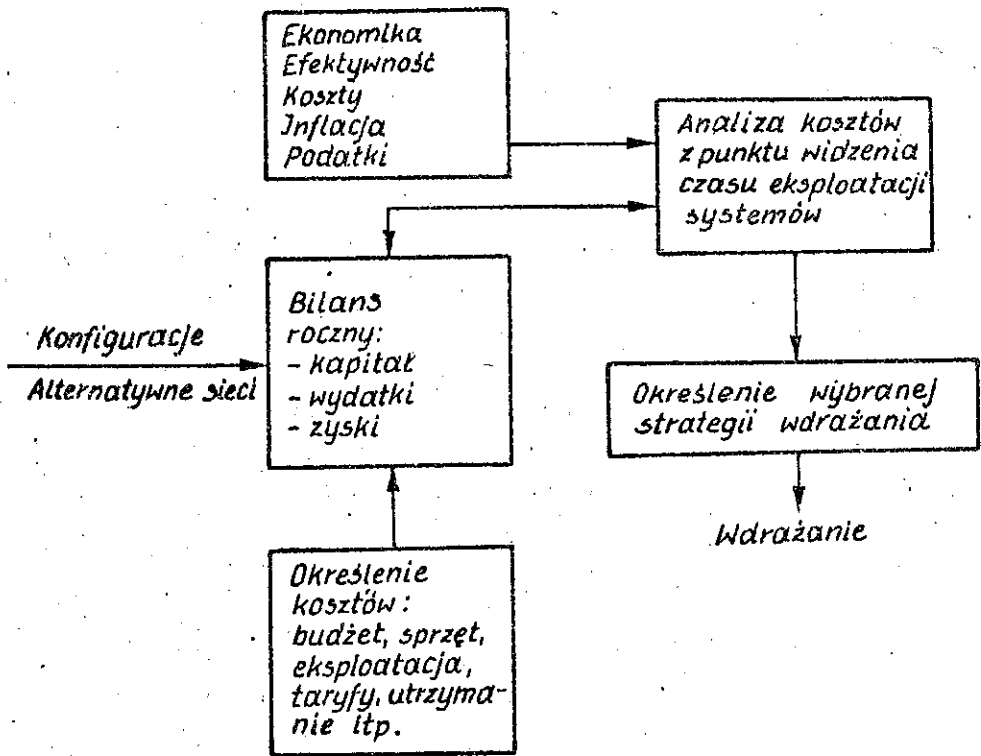
Techniki specyficzne dla struktury I obejmują CSDC - funkcje cyfrowej komutacji kanałów (łączy) oraz LADT - funkcje transmisji danych na obszarze sieci lokalnych. CSDC jest takim krokiem w kierunku wprowadzenia ISDN, w którym w sieci

zapewnia się dla każdego połączenia łańcuch cyfrowy komutowany "od początku do końca". W sieci USA funkcje CSDC są realizowane przez centrale systemów Nr 5 ESS i Nr 4 ESS (dla komunikacji międzycentralowej, międzymiastowej). Abonenci mają dostęp poprzez istniejące dwuprzewodowe pętle nieobciążone. Aby zapewnić przesyłanie przez te pętle sygnałów cyfrowych, w sieci amerykańskiej używa się techniki o nazwie TCM (ang. Time Compression Multiplexing). LATD jest podstawową usługą teledacyjną centrali, umożliwiającą zastosowania interakcyjne, takie jak wideoteks. Usługa ta jest tak rozwiązana, że umożliwia jednoczesny dostęp do sieci fonicznych i teledacyjnych. LATD daje się wdrożyć w każdej centrali bez względu na typ pola komutacyjnego, które jest stosowane w tejże centrali. Centrala realizuje komutację pakietów; ma wbudowany multiplekser statystyczny, który zestawia wiadomości w pakiety. W LATD następuje koncentracja ruchu.

Alternatywna struktura II zakłada stosowanie central miejscowych z komutacją czasową i ze standardowymi interfejsami dostępu do ISDN, w tym styk podstawowy DSL (2B+D) i rozszerzony (30B+D), ten ostatni do dołączania central PABX.

### 3.3. Analizy ekonomiczne

Konfiguracje struktur sieciowych są następnie używane jako materiał wyjściowy do analiz ekonomicznych (rys. 9), które określają w sposób ilościowy konsekwencje wdrożenia każdej z alternatywnych strategii. Analizy te podają w wartościach aktualnych lub szacunkowych koszt jednostkowy wyposażenia, pracochłonność, koszt energii, taryfy itp., w celu określenia prawdopodobnego kapitału rocznego, nakładów oraz zysków dla każdej strategii alternatywnej. Informacje te są następnie kojarzone z parametrami finansowymi, takimi jak: kursy monetarne, stopa inflacji, stopy podatkowe, w celu dokonania analizy kosztowej w przekroju okresu wdraża-



Rys. 9. Analizy ekonomiczne

nie i eksploatacji systemu. Analizy te są porównywane przy użyciu takich miar, jak: NPWE (ang. Net Present Worth of Expenditures), okres zwrotu kapitału i stopień akumulacji. Za pomocą tych danych można przeprowadzić operację minimalizacyjną, oceniając efektywność wdrożeń nowych usług. Po wykonaniu tych analiz wybiera się strategię optymalną i przeprowadza przedsięwzięcia wdrożeniowe.

Obie powyższe struktury sieciowe (I, II) są porównywane co do kosztów, przy założeniu konieczności zapewnienia takich samych nowych usług w obu przypadkach.

Główne czynniki, które wpływają na koszt to:

- zapotrzebowanie na nowe usługi, w tym jego wielkość i rozkład geograficzny;

- stopień ucyfrowienia sieci (w tym łączy i central);
- koszty urządzeń abonenckich.

Przy tych samych założeniach odnośnie zapotrzebowania na nowe usługi oraz przyrostu liczby łączy cyfrowych koszt dostępu do nowych usług za pośrednictwem sieci o strukturze II wynosi 0,8 kosztu dostępu przez sieć I.

#### 4. SFORMUŁOWANIE SYNTETYCZNE KONSEPCJI WPROWADZANIA ISDN DO SIECI KRAJOWEJ RP

##### 4.1. Warunki wstępne

W dokumencie 5 przedstawiono bardziej szczegółowo założenia wyjściowe i podstawowe warunki wstępne niezbędne do realizacji sieci zintegrowanej typu ISDN w RP.

W celu stworzenia całościowego obrazu koncepcji warunki te przytacza się poniżej w sposób syntetyczny z uzupełnieniami, które wniosły prace w czasie, jaki upłynął od redakcji wspomnianego dokumentu. Warunki te - polegające na dysponowaniu zasobami kadrowymi, zasobami materialnymi oraz na rozwiązaniu wielu problemów badawczych i technicznych - są następujące:

1. Dysponowanie zasobami kadrowymi - kadra dysponująca wiedzą z zakresu cyfrowych systemów teletransmisyjnych, w tym specjaliści od techniki światłowodowej i systemów komutacyjnych oraz kadra programistów - znających problematykę języków programowania dla telekomunikacji, w językach wysokiego rzędu (np. CHILL).
2. Dysponowanie zasobami materialnymi takimi jak:
  - cyfrowe systemy centrów komutacyjnych, z polem komutacyjnym cyfrowym i sterowaniem programowanym;
  - cyfrowe teletransmisyjne systemy światłowodowe w relacjach międzycentralowych;

- cyfrowe łącza abonenckie o przepływności od 144 - 200 kbit/s, dwupleksowe, wyposażone w cyfrowe tłumiki echa;
  - układy scalone wielkiej skali integracji: stosowane w abonenckich wyposażeniach liniowych (np. typu BORSTH, kodeki PCM) oraz w układach cyfrowych teletransmisyjnych i komutacyjnych (filtry, multipleksery, pamięci tapu RAM, ROM, REPRM, wzmacniacze, detektory, regeneratory itp.);
  - mikroprocesory i mikrokomputery;
  - osprzęt wyposażenia końcowych do zestawów mikrokomputerowych (dyski, drukarki, monitory ekranowe, klawiatury);
  - aparaty telefoniczne i końcowe urządzenia cyfrowe;
  - urządzenia stacji abonenckich wielofunkcyjnych z monitorami ekranowymi, klawiaturami, aparatami głośnomówiącymi.
3. Rozwiązanie problemu cyfryzacji sieci telefonicznej - w tym łączą międzycentralowych dalekosiężnych.
  4. Budowa podsieci sygnalizacji cyfrowej Nr 7 CCITT i wdrożenie tego systemu w centralach komutacyjnych.
  5. Budowa podsieci synchronizacji sieci telekomunikacyjnej.
  6. Opracowanie i wdrożenie, w szkołach średnich i wyższych oraz w ośrodkach doskonalenia kadr, programów z zakresu problematyki ISDN.

#### 4.2. Synteza założeń koncepcji działań wdrożeniowych ukierunkowanych na ISDN

Na podstawie przedstawionych w rozdz. 2 niniejszej pracy charakterystyk strategii transformacji sieci analogowych na ISDN oraz na podstawie wniosków wynikających z podanej w rozdz. 3 analizy procesu planowania transformacji sieci

analogowych przyjmuje się następujące założenia ogólnej koncepcji wprowadzania ISDN do sieci krajowej PRL.

1. Transformacja istniejącej sieci telefonicznej analogowej powinna być dokonywana według strategii pragmatycznej przedstawionej w rozdz. 2.5.1, 2.5.2 i 2.5.3 niniejszej pracy.
2. Zgodnie z 4, podstawową metodą komutacji powinna być komutacja łączy.
3. Sieć ISDN tworzona w miejsce zastępowanej sieci analogowej powinna być siecią pełnocyfrową, z komutacją w pełni cyfrową, przy czym komutacja i transmisja informacji powinna się odbywać w jednorodnych kanałach 64 kbit/s lub  $n \times 64$  kbit/s.
4. Usługi oferowane przez "wąskopasmową" sieć ISDN powinny być realizowane z wykorzystaniem łączy abonenckich, zapewniających przepływność 144 kbit/s.
5. Charakterystyki i parametry usług i sygnałów, a także procedury współpracy urządzeń w obrębie sieci ISDN powinny być zgodne z odpowiednimi standardami podanymi w zaleceniach CCITT.
6. W zależności od ekonomiki rozwiązań cyfrowa sieć teletransmisyjna powinna wykorzystywać trakty światłowodowe.
7. Każda faza transformacji sieci powinna być poprzedzona analizą ekonomiczną porównawczą (rozdz. 3).
8. Ze względu na ekonomikę rozwiązań, usługa transmisji danych z komutacją pakietów powinna być obsługiwana przez podsieć wspólnokanałowego scentralizowanego systemu sygnalizacji Nr 7 CCITT por. 4.

## 5. SCENARIUSZ PRZYKŁADOWY REALIZACJI KONCEPCJI TRANSFORMACJI SIECI ANALOGOWEJ WEDŁUG STRATEGII PRAGMATYCZNEJ

W niniejszej części opracowania przedstawia się przykłady - ilustrowane rysunkami od 10 do 15 - transformacji sieci czysto analogowej oraz sieci analogowej, w której znajdują się węzły z centralami SPC. Oba te przykłady odnoszą się bezpośrednio do sieci polskiej, dlatego przyjęto, że stanowią one część integralną niniejszej koncepcji.

### 5.1. Działania transformacyjne na czysto analogowych fragmentach sieci

W tym przypadku podjęte przedsięwzięcia zmierzające do zbudowania docelowej sieci pełnocyfrowej ISDN nie są "obciążone" stanem wyjściowym. Zależą one głównie od parametrów ekonomicznych.

Na rys. 10 + 13 pokazano cztery przypadki transformacji czysto analogowych fragmentów sieci. Są to:

- P.1: wprowadzenie funkcji ISDN w sieci tranzytowej daleko-  
siężnej;
- P.2: wprowadzenie funkcji ISDN w węzłach tranzytowych sieci  
miejscowej;
- P.3: wprowadzenie funkcji ISDN w centralach miejscowych;
- P.4: wprowadzenie funkcji ISDN w abonenckiej sieci rozdziel-  
czej.

W każdym z tych przypadków przedstawia się po cztery kolejne fazy cyfryzacji ukierunkowanej na ISDN, przy czym zwłaszcza trzy pierwsze dotyczą budowy telefonicznej IDN. W fazie czwartej następuje intensywne wyposażenie sieci w urządzenia i funkcje ISDN (zgodnie z zaleceniami CCITT -  
- serii I).



Należy też stwierdzić, że poszczególne węzły i trakty mogą podlegać cyfryzacji skojarzonej z funkcjami ISDN także w fazach wcześniejszych, zgodnie z ideą strategii pragmatycznej. Poza tym, w fazie kolejnej, czyli piątej, dokonywać się będzie cyfryzacja linii abonenckich (np. kabel światłowodowy doprowadzony do biur czy mieszkań).

#### 5.1.1. Transformacja sieci tranzytowej dalekosiężnej (P.1; rys. 10)

Faza 1: Sieć międzymiastowa jest siecią analogową typu FDM, z sygnalizacją wewnątrzpasmową w zakresie pasma akustycznego; wszystkie centrale międzymiastowe są centralami elektromechanicznymi.

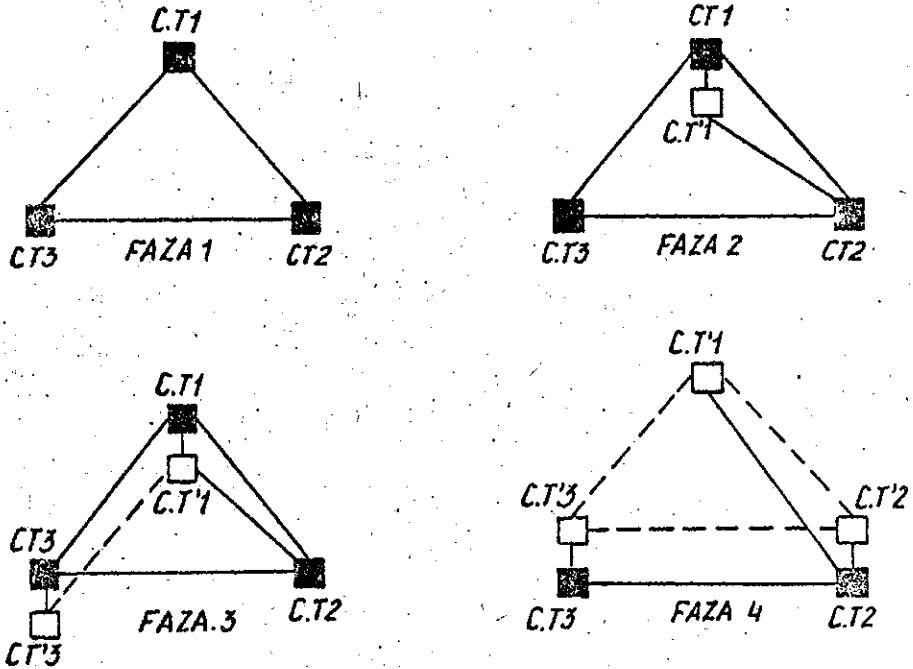
Faza 2: Centrala tranzytowa T1 jest rozbudowywana za pomocą sprzętu systemu cyfrowego - tworzącego centralę T'1.

Faza 3: Dobudowuje się drugą centralę cyfrową, tranzytową T'3, oraz uruchamia trakt T'1 - T'3 z sygnalizacją systemu Nr 7 CCITT.

Faza 4: Buduje się trzecią centralę tranzytową międzymiastową i demontuje centralę T1, łącząc wszystkie centrale za pomocą traktów cyfrowych i urządzeń sygnalizacji Nr 7 CCITT. Centrala T1 może być ponownie zainstalowana w innym rejonie sieci, jeśli ma jeszcze wartość użytkową.

Zespół powyższych przedsięwzięć scharakteryzować można następująco:

- zastępowanie central systemów analogowych FDM oraz systemów teletransmisyjnych z podziałem częstotliwości centralami cyfrowymi i systemami teletransmisyjnymi PCM, w dwóch przypadkach: gdy zarówno długość traktów oraz wielkość ruchu dają obniżkę kosztów oraz gdy usługi typu cyfrowego trzeba wprowadzić na danym obszarze sieci;
- wdrożenie międzymiastowych traktów sygnalizacji Nr 7 CCITT;



Rys. 10. Cyfryzacja sieci dalekosieżnej w węzłach tranzytowych

Sieć analogowa



centrala tranzytowa (CT)



centrala końcowa (CK)



centrala skojarzona końcowa tranzyt.



moduł komutac. wyniesiony (MKW)

system abonenckiego łącza cyfrowego (ŁAC)

system łącza cyfrowego z koncentr. (ŁCK)



przetwornik A/C lub C/A

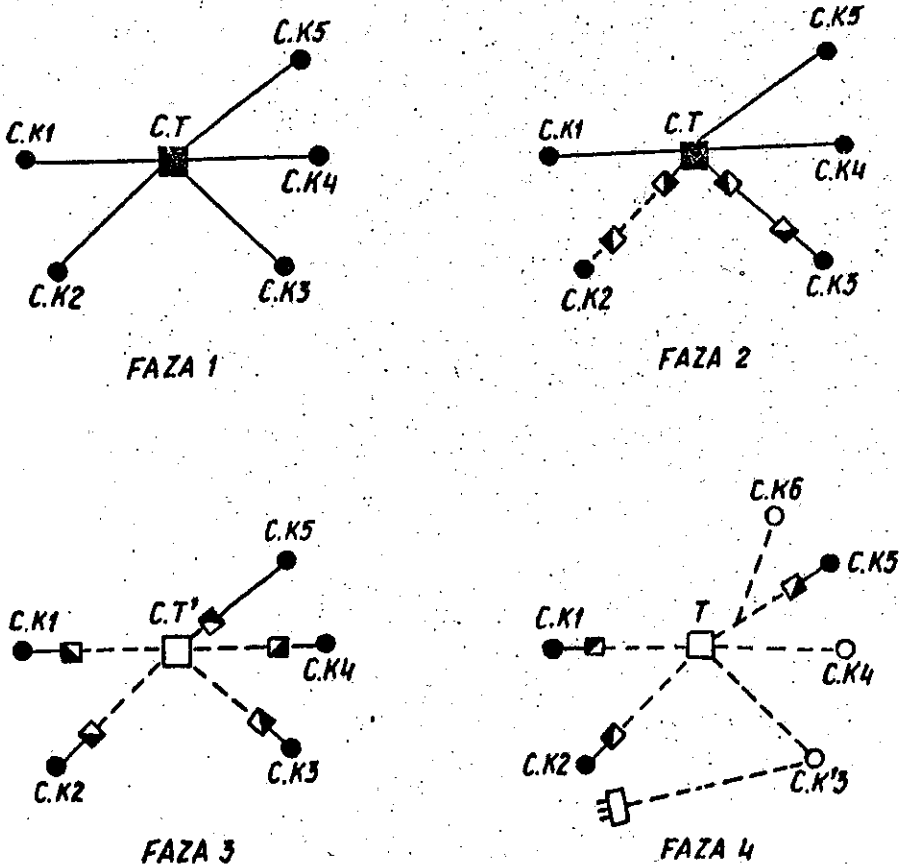
Sieć cyfrowa



———— analogowe łącza międzycentralowe z sygnalizacją wewnątrzpasmową, ----- cyfrowe łącza międzycentr. z sygnalizacją wspólnokanałową, - - - - - cyfrowe lub hybrydowe łącze abonenckie, ..... łącze abonenckie analogowe, SPC/A centrala SPC z komutacją analogową, SPC/A centrala jak wyżej realizująca funkcje ISDN, SPC/D centrala SPC z komutacją cyfrową.

- przy pozostawieniu w pierwszym okresie transformacji sieci analogowych traktów teletransmisyjnych celowe jest zastosowanie transmultiplexerów FDM/PCM, które zapewniają pewną redukcję kosztów;
- ułatwienie zabiegów integracyjnych na innych szczeblach hierarchii sieci.

### 5.1.2. Transformacja węzłów tranzytowych sieci miejscowej (P2; rys. 11)



Rys. 11. Wprowadzanie węzłów ISDN cyfrowych na poziomie tranzytowych central miejscowych

W tym przypadku działanie rozpoczyna się od rozbudowy lub zastąpienia elektromechanicznej centrali tranzytowej w sieci miejscowej lub instalacji nowej cyfrowej centrali, realizującej funkcje tranzytu w sieci miejscowej. Jednocześnie buduje się cyfrowe trakty teletransmisyjne.

Faza 1: W sieci istniejącej wszystkie centrale są elektromechaniczne i cały sprzęt teletransmisyjny jest analogowy.

Faza 2: Budowa traktów teletransmisyjnych PCM w sieci miejscowej i strefowej pomiędzy analogowymi centralami miejscowymi i centralą tranzytową.

Faza 3: Zastąpienie tranzytowej centrali elektromechanicznej centralą cyfrową; przetworniki analogowo-cyfrowe mogą być ponownie użyte w innych miejscach.

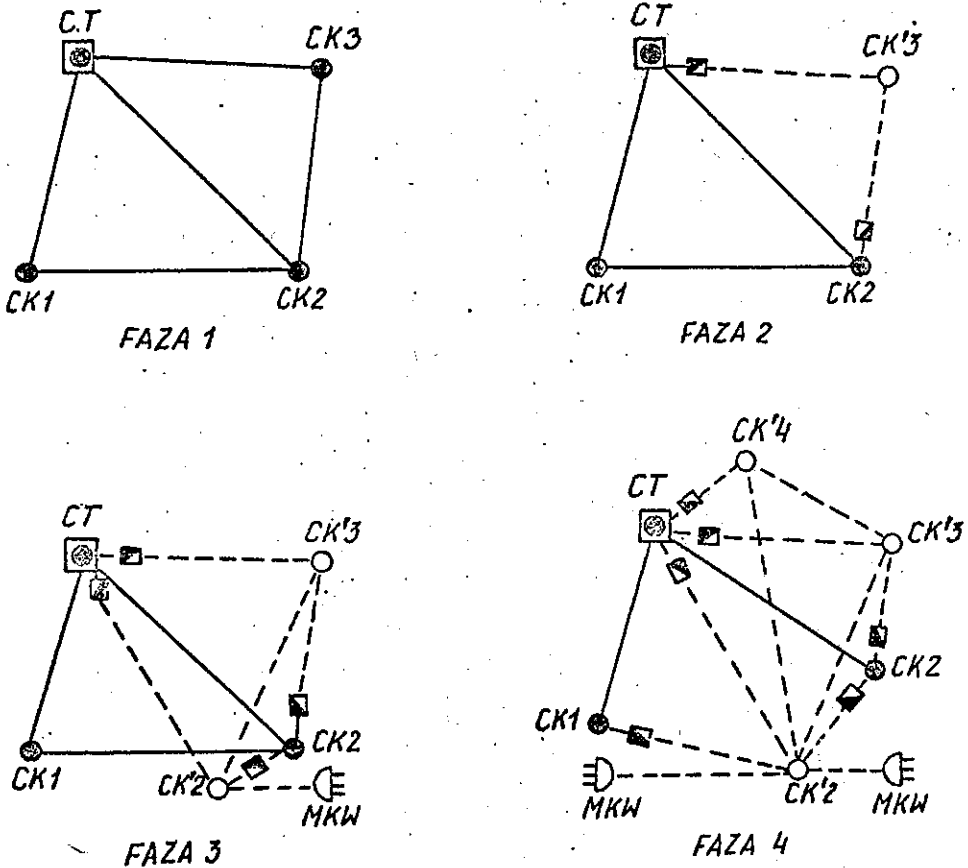
Faza 4: Budowa końcowych central cyfrowych i traktów sygnalizacji Nr 7 CCITT pomiędzy nimi i centralą tranzytową oraz zwiększanie liczby traktów PCM, według następującego porządku:

- a) zastąpienie cyfrowymi starych central miejscowych C.K3 i C.K4,
- b) rozbudowa central istniejących (np. C.K2), które osiągnęły pojemność maksymalną przez zastosowanie koncentratorów wyniesionych C.K3,
- c) budowa nowej centrali cyfrowej (np. C.K6) na obszarze o intensywnym rozwoju gospodarczym.

Powyższe przedsięwzięcia można scharakteryzować następująco:

- integracja komutacji i teletransmisji na obszarze miejscowej centrali tranzytowej,
- budowa sieci sygnalizacji wspólnokanałowej Nr 7 CCITT w tym obszarze.

## 5.1.3. Transformacja central końcowych (P3; rys. 12)



Rys. 12. Wprowadzanie funkcji ISDN na poziomie central miejscowych

Wdrażanie techniki cyfrowej w miejscowych centralach końcowych harmonizuje zarówno z rozbudową, jak i zastąpieniem istniejących analogowych central elektromechanicznych oraz budową nowych końcowych central cyfrowych. Kolejne fazy tego procesu są następujące.

**Faza 1:** Sieć bazowa jest w pełni analogowa.

**Faza 2:** Demontaż zużytej centrali elektromechanicznej i zastąpienie jej nową centralą cyfrową (CK'3); cyfrowe

trakty teletransmisyjne są instalowane w relacjach C.K'3 i C.K2 oraz CT z zastosowaniem bezpośrednich (wbudowanych) interfejsów w C.K'3 oraz przetworników analogowo-cyfrowych w C.K2 i CT.

#### Faza 3:

- Rozbudowa C.K2 za pomocą nowej centrali cyfrowej C.K'2 i modułu komutacyjnego wyniesionego (MKW) na terenie oddalonego osiedla.
- Cyfrowe trakty teletransmisyjne są instalowane w relacjach, gdzie jest to ekonomicznie uzasadnione lub tam, gdzie jest konieczne zapewnienie nowych usług cyfrowych (np. pomiędzy C.K'2 i C.K'3 oraz C.K'2 i CT).

Faza 4: Budowa nowej centrali cyfrowej C.K'4, w nowym miejscu sieci, w związku z czym potrzebna jest rekonfiguracja sieci oraz rozbudowa funkcji C.K'2 o funkcje tranzytowe i dodanie drugiego MKW dołączonego do C.K'2. Oprócz MKW tam, gdzie to jest uzasadnione ekonomicznie, można instalować standardowe wyposażenia cyfrowych koncentratorów abonenckich ISDN połączone z CK traktami spełniającymi wymagania na standardowe punkty styku (S, T, U) z siecią zintegrowaną.

Okazać się też może, że korzystne będzie zastąpienie analogowej centrali tranzytowej CT nową centralą cyfrową CT'. Przedstawiony sposób podejścia do transformacji sieci jest kombinacją bezpośrednich tras takich, jak pomiędzy CK1 i CK2 i tras tranzytowych: CK1 - CK'2, CK'2 - CK3 z wykorzystaniem funkcji tranzytowania ruchu w CK'2.

Zwykle, by wykorzystać środki zainwestowane w budowę central istniejących, nowe urządzenia komutacyjne lokuje się w budynkach istniejących, w miejsce sprzętu zdemontowanego lub w innym miejscu wygospodarowanym do tego celu. Ekonomiczność rozwiązania sieci abonenckiej można poprawić dzięki rozpowszechnianiu modułów komutacyjnych wyniesionych (MKW) oraz cyfrowych koncentratorów (tCK). W szczególności powyższe urządzenia komutacyjne powinny być wykorzystywane:

- 1) wszędzie tam, gdzie istnieją długie łącza abonenckie, ponieważ cyfrowe koncentratory lub reduktory łączy umożliwiają budowę tańszych łączy przez zbliżenie stopnia koncentracji ruchu do abonentów;
- 2) tam, gdzie pracują już małe centrale elektroniczne poprzez zastąpienie ich przez koncentratory cyfrowe ŁCK lub cyfrowe moduły komutacyjne wyniesione (MKW) dołączane do większych central w danej strefie.

Oczywiście te dwa rozwiązania nie są unikalne dla techniki cyfrowej. Natomiast zawsze prawdziwe jest to, że sieć cyfrowa (w tym węzły komutacyjne) jest tańsza niż porównywalna sieć analogowa.

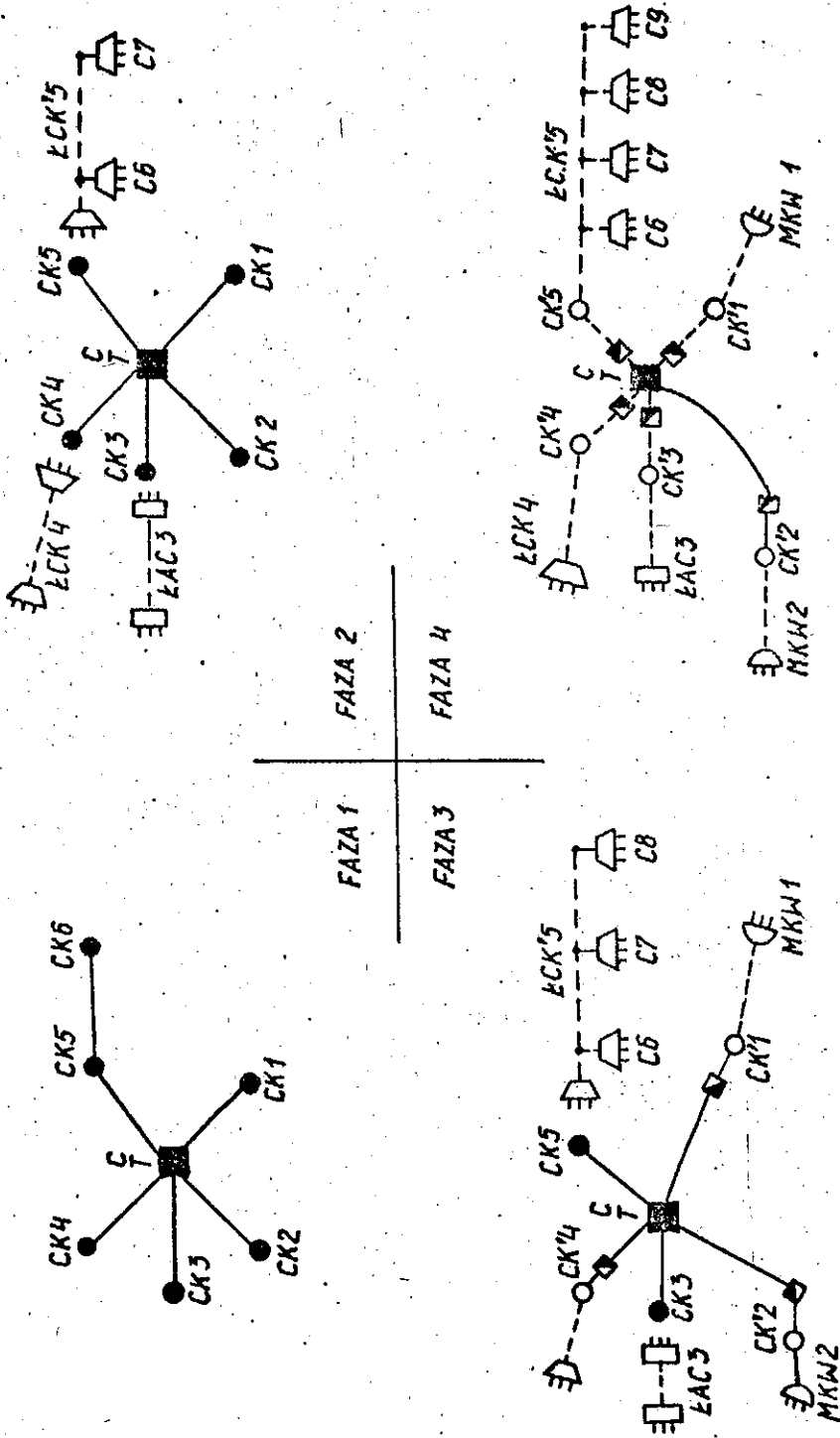
#### 5.1.4. Transformacja abonenckiej sieci rozdzielczej (P4; rys. 13)

W tym przypadku przedsięwzięcia cyfryzacji wynikają z oczywistego stwierdzenia związanego z gęstością telefoniczną. Mianowicie - tam, gdzie jest mała gęstość - obwody pętli łączy abonenckich są długie. Stąd wszędzie tam, gdzie w miejsce analogowych central elektromechanicznych wprowadza się centrale cyfrowe ze sterowaniem typu SPC, należy wprowadzać cyfrowe wyniesione stopnie komutacyjne (MKW) lub wyniesione multipleksery i demultipleksery (MULDEX), ponieważ wiadomo, że są to rozwiązania istotnie tańsze w porównaniu z analogowymi. W fazie gdy dochodzi do przekształcania IDN na ISDN, łącza abonenckie muszą być cyfryzowane.

**Faza 1:** Cała sieć miejscowa jest analogowa.

**Faza 2:** Wprowadzanie koncentratorów abonenckich cyfrowych i cyfrowych reduktorów łączy, w celu uzyskania oszczędności na sieci rozdzielczej abonenckiej należącej do wymienionej centrali końcowej. Instalować można trzy typy takich urządzeń:

ŁAC 3 - abonencki system cyfrowy PCM (bez koncentracji),



Rys. 13. Wprowadzanie funkcji ISDN w abonenckiej sieci rozdzielczej



ŁCK 4 - systemu koncentratora PCM łączy abonenckich,  
ŁCK'5 - system koncentratora PCM z dołączoną pętlą syste-  
mu rozdzielczego PCM.

Faza 3: Wprowadzenie cyfrowych modułów komutacyjnych wy-  
niesionych MKW1 i MKW2 dołączonych do nowych central końco-  
wych CK'1 i CK'2, dobudowa centrali C8 obsługiwanej przez  
ŁCK'5.

Faza 4: Wprowadzenie większej liczby central cyfrowych  
(CK'3 i CK'5) oraz wprowadzenie funkcji ISDN w relacjach  
ŁCK4 - CK'4 i ŁAC3 - CK'3.

Choć nie jest to uwidocznione na rysunku, konieczna może  
być wymiana centrali elektromechanicznej CT na cyfrową i to  
w fazie 2 lub 3.

Zbiór powyższych przedsięwzięć można scharakteryzować  
następująco:

- redukcja długości łączy abonenckich dzięki zastosowaniu  
wyniesionych urządzeń komutacyjnych cyfrowych,
- uzyskiwanie oszczędności na eksploatacji i utrzymaniu po-  
przez zastąpienie wielu małych central jedną dużą,
- uzyskanie oszczędności poprzez wyeliminowanie przetworni-  
ków analogowo-cyfrowych, w przypadku zastąpienia CT analogo-  
wej CT cyfrową.

## 5.2. Działania transformacyjne na obszarach sieci analogowej z centralami SPC

Główna różnica, z punktu widzenia warunków wyjściowych,  
pomiędzy działaniami na sieci analogowej przedstawionymi w  
pkt. 5.1 i działaniami niezbędnymi do podjęcia w sytuacji,  
gdy w tej sieci istnieją centrale ze sterowaniem typu SPC,  
polega na tym, że centrale SPC nie są do końca wyeksploato-  
wane i poza tym abonenci tych central mają szansę korzystać  
z rozszerzonego zbioru usług telefonicznych.

Zgodnie z poczynionym założeniem działania transformacyjne dokonywane są według strategii pragmatycznej. Ekonomiczność rozwiązań jest wtedy jednym z głównych motywów przewodnich. Centrale te utrzymują się w eksploatacji do czasu, gdy centrale SPC da się odpowiednio dostosowywać do tworzenia najpierw sieci IDN, a później do wdrażania niektórych funkcji ISDN. Oczywiście miernikiem oceny ich użyteczności jest ciągle ekonomiczność rozwiązań. W związku z powyższym wśród działań podejmowanych w pierwszym okresie będzie mniej sytuacji związanych z zamianą central istniejących i instalowaniem nowych central cyfrowych o właściwościach ISDN. Natomiast w stadium początkowym wysiłek administracji łączności powinien być skoncentrowany na "rewaloryzacji" istniejących central SPC według potrzeb wynikających z IDN i ISDN, ze stałym uwzględnianiem zarówno parametrów technicznych, jak i ekonomicznych. Jeżeli okazuje się, że istniejące centrale SPC nie są w stanie komutować podstawowych strumieni cyfrowych ISDN lub przystosowanie ich do tego celu okazuje się zbyt kosztowne, należy wówczas zastąpić te centrale nowymi - cyfrowymi centralami ISDN.

Poniżej rozpatrzone zostaną dwa typowe scenariusze transformacyjne podejmowane na poziomie sieci miejscowej.

Każdy ze zbiorów tych przedsięwzięć dzieli się na cztery fazy. Scenariusze te dotyczą:

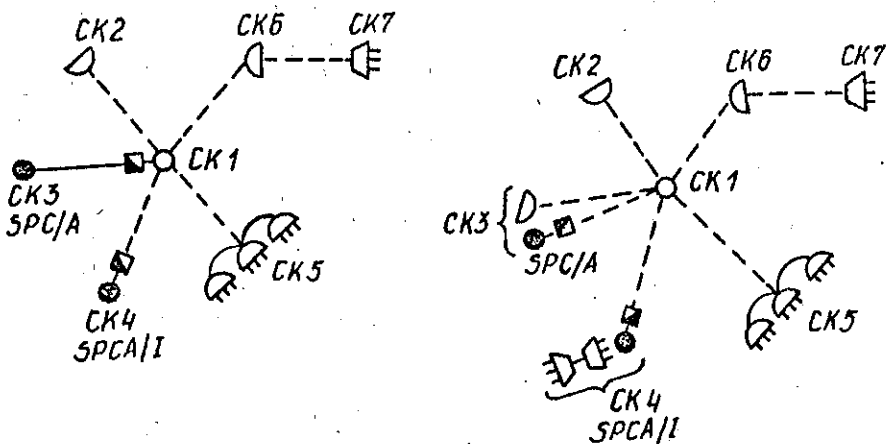
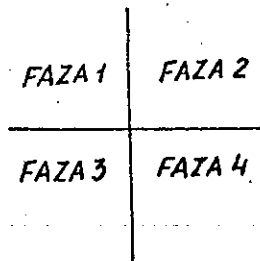
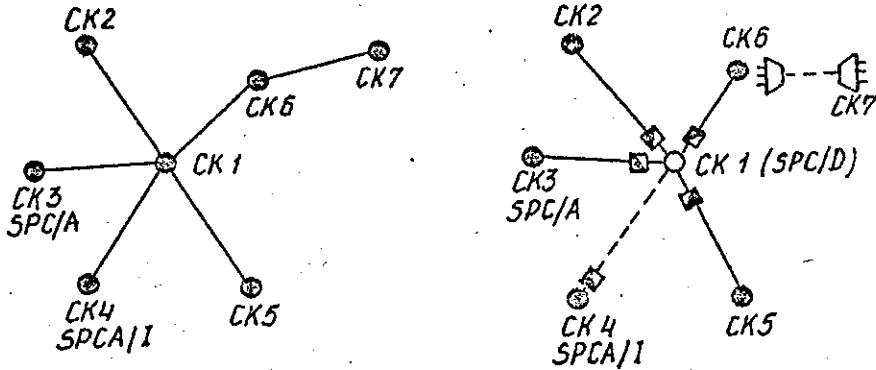
- S1 - transformacji na obszarze lokalnych central sieci wiejskiej,
- S2 - transformacji sieci dalekich przedmieść dużych aglomeracji miejskich.

#### 5.2.1. Transformacja sieci wiejskiej (S1; rys. 14)

Faza 1. Sieć istniejąca:

- centrale końcowe CK1, CK2, CK5, CK6 i CK7 są elektromechaniczne (np. systemu biegowego lub crossbar),

- centrale końcowe CK3 i CK4 są centralami analogowymi SPC, przy czym CK4 jest w stanie zapewnić niektóre usługi ISDN (SPCA/I),
- wszystkie trakty teletransmisyjne są analogowe (naturalne lub analogowe FDM).



Rys. 14. Transformacja otoczenie centrali miejscowej na terenie wiejskim

Faza 2. Centrala miejscowa, końcowa CK1 jest zastąpiona centralą cyfrową SPC (SPC/D):

- zostają zbudowane nowe trakty teletransmisyjne pomiędzy CK1 i CK4, przy czym po stronie centrali CK1 zostaje umieszczony interfejs zintegrowany;
- centrala CK7 zostaje zastąpiona przez zbiór koncentratorów i trakty PCM rozdzielcze; relacja CK6 - CK7 staje się cyfrową (PCM). (W tych warunkach wykorzystano przykładowo zapas pojemności w CK6).

Faza 3. Centrale CK2 i CK6 zostają zastąpione przez wyniesione cyfrowe moduły komutacyjne:

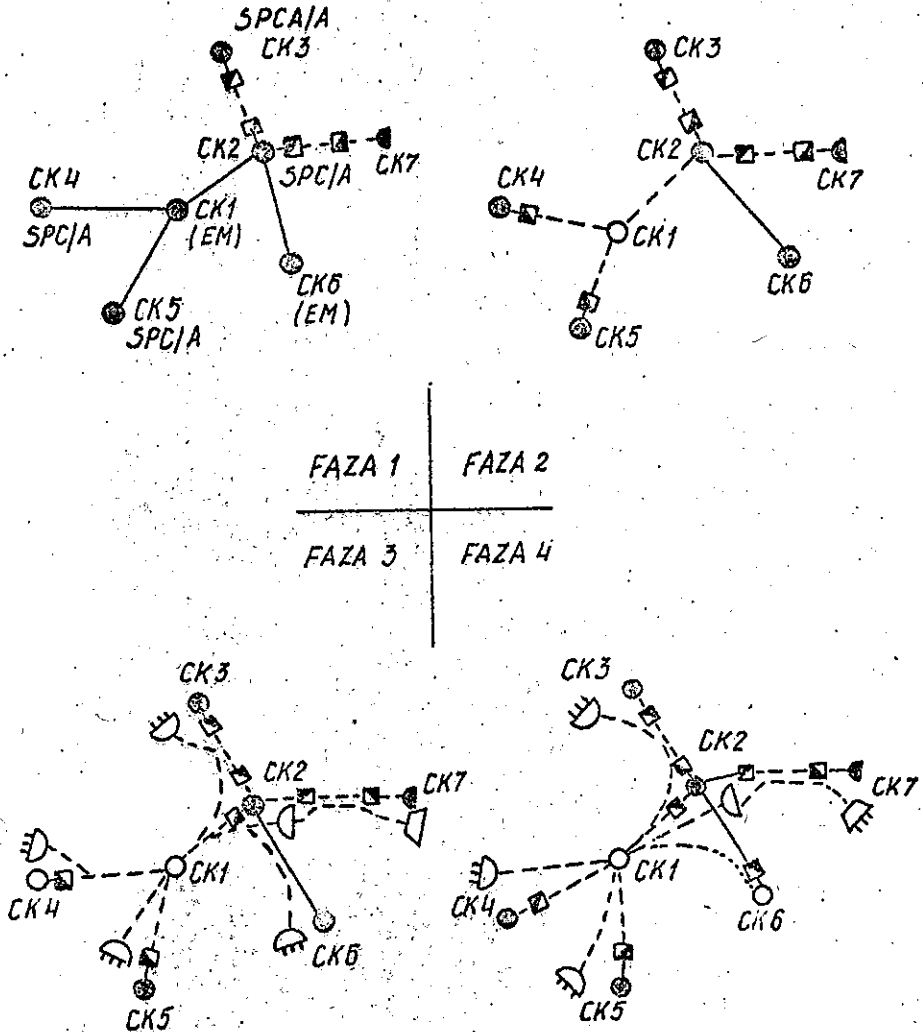
- centrala końcowa CK5 jest zastąpiona przez wyniesione moduły komutacyjne (to przedsięwzięcie podjąć można również w fazie drugiej lub czwartej),
- trakty teletransmisyjne cyfrowe buduje się pomiędzy CK1-CK2, CK1-CK5 i CK1-CK6 - wszystkie wyposaża się w interfejs zintegrowany od strony CK1.

Faza 4. W centrali CK3 instaluje się cyfrowy wyniesiony moduł komutacyjny realizujący usługi ISDN - sterowany z CK1. Do wszystkich central transformowanego obszaru dostęp jest cyfrowy, z wyjątkiem centrali CK4. Poprzez SPC A/I w węźle tym jest zapewniony hybrydowy dostęp cyfrowy.

#### 5.2.2. Transformacja otoczenia wielkomiejskiej centrali końcowej (S2; rys. 15)

Faza 1. Sieć istniejąca:

- centrale CK2, CK3, CK4 i CK5 są wszystkie centralami systemu SPC, z komutacją przestrzenną - żadna nie spełnia wymagań ISDN,
- CK7 jest analogowym wyniesionym modułem komutacyjnym sterowanym z CK2,



Rys. 15. Transformacja otoczenia strefy wielkomejskiej

- CK1 i CK6 są centralami elektromechanicznymi;
- trakty teletransmisyjne w relacjach CK2 - CK3 i CK2 - CK7 są traktami cyfrowymi - wszystkie pozostałe są analogowe.

**Faza 2:**

- CK1 zastępuje się centralą cyfrową SPC,

- trakty teletransmisyjne cyfrowe buduje się w relacjach CK1 - CK2, CK1 - CK4 oraz CK1 - CK5, co zbiega się z zastąpieniem centrali elektromechanicznej - cyfrową w węzle CK1 - wszystkie trakty są wyposażone od strony CK1 w interfejsy zintegrowane.

#### Faza 3:

- moduły komutacyjne wyniesione ISDN lokuje się w centralach końcowych CK2, CK3, CK4, CK5 i CK6 - wszystkie są sterowane z CK1,
- wszystkie powyższe moduły są przyłączone do CK1 za pomocą traktów cyfrowych PCM,
- w węzle CK7 instaluje się wyposażenie cyfrowej pętli abonenckiej ISDN oraz interfejs cyfrowy - moduł komutacyjny wyniesiony (w CK2).

Faza 4. Rozbudowuje się moduł komutacyjny ISDN wyniesiony aż do osiągnięcia centrali cyfrowej SPC pełnej pojemności. Na całym obszarze sieci wprowadza się wyposażenia cyfrowego dostępu do sieci ISDN oraz moduły komutacyjne wyniesione ISDN i koncentratory ISDN.

## 6. PODSUMOWANIE

Przyjmując za punkt wyjścia z jednej strony stan polskiej sieci telefonicznej - określony we wprowadzeniu - a z drugiej obecną presję czasu i zapotrzebowania na usługi telefoniczne i telekomunikacyjne, stwierdzić można, że:

- transformacja polskiej analogowej sieci telefonicznej nie powinna być związana z tworzeniem cyfrowych sieci wydzielonych (dedykowanych), natomiast od samego początku powinna wiązać się z konsekwentną budową sieci IDN/ISDN;
- transformacja ta powinna być dokonywana według strategii pragmatycznej z uwzględnieniem obecnej specyficznej sy-

tuacji gospodarczej i przy spełnieniu warunków podanych w pkt. 4.1;

- w związku ze szczególną presją czasu, fazy transformacji: sieć analogowa w IDN, IDN w ISDN będą się wyraźnie nakładać, wobec czego na wielu obszarach sieci może dojść do transformacji bezpośredniej typu sieć analogowa - sieć ISDN;
- w związku z brakiem w Polsce odpowiednich technologii i systemów cyfrowych transformacja sieci polskiej będzie musiała się odbywać z udziałem przodujących firm telekomunikacyjnych współpracujących z polskim przemysłem telekomunikacyjnym;
- systemy telekomunikacyjne, które uzyskają koncesję na działalność eksploatacyjną w sieci polskiej powinny być systemami awangardowymi, najnowszej generacji technologicznej - tak, aby po okresie uruchomienia ich masowej produkcji przez przemysł krajowy zachowały nadal cechy nowoczesności i przydatności do budowy powszechnej sieci ISDN.

#### SPIS LITERATURY

1. Bonucelli H.A., Stefanik M.J., Workman A.M.: Planning the transition to ISDN in developing nations. Materiały konferencyjne ICC - 85, Vol. 1, June 1985.
2. CCITT: GAS 3 - General Network Planning Handbook and Transmission System Handbook. 1983.
3. CCITT: GAS 9, No 19 - Strategies for network evolution. June 1983.
4. Lubacz J., Jarociński M., Dąbrowski M.: Strategie integracji sieci telekomunikacyjnych. Przegląd Telekomunikacyjny, nr 10-11, 1986.
5. Michna J.: Telekomunikacyjna sieć cyfrowa z integracją usług (ISDN). Biuletyn Informacyjny It, nr 8 (249), 1987.
6. RNIS. Commutation & Transmission, No 3, 1987.





ISSN 0209-1046

