

INSTYTUT ŁĄCZNOŚCI  
WARSZAWA-MIEDZESZYN

**BIULETYN**

**INFORMACYJNY**

2-3 (202-203)

1981



# BIULETYN INFORMACYJNY

NR 21

WARSZAWA 1981

NR 2-3/202-203/

---

INSTYTUT ŁĄCZNOŚCI  
Branżowy Ośrodek  
Informacji Naukowej, Technicznej i Ekonomicznej

Redakcja Biuletynu Informacyjnego

---

Redaktor Naczelny - prof. mgr inż. Lesław Kędzierski  
Z-ca Redaktora Naczelnego - doc. dr inż. Krystyn Plewko

Redaktorzy działów:

doc. mgr inż. Władysław Cetner, doc. mgr inż. Adam Moniuszko

Adres Redakcji:

Instytut Łączności

Branżowy Ośrodek

Informacji Naukowej, Technicznej i Ekonomicznej

Warszawa-Miedzeszyn, ul. Szachowa 1

NA PRAWACH RĘKOPISU - DO UŻYTKU SŁUŻBOWEGO

Redaktor: mgr K. Juskiewicz

Montaż tekstu: B. Drabik

---

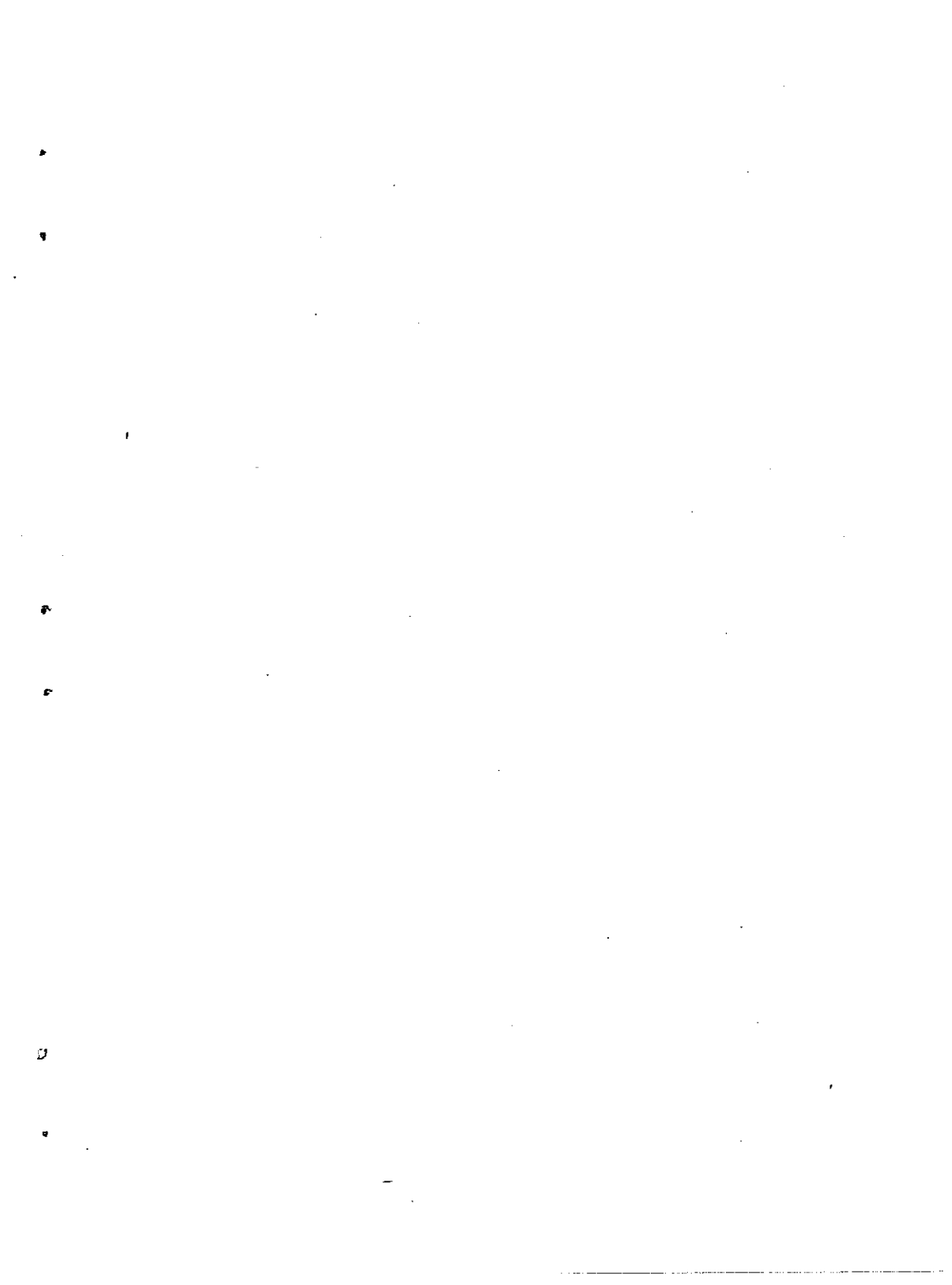
Dział Wydawniczy Instytutu Łączności  
Format B5. Nakład 625. Wpłynęło do  
Działu Wydawniczego 13.IV.1981 r.  
Druk ukończono w maju 1981 r.

Zbigniew Frydrych

O STEROWANIU KRAJOWĄ SIECIĄ TELEFONICZNĄ

SPIS TREŚCI

	Str.
1. Wprowadzenie	1
2. Podstawy zabezpieczenia sieci teletransmisyjnej	7
2.1. Wstęp	7
2.2. Awaryjność sieci teletransmisyjnej	9
2.3. Podstawowe pojęcia	10
2.4. Działania zabezpieczające ciągłość ruchu	13
2.5. Układy przestrajania	20
2.6. Formułowanie wymagań na zabezpieczenie ciągłości ruchu	22
3. Podstawy sterowania siecią telefoniczną	23
3.1. Wstęp	23
3.2. Przyczyny degradacji jakości obsługi ruchu	25
3.3. Wymagania dotyczące informacji niezbędnej dla sterowania	27
3.4. Parametry charakteryzujące obsługiwane ruch	29
3.5. Kryteria inicjujące działanie systemu sterowania	32
3.6. Działania usprawniające	33
4. Zasady określające krajowy system sterowania	37
4.1. Zasady zabezpieczenia międzymiastowej sieci teletransmisyjnej	37
4.2. Zasady sterowania użytkowaniem sieci ACMM	41
5. Realizacja krajowego systemu sterowania	49
5.1. Organizacja Krajowego Centrum Zarządzania	49
5.2. Środki techniczne niezbędne do realizacji systemu sterowania	55
6. Wnioski	59
Wykaz literatury	62



## O STEROWANIU KRAJOWĄ SIECIĄ TELEFONICZNĄ

### 1. WPROWADZENIE

Automatyczna sieć telefoniczna jest zwykle wyposażana ilościowo w taki sposób, aby zapewniona była zadowalająca jakość załatwiania ruchu przy obciążeniu jej ruchem o nominalnym projektowym natężeniu. Jednakże w pracy takiej sieci obserwuje się także okresy, w których występują dysproporcje pomiędzy zapotrzebowaniem na usługi a dysponowaną przepustowością urządzeń komutacyjnych i teletransmisyjnych. Przykładowo można wymienić następujące zdarzenia wywołujące tego rodzaju dysproporcje:

- uszkodzenia z przerwą w łączności urządzeń teletransmisyjnych;
- uszkodzenia, głównie częściowe, urządzeń central telefonicznych;
- wyłączenia urządzeń komutacyjnych i teletransmisyjnych dla przeprowadzenia konserwacji;
- nadzwyczajne wzrosty zapotrzebowania ruchowego, wywołane przez wydarzenia polityczne, gospodarcze, sportowe, klęski żywiołowe, a także sezonowe zmiany rozptywu ruchu;
- opóźnienia w rozbudowie sieci, niezbędnej dla dostosowania przepustowości sieci do systematycznych zmian generowanego ruchu /głównie wzrostu natężenia ruchu/.

Tego rodzaju zdarzenia powodują zmiany stanu sieci. Ogólnie biorąc, stany sieci można klasyfikować z dwóch punktów widzenia: od strony zdolności do świadczenia usług telefonicznych oraz od strony wielkości ruchu oferowanego.

Stany sieci oceniane pod kątem zdolności sieci do wykonywania usług, tzn. od strony przepustowości sieci, nazywa się stanami sprawnościowymi. Przepustowość sieci naruszana jest głównie na skutek uszkodzeń, powodujących przejście urządzeń do stanu niezdolności do wykonywania wyznaczonego zadania. Odwrotna zmiana stanu - zwiększenie przepustowości, dokonuje się przy odnowieniu, kiedy niesprawnemu urządzeniu przywrócona zostaje

zdolność do pracy. Innymi zdarzeniami wywołującymi zmianę stanu sprawnościowego są: planowe i nieplanowe wyłączenia, nowe uruchomienia w ramach rozbudowy czy modernizacji, kasacje urządzeń itp.

Stany sieci klasyfikowane ze względu na natężenie ruchu obsługiwanego z określoną jakością, nazywa się stanami ruchowymi. Stan ruchowy ulega zmianie bądź w wyniku zmiany wielkości zapotrzebowania na usługi, np. zmiana liczby zgłoszeń na jednostkę czasu, bądź zmiany ukształtowania tych zapotrzebowań w sieci, np. zmiana rozptywu strumieni ruchu.

Wydaje się, że wprowadzenie systemu zarządzającego procesem eksploatacji sieci w zmieniających się stanach sprawnościowych i ruchowych przyczyni się do poprawy skuteczności i efektywności eksploatacji. Ogólnie biorąc, zadania wykonywane przez taki system można podzielić na zadania związane z utrzymaniem urządzeń sieci w stanie sprawności /zdolności do pracy/ oraz na zadania związane z użytkowaniem sieci. Stąd można mówić o systemie zarządzania utrzymaniem /konserwacją/ sieci oraz o systemie zarządzania użytkowaniem sieci.

Zadaniem systemu zarządzania utrzymaniem sieci jest kierowanie służbami konserwacji /urządzeń komutacyjnych i teletransmisyjnych/ przy wykonywaniu przez nie prac związanych z utrzymaniem sprawności urządzeń. Procesy te obejmują:

- badania systematyczne, których celem jest wykrycie i zlokalizowanie uszkodzeń niejawnych, tzn. uszkodzeń nie wywołujących samoczynnie alarmu uszkodzenia i nie uruchamiających samoblokady niedopuszczającej do zajmowania niesprawnych urządzeń do wykonywania usług /które wówczas nie zostaną skutecznie zakończone/;
- prace profilaktyczne, obejmujące planowe i nieplanowe regulacje i wymiany urządzeń, wykonywane przed powstaniem uszkodzenia;
- prace korekcyjne mające na celu przywrócenie do stanu sprawności urządzeń, których niesprawny stan został zasygnalizowany układami alarmu lub wykryty w trakcie badań systematycznych;
- remonty bieżące i modernizacje.

Dla porządku można zaznaczyć, że służby konserwacji, poza pracami z zakresu utrzymywania sprawności urządzeń, mają także obowiązek wykonywania wszystkich czynności związanych z dołączaniem stacji końcowych abonentów i z przełączaniami w sieci linii abonenckich.



Zadaniem systemu zarządzania użytkowaniem sieci jest zapewnienie świadczenia przez sieć usług z określoną jakością, zgodnie ze zgłaszanymi zapotrzebowaniami, przy efektywnym wykorzystaniu zainstalowanych w sieci urządzeń.

System zarządzania użytkowaniem nie posiada własnych służb wykonawczych, a realizowanie podjętych decyzji sterujących /oddziaływanie na urządzenia sieci/ dokonywane jest przez służby konserwacji. System zarządzania użytkowaniem wykonuje swe zadania w szczególności przez:

- optymalizowanie zagospodarowania dostępnych urządzeń sieci, dostosowując je do bieżącego rozkładu zapotrzebowania na usługi /wyrównując obciążenie ruchowe poszczególnych urządzeń/;
- optymalizowanie procedur obsługi użytkowników, dostosowując je do bieżących możliwości zaspokajania zapotrzebowania na usługi;
- współdziałanie ze służbami konserwacji w celu dostosowania zakresu i czasu wykonywania procesów utrzymaniowych do wymagań i potrzeb procesu użytkowania;
- operatywną współpracę z użytkownikami w sprawach uzgadniania zapotrzebowania na usługi.

Z technicznego punktu widzenia zasadnicze znaczenie w systemie zarządzania użytkowaniem sieci telefonicznej mają dwa pierwsze działania, tzn. zmiana planu kierowania ruchu oraz zmiana sposobu obsługi abonentów. Oba te zadania proponuje się objąć jedną wspólną nazwą: sterowanie użytkowaniem sieci, krótko - sterowanie siecią.

Można oczekiwać, że wprowadzenie systemu sterowania da m.in. następujące korzyści:

- poprawienie jakości obsługi abonentów, co prowadzić będzie do wzrostu generowanego przez nich ruchu, i w efekcie, do wzrostu wpływów i zysków;
- zwiększenie skuteczności działania sieci, wyrażającej się wzrostem udziału połączeń zakończonych rozmową, dzięki czemu przyspieszony zostanie zwrot nakładów inwestycyjnych;
- zmniejszenie zapotrzebowania na dodatkowe urządzenia komutacyjne i łącza międzycentrałowe, dzięki zwiększeniu wykorzystania ruchowego środ-

ków łączności; tzn. załatwienie większego ładunku ruchu mniejszym kosztem inwestycyjnym;

- zapewnienie utrzymywania łączności w sieci w niezbędnym zakresie w czasie występowania sytuacji awaryjnych, kiedy przepustowość sieci ulega katastrofalnemu zmniejszeniu;
- zwiększenie wiedzy o sieci, która stanowi podstawę wiarogodnego prognozowania i programowania rozwoju sieci i umożliwia podejmowanie obiektywnie umotywowanych decyzji o rozbudowie sieci.

W ubiegłych latach prowadzono w Instytucie łączności cykl prac [14,15] mających na celu rozpoznanie problematyki sterowania użytkowaniem sieci telefonicznej oraz sformułowanie założeń na system sterowania siecią krajową. Prace te stanowiły rozwinięcie wcześniejszych prac prowadzonych w zakresie niezawodności sieci telekomunikacyjnych. Zdawano sobie bowiem sprawę, że oddziaływanie na niezawodność jest tylko jednym z kierunków doskonalenia obsługi abonentów, opierającym się na minimalizowaniu czasu przestoju urządzeń, powodowanego przez uszkodzenia. Wiadomo jednak, że degradacja jakości obsługi wywołana jest również ubytkiem przepustowości z innych przyczyn niż uszkodzenia, jak też zmianami ruchowymi, wynikającymi ze stochastycznego charakteru kształtowania się zapotrzebowań na usługi.

Niniejszy artykuł przedstawia podstawowe wyniki przeprowadzonych badań. Podmiotem tych badań jest sieć telekomunikacyjna powszechnego użytku, a w szczególności - sieć telefoniczna.

Sieć taka nie jest obiektem jednorodnym, a zespołem urządzeń teletransmisyjnych i urządzeń komutacyjnych, tworzących struktury hierarchiczne z określonym podziałem zadań. Jedną z możliwych linii podziału sieci telekomunikacyjnej prowadzi do wydzielenia sieci teletransmisyjnej oraz tzw. sieci usługowych, jedną z których jest sieć telefoniczna.

Sieć teletransmisyjna, tzw. sieć pierwotna, składa się z węzłów teletransmisyjnych oraz odcinków linii, łączących te węzły. Zadaniem sieci pierwotnej jest świadczenie usług w postaci udostępniania użytkownikom typowych kanałów grupowych zestawionych między węzłami sieci zgodnie z zapotrzebowaniami użytkowników. Sieć pierwotna jest wykorzystywana przez:

- sieci usługowe powszechnego użytku: telefoniczną, telegraficzną i transmisji danych;

- wydzielone sieci transmisji programów radiofonicznych i telewizyjnych;
- dzierżawców, wykorzystujących kanały transmisyjne sieci dla tworzenia własnych sieci łączności.

Sieć telefoniczna, w szczególności komutowana sieć automatyczna, składa się z węzłów komutacyjnych /central telefonicznych/ oraz wiązek łączy międzycentralowych, łączących węzły między sobą. Zadaniem sieci telefonicznej jest zestawianie dróg połączeniowych między stacjami abonentów /między liniami abonenckimi/. Ze względu na hierarchiczność zestawiania połączeń celowo jest dzielić krajową sieć telefoniczną na terytorialnie określone fragmenty:

- wielocentralową sieć węzła telekomunikacyjnego;
- sieć wewnątrzstrefową;
- sieć wewnątrzwojewódzką;
- sieć międzywojewódzką /sieć międzymiastową/;
- sieć międzynarodową.

Dla każdej z tych sieci można określić odpowiadający jej fragment sieci teletransmisyjnej. Największe znaczenie, ze względu na swój udział w świadczeniu usług o zasięgu krajowym, ma automatyczna sieć międzymiastowa /sieć ACMM/ oraz odpowiadający jej fragment sieci pierwotnej - międzymiastowa sieć teletransmisyjna /sieć MMST/.

W pracach CCITT [10] zdefiniowano sterowanie siecią telefoniczną /ang. network management/ jako zespół działań obejmujących nadzorowanie jakości obsługi ruchu oraz podejmowanie akcji, poprawiających skuteczność załatwiania ruchu i wykorzystanie możliwości usługowych sieci w zmieniających się warunkach eksploatacji /przy zmianach stanów sprawnościowych i ruchowych/.

Ogólnie biorąc, usprawniające działania systemu sterowania mają na celu ochronę sieci i usług przez nią świadczonych, przy uwzględnieniu kryteriów ekonomicznych i technicznych, przed:

- utratą łączności między centralami sieci wywoływaną uszkodzeniami i wyłączeniami urządzeń sieci, przede wszystkim liniowych urządzeń teletransmisyjnych;
- natłokiem, wynikającym z niedopasowania dysponowanych możliwości usługowych sieci do bieżącego zapotrzebowania na usługi składanego przez użytkowników.

W związku z tym system ten można podzielić na dwa podsystemy:

- 1/ system sterowania użytkowaniem sieci MMST; jego zadaniem będzie sterowanie "sprawnościowe" - ochrona sieci przed utratą łączności między centralami sieci ACMM - obejmujące działania, mające na celu minimalizowanie skutków uszkodzeń i wyłączeń w sieci teletransmisyjnej, podłączających częściową lub całkowitą utratę łączności między węzłami; działania te określa się zwykle jako zabezpieczanie ciągłości ruchu w sieci, krótko - zabezpieczanie sieci;
- 2/ system sterowania użytkowaniem sieci ACMM; jego zadaniem będzie sterowanie "ruchowe" - ochrona sieci przed degradacją jakości załatwiania ruchu - obejmujące działania związane z zapewnieniem skuteczności obsługi ruchu w warunkach, gdy występują istotne rozbieżności między dysponowanymi możliwościami łączeniowymi a strumieniami ruchu generowanego przez abonentów.

Oba podsystemy działać będą w zasadzie niezależnie od siebie. Jednakże powinna być przyjęta zasada, iż przy zmianie stanu sprawnościowego w sieci MMST, naruszającej zdolności przepustowe sieci ACMM, reagować będzie najpierw system sterowania siecią MMST, a dopiero gdy nie potrafi on utrzymać wymaganego poziomu ciągłości ruchu, działania podejmie system sterowania siecią ACMM, dopasowując sposób obsługi abonentów do ograniczonych przepustowości wiązek międzycentralowych.

Powyższe rozważania stanowiły punkt wyjścia do przeprowadzenia referowanych badań. Ich zasadnicze wyniki przedstawione są w kolejnych punktach artykułu.

I tak w pierwszych dwóch punktach omówione są podstawy zabezpieczania sieci teletransmisyjnej oraz sterowania użytkowaniem sieci telefonicznej. Zwrócono przy tym szczególną uwagę na określenie działań usprawniających, które mogą być podejmowane w tych sieciach. Znajomość tych działań oraz ocena możliwości ich technicznej realizacji w konkretnej sieci będą bowiem decydować o ostatecznym ukształtowaniu każdego systemu sterowania.

Integralną częścią procesu sterowania są procesy nadzoru stanu sterowanego obiektu i procesy związane z podejmowaniem decyzji sterujących, a także proces przepływu informacji pomiędzy receptorami stanu, zespołami sterującymi i układami wykonawczymi. W przeprowadzonych badaniach problemami realizacji tych procesów nie zajmowano się, gdyż są one ściśle

związane z założeniami określającymi konkretny, przyjęty do realizacji zakres sterowania. W punktach dotyczących podstaw sterowania omówiono jedynie parametry, których obserwacja może dostarczać informacji niezbędnych dla identyfikacji stanu sprawnościowego i stanu ruchowego. Wykorzystano tu wyniki uzyskane w trakcie prac CCITT, dotyczących sterowania międzynarodową siecią telefoniczną.

W następnych punktach artykułu zestawiono proponowane przez autora zasady zabezpieczania sieci MMST i zasady sterowania siecią ACMM, a także zarys przewidywanej organizacji Krajowego Centrum Zarządzania międzymiastową płaszczyzną krajowej sieci telekomunikacyjnej.

We wnioskach podano propozycje kilku działań, które należałoby podjąć dla przygotowania krajowego systemu sterowania użytkowaniem sieci telekomunikacyjnej.

## 2. PODSTAWY ZABEZPIECZENIA SIECI TELETRANSMISYJNEJ

### 2.1. Wstęp

Rozważany tu będzie ogólny model sieci teletransmisyjnej, w którym gałęziami sieci są zbiory typowych kanałów, a węzłami - stacje teletransmisyjne. Typowe kanały teletransmisyjne podano w tabelicy 1.

T a b l i c a 1

Nazwa kanału typowego	Liczba kanałów telefon.	Szerokość pasma kHz	Pasmo podstawowe kHz
kanał radiofoniczny		15	0,03-15
kanał telewizyjny		6 000	
kanał telefoniczny	1	3,1	0,3-3,4
kanały grupowe:			
grupa pierwotna /GP/	12	48	60-108
grupa wtórna /GW/	60	240	312-552
grupa trójna /GT/	300	1 232	812-2044
grupa czwórna /GCz/	900	3 872	8516-12388
hipergrupa /HG/ podstawowy zestaw 15 GW	900	3 716	312-4028

W sieci wykorzystującej nośne systemy teletransmisyjne występują w zasadzie jedynie kanały grupowe.

Bazą urzędzeniową realizującą kanały grupowe są trakty liniowe; trakt liniowy jest to droga przesyłowa dowolnego typu o pasmie przesyłowym bez ściśle określonych granic, w której przesyłane widmo sygnałów pozostaje bez zmian na całej długości. Zbiór traktów liniowych wykorzystujących ten sam ośrodek fizyczny nazywa się linią teletransmisyjną. Modele sieci z gałęziami w postaci linii /sieć linii/ lub traktów liniowych /sieć traktów/ są szczególnie przydatne przy analizach sprawności, gdyż wyraźnie występują w nich elementy fizyczne, podlegające uszkodzeniom: linie przewodowe lub bezprzewodowe oraz zestroje /ich trakty liniowe/, tak analogowe jak i cyfrowe.

Proces użytkowania sieci teletransmisyjnej polega na zestawianiu przęseł grupowych w relacjach zgodnie z zapotrzebowaniami użytkowników. Przęsło grupowe jest to zestaw kanałów /odcinków/ grupowych łączących dwa węzły /węzły końcowe relacji/. Przęsła w węzłach końcowych są łączone kanałami łącznikowymi z urządzeniami użytkowników /z węzłami stykowymi sieci użytkowników/. Przęsło zawierające kilka odcinków, przechodzi przez inne węzły /węzły tranzytowe/, w których transferowane jest w pasmie podstawowym danej grupy przy użyciu filtrów transferowych, bądź w składzie pasma grupy wyższego rzędu.

Podstawową funkcją węzłów sieci teletransmisyjnej jest zatem transferowanie /łączenie/ kanałów grupowych w celu zestawienia przęsa. Dodatkowym zadaniem jest formowanie kanałów grupowych stosownie do planu modulacji przyjętego systemu transmisyjnego, jak również przemiana kanałów grupowych z pasma podstawowego do pasma liniowego /przesyłowego/ i odwrotnie.

Jak wspomniano poprzednio, zadaniem sieci pierwotnej jest udostępnianie użytkownikom przęseł grupowych, zestawionych zgodnie z ich zapotrzebowaniami. Dla sieci teletransmisyjnej charakterystyczne jest to, iż zmiany zapotrzebowania na kanały są zawczasu zgłaszane i uzgadniane z systemem zarządzania siecią pod kątem możliwości ich zrealizowania. Ma to ten skutek, że w sieci tej w zasadzie nie będą występowały nieprzewidziane stany ruchowe, wymagające operatywnego działania systemu sterowania.

Zadaniem systemu sterowania siecią pierwotną pozostaje zatem zapewnienie wymaganej przez użytkowników ciągłości ruchu zestawionych przęseł grupowych, naruszanej wskutek przestojów urządzeń sieci.

Wybór przedsięwzięcia, właściwego dla utrzymania ciągłości ruchu zależy od wielu czynników, m.in.: jaki obiekt podlega zabezpieczeniu, jakie wymagania stawia użytkownik, jakie są możliwości realizacji przedsięwzięć w sieci itp. Sprawy te będą omawiane szerzej w dalszej części opracowania.

## 2.2. Awaryjność sieci teletransmisyjnej

Przeprowadzone analizy występowania i czasu trwania uszkodzeń z przerwą w łączności w krajowej sieci kablowej [2], a także dane zagraniczne, prowadzą do wniosku, że najdłuższe przestoje są wywoływane przez uszkodzenia liniowe /z przerwą w łączności/, natomiast skutki uszkodzeń stacyjnych można pominąć przy założeniu poprawnej pracy lokalnych służb konserwacji. Pozwala to na przyjęcie niezawodnościowego modelu sieci, w którym węzły są niezawodne, a uszkodzeniom podlegają jedynie gałęzie.

Dla przykładu można podać, że analiza czasów odnawiania 383 uszkodzeń odcinków kablowych sieci krajowej za lata 1972-1973 wykazała, że czasy te mają rozkład logarytmno-normalny z parametrami  $\mu = 2,1231$  i  $\sigma^2 = 0,5193$ , którego wartość średnia równa się 10,83 h, odchylenie standardowe - 9,40 h, mediana - 9,40 h i moda - 4,97 h, w przedziale jednosigmowym 4 - 17 h zawiera się 68% czasów odnawiania.

W sieci krajowej współczynnik eksploatacyjnej gotowości odcinka kablowego symetrycznego i współosiowego o długości 100 km jest rzędu  $10^{-3}$ . Jest to wartość zbieżna z danymi zagranicznymi /nieco tylko gorsza/. Należy jednak zauważyć, że w sieci krajowej występują odcinki kabli o wyraźnie zwiększonej awaryjności na skutek złego stanu technicznego lub w wyniku przebiegu kabla przez tereny objęte uszkodzonymi górnictwami. Wg danych z lat 1972 i 1973 odcinki takie, stanowiące około 4% odcinków sieci, wносиły aż 40% uszkodzeń.

Eksploatacyjna gotowość linii radiowych jest średnio o dwa rzędy lepsza od gotowości linii kablowych i wynosi około  $10^{-5}/100$  km.

Uszkodzenia liniowe z przerwą w łączności, występujące w sieci linii kablowych /sieci dalekosiężnej/ powodują zwykle niesprawny stan wszystkich traktów liniowych, a tym samym i wszystkich kanałów grupowych realizowanych w uszkodzonej linii. Oznacza to, że kanały grupowe realizowane w jednej linii kablowej są niezawodnościowo zależne.

Natomiast trakty liniowe /kanały radiowe/ w liniach radiowych można uważać za niezawodnościowo niezależne, gdyż częstość występowania niesprawnego stanu jednocześnie dwóch i więcej traktów tej samej linii jest pomi-

jalnie mała. Zatem tylko kanały grupowe realizowane w tym samym trakcie linii radiowej uważać należy za niezawodnościowo zależne.

Badany był również problem jednoczesności przebywania odcinków kablowych w stanie niesprawności. Przeprowadzona analiza występowania takich zdarzeń w sieci linii dalekosiężnych wykazała, że rozkład liczby odcinków jednocześnie przebywających w stanie niesprawności jest zbliżony do rozkładu Poissona

$$P_k = \frac{Na^k}{k!} e^{-Na} \quad k = 0, 1, \dots, N$$

gdzie  $P_k$  oznacza prawdopodobieństwo zdarzenia, że jednocześnie  $k$  odcinków kablowych znajduje się w stanie niesprawności,  $N$  - liczba odcinków w analizowanej sieci,  $a$  - parametr rozkładu, wartość którego dla krajowej sieci kablowej wynosi około  $5 \cdot 10^{-4}$ .

Przy analizie niezawodności sieci użyteczne jest pojęcie sieci dwójnikowej /końcówkowej/. Sieć dwójnikowa relacji jest to fragment sieci linii, obejmujący te węzły i odcinki kablowe, które użyte są do realizacji wszystkich przęseł grupowych zestawionych między węzłami końcowymi danej relacji. Przyjmując, że liczba odcinków kablowych występujących średnio w sieciach dwójnikowych w teletransmisyjnej sieci dalekosiężnej jest rzędu dziesięciu, tzn.  $N \sim 10$ , otrzymuje się

$$P_2 = 1,24 \cdot 10^{-5}$$

$$P_{>2} = 2 \cdot 10^{-7}$$

Wartości te oznaczają, że zdarzenie jednoczesnego przebywania w stanie niesprawności dwóch i więcej odcinków kablowych sieci dwójnikowej relacji może być praktycznie pomijalne, w związku z czym w "przeciętnych" warunkach eksploatacji sieci trzeba się liczyć jedynie z występowaniem jednego tylko niesprawnego odcinka w sieci dwójnikowej każdej relacji.

### 2.3. Podstawowe pojęcia

Przed omówieniem działań podejmowanych dla utrzymania ciągłości ruchu trzeba omówić następujące pojęcia: jakie obiekty podlegają zabezpieczeniu, co to jest współczynnik zabezpieczenia i czas technicznej przerwy w łączności, jakie są warunki eksploatacji sieci teletransmisyjnej.



Obiekt podlegający zabezpieczeniu. W sieci teletransmisyjnej występują następujące obiekty, w odniesieniu do których można wysuwać wymagania utrzymania ciągłości ruchu:

- Odcinek linii /gałąź sieci linii/ łączący dwa węzły sieci. Obiekt taki może wymagać zabezpieczenia, gdy charakteryzuje się dużym prawdopodobieństwem uszkodzeń, pociągających za sobą niesprawny stan wszystkich realizowanych w niej traktów liniowych i kanałów grupowych, np. linia kablowa szczególnie narażona na uszkodzenia mechaniczne powodowane robotami ziemnymi lub przebiegające przez obszar z występującymi uszkodzeniami górnictwami.
- Zestwór /gałąź sieci traktów/ w wieloparowych kablach współosiowych dużych krotności lub wielokanałowej linii radiowej. Wymagać może zabezpieczeń, gdy występuje duże prawdopodobieństwo niesprawnego stanu pojedynczego traktu, a małe - stanu, w którym niesprawnych będzie równocześnie więcej niż jeden trakt takiej linii.
- Pęczek przesyła /kanałów/ grupowych zestawionych w relacji dla tego samego użytkownika. Wymaganie ciągłości ruchu będzie tu określone rolą, jaką pełnią one w systemie łączności użytkownika. Przykładem pęczka jest grupa kanałów, którymi realizowane są łącza włazki międzycentralowej sieci telefonicznej.
- Pojedyncze przesyła /kanał/ grupowy. Wymagać będzie utrzymania ciągłości ruchu określonej ważnością przesyłanych wiadomości dla użytkownika.

Współczynnik zabezpieczenia. Współczynnik zabezpieczenia  $r_0$  przedstawia unormowaną,  $0 < r_0 \leq 1$ , liczbę składowych elementów transmisyjnych /kanałów grupowych/ zabezpieczanego obiektu, które pozostają sprawnymi mimo wystąpienia uszkodzenia lub które zostają odtworzone drogami zastępczymi na czas przestoju obiektu.

Czas technicznej przerwy w łączności. Bez podjęcia działań zabezpieczających czas przestoju wywołany uszkodzeniem z przerwą w łączności, jest równy czasowi odnawiania /rys. 1a/. Stosowanie zabezpieczenia skracając czas przestoju, a w przypadku wielotrasowości przerwa w łączności w ogóle nie występuje.

Czas technicznej przerwy w łączności  $t_0$  wynika z konieczności przetransmisji na przygotowany kanał zastępczy. Można wyróżnić dwie

składowe czasu /rys. 1b/ tzn.: czas organizacyjny i czas uruchamiania łączności zastępczej.

Czas organizacyjny wznowienia łączności jest to czas, który upływa od chwili zarejestrowania przestoju do chwili podjęcia decyzji o wznowieniu łączności po drodze zastępczej. Czas organizacyjny jest niezbędny dla upewnienia się, czy dane uszkodzenie wymaga podjęcia działania systemu sterowania. Chodzi bowiem o niereagowanie na takie przerwy, które nie naruszają wymaganej ciągłości ruchu, bo np. użytkownik dopuszcza występowanie takich przerw, a także na te przerwy, kiedy przewidywany czas odnawiania niesprawnego urządzenia jest współmierny z czasem uruchomienia łączności zastępczej. Ponadto konieczne jest wyeliminowanie krótkotrwałych przerw samoprzemijających /fałszywych alarmów/.

W czasie organizacyjnym wykonywana będzie zatem lokalizacja i identyfikacja uszkodzenia, niezbędna dla prognozowania czasu odnowy i dla określenia skutków uszkodzenia /w jakich obiektach nastąpiło przerwanie transmisji/. Ponadto prowadzona może być identyfikacja stanu sprawnościowego tych elementów rezerwowych, które mogą być brane pod uwagę przy zestawieniu drogi zastępczej /elementy rezerwowe również ulegają uszkodzeniom/.

Czas uruchomienia łączności zastępczej /rys. 1c/ jest niezbędny dla dokonania przełączeń w sieci przy zestawieniu drogi zastępczej i przerwaniu transmisji z kanału uszkodzonego na drogę zastępczą.

Warunki eksploatacji. W celu skrócenia czasu uruchamiania łączności zastępczej część czynności przygotowawczych związanych z opracowaniem programu wznowienia łączności można wykonać zawczasu, przed wystąpieniem samego uszkodzenia. Należy w tym celu zestawić katalog typowych, najbardziej spodziewanych uszkodzeń i dla każdego z nich opracować program /instrukcję/ wznowiania łączności oraz odpowiednio wyposażić sieć w niezbędne środki łączeniowe i transmisyjne. Do typowych uszkodzeń należy zaliczyć przede wszystkim wszystkie pojedyncze uszkodzenia, które mogą wystąpić w sieci dwójnikowej każdego obiektu /drogi zastępcze muszą zawierać się również w obrębie tej sieci/.

Występowanie uszkodzeń objętych takim katalogiem można zaliczać do normalnych warunków eksploatacji sieci, ponieważ sieć została przygotowana do przeciwdziałania ich skutkom /jest odpowiednio wyposażona/.

Natomiast wystąpienie uszkodzeń nieprzewidzianych, do przeciwdziałania którym sieć nie została przygotowana, będzie wprowadzało awaryjne warunki

ki eksploatacji sieci. Warunki awaryjne będą powodowane najczęściej przez klęski żywiołowe, a także przez mało prawdopodobne kumulacje wielu uszkodzeń "typowych", z których każde oddzielnie determinowałoby pracę sieci w warunkach normalnych. Tego rodzaju sytuacje awaryjne nie mogą być zwykle wcześniej przewidziane. Ponadto można przyjąć, że nieuzasadnione będzie wyposażanie sieci w nadmierne środki zabezpieczania ciągłości ruchu, gdy dopuszczone będzie przejściowe obniżenie jakości usług transmisyjnych świadczonych w warunkach awaryjnych.

Celowe jest również wyodrębnienie specjalnych warunków eksploatacji sieci. Ich cechą charakterystyczną jest zwiększone prawdopodobieństwo powstawania dużych zniszczeń sieci. Zakładać więc można, że w takich warunkach wprowadzana będzie odrębna, nietypowa organizacja użytkowania, w której wymagania użytkowników będą znacznie ograniczone. /W niniejszym referacie praca sieci w tych warunkach nie będzie rozpatrywana/.

Z powyższego wynika, że uszkodzenia sieci występować będą zarówno w warunkach normalnej, jak i awaryjnej eksploatacji. Inną będzie jednak forma działania systemu sterowania.

W warunkach normalnych będzie to działanie według wstępnie przygotowanych instrukcji, natomiast w sytuacjach awaryjnych system sterowania będzie operatywnie, tzn. w czasie rzeczywistym, opracowywał i wprowadzał doraźne działania mające na celu utrzymanie niezbędnej ciągłości ruchu. W przypadkach niemożności utrzymania ciągłości na wymaganym poziomie dyspozytor systemu powinien uzgodnić z użytkownikami wprowadzanie czasowych odstępstw od wymagań, tak w zakresie liczby udostępnianych kanałów transmisyjnych jak i poziomu zabezpieczenia.

#### 2.4. Działania zabezpieczające ciągłość ruchu

Metody służące do utrzymywania ciągłości ruchu w sieci teletransmisyjnej, ze względu na sposób realizacji zabezpieczenia, można dzielić na dwie grupy [11]:

- prewencyjne, wprowadzające a priori strukturę sieci odporną /niewrażliwą/ na założony poziom awaryjności sieci /niewrażliwą w sensie ustalonego kryterium uszkodzenia/;
- korekcyjne, zmieniające organizację użytkowania sieci a posteriori, w zależności od tego, jakie konkretnie uszkodzenie wystąpiło.

Działania prewencyjne można podejmować w zasadzie tylko dla zabezpieczenia obiektów w postaci pęczków przęseł zestawionych w tej samej relacji. Polegają one na tym, że przy wyborze urządzeń, z których zestawiona zostanie sieć dwójnikowa obiektu, korzysta się z tzw. zasady różnorodności /diversity/. Jest to, inaczej mówiąc, zasada zestawiania sieci dwójnikowej z urządzeń niezawodnościowo niezależnych, wskutek czego istotnie zmniejsza się prawdopodobieństwo jednoczesnego przebywania jej elementów w stanie niesprawności. Różnorodność uzyskuje się przez stosowanie różnych technik transmisyjnych /np. równoczesne korzystanie z linii kablowej i radiowej/ lub przez stosowanie wielotrasowości.

Wielotrasowość polega na podziale elementów składowych zabezpieczanego obiektu na grupy i skierowaniu każdej grupy odrębną trasą zapewniającą niezawodnościową niezależność. Niezależność taką uzyskuje się zwykle przez wybranie tras przestrzennie rozdzielonych.

Metoda ta prowadzi do niezawodnościowego modelu sieci dwójnikowej o postaci równoległej, co w powiązaniu z przyjętym poziomem awaryjności gałęzi tej sieci prowadzi do tego, iż niesprawny stan jednej lub kilku gałęzi nie powoduje całkowitej przerwy łączności w relacji, a jedynie przestój tych elementów, które kierowane były uszkodzonymi gałęziami. W rezultacie łączność w relacji utrzymywana dalej, choć z obniżoną jakością /w sensie liczby sprawnych kanałów pęczka/.

Metody projektowania rozptywu pęczka kanałów użytkowanych przez łączywa międzycentralowych sieci telefonicznej są opisane w [5]. Tu można zaznaczyć, że metody te ogólnie dzielą się na dwie grupy: na tzw. projektowanie "deterministyczne" i projektowanie "niezawodnościowe". Porównanie obu tych grup wskazuje na wyższą efektywność rozwiązań "niezawodnościowych", ponieważ uwzględniają one rzeczywistą niezawodność odcinków linii, z których zestawiono trasy kierowania przęseł. Prowadzi to bowiem do wyznaczania tylko takiej liczby tras każdej relacji, która niezbędna jest dla zapewnienia zadanego poziomu zabezpieczenia przy ustalonych elementach tras. Przy projektowaniu deterministycznym liczba tras wynika z żądanej wartości współczynnika zabezpieczenia i jest niezależna od awaryjności użytych linii.

Wielotrasowość opiera się na wprowadzaniu nadmiarowości do sieci, przejawiającej się w tym, że każda następna trasa kierowania przęseł w relacji jest dłuższa od trasy pierwszej, najkrótszej. Na przykład: trasy dru-

gle, stosowane przy zabezpieczaniu pęczków kanałów użytkowanych obecnie przez krajową sieć ACMM, są średnio dłuższe o 43,7% od trasy pierwszej. Prowadzi to oczywiście do tego, że sumaryczny koszt sieci, wyrażony liczbą kanałokilometrów niezbędnych dla realizacji zabezpieczenia, jest większy od kosztu jednotrasowego kierowania wszystkich kanałów relacji najkrótszą trasą. Z tego punktu widzenia istotną sprawą będzie wykorzystanie każdej możliwości obniżenia kosztu zabezpieczenia i to właśnie przemawia za zabezpieczeniem niezawodnościowym.

Zasada wielotrasowości może być również stosowana przy zabezpieczeniu pojedynczych kanałów grupowych. Należy w tym celu wprowadzić drugi, nadmiarowy kanał, przez co sieć dwójnikowa stanie się siecią o dwóch równoległych gałęziach. Użytkowanie takiej sieci będzie prowadzone w formie "transmisji równoległej", polegającej na równoczesnej transmisji po obu kanałach i nadzorze jakości transmisji na końcu odbiorczym. Urządzenie odbiorcze przyłącza się zawsze do kanału "lepszego".

Działania korekcyjne obejmują, poza odnawianiem niesprawnych urządzeń /physical repair/, przełączanie ochronne /protection switching/ i zmianę trasy kierowania /re-routing/ [11].

Przełączanie ochronne polega na tym, że jedna droga transmisyjna jest zastępowana inną, rezerwową, i jest zwykle stosowane w celu umożliwienia wykonania prac konserwacyjnych lub w celu likwidacji skutków krótkotrwałych przerw w łączności.

Zmianę trasy kierowania można definiować jako odtworzenie inną trasą drogi transmisyjnej, która uległa uszkodzeniu.

Stosuje się ją:

- gdy właściwy kanał rezerwowy nie jest dostępny wskutek wcześniejszego lub jednoczesnego uszkodzenia;
- gdy dana droga transmisyjna nie ma wyznaczonego kanału rezerwowego.

Działania korekcyjne bazują na rezerwowaniu. Metody rezerwowania urządzeń liniowych w sieci teletransmisyjnej można podzielić na trzy zasadnicze grupy w zależności od następujących dwóch czynników:

- 1/ czy w stanie oczekiwania elementy rezerwowe wykonują jakies inne zadania /tzn. są użytkowane przez użytkowników o niższym priorytecie utrzymania ciągłości ruchu/;

2/ czy element zastępczy przed przejęciem zadania elementu roboczego wymaga wstępnego zestawienia /chodzi tu o zestawienie przęsta grupowego/.

Klasyfikację tę ilustruje następujące zestawienie w tablicy 2.

Tablica 2

Nazwa rezerwowania	W stanie oczekiwania wykonuje inne zadania?	Wymaga wstępnego zestawienia?
właściwe	nie	nie
rozproszone	nie	tak
priorytetowe	tak	tak

Rezerwowanie właściwe polega na tym, że elementom roboczym /zabezpieczanym obiektom/ przydziela się elementy rezerwowe stale gotowe do przejęcia zadania elementu roboczego. Zwykle grupę  $n$  jednakowych elementów roboczych zabezpiecza się grupą  $k$  elementów rezerwowych, tzw. układ  $n+k$ ,  $k \leq n$ , z których każdy może zastępować dowolny z elementów roboczych. Przejmowanie zadania przez element rezerwowy nie wymaga żadnych dodatkowych czynności przygotowawczych, co predysponuje ten rodzaj rezerwowania do przełączania ochronnego.

Rezerwowanie rozproszone to taki sposób rezerwowania, w którym elementy rezerwowe w stanie oczekiwania znajdują się w "rozsypce", tzn. przed włączeniem ich na miejsce uszkodzonego elementu roboczego muszą zostać wstępnie zestawione. Elementy rezerwy rozproszonej są zatem "ogólnie dostępne" i z ich zbioru każdorazowo wybiera się takie, które są najbardziej dogodnie dla konkretnego uszkodzenia zabezpieczanych obiektów. Praktycznie oznacza to, że w każdym odcinku sieci linii wyznacza się pewną liczbę kanałów grupowych, które pozostawia się nierozdysponowanymi i w razie potrzeby zestawia się z nich przęsta zastępcze, obchodzące uszkodzony element sieci po trójkącie lub wieloboku, z transferowaniem przęsta w sąsiednich węzłach sieci.

Rezerwowanie priorytetowe to takie rezerwowanie rozproszone, w którym elementy rezerwowe w stanie oczekiwania są wykorzystywane do transmisji o tak niskim wymaganiu utrzymywania ciągłości, że może być przerwana w każdej chwili, kiedy wystąpi konieczność użycia tego kanału dla zastąpienia niesprawnego elementu zabezpieczanego.

Polowe środki łączności są w istocie ruchomą /przewoźną/ formą rezerwowania. Przy uszkodzeniu zabezpieczanego obiektu, którym zwykle jest odcinek kablowy, dowozi się na miejsce uszkodzenia odpowiednią linię zastępczą /kablową linię napowietrzną lub linię radiową/ i "mostkuje się" nią niesprawny odcinek wzmacniakowy na czas przeprowadzania odnowy.

W krajowej sieci teletransmisyjnej występują obecnie tylko dwa sposoby rezerwowania: właściwe i priorytetowe. I tak przykładem rezerwowania właściwego jest rezerwowanie stosowane w liniach radiowych /zwykle w proporcji 1 kanał rezerwowany na 2 do 4 kanałów roboczych/. Do rezerwowania priorytetowego należy natomiast postępowanie przy odtwarzaniu kanałów grupowych użytkowanych w szczególnie ważnych relacjach, polegające na uruchamianiu przęseł zastępczych, zestawionych ze sprawnych kanałów grupowych użytkowanych przez mniej ważnych użytkowników.

Natomiast w sieciach zagranicznych rezerwowanie właściwe i rozproszone jest stosowane coraz szerzej. Z literatury /wybór piśmiennictwa z tego zakresu podany jest w [4]/ wiadomo, że rezerwowanie właściwe wprowadzane jest do wieloparowych linii kablowych z systemami 12 i 60 MHz; w układzie  $n+1$ ,  $n < 20$ , z przełączaniem w pasmie liniowym. Podawane są również informacje o wyposażeniu sieci w kanały rezerwy rozproszonej. Poziom tych kanałów grupowych nie został dotychczas międzynarodowo ujednolicony i poszczególne kraje prowadzą przestrajanie w swych sieciach na najdogodniejszych dla siebie warunkach. Na przykład: Szwecja, RFN i Włochy prowadzą przestrajanie na poziomie grup czwórných, W. Brytania - na poziomie hipergrup /zestawów 15 GW/ a Japonia i Norwegia - na poziomie grup trójnych.

Obszerniejsze omówienie stosowania rezerwowania rozproszonego w sieci teletransmisyjnej jest przedstawione w [4]. Omówione są tam również wyniki uzyskane przy projektowaniu zabezpieczenia sieci francuskiej /rys. 2/. Np. koszt zabezpieczenia na poziomie  $r_0 = 67\%$  metodą rezerwowania rozproszonego grup pierwotnych wyniósł około 26%, a przy łącznym korzystaniu z rezerwowania i wielotrasowego kierowania - około 17% kosztu sieci bez zabezpieczenia /przy kierowaniu pierwszą, najkrótszą trasą/.

Rezerwowanie rozproszone stawia określone wymagania sprzętowe, w szczególności niezbędne jest wyposażanie węzłów sieci teletransmisyjnej w urządzenia komutacji krosowej dla wykonywania przestrojzeń związanych z zestawianiem przęseł zastępczych oraz w urządzenia układów szerokopasmowego przełączania transmisji z elementów roboczych na rezerwowe /i odwrotnie/.

Wyżej wspomniano, że sposoby rezerwowania różnią się sposobem przebywania w stanie oczekiwania i stopniem przygotowania do przejęcia zadań uszkodzonego elementu roboczego. Konsekwencją tego jest różna długość czasu uruchamiania łączności zastępczej. Jak to pokazano na rys. 1c, czas ten składa się z czterech składowych:

- czas opracowania programu wznowienia - występuje przy rezerwowaniu rozproszonym i priorytetowym; w tym czasie wyznacza się dostępne elementy rezerwowe, które mogą być użyte do zestawienia kanału zastępczego, oraz określa plan niezbędnych przestrojeń;
- czas zestawiania drogi zastępczej - obejmuje wykonywanie wyznaczonych przestrojeń kanałów rezerwowych; ponadto w przypadku rezerwowania priorytetowego wchodzi tu czynności "oswobodzenia", obejmujące zabranie kanałów dotychczasowym użytkownikom, łącznie z zablokowaniem wejść na te kanały od strony tych użytkowników;
- czas potwierdzenia stanu drogi zastępczej - niezbędny dla przeprowadzenia kontroli poprawności zestawionego kanału wraz z ew. regulacją parametrów transmisyjnych;
- czas przełączenia transmisji z kanału niesprawnego na kanał zastępczy - czas ten występuje przy wszystkich sposobach rezerwowania i związany jest z koniecznością dokonania przełączeń na obu końcach: nadawczym i odbiorczym; obejmuje on zwykle nie tylko czas uruchomienia przełączników, ale także czas niezbędny na przestanie sygnałów sterujących przełączaniem, jak np. w przypadku rezerwowania właściwego, w którym układ nadzoru i sterowania znajduje się na odbiorczym końcu i trzeba przestać sygnał sterujący na koniec nadawczy /rys. 8/.

Najkrótszym czasem przełączania charakteryzuje się "transmisja równoległa", gdyż w tym przypadku układ nadzoru i układ przełączający znajdują się w tym samym miejscu.

Uzyskiwane czasy uruchamiania łączności zastępczej kształtują się następująco:

- w układach transmisji równoległej, gdzie występuje jedynie czas przełączania - około 10  $\mu$ s;
- w układach rezerwowania właściwego n+1, z automatycznym sterowaniem przełączenia od końca kanału - około 30 ms;



- przy rezerwowaniu rozproszonym, z automatycznym wyznaczaniem i zestawianiem drogi zastępczej - około 3 sekund, natomiast przy ręcznym zestawianiu - około 20-30 minut;
- przy użyciu połowych środków łączności około 5 h.

Bez stosowania łączności zastępczej czas przestoju niesprawnych urządzeń liniowych w krajowej sieci teletransmisyjnej jest równy czasowi odnawiania, który dla sieci kablowej wynosi średnio około 10 h.

Przydatność poszczególnych metod zabezpieczających ciągłość ruchu obiektów sieci teletransmisyjnej przedstawiono w tablicy 3.

T a b l i c a 3

Zabezpieczany obiekt	Sposób realizacji	Czas uruchomienia	Współczynnik zabezpieczenia
odcinek linii	rezerwowanie rozproszone i priorytetowe	kilkadziesiąt minut <sup>x/</sup>	$r_o \approx 1$
	połowe środki transmisyjne	kilka godzin	
takt liniowy	rezerwowanie właściwe n+1÷2/	kilkadziesiąt milisekund	$r_o = 1$
	połowe środki łączności	kilka godzin	
pęczek kanałów w relacji	wielotrasowość	bezprzerwowo	$r_o < 1$
	rezerwowanie rozproszone i priorytetowe	kilkadziesiąt minut <sup>x/</sup>	$r_o \approx 1$
pojedynczy kanał grupowy	rezerwowanie właściwe 1+1 /dublowanie/	kilkadziesiąt milisekund	$r_o = 1$
	transmisja równoległa	kilkadziesiąt mikrosekund	

<sup>x/</sup> Przy ręcznym zestawieniu drogi zastępczej na sznurowym polu komutacyjnym.

## 2.5. Układy przestrajania

Przy zabezpieczaniu sieci na zasadzie rezerwowania konieczne jest stosowanie układów komutacji krosowej, umożliwiających wykonywanie niezbędnych przestrojeń: zestawianie kanałów zastępczych i przełączanie na nie transmisji.

Z przykładów rozwiązań podawanych w piśmiennictwie wynika, że wykształciły się dwa rodzaje takich układów, różniących się tym, czy w sieci linii wprowadzono podział kanałów teletransmisyjnych na robocze /podlegające zabezpieczeniu/ i rezerwowe, służące do tworzenia dróg zastępczych, czy takiego podziału nie wprowadzono i każdy kanał może być wykorzystywany zarówno jako kanał roboczy czy rezerwowy, zależnie od podjętej na bieżąco decyzji. Można tu mówić "skrótowo" o sieci dwuwarstwowej i o sieci jednowarstwowej.

Najprostszym układem umożliwiającym przestrajanie kanałów w sieci jednowarstwowej /rys. 3/ jest zwykła przełącznica /kros/, której przydatniejszą formą dla ręcznego przestrajania jest sznurowe pole komutacyjne. Do łączówek tego pola /do gniazd/ doprowadza się kanały teletransmisyjne, a wymagane połączenia dokonuje się krosowaniem /sznurem/. Przestrajanie przeprowadza się jednocześnie na obu końcach przestrajanego kanału.

Rozwiniętą postacią takich układów, umożliwiającą automatyczne i zdalne przestrajania jest pole /matryca/ komutacyjne ze sterowanymi przerzutnikami /diodami/ elektronicznymi /rys. 4a/. Może być ono wykonywane jako pole pełnodostępne, umożliwiające połączenie ze sobą każdego wejścia z każdym wyjściem, bądź jako oszczędnościowe pole niepełnodostępne, jeżeli w zbiorze planowanych wariantów połączeń wystąpienie pewnych kombinacji "wejscie-wyjście" nie jest przewidywane.

W [12, 13] opisano takie pole, o konstrukcji modułowej, umożliwiające zestawianie układów 6x6, 36x36, 216x216 przy użyciu jedynie pięciu typów modułów /rys. 4/. Punkty komutacyjne tego pola mają stałą charakterystykę tłumieniową w pasmie 60 kHz - 15 MHz, co pozwala wykorzystywać takie pole dla przestrajania grup czwórných w pasmie podstawowym 8516-12338 kHz, jak również do przestrajania hipergrup w ich pasmie podstawowym 312-4028 kHz. Każdy kanał wyposażony jest w układ nadzoru prądu pilotowego o częstotliwości 11096 kHz /wprowadzanego na wyjściu z pola komutacyjnego/, co umożliwia nie tylko ręczne sterowanie /także zdalne/ w przypadku obniżenia się poziomu tego prądu, ale także automatyczne - przy użyciu komputera.

Sterowanie przestranianiem odbywa się w dwóch fazach: wstępnie wprowadza się do układu sterującego program przetąceń, po czym uruchamia się przernutniki, które zmieniają swój stan w czasie rzędu mikrosekund. Rozwiązanie takie jest szczególnie przydatne przy przetaczeniach ochronnych związanych z planowymi wyłączeniami dla prowadzenia prac utrzymaniowych obejmujących duże fragmenty sieci. Podobne układy przetaczające dla GP i GW opisane są w [8; 9].

Schemat układu przestraniania dla sieci dwuwarstwowej z kanałami roboczymi i kanałami rezerwowymi pokazany jest na rys. 5 i rys. 6. Zasadniczymi zespołami takich układów są: układ separujący, włączony na początku zabezpieczonego kanału i szybko działający przernutnik - na jego końcu.

Zadaniem układu separującego jest skierowanie sygnałów transmisyjnych w dwóch niezależnych kierunkach: na kanał roboczy oraz na ewentualnie dołączony kanał rezerwy. Przyłączenie kanału rezerwowego dokonywane jest za pomocą pola komutacyjnego. Przerzutnik umożliwi odbiór sygnałów transmisyjnych albo z kanału roboczego, albo z kanału zastępczego, poprzez pole komutacyjne. Pola komutacyjne - w węźle wyjściowym /nadawczym/ i węźle przyściowym /odbiorczym/ - służą do zestawienia odpowiednio do potrzeb ukształtowanego kanału zastępczego z kanałami rezerwowymi /rezerwa rozproszona/, także z transferem przez pola komutacyjne innych węzłów sieci. Do pól komutacyjnych są zatem dołączane wszystkie kanały rezerwowe zakończone w węźle, jak również kanały wewnątrzwęzłowe, prowadzące do separatorów i przernutników.

Taka struktura umożliwi rozdzielenie procesu przygotowania drogi zastępczej i procesu przernucenia transmisji, a właściwie odbioru sygnałów, z kanału roboczego na kanał zastępczy. Czas tej ostatniej czynności jest bardzo krótki, rzędu mikrosekund. Opis omawianego układu i jego praktyczne zastosowanie przedstawione jest w [1].

Przestranianie w przypadku rezerwy priorytetowej jest w zasadzie takie samo jak przy rezerwowaniu rozproszonym, tzn. jak w sieci dwuwarstwowej. Niezbędne jest jedynie dodatkowe wyposażenie kanałami rezerwowymi, na obu końcach, w układy przetaczające, których zadaniem będzie przernywanie transmisji o niższym priorytecie utrzymywania ciągłości ruchu w chwili użycia kanału rezerwowego do zastępowania właściwego kanału roboczego. Zasadę ilustruje rys. 7.

Na rys. 8 pokazana jest zasada rezerwowania właściwego w układzie  $n+1$  [16, 17]. Przy rezerwowaniu właściwym, ogólnie w układzie  $n+k$ , funkcję po-

ła komutacyjnego pełnią specjalne układy wybiercze, łączące kanał rezerwo-  
wy z niesprawnym kanałem roboczym. Układy wybiercze są wprowadzane tu dla-  
tego, że wykonywany jest stały program przełączeń. Układy wybiercze są  
sterowane z zespołu nadzoru prądu pilotującego w kanale roboczym, znajdu-  
jącego się po odbiorczej stronie sekcji rezerwowania.

Wszelkie układy przestrajania powinny spełniać podstawowy warunek, aby  
procesy przełączania nie wprowadzały istotnych zmian tłumienności zesta-  
wianych i przestrajanych przęseł oraz aby nie były źródłem dodatkowych szu-  
mów. Warunek ten powinien być spełniony bez konieczności prowadzenia przed  
przeestrojeniem jakichkolwiek regulacji i korekcji. W tym celu przełączanie  
wykonywane powinno być przy znormalizowanych poziomach mocy sygnałów, a  
wtrącanie w obwód układy komutacyjne winny być odtłumiane. Informacje i  
propozycje zaleceń w tym zakresie można znaleźć w [11]. Zrealizowane układy  
przestrajania wnoszą bardzo małe szумы, nie przekraczające 10 pW.

## 2.6. Formułowanie wymagań na zabezpieczenie ciągłości ruchu

Dla prawidłowego zabezpieczenia ciągłości ruchu obiektów występujących  
w sieci teletransmisyjnej niezbędne jest odpowiednie sformułowanie wyma-  
gań. Prawidłowo sformułowanymi należy uznać jedynie takie wymagania, któ-  
re:

- są pełne, tzn. obejmują wszystkie cechy, które uznano za ważne i które  
muszą zostać uwzględnione przy ocenie zabezpieczenia;
- są jednoznaczne, tzn. ich sformułowanie nie pozwala na dowolną inter-  
pretację zarówno samych wymagań, jak też sposobu sprawdzenia ich realiza-  
cji;
- są uniwersalne, tzn. są wyrażone w postaci oderwanej od konkretnego spo-  
sobu realizacji /nie sugerują sposobu realizacji/.

Można zaproponować następujący sposób formułowania wymagań na zabezpie-  
czenie obiektów udostępnianych użytkownikom sieci teletransmisyjnej. Mia-  
nowicie powinny one zawierać:

- a/ opis obiektu podlegającego zabezpieczeniu /pojedynczy kanał typowy,  
pęczek przęseł grupowych, relację itp./;
- b/ wymaganą wartość współczynnika zabezpieczenia  $r_0$  oraz dopuszczalną war-  
tość czasu technicznej przerwy w łączności  $t_0$ ; jeżeli wymagana będzie

wartość  $t_0 = 0$ , tzn. niedopuszczalne są przerwy w łączności, musi być dodatkowo określony charakter zabezpieczenia; może ono być:

- zabezpieczeniem "deterministycznym", zapewniającym niewrażliwość obiektu na określoną liczbę dowolnych jednoczesnych niesprawności; liczbę tych niesprawności określa się tzw. indeksem odporności  $m$  [5], przedstawiającym dopuszczalną liczbę niesprawności, przy której łączność będzie jeszcze utrzymywana co najmniej na poziomie wartości  $r_0$ ;
- zabezpieczeniem "niezawodnościowym", w którym uwzględnia się niezawodność urządzeń sieci użytych do realizacji obiektu; w tym przypadku należy podać wymaganą wartość współczynnika łączności  $K/c_0$  [5], którym jest prawdopodobieństwo, z jakim łączność będzie utrzymywana co najmniej na poziomie wartości  $r_0$ ;

c/ inne dane ukierunkowujące sposób wykonania zabezpieczenia, uwzględniające szczególne wymagania użytkowników /np. wskazanie rodzaju środków łączności, które mogą być użyte do realizowania grupowych połączeń/.

W celu upewnienia się, czy wymagane przez użytkownika zabezpieczenie jest możliwe do realizacji, należy przyjąć, że wymagania te podlegać będą wstępnemu uzgodnieniu na etapie przyjmowania zamówienia. Uzgodnienie takie dotyczyć będzie jedynie zabezpieczenia w normalnych warunkach eksploatacji sieci. W warunkach awaryjnych utrzymywanie ciągłości ruchu będzie podlegać operatywnemu uzgodnieniu.

### 3. PODSTAWY STEROWANIA SIECIĄ TELEFONICZNĄ

#### 3.1. Wstęp

Zadaniem systemu sterowania użytkowaniem sieci telefonicznej jest świadczenie przez sieć usług telefonicznych z ustaloną jakością przy efektywnym wykorzystaniu zainstalowanych w sieci urządzeń: central komutacyjnych i łączny międzycentralowych. Efektywne wykorzystanie należy rozumieć w sensie eksploatacji sieci w warunkach możliwie największego obciążenia ruchowego poszczególnych urządzeń, nie dopuszczając jednak do degradacji jakości załatwiania ruchu, wyrażonej udziałem połączeń zakończonych skutecznie, tzn. rozmową.

Uwzględniając, że:

- wielkość zapotrzebowań na usługi telefoniczne, zgłaszana przez abonentów, zmienia się w sposób losowy;
- nie ma możliwości zwiększania na bieżąco wielkości przepustowości sieci, jak również uzupełniania chwilowych ubytków wywołanych przestojami urządzeń;

to działania w zakresie sterowania użytkowaniem polegać mogą głównie na wprowadzaniu zmian w planie kierowania ruchu w sieci, mających na celu:

- odciążenie ruchowe tych elementów sieci /fragmentów sieci/, w których stwierdza się przeciążenie ruchowe pociągające za sobą degradację jakości obsługi ruchu,
- dociążenie ruchowe tych fragmentów sieci, w których stwierdza się niepełne wykorzystanie ruchowe.

Jeżeli powyższe działania nie zapewnią utrzymania jakości obsługi ruchu na dopuszczalnym poziomie, muszą być podejmowane dodatkowe działania z zakresu zmiany sposobu obsługi ruchu w celu jego ograniczenia /zmniejszenia/. Działania takie można podejmować w kilku kierunkach:

- ograniczanie strumieni wywołań powtórnych generowanych przez abonentów, którzy nie zrezygnowali z zamiaru uzyskaniażądanego połączenia pomimo przeprowadzonej, zakończonej nieskutecznie, próby;
- preferowanie obsługi ruchu, które mają wysokie prawdopodobieństwo skutecznego załatwienia, przy ograniczaniu obsługi strumieni, o których a priori wiadomo, że mają niewielkie szanse zakończenia się rozmową;
- wprowadzanie priorytetu obsługi strumieni ruchu wymagających dla jego skutecznego załatwienia mniejszej liczby łączy międzycentralowych.

Pierwsze dwa kierunki chronią urządzenia sieci przed nieproduktywnym ich zajmowaniem /do zestawiania połączeń o małym prawdopodobieństwie skuteczności/, trzeci - poprawia wykorzystanie urządzeń /zmniejsza średnią liczbę urządzeń niezbędną dla obsłużenia jednego skutecznego połączenia/.

W następnych punktach opracowania przedstawia się podstawowe zagadnienia związane z problemem sterowania użytkowaniem sieci telefonicznej. Wykorzystano przy tym w znacznej mierze materiały zawarte w [10].

### 3.2. Przyczyny degradacji jakości obsługi ruchu

We wstępie podano, że podstawową dziedziną działań systemu sterowania siecią jest zmienianie planu kierowania ruchu w sieci, ponieważ nie wpływa to ograniczająco na ruch generowany przez abonentów. Zmienianie kierowania ruchu w sieci będzie zabiegiem skutecznym jedynie w warunkach bilansowania się "średnich" możliwości łączeniowych sieci i bieżących strumieni ruchu. Podstawowym warunkiem takiego bilansowania się jest normatywne wyposażenie sieci w stopniu wystarczającym dla obsługi nominalnego ruchu z wystarczająco małymi stratami.

W sieciach terytorialnie rozległych problemem właściwego zaprojektowania liczbowego sieci jest przede wszystkim optymalne zwymiarowanie wiązek łączy międzycentralowych. Zwymiarowanie takie musi uwzględniać: z jednej strony duży koszt tych łączy /tendencja do zmniejszania liczby łączy/, z drugiej strony wymaganie utrzymywania zadowalającej jakości załatwiania ruchu /tendencja do zwiększania liczby łączy/.

Przykładem ważności właściwego zwymiarowania wyposażenia sieci może służyć uwaga, jaką przykłada się do tej sprawy w pracach CCITT dotyczących sieci międzynarodowych. Wśród problemów objętych zaleceniami CCITT znajdują się:

- określanie ogólnej jakości załatwiania ruchu na całej drodze połączeniowej od abonenta do abonenta /Zalecenie E.541/;
- ustalanie maksymalnej dopuszczalnej wartości współczynnika strat w wiązce międzynarodowej /Zalecenia E.540/;
- wymiarowanie wiązek międzycentralowych z ruchem automatycznym /Zalecenia: E.520 - dot. wiązek ostatniego wyboru bez ruchu przelewowego, E.521 - dot. wiązek z ruchem przelewowym, E.522 - dot. wiązek o wysokim wykorzystaniu/;
- określanie projektowej wartości natężenia strumieni ruchu na podstawie pomiarów ruchu, obejmujące wyznaczenie wartości nominalnej /normal load/ i wartości przeciążeniowej /high load/ ruchu zmieniającego się w czasie /Zalecenie E.500/;
- określanie jakości obsługi ruchu w centralach ze wspólnymi zespołami sterującymi /Zalecenie E.0DD/x/.

x/ Projekt nowego zalecenia serii E: "Grades of service in analog/ digital International telephone exchanges", wg AP VII - No 61, June 1980.

Przegląd dokumentów resortowych ustalających zasady ilościowego wyposażenia sieci krajowych pozwala na twierdzenie, że nie uwzględniają one w dostatecznym stopniu faktu jakościowej zmiany sieci, wynikającej z wdrażania modułowych central nowych systemów komutacyjnych i z rozszerzania obszaru objętego ruchem automatycznym. Na niektóre z występujących tu mankamentów zwracano uwagę w [6]. Tutaj można jeszcze raz postulować przeprowadzenie weryfikacji tych zasad. Powinny przy tym być uwzględniane porządane wyżej zalecenia CCITT, gdyż sieć międzymiastowa wykazuje duże podobieństwo z siecią międzynarodową.

Zmienione zasady powinny służyć do odpowiedniego wyposażenia sieci, obejmującego zarówno wiązki łączy międzycentralowych jak i grupy zespołów sterujących modułowych jednostek komutacyjnych.

We właściwie wyposażonej sieci degradacja jakości załatwiania ruchu powodowana będzie wzrostem strat, występujących na skutek lokalnych wzrostów ruchu albo na skutek lokalnych ubytków przepustowości. Obserwacja jakości obsługi ruchu prowadzona jest na centralach.

Z punktu widzenia jednostki komutacyjnej centrali telefonicznej, biorącej udział w zestawianiu połączenia, można wskazać na następujące trzy przyczyny degradacji jakości usługowej, schematycznie pokazanej na rys.9: straty komutacyjne, powodowane w samej jednostce komutacyjnej, straty powodowane niedostępnością kierunku wyjściowego i straty występujące w sieci "odległej", tzn. w następnych centralach i wiązkach międzycentralowych, uczestniczących w zestawianiu danego połączenia.

Przyczynami strat komutacyjnych mogą być:

- natłok w polu komutacyjnym /blokada wewnętrzna/ lub w grupie zespołów sterujących jednostki;
- błędne sygnały przychodzące;
- błędne działania abonenta wywołującego, np. przedwczesne rozłączenie, nadawanie błędnych cyfr lub nadawanie niepełnego numeru żądanego;
- błędne zestawianie połączenia;
- inne uszkodzenia urządzeń i zespołów jednostki komutacyjnej.

Przyczynami powstawania strat powodowanych niedostępnością łączy wiązki wyjściowej są:

- niedostateczna liczba sprawnych łączy wiązek;



- zbyt duże natężenie ruchu oferowanego na wiązkę.

Straty na "odległym końcu" można podzielić na:

- straty ruchu zależne od abonenta żądanego, np. zajętość, niezgłoszenie się, fałszywy numer;
- straty komutacyjne, na które natrafia zestawiane połączenie na odległym końcu, tzn. w następnych centralach tranzytowych i w sieci miejscowej docelowej;
- straty powodowane niedostępnością wiązek wyjściowych;
- straty techniczne powodowane uszkodzeniami i błędnymi działaniami układów komutacyjnych i urządzeń transmisyjnych.

W normalnych warunkach eksploatacji, przy obserwacji dostatecznie dużych próbek w dostatecznie długim czasie, straty ruchu wykazują stałą wartość, która zależy od relacji. Wartość ta podlega ustalonym zmianom systematycznym, np. dobowym, z dnia na dzień itp. W warunkach awaryjnych /uszkodzenia, wzrosty ruchu itp./, wartość strat może znacznie się zwiększyć. Dobra znajomość kształtowania się strat ruchu w zmieniających się warunkach eksploatacyjnych powinna stanowić pomoc przy ustalaniu konieczności podejmowania działań przez system sterowania na podstawie wyników bieżącego nadzoru jakości załatwiania ruchu.

### 3.3. Wymagania dotyczące informacji niezbędnej dla sterowania

Sterowanie siecią wymaga dysponowania informacją pozwalającą na: wykrywanie zakłóceń w obsłudze ruchu, identyfikację przyczyn tych zakłóceń, podejmowanie decyzji uprawniających oraz sprawdzanie efektu wprowadzonych działań usprawniających. Informacje te muszą zawierać dane o bieżącym stanie sprawnościowym i ruchowym /o jakości obsługiwanego/ sieci. Ponadto użyteczna może być wszelka inna informacja ostrzegająca o możliwości występowania zakłóceń w załatwianiu ruchu.

Informacja, określająca bieżący stan sieci, może być uzyskiwana z następujących źródeł:

- nadzoru obsługiwanego ruchu w sieci, umożliwiającego określenie:
- stanu ruchowego każdej wiązki międzycentralowej;

- stanu ruchowego wszystkich dróg połączeniowych /kolejnego wyboru/ wykorzystywanych przy obsłudze ruchu w danej relacji;
- stanu ruchowego każdej jednostki komutacyjnej;
- raportów służb konserwacji o wyłączeniach i uszkodzeniach urządzeń transmisyjnych i urządzeń komutacyjnych;
- informacji od telefonistek o trudnościach w zestawianiu połączeń;
- informacji spoza resortu o zdarzeniach, które mogą mieć wpływ na kształtowanie się ruchu telefonicznego, np. wiadomości o klęskach żywiołowych i katastrofach masowych.

Informacje ostrzegające o możliwości wystąpienia zakłóceń w załatwianiu ruchu sygnalizują:

- przejście sieci do stanu krytycznego, kiedy dalsze zwiększanie ruchu oferowanego będzie powodować degradację jakości usługowej, np. informacje o osiągnięciu dopuszczalnego wykorzystania ruchowego wiązek;
- wystąpienie zdarzeń, którym może towarzyszyć wzrost ruchu w określonych relacjach.

Informacja ostrzegająca może być otrzymywana z:

- układów wykrywania natłoku w sieci, w szczególności dotyczy sygnalizowania stanu zajęcia wszystkich łączy wiązki i stanu niedostępności wszystkich dróg połączeniowych /kolejnego wyboru/ relacji;
- nadzoru dysponowalności /stanu zdatności/ elementów sieci, np. wskazywanie udziału w wiązce łączy niesprawnych oraz udziału niesprawnych zespołów sterujących jednostki komutacyjnej;
- raportów o planowych wyłączeniach urządzeń teletransmisyjnych i o ograniczeniach przepustowości central telefonicznych;
- terminarzy wydarzeń politycznych, społecznych, gospodarczych i sportowych;
- terminarzy prognoz zmian sezonowych rozptywu ruchu w sieci i okolicznościowych wzrostów ruchu, np. z okazji dni świątecznych.

Informacje dla potrzeb systemu sterowania muszą być zbierane w czasie rzeczywistym, w dowolny w zasadzie sposób, w zależności od wyposażenia

systemu nadzoru - od ręcznego zapisu stanu liczników statystycznych, z przetelefonowywaniem danych, do w pełni automatyzowanych systemów wykorzystujących wyspecjalizowane urządzenia nadzoru stanu i urządzenia transmisji danych.

Nadzór sieci opiera się na pomiarach stanu ruchowego wykonywanych w sposób ciągły. Przy nadzorze dyskretnym musi być zapewniona odpowiednia częstość próbkowania, niezbędna dla osiągnięcia wymaganej dokładności danych. Przykładowo można podać, że okres próbkowania urządzeń sterujących jednostek komutacyjnych powinien być rzędu jednej sekundy.

Zakres zbieranej informacji o stanie sprawnościowym urządzeń sieci dla potrzeb systemu sterowania powinien być odpowiednio skorelowany z pomiarami wykonywanymi dla służb konserwacji dla uniknięcia niepotrzebnego dublowania urządzeń i czynności.

#### 3.4. Parametry charakteryzujące obsługiwanie ruchu

Wymaganie aby informacje o bieżącym stanie sieci, niezbędne dla operatywnego sterowania siecią, były zbierane w czasie rzeczywistym, nakłada nowe zadania na system obserwacji i pomiarów ruchu. Nieprzydatne tu stają się dotychczasowe metody pomiarów, opracowane w celu wyznaczania średnich wartości ruchu umożliwiających projektowanie "statycznej" sieci, zapewniającej zadowalającą jakość załatwiania w średnim ruchu.

W piśmiennictwie brak w zasadzie danych o poszukiwaniu nowych parametrów, które charakteryzowałyby obsługiwanie ruchu odpowiadające potrzebom systemu sterowania użytkowaniem sieci telefonicznej. Właściwie problematyka taka występuje jedynie w [10]. Prace te zajmują się określeniem parametrów charakteryzujących obsługiwanie ruchu dla potrzeb sterowania siecią międzynarodową. Należy zwrócić uwagę, że dotyczą one charakterystyk obsługiwanie ruchu w wiązках międzycentralowych i relacjach, natomiast obsługiwanie ruchu przez jednostki komutacyjne nie było właściwie rozpatrywane. Może to być tłumaczone tym, iż w sieci międzynarodowej jakość obsługiwanie zależy przede wszystkim od limitowanych kosztami oraz względami technicznymi przepustowości wiązek łączy.

Określenie najbardziej przydatnych dla systemu sterowania parametrów charakteryzujących działanie jednostek komutacyjnych zależy od systemu komutacyjnego eksploatowanych central telefonicznych. Ogólnie parametry te można podzielić na następujące kategorie:

- wskaźniki obciążenia ruchowego, np. liczby wywołań i zajęć urządzeń i grup urządzeń jednostki komutacyjnej;
- wskaźniki opóźnienia, np. liczba wywołań przyjętych do obsługi z opóźnieniem;
- wskaźniki natłoku i strat ruchu, które dzielić można na straty komutacyjne, spowodowane działaniem samej jednostki komutacyjnej, np. blokadą wewnętrzną czy błędnymi zadaniami, oraz na straty spowodowane "otoczeniem", np. błędy sygnalizacji przychodzącej z współpracujących central, natłok na drodze ostatniego wyboru itp.

Dla scharakteryzowania obsługi ruchu w wiązkach międzycentralowych proponuje się bezpośrednią obserwację następujących wielkości:

- liczba wywołań /wywołanie, ang. bid - usiłowanie zajęcia, oferowane zgłoszenie/;
- liczba zajęć /zajęcie, ang. seizure - wywołanie przyjęte do obsługi, próba zajęcia zakończona pomyślnie/;
- liczba wywołań odrzuconych /nie zakończonych zajęciem/;
- liczba wywołań zakończonych skutecznie /przejście do stanu rozmowy zarejestrowane odbiorem sygnału podniesienia mikrotelefonu - Zalecenie Q.140/;
- sumaryczny czas trwania stanu natłoku na obiekcie;
- liczba /udział/ łączy wiązki znajdujących się w chwili obserwacji, w stanie zajęcia;
- liczba /udział/ łączy wiązki zdalnych do użytkowania.

Podane wielkości stanowią dane wyjściowe do obliczenia następujących parametrów charakteryzujących obsługę ruchu dla potrzeb systemu sterowania [10]:

- współczynnik przelewu /%OFL - percentage overflow/ przedstawia udział wywołań, które nie zostały przyjęte do obsłużenia przez nadzorowany obiekt, tzn. zostały odrzucone i ew. przelane na wiązkę następnego wyboru lub skierowane do urządzenia informującego o zajętości /wysłanie tonowego lub słownego sygnału zajętości/ % OFL jest definiowany następująco

$$\% \text{ OFL} = \frac{\text{liczba wywołań odrzuconych}}{\text{całkowita liczba wywołań}}$$

Współczynnik przelewu wyznacza się dla określonego okresu obserwacji, zwykle dla jednej godziny.

- intensywność wywołań /BCH - bids per circuit per hour/ przedstawia przeciętną liczbę wywołań przypadającą na jedno łącze wiązkowe w ciągu jednej godziny i charakteryzuje zapotrzebowanie na usługi. Jest definiowana w następujący sposób

$$\text{BCH} = \frac{\text{liczba wywołań zarejestrowanych w 1 h}}{\text{liczba łączy zdalnych do użytkowania}}$$

Wywołania mogą być również rejestrowane w ciągu krótszego okresu, np. w ciągu 15 minut, należy wówczas odnieść otrzymaną liczbę do jednej godziny, mnożąc przez 4,

- intensywność zajęć /SCH - seizures per circuit per hour/ - przeciętna liczba zajęć przypadająca na jedno łącze wiązkowe w ciągu jednej godziny, charakteryzuje obciążenie ruchowe wiązki i jest definiowane następująco

$$\text{SCH} = \frac{\text{liczba zajęć zarejestrowanych w 1 h}}{\text{liczba łączy zdalnych do użytkowania}}$$

Zajęcia mogą być również rejestrowane w ciągu krótszego czasu, należy w takim przypadku przeliczyć otrzymaną wartość na okres jednej godziny,

- współczynnik skuteczności /ASR - answer seizure ratio/ przedstawia udział zajęć zakończonych skutecznie, tzn. zajęć, w których odebrano sygnał podniesienia mikrofonu. ASR jest bezpośrednią charakterystyką skuteczności zestawiania połączeń w sieci. Określa się go z wzoru

$$\text{ASR} = \frac{\text{liczba zajęć skutecznych}}{\text{całkowita liczba zajęć}}$$

Współczynnik skuteczności wyznacza się dla określonego przedziału czasu, zwykle dla jednej godziny, lub dla zadanej liczby zajęć. Określenia ASR dokonuje się dla wiązek łączy i dla relacji.

- obciążenie ruchowe /occupancy/ może być wyrażane w rozmaitych jednostkach: w erlangach, w stopołączeniasekundach /ang. CCE/, w procentach itp. Może być określane dla całego obiektu, np. wiązki, lub w postaci średniego obciążenia elementu obiektu, tzn. łącza,

- średni czas zajęcia /mean holding time per seizure/ określony jest przez:

$$\frac{\text{sumaryczny czas zajęcia obiektu}}{\text{całkowita liczba zajęć}}$$

- współczynnik natłoku /time congestion/ określony jest następująco:

$$E = \frac{\text{sumaryczny czas trwania stanu natłoku}}{\text{łączny czas obserwacji}}$$

Przedstawia udział czasu, w którym wszystkie łącza wiazki są zajęte.

Określenie obiektów podlegających nadzorowi oraz wyznaczenie ile parametrów i jakich będzie podlegało obserwacji musi być ustalone indywidualnie, dla konkretnych przypadków. Ogólnie można podać, że będzie to zależne, m.in. od:

- możliwości zbierania danych wyjściowych w centralach telefonicznych,
- przyjętych zasad kierowania ruchu /np. BCH i SCH oblicza się przede wszystkim dla wiązek, ASR - dla relacji, % OFL - dla relacji z drogami kolejnych wyborów/,
- korelacji i dopeńień, jakie występują między poszczególnymi parametrami /np. SCH wnosi zasadniczo w określonych warunkach zbliżoną informację co ASR; BCH i SCH wzajemnie się uzupełniają/,
- celu obserwacji /np. ASR nadaje się szczególnie do sygnalizowania degradacji jakości załatwiania ruchu na "odległym końcu" sieci ze względu na szybkie reagowanie na zmiany skuteczności, a także ze względu na łatwość rozróżniania dróg połączeniowych, mających zasadniczy udział w degradacji. Dla ujawnienia strat "bliskich" bardziej celowe jest korzystanie ze współczynnika przelewu bądź porównania BCH i SCH/.

### 3.5. Kryteria inicjujące działanie systemu sterowania

Wydanie decyzji o zadziałaniu systemu sterowania dla podjęcia kroków usprawniających obsługiwane ruchu w sieci opiera się na uzyskanych w czasie rzeczywistym informacjach o stanie sprawnościowym i stanie ruchowym elementów sieci.

Pożądane jest, aby forma tych informacji była wstępnie przetworzona do postaci, pozwalającej na szybkie i jednoznaczne wykrywanie zakłóceń w za-

łatwianiu ruchu. Uzyskuje się to przez ustalanie progowych wartości odniesienia dla parametrów charakteryzujących obsługiwane ruchy oraz przez ustalanie normowego udziału /zazwyczaj procentowego/ urządzeń, które powinny być zdadne do użytkowania. Naruszenie tych wartości normowych będzie każdorazowo pociągało rozważenie konieczności zadziałania systemu sterowania.

Ustalanie wartości normowych musi być dokonywane indywidualnie dla każdego nadzorowanego obiektu /wiązki łączy, relacji/ z uwzględnieniem jego charakterystycznych właściwości. Wartości te mogą znacznie się różnić dla różnych obiektów. Na przykład w [10] podano następujące dane zaobserwowane w czasie eksperymentalnego nadzoru sieci międzynarodowej /tablica 4/.

T a b l i c a 4

Typ wiązki	BCH	SCH	% OFL	ASR
wysokiego wykorzystania	4-20	3,5-7	60-70	20-50
ostatniego wyboru	2,5-6,25	2,5-12	10-60	40-50

Dla sieci krajowych brak w piśmiennictwie danych, które by pozwalały na sformułowanie jakichkolwiek zasad określania granicznych wartości nadzorowanych parametrów, jednoznacznie kwalifikujących załatwianie ruchu jako niezadowolające. Rozezhanie w tym zakresie może być uzyskane jedynie na drodze systematycznej obserwacji sieci rzeczywistej.

### 3.6. Działania usprawniające

Można przedstawić listę typowych działań usprawniających, podejmowanych przez system sterowania użytkowaniem sieci telefonicznej. Stosowanie ich w konkretnej sytuacji, zakres i sposób wprowadzania zależą od systemu eksploatowanych w sieci central telefonicznych i od dodatkowego wyposażenia ułatwiającego czy umożliwiającego ich realizację. Zwrócić można uwagę, że jeżeli w chwili obecnej brak możliwości podejmowania w sieci określonych działań, celowe jest przewidzieć wprowadzenie niezbędnych urządzeń do central przy ich najbliższej rozbudowie czy modernizacji.

Kroki usprawniające, podejmowane przez system sterowania można podzielić na następujące kategorie:

- działania zapobiegania /ochraniające, ograniczające, ang. protective actions/, których celem jest ochrona elementów sieci przed natłokiem poprzez ograniczenie /odmowę/ obsługiwanie zgłoszeń, o których a priori wiadomo, że mają niewielkie prawdopodobieństwo skutecznego, tzn. zakończonego rozmową, załatwienia;
- działania udostępnienia /wyrównujące, ang. expensive actions/, mające na celu wyrównanie obciążenia ruchowego elementów sieci, osiągane przez udostępnianie dla strumieni ruchu, które natrafiają na długotrwałe natłoki na drogach normalnego kierowania, dodatkowych dróg połączeniowych, utworzonych z wiązek i central bieżąco niedociążonych;
- przestrajanie łączy, których celem jest wyrównywanie obciążenia ruchowego /współczynników strat ruchu/ wiązek międzycentralowych całej sieci. Uzyskuje się to przez zmienianie liczności wiązek przy użyciu tzw. komutacji krosowej. Przestrajanie sieci dokonuje się przy każdej zmianie stanu ruchowego i sprawnościowego sieci, wywołującego degradację jakości obsługiwanie ruchu. /Problematyka przestrajania łączy nie jest rozpatrywana w niniejszym opracowaniu. Zagadnienia te szeroko przedstawione są dla tzw. sieci dwu- i trzywarstwowej, w [19, 20]/.

Z reguły, w pierwszej kolejności należy podejmować działanie udostępniania /zmiany kierowania ruchu/, natomiast działania ochraniające dopiero wówczas, kiedy nie można podjąć działań wyrównujących lub kiedy okażą się one niewystarczające. Można zaznaczyć, że powinna być zapewniona możliwość stopniowania wprowadzanych przedsięwzięć usprawniających, dla dopasowania ich do poziomu /do natężenia przyczyny/ stwierdzonej degradacji załatwiania ruchu.

Do działań usprawniających obsługiwania ruchu można zaliczyć również : zawieszenie przez system sterowania ruchu automatycznego i wprowadzenie w to miejsce ruchu półautomatycznego z zamawianiem rozmów przez CMM. Zabieg taki umożliwi wprowadzanie radykalnego ograniczenia ruchu w określonych relacjach przy utrzymaniu możliwości obsługiwanie wywołań uprzywilejowanych, np. "na hasło". Sposób obsługiwanie wywołań przez telefonistki może przy tym być regulowany dodatkowymi instrukcjami specjalnymi, wprowadzającymi dowolne zabiegi z wymienionych poniżej działań ograniczania i udostępniania.

Działania zapobiegania - są to zabiegi mające na celu niedopuszczenie do sieci lub usunięcie z sieci ruchu, który ma niewielkie prawdopodobień-



stwo skutecznego załatwienia. Ruch podlegający ograniczeniu powinien być blokowany jak najwcześniej, jak najbliżej swego źródła po to, aby w maksymalny sposób zmniejszyć jałową pracę urządzeń sieci.

Ograniczanie ruchu powinno być wprowadzane selektywnie. Zwykle jest stosowane do strumieni ruchu w relacjach lub związane z kierunkiem wyjściowym.

Większość działań ochraniających może być w zasadzie stosowana na centralach z pośrednim sterowaniem bez jakichkolwiek zmian schematowych istniejącego sprzętu lub jedynie przy niewielkich takich zmianach.

Podstawowymi działaniami zapobiegania są:

Zapowiedzi słowne [7]. Zgłoszenia podlegające ograniczeniu kierowane są do automatu informacyjnego, z którego wysyła się do abonenta wywołującego instrukcję zalecanego postępowania, ew. łącznie z podaniem przyczyny stosowania ograniczenia w obsłudze oraz przewidywanego czasu tych utrudnień. Takie zapowiedzi słowne mają na celu zapobieganie generowaniu przez abonentów nieskutecznych wywołań powtórnych. W tym celu przekazywana instrukcja albo wzywa abonenta do odłożenia na później dalszych prób zestawieniażądanego połączenia, albo wskazuje postępowanie, przy którym abonent w istotny sposób poprawi swe szanse na skuteczne obsłużenie.

Zapowiedzi słowne mogą być stosowane "samoistnie" lub w powiązaniu z innymi, wprowadzanymi przez system sterowania zabiegami ograniczającymi obsługiwane.

Aby zapowiedzi słowne były skuteczne, muszą być stosowane selektywnie, tzn. muszą być zróżnicowane zależnie od konkretnej przyczyny powodującej ograniczenie obsługi. W tym celu musi istnieć możliwość ustalania, do jakiego automatu informacyjnego wywołanie powinno być skierowane, aby wysłana została właściwa zapowiedź. Praktycznie kierowanie to może odbywać się na podstawie analizy wskaźnika kierunkowego numeru żadanego abonenta. Musi być przy tym zapewniona możliwość ustalania powiązania "wskaźnik kierunkowy - numer automatu informacyjnego" przy wprowadzaniu przez system sterowania działań ograniczających.

Blokowanie kodowe. Polega ono na wprowadzaniu odmowy obsługi wywołań z określonym wskaźnikiem kierunkowym. Ma na celu ograniczenie ruchu kierowanego do fragmentu sieci, w którym występują utrudnienia w skutecznym załatwianiu ruchu. Ograniczanie obsługi może być: całkowite -  
- żadne wywołanie w zablokowanym kierunku nie zostanie obsłużone - lub

stopniowane, dla uzyskania określonego zmniejszenia ruchu, stosownie do skali występujących utrudnień.

Blokowanie kodowe wprowadza się przez odpowiednią zmianę programu pracy przelicznika.

Blokowanie wiązek wyjściowych. Polega na wyłączeniu /zablokowaniu/ z użytkowania części lub wszystkich łączy wiązki międzycentralowej. Ma na celu ograniczenie przepustowości wiązki, a tym samym i ruchu doprowadzanego do fragmentu sieci z utrudnieniami w skutecznym załatwianiu ruchu. Jest to ten sam cel, co blokowania kodowego; nie wymaga jednak zmiany programu pracy przelicznika. W większym stopniu absorbuje jednak urządzenia komutacyjne centrali, gdyż wymagać może zestawienia w centrali połączenia do wiązki wyjściowej zanim wysłany zostanie odpowiedni sygnał niemożności obsłużenia żądanego połączenia.

Blokowanie dróg przelewowych. Polega na zniesieniu przelewu ruchu na drogę drugiego /lub wyższych wyborów/ z określonej wiązki bezpośredniej /pierwszego wyboru/. Pozwala to na częściowe ograniczenie ruchu kierowanego do fragmentu sieci, w którym występują utrudnienia w skutecznym obsługiwaniu ruchu, tzn. daje podobny efekt, jak blokowanie kodowe /częściowe/.

Ochrona dróg przelewowych. Polega na zniesieniu przelewania ruchu na określoną wiązkę przelewową. Wprowadza ochronę tej wiązki przed przeciążeniem powodowanym nadmiernym ruchem przelewany z innych wiązek. Ogranicza to możliwość rozprzestrzeniania się natłoku w sieci oraz poprawia załatwianie ruchu pozostawionego w wiązce. Przy zablokowaniu wszystkich przelewów na daną wiązkę wprowadza preferowanie obsługiwanego ruchu bezpośredniego, dla którego wiązka ta jest drogą pierwszego wyboru.

Specjalne instrukcje komutacyjne. Stosuje się je w celu zmniejszenia obciążenia ruchowego zespołów sterujących modułowych jednostek komutacyjnych, gdy powodem nadmiernych strat w centrali jest przeciążenie tych zespołów. Instrukcje takie zmierzają do skrócenia czasu zajęcia tych zespołów i polegają na zmniejszeniu dopuszczalnej liczby powtórzeń lub skrócenie czasu powtórzeń /temporyzacji/ prób zestawienia żądanego połączenia zanim podjęta będzie decyzja o wysłaniu sygnału natłoku.

Działania udostępniania. Mają one na celu zwiększenie przepustowości dróg połączeniowych w relacjach, wykazujących nadmierne straty powodowane natłokiem w wiązkach międzycentralowych i centralach tranzytowych. Działania

nia te polegają na wprowadzeniu odpowiedniej zmiany w planie kierowania ruchem. Wymagają w związku z tym specjalnych działań w zakresie zmiany programów zestawiania połączeń, co zwykle wiąże się z koniecznością odpowiedniego przystosowania zespołów sterujących. Na przykład, w centralach z programem okablowanym trzeba dla powtarzających się działań zaplanować wcześniej wszystkie niezbędne zmiany w planie kierowania ruchem i wpisać do programu procesu zestawiania połączeń; w warunkach normalnych korzystanie z tych dodatkowych działań będzie blokowane odpowiednimi przetączykami. Jedynie w centralach z SPC /z programem zapisanym/ wprowadzanie zmian do pamięci programów obsługi ruchu nie przedstawia większych trudności.

Podstawowymi działaniami z zakresu udostępniania są:

Uruchamianie dodatkowych dróg przelewowych dla zmniejszenia strat powodowanych natłokiem na kierunku wyjściowym z centrali. Drogi te zestawia się z tych wiązek międzycentralowych i przez te centrale tranzytowe, które bieżąco są niedociążone ruchowo i mogą obsłużyć dodatkowy ruch przelany z wiązki z natłokiem.

Zmianie planu kierowania ruchem w celu omięcia tych fragmentów sieci, które wykazują nadmierny natłok. Polega ono na zablokowaniu normalnego, przewidzianego planem, kierunku wyjściowego z centrali i skierowanie ruchu na inną drogę tranzytową, nie wykazującą przeciążenia ruchowego.

Zwiększenie przepustowości wiązek przy stwierdzeniu przeciążenia ruchowego wiązek. Przykładem takiego zabiegu jest zablokowanie "przeciwnego" kierunku łączonych dwukierunkowo.

#### 4. ZASADY OKREŚLAJĄCE KRAJOWY SYSTEM STEROWANIA

##### 4.1. Zasady zabezpieczenia międzymiastowej sieci teletransmisyjnej

Zasada 1. Międzymiastowa sieć teletransmisyjna /MMST/ jest to wydzielona sieć linii dalekosiężnych, której zadaniem jest świadczenie usług teletransmisyjnych polegających na udostępnianiu użytkownikom typowych kanałów transmisyjnych w relacjach międzymiastowych. Węzły końcowe relacji połączone są z węzłami stykowymi sieci użytkowników liniami łącznikowymi.

Użytkownikami sieci MMST są przede wszystkim: międzymiastowa sieć tele-

foniczna, sieć transmisji programów telewizyjnych, sieć transmisji programów radiofonicznych, inne sieci resortowe, wykorzystujące do transmisji kanały typowe, dzierżawcy.

Użytkowymi kanałami sieci MMST są grupy pierwotne /GP/ i grupy wtórne /GW/. Ponadto w sieci występują zestawy podstawowe 15 GW /hipergrupy - HG/ oraz zestawione z nich trakty liniowe stosowanych w sieci systemów transmisyjnych.

W liniach łącznikowych występują kanały grupowe GP i GW w ich pasmie podstawowym.

Zasada 2. Dla zapewnienia, przy efektywnym wykorzystaniu zainstalowanych środków transmisyjnych, świadczenia usług spełniających wymagania użytkowników w warunkach zmiennych w czasie stanów sprawnościowych, niezbędne jest uruchomienie scentralizowanego systemu sterowania użytkowaniem sieci MMST /systemu zabezpieczania ciągłości ruchu/.

Zasada 3. Zabezpieczanie sieci MMST ma na celu likwidację skutków przesto-  
jów przerw grupowych udostępnionych użytkownikom a spowodowanych uszkodzeniami zestrojów /ich traktów liniowych/ i linii teletransmisyjnych, wywołującymi całkowitą przerwę w łączności.

Inne zmiany sprawnościowe w sieci MMST będą objęte zabezpieczeniem tylko dodatkowo, o ile nie będzie to wymagać dalszych nakładów.

Zapobieganie uszkodzeniom i skracanie przesto-  
jów urządzeń stacyjnych leży w gestii służb konserwacji sieci MMST; obowiązek ten musi być konsekwentnie egzekwowany.

Zasada 4. Zadania systemu sterowania siecią MMST związane z utrzymaniem ciągłości ruchu są następujące:

1. Analizowanie niezawodności eksploatacyjnej urządzeń sieci MMST w celu identyfikacji typowych, najczęściej występujących uszkodzeń i związanych z nimi przesto-  
jów. Informacje te przeznaczone są dla optymalnego projektowania zabezpieczenia łączności w istniejącej sieci oraz dla programowania środków potrzebnych dla poprawy skuteczności i ekonomiczności utrzy-  
mywania ciągłości ruchu.

2. Zbieranie od użytkowników zapotrzebowań na usługi teletransmisyjne wraz z wymaganiami utrzymania ciągłości ruchu. Wymagania te będą weryfikowane pod względem możliwości ich realizacji w istniejącej sieci w warunkach normalnej eksploatacji.

3. Sporządzanie planów kierowania przęseł grupowych /planowanie konfiguracji/ w sieci MMST oraz planów przestrojeń zapewniających utrzymywanie wymaganej przez użytkowników ciągłości ruchu w warunkach normalnej eksploatacji.

4. Nadzorowanie stanu sprawnościowego obiektów udostępnionych użytkownikom i podejmowanie operatywnego sterowania /wprowadzanie działań korekcyjnych/ przy wystąpieniu stanów awaryjnych.

5. Współpraca w trybie operatywnym ze służbami technicznej konserwacji w celu koordynacji zakresu i czasu wykonywania przez nie procesów odnawiania przy wystąpieniu sytuacji awaryjnych.

6. Przygotowywanie propozycji rozbudowy i modernizacji sieci MMST, uwzględniających poprawę eksploatacyjnej niezawodności oraz zabezpieczenie wymaganej przez użytkowników ciągłości ruchu.

Zasada 5. Wymagania użytkowników określające utrzymywanie ciągłości ruchu obiektów udostępnianych im w sieci MMST muszą zawierać następujące informacje:

- wymaganą wartość współczynnika zabezpieczenia  $r_0$ ;
- dopuszczalny czas technicznej przerwy w łączności  $t_0$ ;
- Inne informacje uściślające, niezbędne dla zaprojektowania właściwego zabezpieczenia obiektu.

Zabezpieczenie ciągłości ruchu nie oznacza bezprzerwowej łączności. Techniczne przerwy w transmisji, niezbędne dla wykonania czynności przewidzianych dla przeciwdziałania skutkom uszkodzeń, nie zalicza się do przestoju o ile:

- 1/ zakończone zostaną sukcesem, tzn. łączność zostanie wznowiona w zakresie określonym wymaganą wartością  $r_0$ ;
- 2/ przerwa w ruchu nie przekroczy dopuszczalnej wartości  $t_0$ .

Zasada 6. Przestrojenia konfiguracji sieci przy zestawianiu przęseł zamawianych przez użytkowników będą wykonywane za pomocą urządzeń komutacji krosowej w pasmie podstawowym grup pierwotnych lub wtórnych.

Przestrojenia dla potrzeb utrzymywania ciągłości ruchu prowadzone będą na możliwie najwyższym poziomie w celu uniknięcia konieczności wprowadzania dodatkowych przemian /tzn. przy minimalnej ich liczbie/. Wcho-

dzi tu więc w rachubę przede wszystkim przestrajanie w pasmie liniowym lub w pasmie podstawowym grup tworzących pasmo liniowe.

Zasada 7. Wprowadzane będzie, niezależnie od wymagań użytkowników, zabezpieczenie traktów liniowych zestrojów o dużych krotnościach w liniach kablowych i liniach radiowych szczególnie ważnych lub szczególnie narażonych na przerwy w transmisji. Zabezpieczenie prowadzone będzie dwoma sposobami:

- przez przygotowanie traktów zastępczych na bazie rezerwowania właściwego w układzie  $n+k$ , z zastosowaniem autonomicznych układów przełączania transmisji na trakt rezerwowy; przestrajanie dokonuje się w pasmie liniowym lub na częstotliwości pośredniej;
- przez przygotowanie rezerwowych kanałów grupowych /na bazie rezerwowania rozproszonego/ dla odtwarzania grup HG, z których zestawione jest pasmo liniowe zabezpieczanego traktu; przestrajanie dokonuje się w pasmie podstawowym grup /transferowanie pośrednie/.

Zasada 8. Przy projektowaniu zabezpieczenia ciągłości ruchu obiektów udostępnianych użytkownikom uwzględniana będzie niezawodność eksploatacyjna użytych urządzeń transmisyjnych, a także zabezpieczenie traktów liniowych, osiągnięte wg zasady 7.

W zależności od stanu wyposażenia sieci MMST w urządzenia przestrajania, wyróżnić można dwa etapy realizowania zabezpieczenia.

Pierwszy etap charakteryzuje się tym, że wszelkie przestrojenia wykonywane będą ręcznie przez przekrosowywanie na przełącznicach. Na tym etapie realizowane mogą być następujące rodzaje zabezpieczenia:

- zabezpieczenie pęczków kanałów grupowych /GW lub GP/ zestawianych w tej samej relacji prowadzone wielotrasowym kierowaniem grup kanałów niezależnymi trasami; jeżeli pęczek tworzą kanały udostępnione różnym użytkownikom, zabezpieczenie musi zapewniać ciągłość ruchu takiej liczby kanałów, która wynika ze zsumowania wymagań wszystkich użytkowników;
- zabezpieczanie pojedynczych kanałów grupowych z użyciem kanałów zastępczych, tworzonych na bazie rezerwowania priorytetowego.

Przejsie do drugiego etapu nastąpi z chwilą rozpoczęcia wprowadzania do sieci MMST układów szerokopasmowej komutacji krosowej, umożliwiających szybką zmianę konfiguracji sieci. Zabezpieczenie może być wówczas oparte na optymalnym zastosowaniu łącznie wielotrasowego kierowania i rezerwowa-

nia rozproszonego. Będą wówczas prowadzone następujące rodzaje zabezpieczenia:

- zabezpieczanie pęczków kanałów grupowych z wykorzystaniem wielotrasowego kierowania i rezerwowania rozproszonego; zapewnione musi być odtwarzanie takiej liczby kanałów, która wynika z sumowania wymagań wszystkich użytkowników, korzystających z kanałów pęczka;
- zabezpieczenie pojedynczych kanałów grupowych realizowane działaniami w obrębie sieci /urządzeń końcowych/ użytkownika ze stosowaniem w sieci MMST dublowania kanału lub transmisji równoległej.

Zasada 9. W warunkach awaryjnych ciągłość ruchu będzie utrzymywana w zakresie określonym konkretną sytuacją sprawnościową, uwzględniając ustalone priorytety użytkowników. Odtwarzanie kanałów niesprawnych o wyższym priorytecie odbywać się będzie kosztem kanałów sprawnych o niższym priorytecie. Uzgodnianie priorytetowości, a także niezbędnego zapotrzebowania na kanały, prowadzone będzie z użytkownikami na bieżąco w trybie operatywnym.

Zasada 10. Obiekty zabezpieczane w sieci MMST będą objęte nadzorem stanu. System nadzoru musi zapewniać:

- alarmowanie niesprawnego stanu każdego obiektu;
- minimalizowanie liczby alarmów powodowanych tym samym uszkodzeniem /pociągającym wystąpienie niesprawnego stanu wielu obiektów/;
- lokalizowanie miejsca uszkodzenia z dokładnością do elementu sieci określonego organizacją uruchamiania łączności zastępczej /dla ułatwienia opracowania planu działań korekcyjnych/.

#### 4.2. Zasady sterowania użytkowaniem sieci ACMM

Zasada 1. Automatyczna międzymiastowa sieć telefoniczna powszechnego użytku /sieć ACMM/ jest to sieć central. ACMM i końcówek dekadowych określona w [18]. Zadaniem sieci ACMM jest zapewnienie łączności telefonicznej pomiędzy sieciami strefowymi kraju.

Zasada 2. Dla zapewnienia świadczenia usług telefonicznych z zadowalającym komfortem dla abonentów, z efektywnym wykorzystaniem zainstalowanych w sieci środków, sterowanie użytkowaniem sieci ACMM będzie scentralizowane.

Zadania systemu sterowania siecią ACMM w zakresie utrzymywania ustalonej jakości załatwiania ruchu są następujące:

1. Analiza danych ruchowych /generacja, rozptyw, zmienność ruchu w GNR "z dnia na dzień", zmiany sezonowe itp./ w celu identyfikacji typowych stanów ruchowych występujących w sieci ACMM. Informacje takie są przeznaczone do określenia nominalnych danych ruchowych dla potrzeb projektowania oraz prognozowania rozwoju sieci.

2. Sporządzanie planów kierowania ruchu w sieci ACMM dla normalnych warunków eksploatacji sieci.

3. Nadzorowanie jakości załatwiania ruchu i operatywne sterowanie /usprawniające/ przy wystąpieniu stanów sprawnościowych i ruchowych, wywołujących niedopuszczalną degradację jakości obsługi ruchu.

Przyczyny degradacji jakości załatwiania ruchu można sklasyfikować w trzech grupach:

- zmiana natężenia strumieni ruchu /wzrost ruchu generowanego, zmiana rozptywu ruchu itp./;
- zmniejszenie przepustowości wiązek międzycentralowych /np. w wyniku uszkodzeń w sieci linii teletransmisyjnych/;
- zmniejszenie przepustowości central telefonicznych /w wyniku uszkodzeń urządzeń stacyjnych/.

W niniejszych rozważaniach zakłada się, że system sterowania będzie reagował na każdą z tych grup oddzielnie. W rzeczywistości zdarzenia te będą występowały równolegle i system sterowania będzie stosował kombinacje odpowiednich przedsięwzięć usprawniających.

A. Reagowanie na zmianę natężenia strumieni ruchu /obejmuje zasady 3...6/

Zasada 3. Zmiany "wzrostowe" strumieni ruchu, tzn. systematyczny wzrost ruchu spowodowany rozwojem usług telefonicznych, będą objęte skutecznym systemem programowania rozwoju sieci, zapewniającym przez planowanie nowych inwestycji i modernizację urządzeń - tak w sieci telefonicznej jak i w sieci teletransmisyjnej - zaspokojenie niezbędnego rozwoju liczebnego central telefonicznych i wiązek międzycentralowych.



Zasada 4. Prowadzenie tzw. gospodarki ruchowej na centralach, obejmującej bieżące usprawnianie planu kierowania ruchem i wyposażenia ilościowego wiązek międzycentralowych a także zrównoważanie obciążenia ruchowego w grupach zespołów łączeniowych. Gospodarka ruchowa ma na celu adaptację możliwości łączeniowych central do wykrytych systematycznych tendencji zmian strumienia ruchu w poszczególnych kierunkach wyjściowych /zmian rozprawy ruchu/.

Zasada 5. Wprowadzanie znowelizowanych zasad projektowania liczbowego wyposażenia central i wiązek w sieci telefonicznej, zakładających "nadmiarowe" wyposażenie sieci niezbędne dla utrzymania zadowalającej jakości obsługi ruchu w chwilowych szczytach ruchu /przy przeciążeniu powodowanym losowym charakterem ruchu telefonicznego/.

Dla przykładu można podać, że Zalecenie E.DDD proponuje takie projektowanie central, aby współczynnik strat ruchu nie przekraczał wartości 0,001...0,01 przy obciążeniu nominalnym oraz wartości około 0,03 - przy przeciążeniu. Obciążenie nominalne i przeciążenie jest definiowane w Zaleceniu E.500 w następujący sposób:

Dla wiązek międzycentralowych:

Obciążenie nominalne jest to wartość średnia z natężenia ruchu w GNR trzydziestu najbardziej obciążonych roboczych dni w okresie 12 miesięcy. Przeciążenie - średnia wartość z trzech najbardziej obciążonych dni tego samego okresu.

Dla central:

Obciążenie nominalne jest to wartość średnia ruchu z dziesięciu najbardziej obciążonych dni w okresie 12 miesięcy. Przeciążenie - średnia z pięciu dni najbardziej obciążonych w tym samym okresie.

Przy braku dostatecznej liczby pomiarów można w przybliżeniu przeciążenie /w sprawnej sieci/ obliczyć z natężenia ruchu nominalnego, stosując następujące współczynniki: dla wiązek - 1,2 a dla central 1,1.

Zasada 6. Na degradację jakości załatwiania ruchu wywołowaną innymi zmianami ruchu /nie objętymi zasadami 3, 4 i 5/ system sterowania reagować będzie w sposób operacyjny, stosując niezbędne działania usprawniające.

## B. Reagowanie na zmiany sprawnościowe w sieci wiązek /obejmuje zasady 7...9/

Zmiany sprawnościowe w sieci wiązek międzycentralowych można podzielić na dwie klasy:

- przejawiające się niesprawnym stanem pojedynczych łączy wiązki;
- przejawiające się niesprawnym stanem jednocześnie większej liczby /lub wszystkich/ łączy wiązki.

Przyczyną niesprawnego stanu łączy w pierwszym przypadku są niezależnie występujące niejawne uszkodzenia w indywidualnym wyposażeniu łączy /przed wszystkim w translacjach/.

W drugim przypadku niesprawny stan większej liczby łączy wiązki jest spowodowany uszkodzeniem urządzeń transmisyjnych, wspólnych dla tych łączy /np. uszkodzenie krotnic, traktu, linii kablowej/. Urządzenia takie są zwykle wyposażone w indywidualne układy nadzoru sprawnościowego /np. z uwzględnieniem częstotliwości pilotujących/, sygnalizujące utratę zdolności do sprawnego działania.

Zasada 7. Wykrywanie i usuwanie uszkodzeń niejawnych należy do obowiązków służb konserwacji central telefonicznych. Przy prawidłowym wykonywaniu tych obowiązków uszkodzenia niejawne nie powinny powodować utrudnień w użytkowaniu łączy międzycentralowych, gdyż ubytki przepustowości powodowane chwilowym, do czasu odnowienia, zablokowaniem uszkodzonego łącza, dokonany natychmiast po stwierdzeniu niesprawnego stanu, będą krótkotrwałe.

Zasada 8. Zapobieganie skutkom uszkodzeń w sieci linii teletransmisyjnej jest domeną systemu sterowania użytkowaniem sieci MMST, który ma za zadanie utrzymywanie ciągłości ruchu zgodnie z wymaganiami postawionymi przez użytkownika.

Działanie systemu sterowania siecią ACMM polega tu na sformułowaniu i uzgodnieniu niezbędnych wymagań utrzymywania ciągłości ruchu kanałów teletransmisyjnych, które będą użyte do realizacji łączy wiązek międzycentralowych.

Dla sieci powszechnego użytku wymagania ciągłości ruchu wiązek międzycentralowych /normowe wartości współczynnika zabezpieczenia  $r_0$  i czasu technicznej przerwy w łączności  $t_0$ / nie zostały dotychczas ustalone. Do czasu zebrania dostatecznie bogatych doświadczeń, na podstawie których

będzie można takie wymagania jednoznacznie określać, można zaproponować następujące wartości:

$$t_0 \leq 30 \text{ min.}$$

$$r_0 \text{ wyznaczone z zależności } r_0 = c_0 : c_n$$

gdzie  $c_n$  - nominalna liczba łączy wiązek - wyznaczona z zależności

$$c_n = f/A, B_n \leq 0,01/$$

$c_0$  - wymagana liczba łączy sprawnych przy uszkodzeniu w sieci linii

$$c_0 = f/A, B_0 \leq 0,15/$$

A - nominalne obciążenie ruchowe oferowane na wiązkę,

f - przyjęta funkcja strat.

Określenie tych wartości oparte zostało na następujących przesłankach. Przede wszystkim wzorowano się na Zaleceniu E.541, wg którego w sieci międzynarodowej nie powinno się dopuszczać do pogorszenia jakości załatwiania ruchu w wiązce ostatniego wyboru powyżej strat rzędu 10% na czas większy od 15 minut /tzn.  $t_0 \leq 15$  minut,  $B_0 \leq 0,10/$ . Ustalenia te motywowane są tym, że w takich warunkach nie powstaje jeszcze lawinowy wzrost wywołań powtórnych, prowadzący do dezorganizacji obsługiwanego ruchu.

Odnosnie określenia czasu dopuszczalnej przerwy w ruchu wiązek międzycentralowych można zauważyć, że mogą rozważane być trzy różne uzasadnienia:

- że uszkodzenie w sieci linii nie powinno powodować rozłączenia połączeń istniejących w chwili uszkodzenia - odpowiadałyby temu przerwy w transmisji nie większe od kilkuset milisekund;
- że uszkodzenie nie powinno być zauważalne przez abonentów, zestawiających nowe połączenie - przerwy nie większe od kilku sekund;
- że uszkodzenie nie powinno prowadzić do degradacji jakości obsługiwanego w całej sieci /w większych fragmentach sieci/, co mogłoby być wywołane rozprzestrzenieniem się blokad i nattoków spowodowanych lawinowym wzrostem wywołań powtórnych - dopuszczalne przerwy prawdopodobnie nie powinny przekraczać kilku dziesiątków minut.

Wydaje się, że na obecnym etapie rozwoju sieci krajowej, a także w per-

spektywie najbliższych lat, decydujące powinno być trzecie wymaganie, którym - ze względu na obniżenie kosztów niezbędnych do zabezpieczenia sieci transmisyjnej - można przyjąć gorsze wartości niż to zaleca się w E.541.

Zasada 9. W przypadku awarii na sieci MMST, kiedy nie można utrzymać wymaganej ciągłości ruchu, system sterowania użytkowaniem sieci ACMM podejmuje w trybie operatywnym niezbędne działania usprawniające. Działania te wprowadzane będą przy założeniu, iż wymaganie zachowania "komfortu" przy korzystaniu z usług telefonicznych /utrzymanie dostatecznej jakości załatwiania ruchu/ staje się drugoplanowym w stosunku do problemu utrzymania "w ogóle" łączności z obszarem dotkniętym awarią.

Podjęcie działań przez system sterowania siecią ACMM następować będzie dopiero po otrzymaniu z systemu sterowania siecią MMST informacji, że nie można utrzymać wymaganej ciągłości ruchu w określonych traktach i liniach,

C. Reagowanie na uszkodzenie urządzeń centralowych sieci ACMM  
/obejmuje zasady 10...12/

Można wydzielić trzy grupy uszkodzeń urządzeń centralowych sieci ACMM;

- uszkodzenia pociągające niesprawny stan pojedynczych zespołów komutacyjnych, na skutek czego zakłócana jest łączność pojedynczych abonentów lub niewielkich grup abonentów, względnie zakłócony jest proces zestawiania pojedynczych połączeń /uszkodzenia te można nazywać uszkodzeniami pojedynczymi/;
- uszkodzenia urządzeń wspólnych, w wyniku czego zakłócana zostaje łączność dużych grup abonentów lub utrudnione zestawianie znacznej liczby połączeń /uszkodzenia grupowe/;
- uszkodzenia dużych zespołów komutacyjnych pociągające pełną utratę zdolności działania central /uszkodzenia całkowite/.

Zasada 10. Uszkodzenia pojedyncze i grupowe w centralach ACMM nie wymagają zadziałania systemu sterowania użytkowaniem sieci ACMM pod warunkiem sprawnego wykonywania swych obowiązków przez służby konserwacji.

Twierdzenie takie wynika stąd, że:

- uszkodzenia pojedyncze są uszkodzeniami niejawnymi, wymagającymi dla ich wykrycia i zlokalizowania przeprowadzenia badań systematycznych. Badania takie i odnawianie wykrytych niesprawnych urządzeń są prowadzone

- przez służby konserwacji z tytułu obowiązku utrzymywania urządzeń w stanie sprawności;
- uszkodzenia grupowe są zwykle natychmiast sygnalizowane przez indywidualne układy nadzoru lub łatwe do zidentyfikowania poprzez obserwację odpowiednich przyrządów pomiarowych. Usuwanie takich uszkodzeń również należy do obowiązków służb utrzymania urządzeń w stanie sprawności.

Zasada 11. Dla uodpornienia central ACMM na uszkodzenia całkowite powinny być w trakcie projektowania sieci przewidziane środki prewencyjnej ochrony tych obiektów przed powstawaniem podobnych uszkodzeń przy użyciu środków właściwych dla przewidywanych narażeń. W przypadkach szczególnie istotnych można wprowadzać rezerwowanie strukturalne węzłów sieci z odpowiednio rozbudowaną siecią linii rękawowych, zapewniającą przejmowanie obsługi ruchu przez obiekty sprawne.

Zasada 12. Przy wystąpieniu uszkodzeń całkowitych system sterowania użytkowaniem sieci ACMM podejmie w trybie operatywnym działania usprawniające. Działania te powinny sprzyjać kierowaniu ruchu do central sprawnych, przy czym niezbędne może być ograniczanie ruchu pochodzącego od abonentów nie objętych priorytetem.

Zasada 13. Stosowane /zgodnie z zasadami 6, 9 i 12/ w sieci ACMM przedsięwzięcia usprawniające typu udostępniania i zapobiegania, zależą od możliwości ich realizacji w centralach sieci krajowej. Można wyróżnić następujące grupy realizacyjne, charakteryzujące się różnym stopniem przystosowania central ACMM do wprowadzania czasowych zmian w planie kierowania ruchu i w sposobach obsługi zgłoszeń:

1. Stan obecny sieci ACMM, gdy wyposażona jest w typowe centrale GCI. Można tu stosować następujące działania, tylko typu zapobiegania:

- Ograniczanie ruchu kierowanego na określoną wiązkę wyjściową. W centralach GCI można za pomocą pola gniazdkowego centralnego stanowiska eksploatacji przelicznika /PCET/ zablokować dowolną drogę kierowania w każdym przeliczniku centrali osobno; pozwala to na stopniowanie ograniczania ruchu: częściowe ograniczanie, około 50%, uzyskuje się przy blokadzie kierunku tylko w jednym z dwóch przeliczników /będą obsługiwane jedynie te wywołania, które trafią do drugiego przelicznika/, przy blokadzie kierunku na obu przelicznikach - osiąga się całkowitą niedostępność kierunku.

- Ograniczanie ruchu przychodzącego do centrali ACMM. Polega na blokowaniu części łączy wiązek przychodzących, przyłączonych do modułów D i AT. Blokowanie łączy zakończonych w module D ogranicza ruch napływający do sieci ACMM z centrali miejscowych i końcówek dekadowych, blokowanie łączy zakończonych w module AT ogranicza ruch tranzytowy obsługiwany przez daną centralę.

2. Po wyposażeniu centrali ACMM - GCI w stanowiska łączeniowe możliwe będą następujące przedsięwzięcia:

- Wprowadzanie uprawnień do obsługiwanego uprzywilejowanego. Wywołanie uprzywilejowane, po natrąceniu na natłok w żądanym kierunku, zostaje automatycznie skierowane do stanowiska pomocy, z którego będzie dalej załatwiane przez telefonistkę korzystającą z określonych dodatkowych możliwości łączeniowych.
- Czasowe zawieszanie ruchu automatycznego w określonym kierunku /relacji/ i przejście na ruch półautomatyczny /ręczny/ z zamawianiem rozmów w CMM. Zawiadomienie abonentów o czasowym przejściu na ruch przez CMM powinno być dokonane przez ogłoszenie takiej decyzji w środkach masowego przekazu.
- Wprowadzanie instrukcji dla telefonistek regulujących sposób obsługiwanego zgłoszeń /instrukcje z zakresu udostępniania dodatkowych tranzytowych dróg połączeniowych czy instrukcje z zakresu ograniczania ruchu, np. zakaz powtarzania prób zestawiania żądanego połączenia/.

3. Po wprowadzeniu zmian schematowych do przeliczników TPC z programem okablowanym:

- Wprowadzanie zapowiedzi słownych zindywidualizowanych dla poszczególnych wskaźników kierunkowych, np. zapowiedź o utrudnieniach w obsłudze ruchu w żądanym kierunku towarzysząca zablokowaniu częściowemu kierunkowi ze stanowiska PCET. /Bliższe omówienie przydatności zapowiedzi słownych do wpływania na strumień wywołań powtórnych podane jest w [7]/. Wymaga to przysposobienia przeliczników do kierowania wywołań z określonymi wskaźnikami kierunkowymi do różnych automatów informacyjnych, zgodnie z instrukcją wprowadzaną przez system sterowania użytkowaniem.
- Zmianie planu kierowania ruchu, polegające na czasowym uruchomieniu w określonej relacji dodatkowej drogi obejściowej przy równoczesnym za-

blokowaniu drogi normalnej. Wymaga to zmiany okablowania przelicznika w taki sposób, aby zaprogramowane były wszystkie drogi: normalne i czasowe, z możliwością odpowiedniego blokowania i odblokowywania zmiennych dróg ze stanowiska PCET.

4. Po wprowadzeniu do sieci ACMM centrali ze sterowaniem programowym, a w centralach GCI - przeliczników TPE, możliwa będzie szybka zmiana programów sterujących procesami łączeniowymi. Można wówczas wprowadzać wszelkie przedsięwzięcia usprawniające na drodze odpowiedniego zaprogramowania przeliczników.

## 5. REALIZACJA KRAJOWEGO SYSTEMU STEROWANIA

### 5.1. Organizacja Krajowego Centrum Zarządzania

Całość problemów zarządzania krajową międzymiastową siecią telekomunikacyjną proponuję skupić w Krajowym Centrum Zarządzania /KCZ/, które będzie organem scentralizowanym, z wydzielonymi podsystemami zarządzania sieciami cząstkowymi. Organizacja ich pracy i rozmieszczenie w sieci będzie opracowane na etapie projektowania szczegółowego KCZ.

Przy określaniu szczegółów organizacyjnych KCZ wykorzysta się doświadczenia i personel istniejących jednostek resortowych wykonujących obecnie poszczególne czynności zarządzania siecią telekomunikacyjną /DST-MŁ, BDMŁT, GUTM, COPIOZ, BSIPŁ, Bd/sLR, DOPiT itp./.

Należy zwrócić uwagę, że koncepcja zarządzania krajową siecią międzymiastową powinna uwzględniać potrzeby systemów zarządzania pozostałych sieci telekomunikacyjnych w kraju w takim zakresie, aby w chwili uruchamiania poszczególnych podsystemów nie wystąpiły czynniki utrudniające efektywne wykorzystanie całej sieci krajowej.

Krajowe Centrum Zarządzania w swej działalności powinno kierować się normatywnymi ustaleniami i instrukcjami programowymi, wydawanymi przez upoważnione jednostki Ministerstwa Łączności; ze swej działalności będzie składało okresowe sprawozdania w ustalonym trybie.

Dla międzymiastowej sieci, przedstawionej w [18] proponuje się przewidzieć następujące Wydziały KCZ biorące udział w procesie sterowania jej eksploatacją.

Wydział Eksploatacji Technicznej /Wydział ET/

Zadaniem Wydziału ET jest merytoryczne nadzorowanie procesów technicznej konserwacji sieci w celu doskonalenia procesów utrzymywania urządzeń sieci w stanie sprawności. Wydział ten wykonuje swe zadania:

a/ w zakresie poprawy bezawaryjności urządzeń sieci - poprzez:

- korygowanie WTE na nowe urządzenia na podstawie doświadczeń zebranych podczas eksploatacji podobnych urządzeń; dotyczy to głównie aktualizacji danych o warunkach eksploatacji, do pracy w których urządzenie powinno być przystosowane;
- inicjowanie zmian konstrukcyjno-technologicznych produkowanych urządzeń, u których stwierdzono wady konstrukcyjne i niejednorodność produkcyjną, zmniejszające ich eksploatacyjną niezawodność;
- wdrażanie zmian modernizacyjnych w urządzeniach eksploatowanych;

b/ w zakresie poprawy efektywności procesów utrzymania - poprzez:

- analizowanie przydatności i efektywności metod utrzymania zalecanych dla określonych grup urządzeń;
- badanie adekwatności metod utrzymania i konstrukcyjnego przystosowania urządzeń do prowadzenia konserwacji zapobiegawczej i korekcyjnej; wnioski w tym względzie powinny iść w obu kierunkach, tzn. obejmować zarówno modyfikację procedur utrzymania, jak i modyfikację konstrukcyjno-technologiczną sprzętu;
- doskonalenie metod badań systematycznych, związanych z wyjawianiem uszkodzeń niejawnych, w szczególności w sieci łączy;
- badanie warunków eksploatacji i ich wpływ na niezawodność, w szczególności na odnawialność /np. rozmieszczenie sprzętu w pomieszczeniach, warunki klimatyczne - pod kątem ułatwiania pracy personelu służb konserwacji: hałas, oświetlenie, dostęp do urządzeń itp., analizy przebiegów trasowych linii teletransmisyjnych pod kątem występujących na nich narażeń itp./;
- analizowanie zabezpieczenia urządzeń w elementy i części zapasowe, a personelu w narzędzia, instrumenty i przyrządy pomiarowe i naprawcze, doskonalenie organizacji uzupełniania stanu zapasów;



c/ w zakresie upowszechniania doświadczeń - poprzez:

- wydawanie instrukcji technicznych regulujących metody utrzymania,
- inicjowanie instruktażu i doskonalenia zawodowego personelu służb konserwacji;
- badanie przydatności usprawnień i wniosków racjonalizatorskich i innych "lokalnych" modyfikacji metod utrzymania pod kątem celowości ich rozpowszechnienia.

Wydział ET korzysta z następujących źródeł informacji:

- okresowe sprawozdania o badaniach systematycznych, konserwacji zapobiegawczej i korekcyjnej, o uszkodzeniach itp;
- meldunki i reklamacje dotyczące niesprawności urządzeń, obniżających jakość załatwiania ruchu a otrzymywanych z systemów sterowania sieciami składowymi;
- wyniki własnych badań dotyczących niezawodności i odnawialności eksploatowanych urządzeń, itp.

Wydział ET pracuje w dwóch pionach: sieci teletransmisyjnej i sieci telefonicznej. Istotnymi jednostkami organizacji Wydziału powinny być wydzielone zespoły kontrolno-badaniowe, wyspecjalizowane o określonych typach i rodzajach urządzeń oraz w metodach ich utrzymania:

#### Wydział Międzydzielowej Sieci Teletransmisyjnej /Wydział MMST/

Wydział MMST ma za zadanie zapewnienie utrzymywania ciągłości ruchu w międzydzielowej sieci teletransmisyjnej na poziomie wyznaczonym uzgodnionymi z użytkownikami wymaganiami, w warunkach zmiennych w czasie stanów sprawnościowych.

Wydział MMST obejmuje trzy zasadnicze sekcje:

Sekcja dyspozytorska - jej zadaniem jest bieżące sterowanie użytkowaniem sieci MMST.

Sekcja dla zwiększenia swej operatywności może posiadać pracowników /dyspozytorów/ w ważniejszych stacjach teletransmisyjnych /w sieciowych centrach eksploatacji/. Uprawnienia dyspozytorów obejmować powinny podejmowanie działań określonych instrukcjami postępowania w przypadku wystąpienia typowych zakłóceń w pracy sieci. W innych przypadkach ich działanie

powinno być koordynowane centralnie przez pracowników Sekcji.

Zakres pracy Sekcji dyspozytorskiej obejmuje następujące czynności:

- wydawanie poleceń zestawienia i likwidacji pręseł grupowych udostępnianych użytkownikom;
- wydawanie poleceń zestawiania i likwidacji pręseł grupowych wyższych rzędów, wynikających z wewnętrznej organizacji sieci MMST;
- sterowanie operatywne przestrojeniami sieci, podejmowanymi dla przeciwdziałania skutkom uszkodzeń i wyłączeń urządzeń sieci;
- współpracę w trybie operatywnym z użytkownikami /z systemami sterowania ich siecią/ w sprawach bieżącego utrzymywania ciągłości ruchu i wprowadzania, w razie konieczności, czasowych ograniczeń w ilości udostępnianych kanałów;
- współpracę ze służbami technicznej konserwacji w sprawach usuwania uszkodzeń w sytuacjach awaryjnych.

Sekcja planowania - jej zadaniem jest przygotowywanie planów użytkowania sieci MMST dla warunków normalnych oraz oprogramowanie rozwoju i rozbudowy sieci. Zakres pracy Sekcji obejmuje:

- współpracę z użytkownikami w sprawach przyjmowania zamówień na usługi transmisyjne oraz uzgadnianie technicznych warunków użytkowania /terminy, wymagania dot. ciągłości ruchu itp./;
- opracowywanie planów zagospodarowania środków łączności zainstalowanych w sieci MMST wraz z planami utrzymywania ciągłości ruchu przy normalnych warunkach eksploatacji sieci;
- planowanie rozbudowy i modernizacji sieci MMST z uwzględnieniem prognozy wzrostu zapotrzebowań na usługi oraz z wprowadzeniem do sieci urządzeń niezbędnych dla utrzymywania ciągłości ruchu;
- opracowywanie instrukcji postępowania dla dyspozytorów "terenowych" dotyczących przedsięwzięć podejmowanych lokalnie dla utrzymania ciągłości ruchu w przypadku wystąpienia typowych uszkodzeń i przestoju.

Sekcja analiz - jej zadaniem jest opracowywanie propozycji w sprawach poprawy procesów użytkowania urządzeń i metod zabezpieczenia ciągłości ruchu. Sekcja prowadzi obserwację i analizy procesów użytkowania oraz sku-

teczności zabezpieczenia sieci na podstawie sprawozdań, meldunków, bezpośredniego nadzoru sieci, ekspertyz, specjalnych badań itp., dotyczących:

- eksploatacyjnej niezawodności i gotowości linii, zestrojów, traktów i przęseł grupowych;
- utrzymywania ciągłości ruchu;
- skuteczności podejmowanych przedsięwzięć zabezpieczających ciągłość ruchu.

Sekcja wykonuje również sprawozdania statystyczne dla resortu i innych organizacji.

W przyszłości Wydział MMST powinien być uzupełniony o sekcję eksploatacji sieci kanałów radiofonicznych i sekcję eksploatacji sieci kanałów telewizyjnych. Sekcje te powinny prowadzić sprawy przyjmowania i uzgadniania zamówień na transmisje oraz sterować zestawianiem niezbędnych przęseł transmisyjnych.

#### Wydział Międzymiastowej Sieci Telefonicznej /Wydział ACMM/

Zadaniem Wydziału ACMM jest utrzymywanie jakości załatwiania ruchu w sieci ACMM na wyznaczonym poziomie /nie gorszym od poziomu uznanego za dopuszczalny/ w warunkach zmiennych w czasie stanów sieci, przy efektywnym wykorzystaniu dostępnych środków łączności: central ACMM, końcówek dekadowych i wiązek międzycentralowych. Wydział powinien obejmować następujące Sekcje:

Sekcja dyspozytorska - jej zadaniem jest bieżący nadzór nad jakością załatwiania ruchu i wprowadzanie w przypadku wystąpienia zakłóceń w obsłudze przedsięwzięć usprawniających.

Sekcja dyspozytorska dla zwiększenia operatywności działania może posiadać inspektorów ruchu w centralach tranzytowych węzłowych sieci /w sieciowych centrach eksploatacji/. Inspektorzy uprawnieni powinni być do wprowadzania takich zmian w sieci podporządkowanej hierarchicznie danej CTW, które nie będą wywoływały ujemnego wpływu na ruch wymieniany z innymi, niepodporządkowanymi CT i CK; w szczególności chodzi o prowadzenie racjonalnej gospodarki ruchowej na centralach dla dostosowania wyposażenia grup zespołów połączeniowych i przepustowości wychodzących wiązek łączących do występujących systematycznych zmian ruchowych i dla wyrównania obciążeń ruchowych grup urządzeń i wiązek.

Dla ujednoczenia postępowania działalność Inspektorów ruchu powinna być regulowana instrukcjami, uwzględniającymi występowanie typowych zakłóceń. W innych przypadkach działalność Inspektorów powinna być koordynowana na bieżąco przez Sekcję.

W zakres obowiązków Sekcji wchodzi m.in.:

- wydawanie dyspozycji przestrajania w sieci wiązek międzycentralowych, zmieniające liczbę łączy w tych wiązkach;
- wydawanie dyspozycji zmian w planie kierowania ruchu;
- wydawanie dyspozycji zmian w sposobie obsługi abonentów;
- operatywna współpraca ze służbami konserwacji central ACMM oraz z Sekcją dyspozytorską sieci MMST w sprawach usuwania uszkodzeń i utrzymywania ciągłości ruchu w warunkach awaryjnych.

Sekcja planowania - jej zadaniem jest przygotowywanie planów kierowania ruchu dla warunków normalnych oraz programowanie rozwoju i rozbudowy sieci ACMM. Sekcja opracowuje w szczególności:

- plany kierowania ruchu i zasady obsługi ruchu dla różnych przewidywanych /typowych/ sytuacji ruchowych oraz przewidywanych uszkodzeń w centralach ACMM;
- instrukcje postępowania dla Inspektorów ruchu;
- plany rozbudowy sieci ACMM;
- wymagania na utrzymywanie ciągłości ruchu wiązek międzycentralowych, w tej sprawie współpracuje z Wydziałem MMST;
- we współpracy z służbami konserwacji plany wykonywania prac konserwacyjnych i remontowych, wymagających wyłączenia urządzeń sieci ACMM z użytkowania.

Sekcja analiz - zadaniem jej jest analizowanie jakości załatwiania ruchu w sieci ACMM w celu przygotowania propozycji usprawniających obsługiwane abonentów i poprawiających ekonomikę wykorzystania zainstalowanych w sieci środków. W tym celu Sekcja prowadzi obserwację ruchu i jakości obsługi, jak również analizuje sprawozdania, reklamacje, wyniki ekspertyz i specjalnie zaprogramowanych badań.

Sekcja przygotowuje:

- opracowania statystyczne jakości załatwiania ruchu i wykorzystania sprzętu, łącznie z oceną ilościową i jakościową wyników;
- analizy skuteczności stosowania przedsięwzięć usprawniających załatwianie ruchu;
- prognozy generacji i rozptywu ruchu;
- propozycje doskonalenia zasad projektowania wyposażenia ilościowego central i wiązek międzycentralowych.

Ponadto Sekcja wykonuje opracowania statystyczne z eksploatacji sieci ACMM dla potrzeb resortu i innych organizacji.

#### Zespół gromadzenia i przetwarzania danych /ZGIPD/

Zespół ten ma prowadzić obsługę informatyczną wszystkich Wydziałów KCZ. Obsługa ta obejmuje m.in.:

- prowadzenie centralnej dokumentacji wyposażenia i użytkowania urządzeń zainstalowanych w sieci;
- prowadzenie rejestracji danych ruchowych i uszkodzeń na podstawie sprawozdań z pomiarów okresowych i informacji statystycznych; w przyszłości należy przewidzieć przekazywanie danych z przyrządów pomiarowych i układów nadzoru stanu sprawnościowego urządzeń sieci bezpośrednio do ZGIPD, który wydawać będzie sygnały przekroczenia wartości progowych;
- maszynowe wykonywanie analiz statystycznych i porównawczych;
- wykonywanie obliczeń optymalizacyjnych w procesach przygotowania planów przestrożeń i decyzji sterujących.

#### 5.2. Środki techniczne niezbędne do realizacji systemu sterowania

Do realizacji systemu sterowania użytkowaniem sieci telekomunikacyjnej niezbędne jest opracowanie i wdrożenie do sieci szeregu nowych i modyfikacja niektórych eksploatowanych urządzeń dla umożliwienia wykonywania procesów sterowania. Główne potrzeby w tym zakresie są przedstawione poniżej.

#### Urządzenia dla sieci MMST

1. System nadzoru stanu sprawnościowego kanałów grupowych i przęseł grupowych, zestawionych dla użytkowników, a także kanałów wyższych rzędów,

wynikających z przyjętego planu modulacji w stosowanych systemach teletransmisyjnych. Nadzór tych ostatnich ma na celu przyspieszenie /ułatwienie/ lokalizacji uszkodzeń w sieci linii i traktów.

Na system nadzoru składają się:

- wprowadzenie do wymienionych grup i pręseł częstotliwości pilotujących;
- wyposażenie ich w odbiorniki pilota z dyskryminatorem progowym umożliwiającym wykrywanie obniżenia się poziomu pilota poniżej progu; wartość progu winna być nastawialna;
- układy zestawiania kodogramów zawierających informacje o zmianie stanu nadzorowanych obiektów;
- system transmisji danych dla przekazywania kodogramów między stacjami transmisyjnymi i KCZ /ZGIPD/;
- urządzenia zapisu i pamięci stanu nadzorowanych obiektów sieci MMST, sterowanych automatycznie przy napływie kodogramów, oraz odpowiednie urządzenia monitorowe /wyświetlające/.

Realizacja systemu nadzoru może być prowadzona etapami, w miarę opracowania i wdrażania kolejnych urządzeń. Początkowy etap powinien obejmować wprowadzenie obserwacji częstotliwości pilotujących przez służby konserwacji sieci MMST z prowadzeniem dokumentacji /dziennika uszkodzeń/ i przekazywanie informacji telefonicznie /dalekopisem/ do KCZ /ZGIPD/. Docelowy etap - pełna automatyzacja procesu nadzoru i wydawania alarmu zaniku transmisji służbie dyspozytorskiej sieci MMST.

2. System wypracowywania decyzji sterujących /poleceń zestawiania i likwidacji pręseł grupowych w sieci MMST/. Docelowo na taki system składa się:

- dostęp do komputera o odpowiedniej mocy obliczeniowej;
- biblioteka programów obliczeniowych umożliwiających przygotowanie projektów przestrojeń;
- ustalenie zespołu kryteriów, według których optymalizowany będzie proces użytkowania sieci MMST.

Na początkowym etapie działania systemu sterowania /na etapie zbierania doświadczeń/ może być stosowana metoda "ocen ekspertów", wykorzystująca doświadczenia specjalistów.

3. System wykonawczy przestrajania umożliwiający szybkie zestawienie i likwidację pręset grupowych z transferem pośrednim w pasmie podstawowym przestrajanych grup. Docelowo na system składają się:

- układy szerokopasmowego przełączania kanałów grupowych /układy szerokopasmowej komutacji krosowej/; w zasadzie powinny to być układy typowe -
- jednolity model, obliczony na najszersze przestrajane pasmo, wykorzystywany również dla przestrajania grup "niższych" rzędów;
- zestaw niezbędnych filtrów transferu pośredniego;
- system zdalnego, sterowanego w KCZ, uruchamiania układów komutacji krosowej.

Na początkowym etapie realizacji systemu wykonawczego wystarczać będą układy komutacji sznurowo-elektronicznej, obsługiwane /wstępnie przygotowane połączenia na komutatorze sznurowym, a następnie uruchomienie elektronicznych przerzutników transmisji/ przez służby konserwacji na telefoniczne lub telegraficzne /kodogramem/ polecenie wydane przez KCZ.

#### Urządzenia dla central ACMM

1. System nadzoru stanu ruchowego wiązek wychodzących oraz zespołów sterujących zestawianiem połączeń w modułowych jednostkach komutacyjnych. System ten ma informować o poziomie obciążenia ruchowego nadzorowanych obiektów oraz o poziomie jakości /skuteczności/ załatwiania ruchu w zakresie niezbędnym dla operatywnego sterowania.

Wybór parametrów podlegających obserwacji nie został dotychczas jednoznacznie dokonany, ponieważ przekonywująco taki wybór może być uzasadniony jedynie na podstawie dostatecznego materiału doświadczalnego.

Informacje z systemów nadzoru stanu ruchowego powinny być przekazywane do KCZ /ZGiPD/ dla wyzwolenia alarmu wystąpienia stanu krytycznego, wymagającego interwencji systemu sterowania. Niezbędny do tego jest odpowiedni system sporządzania i transmisji kodogramów, przekazujących wartość obserwowanych wskaźników.

2. Dokonywanie wszelkich zmian w sieci ACMM powinno odbywać się bez zakłóceń powodowanych wyłączeniem urządzeń z użytkowania na czas przestrajania. Konieczne zatem jest przystosowanie układów sterujących procesami łączeniowymi w centralach ACMM /przeliczników/ do szybkiego wprowadzania

zmian w programach ich pracy /w zakresie zmian planu kierowania ruchu i zmian sposobu obsługi zgłoszeń/.

Wymaganie szybkiej zmiany programów pracy układów sterujących jest równoważne wymaganiu korzystania z bardziej elastycznych nośników zapisu programów, tzn. przejściu od programów okablowanych do programów zapisanych w pamięci zespołu sterującego. Jednocześnie zależność prawidłowego funkcjonowania sieci ACMM od działania urządzeń sterujących narzuca wymaganie wysokiej niezawodności wprowadzania zmian w programach, co praktycznie można uzyskać jedynie na drodze automatycznego /zdalnego, bez udziału służb konserwacji/ zmieniania programów.

W tym celu centrale ACMM-GCI powinny zostać wyposażone w przeliczniki TPE z pamięcią przystosowaną do zdalnego zmieniania pamięci programu. Niezbędne przy tym będzie zapewnienie odpowiedniej ochrony przed wprowadzaniem błędnych zapisów, które mogłyby doprowadzić do jeszcze poważniejszych następstw w jakości załatwiania ruchu niż stan wyjściowy, powodujący zmianę programu.

Dla okresu przejściowego, w którym eksploatowane będą jeszcze centrale GCI z przelicznikami TPC /z programem okablowanym/ niezbędne będą także zmiany w przelicznikach, które umożliwią wprowadzanie podstawowych działań usprawniających:

- kierowanie wywołań, dla których droga połączeniowa w danej centrali ACMM nie może być zestawiona na skutek decyzji systemu sterowania, do określonego automatu Informacyjnego dla wysłania do abonenta wywołującego odpowiedniej zapowiedzi słownej; wskazanie właściwego automatu dokonuje przelicznik po analizie wskaźnika kierunkowego zgodnie z instrukcją nastawianą przez system sterowania;
- zestawianie drogi połączeniowej w danej centrali do określonej wiązki wyjściowej Innej niż przewiduje to plan kierowania ruchu /kierowanie drogi połączeniowej przez inną centralę tranzytową niż przewidzianą planem/;
- uruchamianie dodatkowej drogi obejściowej wraz z likwidacją drogi obejściowej normalnej, o ile droga taka była przewidziana planem /przelew ruchu z wiązek przeciążonych na wiązki bieżąco niedociążone/.

3. Odnośnie realizacji systemu wypracowywania decyzji sterujących dla sieci ACMM aktualne są te same uwagi, jakie sformułowane zostały dla systemu sterowania siecią MMST.



## 6. WNIOSKI

Przeprowadzone badania pozwalają na sformułowanie następujących wniosków:

1. Przegląd potrzeb sprzętowych niezbędnych do zrealizowania systemu sterowania pozwala na twierdzenie, że w zasadzie żaden efektywny system sterowania w sieci krajowej nie może zostać obecnie uruchomiony, ponieważ: albo brak możliwości obserwacji bieżącego stanu sieci, w szczególności dotyczy to sieci telefonicznej, albo brak możliwości realizacji decyzji sterujących, w szczególności w sieci teletransmisyjnej.

Powyższe stwierdzenie prowadzi do wniosku, że konieczne jest podjęcie prac doświadczalnych, celem których byłoby dostarczenie danych niezbędnych do wypracowania tych szczegółów realizacji sterowania dla warunków sieci krajowej, których na drodze teoretycznych opracowań nie da się jednoznacznie ustalić. Prace te powinny być prowadzone w sieci modelowej, utworzonej z fragmentu sieci rzeczywistej. Sieć taka stanowiłaby poligon dla opracowania i rozwijania zasad procesów sterowania oraz niezbędnego wyposażenia dodatkowego. Ponadto umożliwiłaby ona sprawdzenie skuteczności proponowanych rozwiązań pod kątem uzyskiwanej poprawy jakości usług. W szczególności zadaniem prac doświadczalnych w sieci modelowej powinno być:

- określenie szczegółowych zasad technicznych realizacji procesów sterowania w sieci krajowej wyposażonej w konkretne typy urządzeń komutacyjnych i teletransmisyjnych;
- opracowanie modeli prototypów urządzeń niezbędnych do realizacji wszystkich trzech procesów składających się na sterowanie: nadzór stanu sieci, wypracowanie działań usprawniających i wykonanie podjętych decyzji;
- wypracowanie procedur utrzymania zadowalającej jakości obsługi użytkowników oraz maksymalnego wykorzystania zainstalowanych w sieci środków w warunkach krajowych /rzeczywiste wymagania użytkowników i warunki eksploatacji, istniejące i przewidywane wyposażenie sieci itp./;
- ustalenie kryteriów oceny jakości obsługi, umożliwiających określanie wskaźników podlegających nadzorowi i ich wartości progowych, przekroczenie których wywoływać będzie działanie systemu sterowania.

2. Ze względu na występujące różnice w zadaniach sterowania siecią teletransmisyjną i siecią telefoniczną oraz dla uproszczenia zagadnień wymagających rozwiązania celowe jest utworzenie dwóch sieci modelowych: dla sieci ACMM i dla sieci MMST,

Można wskazać na następujące problemy wymagające opracowania w pierwszym etapie eksploatacji tych sieci:

#### Modelowa sieć MMST:

- opracowanie zasad racjonalnego ekonomicznie zabezpieczania ciągłości ruchu zestawianych w tej sieci pręseł grupowych; zabezpieczanie powinno być oparte na niezawodnościowym projektowaniu wielotrasowego rozptywu pęczków kanałów zestawianych w relacjach; powinno ono poprawić wykorzystanie środków transmisyjnych oceniane, np. liczbą kanałokilometrów niezbędnych do realizacji danego zbioru zapotrzebowań;
- opracowanie rodziny urządzeń umożliwiających szybko przetaczanie kanałów grupowych, co uważać trzeba za warunek niezbędny dla wprowadzenia zabezpieczenia opartego na rezerwowaniu rozproszonym; stosowanie tego rodzaju zabezpieczenia jest pożądane, gdyż jest ono efektywniejsze w zakresie dużych wartości  $r_0$  niż wielotrasowe kierowanie kanałów w relacji.

#### Modelowa sieć ACMM:

- opracowanie warunków, przy których rzeczywiście może być prowadzona konsekwentna gospodarka ruchowa na centralach ACMM, a także w miejscowych sieciach docelowych, mająca utrzymywać na wysokim poziomie skuteczność zestawianych połączeń i minimalizować straty ruchu powodowane natłokiem;
- opracowanie koncepcji obserwacji i analizy, w czasie rzeczywistym, jakości zataczania ruchu w obiektach sieci ACMM /wiązki wychodzące, relacje, grupy zespołów sterujących/ w zakresie niezbędnym dla wprowadzenia operatywnego sterowania użytkowaniem.

3. Niezależnie od prowadzenia eksperymentów w zakresie sterowania użytkowaniem sieci MMST i ACMM celowe jest wdrożenie - w projektowaniu i w eksploatacji - "tradycyjnych" zasad i zaleceń, znanych z literatury, które poprawiają efektywność wykorzystania sieci oraz uodporniają sieć przed skutkami zmian stanu ruchowego. Dla przykładu można tu wymienić:

- uzasadnione ekonomicznie planowanie dróg kolejnego wyboru w sieci ACMM;
- nieprzekraczanie dopuszczalnego obciążenia ruchowego wiązek łączy i zespołów wspólnych /np. przez wyrównywanie obciążenia ruchowego modułów komutacyjnych, ograniczanie dostępu do sieci/, w szczególności w sieciach docelowych, w których obniżenie skuteczności połączeń w istotny sposób wpływa na obciążenie ruchowe urządzeń w sieciach poprzedzających;
- wprowadzanie zasad wymiarowania wiązek łączy międzycentralowych w większym stopniu przystosowanych do rzeczywistych charakterystyk zmienności ruchu "z dnia na dzień";
- konsekwentne prowadzenie badań systematycznych w celu eliminacji uszkodzeń niejawnych, z wdrażaniem urządzeń do automatycznego ich wykonywania w okresach małego ruchu /w porze nocnej/;
- projektowanie przebiegu trasowego pręseł grupowych w sieci MMST opartego na komputerowej optymalizacji zagospodarowania środków łączności.

4. Nie czekając na podjęcie decyzji w sprawie utworzenia modelowej sieci ACMM można postulować utworzenie już obecnie przy jednej z central ACMM GCI resortowego Zespołu ds. nadzoru ruchu międzymiastowego. Zadaniem takiego zespołu powinno być:

- opracowanie koncepcji systemu nadzoru ruchu w centralach GCI, polegającym na periodycznym, z okresem 15-60 minut, określaniu stanu ruchowego, wykrywaniu degradacji jakości załatwiania ruchu oraz identyfikowaniu przyczyn takiego obniżenia;
- opracowanie zasad obserwacji, rejestracji i przetwarzania danych charakteryzujących stan ruchowy w centralach GCI wraz z propozycjami niezbędnych modyfikacji schematowych i dodatkowego wyposażenia central w urządzenia pomocnicze;
- zebranie wstępnych danych o stanach ruchowych i ich zmienności występujących w sieci ACMM, istotnych z punktu określania jakości załatwiania ruchu. Dane te powinny odpowiadać potrzebom sterowania użytkowaniem sieci ACMM; pożądane byłoby również uwzględnienie potrzeb projektowania i gospodarki ruchowej.

Objektami nadzoru powinny być wiązki międzycentralowe, relacje telefoniczne oraz grupy zespołów sterujących jednostek komutacyjnych.

5. Należy opracować i uzgodnić wytyczne określające udział i zakres stosowania w warunkach krajowych podstawowych metod utrzymywania zadowalającej ciągłości obsługi ruchu w sieci telefonicznej przy uszkodzeniach w sieci teletransmisyjnej. Istotne tu będą następujące działania:

- poprawianie niezawodności urządzeń;
- wprowadzanie różnorodności, w szczególności wielotrasowości;
- wprowadzanie nadmiarowości /specjalne kanały rezerwowe/;
- usprawniające działania systemu sterowania użytkowaniem.

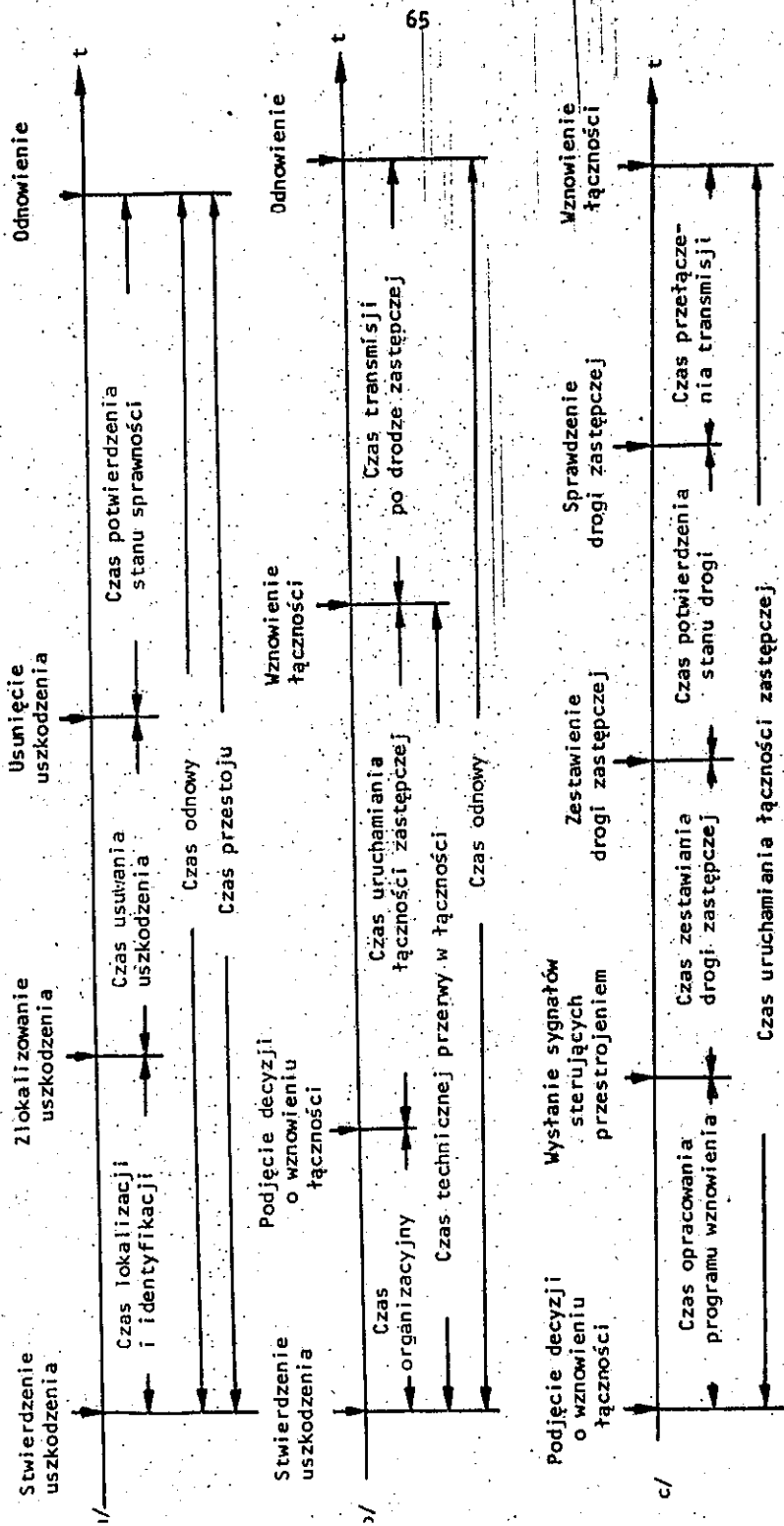
Ustalenia w tym zakresie muszą się opierać na przewidywanych przez resort kierunkach rozwoju "bazy urządzeniowej" krajowej sieci telekomunikacyjnej.

#### WYKAZ LITERATURY

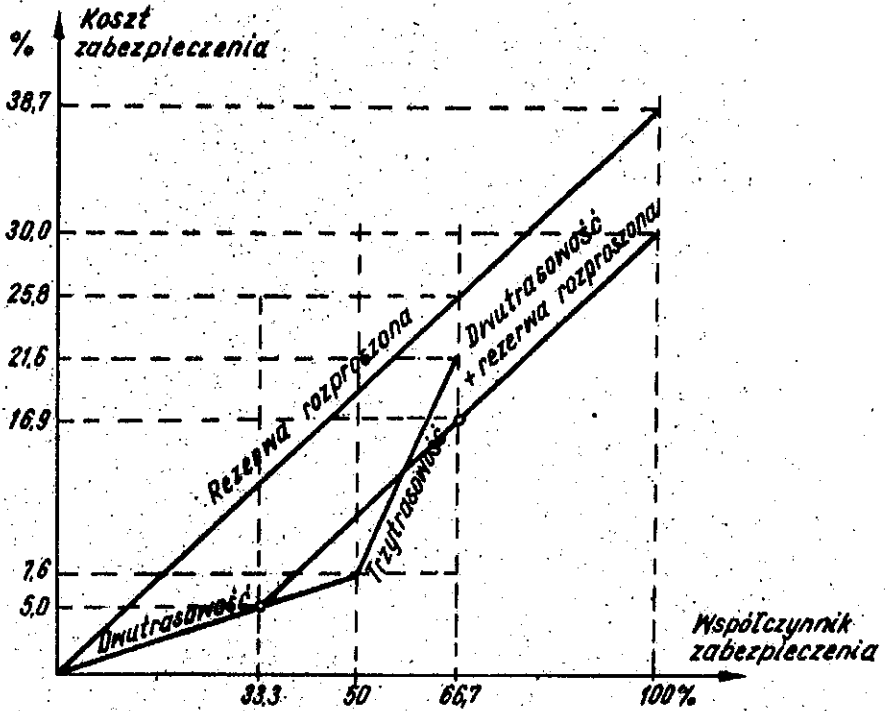
1. Ferres T.S.: The stand-by network. Telecommunication Journal, 1977, vol. 29, No 1.
2. Frydrych Z.: Analiza niezawodności przestrajalnej sieci telefonicznej w celu określenia optymalnego podziału łączy na przestrajalne i nieprzestrajalne. Sprawozdanie z pracy nr 06.5.1-01.A.03.11, IŁ 0/Gdańsk, 1974.
3. Frydrych Z.: Analiza zabezpieczenia międzymiastowej automatycznej sieci telefonicznej. Załącznik do sprawozdania z pracy nr 11.01.B.01.02, IŁ 0/Gdańsk, 1979.
4. Frydrych Z.: Opracowanie koncepcji technicznej przestrajania w sieci magistralnych kanałów teletransmisyjnych w przypadku wystąpienia uszkodzeń w tej sieci. Sprawozdanie z pracy nr 11.01.B.01.01, IŁ 0/Gdańsk, 1978.
5. Frydrych Z.: Uwagi o planowaniu rozptywu łączy telefonicznych. Biuletyn Techniczny Mł, 1976, nr 6/177/.
6. Frydrych Z.: Uwagi o wymiarowaniu wiązek łączy międzycentralowych. Referaty Problemowe IŁ, zeszyt 29, 1980.
7. Frydrych Z.: Wykorzystanie sygnałów informacyjnych dla poprawy jakości

- załatwiania ruchu w sieci telefonicznej. Referaty Problemowe I, zeszyt 31, 1981.
8. Holtomt K.J.: Trägerfrequenz-Umschaltssystem C 60. Siemens-Zeitschrift, 1969, vol. 43, No 10.
  9. Holtomt K.J.: Umschalteneinrichtungen für Grund-Primär und Grund-Sekundärgruppen. Siemens-Zeitschrift, 1974, vol. 48, Beiheft Nachrichten-Übertragungstechnik.
  10. Materiały robocze II Komisji Studiów CCITT, 1977-1980, dotyczące Zagadnienia 18/II pt. "Criteria for application of network management actions". Dokumenty: AP VI-No.31, COMII-NoNo: 1, 17, 21, 22, 23, 28, 41, 64, 122, 143, 153, 160, 161, 179, 221, 232-235 oraz Zalecenie E.410.
  11. Materiały robocze IV Komisji Studiów CCITT, 1977-1980 dotyczące Zagadnienia 9/IV pt. "Re-establishing service with the help of wideband switching. Dokumenty: COM IV - NoNo: 1, 24, 31, 35, 37, 38, 42, 144, 145, 200-203 oraz Zalecenie M.201.
  12. Mernitz G., Niedermaier G., Panschar H.: Ersatzschalten von Quartärgruppen in Fernsprech-Weitverkehrsnetzen. Siemens-Zeitschrift, 1973, vol. 47, No 1.
  13. Mernitz G., Panschar H.: Umschalteneinrichtungen für Koppelfeldern für TF - Breitbandsysteme. Siemens-Zeitschrift, 1974, vol. 48, Beiheft Nachrichten - Übertragungstechnik.
  14. Opracowanie koncepcji technicznej dynamicznego sterowania wybranych modeli sieci telefonicznych w celu podniesienia ich sprawności usługowej. Praca 06.2-11.01.B.01, IŁ O/Gdańsk, 1976-1980.
  15. Opracowanie założeń dotyczących dynamicznego sterowania automatyczną siecią telefoniczną z uwzględnieniem możliwości technicznej realizacji tego sterowania. Praca 06.2-11.01.Y.08, IŁ O/Gdańsk, 1976-1977.
  16. Panschar H., Simon H.O.: Ersatzschalten, Diversitybetrieb, Abzweigen und Verteilen in Richtfunkanlagen. Siemens-Zeitschrift, 1974, vol. 48, Beiheft Nachrichten-Übertragungstechnik.
  17. Panschar H.: Vielseitig anwendbares Modularsystem für die automatische Umschaltung von Richtfunkverbindungen. Siemens Zeitschrift, 1978, vol. 52, No 4.

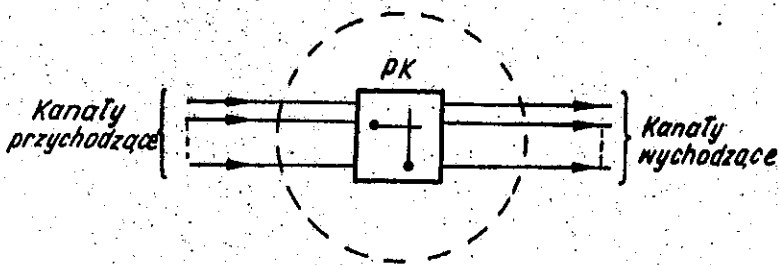
18. Program przyspieszenia automatyzacji międzymiastowej sieci telefonicznej. Ił i COPIOZ, Warszawa 1980.
19. Sprawozdania z pracy 06.2-11.01.Y.02 pt. "Podstawy teoretyczne dynamicznego sterowania sieci telekomunikacyjnej i badanie efektywności algorytmów", wykonywanej przez Instytut Automatyki PW w latach 1976-1980.
20. Sterowana trójwarstwowa sieć telekomunikacyjna. Praca zbiorowa pod redakcją dra K. Wydro. Politechnika Warszawska Instytut Automatyki, Warszawa 1980.



Rys. 1. Diagram: a/ odnawiania obiektu niesprawnego, b/ wznowienia łączności po drodze zastępczej, c/ uruchamiania łączności zastępczej.

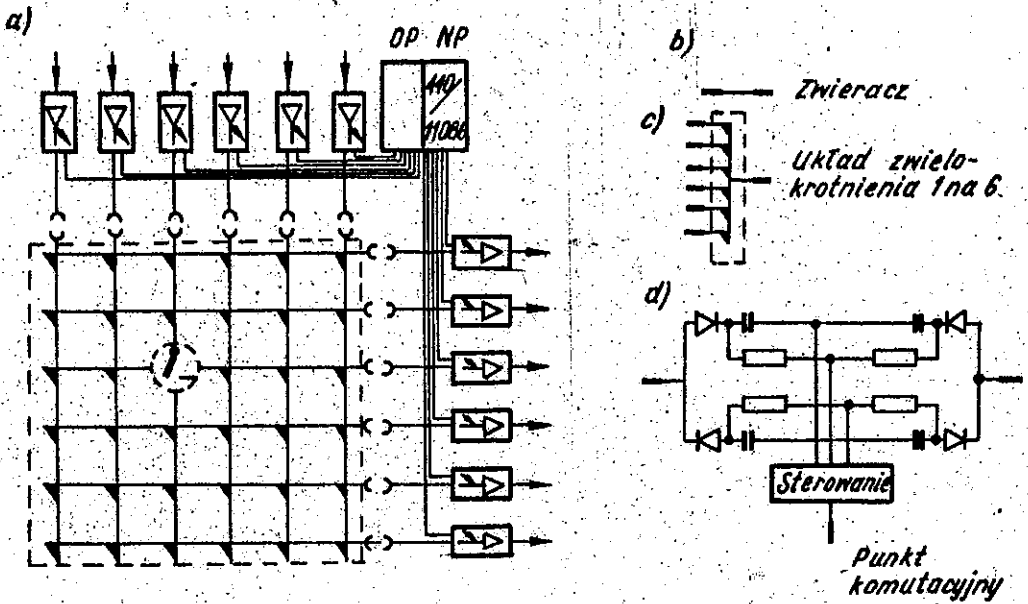


• Rys. 2. Kształtowanie się kosztu zabezpieczenia sieci wykonanego różnymi technikami /w procentach kosztu sieci bez zabezpieczenia/

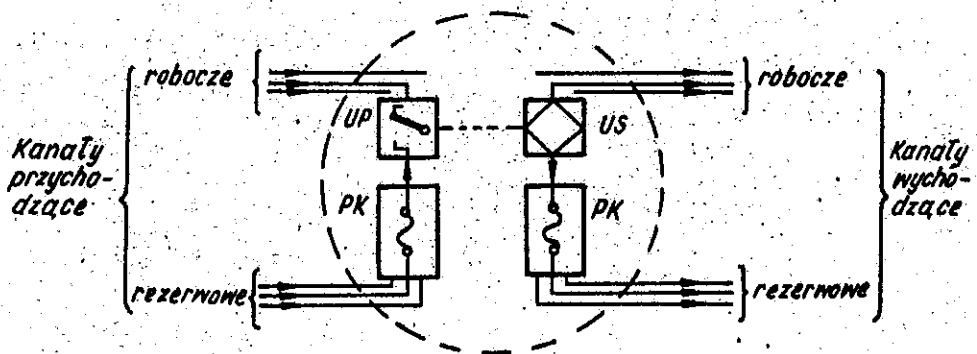


Rys. 3. Układ przestrajania w węzle sieci jednowarstwowej  
PK - pole komutacyjne



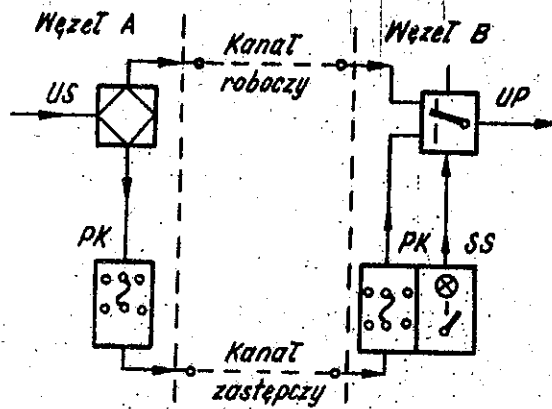


Rys. 4. Elektroniczne pole komutacyjne 6 na 6  
OP, NP - odbiornik i nadajnik cz. pilotującej.

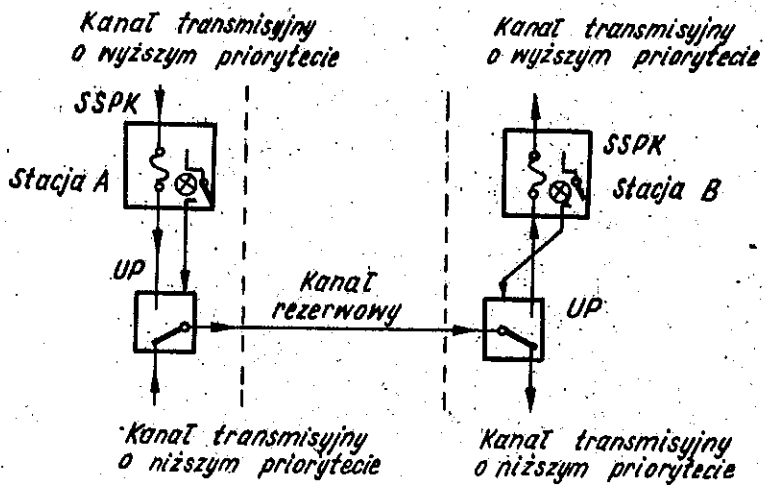


Rys. 5. Układ przestrajania w węźle sieci dwuwarstwowej /z kanałami roboczymi i rezerwowymi/

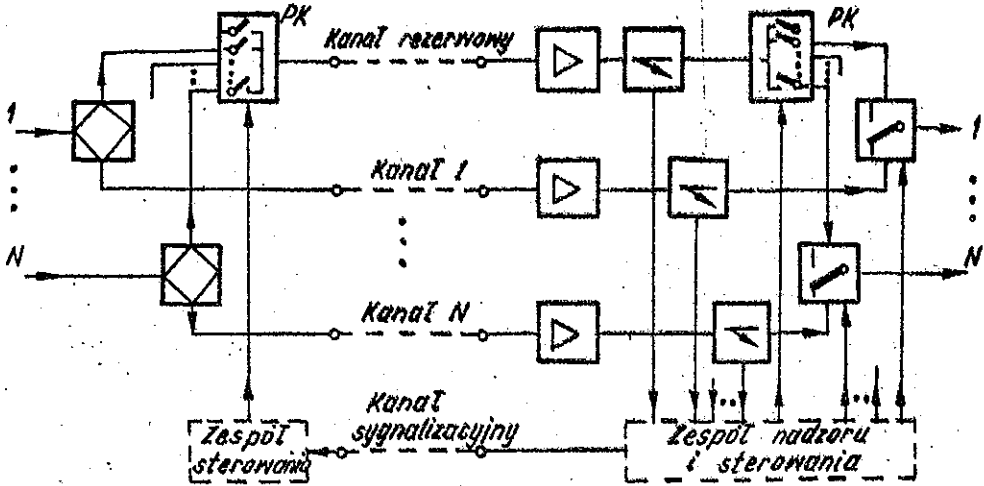
UP - układ przełączający, US - układ separujący, PK - pole komutacyjne /np. sznurowe/



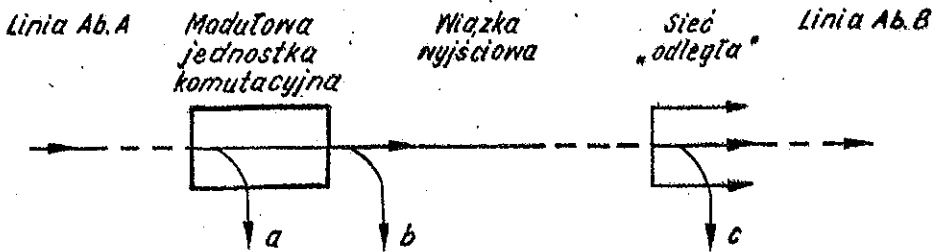
Rys. 6. Schemat rezerwowania rozproszonego z ręcznym zestawieniem drogi zastępczej  
SS - zespół sterowania i sygnalizacji



Rys. 7. Zasada łączenia kanału rezerwowego w układzie rezerwy priorytetowej



Rys. 8. Schemat rezerwowania właściwego w układzie N+1



- a - straty powodowane w samej jednostce komutacyjnej
- b - straty powodowane niedostępnością wiązki wyjściowej
- c - straty powstające na "odległym" końcu

Rys. 9. Podstawowe przyczyny degradacji jakości załatwiania ruchu obserwowane na jednostce komutacyjnej



