

INSTYTUT ŁĄCZNOŚCI
WARSZAWA-MIEDZESZYN

BIULETYN

INFORMACYJNY

7 (260)

1988

BIULETYN INFORMACYJNY

ROK 28

WARSZAWA 1988

NR 7 (260)

INSTYTUT ŁĄCZNOŚCI
Branżowy Ośrodek
Informacji Naukowej, Technicznej i Ekonomicznej

Redakcja Biuletynu Informacyjnego

Redaktor Naczelny - dr inż. Krystyn Plewko

Z-ca Redaktora Naczelnego - doc.dr inż. Stanisław Sońta

Redaktorzy działów:

doc.dr inż. Alina Karwowska-Lamparska

mgr inż. Mirosław Zurawski

Adres Redakcji:

Instytut Łączności

Branzowy Ośrodek
Informacji Naukowej, Technicznej i Ekonomicznej

Warszawa - Miedzeszyn, ul. Szachowa 1

ISSN 0209-1046

Redaktor: mgr Krystyna Juszkiewicz

Montaż tekstu: Autorzy

Dział Wydawniczy Instytutu Łączności
Format B5. Nakład 625. Wpłynęło do
Działu Wydawniczego 1988.09.15
Druk ukończono w listopadzie 1988 r.

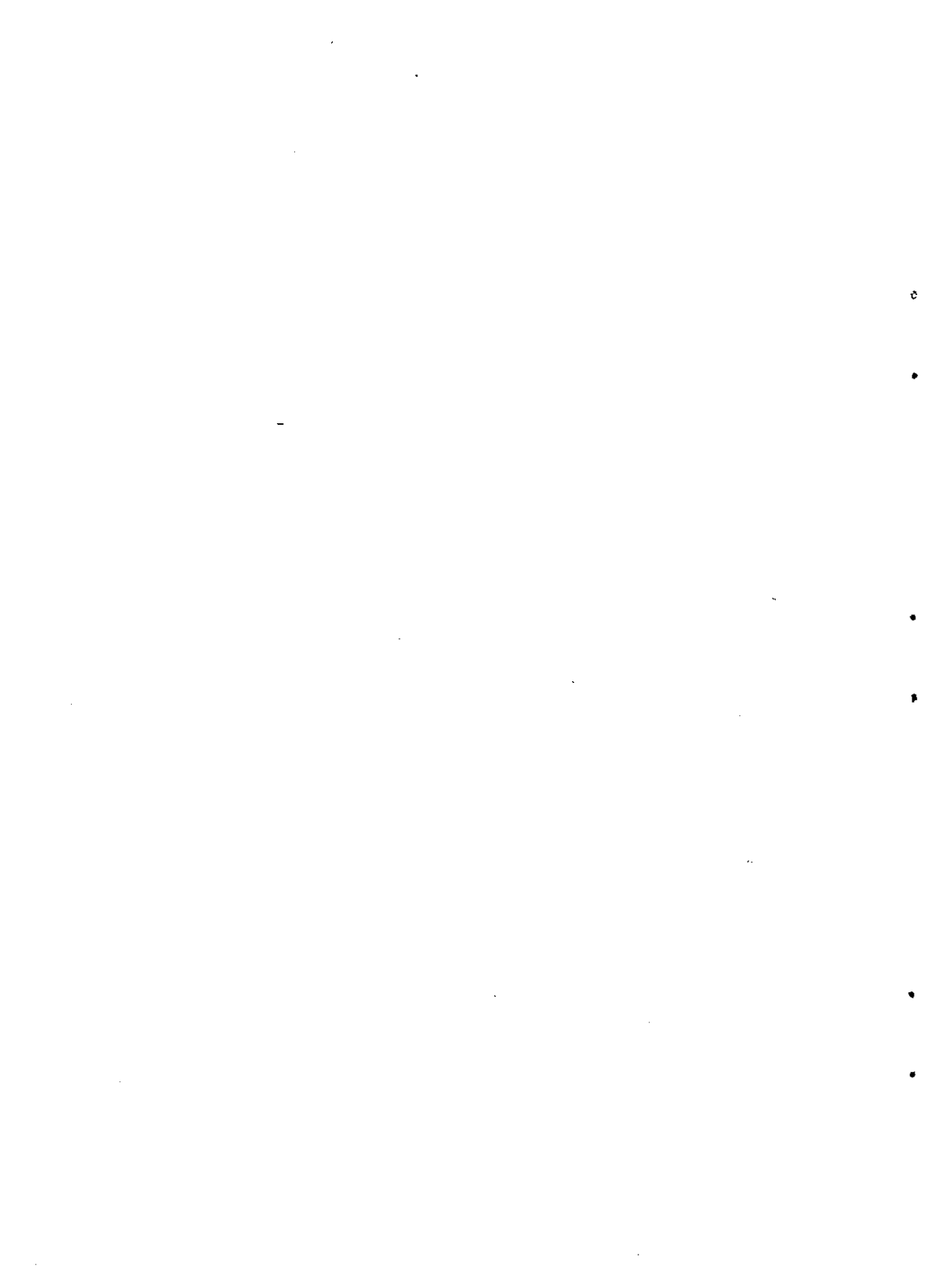
Zbigniew Kowalski, Krystyna Palmowska

WYBRANE ZAGADNIENIA
KRAJOWEGO PLANU TRANSMISJI KPT-86

SPIS TREŚCI:

Str.:

1. Wprowadzenie	1
2. Przyjęta terminologia i podstawowe założenia	3
2.1. Podstawowe terminy	3
2.2. Struktura sieci Krajowej	5
2.3. Struktura łańcuchów telefonicznych	8
2.4. Podstawowe założenia dotyczące tłumienności	11
3. Ograniczenia nominalnej tłumienności odniesienia	13
3.1. Układy krajowe	13
3.2. Zestawy krajowe	14
3.3. Zestawy połączeniowe	16
3.4. Sieć łączy abonenckich	17
3.5. Układy lokalne	19
4. Nominalna tłumienność odniesienia łączy	22
4.1. Związki z tłumiennością falową i wynikową	22
4.2. Łącza realizowane w systemie naturalnym	23
4.3. Łącza realizowane w systemach wielokrotnych	24
5. Przykłady struktur i rozdziału tłumienności w zestawach łączy	26
5.1. Zestawy krajowe	26
5.1.1. Struktury zalecane	27
5.1.2. Struktury dopuszczalne I rodzaju	31
5.1.3. Struktury dopuszczalne II rodzaju	34
5.2. Strefowe zestawy połączeniowe	37
5.2.1. Struktury zalecane	38
5.2.2. Struktury dopuszczalne	42
5.3. Międzydzielnicowe zestawy połączeniowe	42
5.4. Zakresy wartości tłumienności łańcuchów	46
6. Zakończenie	48
Wykaz literatury	48



Zbigniew Kowalski

Krystyna Palmowska

621.395.74

WYBRANE ZAGADNIENIA KRAJOWEGO PLANU TRANSMISJI KPT-86

1. WPROWADZENIE

W 1977 roku został wprowadzony do stosowania "Krajowy Plan Transmisji dla polskiej sieci telefonicznej" (w skrócie "KPT-77" [1÷2]), zastępujący wykorzystywany od 1960 roku "Rozkład tłumienności w polskiej sieci telefonicznej użyteczności publicznej". Dokumenty te zawierają zbiory ustaleń i ogólnych wymagań transmisyjnych, dotyczących łańcuchów telefonicznych i części składowych tych łańcuchów, ustaleń opartych na zaleceniach CCITT, obowiązujących w latach opracowywania wymienionych dokumentów. Zgodnie z tymi zaleceniami, KPT-77 określał rozwiązania polskiej sieci telefonicznej dla tzw. docelowego stanu rozwoju, nie zawierał on jednak wskazówek metodologicznych, wytyczających drogi przejścia od istniejącego stanu sieci krajowej do wspomnianego stanu docelowego. Było to powodem trudności przy opracowywaniu

prawidłowych projektów rozbudowy sieci telefonicznej. Z drugiej strony, w przeciągu około dziesięciu lat, które upłynęły od czasu przygotowywania KPT-77, zmieniły się zarówno zalecenia CCITT dotyczące międzynarodowego planu transmisji, jak też konkretyzowały się plany rozwojowe krajowej sieci telefonicznej. Z tych względów powstała konieczność opracowania zaktualizowanej wersji Krajowego Planu Transmisji dla polskiej sieci telefonicznej. Końcowa redakcja ustaleń tego dokumentu [3] została ukończona w 1986 roku (stąd nazwa KPT-86); jest ona przedmiotem niniejszego artykułu.

Nowa wersja ustaleń KPT zawiera następujące rozdziały: 1 - Wprowadzenie; 2 - Określenia; 3 - Struktura sieci i łańcuchów telefonicznych; 4 - Tłumienności łańcuchów telefonicznych i ich części składowych; 5 - Rozdział mocy szumów; 6 - Wymagania szczególne na elementy składowe sieci oraz 7 - Zasady rozbudowy sieci w okresie przejściowym. Nowa wersja KPT uwzględnia nie tylko zalecane, lecz również dopuszczalne w okresie przejściowym struktury zestawów łączy, usuwając w ten sposób istotny mankament KPT-77.

Ze względu na fakt, że zasadniczym elementem KPT są ustalenia rozdziału tłumienności w sieci [4-5], tematyka artykułu zostanie ograniczona głównie do tej właśnie problematyki. Zmiany wprowadzone w tym zakresie, w stosunku do KPT-77 mają na celu przede wszystkim uproszczenie procesu projektowania sieci i stworzenie warunków pomiarowej sprawdzalności projektów rozdziału tłumienności w eksploatowanej sieci.

2. PRZYJĘTA TERMINOLOGIA I PODSTAWOWE ZAŁOŻENIA

2.1. Podstawowe terminy dotyczące łańcuchów telefonicznych

W zależności od lokalizacji pary abonentów przeprowadzających rozmowę telefoniczną wyróżnia się trzy zasadnicze rodzaje łańcuchów: *łańcuchy strefowe*, realizowane przy połączeniach na obszarze jednej strefy numeracyjnej, *łańcuchy międzymiastowe* realizowane przy połączeniach między różnymi strefami numeracyjnymi na terenie kraju oraz *łańcuchy międzynarodowe*, realizowane przy połączeniach wykraczających poza obszar kraju.

W skład dowolnego łańcucha telefonicznego wchodzi ogniw elementarne, tj. łącza oraz aparaty telefoniczne. Dla celów planowania sieci jako początek i koniec każdego łącza przyjmuje się tzw. *wirtualne punkty komutacji* w centralach; są to umyślone punkty znajdujące się w środku przejścia przez centralę. Tak więc łącze telefoniczne obejmuje (poza kanałem transmisyjnym) również fragmenty przejścia przez każdą z central, które wiąże to łącze, czyli tzw. *zakonczenia łączy*. Wyjątek od tej zasady stanowi *łącze abonenckie*, które zaczyna się na zaciskach aparatu telefonicznego, a kończy na przełącznicy głównej centrali miejscowej zasilającej ten aparat.

Dla celów rozdziału tłumienności (a także innych wielkości transmisyjnych) w łańcuchach telefonicznych wygodniej jest operować większymi fragmentami łańcucha, obejmującymi pewną liczbę ogniw elementarnych, a mianowicie *układami i zestawami telefonicznymi*. Układy oznaczają skrajne części łańcucha zawierające aparat telefoniczny, natomiast zestawy - części środkowe łańcucha zawarte między wirtualnymi punktami komutacji, składające się

tylko z łączy telefonicznych. I tak, *układ lokalny* (w poprzedniej wersji KPT "układ miejscowy") obejmuje aparat telefoniczny i łączy abonenckie aż do wirtualnego punktu komutacji w centrali miejscowej (zawiera więc też fragment przejścia przez centralę od przełącznicy głównej aż do wspomnianego wirtualnego punktu komutacji). Należy zwrócić uwagę, że w przypadku cyfrowych central miejscowych punkt wirtualny jest lokalizowany w koncentratorze (albo w jego module abonenckim) przy jednotorowych końcówkach rozgałęźnika; w przypadku koncentratora wyniesionego (albo modułu) punkt ten może się znajdować w znacznej odległości od samej centrali. Zatem dowolny łańcuch telefoniczny składa się z dwóch układów lokalnych oraz zawartego między nimi zestawu telefonicznego, zwanego *zestawem połączeniowym*.

Z punktu widzenia KPT szczególne znaczenie ma inny typ układu, występujący tylko w łańcuchach międzynarodowych - układ krajowy, do niego bowiem odnoszą się podane w zaleceniach CCITT wymagania transmisyjne (w szczególności tłumiennościowe). *Układ krajowy* jest częścią łańcucha międzynarodowego od aparatu telefonicznego (wraz z tym aparatem) do pierwszej centrali międzynarodowej występującej w łańcuchu. Układ krajowy składa się zatem z układu lokalnego oraz zestawu telefonicznego od centrali miejscowej do wspomnianej centrali międzynarodowej; zestaw ten jest nazywany *zestawem krajowym*. W zestawie krajowym wyróżnia się z kolei *zestaw pośredniczący* od centrali miejscowej do międzymiastowej końcowej CK oraz *zestaw międzymiastowy* od centrali międzymiastowej CK do pierwszej występującej w łańcuchu centrali międzynarodowej. Zestawy: pośredniczący i międzymiastowy występują również w łańcuchach międzymiastowych (por. pkt.2.3).

2.2. Struktura sieci Krajowej

Nowa wersja KPT, podobnie jak wersja poprzednia: KPT-77, jest opracowana przy założeniu hierarchicznej struktury sieci telefonicznej oraz zasad kierowania ruchu według koncepcji opracowanej jeszcze w latach siedemdziesiątych dla horyzontu czasowego określonego jako stan pełnej automatyzacji central. Według tej koncepcji Krajowa sieć telefoniczna ma strukturę hierarchiczną (rys.1) o dwóch poziomach central w sieci strefowej i trzech w sieci międzymiastowej (międzystrefowej). Regułą jest, że centrale niższego poziomu są przyłączone do central poziomu wyższego w układzie gwiazdowym, z możliwością tworzenia połączeń bezpośrednich lub skrótnych, o ile jest to uzasadnione względami techniczno-ekonomicznymi.

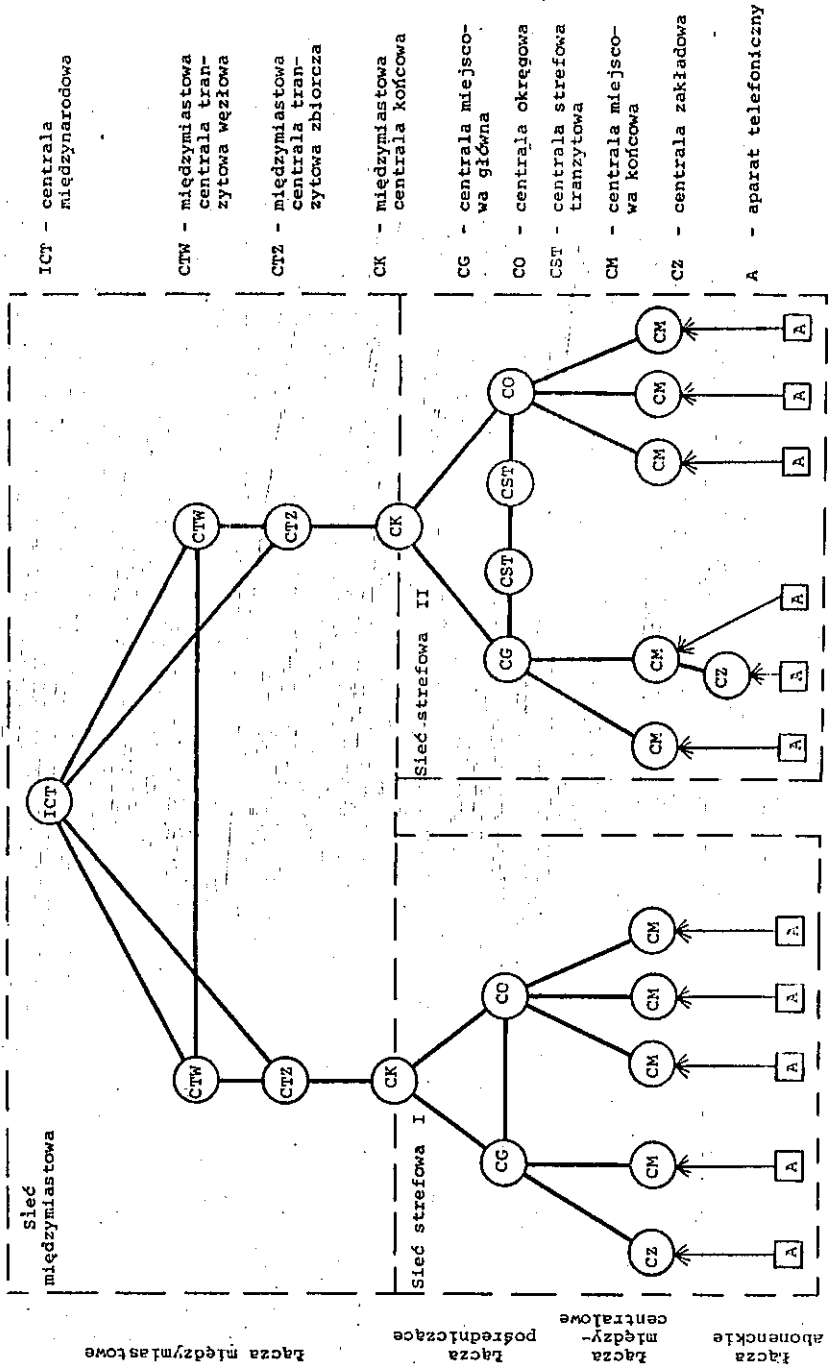
W sieci strefowej występują w ogólności *centrale miejscowe główne* CG oraz podporządkowane im *centrale miejscowe końcowe* CM. Na terenach miast centrale te noszą nazwy odpowiednio central miejskich - głównych i końcowych, natomiast na obszarach wiejskich ich odpowiednikami są centrale okręgowe i podporządkowane im centrale wiejskie końcowe. *Centrale zakładowe (abonenckie)* powinny być w zasadzie dołączane bezpośrednio do central miejscowych głównych, tak jak publiczne centrale miejscowe końcowe. W szczególnych jednak przypadkach, jeśli są spełnione odpowiednie wymagania (w zakresie tłumiennościowym są one sprecyzowane w rozdziale 3), centrale zakładowe mogą być dołączone do central końcowych CM. Połączenia między centralami głównymi są dokonywane bądź za pomocą bezpośrednich wiązek łączy, bądź też za pośrednictwem central pełniących funkcję tranzytowania ruchu - tzw.

central strefowych tranzytowych CST (w poprzedniej wersji KPT nosiły one nazwę "central tandemowych").

Centrale miejscowe główne są dołączone do central między-miastowych *łączami pośredniczącymi*; nazwą tą objęte są również łącza, które w obecnej sieci są nazywane łączami zgłoszeniowymi oraz zgłoszeniowo-połączeniowymi.

W sieci międzymiastowej występują następujące poziomy hierarchiczne central, począwszy od poziomu najniższego: *centrale międzymiastowe końcowe* CK, *centrale tranzytowe zbiorcze* CTZ oraz *centrale tranzytowe węzłowe* CTW. Centrale najwyższego poziomu są połączone w układzie wieloboku zupełnego. W ten sposób maksymalna liczba łączy międzymiastowych w zestawie międzymiastowym utworzonym drogą hierarchiczną wynosi 5 łączy.

Warto tu wspomnieć, że w wyniku prac badawczych przeprowadzonych w ostatnich latach w Instytucie Łączności [18] powstała nowa koncepcja struktury i zasad kierowania ruchu w perspektywicznej sieci międzymiastowej zawierającej również centrale elektroniczne. Różni się ona od koncepcji pierwotnej zmniejszeniem liczby poziomów central (zamiast trzech - dwa poziomy central) oraz odejściem od ściśle hierarchicznych zasad kierowania ruchu. Zmiany te mają przynieść istotne oszczędności ekonomiczne, a jednocześnie poprawę jakości załatwiania ruchu przez zapewnienie większej liczby dróg kolejnego wyboru między dowolną parą central. Koncepcja ta, poddawana obecnie weryfikacji, nie narusza przyjętych ustaleń KPT, ponieważ nie pociąga za sobą zmiany maksymalnej liczby łączy w zestawach międzymiastowych.



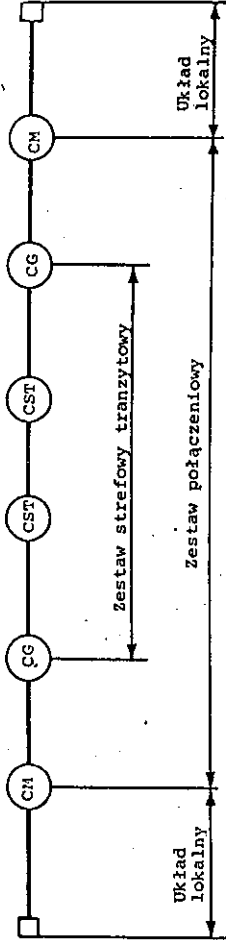
rys. 1. Schemat konfiguracji krajowej sieci telefonicznej

2.3. Struktura łańcuchów telefonicznych

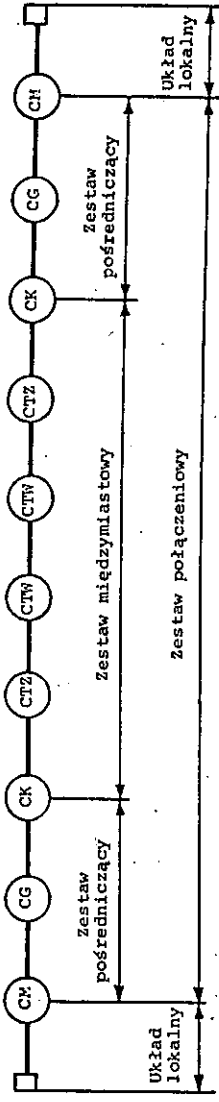
W tym punkcie będą podane ograniczenia co do struktury łańcuchów telefonicznych tworzonych w sieci krajowej o poprzednio omówionej konfiguracji wg rys.1. Jednocześnie będą zamieszczone rysunki ilustrujące wprowadzoną w punkcie 2.1. terminologię dotyczącą łańcuchów i ich części.

Zasadniczy schemat najdłuższego łańcucha strefowego przedstawia rys.2. Odpowiada on sytuacji, gdy połączenie między abonentami dwóch central miejscowych końcowych CM1 i CM2 w tej samej strefie tworzone jest za pośrednictwem nadrzędnych central głównych CG1 i CG2 oraz dwóch central strefowych tranzytowych CST. KPT stawia przy tym warunek, aby liczba central tranzytowych ruch między centralami głównymi była ograniczona do dwóch. Wynika stąd, że maksymalna liczba ogniów w *strefowym zestawie tranzytowym* wynosi 3 łączy, natomiast w *strefowym zestawie połączeniowym* - 5 łączy (w wyżej wspomnianych przypadkach szczególnych między parą central zakładowych dołączonych do central miejscowych końcowych może wystąpić aż 7 łączy).

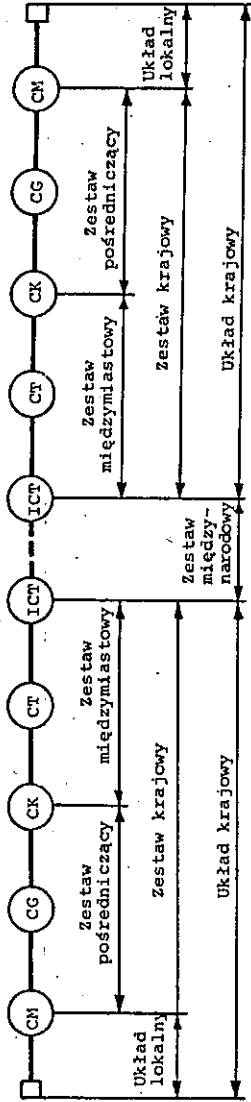
Z kolei schemat najdłuższego łańcucha międzymiastowego przedstawia rys.3. Odpowiada on sytuacji, gdy połączenie między centralami międzymiastowymi końcowymi należącymi do obszarów obsługi różnych central tranzytowych węzłowych tworzone jest za pośrednictwem odpowiednich, hierarchicznie nadrzędnych central CTZ i CTW. Zestaw międzymiastowy zawiera wówczas 5 łączy, a odpowiedni zestaw połączeniowy - 9 łączy (w szczególnych przypadkach między parą central zakładowych - aż 11 łączy). Warto tu dodać, że przy tworzeniu łańcuchów międzymiastowych bardzo ważna jest zasada



Rys. 2. Strefowy łańcuch telefoniczny /najdłuższy/ i jego części składowe



Rys. 3. Międzymiastowy łańcuch telefoniczny /najdłuższy/ i jego części składowe



Rys. 4. Międzynarodowy łańcuch telefoniczny /z najdłuższymi zestawami krajowymi/ i jego części składowe

minimalizacji liczby ogniw w zestawach międzymiastowych, a więc z wykorzystaniem łączy bezpośrednich i skrótnych (a z pominięciem drogi hierarchicznej).

I wreszcie łańcuch międzynarodowy w skrajnym, najbardziej niekorzystnym przypadku układu krajowego ilustruje rys.4. Dla ograniczenia liczby łączy międzymiastowych uczestniczących w połączeniach międzynarodowych w KPT przyjęto zasadę tworzenia bezpośrednich wiązek łączy między każdą centralą międzymiastową zbiorczą CTZ a centralą międzynarodową ICT. Tak więc maksymalna liczba ogniw w zestawie krajowym wynosi 4 łącza, zgodnie z zaleceniami CCITT.

KPT stawia również ograniczenia co do występujących w poszczególnych rodzajach łańcuchów liczby dwutorowych zestawów łączy zakończonych obustronnie jednotorowo, co jest równoważne ograniczeniu liczby pętli sprzężenia zwrotnego, występujących w części torowej tych łańcuchów. Ograniczenia te dotyczą zestawów łączy realizowanych w analogowych systemach nośnych i są uwarunkowane względami stabilności. Zaleca się mianowicie, aby w stanie docelowym wszystkie rodzaje zestawów połączeniowych: strefowe, międzymiastowe i międzynarodowe zawierały co najwyżej jedną pętlę sprzężenia zwrotnego. Warunki te będą miały szansę realizacji, o ile środkowe części odpowiednich zestawów, łącznie z centralami uczestniczącymi w tranzytowaniu połączeń będą dwutorowe. Wynika stąd, że wszystkie zestawy: strefowe tranzytowe, międzymiastowe, jak również krajowe oraz odpowiednie centrale: strefowe tranzytowe, międzymiastowe i międzynarodowe powinny być dwutorowe.

W okresie przejściowym dopuszcza się występowanie 3 pętli w łańcuchach międzymiastowych i strefowych oraz występowanie półtorej pętli w zestawach krajowych. Zagadnienia te będą szerzej przedstawione w punkcie 5.

2.4. Podstawowe założenia dotyczące tłumienności

W nowej wersji KPT utrzymano dotychczas stosowaną w Polsce przy projektowaniu sieci telefonicznych miarę tłumienności, zwaną *tłumiennością odniesienia RE* (\equiv Reference Equivalent). Jest to wielkość z definicji wyznaczana na podstawie subiektywnych wrażeń słuchowych ekip telefonometrycznych [6], w związku z czym jej oceny obarczone są bardzo dużymi błędami (rozbieżności ocen dochodzą do 8 dB !). Z tego względu zalecenia CCITT [12÷13] postulowały początkowo przejście na inną miarę - skorygowaną tłumienność odniesienia CRE (\equiv Corrected Reference Equivalent). Zalecenia te okazały się przedwczesne, wymagały bowiem zmiany norm rozdziału tłumienności bez uzyskania w zamian istotnych korzyści.

Obecnie panuje przekonanie [15,20], że CRE należy zastąpić jeszcze inną wielkością - zmodyfikowaną tłumiennością odniesienia LR (\equiv Loudness Rating - wskaźnik głośności), która z definicji może być bardzo dokładnie mierzona metodą obiektywną.

Zdaniem autorów, wprowadzanie wielkości LR do opracowywanej w latach 1985/86 nowej wersji KPT było przedwczesne z dwóch względów. Po pierwsze, w CCITT jeszcze trwa dyskusja nad algorytmami obliczeń LR przy pomiarach obiektywnych, a także nad wartościami górnych granic wielkości LR w łańcuchach międzynaro-

dowych i układach krajowych (w ramach tematów nr 15 oraz nr 19 XII Komisji Studiów). Po drugie, konieczne jest stworzenie w Polsce technicznych możliwości przeprowadzenia pomiarów LR w celu uzyskania danych liczbowych charakteryzujących produkowane w kraju aparaty telefoniczne, a także występujące w sieci układy lokalne zawierające te aparaty.

Mając jednak na uwadze uzyskanie praktycznej jednoznaczności ocen tłumienności odniesienia przy projektowaniu części torowej sieci telefonicznej, w nowej wersji KPT przyjęto szacowanie wartości RE łączy [7] na podstawie ich tłumienności falowej, a więc wielkości, która może być określona z dużą dokładnością.

Rozdział nominalnej tłumienności odniesienia przeprowadza się przy założeniu addytywności stosowanej miary, co oznacza, że tłumienność każdego łańcucha telefonicznego (bądź jego fragmentu) jest równa sumie tłumienności odpowiednich elementów składowych (łączy bądź aparatów telefonicznych).

Warto podkreślić, że w Krajowym Planie Transmisji dla sieci polskiej obowiązuje zasada jednakowej wartości tłumienności odniesienia dla obu kierunków transmisji wszystkich łączy, mogących wchodzić w skład łańcuchów telefonicznych. Zasada ta ma istotne znaczenie przy doborze zakończeń łączy realizowanych w systemach wielokrotnych (por. pkt.4.2).

3. OGRANICZENIA NOMINALNEJ TLUMIENNOŚCI ODNIESIENIA

3.1. Układy Krajowe

Zalecenia CCITT [10:14] określają warunki uzyskania dostatecznej głośności rozmów telefonicznych przy połączeniach na znaczne odległości w postaci górnych granic tłumienności odniesienia układów Krajowych (patrz rysunek 5), a mianowicie: 21 dB dla nadawczego kierunku transmisji oraz 12 dB dla kierunku odbiorczego. Jakość Krajowej sieci telefonicznej ocenia się na podstawie względnej liczby połączeń międzynarodowych (zarówno wychodzących jak i przychodzących), przy których wartość nominalna *) tłumienności odniesienia układów Krajowych nie przekracza wyżej podanych granic. Według zaleceń CCITT, wymagana względna liczba takich połączeń dla sieci dobrej jakości powinna wynosić nie mniej niż 97%; podkreśla się przy tym, że dla sieci nowo projektowanych procent ten powinien być jeszcze większy.

Aby zapobiec występowaniu na terenie Kraju dużych rejonów, charakteryzujących się gorszą od przeciętnej słyszalnością rozmów telefonicznych, w Krajowym Planie Transmisji dla sieci polskiej przyjęto, że w docelowym stanie jej rozbudowy względna liczba połączeń międzynarodowych o dobrej jakości transmisji powinna przekraczać 97% w dowolnym obszarze obsługi centrali miejscowej, zarówno publicznej jak i zakładowej **).

*) Zgodnie z interpretacją CCITT wartość nominalna odpowiada wartości średniej w okresie eksploatacji (uwzględniającej nieodwracalne zmiany właściwości transmisyjnych obiektów, wywołane starzeniem się ich elementów).

***) Należy przypomnieć, że z punktu widzenia podziału tłumienności centrale zakładowe (abonenckie) muszą być traktowane identycznie, jak centrale publiczne.

3.2. Zestawy Krajowe

Jak wykazano w [8,p.3.2], w przypadku stosowania standardowych aparatów telefonicznych, postulat dobrej jakości transmisji można spełnić, gdy wartość nominalna A_p tłumienności odniesienia zestawów krajowych *) (patrz rys.5) nie przekracza górnej granicy określonej wzorem:

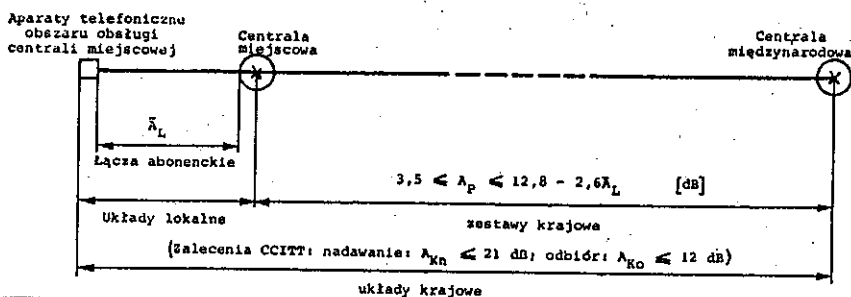
$$\hat{A}_p = 12,8 - 2,6 \cdot \bar{A}_L \quad [\text{dB}] \quad (1)$$

gdzie \bar{A}_L jest wartością średnią tłumienności odniesienia łączy abonenckich rozważanej centrali miejscowej, wyznaczoną dla docelowego stanu rozbudowy sieci łączy abonenckich w obszarze obsługi tej centrali.

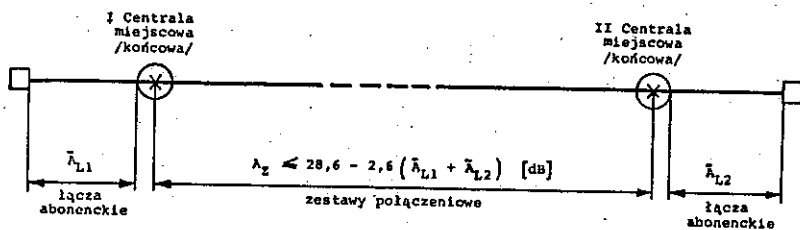
Stosowany w praktyce zakres wartości nominalnych A_p dla każdej centrali miejscowej w docelowym stanie rozbudowy sieci powinien wynosić od 3,5 dB (uwarunkowana dopuszczalnymi sprzężeniami zwrotnymi wartość minimalna) aż do określonej wzorem (1) górnej granicy; maksymalna wartość tej granicy wynosi około 12 dB w przypadku, gdy \bar{A}_L jest bliskie zeru.

Warto zwrócić uwagę, że wraz ze wzrostem wartości \bar{A}_L charakteryzującej sieć łączy abonenckich rozważanej centrali miejscowej, maleje dopuszczalny zakres wartości nominalnych tłumienności odniesienia zestawów krajowych tej centrali.

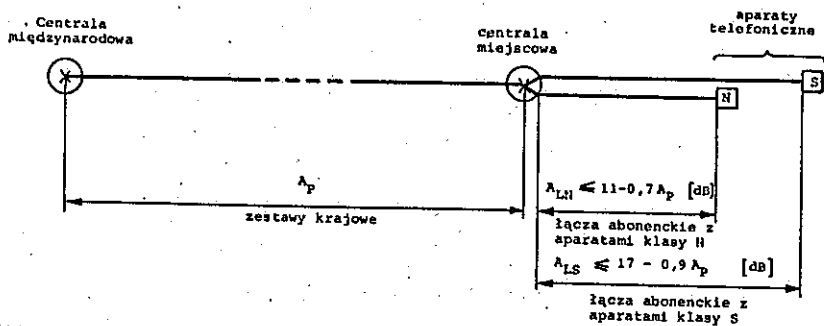
*) Należy zwrócić uwagę, że tłumienność A_p występuje między dwutorowym wirtualnym punktem komutacji w centrali międzynarodowej ICT, a jednotorowym wirtualnym punktem komutacji w dowolnej centrali miejscowej CM na terenie kraju. W przypadku cyfrowych central CM ten punkt wirtualny jest zlokalizowany w koncentratorze (albo w jego module abonenckim) przy jednotorowych końcówkach rozgałęźnika.



Rys. 5. Układy krajowe polskiej sieci telefonicznej; części składowe i ograniczenie tłumienności odniesienia A_P zestawów krajowych przy danej wartości średniej $\bar{\lambda}_L$ tłumienności odniesienia łączy abonenckich w obszarze obsługi rozważanej centrali miejscowej



Rys. 6. Łańcuchy polskiej sieci telefonicznej; części składowe i ograniczenie tłumienności odniesienia A_Z zestawów połączeniowych



Rys. 7. Układy krajowe polskiej sieci telefonicznej; ograniczenia tłumienności odniesienia A_P łączy abonenckich zakończonych aparatami telefonicznymi klasy N oraz klasy S przy danej wartości nominalnej A_P tłumienności odniesienia zestawów krajowych rozważanej centrali miejscowej

W przypadku gdy wartość średnia \bar{A}_L tłumienności łączy abonenckich dochodzi do 3,6 dB, należy stosować zestawy krajowe o tłumienności równej 3,5 dB; w praktyce oznacza to konieczność użycia dwutorowych zestawów krajowych dla wszystkich central miejscowych zlokalizowanych na terenach wiejskich.

Stosowanie zestawów krajowych o tłumienności $A_p = 3,5$ dB zaleca się ponadto dla wszystkich central miejscowych głównych CG.

3.3. Zestawy połączeniowe

Aby osiągnąć zadowalającą jakość transmisji telefonicznej przy połączeniach krajowych, zarówno międzymiastowych jak i strefowych, wartość nominalna A_Z tłumienności odniesienia zestawów połączeniowych *) między dwiema dowolnymi końcowymi centralami miejscowymi (patrz rys.6) nie powinna przekraczać górnej granicy określonej wzorem:

$$\hat{A}_Z = 3,0 + \hat{A}_{P1} + \hat{A}_{P2} \quad [\text{dB}] \quad (2 *)$$

albo równoważnym wzorem:

$$\hat{A}_Z = 28,6 - 2,6 \cdot (\bar{A}_{L1} + \bar{A}_{L2}) \quad [\text{dB}] \quad (2)$$

W powyższych wyrażeniach \hat{A}_{P1} oraz \hat{A}_{P2} są wyznaczonymi ze wzoru (1) górnymi granicami tłumienności odniesienia zestawów krajowych rozważanej pary central miejscowych, zaś \bar{A}_{L1} oraz \bar{A}_{L2}

*) Należy przypomnieć, że jest to tłumienność występująca między jednotorowymi wirtualnymi punktami komutacji w dwóch dowolnie zlokalizowanych na terenie kraju centralach miejscowych CM1 oraz CM2.

- wartościami średnimi tłumienności odniesienia łączy abonenckich odpowiednich central, określonymi dla docelowego stanu rozbudowy sieci. Warto dodać, że zależność (2 *) określa tłumienność odpowiadającą połączeniu dwóch zestawów krajowych za pośrednictwem zestawu międzynarodowego o dopuszczalnej tłumienności 3,0 dB.

Optymalną jakość transmisji telefonicznej uzyskuje się wówczas, gdy wartość nominalna tłumienności odniesienia zestawu połączeniowego wynosi 7,0 dB. Jak widać ze wzoru (2), wartość górnej granicy tłumienności A_z jest tym większa, im mniejsze są wartości średnie tłumienności odniesienia łączy abonenckich rozważanej pary central miejscowych; maksymalna wartość tej granicy wynosi około 27 dB w przypadku, gdy suma $(\bar{A}_{L1} + \bar{A}_{L2})$ jest bliska zeru.

3.4. Sieć łączy abonenckich

Zbiór łączy abonenckich obszaru obsługi każdej centrali miejscowej charakteryzuje wartość średnia tłumienności odniesienia tych łączy:

$$\bar{A}_L = \frac{1}{N} \cdot \sum_{k=1}^N A_{LK} \quad (3)$$

gdzie N jest liczbą łączy w rozważanym zbiorze, zaś A_{LK} - tłumiennością odniesienia k -tego łącza abonenckiego *).

Przy tworzeniu koncepcji rozwoju sieci możliwe jest orientacyjne szacowanie wartości \bar{A}_L na podstawie przewidywanej wielkości obszaru obsługi danej centrali miejscowej, a mianowicie:

*) Patrz pkt.4.2

$$\bar{A}_L \approx q \cdot \sqrt{S} \quad (4)$$

gdzie S jest wyrażoną w km^2 powierzchnią tego obszaru. Występujący w powyższym wzorze współczynnik q ma wartość zależną głównie od rodzaju torów, w których będą realizowane łącza abonenckie; dla niepupinizowanych torów kablowych ta wartość wynosi około $0,4 \text{ dB/km}$.

Należy podkreślić, że wzór (4) dotyczy obszaru obsługi każdego węzła sieci łączy abonenckich. Tym węzłem może być albo centrala miejscowa analogowa bądź cyfrowa (ale bez koncentratorów wyniesionych), albo analogowy koncentrator wyniesiony CSA, albo też moduł abonencki MA cyfrowego koncentratora KN-1000. We wszystkich tych przypadkach aparaty telefoniczne danego obszaru są zasilane z jednego punktu - węzła.

Warto zwrócić uwagę na szczególne korzyści z zastosowania koncentratora KN-1000, który umożliwia znaczne skrócenie łączy abonenckich na jego obszarze obsługi, w szczególności przy pełnym wyposażeniu w 16 modułów abonenckich. Przy założeniu (o charakterze raczej teoretycznym), że każdy z modułów abonenckich będzie obsługiwał $1/16$ całkowitej powierzchni rozważanego obszaru miejscowego, wartość średnia tłumienności odniesienia łączy abonenckich ulegnie 4-krotnemu zmniejszeniu, co wynika z poniższej zależności:

$$\bar{A}_L' \approx q \cdot \sqrt{S/16} = q/4 \cdot \sqrt{S}$$

Jak podano w pkt. 3.1 i 3.2, wartość średnia tłumienności łączy abonenckich nie powinna przekraczać $3,6 \text{ dB}$. Zgodnie z

zależnością (4), w przypadku niestosowania koncentratorów, wartości $A_L = 3,6$ dB odpowiada powierzchnia S obszaru obsługi centrali miejscowej rzędu 80 km^2 . Przy większych powierzchniach, spełnienie warunku: $A_L \leq 3,6$ dB wymaga stosowania koncentratorów.

Warto przy tym zwrócić uwagę, że powierzchnia S obszaru obsługi *jednego* koncentratora KN-1000 może być kilkakrotnie większa od wyżej podanej. Oczywiście w przypadku zastosowania *kilku* koncentratorów możliwy jest dalszy wzrost powierzchni S obszaru obsługi rozważanej centrali miejscowej bez przekraczania górnej granicy (3,6 dB) wartości średniej tłumienności łączy abonenckich i mimo stosowania torów kablowych o najmniejszych średnicach żył. Ma to szczególnie istotne znaczenie w obszarach miejscowych o małej gęstości telefonicznej, a więc przede wszystkim na terenach wiejskich.

3.5. Układy lokalne

Z podanych wyżej wymagań tłumiennościowych na układy i zestawy krajowe wynikają warunki, które powinny spełniać układy lokalne każdej centrali miejscowej - zostały one przedstawione w tabelicy 1.

Jak podano w pkt.2.1, każdy układ lokalny zawiera aparat telefoniczny i łączy abonenckie. Słyszalność rozmów u abonenta telefonicznego jest tym gorsza, im większa jest tłumienność jego łączy abonenckiego. W przypadku stosowania standardowych aparatów telefonicznych (klasy N, z węglowymi wkładkami mikrofonowymi) słyszalność ta staje się niezadowalająca, gdy wartość

nominalna A_L tłumienności odniesienia rozważanego łącza abonenckiego (patrz rys.7) przekracza górną granicę określoną wzorem:

$$\hat{A}_{LN} = 11 - 0,7 \cdot A_p \quad [\text{dB}] \quad (5)$$

gdzie A_p jest aktualnie występującą wartością nominalną tłumienności odniesienia zestawu krajowego rozważanej centrali miejscowej. Należy zwrócić uwagę, że w okresie przejściowym aktualnie występująca wartość A_p częstokroć będzie przekraczać górną granicę określoną wzorem (1) dla stanu docelowego. W takich przypadkach określony wzorem (5) dopuszczalny zakres stosowania w danym obszarze miejscowym aparatów klasy N w okresie przejściowym będzie mniejszy niż w stanie docelowym.

W celu poprawy słyszalności rozmów telefonicznych u abonentów zlokalizowanych na peryferiach obszaru obsługi centrali miejscowej (albo koncentratora), KPT przewiduje możliwość instalowania u tych abonentów aparatów telefonicznych o zwiększonym zasięgu, tzw. aparatów klasy S (elektronicznych *). W przypadku zastosowania takich aparatów tłumienność A_L łącza abonenckiego (patrz rys.7) nie powinna przekraczać górnej granicy, określonej wzorem :

$$\hat{A}_{LS} = 17 - 0,9 \cdot A_p \quad [\text{dB}] \quad (6)$$

Warto dodać, że wprowadzenie do stosowania aparatów klasy S umożliwia zwiększenie ekonomiczności rozwiązań sieci łączy

*) Aparaty takie z reguły nie zawierają węglowych wkładek mikrofonowych, których skuteczność szybko maleje przy spadku natężenia prądu zasilania; dlatego właśnie aparaty elektroniczne mają większy zasięg niż aparaty standardowe, nie wykazując przy tym nadmiernej skuteczności w przypadku instalowania ich tuż przy centrali.

abonenckich przez użycie torów kablowych o mniejszej średnicy żył, niż to byłoby możliwe w przypadku aparatów klasy N. Przeprowadzona analiza wykazała, że w warunkach krajowych, gdy najmniejsza ze stosowanych średnic żył torów kablowych wynosi 0,4 mm, instalowanie aparatów klasy S umożliwia uzyskanie oszczędności miedzi w łączach abonenckich wówczas, gdy długość tych łączy przekracza 4,3 km [9]. Ma to szczególnie istotne znaczenie w przypadku obszarów miejscowych o małej gęstości abonentów, a więc przede wszystkim na terenach wiejskich. Wówczas bowiem, mimo zastosowania koncentratorów cyfrowych, maksymalne długości łączy abonenckich będą przekraczać podaną wyżej wartość 4,3 km.

Tablica 1

Wartości nominalne tłumienności odniesienia
układów lokalnych (patrz rys. 5 i 7)

W przypadku gdy łączy abonenckie jest realizowane:	Tłumienność przy nadawaniu	A [dB] przy odbiorze
w systemie transmisyjnym cyfrowym albo nośnym analogowym, przewodowym lub bezprzewodowym	+5,0	-4,0
przewodowo w systemie naturalnym: - wartość minimalna *) - wartość maksymalna **)	+3,0 +7,0	-6,0 -2,0

*) Warunek istotny zwłaszcza przy najkrótszych łączach abonenckich, o tłumienności $A_L \approx 0$ dB.

***) Warunek istotny zwłaszcza przy najdłuższych łączach abonenckich, o tłumienności A_L określonej wzorem (5) dla aparatów klasy N oraz wzorem (6) - dla aparatów klasy S.

4. NOMINALNA TŁUMIENNOŚĆ ODNIESIENIA ŁĄCZY

4.1. Związki z tłumiennością falową i wynikową

Z uwagi na fakt, że sieć telefoniczną projektuje się na podstawie tłumienności odniesienia, natomiast w praktyce eksploatacyjnej mierzy się tylko tłumienność wynikową, należy podać zależności, które umożliwią przeliczanie obu rodzajów tłumienności. W praktyce przeliczanie takie jest dokonywane za pośrednictwem jeszcze jednego rodzaju tłumienności - falowej, jednoznacznie charakteryzującej poszczególne ogniwa sieci.

W nowej wersji KPT przyjęto, że nominalna tłumienność odniesienia łącza jest liczbowo równa jego tłumienności falowej przy częstotliwości 1020 Hz w przypadku realizacji tego łącza w systemie naturalnym albo w wielokrotnym systemie cyfrowym, natomiast 1000 Hz gdy to łącze jest realizowane w nośnym systemie analogowym.

W przypadku łączy realizowanych w systemach wielokrotnych przyjmuje się praktyczną równość wartości wszystkich rodzajów tłumienności: odniesienia, wynikowej i falowej przy podstawowej częstotliwości pomiarowej (równej 1000 Hz dla systemów analogowych, a 1020 Hz dla systemów cyfrowych). Natomiast dla łączy realizowanych w systemie naturalnym związek między tłumiennością wynikową A_w a tłumiennością falową określa wzór:

$$A_w = K \cdot A_0 \quad (7)$$

gdzie A_0 jest tłumiennością falową rozważanego łącza przy podstawowej częstotliwości pomiarowej, zaś K - współczynnikiem, zależnym od rodzaju i długości toru, w którym to łącze jest

realizowane. Dla niepupinizowanych torów kablowych wartości tego współczynnika zostały przedstawione na wykresach podanych w [7:8].

4.2. Łącza realizowane w systemie naturalnym

Nominalną tłumienność odniesienia łącza realizowanego w systemie naturalnym dla toru niejednorodnego złożonego z c członów oblicza się na podstawie wzoru:

$$A = \sum_{i=1}^c \alpha_i \cdot l_i \quad (8)$$

gdzie: i jest liczbą porządkową członu toru jednorodnego, wchodzącego w skład rozważanego łącza, l_i jest długością, a α_i - jednostkową tłumiennością odniesienia i -tego członu toru. Wartości nominalne jednostkowej tłumienności odniesienia torów kablowych podano w tabelicy 2.

Tablica 2

Wartości nominalne jednostkowej tłumienności odniesienia torów kablowych [8, pkt. 2.3]

Typ kabla	Średnica żył toru ϕ [mm]	Jednostkowa tłumienność α [dB/km] toru :	
		niepupinizowanego	pupinizowanego
miejscowy XTKMX	0,4	1,84	-
	0,5	1,48	-
	0,6	1,23	0,60
	0,8	0,92	0,34
dalekosiężny AITKDX	0,9	0,75	0,24
	1,2	0,54	0,15

Uwaga: Pupinizacja cewkami o $L = 2 \times 80$ mH w odstępach $s = 1,5$ km.

4.3. Łącza realizowane w systemach wielokrotnych

Przy stosowaniu systemów wielokrotnych przyjmuje się zasadę, że w docelowym stanie rozbudowy sieci nominalna tłumienność odniesienia każdego łącza między dwiema centralami będzie wynosić:

- 0,0 dB - w przypadku, gdy połączenie zachodzi między dwoma dwutorowymi punktami komutacji;
- 7,0 dB - w przypadku, gdy połączenie zachodzi między dwoma jednotorowymi punktami komutacji;
- 3,5 dB - w przypadku, gdy połączenie zachodzi między dwutorowym a jednotorowym punktem komutacji.

W okresie przejściowym, w zależności od hierarchicznej lokalizacji łącza w sieci, wartość jego nominalnej tłumienności odniesienia ustala się na podstawie danych zawartych w tabelicy 3, wybierając odpowiednie typy zakończeń tego łącza i uwzględniając jakość zastosowanych kanałów transmisyjnych.

Tabela 3

Wartości nominalne tłumienności odniesienia
 łączy realizowanych w systemach wielokrotnych

Typ zakończeń łącza	Tłumienność A [dB]	
	gdy $S \leq 0,5$ dB	gdy $S \leq 1,0$ dB
- w sieci strefowej:		gdy $S \leq 1,0$ dB
- w sieci międzymiastowej:	gdy $S \leq 1,0$ dB	gdy $S \leq 1,5$ dB
D - D	0,0	1,0
D - B	3,5	4,5
E - B	3,5	4,5
B - B	7,0	8,0

Zakończenia typów B oraz E są przewidziane do jednorodnej komutacji przestrzennej w centralach analogowych, natomiast zakończenia typu D - do komutacji dwutorowej *). Należy zwrócić uwagę, że przy dowolnej kombinacji podanych typów zakończeń występują jednakowe tłumienności łączy dla obu kierunków transmisji **).

Jakość kanałów charakteryzuje się głównie dopuszczalną wartością S odchylenia średniokwadratowego tłumienności łączy podczas eksploatacji, określonego na podstawie wzoru:

$$S = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{j=1}^n (A_j - A)^2} \quad (9)$$

gdzie: n jest liczbą przeprowadzonych pomiarów tłumienności, A_j - wynikiem kolejnego pomiaru ($j = 1, \dots, n$), zaś A - wartością nominalną tłumienności rozważanego łączy.

KPT przewiduje, że w docelowym stanie rozbudowy polskiej sieci telefonicznej będą występować łączy tylko I klasy jakości (realizowane w cyfrowych systemach transmisyjnych, umożliwiającach uzyskanie wartości $S \leq 0,5$ dB oraz w analogowych systemach nośnych, w których wartość $S \leq 1,0$ dB).

Łączy II klasy jakości (o wartości $S \leq 1,5$ dB) mogą być stosowane wyłącznie w okresie przejściowym w celu wykorzystania istniejących (często przestarzałych) analogowych systemów nośnych

*) Przykłady zastosowań poszczególnych typów zakończeń łączy podano w pkt.5.

***) Warunek ten nie jest spełniony w przypadku współpracy wymienionych typów zakończeń z dawniej stosowanym w sieci polskiej zakończeniem typu S - dlatego KPT uznaje taką współpracę za *nie-dozwoloną*.

i to pod warunkiem, że tłumienność zestawów połączeniowych nie będzie przekraczać górnej granicy określonej wzorem (2) więcej niż o 2 dB. Łącza takie powinny być stosowane w hierarchicznie niższych ogniwach międzymiastowej sieci telefonicznej - przede wszystkim do połączeń bezpośrednich w relacjach między centralami CK a CK albo CK a CT, a także do połączeń tranzytowych w relacjach między centralami CK a CT (patrz rys.12 i 13 oraz 22 i 23).

5. PRZYKŁADY STRUKTUR I ROZDZIAŁU TŁUMIENNOŚCI W ZESTAWACH ŁĄCZY

Ponizej zostaną podane przykłady typowych struktur zestawów krajowych oraz zestawów połączeniowych w kolejnych etapach przebudowy sieci, umożliwiającą przejście ze stanu istniejącego do stanu docelowego jej rozbudowy. Przedstawione przykłady odpowiadają pewnej - jednej z możliwych - strategii przebudowy sieci. Należy zwrócić uwagę, że ustalenia KPT-86 nie obejmują zagadnień wyboru *optymalnej* strategii przebudowy sieci; jest to problem wymagający jak najszybszego rozwiązania *).

5.1. Zestawy krajowe

Przyjmijmy, że istniejący pierwotnie zestaw krajowy (patrz rys.8) jest tworzony za pośrednictwem następujących central: miejscowej końcowej CM, miejscowej głównej CG, międzymiastowej

*) Tematyka strategii jest szerzej przedstawiona w [19].

Końcowej CK, międzymiastowej tranzytowej CT oraz międzynarodowej ICT. Centrale te umożliwiają jednotorową przestrzenną komutację łączy, z wyjątkiem cyfrowej centrali ICT o czasowej komutacji kanałów. Występujące przy tej centrali symbole T oznaczają transkrotnice analogowo-cyfrowe. Łąca międzymiastowe są zrealizowane w nośnych systemach analogowych, a łąca wewnątrzstrefowe (pośredniczące i międzycentralowe) - przewodowo w systemie naturalnym. Tłumienność odniesienia rozważanego zestawu krajowego nie spełnia ustalenia KPT, określonego wzorem (1).

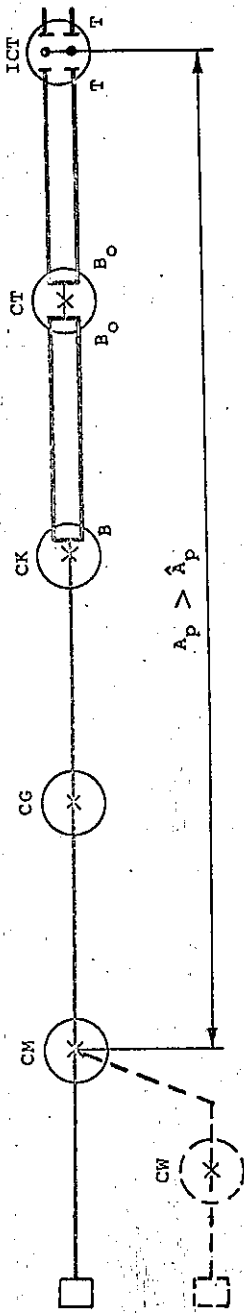
5.1.1. Struktury zalecane

Na rys. 9 ÷ 11 przedstawiono zalecane struktury rozważanego zestawu krajowego w trzech kolejnych etapach jego przebudowy.

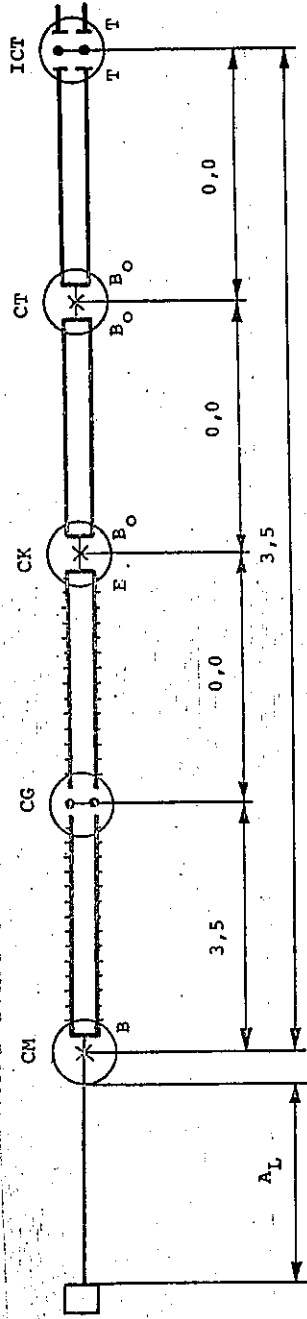
W etapie I (rys.9) zastąpiono dotychczas istniejącą jednotorową centralę miejscową główną CG przez centralę cyfrową, jednocześnie realizując w systemie cyfrowym łąca: pośredniczące CG-CK i międzycentralowe CG-CM. Należy zwrócić uwagę, że wprowadzenie systemu cyfrowego w relacji CK-CM nie pogorszy warunków stabilności w zestawie krajowym (mimo pojawienia się dodatkowej pętli sprzężenia zwrotnego), co mogłoby grozić w przypadku zastosowania w tej relacji systemu analogowego.

W etapie II (rys.10) dotychczas istniejącą ręczną jednotorową centralę międzymiastową tranzytową CT zastąpiono centralą cyfrową.

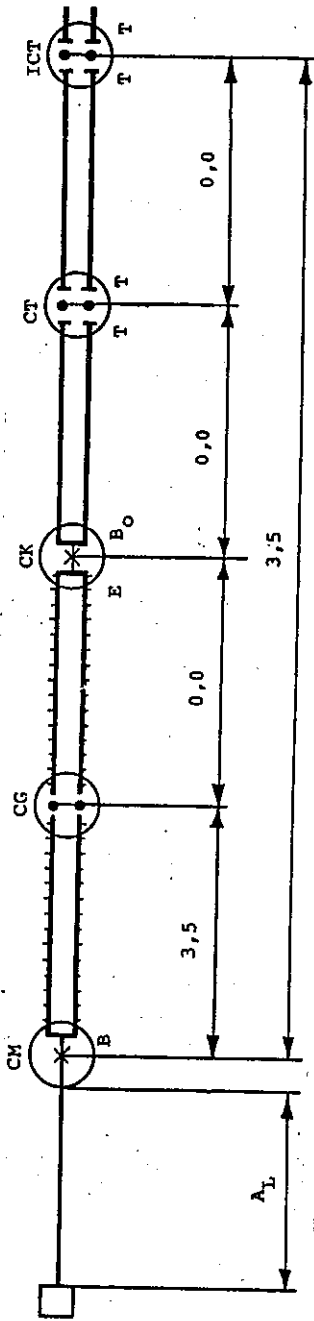
W etapie III (rys.11) dotychczas istniejącą jednotorową miejscową centralę końcową CM zastąpiono koncentratorom cyfrowym, obejmującym centralny zespół sterujący CZS oraz moduły abonenckie



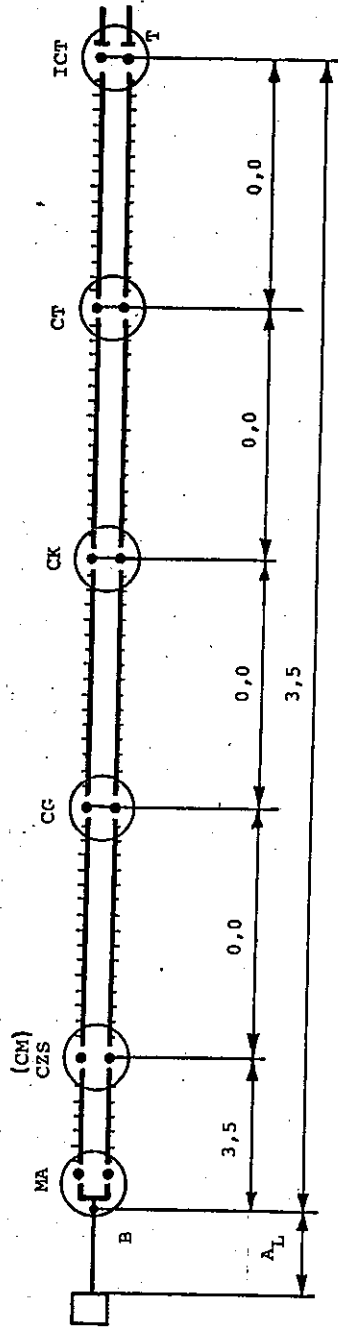
Rys. 8. Przykładowa struktura zestawu krajowego w stanie istniejącym



Rys. 9. Zalecana struktura i rozdział tłumienności /w dB/ w I etapie przebudowy zestawu krajowego z rys. 8 /układ przejściowy/



Rys. 10. Zalecana struktura i rozdział tłumienności /w dB/ w II etapie przebudowy zestawu krajowego z rys. 8 /układ przejściowy/



Rys. 11. Zalecana struktura i rozdział tłumienności /w dB/ w III etapie przebudowy zestawu krajowego z rys. 8 /układ docelowy/

MA *). W tym ostatnim etapie przebudowy sieci dotychczas istniejącą ręczną jednotorową centralę międzymiastową końcową CK zastąpiono centralą cyfrową, równocześnie dokonając cyfryzacji międzymiastowych łączy CK-CT oraz CT-ICT.

Rys. 9 i 11 pokazują również wymagania dotyczące rozdziału tłumienności w kolejnych etapach przebudowy rozważanego zestawu Krajowego. Występujące na tych rysunkach symbole B, D i E oznaczają typy zakończeń łączy (patrz tablica 3); symbol B₀ oznacza, że podczas trwania połączenia w danej centrali zachodzi odtłumienie **) łączy międzymiastowego. Zgodnie z ustaleniami podanymi w pkt.3, tłumienność odniesienia rozpatrywanego zestawu Krajowego wynosi 3,5 dB, co stwarza możliwość ekonomicznej rozbudowy sieci łączy abonenckich począwszy od I etapu przebudowy zestawu Krajowego. Mianowicie, zgodnie ze wzorem (5), tłumienność odniesienia łączy abonenckich może wynosić do 8,5 dB.

Efektom I etapu przebudowy rozważanego zestawu Krajowego jest wzrost głośności dalekosiężnych rozmów telefonicznych, odczuwany przez wszystkich abonentów centrali miejscowej CM. Wzrost ten jest tym większy, im większą tłumienność miał zestaw pośredniczący (tzn. zestaw łączy między centralami: miejscową CM a międzymiastową CK) w układzie przedstawionym na rys.8. Efektem II etapu przebudowy (tzn. przejścia do

*) Warto zwrócić uwagę, że dzięki odpowiedniej lokalizacji modułów abonenckich MA na obszarze obsługi cyfrowego koncentratora KN-1000 [16] istnieje możliwość znacznie ekonomiczniejszego niż poprzednio rozwiązania sieci łączy abonenckich, szczególnie na terenach o małej gęstości telefonicznej [9] (por. punkt 3.4).

**) Warunkiem koniecznym stosowania odtłumienia (o 3,5 dB, w zakończeniu typu B) jest zapewnienie dostatecznie dużej wartości tłumienności zrównowazenia rozgałęźników w zakończeniach łączy dwutorowych, jednotorowo komutowanych w centrali międzymiastowej.

układu wg rys.10) jest zmniejszenie zniekształceń sprzężeniowych, występujących podczas trwania połączeń dalekosiężnych. Efektem III etapu przebudowy (tzn. przejścia do układu wg rys.11) jest wzrost głośności rozmów telefonicznych u abonentów zlokalizowanych na peryferiach obszaru obsługi koncentratora cyfrowego, pełniącego funkcję centrali miejscowej CM, a także zmniejszenie zniekształceń kwantyzacji (wynikających z wielokrotnych przemian analogowo-cyfrowych) u wszystkich abonentów przy połączeniach na duże odległości.

Należy dodać, że wyżej przedstawione układy odpowiadają sytuacji, w której centrala miejscowa końcowa CM jest zlokalizowana w mieście, tzn. w obszarze o dużej gęstości telefonicznej. Natomiast w przypadku obszarów miejscowych o małej gęstości telefonicznej, obecnie istniejące zestawy krajowe z reguły zawierają dodatkowy stopień komutacyjny, a mianowicie centrale wiejskie CW, będące satelitami centrali miejscowych CM (patrz fragment rysunku 8, wykonany linią przerywaną). W takiej sytuacji centrale wiejskie CW powinny być wyeliminowane i zastąpione modułami abonenckimi MA cyfrowego koncentratora, pełniącego funkcję odpowiedniej centrali miejscowej CM.

5.1.2. Struktury dopuszczalne i rodzaju

Przejdźmy obecnie do scharakteryzowania wybranych struktur dopuszczalnych, które mogą występować w fazach pośrednich (przejściowych) przebudowy istniejącego zestawu krajowego, przedstawionego na rys.8.

Na rys.12 i 13 podano przykłady ilustrujące struktury dopuszczalne i rodzaju, znamienne tym, że do istniejącej analogowej sieci strefowej są wprowadzane najpierw cyfrowe systemy transmisyjne. Struktury tego rodzaju umożliwiają łatwe przejście do pełnej cyfryzacji sieci na danym obszarze po zastąpieniu centralami cyfrowymi dotychczas istniejących central o przestrzennej komutacji łączy.

Na rys.12 przedstawiono początkową fazę przebudowy rozważanego zestawu Krajowego, polegającą na wprowadzeniu do układu pierwotnego (wg rys.8) cyfrowego systemu transmisyjnego w relacji CK-CG. Jak widać z rysunku, po takiej przebudowie tłumienność odniesienia zestawu Krajowego centrali CM wynosi $(A_M + 3,5)$ dB, gdzie A_M oznacza tłumienność odniesienia łączy międzycentralowych dotychczas istniejących w relacji CG-CM. Na podstawie wzoru (5) można określić górną granicę tłumienności odniesienia łączy abonenckich centrali CM, a mianowicie:

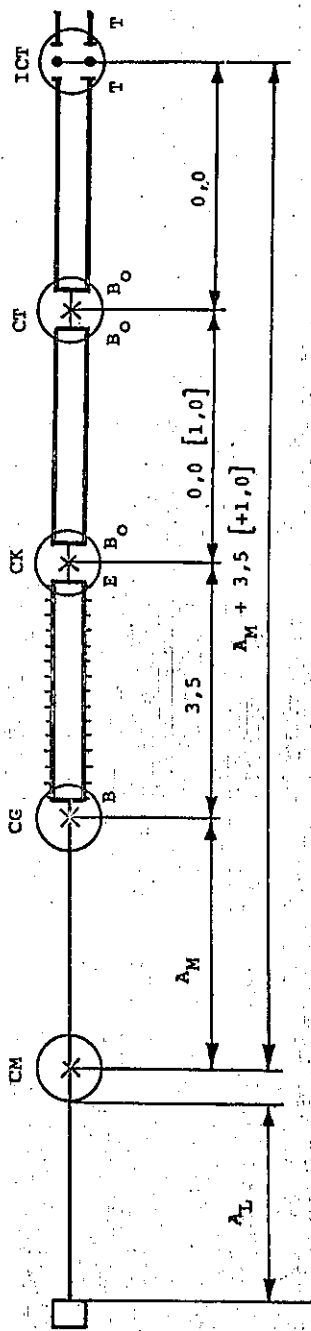
$$\hat{A}_{LN} = 8,5 - 0,7 \cdot A_M \quad [\text{dB}].$$

Na rys.13 pokazano dalszą (kolejną) fazę przebudowy rozważanego zestawu krajowego; polega ona na wprowadzeniu cyfrowego systemu transmisyjnego w relacji CG-CM *), a także na zastąpieniu

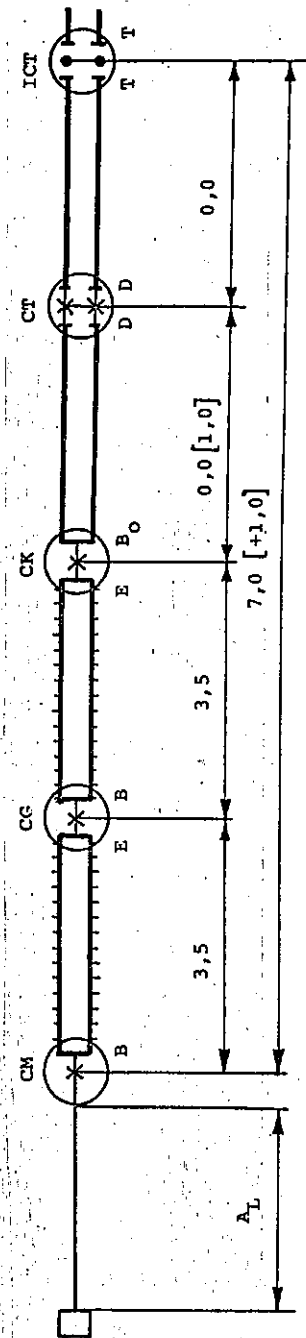
*) Należy zwrócić uwagę, że z tłumiennościowego punktu widzenia nie ma konieczności przebudowy łączy międzycentralowych istniejących w relacji CG-CM, jeśli tylko w układzie wg rys.12 jest spełniony warunek (wynikający ze wzoru (1)):

$$A_M < 9,3 - 2,6 \cdot \bar{A}_L \quad [\text{dB}] \quad (1')$$

gdzie \bar{A}_L jest wartością średnią tłumienności odniesienia łączy abonenckich centrali CM, wyznaczoną dla docelowego stanu rozbudowy sieci.



Rys. 12. Dopuszczalna struktura i rozdział tłumienności /w dB/ w I fazie przebudowy zestawu krajowego z rys. 8 /układ przejściowy/



Rys. 13. Dopuszczalna struktura i rozdział tłumienności /w dB/ w II fazie przebudowy zestawu krajowego z rys. 8 /układ przejściowy/

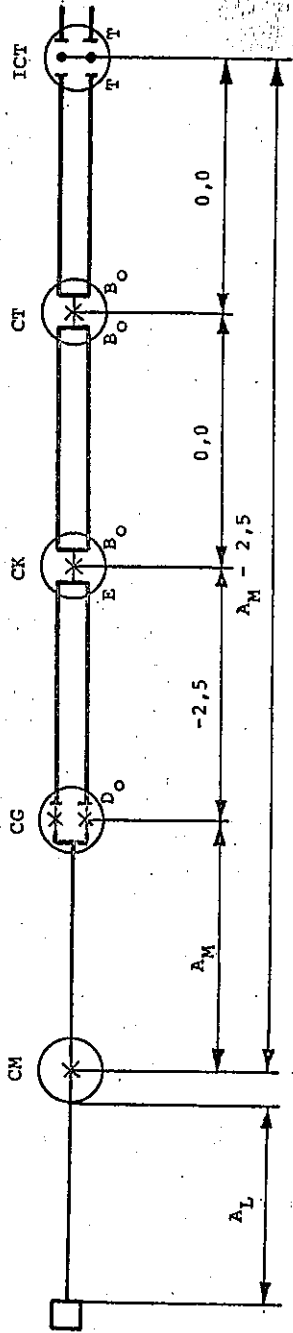
dotychczas istniejącej ręcznej jednotorowej centrali międzymiastowej tranzytowej CT - automatyczną centralą dwutorową. Jak widać z rysunku, po takiej przebudowie tłumienność odniesienia zestawu krajowego centrali CM wynosi 7,0 dB, natomiast górna granica tłumienności odniesienia łączy abonenckich centrali CM wynosi 6,1 dB.

Następny etap przebudowy rozważanego zestawu powinien polegać na zastąpieniu dotychczas istniejącej jednotorowej miejscowej centrali głównej CG centralą cyfrową, a więc na przejściu do układu równowaznego pokazanemu na rys.10; stworzy to możliwość dalszego wzrostu górnej granicy tłumienności odniesienia łączy abonenckich centrali CM do 8,5 dB.

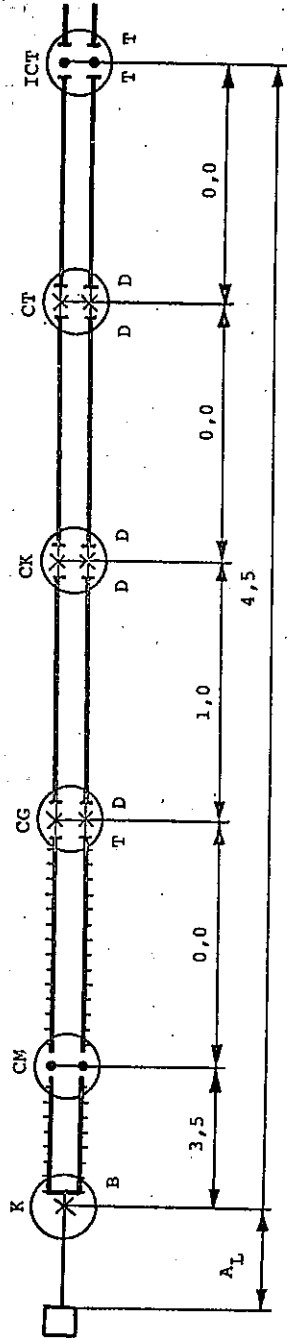
Układy przedstawione na rys.12 i 13 uwzględniają również przypadek zastosowania II klasy jakości łączy międzymiastowych w relacji CT-CK; odpowiednie wartości tłumienności umieszczono w nawiasach kwadratowych: [].

5.1.3. Struktury dopuszczalne II rodzaju

Na rys.14 i 15 podano przykłady ilustrujące struktury dopuszczalne II rodzaju, znamienne tym, że do istniejącej sieci strefowej są wprowadzane nowe centrale o przestrzennej dwutorowej komutacji łączy, a także nowe analogowe nośne systemy transmisyjne. Ze względu na to, że przez cały okres eksploatacji tych nowych central i systemów transmisyjnych blokują one przejście do pełnej cyfryzacji sieci na danym obszarze, zdaniem autorów należy unikać stosowania tego rodzaju struktur.



Rys. 14. Dopuszczalna struktura i rozdział tłumienności /w dB/
w I etapie przebudowy zestawu krajowego z rys. 8
/układ nie zalecany/



Rys. 15. Dopuszczalna struktura i rozdział tłumienności /w dB/
w II etapie przebudowy zestawu krajowego z rys. 8
/układ nie zalecany/

Na rys.14 przedstawiono I etap przebudowy rozważanego zestawu Krajowego, polegający na zastąpieniu dotychczas istniejącej jednotorowej centrali miejscowej głównej CG z układu pierwotnego (wg rys.8) nową centralą o Komutacji dwutorowej, przy jednoczesnym wprowadzeniu analogowego nośnego systemu transmisyjnego w relacji CK-CG. Jak widać z rysunku, podczas trwania połączenia w centrali CG następuje odtłumienie *) łączy pośredniczącego CK-CG, tak że jego tłumienność wynosi -2,5 dB. W tym przypadku tłumienność odniesienia zestawu Krajowego centrali CM jest równa ($A_M - 2,5$) dB, gdzie A_M jest tłumiennością odniesienia łączy międzycentralowych, dotychczas istniejących w relacji CG-CM. Na podstawie wzoru (5) można określić górną granicę tłumienności odniesienia łączy abonenckich centrali CM, a mianowicie:

$$\hat{A}_{LN} = 12,7 - 0,7 \cdot A_M \quad [\text{dB}].$$

Na rys.15 przedstawiono II etap przebudowy rozważanego zestawu Krajowego. Etap ten polega na zastąpieniu dotychczas istniejącej jednotorowej centrali miejscowej końcowej CM centralą cyfrową z analogowymi koncentratorami K, a jednocześnie na wprowadzeniu cyfrowego systemu transmisyjnego w relacji CG-CM-K **).

*) Warunkiem koniecznym stosowania odtłumienia jest zapewnienie dostatecznie dużej wartości tłumienności zrównowazenia rozgałęźników w jednotorowych łączach międzycentralowych CG-CM; jednocześnie stawia się wymaganie, aby tłumienność odniesienia A_M tych łączy nie była mniejsza od 7,0 dB.

**) Ponownie trzeba zwrócić uwagę, że z tłumiennościowego punktu widzenia nie ma konieczności przebudowy łączy międzycentralowych istniejących w relacji CG-CM, jeśli tylko w układzie wg rys.14 jest spełniony warunek (wynikający ze wzoru (1)):

$$A_M < 15,3 - 2,6 \cdot \bar{A}_L \quad [\text{dB}]$$

Jak widać z rysunku, po II etapie przebudowy tłumienność odniesienia zestawu Krajowego centrali CM wynosi 4,5 dB. W tym przypadku górna granica tłumienności odniesienia łączy abonenckich centrali CM jest równa 7,8 dB.

Rys.15 uwzględnia również rezultat kolejnych etapów przebudowy sieci międzymiastowej, polegających na zastępowaniu ręcznych jednotorowych central międzymiastowych (najpierw tranzytowej CT, potem końcowej CK) automatycznymi centralami o dwutorowej komutacji łączy.

Należy pamiętać, iż mimo prawie jednakowej głośności, jakość transmisji telefonicznej przy połączeniach dalekosiężnych realizowanych w układzie wg rys.15 (z centralami analogowymi) będzie gorsza, niż przy połączeniach zachodzących w całkowicie cyfrowym układzie wg rys.11. To pogorszenie jakości transmisji jest związane z dużą liczbą przemian, którym są poddawane sygnały rozmówne, transmitowane za pośrednictwem zestawu Krajowego, przedstawionego na rys.15.

5.2. Strefowe zestawy połączeniowe

Przyjmijmy, że istniejący pierwotnie zestaw strefowy (patrz rys.16) jest tworzony za pośrednictwem następujących central: miejscowej końcowej CM1, miejscowej głównej CG1, strefowej tranzytowej CST, miejscowej głównej CG2 oraz miejscowej końcowej CM2. Centrale te umożliwiają jednotorową przestrzenną komutację łączy międzycentralowych, zrealizowanych przewodowo w systemie naturalnym. Tłumienność odniesienia rozważanego zestawu połączeniowego nie spełnia ustalenia KPT, określonego wzorem (2),

a tłumienność strefowego zestawu tranzytowego CG1-CST-CG2 przekracza 12 dB.

5.2.1. Struktury zalecane

Na rys. 17 + 19 przedstawiono zalecane struktury rozpatrywanego zestawu połączeniowego w trzech kolejnych etapach jego przebudowy. W etapie I (rys.17) zastąpiono dotychczas istniejącą jednotorową centralę strefową tranzytową CST przez centralę cyfrową, jednocześnie realizując w systemie cyfrowym łącza międzycentralowe CST-CG1 i CST-CG2. W etapie II (rys.18) dotychczas istniejące jednotorowe centrale miejscowe główne CG1 i CG2 zastąpiono centralami cyfrowymi, jednocześnie realizując w systemie cyfrowym łącza międzycentralowe CG1-CM1 i CG2-CM2. W etapie III (rys.19) dotychczas istniejące jednotorowe centrale miejscowe końcowe CM1 i CM2 zastąpiono koncentratorami cyfrowymi, obejmującymi centralne zespoły sterujące CZS oraz moduły abonenckie MA.

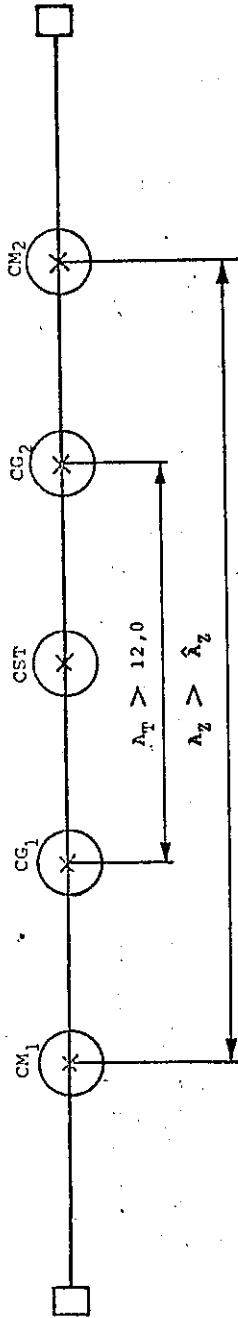
Należy zwrócić uwagę, że w rozważanym przypadku (tzn. gdy w układzie pierwotnym tłumienność $A_T > 12$ dB - patrz rys.16) I etap przebudowy strefowego zestawu tranzytowego, polegający na przejściu z układu wg rys.16 do układu wg rys.17, powinien nastąpić przed I etapem przebudowy zestawów krajowych, polegającym na przejściu z układu wg rys.8 do układu wg rys.9. W takim przypadku dopuszcza się również utworzenie cyfrowych zestawów pośredniczących w relacjach CK-CST-CG1 oraz CK-CST-CG2, szczególnie wówczas, gdy tłumienność łączy pośredniczących dotychczas istniejących w relacjach CK-CG1 oraz CK-CG2 przekracza 3,5 dB.

Na rys. 17, 18 i 19 podano również wymagania, dotyczące rozdziału tłumienności w kolejnych etapach przebudowy rozwiązanego zestawu połączeniowego. Górne granice tłumienności odniesienia łączy abonenckich central CM1 oraz CM2 w układach pokazanych na tych rysunkach są identyczne jak w odpowiednich układach wg rys.: 12 oraz 10 i 11.

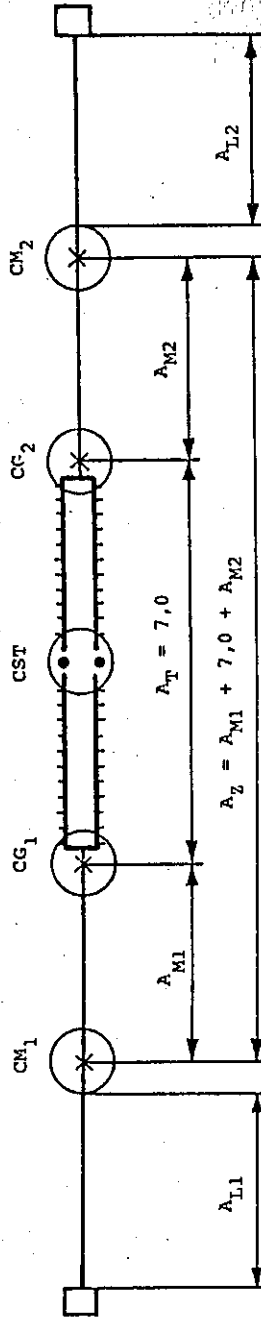
Efektom I etapu przebudowy rozwiązanego zestawu połączeniowego jest wzrost głośności rozmów przeprowadzanych między abonentami obu okręgów telefonicznych (z centralami głównymi CG1 oraz CG2). Wzrost ten jest tym większy, im większą tłumienność miał strefowy zestaw tranzytowy CG1-CST-CG2 w układzie przedstawionym na rys.16.

Efektom II etapu przebudowy (tzn. przejścia do układu wg rys.18) jest wzrost głośności rozmów telefonicznych między abonentami central CM1 i CM2 - tym większy, im większą tłumienność wykazywały łącza międzycentralowe CG1-CM1 i CG2-CM2 w poprzednim układzie (wg rys.17).

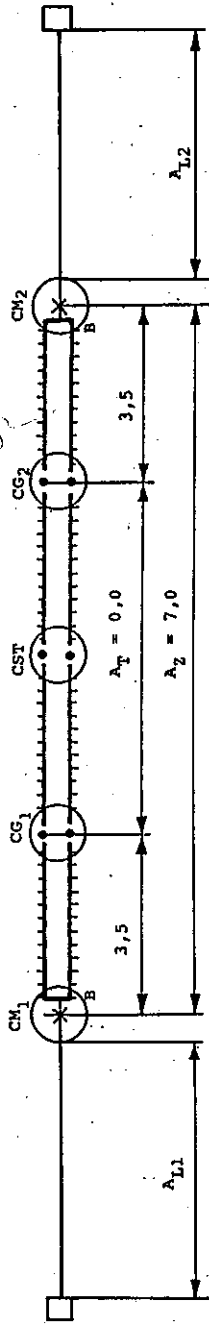
Efektom III etapu przebudowy (tzn. przejścia do układu wg rys.19) jest wzrost głośności rozmów telefonicznych prowadzonych przez abonentów zlokalizowanych na peryferiach obszarów obsługi central miejscowych końcowych CM1 i CM2. Należy podkreślić, że przedstawiony na rys.19 układ docelowy zapewnia optymalną jakość transmisji telefonicznej wszystkim abonentom obu okręgów telefonicznych (przy każdym połączeniu między dowolnymi centralami tłumienność odniesienia zestawu połączeniowego wynosi 7,0 dB).



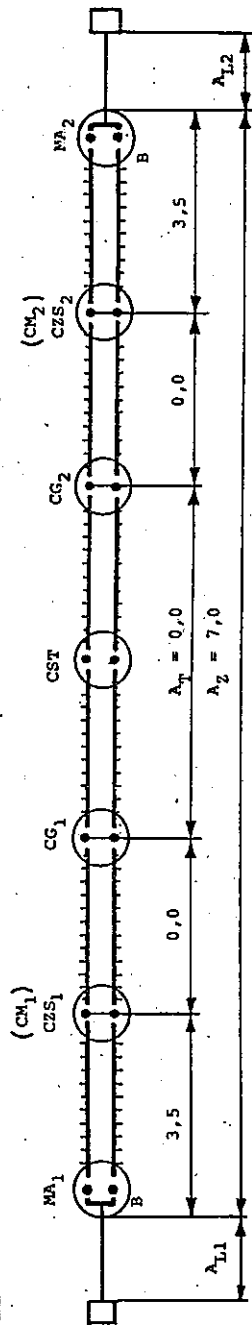
Rys. 16. Przykładowa struktura strefowego zestawu połączeniowego w stanie istniejącym



Rys. 17. Zalecana struktura i rozdział tłumienności /w dB/ w I etapie przebudowy strefowego zestawu połączeniowego z rys. 16 /układ przejściowy/



Rys. 18. Zalecana struktura i rozdział tłumienności /w dB/ w II etapie przebudowy strefowego zestawu połączeniowego z rys. 16 /układ przejściowy/



Rys. 19. Zalecana struktura i rozdział tłumienności /w dB/ w III etapie przebudowy strefowego zestawu połączeniowego z rys. 16 /układ docelowy/

5.2.2. Struktury dopuszczalne

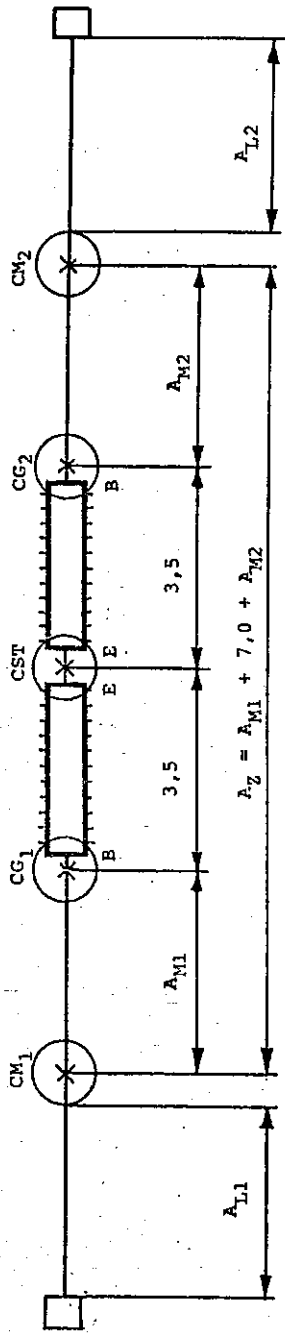
Na rys. 20 i 21 podano przykłady struktur dopuszczalnych (I rodzaju), które mogą przejściowo wystąpić w trakcie przebudowy strefowego zestawu połączeniowego z rys.16. Na rys.20 przedstawiono początkową fazę przebudowy rozważanego zestawu połączeniowego polegającą na wprowadzeniu cyfrowych systemów transmisyjnych w relacjach CST-CG1 i CST-CG2. Występujący w układzie wg rys.20 rozdział tłumienności jest analogiczny do istniejącego w układzie wg rys.17 (patrz pkt.5.2.1).

Następna faza przebudowy strefowego zestawu połączeniowego, pokazanego na rys.20 może prowadzić albo do układu wg rys.17, albo do układu wg rys.21. Ten ostatni wariant przebudowy polega na wprowadzeniu cyfrowych systemów transmisyjnych w relacjach CG1-CM1 oraz CG2-CM2. Należy zwrócić uwagę, że układ wg rys.21 koresponduje z układem wg rys.13 (patrz pkt.5.1.2).

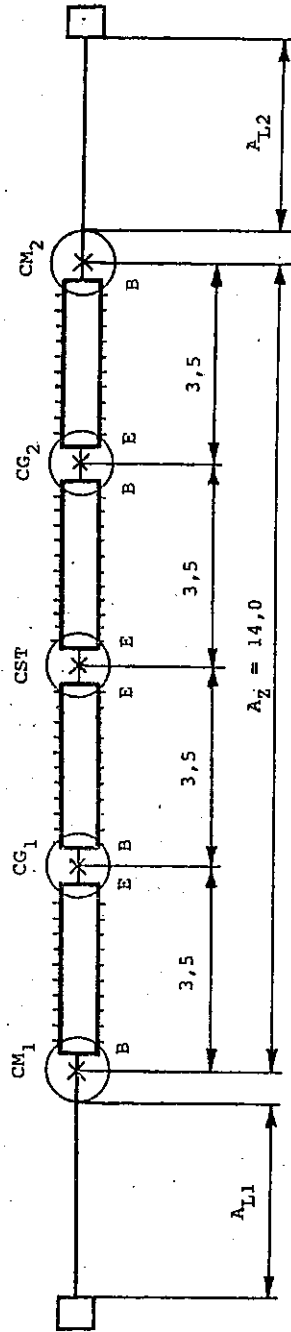
Dalsze fazy przebudowy strefowego zestawu połączeniowego, przedstawionego na rys.21 powinny polegać na przejściu najpierw do układu wg rys.18, a następnie do układu wg rys.19 (patrz pkt.5.2.1).

5.3. MIĘDZYMIASTOWE ZESTAWY POŁĄCZENIOWE

Przejdźmy z kolei do przykładów międzymiastowych zestawów połączeniowych. Jak to wyjaśniono w pkt.2.3 tego artykułu, zestawy takie składają się z dwóch zestawów pośredniczących i zawartego między nimi zestawu międzymiastowego (patrz rys.3). Struktury zestawów pośredniczących opisano w pkt.5.1; obecnie zajmiemy się strukturą i rozdziałem tłumienności w zestawach międzymiastowych.



Rys. 20. Dopuszczalna struktura i rozdział tłumienności /w dB/ w I fazie przebudowy strefowego zestawu połączeniowego z rys. 16 /układ przejściowy/

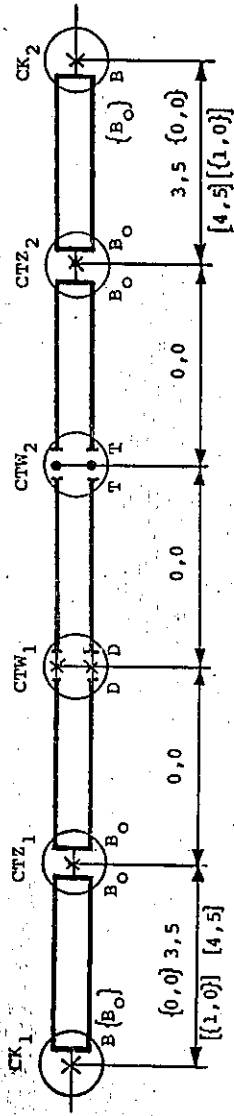


Rys. 21. Dopuszczalna struktura i rozdział tłumienności /w dB/ w II fazie przebudowy strefowego zestawu połączeniowego z rys. 16 /układ przejściowy/

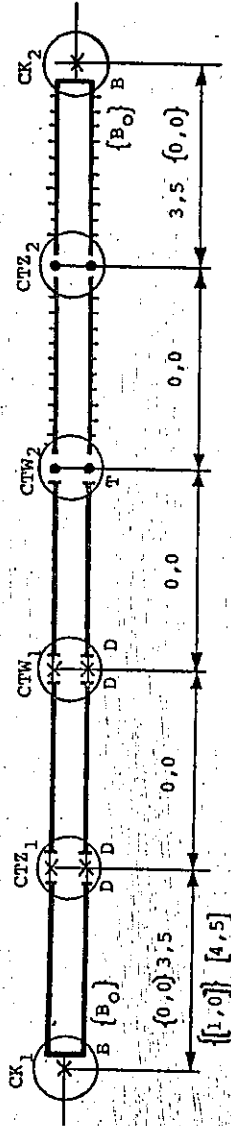
Przyjmijmy, że obecnie istniejący zestaw (rys.22) jest tworzony za pośrednictwem następujących 6 central międzymiastowych: końcowej CK1, tranzytowej zbiorczej CTZ1, tranzytowej węzłowej CTW1, tranzytowej węzłowej CTW2, tranzytowej zbiorczej CTZ2 oraz końcowej CK2. Wszystkie te centrale umożliwiają komutację łączy międzymiastowych, realizowanych w analogowych systemach nośnych; obie centrale węzłowe CTW1 i CTW2 komutują łącza dwutorowo, pozostałe centrale (zbiorcze i końcowe, ręczne) - jednotorowo. Rozważany zestaw ma największą, jeszcze dopuszczalną nawet w stanie docelowym rozbudowy sieci, liczbę ogniów (5 łączy międzymiastowych - por. pkt.2.3), a jego struktura jest dopuszczalna w okresie przejściowym (ze względu na istniejącą jednotorową komutację łączy w obu centralach zbiorczych CTZ, w rozważanym zestawie występują dopuszczalne 3 pętle sprzężenia zwrotnego).

Na rys.23 i 24 przedstawiono struktury rozpatrywanego zestawu międzymiastowego w dwóch kolejnych etapach jego przebudowy przy założeniu stosowania systemów mieszanych w sieci międzymiastowej: po jednej stronie będą stosowane analogowe systemy transmisyjne i centrale o przestrzennej komutacji, natomiast po drugiej stronie - cyfrowe systemy i centrale.

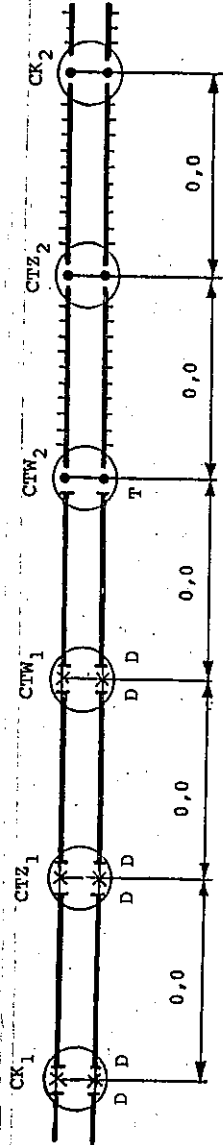
I etap przebudowy rozważanego zestawu polega na zastąpieniu istniejących jednotorowych central tranzytowych zbiorczych CTZ1 i CTZ2 centralami dwutorowymi. Zakłada się przy tym, że równocześnie z cyfrową centralą CTZ2 zostaną uruchomione cyfrowe systemy transmisyjne w relacjach CTZ2-CTW2 oraz CTZ2-CK2. Jak widać z rys.23, w zestawie międzymiastowym powstaje tylko 1 pętla sprzężenia zwrotnego.



Rys. 22. Przykładowa struktura i rozdział tłumienności /w dB/ istniejącego zestawu międzymiastowego o maksymalnej liczbie ogniw



Rys. 23. Struktura i rozdział tłumienności /w dB/ w I etapie przebudowy zestawu międzymiastowego z rys. 22 /układ przejściowy/



Rys. 24. Struktura i rozdział tłumienności /w dB/ w II etapie przebudowy zestawu międzymiastowego z rys. 22 /układ docelowy/

II etap przebudowy rozważanego zestawu (rys. 24) polega na zastąpieniu istniejących jednotorowych central końcowych CK1 i CK2 centralami o komutacji dwutorowej, dzięki czemu cały zestaw międzymiastowy staje się dwutorowy.

Rys. 22 ÷ 24 zawierają również wymagania, dotyczące rozdziału tłumienności w rozważanych zestawach; w przypadku gdy w relacjach CK1-CTZ1 oraz CK2-CTZ2 zastosowano łącza II klasy jakości (patrz tablica 3) - odpowiednie wartości tłumienności umieszczono w nawiasach kwadratowych: []. Natomiast w nawiasach klamrowych: { } podano wartości tłumienności łączy międzycentralowych CT-CK, w przypadku gdy w centrali CK jest dopuszczalne odtłumienie (patrz układy przedstawione na rys. 9 i 10, a opisane w pkt. 5.1.1).

Jednakże zdaniem autorów nie należy zalecać stosowania struktur zawierających centrale międzymiastowe o komutacji przestrzennej, ponieważ w dużym stopniu opóźniają one osiągnięcie stanu docelowego - pełnej cyfryzacji sieci - i to dla całej strefy należącej do obszaru obsługi danej centrali międzymiastowej. Warto przy tym zwrócić uwagę na potrzebę skorelowania w czasie cyfryzacji strefy z cyfryzacją centrali międzymiastowej (zastosowanie zespolonych central CG/CK).

5.4. Zakresy wartości tłumienności łańcuchów

Na zakończenie tego punktu zostaną jeszcze podane zakresy wartości nominalnych tłumienności odniesienia łańcuchów telefonicznych, zrealizowanych zgodnie z ustaleniami nowej wersji KPT.

W tablicy 4 zestawiono wartości tłumienności, które powinny występować przy połączeniach: strefowych, międzymiastowych oraz międzynarodowych. Wartości te określono na podstawie podanych w pkt.3.5 dopuszczalnych wartości tłumienności układów lokalnych (patrz tablica 1), a także wartości tłumienności zestawów połączeniowych, realizowanych w różnych systemach transmisyjnych. Przyjęto przy tym, że w przypadku połączeń międzynarodowych tłumienność zestawu łączy między dwiema skrajnymi centralami ICT wynosi od 0,5 do 3,0 dB, a tłumienność obu zestawów krajowych jest jednakowa i określona wzorem (1).

Tablica 4

Wartości nominalne tłumienności odniesienia
łańcuchów telefonicznych (wg ustaleń KPT-86)

Rodzaj połączeń:	Tłumienność A [dB] w przypadku zestawów połączeniowych realizowanych w systemach:	
	analogowych	cyfrowych
strefowe	-2 do +32 2)	+4 do +12 3)
międzymiastowe	+4 do +29 2)	+4 do +12 3)
międzynarodowe 1)	+4,5 do +32 2)	+4,5 do +15 4)

- UWAGI: 1) - wg zaleceń CCITT optimum wynosi +9 dB, wartość maksymalna - docelowo: +18 dB, a w najbliższym okresie: +35 dB,
2) - do +34 dB w okresie przejściowym,
3) - wartość średnia wynosi +8 dB,
4) - wartość średnia wynosi około +9 dB.

6. ZAKOŃCZENIE

Opracowana w latach 1985/86 nowa wersja ustaleń KPT stanowi znaczne udoskonalenie dotychczas obowiązującego, a zatwierdzonego w 1977 roku resortowego dokumentu normatywnego KPT-77. Tekst nowych ustaleń był wnikliwie analizowany i odpowiednio modyfikowany przez Zespół Redakcyjny, w którego skład wchodził oprócz autorów, przedstawiciele DST MŁ, ZST, GUTM, DOPiT oraz BSiPL. Należy dodać, że opierając się na ustaleniach KPT-86 przygotowano w 1987 roku nową wersję wytycznych projektowania sieci telefonicznej [17]. Z tych względów autorzy są przekonani, że znowelizowany dokument będzie znacznie lepiej spełniał oczekiwania przyszłych użytkowników, niż to miało miejsce w przypadku KPT-77.

WYKAZ LITERATURY

1. Brodowski A., Kowalski Z.: Krajowy Plan Transmisji dla polskiej sieci telefonicznej - Ustalenia. Ministerstwo Łączności. IL, Warszawa 1977.
2. Kowalski Z.: Przypisy do Krajowego Planu Transmisji dla polskiej sieci telefonicznej. Ministerstwo Łączności. IL, Warszawa 1977.
3. Kowalski Z., Palmowska K.: Krajowy Plan Transmisji dla polskiej sieci telefonicznej - Ustalenia. Zakład Sieci Telekomunikacyjnych IL, Warszawa 1986. Wyd. poprawione: 1987.
4. Kowalski Z.: Nowy rozkład tłumienności w polskiej sieci telefonicznej. Biuletyn Techniczny MŁ, nr 2, 1978.
5. Kowalski Z., Brodowski A.: Rozdział tłumienności w sieci telefonicznej przy połączeniach międzynarodowych. Przegląd Telekomunikacyjny, nr 6, 1981.
6. Kowalski Z.: Tłumienność odniesienia i jej zastosowanie przy projektowaniu sieci telefonicznej. Przegląd Telekomunikacyjny, nr 12, 1983.

7. Kowalski Z.: Szacowanie tłumienności niepupinizowanych torów Kablowych. Informator Projektanta Łączności, nr 2, 1983 (cz.1) oraz nr 4, 1983 (cz.11).
8. Kowalski Z.: Przypisy do Krajowego Planu Transmisji dla polskiej sieci telefonicznej (Projekt). Zakład Sieci Telekomunikacyjnych IŁ, Warszawa 1984.
9. Kowalski Z.: Aspekty tłumiennościowe projektowania sieci telefonicznej w obszarach miejscowych. Przegląd Telekomunikacyjny, nr 1, 1986.
10. CCITT: Księga Zielona, tom III (5 Zgromadzenie Plenarne - 1972). WKiŁ, Warszawa 1976. *)
11. CCITT: Orange Book, Vol.III (6 Plenary Assembly - 1976). ITU, Geneva 1977. *)
12. CCITT: Yellow Book, Vol.III (7 Plenary Assembly - 1980). ITU, Geneva 1981. *)
13. CCITT: Red Book, Vol.III (8 Plenary Assembly - 1984). ITU, Geneva 1985. *)
14. CCITT: Transmission Planning of Switched Telephone Networks. ITU, Geneva 1976.
15. Documents of the Seminar on Transmission Planning Aspects of Analogue-Digital Mixed Networks (Boglarlelle, May 1987). Central Administration of the Hungarian PTT.
16. Jajszyk A., Wozich L.: Cyfrowy koncentrator telefoniczny KN-100C. Przegląd Telekomunikacyjny, nr 5, 1987.
17. Waszczyński J.: Zastosowania Krajowego Planu Transmisji w projektowaniu sieci telefonicznych. Zakład Sieci Telekomunikacyjnych IŁ, Warszawa 1987.
18. Maliszewski J.: Zaktualizowana koncepcja krajowej sieci ACMM (projekt). Zakład Sieci Telekomunikacyjnych IŁ, Warszawa 1985.
19. Kamiński F., Trehciński J.: Metodyka i systematyka wprowadzania nowej techniki do sieci telekomunikacyjnych: Zasady i metody optymalnego przekształcania polskiej sieci telekomunikacyjnej z analogowymi węzłami i łączami w sieć cyfrową. Część I. Zakład Podstawowych Problemów Telekomunikacji IŁ, Warszawa 1987.
20. CCITT: Raport R-18 XII Komisji Studiów z r.1987.

*) Zalecenia: G.111 i G.121.

ISSN 0209-1046

