

Z KARTEK HISTORII – SYNCHRONIZACJA I DYSTRYBUCJA SYGNAŁU CZASU W POLSKIEJ SIECI TELEKOMUNIKACYJNEJ.

Spis treści:

1. Wstęp.
2. Zagadnienia synchronizacji.
 - 2.1. Niektóre definicje.
 - 2.2. Uwagi wstępne.
 - 2.3. Synchronizacja w sieci **PDH**.
 - 2.4. Synchronizacja w sieci **SDH**.
 - 2.5. Realizacja budowy nowej sieci synchronizacyjnej.
 - 2.6. Realizacja prac badawczo-rozwojowych z zakresu synchronizacji, które zostały wdrożone do eksploatacji.
 - 2.6.1. Prace badawczo-rozwojowe z zakresu synchronizacji, które umożliwiły rozpoznanie i rozwiązanie wielu problemów.
3. Realizacja prac z zakresu dystrybucji sygnału czasu.
4. Znaczące wydarzenia dotyczące zagadnień synchronizacji.
 - 4.1. Powołanie służb utrzymania częstotliwości i czasu – UCC.
 - 4.2. Organizacja szkoleń z zakresu synchronizacji.
 - 4.3. Organizacja Narad Technicznych służb UCC.
 - 4.4. Robocze Spotkania/Narady UCC.
5. Działalność specjalistów TPSA w zakresie zagadnień synchronizacji i dystrybucji sygnału czasu.
6. Dokumenty dotyczące zagadnień synchronizacji i dystrybucji sygnału czasu.
7. Podsumowanie.
8. Literatura.

.....

1. Wstęp.

Tematyka ta jest wysoce specjalizowana. Niniejszy opis nie dotyczy wyjaśnień „zasad działania systemów”. Wyjaśnienia tych „zasad” można znaleźć w dokumentach i literaturze (patrz pkt. nr. 6 i 8).

Opis dotyczy „powstania, przebiegu i rozwoju zdarzeń” związanych z zagadnieniami synchronizacji i dystrybucji sygnału czasu w polskiej sieci telekomunikacyjnej. Przedstawiono tylko wybrane definicje niektórych pojęć (pkt. nr. 2.1.).

Chronologicznie przedstawiono, wykazy wydanych dokumentów (pkt.

nr. 6.) oraz literatury (pkt. nr. 8.). Z chronologii wydania poszczególnych dokumentów oraz literatury – wynika proces powstania i historyczny rozwój – zagadnień synchronizacji oraz (w ostatnich latach) zagadnień dystrybucji sygnału czasu w polskiej sieci telekomunikacyjnej. Daty lub rok, w którym powstała lub zakończono daną pracę – są zakreślone kolorem żółtym i umieszczone w nawiasach kwadratowych.

2. Zgadnienia synchronizacji

2.1. Niektóre definicje.

- **„Pierwotny zegar odniesienia (PRC)”** – zegar, będący źródłem częstotliwości odniesienia dla innych zegarów, którego skala czasu jest koordynowana wyłącznie ze skalą UTC.
- **„Wtórne źródło sygnałów synchronizacji SSU”** – urządzenie wypełniające logiczną funkcję wyboru częstotliwości odniesienia, jej przetworzenia i dystrybucji, posiadające odpowiednie charakterystyki jakościowe.
- **„Zegar SEC”** – zegar urządzenia sieci SDH.
- **„Synchronizacja sieci”** – ogół przedsięwzięć zapewniających zadawalającą zgodność przebiegów taktowania wytwarzanych przez różne zegary sieci telekomunikacyjnej.
 - **„Zadawalająca zgodność** – oznacza taką zgodność taktów, przy której utrata informacji spowodowana przesunięciami czasowymi taktów mieści się w wyznaczonych granicach;
- **„Sieć synchronizacyjna”** – zbiór zegarów o odpowiednich charakterystykach np. SSU, oraz połączeń pomiędzy nimi. Sieć synchronizacyjna, w ogólności, nie tworzy żadnej fizycznie wydzielonej struktury. Jest natomiast jedną z warstw sieci telekomunikacyjnej i korzysta z jej fizycznych zasobów, szczególnie dla przenoszenia sygnałów synchronizacji.
- **„Łańcuch synchronizacji”** – aktywne połączenie węzłów i łączy dla transmisji sygnałów synchronizacji.
- **„Sygnał synchronizacji”** – sygnał wykorzystywany do synchronizowania fazy lub częstotliwości przebiegów generowanych w urządzeniach.

2.2. Uwagi wstępne.

Problemy synchronizacji pojawiły się już w PPiTT na początku lat osiemdziesiątych poprzedniego wieku, kiedy wprowadzano do sieci transmisyjnej analogowej systemy telefonii wielokrotnej **K1920**.

Wystąpił wtedy problem ze spełnieniem normy (5×10^{-8}) na stałość dobową częstotliwości układu generacyjnego, generatora systemu podstawowego. W związku z powyższym w Centralnym Laboratorium Telekomunikacji Międzymiastowej (**CLTM**) podjęto działania nad rozwiązaniem tego problemu. Instytut Łączności opracował zgodnie z wymaganiami eksploatacji, urządzenie częstotliwości wzorcowych, które zostało zainstalowane na Centralnej Stacji Telefonii Nośnej (**CSTN**) w Warszawie. Z urządzenia tego były przesyłane w sieci analogowej sygnały częstotliwości wzorcowych 300 KHz do różnych układów synchronizacji fazowej opracowanych przez **CLTM** i zainstalowanych w układach generacyjnych systemów **K-1920**, stosowanych głównie na magistralach kablowych południowej Polski.

Następnym ciekawym wydarzeniem w historii synchronizacji była sprawa zgłoszona w [1987 r.] do PPiTT przez agencję Chińską Sinhua, odnośnie problemów dotyczących jakości transmisji faksowych.

CLTM podjęło odpowiednie działania nad rozwiązaniem tego problemu, którego przyczyną była resynchronizacja na styku pomiędzy zegarem centrali **E-10A** (stałość częstotliwości 5×10^{-9}) a współpracującym zegarem krotnicy **TCK 30** (stałość częstotliwości 5×10^{-5}). Problem ten rozwiązano poprzez wprowadzenie do płyty zegara **P 520** krotnicy **TCK 30** układu synchronizacji fazowej.

2.3. Synchronizacja w sieci PDH

W sieciach transmisyjnych **PDH** w zasadzie nie występuje problem synchronizacji sieci, chociaż konieczna jest synchronizacja odbiornika z nadajnikiem oraz potrzebne jest fazowanie ramki urządzenia odbiorczego z ramką odbieraną.

Potrzeba synchronizacji występuje tylko w przypadku komutacji sygnałów cyfrowych w centralach cyfrowych i przełącznicach automatycznych sygnałów cyfrowych. Każdy system komutacyjny może pracować tylko z jednym określonym rytmem i w przypadku odbioru z jakiegoś traktu sygnału o innym taktowaniu, z którym nie może się zsynchronizować, następuje utrata lub powtórzenie informacji cyfrowych.

W centralach cyfrowych, gdy przesunięcie zawartości odbieranego sygnału wynosi jedna ramka powiększona o wartość rezerwy $\Delta T = 18 \mu s$ występuje poślizg kontrolowany, który powoduje utratę lub powtórzenie próbki we wszystkich kanałach czasowych w ramce. Wspomniana wyżej rezerwa ΔT rejestru wejściowego pozwala na unikanie poślizgu w przypadku przesuwania się odbieranej ramki w granicach $\pm \Delta T$.

W związku z wprowadzaniem na początku lat dziewięćdziesiątych do sieci telekomunikacyjnej central cyfrowych wystąpiła konieczność wprowadzenia synchronizacji do central cyfrowych, celem ograniczenia występowania poślizgów.

- W [1991 r.] została uruchomiona centrala międzynarodowa 5 ESS i podjęto w PPiTT działania mające na celu synchronizację tej centrali. W Warszawie wybudowano, kabel koncentryczny (6 torów 2,6/9,5 mm) pomiędzy Głównym Urzędem Miar (**GUM**) - ul. Elektoralna 2, a budynkiem Telekomunikacji przy ul. Nowogrodzkiej. Kablem tym były przesyłane sygnały częstotliwości wzorcowej 5 MHz z **GUM** do centrali międzynarodowej **5 ESS** dla potrzeb synchronizacji zegara tej centrali.
- W [1993 r.] podjęto w TP S.A. prace w celu przeprowadzenia synchronizacji centrali międzymiastowej **CEMA** w Warszawie i kilkunastu miejscowych central cyfrowych **S-12** węzła warszawskiego.
- W [1995 r.], zgodnie z dokumentem „Wytyczne Zarządu TP S.A. z dnia 7.12.1995 r. w sprawie wprowadzenia planu synchronizacji central cyfrowych TP S.A. na okres przejściowy” - podjęto działania związane z wprowadzeniem synchronizacji do **12 central międzymiastowych, tranzytowych EWSD**. Centralą nadrzędną z której rozprowadzony był sygnał synchronizacji w sieci **PDH** do **12 central tranzytowych** była centrala **CEMA** w Warszawie.

2.4. Synchronizacja w sieci SDH

Przed pojawieniem się systemów **SDH**, praktycznie jedynymi systemami wymagającymi synchronizacji były centrale cyfrowe. Przy ich synchronizacji sygnał z zegara klasy **PRC** był rozprowadzany do innych central za pomocą łączy **PDH**. Pojawienie się systemów synchronicznych **SDH** w istotny sposób zmieniło potrzeby synchronizacji oraz podejście do tego zagadnienia, przede wszystkim dlatego, że znacząca część procesów zachodzących w urządzeniach **SDH** odbywa się synchronicznie, w takt sygnałów dostarczanych przez wewnętrzne układy zegarowe **SEC** krotnicy **SDH**, a to oznaczało, że wszystkie układy **SEC** w sieci powinny być zsynchronizowane.

- W [1995 r.] podjęto w sieci TP S.A. prace związane z wprowadzeniem systemów **SDH**. W TP S.A.- CBR powstał projekt przejściowy „Plan synchronizacji sieci SDH i central międzymiastowych”.

Następnie po wybudowaniu sieci transmisyjnej **SDH**, opartej o systemy **NEC**, wprowadzono zarządzeniem nr 50 Prezesa Zarządu TP S.A. [z dnia 17 listopada 1997 r.] dokument „**Plan synchronizacji sieci telekomunikacyjnej TP S.A.**”.

Zgodnie z tym dokumentem zaplanowano budowę sieci synchronizacyjnej.

- W [1999 r.] została wybudowana w TPSA. sieć synchronizacyjna składająca się z Zegara Głównego Odniesienia (**ZGO**) klasy **PRC** zlokalizowanego w węźle „**Warszawa CTM**” oraz **13** wtórnych źródeł sygnałów synchronizacyjnych **SSU**, zlokalizowanych w różnych węzłach telekomunikacyjnych warstwy tranzytowej. Do węzła „**Warszawa CTM**” doprowadzony był również sygnał częstotliwości wzorcowej z **GUM**.

Dystrybucja sygnałów synchronizacyjnych z **ZGO** do urządzeń **SSU** zlokalizowanych w węzłach poza „**Warszawa CTM**” była realizowana poprzez sieć transmisyjną **SDH STM-16** firmy **NEC**.

- W [2002 r.] nastąpiła w płaszczyźnie tranzytowej rozbudowa sieci synchronizacyjnej o kolejne **9** urządzeń **SSU** w związku z rozbudową sieci międzystrefowej opartej o systemy transmisyjne **SDH** i trakty optyczne **DWDM**. Sygnały synchronizacyjne z **ZGO** do węzłów z urządzeniami **SSU** doprowadzone były poprzez sieć **SDH STM-16** firmy **NEC** oraz częściowo z wykorzystaniem pętli regionalnych, zbudowanych na bazie systemów **STM-16** firmy **Alcatel**.
- W końcu [2002 r.] do sieci warstwy lokalnej w Obszarach PS: Kraków, Tarnów, Rzeszów wprowadzono **5** urządzeń **SSU** w ramach prowadzonego zadania inwestycyjnego „Synchronizacja sieci w Regionie Kraków”.
- W [2004 r.] w ramach prowadzonego zadania inwestycyjnego „Wprowadzenie urządzeń synchronizacyjnych do warstwy lokalnej sieci” wprowadzono do sieci TP S.A. dodatkowo **33** urządzenia **SSU**.
- W [2007 r.] wprowadzono drugie urządzenie **SSU** dla węzła „**Warszawa CTM**”, ponieważ ilość wyjść dystrybucyjnych z urządzenia **SSU** została wyczerpana.
- Oprócz urządzeń **SSU** do sieci telekomunikacyjnej TP S.A. wprowadzono, głównie w mniejszych węzłach, dystrybutory sygnałów taktowania i synchronizacji. Dystrybutory były stosowane w przypadku, gdy ilość wyjść synchronizacyjnych z krotnic **SDH** była niewystarczająca dla zapewnienia

prawidłowej synchronizacji elementów sieciowych występujących węzle.

- W latach [od 2000r. do 2008 r.] wprowadzono do sieci TP S.A. około **450** dystrybutorów z firm: Politechnika Poznańska (około 90%); Oscilloquartz; Gillam.
- System zarządzania siecią synchronizacyjną zlokalizowany został w węźle „**Warszawa CTM**” i obejmował monitorowanie i zarządzanie pracą wszystkich urządzeń **SSU** oraz **ZGO**.
Komunikacja pomiędzy stacją roboczą systemu a poszczególnymi urządzeniami **SSU** odbywała się poprzez sieć korporacyjną. W poszczególnych węzłach z urządzeniami **SSU** znajdowały się lokalne systemy nadzoru.
- Nadzór dystrybutorów sygnałów taktowania i synchronizacji był realizowany poprzez wyprowadzenie sygnalizacji alarmowej z dystrybutora do wejścia utrzymaniowego krotnicy **SDH**, a następnie do systemu zarządzania krotnicami **SDH**.

2.5. Realizacja budowy nowej sieci synchronizacyjnej

W [2008 r.] podjęto realizację projektu inwestycyjnego „Budowa sieci ASON (Automatyczna komutowana sieć optyczna)”.

Celem projektu była optymalizacja zasobów w perspektywie realizacji projektów planowanych na najbliższe lata. W **20-tu** węzłach nowobudowanej sieci zostały wprowadzone urządzenia **1678 MCC** firmy Alcatel – Lucent.

Założeniem projektu była likwidacja pierścieni tranzytowych **Alcatel 1660 i NEC 2500**.

W związku z powyższym została zmieniona struktura istniejącej sieci synchronizacyjnej. Przez likwidację w/w pierścieni tranzytowych została zmniejszona liczba referencji wejściowych do urządzeń **SSU** i w związku z powyższym został wprowadzony do sieci drugi zegar klasy **PRC** w węźle „Warszawa/SA5”, aby prawidłowo zabezpieczyć synchronizację nowo budowanej sieci synchronizacyjnej.

2.6. Realizacja prac badawczo – rozwojowych z zakresu synchronizacji, które zostały wdrożone do eksploatacji

W wyniku tych prac zostały wprowadzone do eksploatacji urządzenia i sprzęt pomiarowy opracowany przez Politechnikę Poznańską:

- W [1992 r.] opracowano prototyp miernika błędu przedziału czasu z funkcją szybkiej komparacji częstotliwości.

- W [1995 r.] wprowadzono do sieci TPSA, w ramach serii pilotażowej, wielokanałowe mierniki błędu przedziału czasu w konfiguracji maksymalnej (cztery kanały pomiarowe) pod nazwą system pomiarowy **SP-2000** oraz **sondy PDH** (2Mbit/s), i **sondy SDH** (STM-1).
- W [1997 r.] opracowano wzorzec czasu i częstotliwości synchronizowany sygnałami **GPS**.
- W [2000 r.] opracowano dystrybutor sygnałów taktowania i synchronizacji.
- W latach: [2001–2002], firma Alcatel w ramach umowy ramowej z TP S.A. wprowadziła **105** dystrybutorów dla potrzeb synchronizacji **105-ciu** central **S-12**.
- W [2001 r.] opracowano wielokanałowy miernik błędu przedziału czasu w konfiguracji maksymalnej (cztery kanały pomiarowe) pod nazwą system pomiarowy **SP-3000** z wzorcem rubidowym.
- Podstawą wprowadzenia do sieci TPS.A. systemów pomiarowych i wzorców czasu i częstotliwości było Zarządzenie nr 48 Dyrektora TP S.A. ds. Eksploatacji i Rozwoju Technicznego z dnia 26.06.1998 r. w sprawie wprowadzenia „Wymagań technicznych na miernik błędu przedziału czasu” oraz „Wymagań technicznych na źródło sygnału referencyjnego sterowane sygnałami globalnego systemu pozycyjnego **GPS**.”
- Dotychczas do sieci TP S.A. wprowadzono ogółem:
 - **14** systemów pomiarowych **SP-2000**,
 - **14** systemów pomiarowych **SP-3000**,
 - **28** wzorców czasu i częstotliwości synchronizowanych sygnałami **GPS**,
 - około **130** sond pomiarowych różnego rodzaju,

2.6.1. Prace badawczo- rozwojowe z zakresu synchronizacji, które umożliwiły rozpoznanie i rozwiązanie wielu problemów:

- Opracowanie metod kontroli poprawności synchronizacji central poprzez dokumentowanie liczby poślizgów kontrolowanych oraz opracowanie dla służb utrzymaniowych wytycznych do instrukcji wskazujących sposób wykorzystania tych metod.

- Wyjaśnienie problemów związanych z synchronizacją wyniesionych modułów centralowych **RSU** z macierzystą centralą (HOST) **S-12**, przy stosowaniu systemów transmisyjnych **SDH**.
- Badanie jakości sygnałów taktowania (MTIE, TDEV) centrali **E-10 A**, przy synchronizacji centrali sygnałem 2,048 MHz wydzielonym z sieci **SDH** z wykorzystaniem nowo opracowanego modułu synchronizacyjnego centrali.
- Opracowanie oprogramowania uzupełniającego dla central systemu **EWSD**, umożliwiającego uzyskanie zbiorczych danych o liczbie poślizgów kontrolowanych występujących w traktach międzycentralowych 2 Mbit/s na skutek niewłaściwej synchronizacji.
- Zbadanie możliwości przenoszenia sygnałów synchronizacyjnych za pośrednictwem sieci transmisyjnej **SDH** pracującej poprzez systemy **DWDM**.
- Rozpoznanie poprawności synchronizacji urządzeń stacjonarnych systemów dostępowych w sieci TP S.A.

3. Realizacja prac z zakresu dystrybucji sygnału czasu

Od [1999 r], w TP S.A. podjęto wiele prac dotyczących zagadnień dystrybucji sygnału czasu. Były to prace badawczo-rozwojowe zarówno teoretyczne, jak i praktyczne.

Z prac teoretycznych zostały zrealizowane między innymi:

- Nowe techniki dystrybucji sygnałów czasu i ich wykorzystanie do synchronizacji częstotliwości zegarów oraz znaczenie tych technik dla jakości pracy sieci szerokopasmowej **B-ISDN**.
- Wykorzystanie synchronizowanej sieci telekomunikacyjnej do dystrybucji sygnałów czasu dla różnych użytkowników (operatorów).
- Ekspertyza zapotrzebowania na sygnały czasu w sieciach telekomunikacyjnych krajowych operatorów i ważniejszych działów gospodarki narodowej.

Z prac praktycznych należy zwrócić uwagę na następujące prace:

- Taktowanie i nastawianie skali czasu zegarynek ETC-1067, usytuowanych w **CRT** w Warszawie.
W ramach w/w. pracy wykonano dwa moduły układów taktowania i nastawiania skali czasu zegarynek **ETC** –

-**1067**, zainstalowanych na obiekcie **CEMA-2**.

Informacja o czasie z w/w zegarynek była rozprowadzana po łączach telefonicznych w sieci telekomunikacyjnej TP S.A. do większości węzłów telekomunikacyjnych.

- Sieć pilotażowa dla transferu sygnałów czasu do wybranych węzłów tranzytowych sieci telekomunikacyjnej TP S.A. (praca jednak nie została wdrożona do eksploatacji).
- W [2005 r.] na podstawie opracowanej i przyjętej przez CBR koncepcji dystrybucji sygnału czasu podjęto w TP S.A. realizację projektu inwestycyjnego „System dystrybucji sygnału czasu w sieci korporacyjnej i internetowej”.

W wyniku realizacji projektu została wybudowana sieć dystrybucji sygnału czasu oparta o zegary atomowe i sieciowe serwery czasu. Dystrybucja sygnału czasu do klienta była realizowana za pomocą powszechnie używanego protokołu sieciowego **NTP** (Network Time Protocol). System realizował i dostarczał czas zgodny z **UTC(PL)**, który stanowi urzędową polską skalę czasu.

Pierwotne źródło czasu (**Stratum 0**) w systemie stanowiły zegary atomowe, rozmieszczone w dwóch lokalizacjach w Warszawie (CBR – ul. Obrzeźna 7 i Pion Sieci – **ZGO** – ul. Nowogrodzka 45).

Sygnały czasu z w/w zegarów atomowych doprowadzone były, w każdej lokalizacji, do trzech serwerów czasu (dwa pracowały w sieci korporacyjnej a jeden w sieci internetowej).

- Para serwerów (ntp1-cbr, ntp1-zgo) była przeznaczona do obsługi „zapytań ntp” dla wszystkich urządzeń teleinformatycznych pracujących w sieci korporacyjnej.
- Para serwerów (ntp2-cbr, ntp2-zgo) była dedykowana do obsługi zapytań terminali przy centralach telefonicznych. W ten sposób zapewniono redundancję usługi i zabezpieczono usługę przed przeciążeniem.

4. Znaczące wydarzenia dotyczące zagadnień synchronizacji

4.1. Powołanie służb utrzymania częstotliwości i czasu - UCC

Powołanie UCC wprowadzono [22.10.1996 r.] Uchwałą nr 136/96 Zarządu TPS.A.);

4.2 Organizacja szkoleń z zakresu synchronizacji:

- a) **dla służb utrzymania częstotliwości i czasu;** [15/04.1998r.]; szkolenie obejmowało część teoretyczną i część praktyczną w zakresie pomiarów przy użyciu systemów pomiarowych **SP- 2000**;
- b) dla osób zajmujących się opracowywaniem projektów synchronizacji w Zakładach Telekomunikacji; szkolenie odbyło się ([w drugiej połowie czerwca 1999 r]);
- c) **„Wprowadzanie synchronizacji do central systemów EWSD, 5ESS, S-12 przy współpracy z systemem SDH firmy NEC”**, szkolenie praktyczne prowadzone w CBR na makietach ww. systemów ([w drugiej połowie listopada 1999 r.]);
- d) **„Badania i pomiary systemu SDH przy współpracy z urządzeniem SSU w zakresie synchronizacji”**; szkolenie praktyczne, prowadzone na makietach sprzętu **SDH** firm Alcatel, Lucent Technologies, Siemens ([w drugiej połowie listopada i pierwszej połowie grudnia 2000 r]);

4.3. Organizacja Narad Technicznych służb UCC.

- **I Narada Służb UCC** - (Kazimierz Dolny – [11 - 12.01. 1999 r.]);
- **II Narada Służb UCC** – (Pieczyska – [19 - 21.06. 2000 r.]);
- **III Narada Służb UCC** – (Piaski k/Ruciane Nida – [29 - 31.05 2001 r.]);
- **IV Narada Służb UCC-Serock** – [21 - 22.10. 2002 r.];

4.4. Roczne „Spotkania /Narady UCC.

Miały charakter roboczy. Organizowano je jako ogólnopolskie oraz jako lokalne. Prezentowano referaty problemowe oraz dyskusje w sprawach technicznie ważnych i pilnych.

5. Działalność specjalistów TPSA w zakresie zagadnień synchronizacji i dystrybucji sygnału czasu.

Specjalistów (a tym bardziej ekspertów) z tej dziedziny telekomunikacji było zawsze (z różnych przyczyn), bardzo mało. Byli oni usytuowani w różnych miejscach w kraju i pracowali w różnych instytucjach. Całokształt spraw i ich koordynację prowadziło kilku ekspertów z Dyrekcji Spółki

TPS.A. i Centrum Badawczo-Rozwojowego. Eksperci Ci zajmowali się szerokim wachlarzem zagadnień dotyczącym ww. tematyki, a mianowicie:

- współpracą ze służbami **UCC** i innymi, zainteresowanymi służbami eksploatacyjnymi;
- współpracą z komórkami inwestycji;
- współpracą z ekspertami z: Instytutu Łączności, Politechniki Poznańskiej i Warszawskiej;
- współpracą z producentami sprzętu telekomunikacyjnego, w tym między innymi komutacyjnego: **ALCATEL (S12 i E10B)**; **Lucent Technologies (5ESS)**; **DGT- Gdańsk**; **Siemens (EWSD)**;
- nadzorowali i brali udział w opracowywaniu projektów dokumentów normatywnych (normy, wytyczne, instrukcje, WTE,);
- nadzór lub współudział we wszelkiego rodzaju Komisjach (np.: odbiorczych prac badawczo-rozwojowych; przetargowych; odbiorczych projektów inwestycyjnych; kontroli i oceny jakości; spraw problemowych itp.);
- planowaniem rozwoju oraz modernizacji (konceptcje; prognozy; plany wieloletnie; plany inwestycyjne);
- opiniowaniem dokumentów normatywnych i inwestycyjnych;

6. Dokumenty dotyczące zagadnień synchronizacji i dystrybucji sygnału czasu

- 6.1. **„Plan synchronizacji sieci SDH i central międzymiastowych”**- TPSA – CBR/[1995] „Projekt”;
- 6.2. **„Wytyczne Zarządu TP S.A. [z dnia 7.12.1995 r.] w sprawie wprowadzenia planu synchronizacji central cyfrowych TP S.A. na okres przejściowy”**;
- 6.3. **„Zasady organizacji służby utrzymania częstotliwości i czasu”** - Uchwała nr 136/96 Zarządu TP S.A. [z dnia 22.10.1996 r.] powołująca w 13 węzłach transmisyjnych Służby utrzymania częstotliwości i czasu - **UCC**;
- 6.4. **„Plan synchronizacji sieci telekomunikacyjnej TP S.A.”**, wprowadzony zarządzeniem nr 50 Prezesa Zarządu TP S.A. [z dnia 17 listopada 1997 r.]
- 6.5. **„Utrzymanie sieci synchronizacyjnej”** - Instrukcja TK-18 wprowadzona zarządzeniem nr 16 Dyrektora TP S.A. ds. Eksploatacji i Rozwoju Technicznego [z dnia 27 kwietnia 1998 r.]
- 6.6. **„Wymagań technicznych na miernik błędu przedziału czasu”**
Zarządzenie nr 48 Dyrektora TP S.A. ds. Eksploatacji i Rozwoju

- Technicznego [z dnia 26.06.1998 r.];
- 6.7. **„Wymagań technicznych na źródło sygnału referencyjnego sterowane sygnałami globalnego systemu pozycyjnego GPS”**. Zarządzenie nr 48 Dyrektora TP S.A. ds. Eksploatacji i Rozwoju Technicznego [z dnia 26.06.1998 r.];
- 6.8. **Wprowadzenie do sieci TP S.A. systemów pomiarowych SP-2000 i źródeł sygnału referencyjnego sterowanych sygnałami globalnego systemu pozycyjnego GPS** (Zarządzenie nr 48 Dyrektora TP S.A. ds. Eksploatacji i Rozwoju Technicznego – T. Grucy [z dnia 26.06.1998 r.]);
- 6.9. **„Zasady organizacji służby utrzymania częstotliwości i czasu oraz jej współpracy z jednostkami organizacyjnymi i służbami eksploatacyjnymi TP S.A.”** Zarządzenie nr 208 Dyrektora TP S.A. ds. Eksploatacji i Rozwoju Technicznego [z dnia 15.09.1999 r.];
- 6.10. **„Warunki techniczne na standardowe punkty styku pomiędzy siecią PSTN/ISDN TPSA a sieciami innych operatorów”** – Zarz. Nr. 83. Dyr.TPSA ds. Eksploatacji Rozwoju Technicznego Tadeusza Grucy [z dnia 28.04.2000 r.];
- 6.11. **„Nowelizacja Planu synchronizacji sieci SDH i central międzymiastowych”**;
- 6.12. **„Zasady organizacji utrzymania częstotliwości i czasu”** wprowadzone do zadań organizacyjnych Obszarów Pionu Sieci i Ośrodków Sieci Dalekosiężnej pismem nr SDU/K-618/TP/01/2118 [z dnia 02.10.2001 r.] Dyrektora Pionu Sieci TP S.A. Tadeusza Grucy oraz do zadań komórek centralnych przy współpracy z Działem Wspomagania Zarządzania w Dyrekcji Pionu Sieci;
- 6.13. **„Plan synchronizacji sieci telekomunikacyjnej TP S.A. – wydanie drugie”**, wprowadzony zarządzeniem nr S-23 Dyrektora Pionu Sieci TP S.A. [z dnia 21 lutego 2001 r.] wraz ze zmianami wprowadzonymi zarządzeniem nr S-91 Dyrektora Pionu Sieci TP S.A. [z dnia 21 sierpnia 2001 r.];
- 6.14. **„Utrzymanie synchronizacji w centralach systemów: S-12, E-10B, EWSD, 5ESS i DGT, stosowanych w TP S.A.”** - Instrukcja SK-24 wprowadzona zarządzeniem nr S-109 Dyrektora Pionu Sieci TP S.A. [z dnia 21 grudnia 2001 r.];
- 6.15. **„Utrzymanie sieci synchronizacyjnej i sieci dystrybucji sygnału czasu”** - Instrukcja SK-25 wprowadzona zarządzeniem nr S-2 Dyrektora Pionu Sieci TP S.A. [z dnia 15 stycznia 2002 r.];
- 6.16. **„Wymagania techniczno – eksploatacyjne dotyczące synchronizacji sieci telekomunikacyjnej”** – WTE - Zarządzenie Dyrektora Pionu

Sieci TPSA - Tadeusza Grucy [z dnia 13.05.2003 r.]; Podstawowy dokument normatywny (52 stron formatu A4.);

- 6.17. **„Wymagania Techniczno – eksploatacyjne dla systemów SDH”** -. Zarządzenie Nr. 12. Dyrektora Pionu Sieci TPSA - Tadeusza Grucy [z dnia 28.01.2003 r.];

6. Podsumowanie

Zagadnienia synchronizacji i dystrybucji sygnału czasu w historii rozwoju telekomunikacji, jak również i obecnie - odgrywają znaczącą rolę.

Zapewnienia właściwej jakości świadczonych różnego rodzaju usług, synchronizacji i poprawnego czasu wymagają: systemy komutacyjne, systemy transmisyjne, sieci ATM, sieci komórkowe, sieci dostępne, itp.

Mimo integracji różnych technik i usług, zagadnienia synchronizacji i dystrybucji sygnału czasu mają i będą miały istotny wpływ na jakość świadczonych usług w nowoczesnej telekomunikacji i teleinformatyce.

W związku z powyższym specjaliści zajmujący się tą tematyką powinni śledzić jej rozwój i wprowadzać nowoczesne rozwiązania.

8. Literatura:

- 8.1. **„Problemy synchronizacji telekomunikacyjnej sieci cyfrowej”**- Andrzej Dobrogowski.; Mieczysław Jessa.; Tom A.; Krajowe Sympozjum Telekomunikacji – Bydgoszcz – [1994 r.];
- 8.2. TPSA - CBR **„Plan synchronizacji sieci SDH i central międzymiastowych”** – projekt [1995 r.];
- 8.3. **„Taktowanie i synchronizacja w multiplekserach SDH”**- Andrzej Dobrogowski; Przegląd Telekomunikacyjny i Wiadomości Telekomunikacyjne. Nr.10/[1995 r.];
- 8.4. **„Synchronizacja sieci Telekomunikacji Polskiej”** Tadeusz Pawszak; Tadeusz Zagrobelny - Przegląd Telekomunikacyjny i Wiadomości Telekomunikacyjne Nr.11/[1996 r.];
- 8.5. **„Zarządzanie synchronizacją sieci telekomunikacyjnej”** Andrzej Dobrogowski; Mieczysław Jessa; Przegląd Telekomunikacyjny Nr.1/[1997 r.];
- 8.6. **„Odtwarzanie taktu z zastosowaniem interpolacji”** Dobrogowski A.; Kasznia M. – Przegląd Telekomunikacyjny i Wiadomości Telekomunikacyjne Nr. 4./[1997 r.];
- 8.7. **„Podstawy pomiarów parametrów sygnałów i urządzeń synchronizacji sieci telekomunikacyjnej”** Dobrogowski A.; Jessa

- M.;Kasznia M.;- Przegląd Telekomunikacyjny i Wiadomości Telekomunikacyjne Nr. 6./[1997 r.];
- 8.8. **„Synchronizacja sieci telekomunikacyjnej”** Dobrogowski A.; Jessa M.; Kasznia M.; Lange K.; Wolf M. - Przegląd Telekomunikacyjny i Wiadomości Telekomunikacyjne Nr. 6./[1997 r.];
- 8.9. **Zalecenia ITU-R TF. 686-1: „Glossary”** [1997 r.];
- 8.10. **„Sieć synchronizacyjna”** Andrzej Dobrogowski; INFOTEL – Telekomunikacja wczoraj, dziś i jutro – Nr.2./[1998 r]; artykuł str.11/16;
- 8.11. **„Synchronizacja sieci telekomunikacyjnej”** Jerzy Miłek, Artur Naturski, Tadeusz Pawszak, Tadeusz Zagrobelny; Artykuł – Przegląd Telekomunikacyjny Nr.11/[2001 r.];
- 8.12. **Zalecenia ITU-T (G.703; G.704; G.707/1996; G.781/1999; G.803/2000;G.811; G.812;G.813;G.462; EN 55022;EN 50081; EN 50082) oraz: ETS DE/TM -3017-3-03/06.1994; ETS 300 462-3/01.1997; EN 300 417-6 i EN 300 462-5;**
- 8.13. **„Problemy synchronizacji w sieci Telekomunikacji Polskiej”** Tadeusz Pawszak; Referat na Krajowe Sympozjum Telekomunikacji w Bydgoszczy /[wrzesień 2003 r.];

8.14 Polskie normy:

- PN-EN 55022:2000,**„Kompatybilność elektromagnetyczna (EMC). Urządzenia informatyczne. Charakterystyki zaburzeń radioelektrycznych”;**
- PN-EN 61000-6-3: 2002U –**„Kompatybilność elektromagnetyczna (EMC). Normy ogólne. Wymagania dotyczące emisyjności w środowisku mieszanym, handlowym lekko uprzemysłowionym”;**
- PN-EN 61000-6-1:2002U - –**„Kompatybilność elektromagnetyczna (EMC). Normy ogólne. Wymagania dotyczące odporności w środowisku mieszanym, handlowym lekko uprzemysłowionym”;**

Opracował:

Eugeniusz Gołębiewski;

Warszawa 18.03.2009 r.