



## Koncepcja operatorskiego centrum zarządzania telekomunikacyjnej sieci resortowej

MIROŚLAW SIERGIEJCZYK

Politechnika Warszawska, Wydział Transportu, Zakład Telekomunikacji w Transporcie,  
00-662 Warszawa, ul. Koszykowa 75

**Streszczenie.** W pracy przedstawiono założenia i wymagania techniczne kompleksowego informatycznego systemu wspomaganie operatora telekomunikacyjnej sieci resortowej. Dokonano analizy podstawowych procesów, funkcji i zasad zarządzania systemem zarządzania siecią Telekomunikacji Kolejowej w aspekcie sprawnego, efektywnego i spójnego zarządzania procesami wewnątrz struktury organizacyjnej Telekomunikacji Kolejowej oraz zarządzania siecią telekomunikacyjną tego operatora. Przedstawiono koncepcję centrum zarządzania siecią dla Telekomunikacji Kolejowej. W koncepcji szczególną uwagę zwrócono na opis struktury organizacyjnej NMC (*Network Management Center*) z podziałem według zakresu odpowiedzialności oraz podano przykłady procesów wspomagających działalność operacyjną operatora.

**Słowa kluczowe:** telekomunikacja, sieć resortowa, zarządzanie, procesy, wspomaganie, operator

### 1. Wprowadzenie

Postępująca liberalizacja rynku telekomunikacyjnego wymusza na operatorach telekomunikacyjnych takie działania, które przyczynią się do zapewnienia jak najwyższej jakości oferowanych usług, zarówno przy bezpośredniej obsłudze klienta jak i w zakresie technicznych parametrów usługi. Jednym z takich działań jest wdrożenie nowoczesnego systemu zarządzania, który sprawi, że proces obsługi klienta w każdej jego fazie będzie na odpowiednio wysokim poziomie, konkurującym z poziomem usług oferowanych przez innych operatorów (dostawców usług). Wdrożony system zarządzania powinien być systemem kompleksowym, uwzględniającym i integrującym wszystkie istotne procesy biznesowe i sieciowe.

Telekomunikacja Kolejowa (TK) posiada sieć, która oferuje i będzie oferowała klientom dość dużą różnorodność technologii i usług. System zarządzania dla Telekomunikacji Kolejowej powinien być systemem otwartym, tzn. niezależnym od stosowanych i nowo wdrażanych technologii i usług. Jednocześnie system powinien spełniać następujące wymagania funkcjonalne [8]:

- a) być zorientowany na współpracę z klientem;
- b) dostarczać usługę spełniającą oczekiwania klientów;
- c) powodować przyrost zysków TK poprzez przyjęcie inteligentnej taktyki cenowej i zarządzania ryzykiem;
- d) wzbudzać zaufanie i lojalność klientów;
- e) optymalizować zasoby sieciowe;
- f) zredukować koszty eksploatacji sieci.

System zarządzania telekomunikacją jest systemem złożonym, obejmującym wiele płaszczyzn zarządzania. Telekomunikacja Kolejowa powinna wykorzystać doświadczenia renomowanych dostawców systemów zarządzania (Alcatel, Siemens, DGT, Cisco i in.) oraz aktualne osiągnięcia normalizacyjne w tym zakresie. System zarządzania dla Telekomunikacji Kolejowej powinien być więc systemem, który uwzględni i zintegruje [1, 4]:

- a) zarządzanie polityką firmy obejmujące — przy podejmowaniu decyzji — trzy rodzaje zarządzania: zarządzanie strategiczne (jednostka czasu: lata), zarządzanie taktyczne (jednostka czasu: miesiące) i zarządzanie operacyjne (jednostka czasu: dni, godziny);
- b) zarządzanie telekomunikacją zbudowane na modelu warstwowym i obejmujące zarządzanie: elementami sieci, siecią, usługami i biznesem;
- c) zarządzanie siecią oparte na pięciu funkcjonalnych obszarach zarządzania: uszkodzeniami, konfiguracją, rozliczeniami, wydajnością i bezpieczeństwem;
- d) zarządzanie procesami wewnątrzfirmowymi (biznesowymi i sieciowymi) obejmujące: sprzedaż, obsługę zamówienia, obsługę problemu, zarządzanie QoS (*Quality of Service*) klienta, fakturowanie i inkaso, planowanie rozwoju usługi, konfigurację usługi, zarządzanie problemem usługi, zarządzanie jakością usługi, taryfy i rabaty, planowanie rozwoju sieci, uruchomienie sieci, zarządzanie majątkiem sieci, utrzymanie i restaurację sieci oraz zarządzanie danymi sieciowymi [11].

Głównymi parametrami sieci Telekomunikacji Kolejowej, które muszą być poruszone i opisane w koncepcji wdrożenia systemu wspomagania eksploatacji, i które następnie posłużą jako dane wejściowe do projektu, są między innymi: świadczone usługi, ilość abonentów, infrastruktura sieciowa, wykorzystywane technologie sieciowe, architektura sieci/przedsiębiorstwa itp. Telekomunikacja Kolejowa Sp. z o.o. jest publicznym operatorem telekomunikacyjnym i dostawcą kompleksowych usług łączności i transmisji danych wykorzystywanych do zarządzania w spółkach

Grupy PKP oraz zarządzania, kierowania i sterowania ruchem pociągów. Spółka świadczy też nowoczesne usługi telekomunikacyjne również dla innych klientów instytucjonalnych i indywidualnych [8, 9].

## 2. Charakterystyka sieci szkieletowej telekomunikacji kolejowej

Telekomunikacja Kolejowa Sp. z o.o. jest publicznym operatorem telekomunikacyjnym i dostawcą kompleksowych usług łączności i transmisji danych, w szczególności wykorzystywanych do zarządzania, kierowania i sterowania ruchem pociągów. Ze względu na możliwości jak i zapewnienie bezpieczeństwa przesyłanych informacji Spółka jest jedną z dwóch firm telekomunikacyjnych w Polsce zakwalifikowanych i wpisanych przez Radę Ministrów do rejestru przedsiębiorstw o szczególnym znaczeniu gospodarczo-obronnym [15].

Obecnie sieć kablowa Telekomunikacji Kolejowej ma 28 000 km długości i swoim zasięgiem obejmuje obszar całego kraju. Sieć teletransmisyjna, oparta na najnowocześniejszych systemach DWDM (*Dense Wavelength Division Multiplexing*) i SDH (*Synchronous Digital Hierarchy*), należy do najbardziej rozległych terytorialnie sieci transmisji danych w Polsce o ogromnym potencjale przepustowości. Telekomunikacja Kolejowa zarządza ogólnopolskimi sieciami telekomunikacyjnymi [14]:

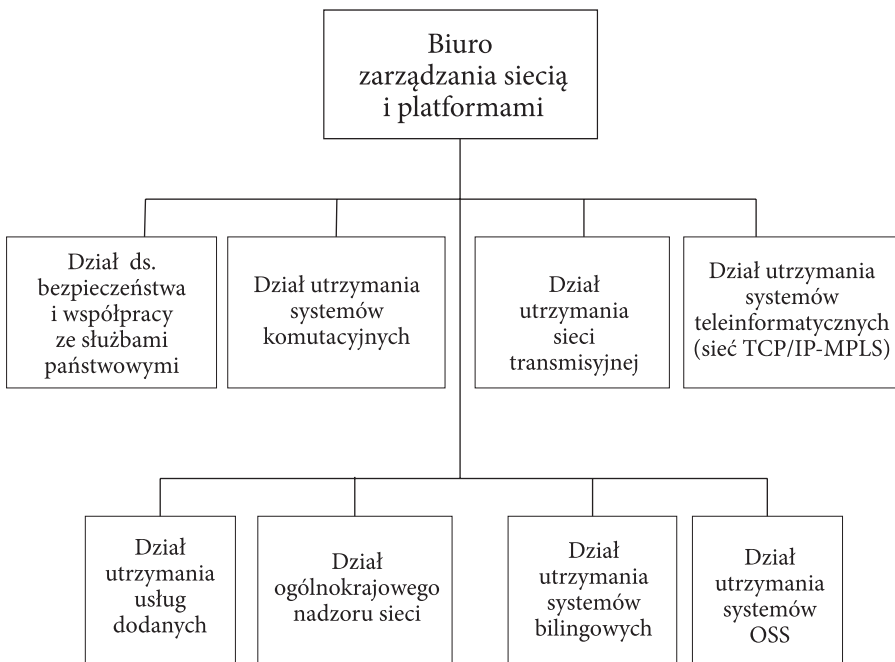
- siecią kablową, obejmującą: kable światłowodowe o łącznej długości 6000 km (w tym w ringach miejskich 400 km), kable miedziane dalekośćne i miejscowe o łącznej długości 22 000 km,
- siecią teletransmisji, zbudowaną z wykorzystaniem systemów: DWDM (ok. 4000 km), SDH — STM 1 (*Synchronous Transport Module* — Synchroniczny Moduł Transportowy), STM 4, STM 16 i ostatnio STM 64 (łącznie ok. 4600 km), PDH/140 Mbit/s oraz *krotnic* PCM,
- siecią transmisji danych, pracującą w protokołach: MPLS, IP, ATM, FR (12 przełączników ATM/FR, 2 routery szkieletowe, 15 routerów brzegowych) oraz siecią X.25 (około 260 węzłów na terenie całego kraju — sieć ta jest stopniowo likwidowana),
- siecią central telefonicznych o pojemności do 100 tys. numerów,
- siecią radiową — obecnie analogowa, w niedalekiej przyszłości zostanie zastąpiona przez sieć GSM-R.

Sieć transmisji danych IP *over* ATM z implementacją protokołu MPLS jest obecnie intensywnie rozbudowywana poprzez instalację nowych routerów połączonych między sobą łączami o przepustowości STM 16. Ta sieć jest wykorzystywana między innymi do łączenia odległych sieci lokalnych i tworzenia sieci VPN dla korporacji mających wiele oddziałów. W strategii Spółki jest także aktywne uczestnictwo w realizacji zadań wynikających z założeń Unii Europejskiej — budowy Społeczeństwa Informacyjnego „E-Europe”, której cele dla Polski zostały

określone w rządowej „Strategii Informatyzacji RP — ePolska 2006”. Jednym z jej podstawowych założeń jest budowa taniego i szybkiego dostępu do Internetu oraz bezpiecznej infrastruktury teleinformatycznej. Zarządzane przez Telekomunikację Kolejową sieci telekomunikacyjne cechuje wysoka jakość i bezpieczeństwo [8].

### 3. Struktura organizacyjna centrum zarządzania siecią

Skuteczne zarządzanie siecią Telekomunikacji Kolejowej wymaga odpowiedniej liczby wyspecjalizowanych pracowników. Wynika to z mnogości oferowanych usług oraz ich zaawansowania technologicznego. Ze względu na różnorodność problemów w obszarze zarządzania i technologii konieczne jest stworzenie struktury, w której wydzielone zostaną jednostki organizacyjne o jasno sprecyzowanych zakresach obowiązków. Na rysunku 1 zaproponowano strukturę, która umożliwi efektywne zarządzanie procesami, ułatwia komunikację i jest zgodna z najlepszymi praktykami (opisanymi między innymi w [6]) konstruowania organizacyjnego podziału w Centrach Zarządzania Siecią.



Rys. 1. Struktura organizacyjna Centrum Zarządzania Siecią

## **Dział Utrzymania Systemów Komutacyjnych**

Dział Utrzymania Systemów Komutacyjnych odpowiedzialny jest za utrzymanie i konfigurowanie central telekomunikacyjnych, czyli urządzeń realizujących przełączanie obwodów rozmównych. Do zakresu obowiązków pracowników działu należą rekonfiguracje sprzętowe, czyli instalacja i uruchamianie nowych elementów sieci komutacyjnej, ich rozbudowa (np. dokładanie wyposażenia do już funkcjonujących central) oraz uaktualnianie ich oprogramowania. Pracownicy Działu odpowiedzialni są również za kontakty z dostawcami sprzętu oraz podwykonawcami realizującymi prace obejmujące swym zakresem centrale [2].

Dział Utrzymania Systemów Komutacyjnych wprowadza również zmiany programowe w konfiguracji central, takie jak wprowadzanie nowych zakresów numeracji, obsługa numerów alarmowych, konfiguracja punktów styku z innymi operatorami.

## **Dział Utrzymania Sieci Transmisyjnej**

Dział Utrzymania Sieci Transmisyjnej odpowiada za konfigurowanie i utrzymanie systemów teletransmisyjnych: prawie synchronicznych PDH (*Plesiochronous Digital Hierarchy*), synchronicznych SDH (*Synchronous Digital Hierarchy*) i z gęstym podziałem falowym DWDM (*Dense Wavelength Division Multiplexing*). Personel Działu dokonuje odbioru technicznego nowych węzłów sieci oraz linii transmisyjnych (światłowody, kable miedziane, radiolinie). Do zakresu ich obowiązków należy współpraca z podwykonawcami w zakresie rozbudowy sieci. Z punktu widzenia systemów zarządzania odpowiedzialny jest za konfigurowanie połączeń logicznych pomiędzy elementami sieci oraz kreowanie zabezpieczeń w postaci dróg alternatywnych. Do obowiązków pracowników tego działu należy także kreowanie w systemie zarządzania nowo odbieranych elementów sieci.

## **Dział Utrzymania Systemów Teleinformatycznych**

Dział Utrzymania Systemów Teleinformatycznych odpowiada za konfigurowanie i utrzymanie elementów pracujących w drugiej i trzeciej warstwie sieci — routery, switche oraz firewalle. Pracownicy tego działu odpowiadają za konfigurowanie urządzeń wykorzystujących protokół IP oraz kreowanie opartych na nim usług. Pracownicy Działu Utrzymania Systemów Teleinformatycznych odpowiadają za zarządzanie adresami IP, konfiguracje wydzielonych sieci prywatnych VPN (*Virtual Private Network*), politykę zabezpieczeń, konfiguracje protokołów warstw wyższych (w tym routingu). W zakresie obowiązków pracowników działu leży również kreowanie usług opartych o technologię wieloprotokołowej komutacji etykietowej MPLS (*Multiprotocol Label Switching*).

## **Dział Utrzymania Usług Dodanych**

Dział Utrzymania Usług Dodanych odpowiada za poprawną pracę i konfigurację platform usług dodanych, takich jak poczta głosowa, platforma umożliwiająca przenoszenie numerów oraz platforma realizująca połączenia o obniżonej płatności. Pracownicy działu odpowiadają za konfigurowanie poprawnego kierowania połączeń do serwera poczty głosowej, utrzymanie platform zapowiedzi słownych IVR (*Interactive Voice Response*). Do obowiązków pracowników działu należy również monitorowanie wydajności utrzymywanych platform, ich rozbudowa, rekonfiguracje sprzętowe, zmiany oprogramowania oraz kontakty z dostawcami.

## **Dział Utrzymania Systemów OSS**

Dział Utrzymania Systemów OSS odpowiada za poprawną pracę systemów wsparcia operacyjnego z poszczególnych fragmentów sieci. Pracownicy odpowiedzialni są za udostępnienie innym działom Departamentu Utrzymania Sieci i Platform informacji generowanych w systemach zarządzania. Do obowiązków personelu Działu Utrzymania Systemów OSS należy administrowanie użytkownikami, dystrybucja haseł oraz zapewnienie użytkownikom dostępu do systemów poprzez tworzenie reguł na firewallach. Pracownicy Działu są odpowiedzialni za instalację najnowszych wersji oprogramowania OSS oraz za modernizację systemów w zakresie funkcjonalności i usług zarządzania.

## **Dział ds. Bezpieczeństwa i Współpracy ze Służbami Państwowymi**

Głównym zadaniem Działu jest zapewnienie dostępu do infrastruktury sieci oraz informacji uprawnionym organom państwowym. Organy te mogą wystąpić z odpowiednim wnioskiem o udostępnienie historycznych bilingów lub zlokalizowanie abonenta. Dział jest odpowiedzialny za konfigurację i utrzymanie urządzeń wykorzystywanych do podsłuchów. Jednostka ta rejestruje wszystkie dane przesyłane od i do wybranego adresu IP. Przechowuje korespondencję elektroniczną, informacje, jakie strony internetowe były odwiedzane, częstotliwość odwiedzin i czas zdarzenia. Takie filtrowanie informacji pomaga wykrywać przestępczość w Internecie. Dział ds. Bezpieczeństwa ma dostęp do informacji, z jakiego numeru abonenckiego został wybrany numer alarmowy. Ta informacja pozwala organom ścigania zlokalizować osobę, która zgłosiła np. fałszywy alarm. Dział ten odpowiada również za dystrybucję informacji o kierowaniu połączeń alarmowych z danych lokalizacji.

## **Dział Ogólnokrajowego Nadzoru Sieci**

Dział Ogólnokrajowego Nadzoru Sieci zajmuje się monitorowaniem aktualnego stanu sieci. Na mapie Polski są wydzielone sektory, gdzie każdy z nich ma przydzielonego specjalistę, który opowiada za:

- wykrywanie usterek,
- lokalizowanie awarii,
- obsługę alarmów,
- monitorowanie jakości świadczonych usług,
- kontakt z podwykonawcami w celu likwidacji uszkodzeń.

## **Dział Utrzymania Systemów Bilingowych**

Dział Utrzymania Systemów Bilingowych ma za zadanie dobranie sprzętu, który zapewni wydajną pracę systemom bilingowym. Komputery powinny być zasilane z uwzględnieniem w schemacie zasilania także zasilania rezerwowego. Pracownicy zajmujący się systemami bilingowymi odpowiedzialni są za aktualizowanie warunków promocyjnych, planów taryfowych, wprowadzanie nowych usług, nowych zakresów numeracyjnych. W tym dziale istotną grupę stanowią także zajmujący się wykrywaniem nadużyć. Do ich głównych zadań należy śledzenie takich abonentów, którzy w krótkim czasie generują duży ruch telekomunikacyjny w sieci i ponoszą duże koszty związane z obsługą tego ruchu w sieci operatora.

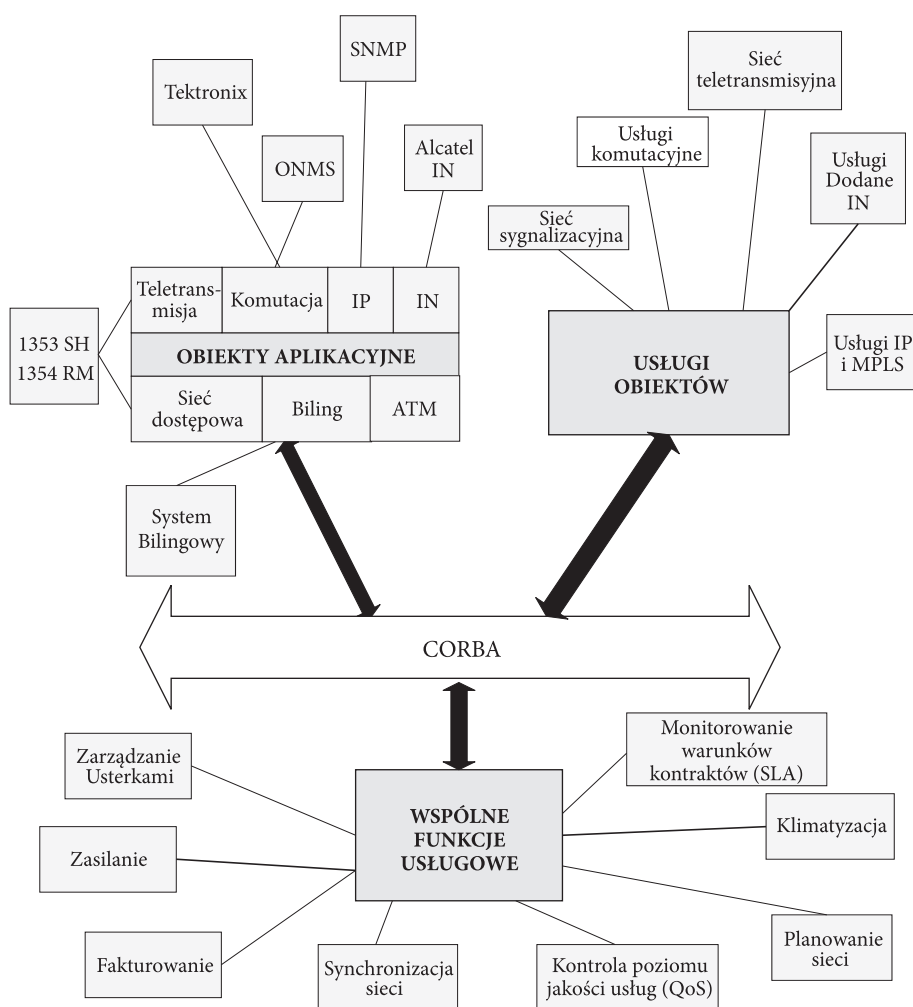
## **4. Koncepcja centrum zarządzania siecią telekomunikacji kolejowej**

### **4.1. Integracja systemów OSS w Telekomunikacji Kolejowej**

Pracownicy opisanej struktury wykorzystują podczas pełnienia swoich obowiązków szereg narzędzi wspierających ich pracę. Większość z nich to rozwiązania dostarczane bezpośrednio przez producentów sprzętu telekomunikacyjnego, za którego utrzymanie są oni odpowiedzialni. Ze względu na rozbudowaną infrastrukturę oraz jej zróżnicowanie pod względem typów, liczba systemów NMS (*Network Management System*) używanych w Telekomunikacji Kolejowej jest dość duża. Można zaryzykować stwierdzenie, że w każdym z opisanych powyżej działów pracuje jedno bądź kilka charakterystycznych rozwiązań wspomagających pracę określonego działu.

W przypadku Działu Utrzymania Systemów Komutacyjnych (DUSK) można korzystać z systemów służących do zarządzania centralami. Ze względu na heterogeniczność sprzętu, wykorzystywanych jest wiele systemów pochodzących od

różnych dostawców. Oprócz wspomnianego systemu, DUSK wykorzystuje również system nadzoru sygnalizacji oraz analizator protokołów. Ze względu na swą uniwersalność, system ten wykorzystywany jest również w pracy Działu Utrzymania Sieci Transmisyjnej (DUST) oraz Działu Utrzymania Systemów Teleinformatycznych (DUSTI). Dział Ogólnokrajowego Nadzoru Sieci wykorzystuje wybrane komponenty systemów wykorzystywanych przez inne działy Departamentu Zarządzania Siecią i Platformami. Głównie są to elementy odpowiadające za monitorowanie wydajności i obsługę alarmów [10].



Rys. 2. Koncepcja integracji systemów OSS stosowanych w Telekomunikacji Kolejowej z wykorzystaniem standardu CORBA



Znaczna liczba systemów wspomagających zarządzanie: elementami sieci, siecią, usługami i procesami w Telekomunikacji Kolejowej oraz duża liczba wzajemnych relacji pomiędzy tymi systemami powoduje, że konieczne staje się wykorzystanie technologii integracyjnej. Pozwoli to na usprawnienie komunikacji pomiędzy aplikacjami OSS oraz umożliwi poszczególnym systemom wykorzystywanie funkcji usługowych innych aplikacji zarządczych. Przykładem może być wykorzystanie przez system bilingowy danych pochodzących z pomiarów wydajności zbieranych przez system zarządzania elementami sieci transportowej. Schemat takiej integracji z wykorzystaniem standardu CORBA (*Common Object Request Broker Architecture*) przedstawiono na rysunku 2.

Ze względu na szeroki wymiar zagadnienia, poniżej zaprezentowane zostały wybrane systemy służące do wsparcia procesów zarządzania. Wybrane zostały tak, aby zapewnić spójność z zaprojektowanymi przykładami procesów biznesowych w środowisku Telekomunikacji Kolejowej. W przedstawianej koncepcji, jako nierozwijane, zostały pominięte opisy systemów związanych z analogowymi sieciami technologicznymi. Ze względu na nierozstrzygnięty przetarg pominięto również systemy wspierające zarządzanie siecią mobilną GSM-R (*Global System for Mobile Telecommunication-Railway*).

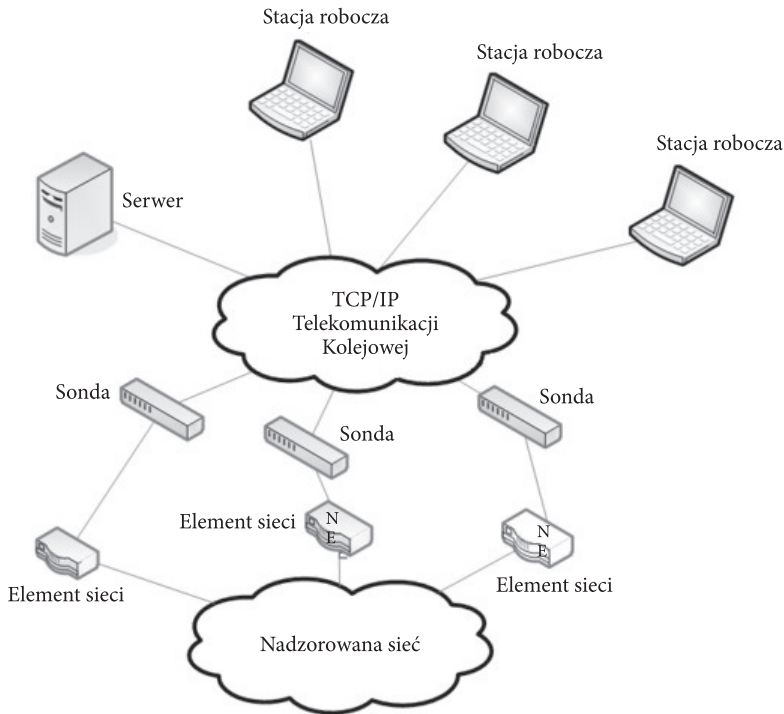
#### 4.2. System monitorowania i zarządzania siecią sygnalizacyjną

System monitoringu sygnalizacji powinien stanowić nakładkę na istniejącą infrastrukturę telekomunikacyjną. Oznacza to, że sam w sobie nie odpowiada za zarządzanie wybranymi, konkretnymi urządzeniami sieciowymi, a raczej przekazuje informacje o przepływach wiadomości sygnalizacyjnych pomiędzy tymi urządzeniami.

Architektura fizyczna systemu w tym zakresie jest zgodna z standardem TMN (*Telecommunication Management Network*) opracowanym przez ITU-T (*International Telecommunication Union — Telecommunication Standardization Sector*) [1, 4]. System składa się z serwera, stacji roboczych z zainstalowanym oprogramowaniem klienckim, sond umieszczonych przy monitorowanych elementach sieci oraz sieci transmisji danych, którą w tym wypadku jest sieć TCP/IP. Architekturę systemu monitorowania i zarządzania sygnalizacją przedstawiono na rysunku 3.

W wypadku przedstawionej architektury moc obliczeniowa nie jest ulokowana jedynie na serwerze. Większość operacji wykonywanych jest przez sondy, które przesyłają wyniki swojej pracy bezpośrednio do stacji roboczych. Użytkownik będzie podłączony do systemu GeoProbe. Takie rozwiązanie zapewnia ciągłość pracy nawet podczas awarii serwera. System GeoProbe umożliwia diagnozowanie i rozwiązywanie problemów dotyczących sieci sygnalizacyjnej. Skonstruowany jest tak, że podgląd na sytuację w sieci może mieć jednocześnie kilku użytkowników [12].

System składa się z kilku komponentów. Pierwszy z nich — *Network Surveillance Display* — konsola bieżącego obciążenia sieci różnego rodzaju ruchem — umożliwia



Rys. 3. System monitorowania i zarządzania sygnalizacją [12]

obserwowanie statusu sieci. Stanowi podstawowy graficzny interfejs użytkownika. Umożliwia tworzenie map i rozmieszczanie na nich nadzorowanych elementów (a dokładnie podłączonych do nich sond) zgodnie z ich geograficznym położeniem. Elementy te mogą być z tego poziomu nadzorowane. Dodatkowo z poziomu tego komponentu możliwe jest monitorowanie statusu ścieżek sygnalizacyjnych, wychodzących z danych elementów. Operator jest w stanie na tej podstawie określić, które z dróg sygnalizacyjnych są dostępne.

Drugim komponentem jest zdalny monitoring — *Remote Monitoring* — *ReMon*. Jest to narzędzie służące do przechwytywania dialogu zachodzącego na wybranej drodze sygnalizacyjnej. Umożliwia to między innymi przeprowadzanie testów sygnalizacji w momencie otwierania nowego punktu styku, obserwowanie anomalii oraz analizowanie przebiegów sygnalizacji w celu optymalizacji sieci.

System *GeoProbe* dostarcza również narzędzi służących do wykrywania alarmów oraz zbierania statystyk wydajnościowych (komponenty *Alarms* oraz *Performance Monitoring Statistics*). Wykrywane alarmy nie są obsługiwane, gdyż generowane są najczęściej przez urządzenia zarządzane z wykorzystaniem innego systemu NMS, np. centrale. Dostarczane statystyki dotyczą sieci sygnalizacyjnej SS7. Na ich podstawie można sugerować zmianę struktury sieci lub kierunki jej modernizacji.

Ostatnimi komponentami są aplikacje umożliwiające przeglądanie przebiegów sygnalizacji powiązanych z danym użytkownikiem. Możliwe jest przeglądanie ich w czasie rzeczywistym (aplikacja *Real-Time User Call Trace*) oraz przeglądanie danych historycznych (aplikacja *SUDStore*). Obie te aplikacje mogą być stosowane do diagnozowania sieci oraz do monitorowania aktywności wybranego abonenta. Umożliwiają one nadzór (np. zlecony przez służby państwowe) nad danym abonentem oraz sprawdzenie jego poprzedniej aktywności w sieci.

#### 4.3. Zarządzania siecią pakietową z wykorzystaniem protokołu SNMP

Elementy sieci pakietowej w sieci Telekomunikacji Kolejowej zarządzane są z wykorzystaniem protokołu SNMP (*Simple Network Management Protocol*). SNMP jest szeroko rozpowszechnionym standardem sieciowym opracowywanym w ramach organizacji IETF (*Internet Engineering Task Force*). Według standardu SNMP sieć zarządzania zbudowana jest z trzech elementów: systemu zarządzania, zarządzanego elementu sieci NMS (np. router, switch) oraz agenta SNMP, czyli zarządzanego urządzenia. Zarządzane węzły sieciowe zawierają, oprócz swych podstawowych funkcji, agenta SNMP wraz z lokalną bazą danych MIB (*Management Information Base*). Zarządzane urządzenie (agent SNMP) zbiera i zapamiętuje informacje, które zapisywane są w bazie MIB. Dane te udostępniane są systemowi zarządzania. Dodatkowo, system zarządzania może żądać zmian wartości zapisanych w bazie MIB. Przykładem danych odczytywanych z bazy może być ilość wysłanych przez element sieci jednostek danych. Pozwala to na określenie obciążenia danego węzła.

Podstawowe polecenia wykorzystywane w SNMP do komunikacji pomiędzy systemem zarządzania a urządzeniem zarządzanym w węzle sieci to: polecenie odczytu (*read*), polecenie zapisu (*write*) oraz polecenie zgłaszania zdarzeń (*trap*). Ostatnie z wymienionych poleceń pozwala na przesyłanie do systemu zarządzania informacji o wystąpieniu specyficznej sytuacji, np. przekroczeniu zadanego progu obciążenia, powstania błędu itp. [3].

Stosowanie protokołu SNMP do zarządzania elementami sieci pakietowej umożliwia łatwą integrację urządzeń z komercyjnymi systemami zarządzania (np. CiscoWorks bądź system Alcatel 1353 SH). Alternatywą jest tworzenie własnego oprogramowania, np. popularnym rozwiązaniem jest wizualizowanie statystyk wydajności elementów sieci pakietowej poprzez aplikacje wykorzystujące przeglądarki internetowe.

#### 4.4. Koszty systemów zarządzania siecią

Podstawowe wersje systemów zarządzania elementami sieci NMS zazwyczaj sprzedawane są w pakiecie wraz ze sprzętem telekomunikacyjnym — ich cena ukryta jest w cenie urządzeń. Dostawcy pobierają opłaty dopiero za aktualizowanie

systemów NMS do nowszych wersji. Cena systemu jest więc uzależniona od jego złożoności i ilości aplikacji składowych. Dodatkowo, cena systemu NMS jest uzależniona od ilości zarządzanych elementów oraz ilości stacji roboczych, na których system jest uruchamiany — mechanizm ten nazywany jest licencjonowaniem. Zatem w przypadku systemów tak złożonych jak systemy NMS określenie ceny jest bardzo trudne. Zależy ona od wielu czynników i jest ustalana przez dostawców indywidualnie dla każdego z odbiorców.

Operatorzy mają możliwość korzystania również z rozwiązań opartych o otwarte standardy. Przykładem może być standard SNMP, który można wykorzystywać w samodzielnie tworzonym oprogramowaniu. Koszty takiego podejścia nie są jednak zerowe. Wspomniane aplikacje muszą zostać stworzone przez pracownika operatora, bądź przez firmę zewnętrzną.

## **5. Propozycja wdrożenia procesów w centrum zarządzania siecią**

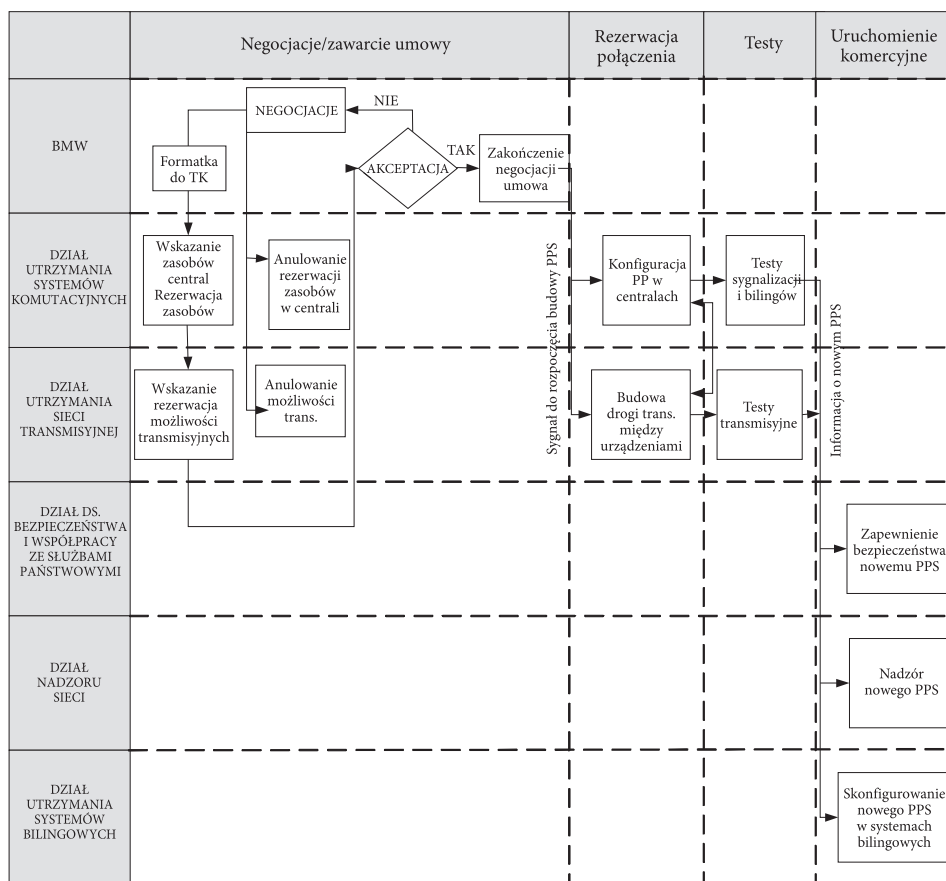
### **5.1. Proces uruchamiania punktu styku sieci**

Proces podłączania operatorów do sieci Telekomunikacji Kolejowej przez budowę nowego Punktu Styku opisuje zakres prac i kompetencji poszczególnych działów w Departamencie Zarządzania Siecią i Platformami. Punkt Styku Sieci (PSS) jest miejscem styku sieci operatora oraz sieci Telekomunikacji Kolejowej. Telekomunikacja Kolejowa jest operatorem posiadającym własną infrastrukturę komutacyjną i teletransmisyjną. Urządzenia będące własnością operatora TK umożliwiają bezpośrednie połączenie sieci do innych operatorów. Proces uruchomienia punktu styku rozpoczyna się od przesłania przez Biuro Współpracy Międzyoperatorskiej (BWM) formatki z danymi dotyczącymi uruchomienia nowego PPS. Formatka kierowana jest do Działu Utrzymania Systemów Komutacyjnych (DUSK) oraz do Działu Utrzymania Sieci Transmisyjnej (DUST). DUSK sprawdza zasoby centralowe, następnie wskazuje i rezerwuje zasoby w pomieszczeniu kolokacyjnym. Uzupełniona formatka przekazywana jest do DUST. DUST sprawdza i rezerwuje możliwości transmisyjne przez wykonanie projektu transmisyjnego, następnie uzupełnioną formatkę przesyła do BWM. BWM przedstawia klientowi-operatorowi możliwości oferowane przez TK. Jeżeli operator zaakceptuje proponowane warunki, kończą się negocjacje i umowa zostaje kierowana do podpisu. Jeżeli operator nie przystaje na proponowane warunki, podejmowane są dalsze negocjacje z operatorem. Po pozytywnie przeprowadzonych negocjacjach następuje podpisanie umowy. Informacja o podpisaniu umowy kierowana jest do DUSK i DUST. Informacja ta stanowi sygnał do rozpoczęcia budowy nowego Punktu Styku Sieci. DUSK konfiguruje punkt styku na centralach, a DUST buduje drogę transmisyjną między łączonymi urządzeniami. Po etapie fizycznego połączenia działły przeprowadzają część związaną z konfiguracją urządzeń. Działły

przekazują sobie informację po zakończonej konfiguracji i po wprowadzeniu zmian zaczynają się testy. Testy te można podzielić na:

- testy teletransmisji,
- testy synchronizacji,
- testy sygnalizacji SS7,
- testy rejestracji ruchu w celu rozliczeń.

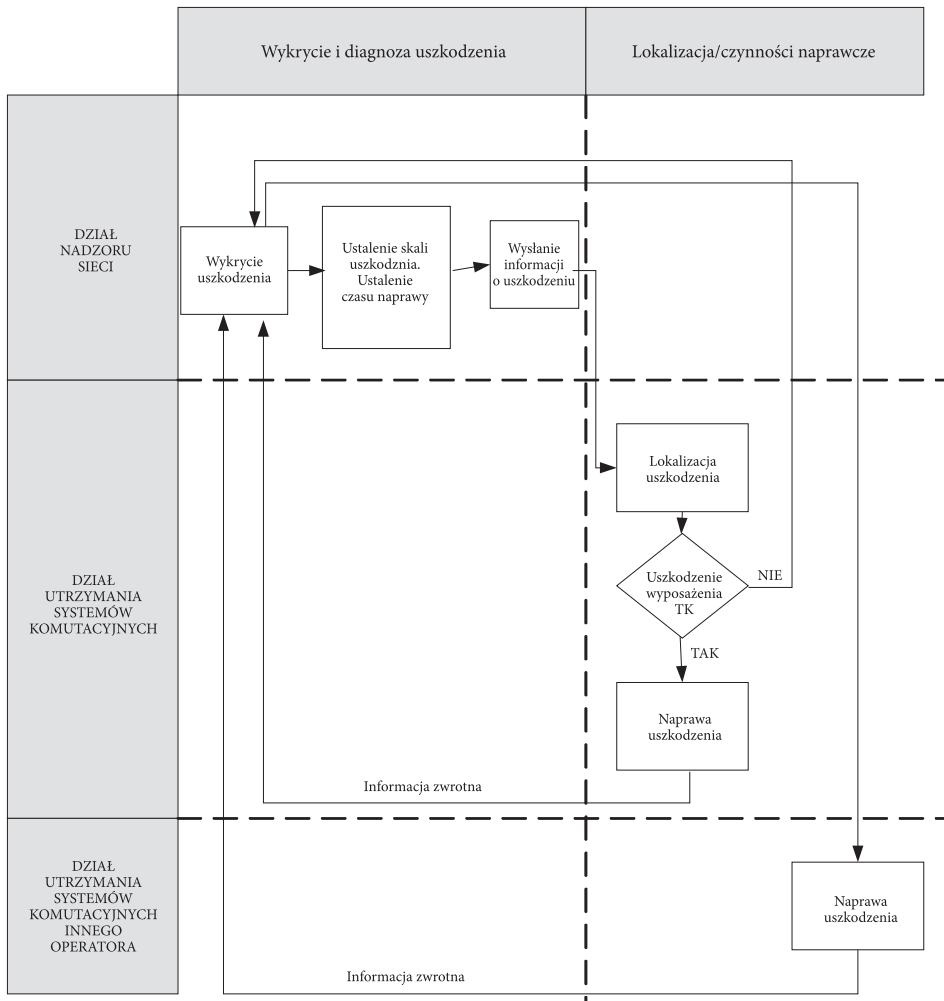
Pozytywne zakończenie testów jest sygnałem do komercyjnego uruchomienia punktu styku. Informacja ta kierowana jest do Działu ds. Bezpieczeństwa i Współpracy Ze Służbami Państwowymi w celu wskazania nowego zasobu do monitorowania, do Działu Ogólnokrajowego Nadzoru Sieci oraz do Działu Utrzymania Systemów Bilingowych. Dział Utrzymania Systemów Bilingowych rozpoczyna naliczanie opłat za połączenia przechodzące przez nowo otwarty punkt styku sieci. Schemat procesu uruchamiania punktu styku sieci przedstawiony jest na rysunku 4.



Rys. 4. Proces uruchamiania punktu styku sieci [10]

## 5.2. Proces wykrywania i usuwania awarii punktu styku sieci Telekomunikacji Kolejowej z innym operatorem

Wystąpienie awarii punktu styku stwierdzają pracownicy z Działu Ogólnokrajowego Nadzoru Sieci. Informację o awarii można zdobyć również dzięki reklamacjom klientów składanym do Telefonicznego Biura Obsługi. DONS ustala skalę problemu (dostępność usług, zasięg terytorialny, grupę abonentów) oraz przewidywany czas jego rozwiązania. Specjalista z DONS dokonuje oceny skali awarii i nadaje jej odpowiedni priorytet, a następnie wysyła powiadomienie do



Rys. 5. Proces wykrywania i usuwania uszkodzeń punktu styku sieci

Działu Utrzymania Systemów Komutacyjnych. W Dziale Utrzymania Systemów Komutacyjnych następuje dokładna lokalizacja problemu oraz sprawdzanie, czy awaria punktu spowodowana jest sprzętem Telekomunikacji Kolejowej, czy innego operatora. W chwili, gdy okaże się, iż awaria nastąpiła w sprzęcie Telekomunikacji Kolejowej, specjalista z DUSK przystępuje do usuwania awarii. W przypadku gdy nie jest możliwe samodzielne usunięcie problemu, kontaktuje się z dostawcami sprzętu i wspólnie kontynuują naprawę. W drugim przypadku, gdy okaże się, iż awaria wystąpiła na sprzęcie innego operatora, specjalista z DUSK informuje pracowników DONS, oni zaś kontaktują się z DONS innego operatora i z nimi kontynuują naprawę. Ilustrację proponowanego procesu wykrywania i usuwania uszkodzeń punktu styku sieci przedstawiono na rysunku 5.

## 6. Zakończenie

Telekomunikacja Kolejowa do zarządzania swoją siecią wykorzystuje znaczną ilość systemów wsparcia operacyjnego OSS — *Operation Support Systems*. Wynika to z różnorodności oferowanych przez firmę usług telekomunikacyjnych oraz zróżnicowania dostawców sprzętu dla poszczególnych technologii. Konieczność współpracy pomiędzy różnymi systemami OSS powoduje problemy w czasie wymiany informacji. Przykładem może być pracochłonne przetwarzanie formatów danych pochodzących z systemów zarządzania elementami, by dostosować je do potrzeb systemów bilingowych. Rozwiązaniem, które powinno zostać wdrożone, aby usprawnić współpracę systemów OSS, jest zastosowanie technologii integracyjnej. Standardem integracyjnym, wspieranym przez obecnie używane w Telekomunikacji Kolejowej narzędzia firmy Alcatel, jest CORBA [13].

Wykorzystanie CORBA podyktowane jest głównie względami ekonomicznymi. Użycie tej technologii umożliwia zintegrowanie istniejących systemów zarządzania siecią oraz systemów wspierających procesy biznesowe, np. systemów bilingowych. Alternatywą jest wprowadzenie zupełnie nowego rozwiązania. Wiąże się to jednak z długotrwałymi przetargami, zawieraniem nowych umów z dostawcą oraz z pracochłonnym wdrożeniem. Dodatkowo wymusza przeszkolenie pracowników, co generuje kolejne koszty. Wykorzystanie już istniejących systemów w połączeniu z technologią integracyjną taką jak CORBA ogranicza wydatki oraz jest mniej czasochłonne.

Duże przepływności dostępne w sieci szkieletowej Telekomunikacji Kolejowej oraz oferowane usługi transmisji danych wskazują na nastawienie firmy na klientów biznesowych. Do efektywnej obsługi tego typu odbiorców konieczne jest rozwijanie systemów umożliwiających monitorowanie spełniania warunków SLA (*Service Level Agreement*). Systemy takie umożliwią spełnianie warunków zawartych w kontraktach pomiędzy operatorem a klientem. Dodatkowym zyskiem są informacje



płynące do działów odpowiedzialnych za rozwój sieci — monitorowanie wolnej i wykorzystanej przepływności umożliwia planowanie rozszerzeń z odpowiednim wyprzedzeniem.

Wdrożenie specjalistycznego zautomatyzowanego systemu stworzy podstawę do wspólnej przestrzeni informatycznej i informacyjnej zarządzania działalnością wszystkich departamentów IT operatora. Oprócz tego każdy z wdrażanych procesów zarządzania zapewnia osiągnięcie specyficznych celów (skrócenie kosztów eksploatacyjnych, efektywne wykorzystywanie wykwalifikowanego personelu, skrócenie czasów realizacji zgłoszeń klientów, możliwość wykonywania dużej ilości zmian i unowocześnień, skrócenie liczby sytuacji nietypowych itd.).

Obecnie dla każdego operatora jednym z podstawowych czynników decydujących o tym, czy wdrażać systemy wspomagania zarządzania operacyjnego, tzn. czy i ile można w to zainwestować środków pieniężnych, oprócz rzeczywistej potrzeby i korzyści technicznych i funkcjonalnych, jakie daje ten system, jest informacja na temat opłacalności i terminów zwrotu inwestycji. Biorąc pod uwagę cenę takich systemów — setki tysięcy, miliony dolarów (w zależności od funkcjonalności systemu i złożoności sieci operatora), takie podejście jest bardzo prawidłowe.

Artykuł wpłynął do redakcji 14.12.2009 r. Zweryfikowaną wersję po recenzji otrzymano w grudniu 2009 r.

#### LITERATURA

- [1] P. CZARNECKI, A. JAJSZCZYK, J. LUBACZ, *Standardy zarządzania sieciami OSI/NM, TMN*, Wydawnictwa EFP, Poznań, 1996.
- [2] R. DRABEK, T. GRELEWICZ, P. CHAMUCZYŃSKI, P. JANKOWSKI, *Przykłady systemów zarządzania systemami transmisyjnymi, systemami komutacyjnymi i siecią abonencką*, Instytut Telekomunikacji, Teleinformatyki i Akustyki Politechniki Wrocławskiej, Wrocław, 2003.
- [3] K. FOLGA, *Zarządzanie sieciami przy użyciu SNMP*, Networld, IDG, 7, Warszawa, 2006.
- [4] *ITU-T TMN Recommendation M.3400* (TMN Management Functions, ITU-T, 4/97), M.3010 (Principles for a telecommunication management network, ITU), M.3200 (TMN Management Services, ITU-T, 1996) and Related Recommendations.
- [5] A. JAJSZCZYK, *Wstęp do telekomutacji*, WNT, Warszawa, 2004.
- [6] D. Janukowicz, A. Jajszyk, M. Piotr, *System zarządzania procesami w centrach zarządzania siecią telekomunikacyjną*, Przegląd Telekomunikacyjny, 2, 2002.
- [7] P. ŁACINA, *Przykłady systemów zarządzania systemami transmisyjnymi, systemami komutacyjnymi i siecią abonencką*, Instytut Telekomunikacji, Teleinformatyki i Akustyki Politechniki Wrocławskiej, Wrocław, 2003.
- [8] M. SIERGIEJCZYK, S. GAGO, *Koncepcja systemu wspomagania eksploatacji w telekomunikacji kolejowej*, Prace Naukowe Politechniki Warszawskiej, z. 62, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa, 2007.
- [9] M. SIERGIEJCZYK, *Utrzymanie gotowości sieci telekomunikacyjnej z wykorzystaniem systemu zarządzania*, XXXVI Szkoła Zimowa Niezawodności, Szczyrk 2008, Wydawnictwo Instytutu Technologii Eksploatacji, Radom, 2008.



- 
- [10] A. STOLARSKA, *Zarządzanie procesami w centralach nadzoru kolejowej sieci telekomunikacyjnej*, praca dyplomowa, WT PW, Warszawa, 2009.
  - [11] *TeleManagementForum GB910*, Telecom Operations Map Approved, Version 2.1, March 2000.
  - [12] [www.tek.com](http://www.tek.com)
  - [13] [www.alcatel-lucent.com](http://www.alcatel-lucent.com)
  - [14] [www.tktelekom.pl](http://www.tktelekom.pl)
  - [15] [www.ineuro.pl](http://www.ineuro.pl)

M. SIERGIEJCZYK

**Conception of operators' management centre of telecommunication  
departmental network**

**Abstract.** The reports concentrate on assumptions and technical requirements concerning the supporting system for the operator of telecommunication departmental network. The author analysed fundamental processes, functions and principles of management system of the Railway Telecommunication. The special attention was paid to description of organizational structure of NMC (Network Management Centre) including division of responsibilities and examples of the processes supporting operator functions.

**Keywords:** telecommunication, departmental network, management, processes, support, operator

