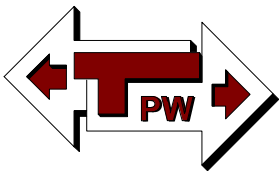


POLITECHNIKA WARSZAWSKA

WYDZIAŁ TRANSPORTU

**Uzupełnienie Studium Wykonalności w zakresie
systemu cyfrowej łączności radiowej GSM-R,
łączności technologicznej i systemów
teleinformatycznych związanych z prowadzeniem ruchu
na projektowanej linii kolejowej Pomorskiej Kolei
Metropolitalnej**

Warszawa, sierpień 2011

	Politechnika Warszawska Wydział Transportu Uzupełnienie Studium Wykonalności w zakresie systemu cyfrowej łączności radiowej GSM-R, łączności technologicznej i systemów teleinformatycznych związanych z prowadzeniem ruchu na projektowanej linii kolejowej Pomorskiej Kolei Metropolitalnej Opracowanie nr PW WT-
---	---

Autorzy opracowania:

prof. dr hab. inż. Mirosław Siergiejczyk
dr inż. Stanisław Gago
inż. Andrzej Szmigiel

Zleceniodawca:

Pomorska Kolej Metropolitalna Spółką Akcyjną z siedzibą w Gdańsku, przy ul. Na Stoku 50,
80-874 Gdańsk

Przedmiot opracowania:

Uzupełnienie Studium Wykonalności dla przedsięwzięcia polegającego na budowie sieci kolejowej „Pomorska Kolej Metropolitalna” w ramach realizacji inwestycji Euro 2012 w zakresie systemu cyfrowej łączności radiowej GSM-R

Zakres opracowania:

1. Uzupełnienie w zakresie systemu cyfrowej łączności radiowej GSM-R, łączności technologicznej i systemów teleinformatycznych związanych z prowadzeniem ruchu na projektowanej linii kolejowej Pomorskiej Kolei Metropolitalnej z uwzględnieniem interoperacyjności kolei i oddziaływania tych systemów na środowisko,
2. Określenia, dla potrzeb projektowania, wpływu stacji bazowych (BTS) systemu GSM-R na środowisko, w obszarze budowy planowanej linii Pomorskiej Kolei Metropolitalnej,
3. Oszacowania kosztów inwestycyjnych w zakresie budowy systemu GSM-R, łączności przewodowej i systemów teleinformatycznych związanych z omawianą linią kolejową.

Miejsce wykonania opracowania: Wydział Transportu Politechniki Warszawskiej

Data wykonania opracowania: sierpień 2011.

Rozwiązania zawarte w niniejszym opracowaniu podlegają ochronie prawa autorskiego i mogą być powielane oraz udostępniane osobom trzecim jedynie przez Zamawiającego w zakresie określonym w umowie o przeniesienie praw autorskich lub na podstawie pisemnego zezwolenia z zastrzeżeniem wszelkich skutków prawnych.

Spis treści

Wstęp	4
1. Wybór systemu radiolączności kolejowej (pociągowej)	5
2. Analiza techniczna dla systemu GSM-R na kolei PKM	8
3. Optymalizacja i wybór lokalizacji stacji bazowych ERTMS/GSM-R dla kolei PKM	20
4. Analiza ekonomiczna dla systemu GSM-R na kolei PKM.....	23
5. Wpływ systemu GSM-R na środowisko	29
5.1. Wprowadzenie	29
5.2. System GSM-R a środowisko	31
Podsumowanie	36
Załącznik 1. Kata informacyjna przedsięwzięcia w zakresie budowy systemu GSM-R (zalecenia)	37
Załącznik 2. Koszty budowy radiolączności 150 MHz	49
Dokumenty związane	50
Skróty	50
6. Łączność technologiczna i systemy teleinformatyczne dla potrzeb prowadzeniem ruchu na projektowanej linii kolejowej Pomorskiej Kolei Metropolitalnej	52
6.1. Założenia techniczne	52
6.2. Łączność przewodowa	53
6.2.1. Kable telekomunikacyjne	53
6.2.2. System transmisyjny	57
6.2.3. Systemy wymagające transmisji danych	61
6.3. Relacje przepływu informacji na projektowanej linii kolejowej Pomorskiej Kolei Metropolitalnej	67
6.4. Oszacowania kosztów inwestycyjnych w zakresie łączności przewodowej i systemów teleinformatycznych	68
Zakończenie	74
Normy, standardy i dokumenty związane	75

Wstęp

Celem niniejszego uzupełnienia Studium Wykonalności jest przedstawienie wymagań w zakresie budowy systemu cyfrowej łączności radiowej GSM-R, łączności technologicznej i systemów teleinformatycznych związanych z prowadzeniem ruchu na projektowanej linii kolejowej Pomorskiej Kolei Metropolitalnej na odcinku od stacji Gdańsk-Wrzeszcz do stacji Gdańsk-Osowa z uwzględnieniem interoperacyjności kolei i oddziaływania tych systemów na środowisko. Założono, że na przedmiotowej linii kursować będą zasadniczo pociągi wyposażone w urządzenia pokładowe systemu kontroli prowadzenia pociągu ERTMS/ETCS poziom 2.

Zakres uzupełnienia Studium Wykonalności obejmuje opracowanie następujących zagadnień:

- Wybór systemu radiołączności kolejowej (pociągowej);
- Analiza techniczna dla systemu GSM-R na kolei PKM;
- Analiza ekonomiczna dla systemu GSM-R na kolei PKM;
- Wpływ systemu GSM-R na środowisko;
- Łączność technologiczna i systemy teleinformatyczne dla potrzeb prowadzenia ruchu na projektowanej linii kolejowej Pomorskiej Kolei Metropolitalnej;
- Relacje przepływu informacji na projektowanej linii kolejowej Pomorskiej Kolei Metropolitalnej;
- Oszacowania kosztów inwestycyjnych w zakresie łączności przewodowej i systemów teleinformatycznych.

Szczegółowe przedstawienie propozycji rozwiązań technicznych systemu cyfrowej łączności radiowej GSM-R, łączności technologicznej i systemów teleinformatycznych związanych z prowadzeniem ruchu dla zadania inwestycyjnego „Budowa linii Pomorskiej Kolei Metropolitalnej (PKM) na odcinku na odcinku od stacji Gdańsk-Wrzeszcz do stacji Gdańsk-Osowa” powinny być przedmiotem oddzielnych opracowań w zakresie:

- Opracowanie koncepcji łączności systemu łączności bezprzewodowej dla linii PKM;
- Analiza wpływu systemu GSMR PKM na środowisko i na inne systemy radiowe dla linii PKM;
- Opracowanie koncepcji łączności przewodowej związanych z prowadzeniem ruchu dla linii PKM;
- Opracowanie koncepcji systemów obsługi i informacji pasażerskiej dla linii PKM;
- Opracowanie koncepcja systemów bezpieczeństwa publicznego dla potrzeb linii PKM.

Podstawą merytoryczną i techniczną uzupełnienia studium Wykonalności były:

- Dokumentacja przedprojektowa dostarczona przez Zarząd Pomorskiej Kolei Metropolitalnej;
- Wizja lokalna przeprowadzona w terenie, przez który będzie przebiegać projektowana linia Pomorskiej Kolei Metropolitalnej.

1. Wybór systemu radiołączności kolejowej (pociągowej)

Polityka Unii Europejskiej w zakresie transportu kolejowego zmierza do utworzenia jednego **Europejskiego Systemu Kolejowego**, w którym właściciele **interoperacyjnej infrastruktury kolejowej** będą udostępniać drogę kolejową konkurującym ze sobą przewoźnikom, organizującym przewozy osób i towarów przy wykorzystaniu **interoperacyjnego taboru**.

Konieczność wdrażania systemu ERTMS (ETCS i GSM-R) wynika z przesłanek technicznych, jak i legislacyjnych. Jako najistotniejszą przesłankę techniczną należy wskazać postęp technologiczny w dziedzinie systemów bezpiecznej kontroli jazdy pociągu (bkjp) i telekomunikacji. W sferze prawnej wskazać należy konieczność wdrażania **interoperacyjności** (przepisy prawa wspólnotowego i polskiego). Należy jednoznacznie wskazać, iż interoperacyjność rozpatruje się nie tylko w odniesieniu do systemów bkjp (bezpiecznej kontroli jazdy pociągów), ale również w zakresie telekomunikacji. **System GSM-R został uznany za interoperacyjny system radiołączności kolejowej na poziomie europejskim.**

Zapisy Dyrektywy 2001/16/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 19 marca 2001 r. w sprawie interoperacyjności transeuropejskiego systemu kolei konwencjonalnych (2001/16/WE z późn. zm.) oraz Dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady 2008/57/WE z dnia 17 czerwca 2008 r. w sprawie interoperacyjności systemu kolei we Wspólnocie Europejskiej (2008/57/WE) zobowiązują państwa członkowskie do wdrażania interoperacyjności zgodnie z zasadniczymi wymaganiami zawartymi w Technicznych Specyfikacjach Interoperacyjności (TSI) dla poszczególnych Podsystemów. System ERTMS podlega zapisom Decyzji Komisji z dnia 28 marca 2006 r. dotyczącej technicznych specyfikacji dla interoperacyjności odnoszącej się do podsystemu sterowania ruchem kolejowym transeuropejskiego systemu kolei konwencjonalnych (2006/679/WE z późn. zm.) – TSI CCS CR.

Decyzja 2006/679/WE zobowiązała Państwa Członkowskie Wspólnoty do opracowania narodowych planów wdrażania systemu ERTMS (ETCS i GSM-R). **Narodowy Plan Wdrażania Europejskiego Systemu Zarządzania Ruchem Kolejowym w Polsce** został przyjęty na posiedzeniu Rady Ministrów w dniu 6 marca 2007 r. (Komunikat nr 41(128) z dnia 06.03.2007 r.). Narodowe plany wdrażania systemu ERTMS opracowane w krajach członkowskich, stanowiły podstawę do opracowania Europejskiego Planu Wdrażania ERTMS (European Deployment Plan – EDP). Europejski Plan Wdrażania zawarty został w decyzji Komisji z dnia 22 lipca 2009 r. zmieniającej decyzję 2006/679/WE w odniesieniu do wdrażania technicznej specyfikacji dla interoperacyjności odnoszącej się do podsystemu sterowania ruchem kolejowym transeuropejskiego systemu kolei konwencjonalnych (2009/561/WE).

Decyzja Komisji 2009/561/WE (Europejski Plan Wdrożenia ERTMS)

Sekcja 7.1 „ERTMS – wdrożenie przytorowe” Decyzji Komisji (2009/561/WE) definiuje warunki, kiedy wymagane jest wdrożenie systemu ERTMS. Zdefiniowane zostały warunki geograficzne

i terminy wdrożenia systemu ERTMS w celu stworzenia europejskiej sieci podstawowej oraz warunki związane z finansowaniem projektów ze środków pomocowych Wspólnoty.

Zgodnie z artykułem 2 Decyzji do dnia 31 grudnia 2015 r. Komisja oceni realizację Europejskiego Planu Wdrożenia oraz ustali na podstawie analizy postępu w jego realizacji do 2015 r., dostępności wyposażenia zgodnego z nowym standardem (SRS 3.0.0) oraz źródeł i poziomu finansowania dostępnego na wsparcie wdrażania ERTMS.

Korytarz F oraz połączenia z głównymi węzłami kolejowymi

Strona polska zgodnie z zapisami Europejskiego Planu Wdrażania ERTMS zobowiązana jest do wyposażenia 958,3 km linii leżących w korytarzu transportowym F oraz 593,7 km linii w celu połączenia stacji węzłowych z liniami korytarzowymi (w przypadku Polski z korytarzem F). W sumie Europejski Plan Wdrażania ERTMS określa sieć blisko 1600 km linii leżących na terytorium Polski, które jako pierwsze powinny zostać wyposażone w system ERTMS.

Załącznik II, zgodnie z zapisami rozdziału 7.1.2, określa węzły kolejowe, które muszą mieć połączenia z korytarzami. W przypadku Polski następujące stacje powinny zostać połączone z korytarzem F w terminach do 31.12.2015 i 31.12.2020:

- Gdynia – ciąg E65 do Warszawy Pragi (31.12.2015);
- Katowice – ciąg E30 do Legnicy (31.12.2015);
- Wrocław – ciąg E30 do Legnicy (31.12.2015) – w Decyzji jest uwaga, że linia Wrocław – Legnica zostanie wyposażona w ERTMS do roku 2020;
- Gliwice – ciąg E30 do Legnicy (31.12.2015);
- Poznań – ciąg E20 (31.12.2015) – leży w korytarzu F;
- Warszawa – ciąg E20 (31.12.2015) – leży w korytarzu F.

Z zapisów unijnych wynika jednoznacznie, że dofinansowanie UE może mieć miejsce jedynie w przypadku, gdy budowa lub modernizacja linii kolejowej, ze względu na interoperacyjność, obejmie system ERTMS (GSM-R) a Decyzja Komisji 2009/561/WE dodatkowo nakłada obowiązek takiego wdrożenia dla wytypowanych węzłów towarowych, m.in. dla Gdyni. Z tych powodów **kolej PKM musi zapewnić system GSM-R dla celów radiołączności kolejowej (pociągowej).**

Ze względu na fakt, że na kolei PKM będzie stosowany system ETCS poziom 2 (ERTMS/ETCS2), **system GSM-R musi spełniać wymagania dla ERTMS/ETCS2.**

Na zakończenie tej analizy pozostaje odpowiedź na pytanie, czy system GSM-R powinien być jedynym systemem radiołączności kolejowej na kolei PKM? Czy należy wdrożyć również system w paśmie VHF 150 MHz, który obecnie funkcjonuje na polskiej kolei? Poniżej przedstawiono krótką analizę tego zagadnienia.

Szczególnie istotną kwestią dla polskiej kolei jest jak najszybsze wyjście z systemu radiołączności analogowej, pracującej w paśmie częstotliwości VHF 150 MHz, nie tylko ze względu

na aspekty techniczne (przestarzała ok. 40-to letnia technologia, uniemożliwiająca podniesienie sprawności eksploatacyjnej całego systemu), ale również obowiązek jak najszybszego opuszczenia pasma 150 MHz. Narodowy Plan Wdrażania ERTMS z 2007 roku nakłada obowiązek na zarządy kolejowe wyjścia z pasma 150 MHz w przypadku otrzymania zgody na wykorzystywanie pasma GSM-R.

Okres migracji (współistnienie dwóch systemów radiołączności kolejowej: obecnego VHF 150 MHz i nowego GSM-R) to również okres znacznego zwiększenia kosztów utrzymania i eksploatacji obu systemów oraz znaczne utrudnienia organizacyjne dla podstawowych uczestników procesu przewozowego: maszynistów i dyżurnych ruchu, którzy muszą znać i obsługiwać dwa, znacznie różniące się od siebie, systemy radiowe. Z tego powodu pierwsi implementatorzy GSM-R w strategii wdrażania określili minimalnie możliwe okresy wdrażania systemu GSM-R oraz maksymalnie możliwe pokrycie (zakres) radiowe systemu GSM-R na swoich terenach.

W okresie migracji można stosować różne taktyki implementacji systemu GSM-R. Może to być taktyka „via train” (podwójne systemy radiołączności na taborze trakcyjnym), „via track” (podwójna naziemna infrastruktura radiowa 150 MHz/GSM-R) lub taktykę mieszaną. Plan NPW EWRTMS zakłada, że polska kolej będzie stosowała taktykę „via train”, przy czym na wielu liniach infrastruktura VHF 150 MHz ma być zachowana przez cały czas migracji, do czasu całkowitego wyłączenia tej sieci. Należy jednak pamiętać, że NPW ERTMS powstało ponad 4 lata temu i od tego czasu spojrzenie na taktykę migracji, nie tylko w Polsce, zaczyna się zmieniać. Głównym powodem jest fakt, że zarządcy infrastruktury nie mają „narzędzi” do zmuszenia wszystkich przewoźników na instalację dwusystemowych Radii Kabinowych a ponadto utrzymywanie dwóch systemów radiołączności pociągowej na linii jest kosztowne i generuje znaczne perturbacje ruchowe wynikające z konieczności obsługi ruchu radiotelefonicznego z dwóch systemów (stosuje się pulpit zintegrowany dla dyżurnych/dyspozytorów ruchu, obsadza się podwójny personel dyspozytorski, itp.).

W Europie przeważa obecnie opinia, że najbardziej optymalną taktyką wdrażania systemu GSM-R jest implementacja w oparciu o zasadę „jeden system na linii i w pojeździe”. Oznacza to, szczególnie dla linii, że po wdrożeniu GSM-R wyłącza się stary system radiołączności pociągowej. Taktyka wdrażania ze strony zarządcy infrastruktury polega na wcześniejszym przedstawieniu przewoźnikom planu wdrożenia GSM-R na poszczególnych liniach i ogłoszeniu, że na tych liniach będzie funkcjonował jedynie nowy system GSM-R. Przewoźnicy analizują cały układ sieciowy i sami decydują o tym, jakie pojazdy wyposażają jedynie w Radio Kabinowe GSM-R, jakie w dwusystemowe Radio Kabinowe 150 MHz/GSM-R a jakie pozostawiają w obecnym stanie (radiotelefon pociągowy 150 MHz).

Wydaje się, że taką taktykę mogą też przyjąć PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. Dla kolei PKM ma to o tyle duże znaczenie, że najprawdopodobniej w grudniu 2014 roku infrastruktura naziemna linii E-65 z Gdyni do Warszawy i linii 201 z Gdyni do Kościerzyny będzie wyposażona jedynie

w infrastrukturę GSM-R co uzasadnia, aby **nie budować na kolei PKM infrastruktury VHF 150 MHz**. Ze względu na fakt, że plany PLK S.A. mogą ulec zmianie lub opóźnić się, w załączeniu przedstawiono opcjonalnie założenia i koszty budowy infrastruktury VHF 150 MHz.

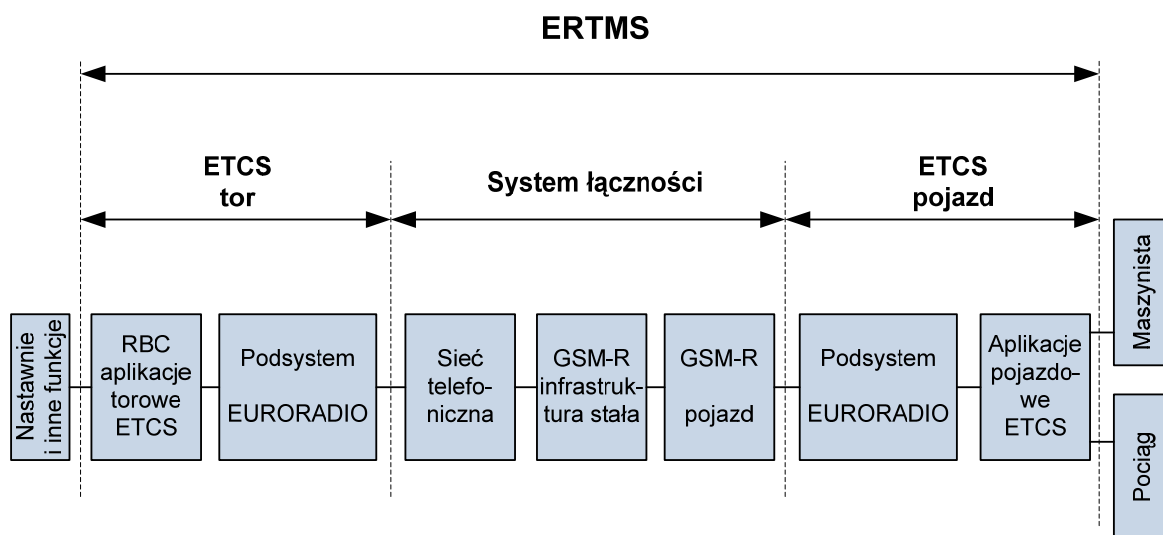
2. Analiza techniczna dla systemu GSM-R na kolei PKM

Założenia wyjściowe

W dziedzinie radiołączności pociągowej, na nowych i modernizowanych liniach system ERTMS/GSM-R nie ma alternatywy. Jego wdrożenie jest obligatoryjne ze względu na interoperacyjność tego systemu.

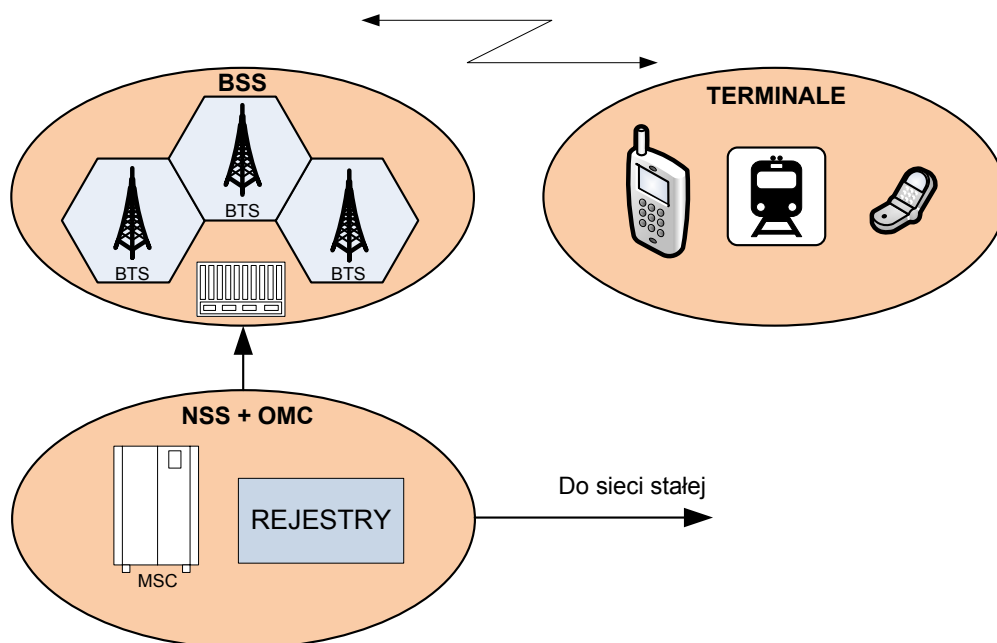
W niniejszym opracowaniu przyjęto więc następujące założenia:

- a) dane przedprojektowe będą dotyczyć sieci ERTMS/GSM-R (stałej infrastruktury naziemnej)
– zgodnie z logiczną relacją podsystemów ERTMS/GSM-R i ERTMS/ETCS - rys. 1;



Rys. 1. Logiczna relacja podsystemów GSM-R i ETCS w ramach systemu ERTMS

- b) stała infrastruktura naziemna GSM-R dla kolei PKM, ze względu na fakt, że wdrażanie systemu ERTMS/GSM-R nastąpi na kolei PKM dopiero w okresie, gdy na polskich kolejach będzie już funkcjonował system GSM-R na wielu liniach kolejowych (system NSS obejmujący centrale radiowe MSC wraz z rejestrami HLR, VLR, EIR i innymi oraz systemy zarządzania OSS będą już wdrożone), obejmie głównie podsystem BSS (stacje bazowe BTS oraz sterownik/sterowniki BSC tych) – rys. 2;



Rys. 2. Uproszczona architektura systemu GSM-R (oznaczenia w rozdziale „Skróty”)

- c) ze względu na fakt, że koszty infrastruktury podsystemu BSS sieci ERTMS/GSM-R obejmują głównie koszty stacji bazowych BTS, przeprowadzona zostanie analiza kosztów posadowienia tych stacji pod kątem minimalizacji liczby wymaganych stacji bazowych;
- d) podsystem BSS infrastruktury naziemnej ERTMS/GSM-R zapewni wszystkie usługi głosowe niezbędne w sieciach radiołączności kolejowej;
- e) dołączenie (backhaul) podsystemu BSS do podsystemu NSS sieci ERTMS/GSM-R nastąpi poprzez światłowodowy kabel łącznikowy do kabla światłowodowego magistralnego, ułożonego wzdłuż torów linii Warszawa – Gdynia;
- f) w pracach przedprojektowych zostaną uwzględnione aktualne normy i standardy systemu ERTMS/GSM-R (zwłaszcza EIRENE, MORANE) oraz doświadczenia europejskich zarządców kolejowych wdrażających system ERTMS/GSM-R;
- g) system ERTMS/GSM-R powinien spełniać wszystkie wymagania obligatoryjne FRS (v.7) i SRS (v.15) Specyfikacji EIRENE oraz posiadać standardowe interfejsy IFIX (od strony sieci telekomunikacyjnej stacjonarnej) oraz IGSM (od strony radiowej).

Wymagania na niezbędną infrastrukturę liniową sieci ERTMS/GSM-R

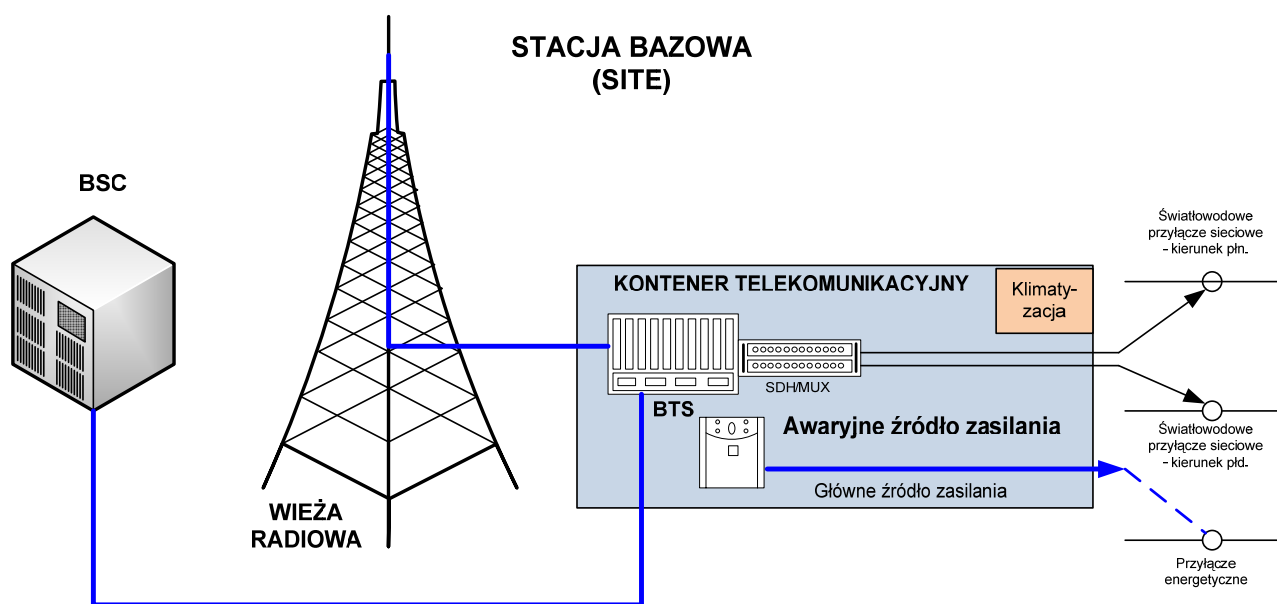
Podsystem BSS sieci składa się głównie z dwóch elementów:

- a) sterownika (sterowników) stacji bazowych BSC;
- b) zespołu stacji bazowych BTS.

Stacja bazowa (*site*) składa się z kolei z następujących elementów (rys. 3):

- a) wolnostojącej wieży radiowej zawierającej anteny GSM-R oraz ewentualnie anteny radioliniowej służącej do przesyłania sygnałów do sterownika stacji bazowych BSC;
- b) kontenera telekomunikacyjnego jako pomieszczenia zawierającego urządzenia stacji bazowej BTS, urządzenia teletransmisyjne do przesyłania sygnałów do sterownika stacji bazowych BSC (backhaul) oraz urządzenia zasilające (baterie, UPS).

Uwaga: na niektórych wieżach antenowych i w niektórych kontenerach telekomunikacyjnych (prawdopodobnie, w co drugim) należy przewidzieć miejsce odpowiednio dla anten i stacji nadawczo-odbiorczych systemu SZS 150 MHz jeśli takowy będzie musiał być wdrożony).



Rys. 3. Składniki podsystemu BSS infrastruktury sieciowej ERTMS/GSM-R

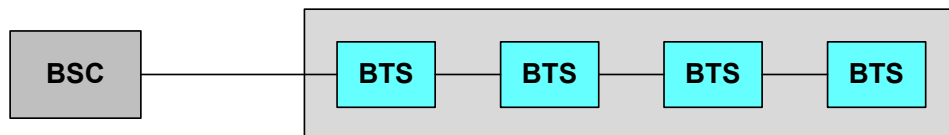
Zalecenia i wytyczne dla projektantów infrastruktury liniowej ERTMS/GSM-R

Sieć ERTMS/GSM-R realizuje się w technologii inwestycyjnej „projektuj i buduj” a projekt opracowuje Wykonawca inwestycji. Z tego powodu istnieją jedynie ogólne wytyczne dla tego typu projektów, które są umieszczane w dokumentacji przetargowej w Opisie Przedmiotu Zamówienia (OPZ) w postaci wymagań ze strony Zamawiającego. Poniżej przedstawiono najważniejsze wymagania. W zakresie projektowania, w OPZ, należy przedstawić następujące zalecenia i wytyczne:

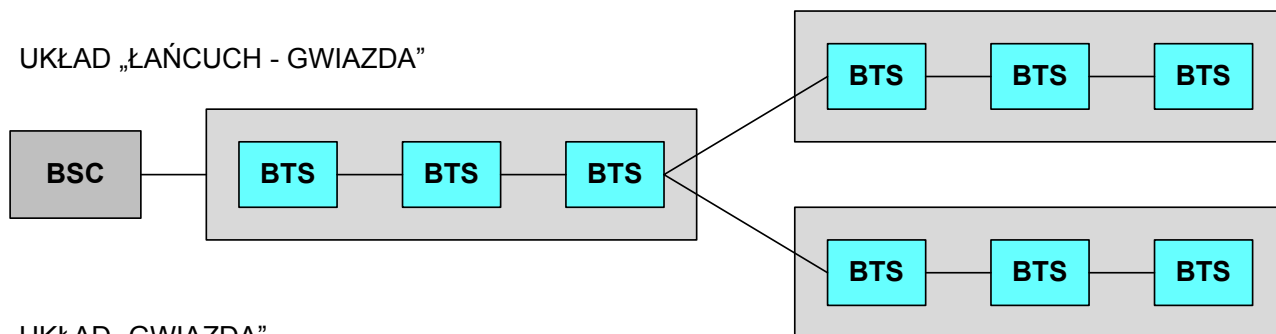
1. Podsystem GSM-R musi zapewniać dla radiołączności pociągowej realizację wszystkich obligatoryjnych (*mandatory*) wymagań wyszczególnionych w obowiązujących dokumentach standardu EIRENE.

2. W przypadku wykorzystywania sieci ERTMS/GSM-R do obsługi systemu ETCS poziom 2, sieć musi zostać tak zaprojektowana, aby zapewniła transmisję danych dla podsystemu ETCS na wymaganym poziomie jakości (QoS).
3. Należy zapewnić łączność z innymi operatorami kolejowymi GSM-R i publiczną siecią telefoniczną.
4. W projekcie Wykonawca powinien przedstawić:
 - a) Pojemność sieci w zakresie kanałów ruchu (traffic channels) i kanałów sygnalizacyjnych (signalling channels) uwzględniając docelową liczbę użytkowników sieci radiowej ERTMS/GSM-R podaną przez Zamawiającego;
 - b) Pokrycie radiowe z wymaganym przez EIRENE prawdopodobieństwem w dziedzinie czasu i miejsc dla relacji: pociąg-sieć, personel-sieć i personel-pociąg;
 - c) Obszary dostępne radiowo przez dyżurnych (dyspozytorów) ruchu i obszary manewrowe;
 - d) Plan alokacji zasobów kanałów częstotliwościowych pod potrzeby sieci ERTMS/GSM-R;
 - e) Projekt sieci z uwzględnieniem redundancji urządzeń i łączy dla potrzeb systemu ERTMS/ETCS (jeśli taka potrzeba istnieje);
 - f) Budżet łączy ERTMS/GSM-R w oparciu o wymagany model propagacyjny, odstęp od zakłóceń i zaniki wielodrogowe – potwierdzony pomiarami terenowymi;
 - g) Konfigurację urządzeń sieciowych (komórki, anteny, sektory, pobór mocy itd.)
 - h) Numerację dla wszystkich terminali systemu ERTMS/GSM-R;
 - i) Rozkład priorytetów i pierwszeństwa w łączach GSM-R .
5. W projekcie Wykonawca powinien zaproponować optymalny sposób połączeń wewnątrz podsystemu BSS, biorąc pod uwagę aspekty ekonomiczno-niezawodnościowe i wykorzystując jeden ze sposobów połączeń zamieszczonych na rys. 4. Z punktu widzenia niezawodności najlepszym rozwiązaniem jest ostatnie z rys 4 „Układ naprzemienne łańcuchy z zamkniętą pętlą”. Jedynie w tym rozwiązaniu występuje redundancja BSC, a to decyduje o poprawnej pracy całego systemu w przypadku uszkodzeń sterownika.
6. Wykonawca w projekcie uwzględni standardowe interfejsy w sieci ERTMS/GSM-R przedstawione na rys. 5.

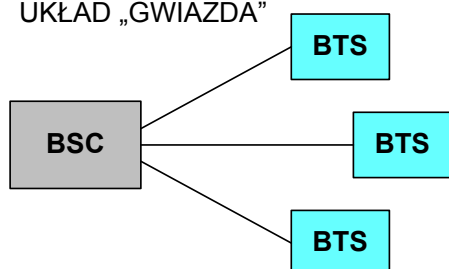
UKŁAD „ŁAŃCUCH”



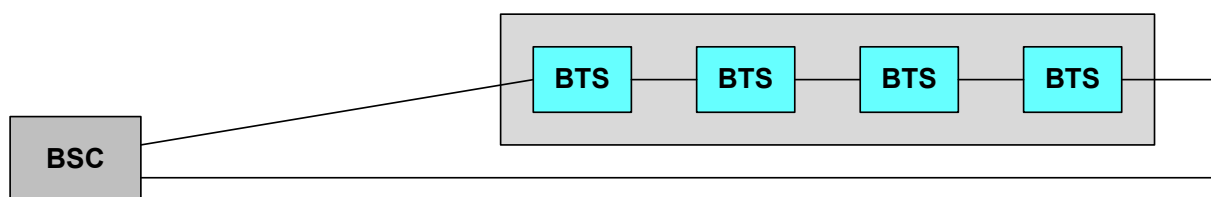
UKŁAD „ŁAŃCUCH - GWIAZDA”



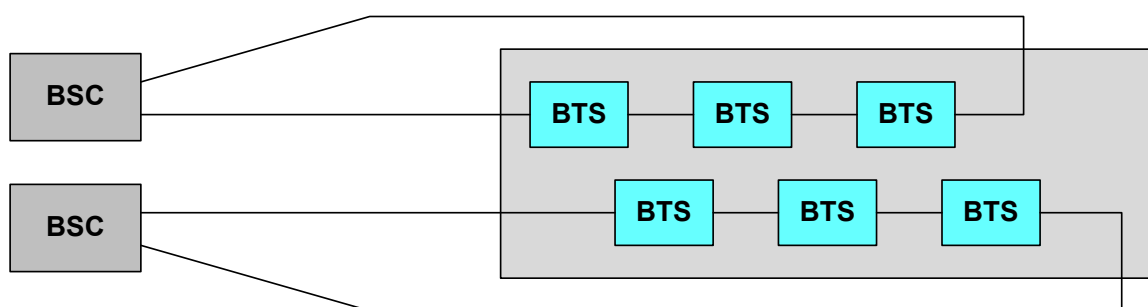
UKŁAD „GWIAZDA”



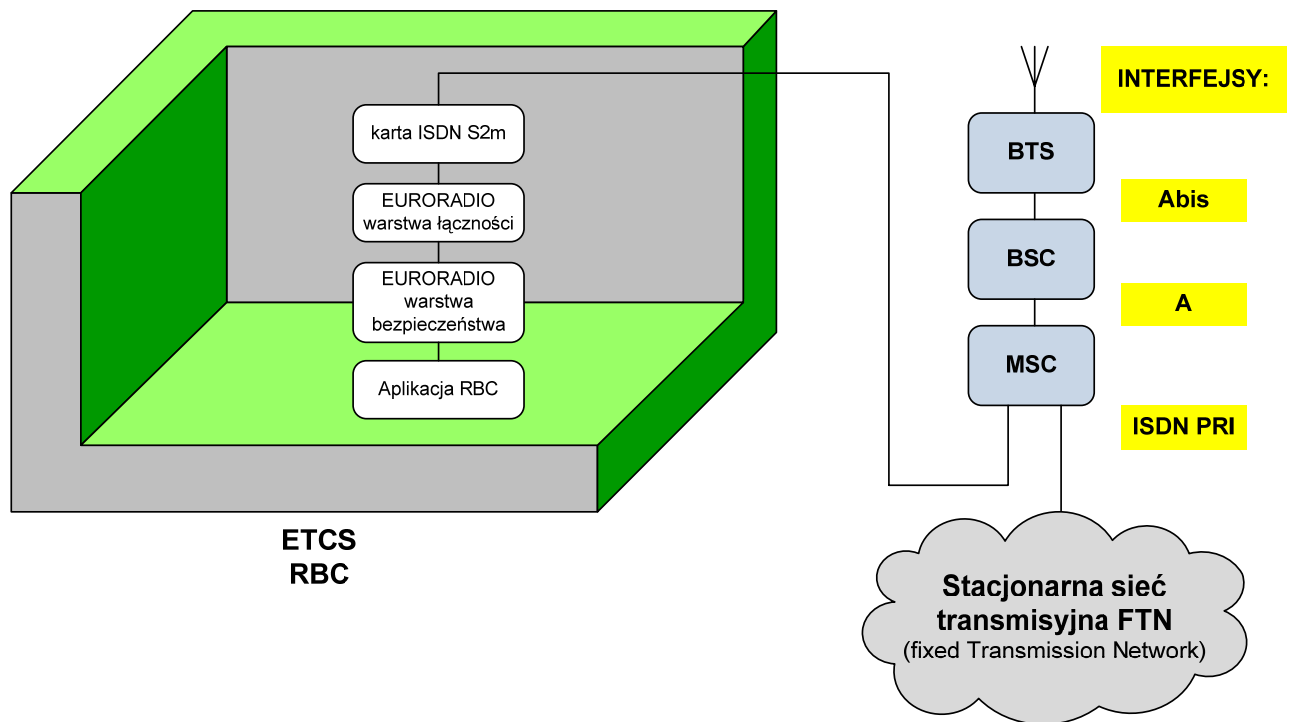
UKŁAD „ŁAŃCUCH” Z ZAMKNIĘTĄ PĘTLĄ



UKŁAD NAPRZEMIENNE ŁAŃCUCHY Z ZAMKNIĘTĄ PĘTLĄ



Rys. 4. Najczęstsze sposoby połączeń elementów wewnątrz infrastruktury radiowej BSS sieci ERTMS/GSM-R



Rys. 5. Interfejsy w sieci ERTMS/GSM-R

Poniżej przedstawiono wymagania na poszczególne elementy podsystemu BSS.

Wymagania na sterownik/sterowniki stacji bazowych BSC

1. Sterownik stacji bazowych BSC powinien realizować następujące funkcje:
 - a) konfigurować i zarządzać rozmównymi i sygnalizacyjnymi kanałami radiowymi podległych mu stacji bazowych,
 - b) sterować skakaniem (*hopping*) po częstotliwościach,
 - c) zarządzać procedurą szyfrowania transmisji radiowej,
 - d) realizować przywoływanie stacji ruchomych,
 - e) sterować mocą podległych mu stacji bazowych i stacji ruchomych,
 - f) sterować przełączaniem kanałów,
 - g) kontrolować stopy błędów i poziom mocy sygnału odbieranego przez stacje bazowe i stacje ruchome w zajętych kanałach radiowych,
 - h) realizować komutację łączy w celu koncentracji ruchu w łączach do centrali MSC/GSM-R,
 - i) utrzymywać i nadzorować połączenia między sterownikiem i stacjami bazowymi.
2. Sterownik stacji bazowych BSC powinien umożliwiać realizację podłączenia stacji bazowych w sposób:
 - a) indywidualny (pojedyncza stacja bazowa),
 - b) szeregowy (kilka stacji bazowych),

- c) szeregowy z pętlą (ring stacji bazowych)
zgodnie z opisem interfejsu A-bis standardu GSM.

Wymagania na stacje bazowe BTS

1. Główne funkcje realizowane przez zespół stacji bazowych BTS powinny być następujące:
 - a) wykrywanie zgłoszeń (*żądania przydzielenia wydzielonego kanału sygnalizacyjnego*) stacji ruchomych,
 - b) funkcje związane z przetwarzaniem sygnału
 - w kierunku nadawczym i odbiorczym:
 - kodowanie i dekodowanie mowy,
 - kodowanie i dekodowanie kanałowe,
 - przeplot i rozplot,
 - modulacja i demodulacja;
 - w kierunku nadawczym:
 - konwersja sygnału do częstotliwości radiowej,
 - wzmacnianie i łączenie (combining) sygnałów radiowych dochodzących do anteny;
 - w kierunku odbiorczym:
 - filtracja sygnałów,
 - rozdział i konwersja do pasma podstawowego,
 - szyfrowanie i rozszyfrowanie sygnałów przesyłanych w kanale radiowym,
 - przekazywanie wyników pomiarów własnych
 - przekazywanie wyników otrzymanych od stacji ruchomych do sterownika BSC,
 - realizacja skakania po częstotliwościach,
 - zapewnienie synchronizacji pomiędzy stacją ruchomą a stacją bazową.

Wymagania na kontener telekomunikacyjny

1. Dla każdej stacji bazowej kontener telekomunikacyjny powinien mieć wymiary umożliwiające ulokowanie w nim stacji bazowej oraz urządzeń towarzyszących.
2. Kontener powinien być posadowiony na blokach fundamentowych prefabrykowanych.
3. Kontener powinien być wykonany w technologii stalowych paneli warstwowych o konstrukcji samonośnej. Kontener powinien posiadać dobrą izolację termiczną i wilgotnościową.
4. Kontener powinien posiadać kompletną dokumentację techniczną.
5. Kontener powinien być wyposażony w kompletną instalację elektryczną wraz z tablicą przyłączeniową, szynę wyrównania potencjału oraz zintegrowaną instalację wentylacyjną i grzewczą zapewniającą stabilne warunki termiczne. Kontener powinien mieć system alarmowy z czujnikami ruchu, otwarcia/zamknięcia drzwi, wilgotności, dymu i temperatury.
6. Kontener powinien mieć drzwi antywłamaniowe z zamkiem antypanic.

7. Kontener powinien być wyposażony w przepust dla kabli antenowych, przepusty dla kabla energetycznego i teletechnicznego.
8. Tablica przyłączeniowa w kontenerze powinna zawierać zabezpieczenie przepięciowe, pola przyłączeniowe dla zasilania świateł przeszkodowych i odbiorów technologicznych.
9. Wytrzymałość podłogi powinna zapewniać zabudowę wszystkich urządzeń telekomunikacyjnych.
10. Dach powinien być zabezpieczony przed upadkiem lodu oraz powinien posiadać powłokę odbijającą światło.
11. Kontener technologiczny nie może być źródłem uciążliwości akustycznej, hałasu o mierzalnych wartościach, a także emisji pola elektromagnetycznego.

Wymagania na wieżę radiową (antenową)

1. W lokalizacjach stacji bazowych BTS należy zastosować wieże stalowe cynkowane ogniowo lub w technologii betonowej.
2. Konstrukcja wież powinna uwzględniać umieszczenie w ich wnętrzu kabli zasilających anteny.
3. Projekt wież powinien być zgodny z normą wiatrową PN-77/B-02011 z przyjętym parciem wiatru 25 daN/m^2 (*I strefa wiatrowa*) oraz kategorią terenu A.
4. W przypadku oceny przez Wykonawcę konieczności zastosowania wież w innej strefie wiatrowej niż podano powyżej, należy zastosować parcie wiatru wynikające dla odpowiedniej lokalizacji inwestycji, zgodnie z normą PN-77/B-02011.
5. W projekcie należy podać wymóg maksymalnego skrócenie wież na poziomie 0,5 m przed wierzchołkiem wieży.
6. W projekcie należy podać wymóg maksymalnego wychylenia wieży na poziomie wierzchołka wieży.
7. Wieże powinny być wyposażone w:
 - a) iglicę odgromową,
 - b) platformę konserwacyjną o szerokości ok. 70 cm od wieży, usytuowaną w górnej części wieży, umożliwiającą montaż i konserwację anten,
 - c) główną drabinę dostępową do platformy konserwacyjnej wraz z systemem zabezpieczającym, realizowanym poprzez linki asekuracyjne, przed upadkiem z wysokości.
Uwaga: Nie dopuszcza się stosowania szynodrabin oraz szczebli włazowych,
 - d) wyjście na platformę konserwacyjną bezpośrednio z drabiny głównej,
 - e) dodatkową drabinę nad platformą konserwacyjną, umożliwiającą dostęp do anten, zlokalizowaną po drugiej stronie drabiny głównej,
 - f) pomosty spoczynkowe usytuowane ok. w połowie wieży oraz przy wyjściu na platformę konserwacyjną,
 - g) drzwiczki rewizyjne nad platformą konserwacyjną,

- h) dwa uchwyty do zamontowania dwóch sektorowych anten GSM-R i dwa uchwyty do zamontowania dwóch anten radioliniowych¹,
 - i) drzwi konserwacyjne u dołu wieży,
 - j) osłonę anty-dostępową do drabiny głównej oraz osłonę anty-wspinaczkową
8. Maksymalne gabaryty i masa anten:
- a) anteny sektorowej GSM-R: waga: 25 kg, wymiary (L-W-H): 1300x600x150 mm,
 - b) anteny radioliniowej: waga: 60 kg, wymiary 1400x1400x750 mm
9. Wszystkie wieże i inne elementy wsporcze zespołów antenowych muszą mieć bezwzględnie możliwość uziemienia w celu zapewniania ochrony odgromowej. W trakcie instalacji w/w elementy powinny być połączone z siecią ochrony odgromowej.
10. Przy konstrukcji stalowej wieży wymaga się, aby wszystkie elementy stalowe konstrukcji podantenowych oraz drabinek kablowych w celu zabezpieczenia przed korozją były ocynkowane ogniowo. W przypadkach, gdy wystąpi jakiegokolwiek uszkodzenie powłoki cynkowej, miejsca uszkodzeń należy pomalować farbą cynkową w sposób zapewniający właściwą ochronę przed korozją. Należy unikać bezpośredniego stykania się elementów wykonanych z różnych metali (*np. nie ocynkowane śruby stalowe z elementami ocynkowanymi*) aby zapobiec tworzeniu się ognisk korozji. Wszystkie ostre krawędzie muszą być ogradowane i zabezpieczone przed korozją.

Wymagania na urządzenia SDH (backhaul)

1. W projekcie technicznym powinny zostać określone:
 - a) lokalizacje urządzeń teletransmisyjnych zapewniających dołączenie wszystkich elementów budowanej infrastruktury BSS/GSM-R do sieci telekomunikacyjnej;
 - b) sposób połączenia zaproponowanych urządzeń teletransmisyjnych;
 - c) sposób dołączenia systemu teletransmisyjnego do centrali (central) MSC;
 - d) rodzaj zaproponowanej protekcji w sieci teletransmisyjnej i w urządzeniach.
2. W projekcie technicznym należy określić wszystkie łącza (*BSC-BTS, BTS-BTS, inne*) wraz z niezbędną przepływnością, na potrzeby sieci ERTMS/GSM-R dla linii PKM.
3. Wszystkie urządzenia powinny spełniać wymogi zawarte w Obwieszczeniu Prezesa Urzędu Transportu Kolejowego z dnia 8 sierpnia 2005 roku „w sprawie ustalenia listy właściwych krajowych specyfikacji technicznych i dokumentów normalizacyjnych, których zastosowanie umożliwi spełnienie zasadniczych wymagań dotyczących interoperacyjności kolei”.
4. Urządzenia SDH wykonane w postaci bloków, paneli, kart powinny być dostosowane do stojaków 19” lub innych zgodnych z wymaganiami standardu ETSI 300 119. Dopuszczalne jest

¹ Zarządy kolejowe zwykle przewidują stosowanie radiolinii, jako rezerwowego sposobu transmisji, jednak w zależności od wymagań projektowych określonych przez Inwestora można pominąć wymaganie „dwa uchwyty do zamontowania dwóch anten radioliniowych”.

zastosowanie urządzeń w wersji desktop.

5. Rozwiązanie mechaniczne urządzeń SDH powinno odpowiadać właściwościom elektromagnetycznym zgodnie ze standardem ETS 300 386-1.
6. Konstrukcja urządzeń powinna być tak wykonana, aby uniemożliwiać niewłaściwe umieszczenie w stojakach wymiennych modułów, zespołów, kart. Przypadkowe umieszczenie zespołu (*karty*) w miejscu dla niego nie przeznaczonym nie powinno spowodować uszkodzenia zarówno tego zespołu jak i innych zespołów urządzenia.
7. Należy podać wymiary wszystkich typów światłowodowych elementów teletransmisyjnych (*wysokość x szerokość x głębokość*).
8. Urządzenia teletransmisyjne światłowodowe powinny być zasilane ze bezprzerwowego źródła prądu stałego o napięciu znamionowym 48 V z uziemionym biegunem dodatnim. Powinny one pracować poprawnie przy zmianach napięcia zasilania w zakresie co najmniej $\pm 10\%$ w stosunku do wartości nominalnej. Urządzenia powinny spełniać wymagania określone w zaleceniu ETS 300 132-2.
9. Należy podać pobór mocy w normalnej konfiguracji dla wszystkich urządzeń teletransmisyjnych.
10. Urządzenia SDH powinny być wyposażone w optyczny interfejs liniowy STM-1 o parametrach zgodnych z zaleceniami ITU-T G.957.
11. Urządzenia SDH STM-1 powinny zapewniać możliwość wyposażenia ich w następujące rodzaje styków optycznych: S-1.1, L-1.1, L-1.2.
12. Należy podać możliwą liczbę interfejsów liniowych, w jakie mogą być wyposażone elementy sieciowe SDH. Należy także podać wszystkie parametry interfejsów liniowych takich jak: poziom sygnału na wyjściu, czułość na odbiorze itp.
13. Oferowane urządzenia SDH powinny współpracować z systemami PDH o następujących przepływnościach binarnych:
 - a) 2048 ± 50 ppm, kod liniowy HDB3,
 - b) 34368 ± 20 ppm, kod liniowy HDB3.
14. Parametry fizyczne i elektryczne dla sygnałów składowych powinny być zgodne z zaleceniem ITU-T G.703 z następującymi opcjami:
 - a) styk 2048 kbit/s zgodny z G.703 rozdz. 6 i ETS 300 166, we/wy symetryczne 120 Ohm,
 - b) styk 34368 kbit/s zgodny z G.703 rozdz. 8 i ETS 300 166
 - c) styk synchronizacyjny 2048 kHz zgodny z G.703
15. Należy wyspecyfikować dostępne w oferowanych urządzeniach SDH interfejsy sieciowe i interfejsy dopływowe.
16. Dostarczony system powinien umożliwiać transport Ethernet 10/100 (*ISA Eth 10/100*) z adaptacją szybkości. Należy określić maksymalną ilość dostępnych kontenerów i ilość dostępnych interfejsów Eth w kontenerze.
17. Należy podać możliwości Infrastruktury w zakresie konfiguracji (*maksymalne ilości interfejsów*

każdego typu i możliwe ich kombinacje).

18. Niezawodność urządzeń teletransmisyjnych SDH ma wpływ na ogólne wymagania w zakresie poziomu dostępności systemu GSM-R. Wymaga się, aby dostępność systemu teletransmisyjnego dla systemu GSM-R była nie gorsza niż 99,99%.
19. W celu osiągnięcia poziomu 99,99% dostępności należy przyjąć, że:
 - a) urządzenia teletransmisyjne, do których dołączone są BTS powinny pracować w pierścieniu,
20. Należy przedstawić następujące informacje na temat poziomu dostępności urządzeń teletransmisyjnych:
 - a) wartości MTBF dla wszystkich modułów wszystkich elementów sieciowych,
 - b) wartości MTBF dla wszystkich elementów sieci obsługujących połączenie dostęp – linia.
21. Należy określić globalny czas międzyawaryjny MTBF uwzględniający wszystkie zespoły (*karty*) dostarczonych urządzeń.
22. Oferowany sprzęt teletransmisyjny SDH powinien posiadać mechanizmy protekcji na poziomie sprzętowym. Należy zapewnić protekcję zasadniczych modułów urządzenia na poziomie sprzętowym określając zastosowane typy tej protekcji w oferowanych urządzeniach.
23. Urządzenia teletransmisyjne SDH powinny zapewnić realizację mechanizmu protekcji odcinków zwielokrotniających w sieci SDH zgodnie z opisem podanym w zaleceniu ITU-T G.841.
24. Urządzenia teletransmisyjne SDH powinny zapewnić realizację mechanizmu protekcji Sub Network Connection Protection (*SNC-P*) zgodnie z opisem podanym w zaleceniu ITU-T G.841 dla wszystkich poziomów VC.
25. Urządzenia teletransmisyjne SDH powinny zapewnić realizację mechanizmu protekcji Multiplex Section Shared Protection Ring (*MS SPRING*) zgodnie z opisem podanym w zaleceniu ITU-T G.841.
26. Urządzenia teletransmisyjne SDH powinny zapewnić realizację mechanizmu protekcji dedykowanego pierścienia odcinków zwielokrotniających (*Multiplex Section Dedicated Ring*) w sieci SDH.
27. Należy podać czas przełączania na rozwiązanie zapewniające protekcję dla poszczególnych oferowanych mechanizmów protekcji.
28. Zarządzanie urządzeniami SDH zastosowanymi w oferowanej sieci teletransmisyjnej powinno być realizowane przez istniejący system nadzoru i zarządzania siecią teletransmisyjną Telekomunikacji Kolejowej oparty na dwóch aplikacjach:
 - a) zarządzaniu elementami sieci,
 - b) zarządzaniu połączeniami w sieci.
29. W sieci teletransmisyjnej powinna być możliwa realizacja następujących funkcji zarządzania:
 - a) zarządzanie błędami,
 - b) zarządzanie konfiguracją,

- c) zarządzanie jakością transmisji,
 - d) zarządzanie bezpieczeństwem.
30. Oferowane urządzenia SDH powinny dysponować stykami:
- a) dostępu lokalnego F, umożliwiającego dołączenie lokalnego terminala sterującego (*Craft Terminal*),
 - b) systemu operacyjnego Q zapewniającego połączenie fizyczne i logiczne elementów sieci SDH z systemem zarządzania,
 - c) wyprowadzania alarmów optycznych i akustycznych stacji.
31. Wskazane jest przekazywanie wszystkich informacji dotyczącej tej sieci do systemu nadzoru centralnego nad siecią WDM / SDH tak, aby sieć ta była widoczna przez ten system.
32. W przypadku zastosowania (np. jako rezerwa), radiolinie powinny spełniać następujące wymagania techniczne:
- a) pasmo pracy 32 GHz w zakresie strojenia obsługującym przynajmniej: 32319-32571 MHz dla kanałów dolnych oraz 33131-33383 MHz dla kanałów górnych (duplex 812 MHz),
 - b) anteny 0,6 m typu parabolicznego zintegrowane z ODU,
 - c) całkowita przepływność radiolinii nie mniejsza niż 100Mbit/s full duplex,
 - d) konstrukcja typu na przykład „Split Mount” (IDU połączone kablem IF z ODU)²,
 - e) moduły IDU wyposażone w następującą kombinację interfejsów: 32xE-1 (symetryczne 120 Ω) oraz 3xFast Ethernet (100BaseT),
 - f) porty do zarządzania wbudowane w IDU: 10/100BaseT oraz USB,
 - g) obsługiwane schematy modulacji: 4, 16, 32-dwu wartościowe przełączanie ręcznie,
 - h) alokacja kanału: 3,5; 7; 14; 28 MHz przełączana programowo,
 - i) każde dostarczone przęsło musi być zrealizowane w konfiguracji z protekcją 1+1 Hot Standby w układzie Space Diversity.

Wymagania na zasilanie site-u

1. Stacje bazowe BTS powinny być zasilane z systemu zasilania gwarantowanego, którego celem jest ochrona odbioru zasilania przed podstawowymi typami awarii sieci energetycznej (*zaniki sieci, chwilowe wahania amplitudy, udary napięciowe, długotrwałe obniżenia napięcia, szумы, zakłócenia, przebiegi łączeniowe, odkształcenia harmoniczne*).
2. System zasilania gwarantowanego powinien posiadać układ samoczynnego zasilania rezerwy, który w razie awarii bieżącego źródła zasilania przełączy samoczynnie obciążenie na kolejne dostępne źródło (*źródła*) energii. Należy założyć, że przerwa bieżącego (*podstawowego*) źródła energii może wynosić do 8 godzin.

² To rozwiązanie jest to jednym z możliwych (i najczęściej stosowanych) we wdrażanych do tej pory w Europie systemach GSM-R oraz zalecanych dla systemu GSM-R wdrażanego w warunkach polskich.

3. Dopuszcza się, aby agregat prądotwórczy był drugim rezerwowym źródłem zasilania, włączającym się samoczynnie w przypadkach braku lub znacznego obniżenia się napięcia obwodzie zasilania pierwotnego i pierwszej rezerwy.
4. Zaleca się, aby urządzenia telekomunikacyjne w kontenerze były przystosowane do zasilania ze źródeł prądu stałego (-48 V) i zmiennego (230 V) o wartościach napięć podanych w tab. 1.

Tabela 1

Wymagane parametry zasilania

Napięcie nominalne [V]	Napięcie minimalne [V]	Napięcie maksymalne [V]
48 V DC	40,50	57,00
230 V AC ¹	207	253

¹ Częstotliwość powinna zawierać się w granicach $50\text{ Hz} \pm 2\text{ Hz}$.

5. System zasilania w kontenerze telekomunikacyjnym powinien gwarantować, że zasilane urządzenia w tym kontenerze nie będą stanowić jakiegokolwiek niebezpieczeństwa dla personelu w trakcie instalacji, eksploatacji, utrzymania i zarządzania urządzeniami.
6. Dla każdego typu urządzenia telekomunikacyjnego w kontenerze należy określić standard, który odnosi się do bezpieczeństwa personelu.

3. Optymalizacja i wybór lokalizacji stacji bazowych ERTMS/GSM-R dla kolei PKM

Systemy łączności ruchomej, a więc takie systemy jak system GSM-R, planuje się „na gruncie” z użyciem narzędzi pomiarowych, które weryfikują wstępnie przyjęte „laboratoryjne” oszacowanie. Z tego też powodu, budowę systemów łączności ruchomych realizuje się z reguły w technice „projektuj i buduj”, która skutkuje tym, że Wykonawca wyznacza w terenie optymalne lokalizacje stacji bazowych, uwzględniając wszystkie aspekty terenowe. Projektowanie wstępne służy zwykle Wykonawcy jedynie do oszacowania kosztów oferty a nie do wyznaczenia ostatecznych lokalizacji.

W niniejszym rozdziale przedstawiono wyniki projektowania wstępnego, które ma charakter szacunkowy i nie oznacza wyznaczenia *stricte* docelowych lokalizacji stacji bazowych dla kolei PKM, lecz jedynie oznacza wskazanie terenu (stacja, km linii) posadowienia stacji.

Należy też zaznaczyć, że jak wynika z doświadczeń europejskich zarządów kolejowych, budowę systemu ERTMS/GSM-R, który jest systemem odpowiedzialnym za bezpieczeństwo ruchu kolejowego, realizuje się prawie w 100% korzystając z terenów kolejowych i tylko w ściśle uzasadnionych i koniecznych przypadkach zarządcy infrastruktury korzystają z terenów prywatnych lub z zasobów (wieże) publicznych operatorów telefonii komórkowych.

Metodyka optymalizacji oparto o następujące zasady:

1. terenowi kolei PKM, ze względu na ukształtowanie i urbanizację przyznano status terenu M

(miejskiego - o dużym poziomie urbanizacji) zlokalizowanego na terenie pofałdowanym (nizinno-wyżynnym);

2. wprowadzono, ze względu na obsługę ruchu i zasięg, jeden rodzaj stacji bazowych:
 - stację bazową stacyjno-liniową BTS4 (1+1), która ma 2 sektory po 90 stopni każdy lub anteny kierunkowe o odpowiedniej szerokości wiązki z wymaganym zyskiem; 1+1 oznacza redundancję sprzętową stacji (układów nadawczo-odbiorczych);;
 - przyjęto, że wysokość wież antenowych będzie wynosiła 15 m lub 30 m lub 50 m;
3. oszacowano budżet łączy radiowych dla łączy „uplink” (U), czyli od terminala (Radia Kabinowego) do stacji bazowej i „downlink” (D) w kierunku odwrotnym do U. Do analiz przyjmowano mniejszą wartość zasięgu z obu łączy U i D.
4. prawdopodobieństwo pokrycia przyjęto na poziomie 95% miejsc i czasu dla poziomu progowego (-98 dBm lub 38.5 dBmV/m) – wg wymagań EIRENE dla łączności głosowej i transmisji danych niekrytycznych..
5. zastosowano model propagacji Okumura-Hata;
6. dla połączeń BSC-BTS przyjęto układ jednego „łańcucha”;
7. zastosowano nakładanie się komórek GSM-R polegające na zasadzie: „poziom pokrycia radiowego spełnia wymogi nawet w przypadku awarii jednej stacji bazowej lub w przypadku awarii wszystkich parzystych lub awarii wszystkich nieparzystych stacji bazowych BTS”.

Wyniki oszacowanych zasięgów (promienia komórki) dla ww. założeń przedstawiono w tab. 2.

Tabela 2

Zasięgi komórek (promień w km) dla różnych rodzajów terenu i różnych wysokości wież antenowych

Teren	Wysokość anteny: $h_A = 15 \text{ m}$	Wysokość anteny: $h_A = 30 \text{ m}$	Wysokość anteny: $h_A = 50 \text{ m}$
M (miejski)	2,5	3,5	4,5

Tabela 3

Rozkład stacji (przystanków) dla kolei PKM

Nazwa stacji (przystanku) PKM	km linii	Odległość od poprzedniej stacji w km
Gdańsk Wrzeszcz ³	0,00	-
Gdańsk Strzyża	2,36	2,36
Gdańsk Niedźwiednik	4,0	1,64
Gdańsk Brętowo	5,44	1,44
Gdańsk Jasień	7,54	2,10

³ Gdańsk Wrzeszcz i Gdańsk Osowa nie należą do kolei PKM, lecz ze względu na zasady obowiązujące dla systemu ETCS poziom 2 włączone te stacje do pokrycia radiowego GSM-R dla kolei PKM.

Gdańsk Kiełpinek	9,02	1,48
Gdańsk Matarnia	11,86	2,84
Gdańsk Port Lotniczy	14,68	2,82
Gdańsk Banino	16,10	1,42
Gdańsk Osowa	20,30 (18,80) ⁴	4,20

W tabeli 4 i na rys. 6 przedstawiono propozycję lokalizacji stacji bazowych BTS na kolei PKM z analizą pokrycia radiowego w przypadku awarii jednej stacji bazowej lub wszystkich parzystych lub wszystkich nieparzystych stacji bazowych.

Tabela 4

Proponowana lokalizacja stacji bazowych BTS na potrzeby kolei PKM

Lokalizacja Stacji Bazowej	Wysokość wieży antenowej w [m]	Uzyskany zasięg w [km] do poprzedniej stacji ⁵	Wymagany zasięg w [km] do poprzedniej stacji
Gdańsk Strzyża	15	2,5	2,36 ⁶
Gdańsk Niedźwiednik	50	7,0	1,64 ⁷
Gdańsk Jasień	30	8,0	3,54 ⁸
Gdańsk Matarnia	30	7,0	4,32
Gdańsk Port Lotniczy	50	8,0	2,82 ⁹
Gdańsk Banino	30	7,0	1,42 ¹⁰

⁴ 18,8 km oznacza koniec pokrycia radiowego dla GSM-R na kolei PKM (pociąg zostaje „przejęty” przez dyżurnego linii 201)

⁵ licząc od km 0,00

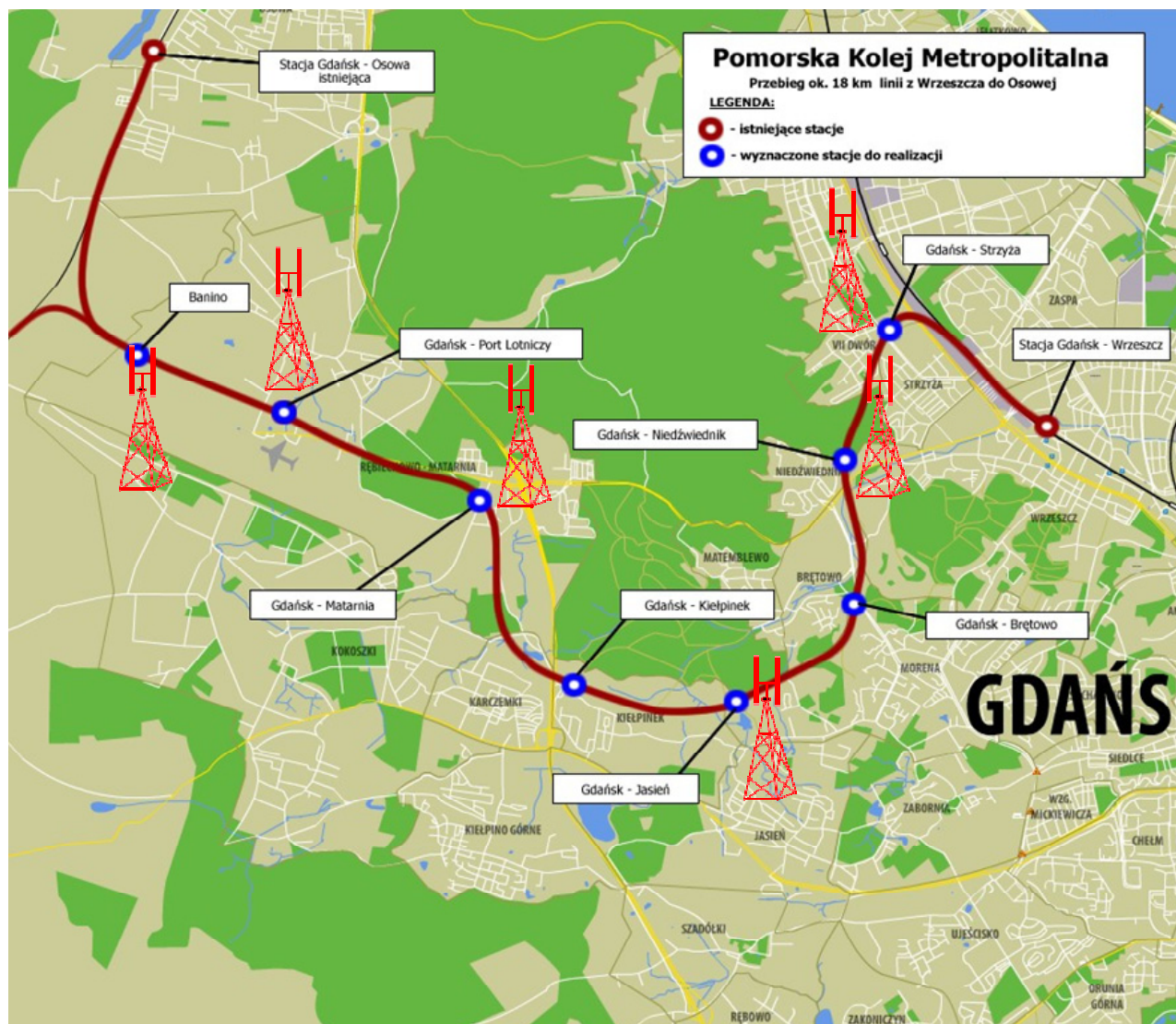
⁶ 2,36 km to odległość do Gdańska Wrzeszcza (należy pamiętać, że pociągi PKM wjeżdżającego z tego kierunku będą musiały rejestrować się do sieci GSM-R PKM właśnie tuż za semaforem wyjazdowym z Gdańska Wrzeszcza).

⁷ duży zapas zasięgu jest po to, aby stacja bazowa w Gdańsku Niedźwiedniku swoim pokryciem radiowym sięgała do Gdańska Wrzeszcza w przypadku awarii stacji bazowej w Gdańsku Strzyża i zapewniała zasięg w przypadku awarii stacji bazowej w Gdańsku Jasieniu.

⁸ duży zapas zasięgu jest po to, aby stacja bazowa w Gdańsku Jasień swoim pokryciem radiowym sięgała do Gdańska Strzyża w przypadku awarii stacji bazowej w Gdańsku Niedźwiedniku i zapewniała zasięg w przypadku awarii stacji bazowej w Gdańsku Matarnii

⁹ duży zapas zasięgu jest po to, aby stacja bazowa w Gdańsku Port Lotniczy swoim pokryciem radiowym sięgała do Gdańska Jasienia w przypadku awarii stacji bazowej w Gdańsku Matarnii i do 18,80 km w przypadku awarii stacji bazowej w Gdańsku Banino. Jeżeli władze Portu Lotniczego nie wyrażą zgody na wieżę o wys. 50 m, to można zastosować wieżę o wys. 30 m, ale będzie to wymagało postawienie reaptera o wysokości co najmniej 15 m (koszt reaptera około. 190000 Euro) w odległości około 2 km od przystanku Port Lotniczy w kierunku przystanku Banino. Wymaganie to jest wynikiem spełnienia potrzeby pokrycia radiowego w przypadku uszkodzenia stacji bazowej Banino.

¹⁰ duży zapas zasięgu jest po to, aby stacja bazowa w Gdańsku Banino swoim pokryciem radiowym sięgała w pobliże Gdańska Osowa zapewniała zasięgi w przypadku awarii stacji bazowej w Gdańsku Port Lotniczy.



Rys. 6. Lokalizacja stacji bazowych BTS na potrzeby kolei PKM

Dla potrzeb kolei PKM oszacowano, że będzie niezbędnych 6 stacji bazowych BTS GSM-R, w tym jedna stacja o wysokości anten równej 15 m (Gdańsk Strzyża), trzy stacje o wysokości anten równej 30 m (Gdańsk jasień, Gdańsk Matarnia i Gdańsk Banino) i dwie stacje o wysokości anten równej 50 m (Gdańsk Niedźwiednik i Gdańsk Port Lotniczy).

4. Analiza ekonomiczna dla systemu GSM-R na kolei PKM

Przy oszacowaniu kosztów wdrożenia systemu ERTMS/GSM-R dla kolei PKM można zastosować dwie metody:

1. Metodę kosztów jednostkowych wdrożenia systemu ERTMS/GSM-R na podstawie danych z europejskich zarządów (UIC co rocznie wydaje tzw. „*Benchmark Report*”, w którym

zamieszcza koszty wdrożeń ERTMS w Europie). Należy jednak zaznaczyć, że koszty jednostkowe często zawierają koszty wszystkich urządzeń GSM-R a więc podsystemu NSS jak i BSS, jak również niekiedy terminale (np. Radia Kabinowe). Należy więc uwzględniać, że przedziały kosztów jednostkowych obejmują często zwykle centralę MSC (koszt ok. 2,4 mln Euro) oraz Radia Kabinowe (koszt ok. 100 000 Euro za sztukę).

2. Metodę oszacowania na podstawie kosztów urządzeń wdrożonych „pod klucz” na podstawie ofert firm oferujących wieże antenowe, kontenery telekomunikacyjne, stacje bazowe BTS, itp.

Ad. 1.

Średni koszt jednostkowy (bez kosztu magistralnego kabla światłowodowego) systemu ERTMS/GSM-R na liniach kolejowych przyjmuje wartości zamieszczone w tab. 5:

Tabela 5

Koszty jednostkowe wdrażania GSM-R (Obiekty Radiokomunikacyjne + transmisja do światłowodu)

Długość odcinka z GSM-R	Koszt jednostkowy infrastruktury naziemnej GSM-R [tys. € / km]			Rozstaw komórek / średni rozstaw stacji BTS
L [km]	Teren podmiejski P	Teren Miejski M	Teren wielkomiejski WM	
TEREN NIZINNY				
> 200 km	20,0	25,0	30,0	Normalny ¹¹ / 8 ÷ 10 km
50 ÷ 200 km	30,0	35,0	40,0	
< 50 km	40,0	45,0	50,0	
> 200 km	40,0	50,0	60,0	Podwojony ¹² / 8 ÷ 10 km
50 ÷ 200 km	60,0	70,0	80,0	
< 50 km	80,0	90,0	100,0	
> 200 km	30,0	37,5	45,0	Nakładkowy ¹³ / 5 ÷ 7 km
50 ÷ 200 km	45,0	52,5	60,0	
< 50 km	60,0	67,5	75,0	
TEREN WYŻYNNY				
> 200 km	30,0	37,5	45,0	Normalny / 6 ÷ 8 km
50 ÷ 200 km	45,0	52,5	60,0	
< 50 km	60,0	67,5	75,0	
> 200 km	60,0	75,0	90,0	Podwojony / 6 ÷ 8 km
50 ÷ 200 km	90,0	105,0	120,0	
< 50 km	120,0	135,0	150,0	
> 200 km	45,0	55,25	67,5	Nakładkowy / 4 ÷ 5 km
50 ÷ 200 km	67,5	78,75	90,0	
< 50 km	90,0	101,25	112,5	

¹¹ BTS-y w trybie 1+0 (bez backupu)

¹² Taki sam jak normalny, tylko podwojone BTS-y (1+1)

¹³ BTS-y w trybie 1+0 (bez backupu). Przy nakładowym i backupie (1+1) trzeba pomnożyć wyniki przez 2.

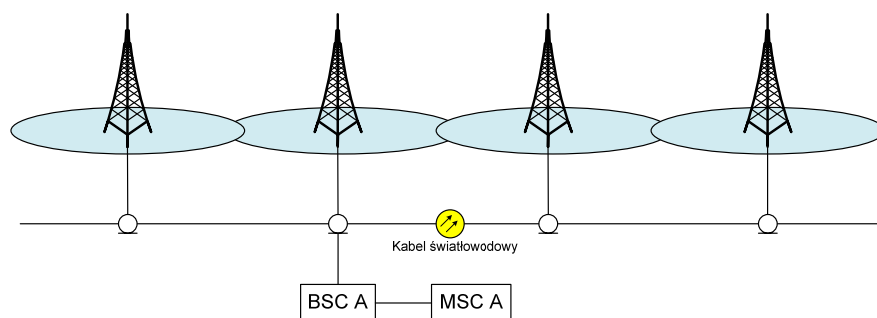
Długość odcinka z GSM-R	Koszt jednostkowy infrastruktury naziemnej GSM-R [tys. € / km]			Rozstaw komórek / średni rozstaw stacji BTS
	Teren podmiejski P	Teren Miejski M	Teren wielkomiejski WM	
L [km]				
TEREN GÓRSKI				
> 200 km	40,0	50,0	60,0	Normalny / 4 ÷ 6 km
50 ÷ 200 km	60,0	70,0	80,0	
< 50 km	80,0	90,0	100,0	
> 200 km	80,0	100,0	120,0	Podwojony / 4 ÷ 6 km
50 ÷ 200 km	120,0	140,0	160,0	
< 50 km	160,0	180,0	180,0	
> 200 km	60,0	75,0	90,0	Nakładkowy / 2,5 ÷ 4 km
50 ÷ 200 km	90,0	105,0	120,0	
< 50 km	120,0	135,0	150,0	

Jak widać, dla kolei PKM, który ma długość ok. 20 km, należałoby uśrednić koszt jednostkowy wymieniony tabeli dla terenu nizinnego i miejskiego, długości odcinka <50km i rozstawu komórek nakładkowych (67,5 tys. €/km) i koszt jednostkowy dla terenu wyżynnego i miejskiego, długości odcinka <50km i rozstawu komórek nakładkowych (101,25 tys. €/km). Średnia kosztu jednostkowego wynosi więc ok. 85 tys. €/km) co dla kolei PKM oznacza nakład inwestycyjny ok. **1,7 mln €**.

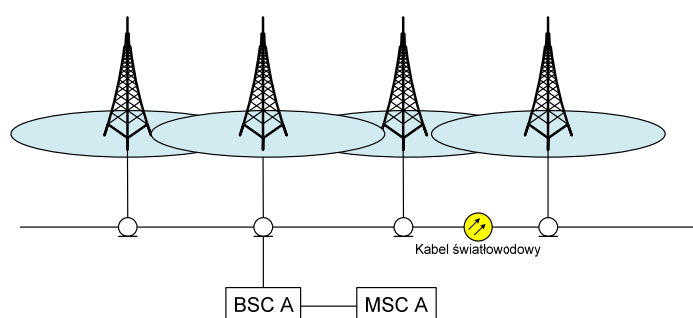
Przy założeniu, że system GSM-R nie będzie obsługiwał systemu ETCS (poziom 1 ETCS) można oszacować, że koszt wdrożenia systemu ERTMS/GSM-R nie będzie mniejszy od **1,7 mln €**.

Przy wdrażaniu systemu ERTMS/ETCS poziom 2, stosuje się często nakładające się rozkłady komórek (rys. 7 b). Wynika to przede wszystkim z faktu zwiększenia niezawodności łącz GSM-R (awaria jednej stacji bazowej nie powoduje np. „dziury” propagacyjnej). Zastosowanie podwójnych komórek z redundancją sprzętową (rys. 7 c.) czy nakładających się komórek z redundancją sprzętową (rys. 7 d.) spowoduje oczywiście wzrost kosztów wdrożenia sieci GSM-R dla danej linii w stosunku do przyjętych założeń. Na rys. 8 przedstawiono różnicę w pokryciu radiowym dla normalnego rozstawu komórek i rozkładu komórek nakładających się (taki rozkład przyjęto dla kolei PKM).

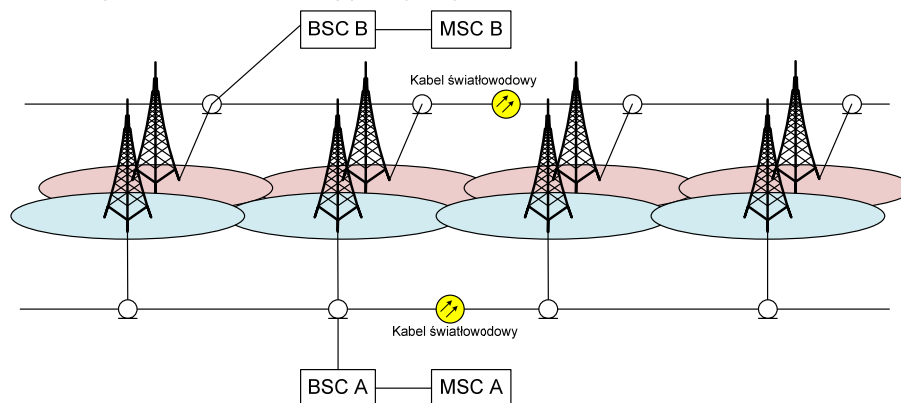
a) rozstaw normalny komórek



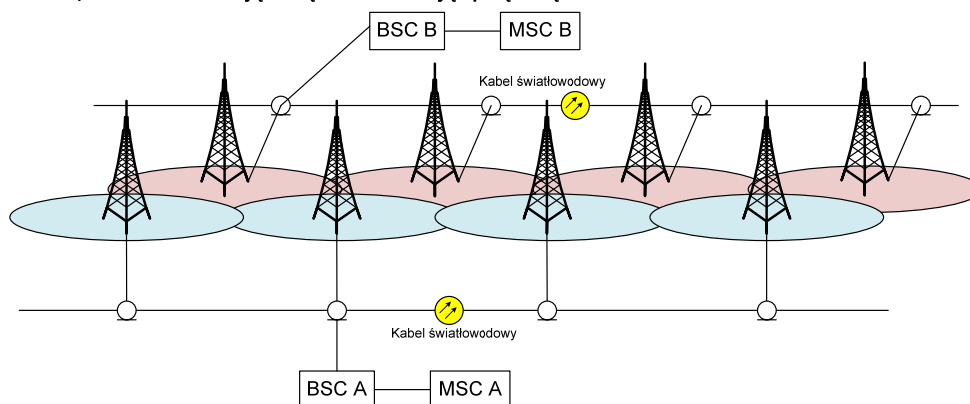
b) komórki nakładające się



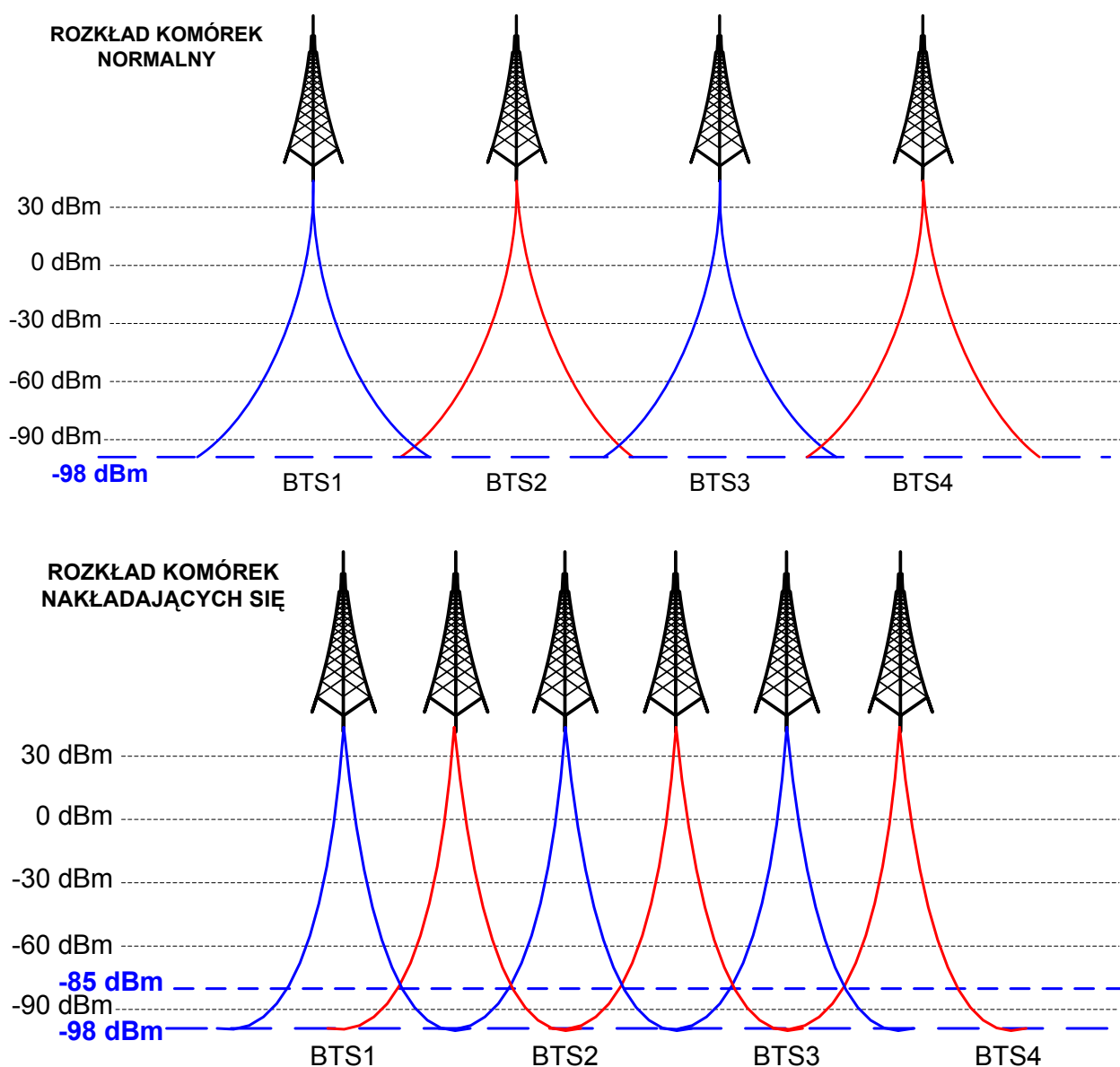
c) podwójne komórki z redundancją sprzętową



d) komórki nakładające się z redundancją sprzętową



Rys. 7. Przykłady zastosowania komórek GSM-R na linii kolejowej

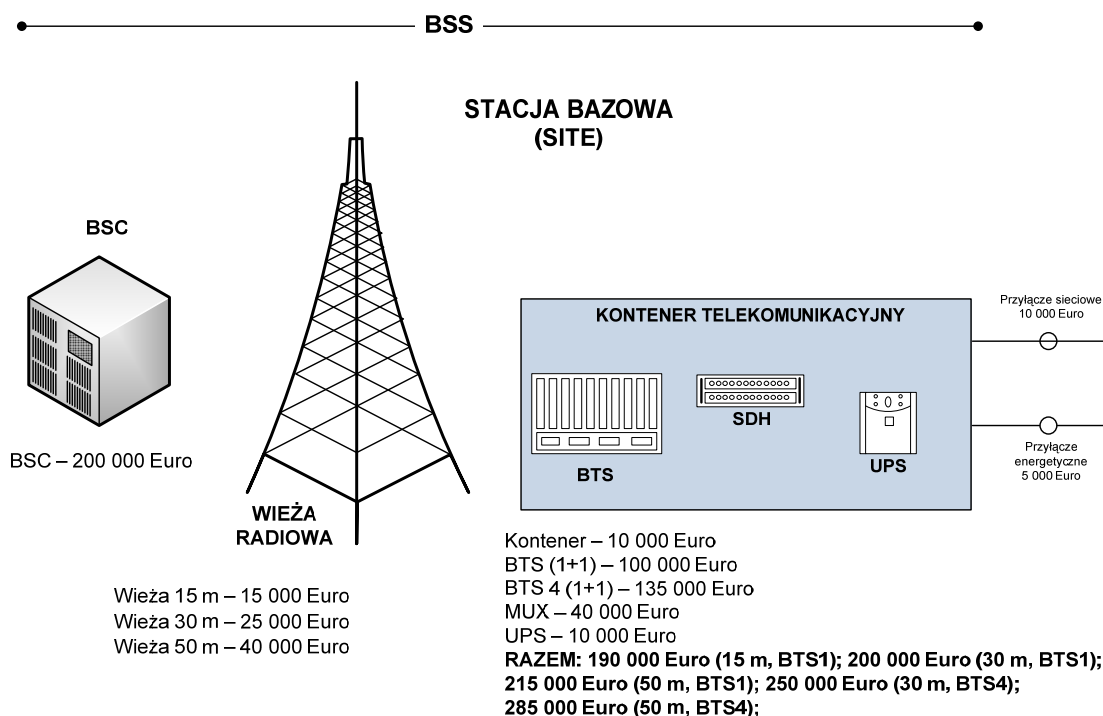


Rys. 8. Przykładowa różnica dla normalnego rozkładu komórek GSM-R i rozkładu komórek nakładających się.

Ad. 2.

Jak oszacowano, na odcinku kolei PKM o długości ok. 20 km liczba Obiektów Radiokomunikacyjnych (OR) będzie wynosić 6 (średni rozstaw ok. 5 km). Wydaje się, że szczegółowe planowanie radiowe nie powinno zwiększyć tej liczby (dla przykładu na odcinku pilotowym Legnica – Węglińiec – Bielawa Dolna o długości ok. 85 km liczba OR wynosi 16 przy czym rodzaj terenu tego odcinka jest bardziej pofałdowany w stosunku do nizinnej terenu rozpatrywanego odcinka kolei PKM).

Jednostkowe koszty urządzeń przedstawiono na rys. 9.



Rys. 9. Wyposażenie i koszty jednostkowe dla infrastruktury radiowej BSS sieci ERTMS/GSM-R (bez terminali)

Tabela. 6

Koszty przy szczegółowym planowaniu radiowym

Pozycja kosztów	Koszt jednostkowy w mln €	Liczba urządzeń	Suma w mln €
Obiekt Radiokomunikacyjny 15m	0,19	1	0,19
Obiekt Radiokomunikacyjny 30m	0,25	3	0,75
Obiekt Radiokomunikacyjny 50m	0,285	2	0,57
Sterownik BSC	0,20	1	0,20
RAZEM			1,71

Jak widać oszacowane koszty są niemal identyczne dla obu zastosowanych metod kalkulacji.

Na zakończenie należałoby podać wartości kosztów utrzymania wdrożonego systemu ERTMS/GSM-R. Oczywiście utrzymanie odcinka kolei PKM należy rozpatrywać w kontekście utrzymywania całej sieci ERTMS/GSM-R, która będzie wdrożona przez polską kolej. Według wartości zawartych w NPW ERTMS, w którym oszacowano, że utrzymanie 15 000 km linii

z systemem GSM-R będzie kosztowało ok. 180 mln zł, można obliczyć, że koszt utrzymania jednego kilometra infrastruktury GSM-R wynosi ok. 12 000 zł rocznie.

Dla dwudziestokilometrowego odcinka kolei PKM koszt utrzymania systemu ERTMS/GSM-R wyniesie więc 240000 zł rocznie, co przy stosunku €/PLN=4,00 daje wartość ok. **60 000 €** rocznie.

5. Wpływ systemu GSM-R na środowisko

5.1. Wprowadzenie

Stacje bazowe telefonii komórkowych (maszty wraz z urządzeniami) są praktycznie wszędzie. W chwili obecnej w Polsce, według różnych danych, jest ich około kilkudziesięciu tysięcy, a ich liczba stale rośnie. Lokowane są one w dużych miastach, na wsiach, przy lotniskach, drogach, torach kolejowych, w górach oraz na wybrzeżu. Powszechnie również budzą one silne emocje i niepokój ludzi zamieszkujących w ich pobliżu. Niewątpliwie naruszają one także walory krajobrazu. Obawy ludzi związane z masztami dotyczą przede wszystkim szkodliwego promieniowania emitowanego przez zainstalowaną na nich aparaturę oraz spadku wartości nieruchomości znajdujących się w ich bliskim sąsiedztwie. Wspomniane obawy często uzewnętrzniane są w postaci protestów przybierających różne formy, które niejednokrotnie utrudniają lub wręcz uniemożliwiają realizację danej inwestycji. Warto zauważyć, że obecnie na naszej planecie nie ma miejsc wolnych od pola elektromagnetycznego, a różnice dotyczą wyłącznie natężenia i częstotliwości fal stanowiących składnik tych pól. Należy także podkreślić, że Polska ma jeden z najniższych dopuszczalnych limitów ekspozycji w zakresie ochrony ludności przed promieniowaniem elektromagnetycznym, co oznacza, że polskie uregulowania prawne odnoszące się do stacji bazowych telefonii komórkowej, należą do najbardziej rygorystycznych na świecie.

Budowa masztów telefonii komórkowej w Polsce regulowana jest szeregiem aktów prawnych różnej rangi. Do najważniejszych z nich należy zaliczyć:

- a. ustawę z dnia 27 kwietnia 2001 r. - Prawo ochrony środowiska (tekst jedn.: Dz. U. z 2008 r. Nr 25, poz. 150, z późn. zm.) - dalej p.o.ś.
- b. rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 30 października 2003 r. w sprawie dopuszczalnych poziomów pól elektromagnetycznych w środowisku oraz sposobów sprawdzania dotrzymania tych poziomów (Dz. U. Nr 192, poz. 1883) - dalej r.d.p.p.e.;
- c. ustawę z dnia 3 października 2008 r. o udostępnianiu informacji o środowisku i jego ochronie, udziale społeczeństwa w ochronie środowiska oraz o ocenach oddziaływania na środowisko (Dz. U. Nr 199, poz. 1227, z późn. zm.) - dalej u.o.o.ś.;
- d. rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 9 listopada 2004 r. w sprawie określenia rodzajów przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko oraz szczegółowych uwarunkowań związanych z kwalifikowaniem przedsięwzięć do sporządzania raportu

- oddziaływania na środowisko (Dz. U. Nr 257, poz. 2573, z późn. zm.) - dalej r.r.p.o.ś.;
- e. ustawę z dnia 7 maja 2010 r. o wspieraniu rozwoju usług i sieci telekomunikacyjnych (Dz. U. Nr 106, poz. 675) - dalej u.w.r.u.s.;
 - f. rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 22 czerwca 2010 zmieniające rozporządzenie o warunkach, jakim powinny odpowiadać telekomunikacyjne obiekty budowlane i ich usytuowanie (Dz. U. Nr 115, poz. 773);
 - g. ustawę z dnia 28 lipca 2005 r. o lecznictwie uzdrowiskowym, uzdrowiskach i obszarach ochrony uzdrowiskowej i gminach uzdrowiskowych (Dz. U. Nr 167, poz. 1399, z późn. zm.) - dalej u.l.u.u.o.;
 - h. rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 12 listopada 2007 w sprawie zakresu i sposobu prowadzenia okresowych badań poziomów pól elektromagnetycznych w środowisku (Dz. U. Nr 221, poz. 1645) - dalej r.z.s.p.o.;
 - i. rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 9 listopada 2010 r. w sprawie określenia rodzajów przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko oraz szczegółowych uwarunkowań związanych z kwalifikowaniem przedsięwzięcia do sporządzenia raportu o oddziaływaniu na środowisko (Dz. U. Nr 213, poz. 1397).

Jak widać proces budowy masztów telefonii komórkowych regulowany jest szeregiem różnych aktów prawnych. Szczegółowe omawianie tego procesu nie jest przedmiotem niniejszej analizy. Warto natomiast zwrócić uwagę na jego aspekty środowiskowe, a w szczególności na to, czy budowa/stawianie takich masztów wymaga uzyskania decyzji o środowiskowych uwarunkowaniach realizacji inwestycji, a w konsekwencji sporządzania raportu o jej wpływie na środowisko. Analizując obowiązki przedsiębiorcy planującego zbudowanie, uruchomienie i użytkowanie masztu telefonii komórkowej, w pierwszej kolejności należy zwrócić uwagę na obowiązek uzyskania przez tego przedsiębiorcę **decyzji o środowiskowych uwarunkowaniach realizacji inwestycji („decyzja środowiskowa”)**, co wynika z art. 71 u.o.o.ś. Decyzja środowiskowa określa środowiskowe uwarunkowania realizacji przedsięwzięcia. Uzyskanie decyzji środowiskowej jest wymagane dla planowanych:

- 1) przedsięwzięć mogących zawsze znacząco oddziaływać na środowisko, oraz
- 2) przedsięwzięć mogących potencjalnie znacząco oddziaływać na środowisko.

Wydanie decyzji środowiskowej następuje przed uzyskaniem decyzji o pozwoleniu na budowę (w tym budowę masztu telefonii komórkowej), decyzji o zatwierdzeniu projektu budowlanego, decyzji o pozwoleniu na wzniesienie robót budowlanych oraz decyzji o pozwoleniu na zmianę sposobu użytkowania obiektu budowlanego lub jego części.

Organem właściwym do wydania decyzji środowiskowej dotyczącej budowy i eksploatacji stacji paliw, jest odpowiednio wójt, burmistrz lub prezydent miasta.

Zgodnie z r.r.p.o.ś., inwestycje w zakresie budowy masztów telefonii komórkowej kwalifikowane są jako przedsięwzięcia mogące znacząco oddziaływać na środowisko. Zgodnie z § 2 ust. 1 pkt 7

r.r.p.o.ś., sporządzenia raportu o oddziaływaniu przedsięwzięcia na środowisko w każdym przypadku wymagają: instalacje radiokomunikacyjne, radionawigacyjne i radiolokacyjne, z wyłączeniem radiolinii, emitujące pola elektromagnetyczne o częstotliwościach od 0,03 MHz do 300.000 MHz, w których równoważna moc promieniowana izotropowo wyznaczona dla pojedynczej anteny wynosi:

- a. nie mniej niż 2.000 W, a miejsca dostępne dla ludności znajdują się w odległości nie większej niż 100 m od środka elektrycznego, wzdłuż osi głównej wiązki promieniowania tej anteny,
- b. nie mniej niż 5.000 W, a miejsca dostępne dla ludności znajdują się w odległości nie większej niż 150 m od środka elektrycznego, wzdłuż osi głównej wiązki promieniowania tej anteny,
- c. nie mniej niż 10.000 W, a miejsca dostępne dla ludności znajdują się w odległości nie większej niż 200 m od środka elektrycznego, wzdłuż osi głównej wiązki promieniowania tej anteny,

5.2. System GSM-R a środowisko

System GSM-R oparty jest na architekturze publicznych sieci komórkowych GSM (Global System for Mobile Communications) fazy 2 i 2+ i jest zgodny ze normami Europejskiego Instytutu Norm Telekomunikacyjnych ETSI. Oznacza to, że urządzenia instalowane i eksploatowane w ramach systemów GSM-R i GSM spełniają te same standardy i są powszechnie stosowane.

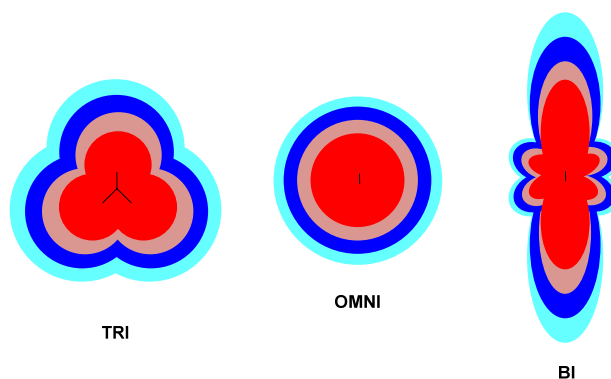
Zasadniczym elementem wyposażenia ERTMS, wymagającym pozwolenia na budowę, są Obiekty Radiokomunikacyjne GSM-R (OR) Każdy OR składa się z wieży/masztu, przeważnie 2 anten oraz urządzeń: nadawczo – odbiorczych TRX stacji bazowej, zasilających i sterujących, umieszczonych w kontenerze/szafie u podnóża wieży.

Urządzenia BTS pracują w paśmie R-GSM 900 MHz w dwóch przedziałach częstotliwości każdy o szerokości 4 MHz. Pasmo to wyznaczone jest odpowiednio przez następujące wartości częstotliwości: 876-880 MHz (transmisja od terminala ruchomego w kierunku BTS - uplink) i 921-925 MHz (w kierunku od BTS do terminala ruchomego - downlink).

Z uwagi na koszty zakupu gruntów, koszty użytkowania i eksploatacji oraz prawa własności, Obiekty Radiokomunikacyjne są zazwyczaj budowane na gruntach kolejowych.

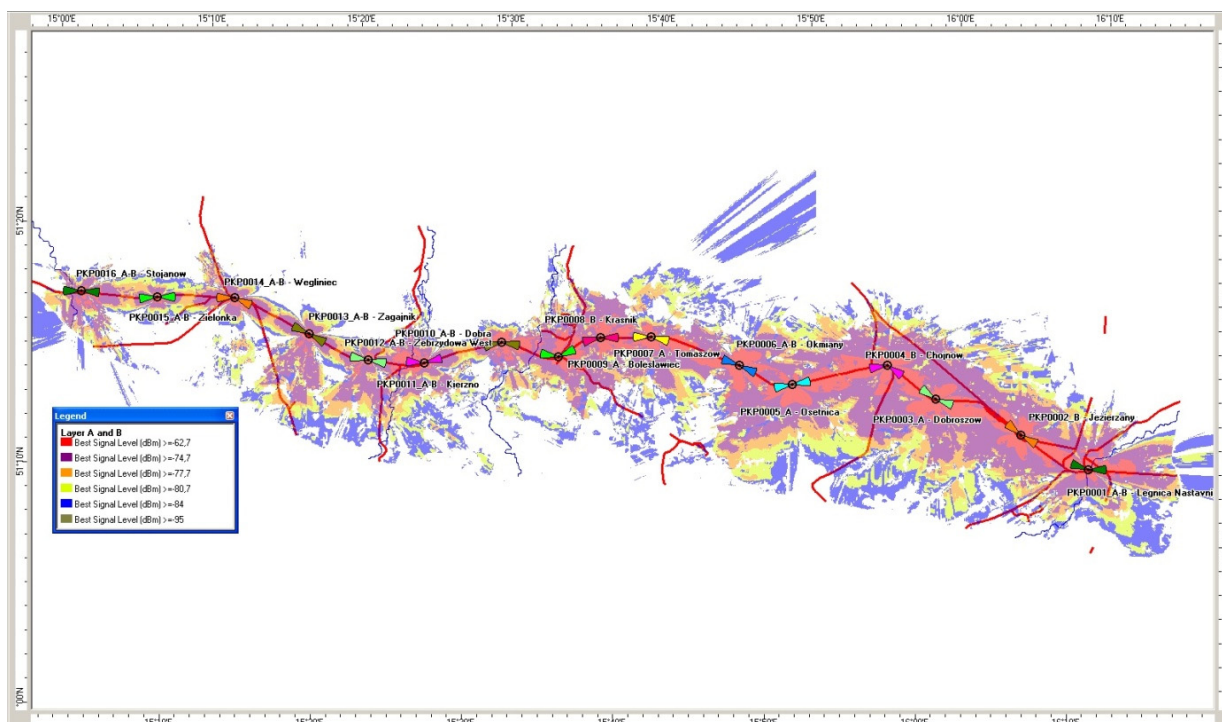
W zależności od ukształtowania terenu, na którym posadowiony będzie Obiekt Radiokomunikacyjny oraz obszaru, który należy objąć pokryciem radiowym, stosuje się różne wysokości masztów oraz różne konfiguracje anten. Maszt o wysokości większej niż 40 m jest rzadko stosowany ze względu na budżet mocy „uplink” (od terminala ruchomego MS do stacji bazowej) i ograniczonej mocy nadawczej terminala ruchomego MS. Podstawowe konfiguracje,

w jakich pracują anteny GSM-R zostały przedstawione na rys. 10. Obiekty radiokomunikacyjne posadowione wzdłuż szlaku kolejowego, zazwyczaj są wyposażane w dwie anteny kierunkowe, skierowane w przeciwnych kierunkach (rys. 10 BI). Na stacjach kolejowych stosowane są przeważnie anteny dookólne (rys. 10 OMNI). Alternatywnym rozwiązaniem jest stacja bazowa kilkusektorowa np. trzysektorowa (rys. 10 TRI).



Rys. 10. Podstawowe rodzaje konfiguracji anten GSM-R

Zdecydowana większość (ponad 90% instalacji) Obiektów Radiokomunikacyjnych GSM-R w Polsce będą stanowiły instalacje typu BI (rys.10) leżące na terenach wiejskich i podmiejskich, dla których propagacja wzdłuż torów nie koliduje ze skupiskami ludzkimi. Przykładowy rozkład natężenia pola sygnału systemu GSM-R dla pierwszej instalacji tego systemu (faza projektowa: odcinek linii E30 Legnica – Bielawa Dolna) przedstawia rys. 11.



Rys. 11. Przykładowy rozkład sygnału GSM-R wzdłuż linii kolejowej

Szczegółowa lokalizacja Obiektów Radiokomunikacyjnych oraz parametry urządzeń systemu GSM-R, takie jak wysokość masztów, moc nadajników, kierunek i nachylenie anten zostaną szczegółowo określone na etapie tworzenia projektu budowlanego, a wielkości dopuszczalnych poziomów pól elektromagnetycznych zweryfikowane pomiarami na etapie oddania instalacji do użytkowania (zgodnie z art. 122a ustawy- z dnia 27 kwietnia 2001 r. Prawo ochrony środowiska).

Pomiary te zostaną wykonane do wysokości 2 metrów nad powierzchnią ziemi albo innych powierzchni, na których mogą przebywać ludzie (w miejscach dostępnych dla ludności).

System GSM-R jest oparty o system publiczny GSM, który na terenie Polski bazuje już na przeszło 40 000 Obiektów Radiokomunikacyjnych. Wykaz posiadanych Obiektów Radiokomunikacyjnych operatorów publicznych z podziałem na rodzaj oraz operatora telefonii ruchomej przedstawia tabela 7.

Tabela 7

Wykaz posiadanych przez operatorów telefonii ruchomej Obiektów Radiokomunikacyjnych na 11 maja 2009r.

Rodzaj instalacji radiokomunikacyjnej	P4 Sp. z o.o.	Polkomtel S.A.	Polska Telefonia Cyfrowa Sp. z o.o.	PTK Centertel Sp. z o.o.
GSM 900	1 557	8 008	6 667	5 208
GSM 1800		2 544	2 289	3 877
UMTS	2 873	3 801	3 186	2 878
Łącznie	4 430	14 353	12 142	11 963

Jak już wspomniano, w odróżnieniu od systemu publicznego GSM, system GSM-R w ponad 90% przypadków (tereny podmiejskie i wiejskie) jest bardziej przyjazny środowisku, gdyż jego promieniowanie rozchodzi się kierunkowo wzdłuż torów kolejowych, gdzie nie występują prawie skupiska ludzkie a jeśli takowe są, to zamieszkują one w niskich budynkach. Na stacjach kolejowych można również założyć brak wysokich (ponad 3 piętra) domów mieszkalnych.

Jednocześnie należy podkreślić, iż w odniesieniu do instalacji związanych z telefonią komórkową i technologiami bezprzewodowymi, kilkudziesięcioletnie badania nie dowiodły ich negatywnego oddziaływania na zdrowie ludzi, o ile dotrzymywane są standardy ochrony środowiska określone dla miejsc dostępnych dla ludności. Ponadto Polska ma jeden z najniższych dopuszczalnych limitów w zakresie ochrony ludności przed promieniowaniem elektromagnetycznym, co oznacza, że polskie uregulowania prawne odnoszące się do Obiektów Radiokomunikacyjnych telefonii komórkowej, należą do najbardziej rygorystycznych na świecie (tabela 8)

Tabela 8.

Maksymalnie dopuszczalny dla ogółu ludności poziom gęstości mocy pola elektromagnetycznego w wybranych krajach

KRAJ	Częstotliwość pola radiowego	
	900 MHz	1800 MHz
NIEMCY	4,5 [W/m ²]	4,2 [W/m ²]
WŁOCHY	1 [W/m ²]	1 [W/m ²]
POLSKA	0,1 [W/m ²]	0,1 [W/m ²]
WĘGRY	0,1 [W/m ²]	0,1 [W/m ²]

Ze względu na charakter i specyfikę systemu GSM-R, klasyfikację przedsięwzięcia polegającego na budowie Obiektów Radiokomunikacyjnych systemu GSM-R, przeprowadza się zgodnie z Rozporządzeniem Rady Ministrów z dnia 9 listopada 2010 r. w sprawie przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko i zalicza się do grupy instalacji radiokomunikacyjnych, radionawigacyjnych i radiolokacyjnych, z wyłączeniem radiolinii emitujące pola elektromagnetyczne o częstotliwościach od 0,03 MHz do 300 000 MHz. Klasyfikacji dokonuje się biorąc pod uwagę dwa parametry:

- równoważną moc promieniowaną izotropowo (EIRP) wyznaczoną dla pojedynczej anteny;
- odległość środka elektrycznego tej anteny wyznaczoną od miejsc dostępnych dla ludności wzdłuż głównej osi promieniowania anteny.

Wyznaczając moc P_{EIRP} , bierze się pod uwagę kilka parametrów, najważniejsze z nich to moc nadajnika, zysk anteny i tłumienność toru antenowego. Standardowo, na wyjściu nadajnika TRX otrzymuje się moc rzędu **65 W-70 W** (wartość bliska maksymalnej dla urządzeń nadawczych GSM). Przyjmując wartości poszczególnych parametrów składowych takich jak zysk anteny i tłumienie toru antenowego, można określić **P_{EIRP} [W]** na poziomie **1700 [W]**. Wartość ta mieści się w przedziale ≥ 1000 i < 2000 dla którego 70 m (tabela 9) jest graniczną wartością określającą odległość miejsc dostępnych dla ludności, wyznaczoną od środka elektrycznego anteny, wzdłuż osi głównej wiązki promieniowania.

Kwalifikacja instalacji radiokomunikacyjnych, radionawigacyjnych i radiolokacyjnych z wyłączeniem radiolinii do przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko, zgodnie z rozporządzeniu Rady Ministrów z dnia 9 listopada 2010 r. w sprawie określenia rodzajów przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko oraz szczegółowych uwarunkowań związanych z kwalifikowaniem przedsięwzięcia do sporządzenia raportu o oddziaływaniu na środowisko (Dz. U. Nr 213, poz. 1397).

Przedsięwzięcia mogące znacząco oddziaływać na środowisko, wymagające przeprowadzenia postępowania w sprawie oceny oddziaływania na środowisko			Przedsięwzięcia niewymagające przeprowadzenia postępowania w sprawie oceny oddziaływania na środowisko
Równoważna moc promieniowana izotropowo EIRP [W]	Przedsięwzięcia, dla których raport jest wymagany	Przedsięwzięcia, dla których raport jest wymagany, może być wymagany	
	Odległość miejsc dostępnych dla ludności od środka elektrycznego anteny wzdłuż osi głównej promieniowania tej anteny [m]	Odległość miejsc dostępnych dla ludności od środka elektrycznego anteny wzdłuż osi głównej promieniowania tej anteny [m]	Odległość miejsc dostępnych dla ludności od środka elektrycznego anteny wzdłuż osi głównej promieniowania tej anteny [m]
1	2	3	4
≥ 15 i < 100	-	≤ 5	> 5
≥ 100 i < 500	-	≤ 20	> 20
≥ 500 i < 1000	-	≤ 40	> 40
≥ 1000 i < 2000	-	≤ 70	> 70
≥ 2000 i < 5000	≤ 100	> 100 i ≤ 150	> 150
≥ 5000 i < 10000	≤ 150	> 150 i ≤ 200	> 200
≥ 10000 i < 20000	≤ 200	> 200 i ≤ 300	> 300
≥ 20000	bez względu na odległość		

Realizacja instalacji radiokomunikacyjnych (w tym Obiektów Radiokomunikacyjnych systemu GSM-R), radionawigacyjnych i radiolokacyjnych, które zgodnie z brzmieniem przepisów ww. rozporządzenia, nie kwalifikują się do przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko, nie wymaga uzyskania decyzji o środowiskowych uwarunkowaniach.

Zgodność technologii GSM-R z wymaganiami w zakresie najlepszej dostępnej technologii

Zgodnie z art. 143, Ustawy prawo ochrony środowiska, technologia stosowana w nowo uruchamianych lub zmienianych w sposób istotny instalacjach i urządzeniach powinna spełniać wymagania, przy których określaniu uwzględnia się w szczególności:

- stosowanie substancji o małym potencjale zagrożeń;
- efektywne wykorzystanie energii;
- zapewnienie racjonalnego zużycia wody i innych surowców oraz materiałów i paliw;
- stosowanie technologii bezodpadowych i małodopadowych oraz możliwość odzysku powstających odpadów;
- rodzaj, zasięg oraz wielkość emisji;
- wykorzystywanie porównywalnych procesów i metod, które zostały skutecznie zastosowane w skali przemysłowej (na liniach kolejowych poza granicami RP);
- postęp naukowo-techniczny.

Technologia GSM-R spełnia wszystkie powyższe wymagania, stanowi najlepszą dostępną technologię w zakresie zarządzania ruchem kolejowym, w tym: bezpiecznego prowadzenia ruchu kolejowego.

Podsumowanie

GSM-R jest systemem bezprzewodowej łączności kolejowej przeznaczonym do prowadzenia ruchu kolejowego, który docelowo ma zastąpić obecnie eksploatowany na sieci PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. analogowy system pracujący w paśmie 150 MHz.

Z uwagi na pogarszający się stan urządzeń analogowej łączności radiowej i koszty, jakie ponosi zarządca infrastruktury na dalsze ich utrzymywanie i modernizację, konieczne jest jak najszybsze wdrożenie systemu GSM-R na kluczowych liniach kolejowych w Polsce. Tempo wdrożenia systemu GSM-R w dużym stopniu zależne jest od uzyskania decyzji administracyjnych w tym decyzji o środowiskowych uwarunkowaniach (jeżeli jest wymagana) oraz pozwolenia na budowę.

Przedstawiona powyżej krótka charakterystyka systemu GSM-R, w tym opis Obiektów Radiokomunikacyjnych pozwala zaklasyfikować ten system do grupy instalacji radiokomunikacyjnych, radionawigacyjnych i radiolokacyjnych, z wyłączeniem radiolinii emitujące pola elektromagnetyczne o częstotliwościach od 0,03 MHz do 300 000 MHz.

Na podstawie wartości P_{EIRP} , które dla Obiektów Radiokomunikacyjnych systemu GSM-R w większości przypadków będą zawierały się w przedziale ≥ 1000 i < 2000 oraz opierając się na obowiązujących aktach prawnych w tym zakresie, można stwierdzić, iż **w miejscach dostępnych dla ludności nie będą występowały niedopuszczalne polskim prawem, wartości pól elektromagnetycznych.** Przyjmując powyższe założenia, można stwierdzić, iż **budowa i użytkowanie Obiektów Radiokomunikacyjnych GSM-R nie zalicza się do przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko** (zgodnie z Rozporządzeniem Rady Ministrów z dnia 9 listopada 2010 r. w sprawie przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko) i **nie wymaga uzyskania decyzji o środowiskowych uwarunkowaniach.**

Załącznik 1. Karta informacyjna przedsięwzięcia w zakresie budowy systemu GSM-R (zalecenia)

Zgodnie 63 ust. 1 ustawy z dnia 3 października 2008r. o udostępnianiu informacji o środowisku i jego ochronie, udziale społeczeństwa w ochronie środowiska oraz o ocenach oddziaływania na środowisko (Dz. U. Nr 199, poz. 1227 ze zm.) obowiązek przeprowadzenia oceny oddziaływania przedsięwzięcia na środowisko stwierdza, w drodze postanowienia organ właściwy do wydania decyzji o środowiskowych uwarunkowaniach. Postępowanie to dotyczy przedsięwzięć z § 3 rozporządzenia Rady Ministrów z dnia 9 listopada 2004 r. w sprawie określenia rodzajów przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko oraz szczegółowych uwarunkowań związanych z kwalifikowaniem przedsięwzięcia do sporządzenia raportu o oddziaływaniu na środowisko.

Na podstawie art. 64 ust. 1 pkt 1 ww. ustawy postanowienie w sprawie obowiązku przeprowadzenia oceny oddziaływania na środowisko wydaje się po zasięgnięciu opinii regionalnego dyrektora ochrony środowiska. Podstawą do zajęcia stanowiska w sprawie obowiązku przeprowadzenia oceny jest prawidłowo wypełniona karta informacyjna przedsięwzięcia.

Artykuł 3 ust. 1 pkt. 5 ustawy o udostępnianiu informacji o środowisku (...) wskazuje jakie dane winna zawierać karta informacyjna przedsięwzięcia tj.:

- **rodzaj, skala i usytuowanie przedsięwzięcia** – w punkcie tym należy wskazać rodzaj planowanego przedsięwzięcia zgodnie z rozporządzeniem Rady Ministrów z dnia 9 listopada 2004 r. w sprawie określenia rodzajów przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko oraz szczegółowych uwarunkowań związanych z kwalifikowaniem przedsięwzięcia do sporządzenia raportu o oddziaływaniu przedsięwzięcia na środowisko (Dz. U. Nr 257, poz. 2573 ze zm.), jego podstawowe parametry techniczne (wymiały, średnica, moc itp.) oraz usytuowanie przedsięwzięcia (np. względem istniejącej zabudowy);

- **powierzchnia zajmowanej nieruchomości, a także obiektu budowlanego oraz dotychczasowy sposób ich wykorzystywania i pokrycie nieruchomości szatą roślinną** – w punkcie tym należy m.in. podać gabaryty planowanych obiektów budowlanych wraz ze wskazaniem jaki procent powierzchni działki zostanie wyłączony z powierzchni biologicznie czynnej (zabudowany). Ponadto wskazane jest także porównanie dotychczasowego użytkowania terenu z planowanym jego zagospodarowaniem. Należy opisać też szatę roślinną w granicach nieruchomości, a także wskazać, czy w ramach prowadzonych prac planuje się zniszczenie szaty roślinnej (np. wycinkę drzew – jakich, ile, na jakiej powierzchni itp.);

- **rodzaj technologii** - w punkcie tym należy opisać technologię, jaka zostanie zastosowana do

realizacji przedsięwzięcia, jednak dotyczy on tylko niektórych przedsięwzięć (instalacji);

- **ewentualne warianty przedsięwzięcia** - w punkcie tym należy przedstawić informacje o ewentualnych wariantach planowanego przedsięwzięcia. Ponadto, należy przy tym podkreślić, że w przypadku, kiedy przed wydaniem decyzji o środowiskowych uwarunkowaniach będzie przeprowadzana ocena oddziaływania na środowisko - konieczne będzie szczegółowe opisanie analizowanych wariantów planowanego przedsięwzięcia (w raporcie o oddziaływaniu na środowisko), uzasadnienia ich wyboru i określenia ich przewidywanego oddziaływania na środowisko. Będzie to dotyczyło m.in. przewidywanych skutków dla środowiska w przypadku niepodjęcia przedsięwzięcia (tzw. wariantu zerowego), rozwiązania proponowanego przez wnioskodawcę i jego racjonalnego wariantu, wariantu najkorzystniejszego dla środowiska. Informacje o ww. wariantach powinny uwzględniać także ich przewidywane oddziaływanie obszary Natura 2000. Wariantowanie może dotyczyć aspektów lokalizacyjnych, rodzajów technologii, rozwiązań technicznych, itp., przy czym musi być jasne, które z tych rozwiązań są przedmiotem wniosku;

- **przewidywana ilość wykorzystywanej wody, surowców, materiałów, paliw oraz energii –**

Przykładowe dane:

Szacunkowe zapotrzebowanie na wodę wynosi:...

Szacunkowe zapotrzebowanie na surowce wynosi:...

Szacunkowe zapotrzebowanie na paliwa wynosi:...

Szacunkowe zapotrzebowanie na energię wynosi:

- elektryczną: /.../ kW/MW
- ciepłą: /.../ kW/MW
- gazową: /.../ m³/h

Informacje tu zawarte będą wynikać zarówno z przyjętej technologii i zaprojektowanej zdolności produkcyjnej, jak również z uzgodnień zawartych pomiędzy wnioskodawcą a zakładem energetycznym, wodociągami, itp. Wskazane jest, aby szczegółowość tych danych była na poziomie założeń do projektu budowlanego lub innej dokumentacji technicznej (operatu wodnoprawnego, projektu prac geologiczno-górnich itp.);

- **rozwiązania chroniące środowisko** - Z punktu widzenia wydawania decyzji o środowiskowych uwarunkowaniach informacje zawarte w tym punkcie będą miały kluczowe znaczenie. Należy tu wskazać w szczególności działania, rozwiązania techniczne czy technologiczne, których zastosowanie ma zapewnić, że oddziaływanie planowanego przedsięwzięcia nie przekroczy standardów jakości środowiska poza granicami terenu, do którego posiada tytuł prawny inwestor

lub zminimalizuje uciążliwości, tam gdzie tych standardów nie ustalono (np. w przypadku odorów). Rozwiązania te muszą być spójne z założeniami projektu budowlanego (lub innych dokumentów, jak operaty wodnoprawne). Oznacza to, że rozwiązania takie jak osłony przeciwhałasowe, wentylacja, elektrofiltry, instalacje do odsiarczania, odazotowania spalin, separatory, osadniki, hermetyzacja obiektu, itp. zostaną tu wymienione.

- rodzajach i przewidywanej ilości wprowadzanych do środowiska substancji lub energii przy zastosowaniu rozwiązań chroniących środowisko –

- ilość i sposób odprowadzania ścieków technologicznych: /.../,
- ilość i sposób odprowadzania ścieków bytowych: /.../,
- ilość i sposób odprowadzania wód opadowych z zanieczyszczonych powierzchni utwardzonych (parkingi, drogi, itp.): /.../,
- rodzaj, przewidywane ilości i sposób postępowania z odpadami (segregacja, gromadzenie w szczelnych pojemnikach): /.../,
- ilość, rodzaje zainstalowanych i planowanych urządzeń emitujących hałas, zanieczyszczenia powietrza, odpady, ścieki, pola elektromagnetyczne lub innych elementów powodujących uciążliwości (np. odory): /.../.

Należy tu uwzględnić konieczność dotrzymania standardów jakości środowiska, a tam gdzie ich nie ustalono, konieczność ograniczania uciążliwości (związanej choćby z odorami);

- możliwe transgraniczne oddziaływanie na środowisko - punkt ten wypełnia się tylko wtedy, gdy zgodnie z Konwencją o ocenach oddziaływania na środowisko w kontekście transgranicznym (Dz. U. z 1999r. Nr 96 poz. 1110) i art. 108 –112 ustawy ooś zachodzą przesłanki do przeprowadzenia postępowania w sprawie oceny oddziaływania na środowisko w kontekście transgranicznym;

- obszarach podlegających ochronie na podstawie ustawy z dnia 16 kwietnia 2004 r. o ochronie przyrody, znajdujących się w zasięgu znaczącego oddziaływania przedsięwzięcia - W punkcie tym należy odnieść się do wszystkich form ochrony przyrody (parki narodowe, rezerваты, parki krajobrazowe, pomniki przyrody, obszary Natura 2000, itp.), które znajdują się w pobliżu planowanego przedsięwzięcia lub mogą zostać narażone na jego oddziaływanie. W przypadku obszarów Natura 2000 zawsze należy wskazać odległość, w której znajdują się najbliższe obszary Natura 2000, a tam, gdzie jest to uzasadnione (np. zagrożeniami) miejsca występowania siedlisk i gatunków chronionych w ramach Europejskiej Sieci Ekologicznej Natura 2000. Ponadto, w przypadku braku możliwości wystąpienia oddziaływania na obszary Natura 2000 zawsze należy ten fakt uzasadnić. Jeśli przewiduje się wpływ na obszary Natura 2000 to też należy przedstawić uzasadnienie.

- dodatkowo prosimy o wskazanie, czy planowane przedsięwzięcie będzie finansowane ze środków unijnych – wskazane jest podanie dokładnej nazwy funduszu.

Na wydanie opinii w sprawie obowiązku przeprowadzenia oceny regionalny dyrektor ochrony środowiska ma 14 dni. Jest to bardzo krótki okres czasu, w związku tym ważne jest dostarczenie dokładnych i rzetelnych informacji o przedsięwzięciu, które umożliwią dokonanie właściwej kwalifikacji przedsięwzięcia oraz zajęcie stanowiska w sprawie oceny oddziaływania na środowisko.

Najczęstsze problemy, z którymi spotykamy się przy określeniu konieczności przeprowadzenia oceny oddziaływania na środowisko:

- brak wystarczających informacji o przedsięwzięciu określonych w art. 3 ust. 1 pkt 5 ustawy o udostępnianiu informacji o środowisku (...) i wpisywanie w kartę informacyjną „nie dotyczy” lub stawianie kreski, bez uzasadnienia swojego stanowiska;
- lakoniczne informacje o przedsięwzięciu nie pozwalają prawidłowo zakwalifikować przedsięwzięcia i pracownicy regionalnej dyrekcji ochrony środowiska zmuszeni są do prowadzenia postępowania wyjaśniającego, co przedłuża postępowanie i uniemożliwia wydawanie opinii w terminach wyznaczonych w przepisach ustawy;
- brak informacji o wariantach przedsięwzięcia;
- szczególnie ważne jest, aby organy prowadzące postępowanie w sprawie wydania decyzji o środowiskowych uwarunkowaniach przed wystąpieniem o wydanie opinii i uzgodnień dokładnie sprawdzały wniosek o wydanie decyzji i wzywały do jego uzupełnienia wnioskodawcę tak, aby informacje i dokumenty w nim zawarte pozwalały zająć stanowisko organom opiniującym i uzgadniającym,
- wydając opinię regionalny dyrektor ochrony środowiska musi wziąć pod uwagę uwarunkowania, o których mowa w art. 63 cyt. ustawy, w tym między innymi rozważyć oddziaływanie na obszary Natura 2000 i pozostałe formy ochrony przyrody; Podstawowym źródłem informacji na temat obszarów Natura 2000 są Standardowe Formularze Danych (SFD), które określają: położenie obszaru (powierzchnia, długość, wysokość n.p.m., województwo, region biogeograficzny), typy siedlisk i gatunków chronionych, cechy charakterystyczne obszaru, wartość przyrodniczą, zagrożenia, status ochrony obszaru, działalność człowieka i inne czynniki wpływające na obszar, dokumentację kartograficzną, literaturę związaną z obszarem.

W związku z powyższym karta informacyjna dla przedsięwzięcia mogącego potencjalnie oddziaływać na obszary Natura 2000 powinna być opracowana w oparciu o Standardowy Formularz Danych (SDF), w karcie należy zidentyfikowane zagrożenia dla środowiska, jakie mogą wystąpić w związku z realizacją przedsięwzięcia i na podstawie SDF winno się ustalić, czy dane

przedsięwzięcie może znacząco negatywnie oddziaływać na obszary Natura 2000.

Rzetelnie i wyczerpująco opracowana karta informacyjna przedsięwzięcia dla systemu GSM-R umożliwi ocenę zagrożeń ze strony przedsięwzięcia na środowisko i ewentualne odstępianie od przeprowadzenia oceny oddziaływania na środowisko.

Propozycja karty informacyjnej dla systemu GSM-R projektowanej linii kolejowej Pomorskiej Kolei Metropolitalnej

KARTA INFORMACYJNA PRZEDSIĘWZIĘCIA

„System 6 (sześciu) stacji bazowych i jednego reaptera stacji bazowej GSM-R dla potrzeb linii kolejowej Pomorskiej Kolei Metropolitalnej” rozmieszczonych wzdłuż linii Pomorskiej Kolei Metropolitalnej (PKM)

1. Rodzaj, skala i usytuowanie przedsięwzięcia

System GSM-R służy cyfrowej radiowej transmisji danych na wydzielonych pasmach częstotliwości, uniwersalnych dla wszystkich krajów Unii Europejskiej (UE) oraz niektórych spoza terenu UE. Dane przekazywane z wykorzystaniem cyfrowego systemu GSM-R w postaci zakodowanych sygnałów są podstawą nowoczesnych systemów sterowania ruchem kolejowym, które znacząco wpływają na zwiększenie bezpieczeństwa ruchu i jego płynność, a tym samym – mniejsze emisje hałasu i gazów do środowiska.

Obowiązek zastosowania rozwiązań służących interoperacyjności linii PKM (możliwości wjazdu taboru przewoźników spoza Polski) wynika z łączenia nią magistrali kolejowej E65 Warszawa – Gdynia z lotniskiem Gdańsk Rębiechowo i został potwierdzony pismem Ministerstwa Infrastruktury nr TI-3ag-500-24/2011 z dnia 12.08.2011 r., po zakończeniu prac przedprojektowych (m.in. raportu środowiskowego) dla projektu.

Stacje bazowe systemu GSM-R linii PKM zawierające nadajniki radiowe zlokalizowane są na terenie Miasta Gdańska, na terenie działek nr :

Stacja bazowa składa się z systemu antenowego zainstalowanego na wieży kratowej oraz urządzeń zasilająco – sterujących umieszczonych obok wieży w kontenerze telekomunikacyjnym. W najbliższym otoczeniu lokalizacji każdej stacji bazowej znajdują się tereny niezabudowane.

W skład systemu antenowego stacji bazowej po zainstalowaniu systemu CDMA wchodzić będą:

Anteny sektorowe – dwie anteny typu, służące do nawiązania bezpośredniej łączności pomiędzy stacją a pociągami PKM i personelem PKM..

Charakterystyka anteny typu (2 szt.)

- planowane rozmieszczenie w sektorze: 90°,
- wysokość zawieszenia anten (poziom osi): Gdańsk Strzyża (15 m n.p.t.), Gdańsk

Niedźwiednik (50 m n.p.t.), Gdańsk Jasień (30 m n.p.t.), Gdańsk Matarnia (30 m n.p.t.), Gdańsk Port Lotniczy (30 m n.p.t.), repeter stacji bazowej Gdańsk Port Lotniczy (15 m n.p.t.) - lokalizacja ok. 2 km od przystanku Gdańsk Port Lotniczy w kierunku przystanku Banino i Gdańsk Banino (30 m n.p.t.),

- tilt (pochylenie wiązki promieniowania) – 0°,
- anteny pracują w paśmie GSM-R

Zgodnie z Rozporządzeniem Rady Ministrów z dnia 9 listopada 2004 r. w sprawie określenia rodzajów przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko oraz szczegółowych uwarunkowań związanych z kwalifikowaniem przedsięwzięcia do sporządzenia raportu o oddziaływaniu na środowisko (Dz. U. Nr 257, poz. 2573 z późniejszymi zmianami – szczególnie ROZPORZĄDZENIE RADY MINISTRÓW z dnia 21 sierpnia 2007 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie określenia rodzajów przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko oraz szczegółowych uwarunkowań związanych z kwalifikowaniem przedsięwzięcia do sporządzenia raportu o oddziaływaniu na środowisko (Dz. U. z 2007 nr 158, poz. 1105) w niniejszym opracowaniu dokonano analizy występowania miejsc dostępnych dla ludności tylko w odniesieniu do anten sektorowych stacji bazowej, z wyłączeniem radiolinii.

W odległościach, od anten sektorowych, określonych zgodnie z Rozporządzeniem Rady Ministrów z dnia 9 listopada 2004 r. w sprawie określenia rodzajów przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko oraz szczegółowych uwarunkowań związanych z kwalifikowaniem przedsięwzięcia do sporządzenia raportu o oddziaływaniu na środowisko (Dz. U. nr 257, poz. 2573 z późniejszymi zmianami – szczególnie ROZPORZĄDZENIE RADY MINISTRÓW z dnia 21 sierpnia 2007 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie określenia rodzajów przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko oraz szczegółowych uwarunkowań związanych z kwalifikowaniem przedsięwzięcia do sporządzenia raportu o oddziaływaniu na środowisko Dz. U. z 2007 nr 158, poz. 1105) wzdłuż osi głównych wiązek promieniowania tych anten, nie występują miejsca stałego pobytu ludności.

Biorąc pod uwagę powyższe stwierdza się, iż inwestycja polegająca na zainstalowaniu systemu GSM-R dla potrzeb kolei PKM nie zalicza się do przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko, dla których sporządzenie raportu o oddziaływaniu przedsięwzięcia na środowisko jest wymagane ani też do przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko, dla których sporządzenie raportu o oddziaływaniu na środowisko może być wymagane.

2. Powierzchnia zajmowanej nieruchomości, a także obiektu budowlanego oraz dotychczasowy sposób ich wykorzystywania i pokrycie szata roślinna

Stacje bazowe dla potrzeb kolei PKM zlokalizowane są na terenie działek:

- w miejscowości

Działki te są terenem budowanej linii kolejowej PKM.

Każda stacja bazowa PKM składa się z systemu antenowego zainstalowanego wieży kratowej oraz urządzeń zasilająco – sterujących umieszczonych obok wieży. W ramach prowadzonych prac inwestycyjnych nie ulegnie zniszczeniu szata roślinna (nie planuje się wycinki drzew itp.). Urządzenia zasilające mieszczą się w kontenerach na filarach zabudowanych w ziemi i są w normalnej eksploatacji bezobsługowe.

Planowana inwestycja nie wpłynie na dotychczasowe (po decyzji lokalizacyjnej inwestycji PKM) użytkowanie terenu.

3. Rodzaj technologii (w odniesieniu do istniejącej i planowanej działalności-ogólna charakterystyka istniejącego i planowanego przedsięwzięcia)

Omawiane przedsięwzięcie obejmować będzie:

- Wybudowanie nowych wież kratowych o wysokościach: 15 m, 30 m i 50 m na fundamentach,
- Posadowienie kontenera na urządzenia nadawczo-odbiorcze,
- Montaż anten sektorowych pracujących w paśmie 800 MHz, 900 MHz,
- Montaż do czterech anten parabolicznych,
- Instalację urządzeń nadawczo-odbiorczych,
- Ułożenie kabli antenowych,
- Ogrodzenie terenu stacji bazowej siatką zakończoną drutem kolczastym,
- Doprowadzenie przyłącza elektrycznego,

4. Warianty realizacji inwestycji polegającej na budowie stacji bazowych BTS systemu GSM-R na linii PKM

Zgodnie z Art. 66 ustawy z dnia 3.10.2008 r. o udostępnianiu informacji o środowisku i jego ochronie, udziale społeczeństwa w ochronie środowiska oraz o ocenach oddziaływania na środowisko (Dz. U. nr 199, poz. 1227), raport o oddziaływaniu przedsięwzięcia na środowisko powinien zawierać opis wielu wariantów planowanego przedsięwzięcia, wraz z określeniem oddziaływania na środowisko tych wariantów.

Należy pamiętać, iż jest to przypadek szczególny, który wręcz z zasady unikany jest przez projektantów.

W większości przypadków do organu wydającego decyzję o środowiskowych uwarunkowaniach przedkłada się kartę informacyjną przedsięwzięcia, która powinna zawierać podstawowe informacje o planowym przedsięwzięciu w szczególności:

- a) rodzaju, skali i usytuowania przedsięwzięcia
- b) powierzchni zajmowanej nieruchomości, a także obiektu budowlanego oraz dotychczasowym sposobie ich wykorzystywania i pokryciu nieruchomości szatą roślinną,
- c) rodzaju technologii,
- d) ewentualnych wariantach przedsięwzięcia,

- e) przewidywanej ilości wykorzystywanej wody, surowców, materiałów, paliw oraz energii,
- f) rozwiązaniach chroniących środowisko,
- g) rodzajach i przewidywanej ilości wprowadzanych do środowiska substancji lub energii przy zastosowaniu rozwiązań chroniących środowisko,
- h) możliwym transgranicznym oddziaływaniu na środowisko,
- i) obszarach podlegających ochronie na podstawie ustawy z dnia 16 kwietnia 2004 r. o

ochronie przyrody, znajdujących się w zasięgu znaczącego oddziaływania przedsięwzięcia; Z powyższego wynika, że rozpatrywanie wariantów przedsięwzięcia nie jest wymogiem obligatoryjnym przy opracowywaniu karty informacyjnej przedsięwzięcia. Za pominięciem opisu wariantów przedsięwzięcia dla systemu radiołączności kolejowej na PKM przemawiają dodatkowo:

- fakt, że kolej PKM jest inwestycją nową a więc w chwili jej powstawania nie istniał oczywiście w miejscu przyszłej linii PKM żaden system radiołączności pociągowej. Wariant „0” mógłby być jedynie rozpatrywany w przypadku modernizacji linii kolejowej, na której istnieje system radiołączności kolejowej a rozpatrywany jest przypadek zaniechania wdrażania systemu GSM-R;
- bez względu na analizy, system GSM-R na linii PKM nie ma żadnej alternatywy, gdyż jego wdrożenie jest, wg decyzji i rozporządzeń unijnych, obligatoryjne dla projektów finansowanych ze źródeł UE. Poniżej wykazano obligatoryjność wdrażania systemu GSM-R na nowobudowanych liniach, w tym więc na linii PKM.

Konieczność realizacji przedsięwzięcia budowy systemu ERTMS (European Rail Traffic Management System), który składa się z systemu ETCS (European Train Control System) i systemu GSM-R (GSM mobile communications standard for railway operations), wynika z konieczności wprowadzenia przez europejskie koleje zunifikowanego, interoperacyjnego rozwiązania w standardzie obowiązującym dla wszystkich krajów UE, celem uzyskania znaczącej poprawy bezpieczeństwa ruchu pociągów, poprzez eliminację zagrożeń wynikających z błędów człowieka oraz poprawy przepustowości linii kolejowych.

ERTMS stanowi jedno z kluczowych przedsięwzięć, których celem jest zapewnienie interoperacyjności transportu kolejowego w Europie. Interoperacyjność oznacza zdolność transeuropejskiego systemu kolei do zapewnienia bezpiecznego i nieprzerwanego przejazdu pociągów spełniających wymagany stopień wydajności tych linii. Zdolność ta zależy od warunków prawnych, technicznych oraz operacyjnych, które muszą być spełnione celem spełnienia zasadniczych wymagań.

Zagadnienie interoperacyjności dotyczy zarówno linii nowobudowanych jak i modernizowanych, a tym samym dotyczy to linii PKP PLK E 65 Warszawa – Gdynia i linii 201 Kościerzyna - Gdynia, do których przedmiotowa linia kolejowa PKM będzie dołączona (Gdańsk Wrzeszcz i Gdańsk Osowa). Planowana modernizacja tych linii zbiega się w czasie z planowanym ukończeniem budowy linii PKM (rok 2014). Ponieważ tabor PKM będzie poruszał się także po torach PKP PLK,

to wyposażenie linii PKM w system sterowania ruchem kolejowym musi być zharmonizowane (tożsame) z systemami sterowania ruchem na tych liniach co oznacza, że linia PKM musi być wyposażona w system ERTMS a tym samym musi być zainstalowany system radiołączności GSM-R.

Wdrożenie GSM-R i ETCS jest konieczne dla spełnienia zasad interoperacyjności w zakresie prowadzenia ruchu kolejowego na terenie całej Europy. Polska jest jednym z ostatnich krajów w Europie rozpoczynających wdrożenie systemu ERTMS. Konieczność zapewnienia interoperacyjności została zdefiniowana w Ustawie o transporcie kolejowym. Dodatkowo obowiązek wdrożenia GSM-R wynika z Decyzji Komisji Europejskiej z dnia 28 marca 2006 r. dotyczącej technicznej specyfikacji dla interoperacyjności odnoszącej się do podsystemu sterowania ruchem kolejowym transeuropejskiego systemu kolei konwencjonalnych (2006/679/WE z późniejszymi zmianami).

GSM-R i ETCS są istotnymi składnikami europejskiej polityki likwidacji barier w transporcie, zarówno w wymiarze barier technicznych na sieciach kolejowych wewnątrz granic UE jak i w zakresie budowania wspólnego rynku produktów i usług na rzecz kolei.

System GSM-R to cyfrowa łączność radiowa przeznaczona zarówno do zapewnienia łączności głosowej (głównie między dyżurnymi ruchu i maszynistami oraz pracownikami związanymi z prowadzeniem ruchu) jak i do zapewnienia cyfrowej transmisji danych niezbędnych dla ETCS a także niezbędnych dla systemów informatycznych wspomagających przewozy kolejowe.

System ERTMS zapewnia wysoki poziom bezpieczeństwa, poprzez przekazywanie do kabiny maszynisty informacji z urządzeń przytorowych instalowanych na liniach kolejowych.

Zgodnie z Decyzją Komisji 2006/679/WE z dnia 28 marca 2006 r. Państwa Członkowskie Wspólnoty zobowiązały się do opracowania narodowych planów wdrażania systemu ERTMS (ETCS i GSM-R). Na posiedzeniu w dniu 6 marca 2007 r. Rada Ministrów przyjęła Narodowy Plan Wdrażania Europejskiego Systemu Zarządzania Ruchem Kolejowym ERTMS w Polsce. Plan ten został przekazany do Komisji Europejskiej i stanowi część planu wdrażania ERTMS dla wszystkich państw Unii Europejskiej (European Deployment Plan), zakładającego budowanie interoperacyjnych pan-europejskich połączeń kolejowych (Decyzja Komisji 2009/561/WE z dnia 22 lipca 2009 r.).

System GSM-R oparty jest na architekturze publicznych sieci komórkowych GSM (Global System for Mobile Communications) fazy 2 i 2+ i jest zgodny ze normami Europejskiego Instytutu Norm Telekomunikacyjnych ETSI. Oznacza to, że urządzenia instalowane i eksploatowane w ramach systemów GSM-R i GSM spełniają te same standardy i są powszechnie stosowane.

Zgodnie z art. 143, Ustawy prawo ochrony środowiska, technologia stosowana w nowo uruchamianych lub zmienianych w sposób istotny instalacjach i urządzeniach powinna spełniać wymagania, przy których określaniu uwzględnia się w szczególności:

- stosowanie substancji o małym potencjale zagrożeń;
- efektywne wykorzystanie energii;

- zapewnienie racjonalnego zużycia wody i innych surowców oraz materiałów i paliw;
- stosowanie technologii bezodpadowych i małodopadowych oraz możliwość odzysku powstających odpadów;
- rodzaj, zasięg oraz wielkość emisji;
- wykorzystywanie porównywalnych procesów i metod, które zostały skutecznie zastosowane w skali przemysłowej (na liniach kolejowych poza granicami RP);
- postęp naukowo-techniczny.

Technologia GSM-R spełnia wszystkie powyższe wymagania, stanowi najlepszą dostępną technologię w zakresie zarządzania ruchem kolejowym, w tym bezpiecznego prowadzenia ruchu kolejowego.

Wariantowość dla systemu GSM-R można jedynie rozpatrywać w zakresie:

- zmiany mocy nadawczej poszczególnych stacji bazowych, wpływając tym samym na moc P_{EIRP}
- zmiany lokalizacji poszczególnych BTS-ów (np. mniej korzystne dla środowiska posadowienie BTS w obszarze NATURA 2000).

5. Przewidywana ilość wykorzystywanej wody i innych wykorzystywanych surowców, materiałów , paliw oraz energii

Planowana instalacja systemu GSM-R dla potrzeb kolei PKM nie wiąże się z produkcją, a jedynie z emisją pól elektromagnetycznych a więc nie będą wykorzystywane materiały, surowce, paliwa i woda.

Omawiane stacje bazowe wyposażone będą w instalację zasilającą energią elektryczną. W przypadku braku zasilania energia potrzebna do funkcjonowania stacji pobierana będzie z akumulatorów zasilania rezerwowego. Są to akumulatory całkowicie hermetyczne i bezobsługowe. Szacunkowe zapotrzebowanie na energię elektryczną wynosi maksymalnie 16,5 kW/stację.

6. Rozwiązania chroniące środowisko

Stacja bazowa jest źródłem emisji promieniowania elektromagnetycznego do środowiska. Skutecznym i najbardziej zalecanym sposobem ochrony ludności i środowiska przed promieniowaniem elektromagnetycznym jest projektowanie stacji bazowych w taki sposób, aby obszary o gęstości mocy większej niż $0,1 \text{ W/m}^2$ koncentrowały się wyłącznie w miejscach, w których nie ma stałego pobytu ludności. Jeżeli warunek ten jest spełniony, jak w przypadku stacji bazowych dla potrzeb kolei PKM nie są wymagane inne działania mające na celu zmniejszenie oddziaływania na środowisko.

Zastosowanie systemu GSM-R do sterowania ruchem kolejowym na linii PKM znacząco i pozytywnie wpływa na ochronę środowiska poprzez większą płynność ruchu pociągów. System,

którego elementem jest GSM-R dobiera na bieżąco dla każdego pociągu optymalną prędkość, co powoduje niższe emisje hałasu i gazów cieplarnianych bezpośrednio z pojazdów lub z elektrowni), a także stanowi dodatkowe zabezpieczenie, kontrolując pracę maszynisty (np. wymuszając automatyczne zatrzymanie pociągu) i przekazuje wszystkie dane potrzebne do ruchu na pulpit kabiny maszynisty.

7. Rodzaje i przewidywana ilość wprowadzanych do środowiska substancji lub energii przy zastosowaniu rozwiązań chroniących środowisko:

Planowana inwestycja polegająca na instalacji systemu GSM-R dla potrzeb kolei PKM wiąże się z emisją pól elektromagnetycznych do środowiska. Jedynym źródłem energii elektromagnetycznej promieniowanej do otoczenia będą anteny nadawcze stacji bazowych. Urządzenia nadawczo – odbiorcze zastosowane w omawianej stacji bazowej będą zamknięte w obudowach ekranujących, uszczelnionych pod względem elektromagnetycznym, dzięki czemu emisja pola elektromagnetycznego z ich wnętrza jest pomijalna. Kable antenowe(fidery) będą ekranowane i odpowiednio uziemiane i nie będą stanowić źródła promieniowania.

Uwzględniając położenie obszarów pól elektromagnetycznych o gęstości mocy większej niż $0,1 \text{ W/m}^2$ wyłącznie z wolnej przestrzeni niedostępnej dla ludności ocenia się, że narażenia ludności i środowiska na działanie pól elektromagnetycznych od stacji bazowych systemu GSM-R dla potrzeb kolei PKM nie wystąpi.

Stacje bazowe nie będą zaopatrywane w wodę, a zatem nie będą źródłem powstawania ścieków. Wody opadowe z terenu stacji nie będą zanieczyszczone, więc nie istnieje konieczność ich ujmowania i oczyszczania. Na każdej stacji bazowej nie będzie zużywana woda do celów socjalnych, ponieważ obiekt nie wymaga stałej obsługi. Z działaniem urządzeń technicznych nie wiąże się powstawanie odpadów stałych. Mogący powstawać w wyniku przeprowadzonych remontów konstrukcji stalowych przedmiotowej stacji bazowej lub w przypadku jej demontażu odpad w postaci stalowych konstrukcji, elementów wsporczych, drabinek kablowych itp., będzie przekazywany do złomowania (do istniejącej sieci punktów skupu złomu) – celem wtórnego wykorzystania. Podobnie odpad w postaci zużytych lub uszkodzonych elementów instalacji podlegających okresowej wymianie, (np.: elementy elektroniczne, oświetleniowe) będzie odbywał się zgodnie z Ustawą o odpadach (Dz. U. 2001 Nr 62 poz. 628 z późniejszymi zmianami).

Prowadzenie procesów budowy, utrzymania i likwidacji obiektu jest powierzane przez inwestora podmiotom zewnętrznym w ramach zawartych umów cywilno – prawnych. Firmy te wykonując zlecone usługi stają się wytwórcami odpadów w rozumieniu Ustawy o odpadach (dz. U. 2001 Nr 62 poz. 628 z późniejszymi zmianami). Podmioty te zobowiązane są do prowadzenia gospodarki odpadami zgodnie z wymienioną ustawą (posiadanie decyzji zatwierdzającej program gospodarki odpadami, pozwolenie na wytwarzanie odpadów, pozwolenie na transport odpadów itd.).

8. Możliwe transgraniczne oddziaływanie na środowisko

W związku z lokalizacją stacji bazowych systemu GSM-R dla potrzeb kolei PKM oraz przewidywanymi wielkościami emisji pola elektromagnetycznego nie zachodzi możliwość transgranicznego oddziaływania na środowisko, w tym powodowania zakłóceń radioelektrycznych w innych sieciach radiokomunikacyjnych ze względu na pracę stacji w międzynarodowo uzgodnionych zakresach częstotliwości.

9. Obszary podlegające ochronie na podstawie ustawy z dnia 16 kwietnia 2004 r. o ochronie przyrody (Dz. U. Nr 92, poz.880 z późniejszymi zmianami) znajdujące się w zasięgu znacznego oddziaływania przedsięwzięcia

Miejsce lokalizacji inwestycji nie znajduje się na obszarze specjalnej ochrony ptaków Europejskiej Sieci Ekologicznej Natura 2000, Aktualnie w literaturze naukowej nie ma opracowań dotyczących wpływu pól elektromagnetycznych na ptaki. Ewentualne oddziaływanie stacji bazowej na gniazda ptaków oraz ich niesamodzielne młode osobniki nie będzie miało miejsca, gdyż będą one znajdowały się poza strefą występowania pola elektromagnetycznego o wartościach gęstości mocy większych niż $0,1 \text{ W/m}^2$.

Ewentualne oddziaływanie na dorosłe osobniki będące obiektem ochrony oraz ptaki występujące na terenie otaczającym stację bazową, będzie miało charakter krótkotrwały i może mieć miejsce tylko w momencie przelotu w obszarze występowania pola elektromagnetycznego o wartościach gęstości mocy większych niż $0,1 \text{ W/m}^2$.

W związku z tym, iż planowana inwestycja polegająca na instalacji systemu GSM-R dla potrzeb kolei PKM dotyczy nowych obiektów, a wszystkie prace związane z instalacją odbywać się będą wyłącznie na wydzielonym terenie stacji, stwierdza się, iż planowana inwestycja nie wpłynie na obecny stan zagospodarowania terenu stacji, jak i obszarów znajdujących się w jej pobliżu. Biorąc pod uwagę powyższe stwierdza się, że instalacja systemu GSM-R dla potrzeb kolei PKM nie wpłynie na obszary Europejskiej sieci Ekologicznej Natura 2000, ani na żaden inny obszar prawem polskim.

10. Czy dla projektowanej inwestycji planuje się utworzenie obszaru ograniczonego użytkowania, spowodowane tym, że mimo zastosowanych dostępnych rozwiązań technicznych, technologicznych i organizacyjnych nie mogą być dotrzymane standardy jakości środowiska poza terenem zakładu lub innego obiektu

Zgodnie z wykładnią przepisów ustawy z dnia 27.04.2001 r. Prawo Ochrony Środowiska (Dz. U. Nr 62, poz. 627 ze zmianami), system GSM-R dla potrzeb kolei PKM nie spowoduje występowania uciążliwości w rozumieniu wymagań (przepisów) ochrony środowiska. Zatem nie ma potrzeby określania obszaru ograniczonego użytkowania na terenach otaczających omawianą rozbudowę stacji bazowych systemu GSM-R dla potrzeb kolei PKM.

Załącznik 2. Koszty budowy radiołączności 150 MHz

Koszty budowy systemu SZS w paśmie 150 MHz i koszty ewentualnej integracji z systemem GSM-R (wspólny pulpit operatorski) trudno określić, bez szczegółowego projektu. Szczegółowy projekt określi np. zakres współużytkowania wież antenowych i kontenerów telekomunikacyjny przez oba systemy 150 MHz i GSM-R czy wykorzystanie włókien światłowodowych. Obecnie np. nie są też znane koszty przystosowania systemu zdalnego sterowania radiołącznością 150 MHz do wymogów współpracy z systemem GSM-R w zakresie automatycznej obsługi wywołań alarmowych. Należy przypuszczać, że koszty takie wystąpią. Rozmieszczenie Obiektów Radiokomunikacyjnych (stacji bazowych) dla obu systemów będzie wynikać z planowania radiowego dla pasma 150 MHz i pasma 900 MHz, można jednak założyć na potrzeby niniejszego opracowania, że stacje w paśmie 150 MHz będą ulokowane w co drugiej lokalizacji stacji GSM-R (zasięg stacji w paśmie 150 MHz wynosi ok. 15 km a w paśmie GSM-R ok. $6 \div 10$ km).

Przy założeniu, że:

- koszt stacji nadawczo-odbiorczej (stacjonarnego radiotelefonu) przystosowanej do SZS wynosi ok. 5 000 €;
- na odcinku 20 km będzie niezbędnych co najmniej 3 Obiektów Radiokomunikacyjnych (stacji nadawczo-odbiorczych 150 MHz);
- koszt zintegrowanego pulpitu operatorskiego i centrali SZS wyniesie ok. 10 000 €;
- koszt jednej anteny wynosi ok. 1 000 €;
- koszt budowy światłowodu, koszt posadowienia wież antenowych i koszt posadowienia kontenerów telekomunikacyjnych zostaną „obciążone” w systemie GSM-R;
- koszt budowy SZS wyniesie 100% kosztów urządzeń;
- koszt projektu stanowić będzie ok. 20% całości inwestycji (kosztu urządzeń i kosztu inwestycji)

można oszacować całkowite koszty inwestycji SZS $K_{SZS150MHz}$ jako:

$$K_{SZS150MHz} = K_{U_{SZS150MHz}} + K_{B_{SZS150MHz}} + K_{P_{SZS150MHz}}$$

gdzie:

$K_{U_{SZS150 MHz}}$ – oznacza koszt urządzeń SZS;

$K_{B_{SZS150 MHz}}$ – oznacza koszt budowy SZS;

$K_{P_{SZS150 MHz}}$ – oznacza koszt projektu SZS,

$$K_{U_{SZS150 MHz}} = (3 \times 5000 + 3 \times 1000 + 10\,000) \text{ €} = 28\,000 \text{ €}$$

$$K_{B_{SZS150 MHz}} = 28\,000 \text{ €}$$

$$K_{P_{SZS150 MHz}} = 11\,200 \text{ €}$$

czyli ostatecznie:

$$K_{SZS150 MHz} = 67\,200 \text{ €}$$

Dokumenty związane:

- [1] EIRENE Functional Requirements Specification, version 7, 17 May 2006
- [2] EIRENE System Requirements Specification, version 15, 17 May 2006
- [3] UIC Fiche 751-4 The co-ordination of GSM-R systems and radio planning AT borders, December 2005
- [4] ETSI EN 301 515 V2.3.0 (2005-02): Global System for Mobile Communications (GSM); Requirements for GSM operation on railways
- [5] Narodowy Plan Wdrażania Europejskiego Systemu Zarządzania Ruchem Kolejowym w Polsce, marzec 2007
- [6] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 26 września 2003 r., w sprawie wykazu typów budowli i urządzeń przeznaczonych do prowadzenia ruchu kolejowego oraz typów pojazdów kolejowych, na które wydawane są świadectwa dopuszczenia do eksploatacji (Dz. U. Nr 175 poz. 1706)
- [7] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 30 kwietnia 2004 r., w sprawie świadectw dopuszczenia do eksploatacji typu budowli i urządzeń przeznaczonych do prowadzenia ruchu kolejowego oraz typu pojazdu kolejowego. (Dz. U. Nr 103 poz. 1090)
- [8] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 października 2005 r., w sprawie zakresu badań koniecznych do uzyskania świadectw dopuszczenia do eksploatacji typów budowli i urządzeń przeznaczonych do prowadzenia ruchu kolejowego oraz typów pojazdów kolejowych. (Dz. U. Nr 212 poz. 1772)
- [9] Standardy automatyki i telekomunikacji - „System zdalnego sterowania radiołęcznością” – PKP PLK S.A. 2007
- [10] Instrukcja Ie-14 (E-36) „Instrukcja o organizacji i użytkowaniu sieci radiotelefonicznych” – PKP PLK S.A. 2005.

Skróty

BSC	Base Station Controller
BSS	Base Station Subsystem
BTS	Base Transceiver Station
EIR	Equipment Identification Register
EIRENE	European Integrated Railway radio Enhanced NETwork
ERTMS	European Rail Traffic Management System
ETCS	European Train Control System
ETSI	European Telecommunications Standards Institute

GSM	Global System for Mobile Communication
GSM-R	Global System for Mobile Communication (for Railway applications)
HLR/AC	Home Location Register/Authentication Center
IN	Intelligent Network
IP	Internet Protocol
ISDN	Integrated Services Digital Network
MLPP	Multi-Level Precedence and Pre-emption service
MNC	Mobile Network Code
MOC	Mobile Originated Call
MORANE	Mobile RAdio for Railways Networks in Europe
MoU	Memorandum of Understanding
MS	Mobile Subscriber
MSC	Mobile Switching Centre
MSC/VLR	Mobile Switching Center/Visitor Location Register
MTC	Mobile Terminated Call
NSS	Network Switching Subsystem
OMC	Operation Maintenance Center
PABX	Private Automatic Branch eXchange
PDH	Plesiochronous Digital Hierarchy
PLMN	Public Land Mobile Network
PSTN	Public Switched Telephone Network
QoS	Quality of Services
RBC	Radio Block Center
SDH	Synchronous Digital Hierarchy
SMS	Short Message Service
TCH	Traffic Channel
TDMA	Time Division Multiple Access
TK	Telekomunikacja Kolejowa Spółka z o.o.
TRAU	Transcoding Rate Adaption Unit
TRX	Transceiver
UIC	Union International de Chemin de fer
USSD	Unstructured Supplementary Service Data
UUS.1	User to User Signalling 1
VBS	Voice Broadcast Service
VGCS	Voice Group Call Service
VLR	Visitor Location Register

6. Łączność technologiczna i systemy teleinformatyczne dla potrzeb prowadzeniem ruchu na projektowanej linii kolejowej Pomorskiej Kolei Metropolitalnej

6.1. Założenia techniczne

Systemy telekomunikacyjne

Systemy telekomunikacyjne wraz z kablami światłowodowymi oraz systemem GSM-R muszą spełniać wymagania interoperacyjności według Dyrektywy 2008/57/WE w sprawie interoperacyjności transeuropejskiego systemu kolei konwencjonalnych oraz standardy AGC i AGTC. Ponadto projektowane systemy telekomunikacyjne winny obejmować następujące elementy o określonych cechach:

- System kierowania ruchem pociągów w oparciu o radiowy system GSM-R w lokalnym centrum sterowania (LCS).
- Komunikację pomiędzy dyżurnymi ruchu w lokalnym centrum sterowania i stycznymi do LCS posterunkami, poprzez wydzieloną sieć łączności technologicznej.
- Sterowanie pociągami poprzez system ERTMS/ETCS poziomu 2. Nowe systemy radiowe bazujące na systemach ERTMS/GSM-R zapewnią radiową komunikację głosową pomiędzy dyżurnym ruchu w LCS, maszynistą, i służbami eksploatacyjnymi na przedmiotowej linii kolejowej oraz zapewnią kanał transmisji danych potrzebny do przesyłania informacji z radiowego centrum sterowania (RBC) do urządzeń sterowniczych w pociągach wyposażonych w ERTMS/ETCS.
- System informacji dla podróżnych zawierający tablice informacji wizualnej na stacjach oraz system megafonowy i zegary na wszystkich stacjach i przystankach.
- System telewizji użytkowej TVu do monitorowania końca pociągu.
- Monitorowanie obiektów kolejowych.

Włókna w kablu światłowodowym będą dedykowane jako wewnętrzne połączenia dla radiowych systemów GSMR (pasmo 900 MHz) oraz będą wykorzystane do transmisji danych dla potrzeb samoczynnej blokady liniowej, zdalnego sterowania urządzeniami srk, zdalnego sterowania oświetleniem i elektrycznym ogrzewaniem rozjazdów oraz dla potrzeb urządzeń DSAT (wykrywania stanów awaryjnych taboru).

Poprzez interfejsy zewnętrzne system transmisyjny musi być powiązany z sąsiednimi systemami transmisyjnymi. Urządzenia transmisyjne muszą mieć wystarczającą rezerwę miejsca na możliwą, przyszłą zabudowę urządzeń ww. interfejsów.

Wypożażenie systemu transmisyjnego

Sprzęt transmisyjny powinien spełniać następujące warunki podstawowe:

- Struktura sprzętowa i programowa (hardware, software) powinna być modułowa i elastyczna umożliwiającą rekonfigurację sprzętu oraz stopniowe rozszerzanie systemu. Zainstalowane na omawianej linii PKM urządzenia transmisyjne powinny współpracować z cyfrowymi systemami transmisyjnym na liniach przyległych jak również ze sprzętem dla sieci transmisji danych pracującej zgodnie z protokołami TCP/IP.
- Urządzenia transmisyjne powinny być monitorowane i zarządzane przez centralny systemem nadzoru i obsługi.

Zaleca się, aby węzły transmisyjne były instalowane we wspólnych szafach z systemami łączności technologicznej. Tam gdzie jest to niemożliwe winny one być zabudowane w osobnych szafach.

6.2. Łączność przewodowa

6.2.1. Kable telekomunikacyjne

Ze względu na fakt, że przedmiotowa linia kolejowa PKM będzie połączona z linią PKP PLK E65 (na stacji Gdańsk Wrzeszcz) i linią 201 (na p.o. Żukowo i na stacji Gdańsk Osowa) to wyposażenie w kable telekomunikacyjne na tej linii powinno być zharmonizowane z wyposażeniem wymienionych powyżej linii PKP PLK.

Światłowodowa pętla transmisyjna

Systemy teletransmisyjne instalowane dla potrzeb prowadzenia ruchu pociągów, utrzymania parametrów drogi kolejowej, zapewnienia bezpieczeństwa przewozu ludzi, zapewnienia jakości świadczonych usług muszą charakteryzować się wysokim stopniem bezpieczeństwa transmisji. Informacja transmitowana przez te systemy powinna dotrzeć niezniekształcona do adresata w określonym czasie. Systemy transmisyjne powinny zapewniać elementową stopę błędów - BER (*Bit Error Rate*) lepszą niż 10^{-12} jak również szybką restaurację (samonaprawialność) sieci (według standardów ITU-T ≤ 50 ms) w przypadku pojedynczej przerwy linii światłowodowej, pod warunkiem, że urządzenia te są połączone w strukturę pierścieniową (pętlową). Choćby tylko z tych powodów zaleca się budowę struktur pierścieniowych dla potrzeb transmisji informacji związanych z eksploatacją linii kolejowych.

Przy budowie sieci transmisyjnej dla potrzeb eksploatacji linii kolejowych strukturę pierścieniową można uzyskać poprzez ułożenie kabli światłowodowych po obu stronach torów i łączenia ich w taki sposób, by powstawały układy pierścieniowe o odpowiedniej długości..

Uwaga: Dla potrzeb niniejszego opracowania przyjmuje się następującą nomenklaturę dotyczącą kabli światłowodowych:

- „Kabel podstawowy” to kabel leżący po jednej stronie torów
- „Kabel domykający pętlę” to kabel leżący po drugiej stronie torów

W celu zapewnienia spójności i elastyczności infrastruktury telekomunikacyjnej i srk proponuje się wykonanie na linii PKM Gdańsk Wrzeszcz – Gdańsk Osowa jednej pętli światłowodowej (transmisyjnej). Transmisja danych pomiędzy proponowaną pętlą a innymi pętlami (należącymi do PKP PLK) byłaby realizowana poprzez wyższy poziom sieci (*Backbone Network*) budowanej przez PKP PLK.

Dodatkowy kabel miedziany

Wzdłuż linii PKM Gdańsk Wrzeszcz – Gdańsk Osowa w jednym rowie z kablem podstawowym OTK ma być ułożony kabel miedziany w izolacji i powłoce polietylenowej, z zaporą przeciwwilgociową. Kabel miedziany będzie służył do dołączenia do różnych systemów urządzeń związanych z drogą kolejową a nie mających interfejsów światłowodowych np. systemy eor.

Na linii PKM należy zastosować kabel typu TKM 35x4x0,8. Kabel ma być rozszyty na przełącznicach we wszystkich lokalizacjach, gdzie będzie potrzebny do niego dostęp. Poza budynkami, tj. tam, gdzie nie ma odpowiedniego miejsca dla zakończenia kabla, jak np. na peronach przystanków lub na przejazdach, należy przewidzieć zainstalowanie szafy zewnętrznej. Szafa zewnętrzna ma spełniać wymagania ETSI.

Ułożenie kabli/Trasa kablowa

Na szlaku po jednej stronie torów będzie ułożony kabel światłowodowy podstawowy, a po drugiej stronie torów - kabel światłowodowy, domykający pętlę. Kabel po każdej stronie torów będzie umieszczony w rurociągu kablowym wybudowanym z trzech rur HDPE o średnicy 40mm. Na stacjach należy wybudować rurociąg osłonowy pierwotny z rur o średnicy 110mm oraz rurociąg osłonowy wtórny z trzech rur HDPE o średnicy 40mm. Kabel światłowodowy należy wciągnąć do rurociągu osłonowego wtórnego. W rurociągu kablowym składającym się z trzech rur, jedna rura będzie przeznaczona dla kabla podstawowego (lub domykającego), druga rura dla kabli odgałęźnych do stacji bazowych GSM-R, TVu do obserwacji końca pociągu oraz dla systemu monitorowania obiektów kolejowych, a trzecia rura będzie stanowiła rezerwę. Kabel miedziany zostanie ułożony bezpośrednio w ziemi w jednym rowie z rurociągiem kablowym z kablem podstawowym OTK. Rury rurociągu kablowego powinny być układane jako wiązka, spięte opaskami zaciskowymi w odstępach średnio co 3 m. W ziemi rurociąg należy ułożyć na głębokości nie mniejszej niż 1,0 m poniżej poziomu terenu, a jednocześnie nie mniej niż 1,5 m poniżej stopki szyny (w przypadku przejścia pod torami). Na całej długości przebiegu rurociągu w ziemi, należy w wykopie w połowie głębokości zakopanego rurociągu ułożyć taśmę ostrzegawczą w kolorze żółtym z napisem „UWAGA! KABEL OPTOTELEKOMUNIKACYJNY – PKM S.A.". Taśma musi być z elementami wzdłużnie

wzmacniającymi. Rury kablowe powinny być układane w ziemi w pasie wyłączenia PKM jak najdalej od torowiska.

Na wszystkich stacjach, przystankach, skrzyżowaniach oraz w innych miejscach, gdzie występuje takie zapotrzebowanie (np. przed wejściami do budynków) należy wykonać rurociąg osłonowy ze studzienkami kablowymi.

Przy budowie rurociągu osłonowego w obrębie wiaduktów należy uwzględnić ułożenie kabli pod jezdnią. Nie zaleca się układania rur osłonowych na obiektach np. na wiaduktach itp..

Kable telekomunikacyjne będą wprowadzone do obiektów kolejowych na stacjach i przystankach przez studnie kablowe. Wymagania dotyczące skrzyżowań kabli telekomunikacyjnych z torami kolejowymi są zawarte w normie PN-T-45002:1998: „Telekomunikacyjne linie przewodowe. Skrzyżowanie z liniami kolejowymi. Wymagania ogólne”. Na kablach OTK złącza przelotowe i odgałęźne będą zlokalizowane w zasobnikach złączowych. Zapasy technologiczne zlokalizowane będą w studzienkach serwisowych, które nie powinny być oddalone od siebie w odległości większej niż 1500 – 1700m. W studniach, gdzie będzie usytuowany zapas technologiczny należy zamontować amortyzujący stelaż zapasów kabla. Zapas kabla powinien być około 10% odległości między studniami.

Kabel światłowodowy będzie miał wyprowadzenia na stacjach i przystankach w miejscu podłączenia urządzeń transmisyjnych SDH, w miejscu lokalizacji stacji radiowych BTS. Kabel OTK będzie zakończony pełnym profilem na przełącznicy optycznej ODF, tylko tam gdzie będzie to niezbędne. W pozostałych lokalizacjach na przełącznicy ODF należy zakończyć wyłącznie niezbędne włókna, pozostałe traktując jako „przelotowe” (bez rozcinania i zakańczania na ODF'ie). Wyprowadzenia będą umieszczone w przeznaczonym do tego i stosownie wyposażonym pomieszczeniu, wewnątrz budynku nastawni lokalnej lub LCS - w przypadku stacji, bądź w szafie zewnętrznej np. w przypadku systemów radiowych. Przełącznice ODF (po dwie dla każdego punktu wyprowadzenia) będą zamontowane w stojaku 19" w szafie spełniającej standard ETSI. Szafa stojakowa będzie zawierała wyposażenie węzła SDH oraz ewentualnie router i/lub switch.

W ramach zadania należy ułożyć dla całej linii PKM dwa kable światłowodowe:

- podstawowy - typu XOTKtd 36J, (włókna światłowodowe zgodne z zaleceniem ITU G 652), który zostanie ułożony po jednej stronie torów,
- domykającego pętlę - typu XOTKtd 36J, (włókna światłowodowe zgodne z zaleceniem ITU G 652), który zostanie ułożony po drugiej stronie torów.

Ze względu na tworzenie transmisyjnych struktur pierścieniowych profile kabli po obu stronach torów powinny być identyczne.

Zaleca się by włókna przeznaczone do aplikacji związanych z prowadzeniem i bezpieczeństwem ruchu kolejowego były monitorowane przez system automatycznego ciągłego nadzoru parametrów włókien światłowodowych.

Zaproponowana powyżej metoda budowy trasy światłowodowej jest zgodna z wydanymi przez PKP PLK „Wytocznych projektowania i budowy tras kablowych dla torów transmisyjnych (ze szczególnym uwzględnieniem wymagań dla traktów optotelekomunikacyjnych)” gdzie przyjęto następujący model budowy rurociągów dla kabli telekomunikacyjnych:

1 – rura 40 mm na kabel światłowodowy podstawowy

2 – rura 40 mm na kabel łącznikowy

3 – rura 40 mm rezerwowa

Na terenach miejskich (w tym stacjach kolejowych) rury należy prowadzić dodatkowo w tzw. kanalizacji pierwotnej o średnicy $\Phi=110$ mm. W metodzie tej standardem jest prowadzenie pojedynczego kabla światłowodowego w rurze HDPE o średnicy $\Phi=40$ mm. Przy odgałęzianiu kabla optycznego stosowana jest mufa światłowodowa (inaczej zwana: osłoną złączową). Aby wykonać odejście z trasy głównej konieczne jest:

- > umieszczenie studni lub zasobnika kablowego,
- > zastosowanie mufy światłowodowej,
- > wydzielenie odpowiednich tub,
- > spawanie włókien światłowodowych.

Obecnie coraz częściej w Europie jest stosowana alternatywna metoda budowy tras kablowych w oparciu o zastosowanie techniki mikrokanalizacji (*mikroducts, miniducts*). Metoda ta polega na wypełnieniu rurociągu $\Phi=40$ mm ($\Phi=32$ mm) kilkoma zminiaturyzowanymi rurkami HDPE (tzw. mikrorurkami). W każdej mikrorurce jest prowadzony mikrokabel światłowodowy o odpowiedniej dla danego obiektu liczbie włókien. Odgałęzienie odbywa się w specjalnym rozgałęziaczu - trójniku. Kabel nie jest spawany na trasie (poza odcinkami fabrykacyjnymi), prowadzi się go bezpośrednio z głównego punktu dystrybucyjnego do danego obiektu.

Biorąc pod uwagę kabel światłowodowy XOTKtd 36J, jako równoważną należałoby wybrać mikrorurkę o średnicy 10/8 mm. Zagospodarowywanie rurociągu kablowego może być sukcesywne tzn., że w miarę wzrostu zapotrzebowania na włókna światłowodowe, do rurociągu będzie można wprowadzać, metodą pneumatyczną, dodatkowe mikrorurki z mikrokablami. Jest to cenna zaleta, ponieważ obecnie obserwuje się szybki rozwój techniki światłowodowej w sieciach dostępowych. Dużo urządzeń końcowych/wykonawczych sterowanych jest bezpośrednio poprzez włókna światłowodowe np. kamery do monitoringu, wszelkiego rodzaju switch'e, routery, sterowniki itp. Wszystko wskazuje na to, że jest to tendencja stała. Skutkiem tego są trudności w dokładnym zaplanowaniu potrzeb w zakresie ilości włókien światłowodowych w perspektywie kilku lat. Ponadto przy stosowaniu tradycyjnych kabli światłowodowych, mających włókna zapasowe, wprowadzanie nowych urządzeń z interfejsami światłowodowymi powoduje konieczność cięcia włókien światłowodowych i ponownego ich spawania po podłączeniu urządzenia. W rezultacie

wprowadzane jest dodatkowe tłumienie, powodujące degradację parametrów światłowodu. W technice mikrorurek wyprowadzanie włókien światłowodowych z magistrali do poszczególnych urządzeń odbywa się za pomocą hermetycznego trójnika, który może być ułożony bezpośrednio w ziemi, w rurze osłonowej $\Phi=110$ mm czy też w korycie kablowym. Technologia ta eliminuje konieczność umieszczenia studni, mufy oraz wykonywania spawania włókien światłowodowych.

Ponieważ cały trakt światłowodowy praktycznie może składać się z wielu mikrokabli umieszczonych w osobnych mikrorurkach to istnieje możliwość dedykowania „osobnych” kabli dla poszczególnych aplikacji np. osobny mikrokabel dla srk, osobny dla sterowania podstacji trakcyjnych, osobny dla aplikacji DSAT itd. Zaletą takiego rozwiązania będzie zwiększenie „autonomii” poszczególnych systemów, zmniejszenie prawdopodobieństwa przypadkowych ingerencji w systemy np. przy naprawach medium transmisyjnego itd.

System mikrokanalizacji zapewnia:

- elastyczne planowanie ilości włókien światłowodowych w perspektywie wieloletniej (niskie koszty początkowe, sieć może rosnać na żądanie),
- zmniejszenie kosztów budowy traktów światłowodowych (zmniejszenie ilości rur osłonowych, eliminację studni i muf światłowodowych, łatwy montaż),
- mniejszą degradację parametrów światłowodów (zmniejszenie ilości spoin światłowodowych),
- zachowanie pełnej hermetyczności zarówno mikrorurek jak i mikrokabli (woda, gaz), zarówno w trakcie głównym jak i na odgałęzieniach,
- istniejące oprzyrządowanie jak i akcesoria pozwalają na szybką modernizację trasy mikrokabli (budowa nowych odcinków kablowych, instalacja nowych urządzeń),
- zmniejszenie kosztów eksploatacyjnych.

System mikrokanalizacji jest systemem zarządzanym (w zakresie gospodarowania włóknami), elastycznym, ekonomicznym i jest już stosowany w wielu krajach europejskich i m.in. na kolejach niemieckich (DB).

Usuwanie kolizji z kablami telekomunikacyjnymi innych operatorzy sieci kablowych

Kable telekomunikacyjne innych gestorów sieci kablowych, które znajdują się w kolizji z budowanymi odcinkami toru i robotami na stacjach należy przebudować w uzgodnieniu (po uzyskaniu stosownych warunków technicznych) z właścicielami.

6.2.2. System transmisyjny

Dane ogólne

Wyposażenie teletransmisyjne Pomorskiej Kolei Metropolitalnej od stacji Gdańsk Wrzeszcz do stacji Gdynia Osowa powinno być zharmonizowane z wyposażeniem telekomunikacyjnym linii PKP PLK 201 i E65.

Zakłada się, że system transmisji cyfrowej, wyposażony będzie w węzły transmisyjne SDH STM 1 lub Gigabit Ethernet (GbEth) dla określonych stacji linii PKM. Urządzenia transmisyjne na całej linii PKM powinny pochodzić od jednego producenta i być nadzorowane przez jeden System Nadzoru.

Medium transmisyjnym dla tego systemu będzie kabel światłowodowy, ułożony na całej długości linii kolejowej PKM.

System transmisyjny musi umożliwiać:

- transmisję danych pomiędzy systemami stacyjnymi i lokalnym centrum sterowania (LCS) na linii PKM
- transmisję głosu pomiędzy urządzeniami łączności ruchowej,
- transmisję komunikatów z punktów zapowiadania dyżurnych ruchu do systemów megafonów na przystankach i stacjach,
- transfer danych z lokalnego centrum sterowania (LCS) informacji wizualnej dla pasażerów na głównych stacjach,
- transfer danych z urządzeń DSAT (detekcji stanów awaryjnych taboru) do Centrów Utrzymania i Diagnostyki (CUIID) oraz na stanowisko dyżurnego w LCS,
- zdalne sterowanie obiektami na stacjach (oświetlenie, układy elektrycznego ogrzewania rozjazdów, itp.),
- zdalne monitorowanie obiektów kolejowych.

Włókna w kablu światłowodowym będą dedykowane jako wewnętrzne połączenia do transmisji danych dla potrzeb automatyki liniowej, zdalnego sterowania urządzeniami srk, zdalnego sterowania oświetleniem i elektrycznym ogrzewaniem rozjazdów oraz dla potrzeb urządzeń DSAT (**Detekcja Stanów Awaryjnych Taboru**).

Poprzez interfejsy zewnętrzne system transmisyjny musi być powiązany z sąsiednimi systemami transmisyjnymi w tym przypadku z systemami transmisyjnymi PKP PLK. Urządzenia transmisyjne muszą mieć wystarczającą rezerwę na możliwą, przyszłą zabudowę urządzeń ww. interfejsów.

Wymagania na urządzenia SDH

1. Rozwiązanie mechaniczne urządzeń SDH powinno odpowiadać właściwościom elektromagnetycznym zgodnie ze standardem ETS 300 386-1.
2. Konstrukcja urządzeń powinna być tak wykonana, aby uniemożliwiać niewłaściwe umieszczenie w stojakach wymiennych modułów, zespołów, kart. Przypadkowe umieszczenie zespołu (*karty*) w miejscu dla niego nieprzeznaczonym nie powinno spowodować uszkodzenia zarówno tego zespołu jak i innych zespołów urządzenia.
3. Urządzenia teletransmisyjne światłowodowe powinny być zasilane ze bezprzerwowego źródła prądu stałego o napięciu znamionowym 48 V z uziemionym biegunem dodatnim. Powinny one

pracować poprawnie przy zmianach napięcia zasilania w zakresie co najmniej $\pm 10\%$ w stosunku do wartości nominalnej. Urządzenia powinny spełniać wymagania określone w zaleceniu ETS 300 132-2.

4. Należy podać pobór mocy w normalnej konfiguracji dla wszystkich urządzeń teletransmisyjnych.
5. Urządzenia SDH powinny być wyposażone w optyczny interfejs liniowy STM-1 o parametrach zgodnych z zaleceniami ITU-T G.957.
6. Urządzenia SDH STM-1 powinny zapewniać możliwość wyposażenia ich w następujące rodzaje styków optycznych: S-1.1, L-1.1, L-1.2.
7. Należy podać możliwą liczbę interfejsów liniowych, w jakie mogą być wyposażone elementy sieciowe SDH. Należy także podać wszystkie parametry interfejsów liniowych takich jak: poziom sygnału na wyjściu, czułość na odbiorze itp.
8. Oferowane urządzenia SDH powinny współpracować z systemami PDH o następujących przepływnościach binarnych:
 - a) $2048 \pm 50\text{ppm}$, kod liniowy HDB3,
 - b) $34368 \pm 20\text{ppm}$, kod liniowy HDB3.
9. Parametry fizyczne i elektryczne dla sygnałów składowych powinny być zgodne z zaleceniem ITU-T G.703 z następującymi opcjami:
 - a) styk 2048 kbit/s zgodny z G.703 rozdz. 6 i ETS 300 166, we/wy symetryczne 120 Ohm,
 - b) styk 34368 kbit/s zgodny z G.703 rozdz. 8 i ETS 300 166
 - c) styk synchronizacyjny 2048 kHz zgodny z G.703
10. Należy wyspecyfikować dostępne w oferowanych urządzeniach SDH interfejsy sieciowe i interfejsy dopływowe.
11. Dostarczony system powinien umożliwiać transport Ethernet 10/100 (*ISA Eth 10/100*) z adaptacją szybkości. Należy określić maksymalną ilość dostępnych kontenerów i ilość dostępnych interfejsów Eth w kontenerze.
12. Należy podać możliwości Infrastruktury w zakresie konfiguracji (*maksymalne ilości interfejsów każdego typu i możliwe ich kombinacje*).
13. Niezawodność urządzeń teletransmisyjnych SDH ma wpływ na ogólne wymagania w zakresie poziomu dostępności systemu GSM-R. Wymaga się, aby dostępność systemu teletransmisyjnego dla systemu GSM-R była nie gorsza niż 99,99%.
14. W celu osiągnięcia poziomu 99,99% dostępności należy przyjąć, że:

- a) urządzenia teletransmisyjne, do których dołączone są BTS powinny pracować w pierścieniu,
15. Należy przedstawić następujące informacje na temat poziomu dostępności urządzeń teletransmisyjnych:
- a) wartości MTBF dla wszystkich modułów wszystkich elementów sieciowych,
 - b) wartości MTBF dla wszystkich elementów sieci obsługujących połączenie dostęp – linia.
16. Należy określić globalny czas międzyawaryjny MTBF uwzględniający wszystkie zespoły (*karty*) dostarczonych urządzeń.
17. Oferowany sprzęt teletransmisyjny SDH powinien posiadać mechanizmy protekcji na poziomie sprzętowym. Należy zapewnić protekcję zasadniczych modułów urządzenia na poziomie sprzętowym określając zastosowane typy tej protekcji w oferowanych urządzeniach.
18. Urządzenia teletransmisyjne SDH powinny zapewnić realizację mechanizmu protekcji odcinków zwielokrotniających w sieci SDH zgodnie z opisem podanym w zaleceniu ITU-T G.841.
19. Urządzenia teletransmisyjne SDH powinny zapewnić realizację mechanizmu protekcji Sub Network Connection Protection (*SNC-P*) zgodnie z opisem podanym w zaleceniu ITU-T G.841 dla wszystkich poziomów VC.
20. Urządzenia teletransmisyjne SDH powinny zapewnić realizację mechanizmu protekcji Multiplex Section Shared Protection Ring (*MS SPRING*) zgodnie z opisem podanym w zaleceniu ITU-T G.841.
21. Urządzenia teletransmisyjne SDH powinny zapewnić realizację mechanizmu protekcji dedykowanego pierścienia odcinków zwielokrotniających (*Multiplex Section Dedicated Ring*) w sieci SDH.
22. Należy podać czas przełączania na rozwiązanie zapewniające protekcję dla poszczególnych oferowanych mechanizmów protekcji.
23. Zarządzanie urządzeniami SDH zastosowanymi w oferowanej sieci teletransmisyjnej powinno być realizowane przez system nadzoru i zarządzania siecią teletransmisyjną oparty na dwóch aplikacjach:
- a) zarządzaniu elementami sieci,
 - b) zarządzaniu połączeniami w sieci.
24. W sieci teletransmisyjnej powinna być możliwa realizacja następujących funkcji zarządzania:
- a) zarządzanie błędami,

- b) zarządzanie konfiguracją,
- c) zarządzanie jakością transmisji,
- d) zarządzanie bezpieczeństwem.

25. Oferowane urządzenia SDH powinny dysponować stykami:

- a) dostępu lokalnego F, umożliwiającego dołączenie lokalnego terminala sterującego (*Craft Terminal*),
- b) systemu operacyjnego Q zapewniającego połączenie fizyczne i logiczne elementów sieci SDH z systemem zarządzania,
- c) wyprowadzania alarmów optycznych i akustycznych stacji.

26. Wskazane jest przekazywanie wszystkich informacji dotyczącej tej sieci do systemu nadzoru centralnego nad siecią WDM/SDH tak, aby sieć ta była widoczna przez ten system.

6.2.3. Systemy wymagające transmisji danych

Zaleca się by maksymalnie wykorzystać technikę sieci internetowych (TCP/IP) do przekazywania danych w systemach wspomagających zarządzanie, kierowanie i sterowanie ruchem kolejowym na linii (na liniach) Pomorskiej Kolei Metropolitalnej jak też korzystać z usług świadczonych przez tą technikę np. Voice over IP (VoIP).

System Ewidencji Pracy Eksploatacyjnej – SEPE

System Ewidencji Pracy Eksploatacyjnej (SEPE) stał się na kolei podstawowym narzędziem pracy dyspozytorskiej. System SEPE pozwala na przetwarzanie danych dotyczących realizacji rozkładu jazdy na liniach kolejowych. Dane są wprowadzanych do systemu automatycznie z Lokalnych Centrów Sterowania (LCS).

System Ewidencji Pracy Eksploatacyjnej umożliwia:

- automatyczne pozyskiwanie do systemu danych dotyczących realizacji rozkładu jazdy z urządzeń przytorowych;
- automatyczne tworzenie wykresu rzeczywistego biegu dla wszystkich pociągów objętych rozkładem jazdy;
- symulację zastępczych tras pociągów, możliwych do wykorzystania w przypadku wystąpienia nieplanowanych zamknięć torów stacyjnych lub szlakowych oraz innych ograniczeń w dostępie do infrastruktury kolejowej;
- sporządzanie statystyk z realizacji procesu przewozowego, o zawartości i formie dostosowanej do wykorzystania ich jako podstawy rozliczeń z przewoźnikami;

- udostępnianie danych do innych systemów informatycznych np. do systemu informacji podróży.

System łączności technologicznej

Urządzenia (centrale, softswiche) tworzące sieć łączności technologicznej muszą być przygotowane do obsługi:

- łączy zapowiadczych,
- łączy stacyjno-ruchowych,
- łączy informacyjno - rozgłoszeniowych,
- łączy sieci publicznych,
- łączy radiowych,
- łączy transmisji danych,
- łączy PCM.

Systemy Informacji dla pasażerów

Zgodnie z załącznikiem do Dyrektywy 2001/16/WE Parlamentu Europejskiego i Rady Europy z 19 marca 2001 r. "w sprawie interoperacyjności transeuropejskiego systemu kolei konwencjonalnych" powinien być rozwijany spójny system informacyjny obsługi uczestników transportu kolejowego w zakresie przewozu osób, bagażu i towarów. Aplikacje telematyczne dla usług pasażerskich powinny zawierać systemy informowania pasażerów przed i w czasie podróży, systemy rezerwacji i płatności, zarządzanie bagażem oraz zarządzanie połączeniami między pociągami oraz z innymi środkami transportu.

Dla ruchu pasażerskiego powinien być możliwy z powszechnie używanych terminali mobilnych (telefon komórkowy/komunikator) dostęp do systemów:

- Planowania podróży, rezerwowania i opłat za przejazd koleją;
- Planowania podróży od drzwi do drzwi;
- Udostępniania informacji o zniżkach, taryfach i akcjach marketingowych;
- Udostępniania informacji o biegu pociągu w czasie rzeczywistym dla pasażera;
- Udostępniania informacji historycznych o punktualności pociągów pasażerskich;
- Udostępniania informacji o biegu pociągu w czasie rzeczywistym dla systemów stacyjnych;
- Udostępniania informacji kolejowych w obrębie stacji;
- Udostępniania informacji o biegu pociągu w czasie rzeczywistym dla komunikacji metropolitalnej.

W przypadku projektu PKM informacje dla podróżnych wymieniane w Dyrektywach Parlamentu Europejskiego i Rady nie są obligatoryjne. Dyrektywy i rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady są obowiązujące dla międzynarodowej komunikacji kolejowej i w przypadku PKM należy je traktować jako wytyczne do budowy własnego systemu informacji podróżnych. Niemniej jednak z powyższych Dyrektyw i Rozporządzeń Parlamentu Europejskiego wynika, że systemy informacyjne dla transportu kolejowego powinny być zintegrowane i budowane na bazie sprzętu IT. Dlatego też System Informacji Podróżnych Spółki PKM powinien być zintegrowany, oparty o sprzęt IT, optymalny dla warunków i możliwości Spółki. Można przyjąć następujące kryterium optymalizacji: „należy tak zdefiniować architekturę informatyczną, aby koszt jej wdrożenia i eksploatacji był najniższy przy zachowaniu spełniania oczekiwanych funkcjonalności”.

Najistotniejsze cele, z punktu widzenia przewozów pasażerskich, to podniesienie wskaźnika wiarygodności i dostępności informacji kolejowej dla klientów a tym samym wzrost zadowolenia klientów ze świadczonych usług a co za tym idzie kreowanie pozytywnego wizerunku Spółki.

Polepszenie dostępu do informacji należy definiować w ten sposób, że informacja będzie osiągalna w wielu punktach dostępowych (np. portal internetowy, dworce i stacje, pociągi), a także będzie dostępna przy wykorzystaniu wielu nośników informacji (np. internet, poczta elektroniczna, SMS, kioski informacyjne, drukowane broszury, głośniki, tablice elektroniczne).

System Informacji podróżnych będzie się składał z następujących urządzeń wizualno-głosowych

- System megafonowy;
- Sieci zegarowe;
- Tablice informacyjne;
- Automatyczne urządzenia zapowiadające.

Systemy zamkniętej telewizji użytkowej do obserwacji końca pociągów

Do obserwacji końca pociągów mają służyć System telewizji użytkowej (TVu). Do obserwacji końca pociągu powinny być użyte kamery przystosowane do pracy na zewnątrz tj. kamery powinny się charakteryzować wysoką odpornością na czynniki atmosferyczne oraz działać w szerokim zakresie intensywności oświetlenia. Kamery muszą być zamontowane w sposób utrudniający kradzież, oraz umożliwiającą rejestrowanie ewentualnej kradzieży przez inną kamerę zamontowaną na tym samym przystanku.

Powinny one zapewniać pełną obserwację obu kierunków jazdy a ich pole widzenia w granicach przystanku powinno na siebie zachodzić.

System powinien zapewniać ciągłą cyfrową rejestrację obrazu bez możliwości ingerencji z zewnątrz i w razie potrzeby (np. dla celów utrzymaniowych) umożliwiać jednoczesny podgląd (obraz) w czasie rzeczywistym w miejscu obsługi. Zaleca się, aby urządzenia do rejestracji były instalowane w LCS. Rejestrator powinien pamiętać obrazy z ostatnich 72 godzin. Rejestrowany aktualnie obraz musi być nadpisywany, na najstarsze klatki. Obraz z każdej kamery powinien być zapisywany oddzielnie, przy czym należy uniemożliwić jednocześnie wyłączenie więcej niż jednej kamery dla potrzeb odczytu danych i/lub utrzymaniowych.

Dla potrzeb omawianej linii założono, że system TVu składać się będzie z :

- 2 kamer,
- medium transmisyjnego,
- monitora LCD,
- rejestratora obrazu.

Systemy kontroli dostępu

Wszystkie zcentralizowane systemy wspomagające zarządzanie ruchem pociągów i systemy związane z bezpieczeństwem i wygodą podróżnych powinny być odpowiednio chronione przed nieuprawnionym dostępem przez postronne osoby np. loginem i hasłem. Natomiast systemy bezpośrednio związane z prowadzeniem ruchu kolejowego powinny być chronione nie tylko hasłami ale również systemami biometrycznymi np. sprawdzaniem układu żylnego ręki operatora systemu lub innej uprawnionej osoby, rozpoznawaniem twarzy itp.

System sygnalizacji i gaszenia pożaru oraz system sygnalizacji włamań i napadu (SSWiN)

Obiekty w których będą zainstalowane urządzenia techniczne (tj. urządzenia srk, urządzenia telekomunikacyjne, itp.) muszą być wyposażone w instalacje sygnalizacji włamania oraz pożaru, w skład których wejdą:

- centralka sygnalizacji pożaru i włamania,
- linie dozorowe z czujkami,
- linie dozorowe z sygnalizacją otwarcia drzwi,
- obwody dozorowe sygnalizacji pożaru z czujkami optycznymi dymu,
- urządzenia do samoczynnego gaszenia pożaru, odpowiednie dla urządzeń elektrycznych/elektronicznych.

Sygnał włamania generowany będzie na podstawie informacji z czujek i kontaktronów umieszczonych w chronionych pomieszczeniach. Dostęp do obiektu chronionego odbywać się będzie poprzez wprowadzenie odpowiedniego kodu na panelu klawiatury blisko drzwi wejściowych z uwzględnieniem zwłoki w działaniu alarmu.

System sygnalizacji pożaru i włamania powinien być systemem scentralizowanym opartym o centrale zainstalowane w LCS oraz wieloliniowe moduły zainstalowane w poszczególnych obiektach.

Dla komunikacji central zlokalizowanych w LCS z zespołami nadzoru na poszczególnych obiektach chronionych wykorzystana zostanie dla obydwu podsystemów (podsystem sygnalizacji pożaru, podsystem włamania) wspólna sieć transmisyjna w konfiguracji pierścienia, zrealizowana, zgodnie z wymaganiami straży pożarnej, za pomocą konwerterów elektryczno-optycznych na dwóch dedykowanych włóknach (systemy sygnalizacji pożarowej/pożaru muszą korzystać z oddzielnych zasobów - par, włókien - transmisyjnych).

Inteligentny System monitoringu obiektów kolejowych

Systemy monitoringu powinny być i są przystosowane do specyfiki monitorowanych obiektów. Pewną odrębną specyfiką powinny charakteryzować się systemy monitorowania obiektów kolejowych, choćby tylko dlatego, że między innymi powinny monitorować pewne elementy infrastruktury drogi kolejowej np. wiadukty, głowice stacyjne, zwrotnice itp.

Na terenach kolejowych istnieje wiele potencjalnych zagrożeń dla podróżnych i osób pracujących w niektórych obiektach np. na dworcach.

Do podstawowych zagrożeń należą zagrożenia życia lub spowodowanie kalectwa osób przebywających, podróżujących jak i pracujących na dworcach kolejowych i jego najbliższym otoczeniu. Dotyczy to przede wszystkim zagrożeń terrorystycznych (pozostawione walizki, podejrzane paczki wrzucane do koszy na śmieci), jak i zagrożeń ze strony bandytów, chuliganów, bezdomnych (nachalne żebractwo).

Nie należy zapomnieć również o bezpieczeństwie pasażerów wsiadających i wysiadających z pociągu. Obserwacji powinna być poddana między innymi przestrzeń pomiędzy krawędzią peronu a pociągiem, zapobiegając ruszaniu pociągu w przypadku znalezienia się tam człowieka jak i pasażerów dobiegających czy wysiadających w ostatniej chwili z odjeżdżających pociągów.

Ważnym punktem monitoringu dworców kolejowych i przystanków są kasy biletowe, czy też automaty sprzedające bilety.

Innym zagrożeniem jest bezpieczeństwo dóbr podlegających ochronie znajdujących się na dworcu lub w bliskim jego otoczeniu. Należy strzec przed wandalizmem i kradzieżą infrastrukturę kolejową, wszelkiego rodzaju automaty sprzedające, pojazdy pozostawione na parkingu przed dworcem, bagaże podróżujących jak i wszelkiego rodzaju punkty usługowe znajdujące się na dworcu lub przystanku.

Należy dodać, że powyższe zagrożenia występują przez cały czas a więc system monitoringu powinien zapewniać bezpieczeństwo przez 24 godziny na dobę, przez siedem dni w tygodniu. Każdy rodzaj zagrożenia powinien być zapisany i przechowywany przez pewien określony okres czasu.

Uwaga: należy zapewnić współpracę systemu monitoringu obiektów kolejowych PKM z systemem monitoringu portu lotniczego im. Lecha Wałęsy.

Systemy i urządzenia teleinformatyczne/telematyczne w LCS

W Lokalnym Centrum Sterowania (LCS) będą zainstalowane systemy teleinformatyczne zapewniające bezpieczne kierowanie i sterowanie ruchem pociągów jak również systemy wspomagające bezpieczeństwo i obsługę podróżnych. Ponadto zainstalowane będą systemy zabezpieczające ochronę obiektów kolejowych oraz obiektów i terenów związanych z podróżującymi np. parkingi P&R, lokale gastronomiczne, itp.

W LCS powinny być zainstalowane co najmniej dwa stanowiska stanowiące interfejs „człowiek – system teleinformatyczny” (Man-Machine Interface - MMI):

1. Stanowisko dyżurnego ruchu/dyspozytora w LCS musi być wyposażone w systemowe terminale zarządzania (terminal sterujący - monitorujący) wraz z monitorem/monitorami. Terminal zarządzający ma stanowić interface pomiędzy dyżurnym ruchu a zarządzanymi przez niego systemami i będzie otrzymywał informacje także z innych systemów, które mogą wpływać na procesy związane z prowadzeniem/kierowaniem ruchu kolejowego np. stany i alarmy krytyczne z systemu DSAT.
2. Stanowisko dyżurnego/dyspozytora Systemu Centrum Utrzymania i Diagnostyki (CUIID) powinno być podobnie jak stanowisko dyżurnego ruchu/dyspozytora wyposażone w komputerowe terminale zarządzania (terminal sterujący - monitorujący) wraz z monitorem/monitorami. Dyżurny CUIID powinien, poprzez terminal zarządzający, znać stan wszystkich monitorowanych systemów i urządzeń wchodzących w skład Systemu DSAT. Dyżurny CUIID będzie alarmowany o niesprawności (nieprawidłowym działaniu) poszczególnych systemów i urządzeń za pomocą odpowiednich sygnałów alarmowych

System nadzoru i zarządzania biletomatami

Zainstalowane na linii kolejowej PKM biletomaty powinny być połączone siecią teleinformatyczną z centralnym systemem, który z jednej strony zbierał by na bieżąco dane o sprzedanych biletach z drugiej zaś monitorował poprawność pracy biletomatów. Informacje o nieprawidłowym działaniu konkretnego biletomatu przekazywane były by do obsługi serwisowej za pomocą odpowiednich sygnałów alarmowych.

Uwaga. Przy opracowywaniu "Koncepcji urządzeń teleinformatycznych dla potrzeb linii PKM" należy rozważyć sprzedaż biletów na komórkę bez konieczności zakupu biletów w biletomatach.

Detekcja stanu systemów zwiększających bezpieczeństwo klientów kolei

Dla potrzeb bezpiecznego prowadzenia ruchu kolejowego i szeroko pojętego bezpieczeństwa klientów kolei, oprócz podstawowych systemów automatyki kolejowej istnieje szereg systemów mających wpływ na te zagadnienia. Do tej grupy systemów można przykładowo zaliczyć:

- system detekcji stanów awaryjnych taboru (DSAT),
- systemy elektrycznego ogrzewania zwrotnic (eor)
- systemy oświetlenia peronów
- systemy oświetlenia podziemnych ciągów pieszych
- systemy klimatyzacji pomieszczeń technicznych
- systemy zasilania urządzeń telekomunikacyjnych, telematycznych, teleinformatycznych, itd.

Wszystkie te systemy powinny mieć możliwość zdalnego sterowania i monitorowania swoich urządzeń. Systemowe terminale zarządzające mające możliwość wysyłania rozkazów jak i przyjmowania meldunków o niepoprawnej pracy urządzeń, powinny być zainstalowane w lokalnym centrum zarządzania (LCS).

System dostępu do Internetu dla podróżnych w pociągach i w obiektach PKM

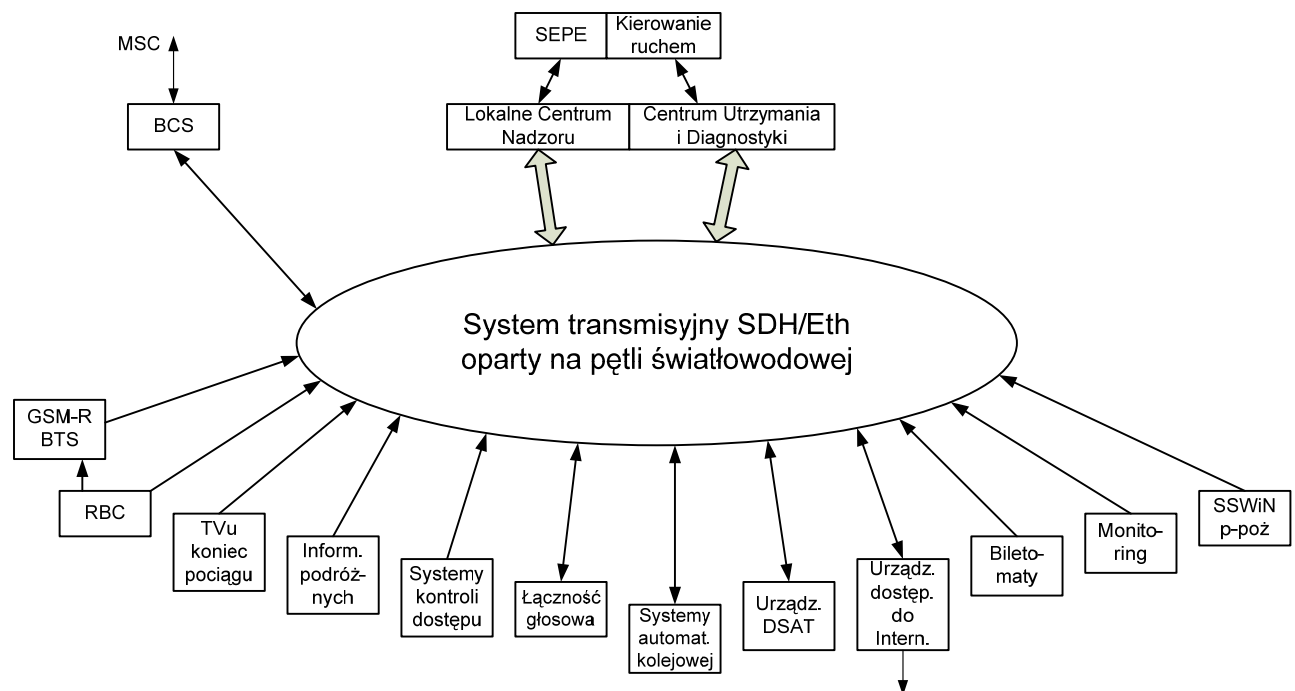
Na całej projektowanej linii PKM w pociągach i w obiektach tej linii powinien być zapewniony szerokopasmowy dostęp do Internetu. Dostęp do Internetu powinien być zapewniony poprzez punkty dostępu (*Access Points*) zainstalowane na masztach wykorzystywanych przez system GSM-R. Na masztach tych powinna być zapewniona odpowiednia separacja anten dla GSM-R i Internetu. Punkty dostępu (*Access Points*) powinny być połączone łączami teleinformatycznymi o odpowiedniej przepustowości z centralnym ruterem brzegowym (*Edge Router*) zainstalowanym w LCS. Centralny ruter powinien być połączony odpowiednim łączem z dostawcą Internetu (*Internet Service Provider - ISP*). Przykładowym dostawcą Internetu może być Spółka TKTelekom.

Wszystkie wyżej wymienione systemy powinny mieć możliwość zdalnego sterowania i monitorowania swoich urządzeń, a dostęp do systemów związanych z szeroko rozumianym zarządzaniem ruchem pociągów powinien być odpowiednio chroniony.

6.3. Relacje przepływu informacji na projektowanej linii kolejowej Pomorskiej Kolei Metropolitalnej

- Transmisja informacji z LCS PKM do stacji i przystanków;
- Transmisja informacji z stacji i przystanków do LCS PKM;
- Dystrybucja sygnałów teleinformatycznych z Lokalnych Węzłów Komutacyjno-Transmisyjnych – LWK-T (rutery switch'e, centrale, SDH, Ethernet) zainstalowanych na stacjach i przystankach linii PKM do urządzeń końcowych;

- Dystrybucja sygnałów teleinformatycznych z urządzeń końcowych do Lokalnych Węzłów Komutacyjno-Transmisyjnych – LWK-T;
- Transmisja informacji z LCS do systemów nadrzędnych np. SEPE, CUiD;
- Transmisja informacji z LCS do stacji PKP PLK współpracujących z linią PKM tj. Gdańsk Wrzeszcz, Gdańsk Osowa;
- Transmisja informacji ze stacji PKP PLK współpracujących z linią PKM do LCS PKM.



Rys. 12. Relacje przepływu informacji dla linii PKM

6.4. Oszacowania kosztów inwestycyjnych w zakresie łączności przewodowej i systemów teleinformatycznych

Przyjęte założenia do szacunkowej oceny kosztów infrastruktury teleinformatycznej

Infrastruktura teleinformatyczna, której koszty są szacowane z założenia ma być wystarczająca do realizacji wszystkich systemów związanych ze sterowaniem, kierowaniem i zarządzaniem ruchem kolejowym na linii PKM (systemy ETCS, GSMR, DSAT itd.) jak też z systemami zapewniającymi bezpieczeństwo i wygodę podróżnych (systemy p-poż, monitoring ludzi i infrastruktury, informacja podróżnych, sterowanie oświetleniem, dostęp do Internetu itd.)

Przyjęte założenia wynikają z danych dostarczonych przez Zleceniodawcę (PKM S.A.), nabytej przez autorów opracowania wiedzy jak i praktyki stosowanej przy modernizacji linii kolejowych przez PKP PLK S.A. w branży telematyki.

Poniższe założenia powinny być zweryfikowane poprzez opracowanie szczegółowych koncepcji w tej dziedzinie.

1. Długość linii PKM wynosi 20 km + 10% zapasu
2. Wzdłuż trasy linii PKM będą układane kable światłowodowe OTK zgodnie z wymaganiami PKP PLK tj. kabel podstawowy 36j - włókna światłowodowe zgodne z zaleceniem G652 ITU i kabel domykający pętlę po drugiej stronie torów 36j - włókna światłowodowe zgodne z zaleceniem G652 ITU
3. Kabel OTK podstawowy będzie kablem tubowym po 6 włókien w każdej tubie
4. Kabel OTK domykający będzie kablem w mikrokanalizacji
5. Oprócz kabli OTK będzie ułożony kabel miedziany TKM 35x4x0,8
6. Będzie układana kanalizacja kablowa pierwotna składająca się z trzech rur HDPA $\Phi 40\text{mm}$ po każdej stronie torowiska
7. Szafy dystrybucyjne:
 - na przystankach i posterunkach odstępowych – 1 szafa
 - na stacjach - 2 szafy (Gdańsk Wrzeszcz, stacja postojowa, Gdańsk Osowa)
8. Urządzenia teletransmisyjne SDH/Ethernet na stacji Gdańsk Wrzeszcz i w pomieszczeniach LCS
9. Lokalne węzły komutacyjno- transmisyjne (LWK-T) na każdym przystanku i p.o. Żukowo Wsch oraz na stacjach Gdańsk Osowa, Gdańsk Wrzeszcz
10. Tablice peronowe krawędziowe dwustronne na peronach o długości 150 m – 2 szt. na każdej krawędzi (max. odległość podróżnego od tablicy 37,5 m)
11. Peronowe tablice odjazdu pociągu – 1 tablica przy każdym wejściu na peron
12. Tablice zbiorcze odjazdów/przyjazdów pociągów 9 linijek – 2 tablice na przystanku Port Lotniczy
13. Na każdym peronie 2 megafony i na stacji postojowej 4 megafony
14. Na każdym przystanku i stacji 1 wzmacniacz megafonowy
15. Zegary będą wbudowane w tablice peronowe krawędziowe i tablice przyjazdu/odjazdu pociągów
16. Biletomaty po 2 szt. na każdym przystanku przy wejściach na peron dla każdego kierunku

17. Urządzenia (kamery) monitorujące infrastrukturę drogi kolejowej (wiadukty, estakady, głowice stacyjne), budowle, przejścia dla pieszych, biletomaty, parkingi P&R, perony, tereny „przykolejowe”, itp. - min. 2 kamery na obiekt, monitory i platforma do inteligentnego monitoringu zainstalowana w LCS
18. Urządzenia dostępu do Internetu - 1 access point w każdej lokalizacji BTS systemu GSMR + stacja zarządzająca w LCS połączona z siecią operatora dostarczającego Internet (ISP)
19. Dla potrzeb realizacji sieci dla systemów teleinformatycznych koniecznych do zarządzania i kierowania ruchem na linii PKM konieczne będzie instalowanie takich urządzeń jak: serwery, switch'e, routery, multipleksery, koncentratory, modemy, centrale/softswitch'e, sieci LAN na obiektach, systemy biometryczne itp. Dla potrzeb niniejszego opracowania przyjęto:
 - na każdym przystanku i p.o. 13 urządzeń
 - na stacji postojowej i Gdańsk Wrzeszcz 20 urządzeń
 - w siedzibie LCS 30 urządzeń
20. Zasilanie urządzeń teleinformatycznych w siedzibie LCS będzie zapewnione z siłowni telekomunikacyjnej DC/AC natomiast LWK-T będą zasilane z urządzeń zasilających umieszczonych w szafach dystrybucyjnych. Urządzenia zasilające systemy teleinformatyczne, w przypadku braku zasilania, powinny pracować co najmniej tak długo, jak długo będą pracować urządzenia srk. Urządzenia zasilające mają chronić zasilane urządzenia przed podstawowymi typami awarii sieci energetycznej (*zaniki sieci, chwilowe wahania amplitudy, udary napięciowe, długotrwałe obniżenia napięcia, szумы, zakłócenia, przebiecia łączeniowe, odkształcenia harmoniczne*).

Tabela 10

Szacunkowe koszty infrastruktury telekomunikacyjnej przewodowej

Szacunkowe koszty infrastruktury telekomunikacyjnej przewodowej dla linii PKM Gdańsk Wrzeszcz - Gdańsk Osowa					
Lp	Rodzaj robót	Jednostka miary	Cena jednostkowa w tys. zł	Ilość jednostek miar	Wartość w tys. zł
1	Budowa nowego kabla światłowodowego podstawowego	km	80	22	1760

2	Budowa nowego kabla światłowodowego protekcyjnego (mikrokanalizacja)	km	90	22	1980
3	Instalacja systemu ciągłego monitorowania 8 czynnych włókien światłowodowych (4j-srk, 4j- GSMR)	kpl.	200	1	200
4	Budowa nowego kabla miedzianego XzTKMXpw 35x4x0,8	km	65	22	1430
5	Budowa przyłączy kablowych do szaf dystrybucyjnych, stacji BTS	km	90	2	180
6	Zakup i instalacja szaf dystrybucyjnych	kpl.	50	16	800
7	Zakup i instalacja urządzeń teletransmisyjnych – SDH +Ethernet	kpl.	80	2	160
8	Zakup i instalacja centrali/softswitch'a na stacji	kpl.	400	1	400
9	Zakup i instalacja Lokalnych Węzłów Komutacyjno - Transmisyjnych (LWK-T) na przystankach i p.o.	kpl.	170	11	1870
10	Zakup i instalacja systemów i urządzeń megafonowych wraz ze wzmacniaczami na stacjach i przystankach +serwer zapowiedzi słownych	kpl.	20	10	200
11	Zakup, instalacja i włączenie do systemu tablic zbiorczych na stacjach	kpl.	350	2	700

12	Zakup, instalacja i włączenie do systemu peronowych tablic odjazdu pociągu	kpl.	45	16	720
13	Zakup, instalacja i włączenie do systemu tablic krawędziowych dwustronnych	kpl.	150	40	6000
14	Instalacja sprzętu komputerowo -sterującego i oprogramowanie dla systemu informacji podróży	kpl.	300	1	300
15	Instalacja kamer i systemu inteligentnego monitoringu infrastruktury kolejowej (przystanki, przejścia dla pieszych, parkingi P&R itd. - ok. 320 kamer). Współpraca z systemem monitoringu Portu Lotniczego	kpl.	3000	1	3000
16	Urządzenia dostępu do Internetu	kpl.	140	1	140
17	Budowa urządzeń sygnalizacji włamania napadu i kontroli dostępu	kpl.	250	1	250
18	Budowa urządzeń sygnalizacji i gaszenia pożaru dla całego odcinka	kpl.	200	1	200
19	Zakup i instalacja biletomatów na przystankach	kpl.	150	18	2700
20	Zakup i instalacja systemu dostępu do szerokopasmowego internetu	kpl.	150	1	150
21	System telewizji użytkowej do obserwacji końca pociągu	kpl.	50	1	50

22	Instalacja, uruchomienie i włączenie do poszczególnych sieci routerów, switchy, modemów, koncentratorów itp.	kpl.	15	220	3300
23	Budowa wyposażenia LCS w urządzenia teleinformatyczne	kpl.	1000	1	1000
24	Opracowanie dokumentacji projektowej (do 10% kosztów)	kpl.	2500	1	2500
	RAZEM				29990

Systemy, urządzenia i materiały służące do realizacji teleinformatycznej sieci przewodowej dla potrzeb linii PKM Gdańsk Wrzeszcz – Gdańsk Osowa

1. Kable światłowodowe;
2. Kabel miedziany;
3. Urządzenia teletransmisyjne;
4. System łączności technologicznej - (łączność dyspozytorska, łączność ruchowa);
5. System łączności głosowej - (centrale/softswitch'e, VoIP);
6. System inteligentnego monitoringu:
 - kamery,
 - platforma systemowa,
 - centra monitoringu,
 - powiązanie z systemem Portu lotniczego.
7. System informacji podróżnych:
 - megafony,
 - wzmacniacze,
 - tablice peronowe,
 - tablice zbiorcze,
 - tablice peronowe krawędziowe,
 - zegary,
 - IVR (*Interactive Voice Response*) – system automatycznych informacji głosowych,
 - Text 2 Speech i Speech2Text.

8. System obserwacji końca pociągu.
9. System sygnalizacji i gaszenia pożaru - system p-poż,
10. System sygnalizacji włamania i napadu.
11. System biletomatów.
12. DSAT.
13. Sterowanie oświetleniem.
14. System sterowania klimatyzacją.
15. Zasilanie systemów teleinformatycznych.
16. System szerokopasmowego dostępu do sieci Internet.
17. Urządzenia teleinformatyczne:
 - serwery,
 - switch'e,
 - routery,
 - multipleksery,
 - koncentratory,
 - sieci LAN na obiektach,
 - systemy biometryczne,
 - szafy dystrybucyjne,
 - osprzęt kablowy stacyjny i liniowy (przełącznice, mufy, studnie, pachcordy, itd.).

Zakończenie

Zakresem opracowania było uzupełnienie Studium Wykonalności dla linii PKM Gdańsk Wrzeszcz – Gdańsk Osowa w zakresie wyposażenia w urządzenia systemu cyfrowej łączności radiowej GSM - R, łączności technologicznej i systemów teleinformatycznych związanych z prowadzeniem ruchu kolejowego. Ponadto opracowanie ma być pomocne dla uzyskania pozytywnej opinii środowiskowej w zakresie budowy infrastruktury telekomunikacyjnej tj. cyfrowej łączności radiowej GSM - R dla tej linii.

W opracowaniu przedstawiono zakres prac i oszacowano koszty budowy systemów cyfrowej łączności przewodowej i radiowej, które są konieczne przy eksploatacji nowoczesnych linii kolejowych. Z racji krótkiego czasu przeznaczonego przez zleceniodawcę na opracowanie wymienionych powyżej zagadnień, przedstawiono je w postaci sygnałnej. Uszczegółowienie tych zagadnień powinno nastąpić w dalszych opracowaniach koncepcyjnych.

W opracowaniu wstępnie przeanalizowano wpływ systemu GSM - R na środowisko. Na podstawie wartości P_{EIRP} , które dla Obiektów Radiokomunikacyjnych systemu GSM - R w większości przypadków będą zawierały się w przedziale ≥ 1000 i < 2000 oraz opierając się na obowiązujących aktach prawnych w tym zakresie, można stwierdzić, iż **w miejscach dostępnych dla ludności nie**

będą występowały niedopuszczalne polskim prawem, wartości pól elektromagnetycznych. Przyjmując powyższe założenia, można stwierdzić, iż **budowa i użytkowanie Obiektów Radiokomunikacyjnych GSM - R nie zalicza się do przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko** (zgodnie z Rozporządzeniem Rady Ministrów z dnia 9 listopada 2010 r. w sprawie przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko) i **nie wymaga uzyskania decyzji o środowiskowych uwarunkowaniach.**

Koszty wyposażenia linii PKM Gdańsk Wrzeszcz – Gdańsk Osowa w urządzenia systemu cyfrowej łączności radiowej GSM - R, łączności technologicznej i systemów teleinformatycznych związanych z prowadzeniem ruchu kolejowego przedstawiają się następująco:

- Systemy i infrastruktura cyfrowej łączności przewodowej - **29990 tys. PLN**
- System cyfrowej łączności radiowej GSM – R to 1710 tys. EUR tj. ok. – **6840 tys. PLN**

Łączna suma inwestycji związanych z wyposażeniem linii PKM Gdańsk Wrzeszcz – Gdańsk Osowa w urządzenia systemu cyfrowej łączności radiowej GSM - R, łączności technologicznej i systemów teleinformatycznych związanych z prowadzeniem ruchu kolejowego wynosi około 36,83 mln PLN.

Normy, standardy i dokumenty związane

Ogólne dla inżynierii kolejowej

Zgodnie z następującymi głównymi i związanymi z nimi normami:

- Inżynieria kolejowa zgodnie z ISO 45.0xx,
- Zgodność elektromagnetyczna (EMC) zgodnie z ISO 33.100 / EN 61000.

Dla transmisji

Zgodnie z następującymi głównymi i związanymi z nimi normami:

- Ogólnie telekomunikacja zgodna z ISO 33.020.xx,
- Systemy telekomunikacyjne zgodnie z ISO 33.040.xx,
- Wyposażenie terminali telekomunikacyjnych zgodnie z ISO 33.050.xx,
- Komunikacja światłowodowa zgodnie z ISO 33.180,
- Procedura testowania światłowodów zgodnie z ISO/IEC 11801 / EN50173 IEEE 802.3 (Ethernet 10/100 Mbps.),

Dokumenty związane:

- Instrukcja Ie-2 "Instrukcja o telefonicznej przewodowej łączności ruchowej" - PLK 2004,
- Instrukcja Ie-3 „Wytyczne techniczno-eksploatacyjne urządzeń do wykrywania stanów awaryjnych taboru" - PLK 2005,

- Rozporządzenie Ministra Środowiska z 30 października 2003r. w sprawie dopuszczalnych poziomów pól elektromagnetycznych w środowisku oraz sposobów sprawdzania dotrzymania tych poziomów. (Dz. U. nr 192 poz. 1883);
- PN-T-45002:1998: Telekomunikacyjne linie przewodowe. Skrzyżowanie z liniami kolejowymi. Wymagania ogólne;
- Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać skrzyżowania linii kolejowych z drogami publicznymi (Dz.U. rok 1996 nr 33 poz. 144) zmienione Rozporządzeniem Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 9 listopada 2000 r (Dz. U. nr 100 poz. 1082)
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 26 września 2003 r. W sprawie wykazu typów budowli i urządzeń przeznaczonych do prowadzenia ruchu kolejowego oraz typów pojazdów kolejowych, na które wydawane są świadectwa dopuszczenia do eksploatacji (Dz. U. Nr 175, poz. 1706);
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 30 kwietnia 2004 r. W sprawie świadectw dopuszczenia do eksploatacji typu budowli i urządzeń przeznaczonych do prowadzenia ruchu kolejowego oraz typu pojazdu kolejowego (Dz. U. Nr 103, poz. 1090) z późniejszymi zmianami;
- PN-IEC 61024-1:2001: Ochrona odgromowa obiektów budowlanych - Zasady ogólne;
- PN-IEC 61312-1:2001: Ochrona przed piorunowym impulsem elektromagnetycznym - Zasady ogólne;
- EIRENE Functional Requirements Specification, version 7, 17 May 2006;
- EIRENE System Requirements Specification, version 15, 17 May 2006
- ITU-T G.652 Characteristics of a single-mode optical fiber and cable
- PN-EN 187000 Ogólne wymagania – Kable światłowodowe
- PN-EN 50132 -7 Systemy alarmowe – Systemy dozoru CCTV stosowane w zabezpieczeniach –Część 7: Wytyczne stosowania
- PN-EN 50132 -5 Systemy alarmowe – Systemy dozoru CCTV stosowane w zabezpieczeniach –Część 5: Teletransmisja
- PN-EN -08390-5 Systemy alarmowe – Wymagania i badanie sygnalizatorów
- PN-EN 54-2:2002 Systemy sygnalizacji pożarowej – Część 2: Centrale sygnalizacji pożarowej
- PN-EN 54-21:2006 Systemy sygnalizacji pożarowej – Część 21: Urządzenia do transmisji sygnałów alarmowych i uszkodzeniowych
- PN-EN 50125-1 Zastosowania kolejowe – Warunki środowiskowe stawiane urządzeniom – Część 1: Urządzenia taborowe
- PN-EN 50125-2 Zastosowania kolejowe – Warunki środowiskowe stawiane urządzeniom – Część 2: Elektryczne urządzenia stacyjne

- PN-EN 50125-3 Zastosowania kolejowe – Warunki środowiskowe stawiane urządzeniom – Część 3: Wyposażenie dla sygnalizacji i telekomunikacji
- PN-EN 50126 Zastosowania kolejowe – Specyfika niezawodności, dostępności, podatności utrzymaniowej i bezpieczeństwa