

# Spis treści

<b>Przedmowa</b> . . . . .	7
<b>Preface</b> . . . . .	9
<b>Rozdział 1: Kolejowe systemy telekomunikacyjne – geneza i rozwój</b> . . . . .	11
1.1. Geneza systemów telekomunikacyjnych. . . . .	12
1.2. Systemy radiołączności stosowane na PKP . . . . .	13
Bibliografia . . . . .	18
<b>Rozdział 2: Problematyka transmisji radiowej w kolejowych systemach łączności</b> . . . . .	21
2.1. Wprowadzenie. . . . .	21
2.2. Charakterystyka sygnału i jego zakłóceń w kolejowych systemach radiokomunikacji wąskopasmowej . . . . .	22
2.3. Charakterystyka kanałów radiowych w radiokomunikacji kolejowej . . . . .	25
2.4. Praca kolejowych systemów radiokomunikacyjnych w obecności zakłóceń . . . . .	26
2.4.1. Analiza zjawisk w kolejowym kanale łączności . . . . .	26
2.4.2. Wpływ szumu na odbiór sygnałów w kolejowych systemach radiołączności . . . . .	28
2.5. Charakterystyka transmisji radiowej przyziemnej dla kolejowych systemów łączności . . . . .	31
2.5.1. Modele toru i łącza radiowego kolejowych systemów radiokomunikacyjnych . . . . .	31
2.5.2. Ogólna charakterystyka transmisji przyziemnej przedhoryzontowej . . . . .	34
2.5.3. Ogólna charakterystyka transmisji przyziemnej pozahoryzontowej . . . . .	38
2.5.4. Pojęcie zasięgu rzeczywistego . . . . .	40
2.6. Interferencje sygnałów w kolejowych systemach łączności . . . . .	41
2.6.1. Zakłócenia interferencyjne współkanałowe w kolejowych środkach łączności . . . . .	46
2.6.2. Analiza ogólna interferencji dla kolejowych środków łączności . . . . .	49
2.7. Elementy analizy ruchu abonenckiego. . . . .	53
Bibliografia . . . . .	57
<b>Rozdział 3: Charakterystyka modeli propagacyjnych w radiokomunikacji</b> . . . . .	61
3.1. Model propagacyjny w wolnej przestrzeni . . . . .	61
3.2. Klasyfikacja fal radiowych . . . . .	65
3.3. Pierwsza strefa Fresnela . . . . .	66
3.4. Podział modeli propagacyjnych . . . . .	67
3.4.1. Modele empiryczne. . . . .	68
3.4.1.1. Model Okumura-Hata . . . . .	68
3.4.1.2. Przykład wykorzystania metody planowania radiowego z wykorzystaniem Modelu Okumura-Hata dla systemu GSM-R na Linii E-30 . . . . .	69
3.4.1.3. Metoda analizy . . . . .	69
3.4.1.4. COST 231-Hata model . . . . .	75
3.4.1.5. Model COST 231 Walfish-Ikegami . . . . .	75

3.4.2. Modele deterministyczne . . . . .	76
3.4.3. Modele losowe . . . . .	77
3.4.3.1. Model Rayleigha . . . . .	77
3.4.4. Wyznaczanie parametrów kanału z zanikami dla radiołączności GSM-R i LTE . . . . .	79
<b>Bibliografia . . . . .</b>	<b>83</b>
<b>Rozdział 4: Charakterystyka systemów łączności stosowanych na PKP . . . . .</b>	<b>85</b>
4.1. Łączność telefoniczna i transmisja danych przewodowa . . . . .	85
4.2. Łączność radiotelefoniczna . . . . .	88
4.2.1. System RADIOSTOP . . . . .	95
4.3. Systemy informacji pasażerskiej . . . . .	97
4.3.1. Architektura systemu . . . . .	98
4.3.2. Centralny System Dynamicznej Informacji Pasażerskiej . . . . .	100
<b>Bibliografia . . . . .</b>	<b>102</b>
<b>Rozdział 5: Analogowy wąskopasmowy system telefonii komórkowej . . . . .</b>	<b>105</b>
5.1. Architektura systemu NMT . . . . .	106
5.1.1. Model warstwowy systemu NMT . . . . .	106
5.1.2. Centrala systemu komórkowego MTX . . . . .	108
5.1.3. Stacja bazowa . . . . .	109
5.1.4. Stacja ruchoma . . . . .	110
5.2. Parametry techniczne systemu NMT 450i . . . . .	110
5.2.1. Procedury systemowe . . . . .	111
5.2.2. Śledzenie położenia abonenta . . . . .	111
5.2.3. Przekazywanie połączenia . . . . .	112
5.2.4. Identyfikacja abonenta . . . . .	113
5.3. Pojemność systemu . . . . .	113
5.4. Usługi oferowane w systemie . . . . .	114
<b>Bibliografia . . . . .</b>	<b>116</b>
<b>Rozdział 6: System radiołączności dla kolei oparty o standard GSM-R . . . . .</b>	<b>117</b>
6.1. Charakterystyka GSM-R . . . . .	122
6.1.1. Usługi GSM-R . . . . .	123
6.1.2. Handover w systemie GSM-R . . . . .	126
6.1.3. Ograniczenia GSM-R . . . . .	129
<b>Bibliografia . . . . .</b>	<b>130</b>
<b>Rozdział 7: Wykorzystanie innych technologii telekomunikacyjnych na kolei . . . . .</b>	<b>133</b>
7.1. Wykorzystanie technologii bezprzewodowej . . . . .	133
7.1.1. Wykorzystanie łączności radiowej do sterowania ruchem kolejowym . . . . .	139
7.2. Wykorzystanie technologii nawigacji satelitarnej w transporcie kolejowym . . . . .	142
7.2.1. Określenie pozycji za pomocą satelitów systemu GPS . . . . .	143
7.2.2. Wykorzystanie techniki satelitarnej do pozycjonowania wad w szynach w wagonie diagnostycznym . . . . .	145
7.2.3. Koncepcja wykorzystania techniki satelitarnej do pozycjonowania wad w szynach w ręcznym defektoskopie diagnostycznym . . . . .	147
7.3. Metody lokalizacji pociągu na szlaku kolejowym . . . . .	150
7.3.1. Wykorzystanie systemu GPS na liniach małoobciążonych . . . . .	152
7.3.2. Ruchomy odstęp blokowy wykorzystujący system GPS . . . . .	153
7.3.3. Wykorzystanie odmiany różnicowej systemu GPS do zwiększenia dokładności wyznaczania pojazdu na szlaku kolejowym . . . . .	155
<b>Bibliografia . . . . .</b>	<b>157</b>
<b>Wykaz skrótów . . . . .</b>	<b>165</b>

# Contents

Preface (in polish) . . . . .	7
Preface . . . . .	9
<b>Chapter 1: Railway telecommunications systems – genesis and development . . . . .</b>	<b>11</b>
1.1. The genesis of railway telecommunications systems . . . . .	12
1.2. Radio communication systems used on PKP . . . . .	13
Bibliography . . . . .	18
<b>Chapter 2: Problems of radio transmission in railway communication systems . . . . .</b>	<b>21</b>
2.1. Introduction . . . . .	21
2.2. Characteristics of the signal and its disturbances in railway narrowband radio communication systems . . . . .	22
2.3. Characteristics of radio channels in rail radio communication . . . . .	25
2.4. Problem of radio signal detection in noise . . . . .	26
2.4.1. Analysis of phenomena in the railway communication channel . . . . .	26
2.4.2. Impact of noise on the reception of signals in railway radio communication systems. . . . .	28
2.5. Characteristics of ground-based radio transmission for railway systems communications . . . . .	31
2.5.1. Track and radio link models of railway systems radio . . . . .	31
2.5.2. Foreshore ground-based transmission . . . . .	34
2.5.3. Horizontal non-horizonal transmission . . . . .	38
2.5.4. Operating range of the radio . . . . .	40
2.6. Signal Interference . . . . .	41
2.6.1. Inter-channel interference in railway communication systems . . . . .	46
2.6.2. General analysis of interference for railway communication systems . . . . .	49
2.7. Elements of subscriber traffic analysis . . . . .	53
Bibliography . . . . .	57
<b>Chapter 3: Characteristics of propagation models in radiocommunication train . . . . .</b>	<b>61</b>
3.1. Propagation model in free space . . . . .	61
3.2. Classification of radio waves . . . . .	65
3.3. The first Fresnel zone . . . . .	66
3.4. Division of propagation models . . . . .	67
3.4.1. Empirical models . . . . .	68
3.4.1.1. Model Okumura-Hata . . . . .	68
3.4.1.2. Example of using the radio planning method using Model Okumura-Hata for the system GSM-R on Line E-30 . . . . .	69
3.4.1.3. Method of analysis. . . . .	69
3.4.1.4. COST 231-Hata model . . . . .	75
3.4.1.5. Model COST 231 Walfish-Ikegami . . . . .	75

3.4.2. Deterministic models . . . . .	76
3.4.3. Random models. . . . .	77
3.4.3.1. <i>The Rayleigh model</i> . . . . .	77
3.4.4. Determination of the channel parameters with interference for radio frequency GSM-R and LTE . . . . .	79
Bibliography . . . . .	83
<b>Chapter 4: Characteristics of communication systems used on PKP . . . . .</b>	<b>85</b>
4.1. Telephone communication and wired data transmission . . . . .	85
4.2. Radiotelephone communications . . . . .	88
4.2.1. RADIOSTOP system. . . . .	95
4.3. Passenger information system . . . . .	97
4.3.1. System architecture . . . . .	98
4.3.2. Central Dynamic Passenger Information System . . . . .	100
Bibliography . . . . .	102
<b>Chapter 5: Analog narrowband mobile phone system . . . . .</b>	<b>105</b>
5.1. System architecture . . . . .	106
5.1.1. Layer model of the NMT system . . . . .	106
5.1.2. The MTX mobile system central . . . . .	108
5.1.3. Base stations. . . . .	109
5.1.4. Mobile station. . . . .	110
5.2. Technical parameters of the NMT450i system . . . . .	110
5.2.1. System procedures . . . . .	111
5.2.2. Tracking the location of the subscriber. . . . .	111
5.2.3. Transferring the connection. . . . .	112
5.2.4. Subscriber identification . . . . .	113
5.3. System capacity . . . . .	113
5.4. Services offered in the system . . . . .	114
Bibliography . . . . .	116
<b>Chapter 6: Railway radio system based on the GSM-R standard . . . . .</b>	<b>117</b>
6.1. GSM-R characteristics . . . . .	122
6.1.1. GSM-R services . . . . .	123
6.1.2. Handover in the GSM-R system . . . . .	126
6.1.3. GSM-R limitations . . . . .	129
Bibliography . . . . .	130
<b>Chapter 7: The use of other telecommunications technologies on the railways . . . . .</b>	<b>133</b>
7.1. The use of wireless technology . . . . .	133
7.1.1. Use of radio communication for traffic control . . . . .	139
7.2. The use of satellite navigation technology in rail transport . . . . .	142
7.2.1. Determining the position using GPS satellites . . . . .	143
7.2.2. The use of satellite technology for positioning defects in rails in a diagnostic wagon. . . . .	145
7.2.3. The concept of using satellite technology for positioning defects in rails in a manual diagnostic flaw detector . . . . .	147
7.3. Methods of locating the train on the railway route . . . . .	150
7.3.1. Use of the GPS system on unencumbered lines. . . . .	152
7.3.2. Mobile block access using a GPS system. . . . .	153
7.3.3. Using the differential variant of the GPS system to increase the accuracy of determining the vehicle on the railway route . . . . .	155
Bibliography . . . . .	157
<b>List of the most important abbreviations . . . . .</b>	<b>165</b>