

Przemysław ILCZUK

Politechnika Warszawska
Wydział Transportu
ul. Koszykowa 75, 00-662 Warszawa
pil@it.pw.edu.pl

**CHARAKTERYSTYKA SYSTEMU TRANSPORTOWEGO
EUROPEJSKICH KOLEI DUŻYCH PRĘDKOŚCI**

Streszczenie:

W artykule zamieszczono charakterystykę systemu transportowego europejskich kolei dużych prędkości (KDP), dokonaną pod względem jakościowym i kwantytatywnym. Scharakteryzowano zarówno infrastrukturę kolejową (jej długość, parametry techniczne itp.), jak i tabor poruszający się po liniach KDP (podano prędkość maksymalną, liczbę miejsc dla pasażerów itp.). Szczególną uwagę poświęcono postępowi realizacji europejskiego programu ujednoczenia systemu zarządzania ruchem kolejowym (ERTMS), na który składają się Europejski System Sterowania Pociągiem (ETCS) oraz Globalny System Kolejowej Radiokomunikacji Ruchomej (GSM-R).

Słowa kluczowe: kolej dużych prędkości, interoperacyjność

WPROWADZENIE

Niniejsze opracowanie zawiera charakterystykę systemu transportowego kolei dużych prędkości (KDP) w krajach europejskich z wyłączeniem Turcji i Rosji.

Zgodnie z dyrektywą unijną 96/48/WE z dnia 23 lipca 1996 r. w sprawie interoperacyjności transeuropejskiego systemu KDP, za linie dużych prędkości uważa się nowo wybudowane linie kolejowe pozwalające na osiągnięcie prędkości równej lub większej 250 km/h, oraz linie zmodernizowane pozwalające na osiągnięcie prędkości równej lub większej 200 km/h, wraz z odcinkami tych linii, na których prędkość musi zostać ograniczona ze względów topograficznych lub urbanistycznych. Za tabor dużej prędkości uważa się odpowiednio pociągi osiągające, w sposób bezpieczny i niczym nie zakłócony, prędkość co najmniej 250 km/h na liniach nowo wybudowanych oraz prędkość maksymalną, w sprzyjających warunkach, powyżej 300 km/h, jak również co najmniej 200 km/h na liniach zmodernizowanych [3].

W celu dokładniejszego zobrazowania stanu sieci KDP w Europie, przy opracowywaniu charakterystyki technicznej uwzględniono także linie o prędkości >160 km/h.

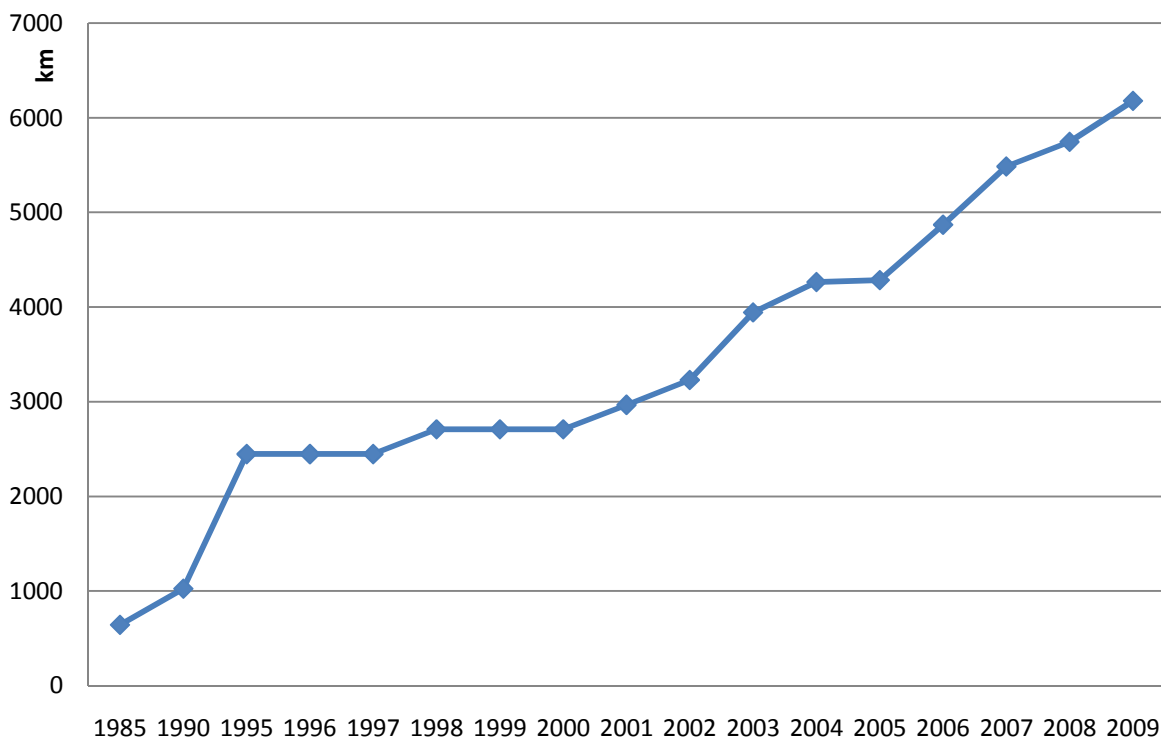
W opracowaniu użyto następujących skrótów nazw krajów: BE – Belgia, DE - Niemcy, ES – Hiszpania, FR – Francja GB - Wielka Brytania, IT – Włochy, NL – Holandia. Skrót nazwy Unii Europejskiej oznaczono – EU. Skróty nazw zarządców infrastruktury kolejowej: INFRABEL – Infrabel Société Anonyme / Naamloze Vennootschap, DB Netze AG - Deutsche Bahn Netze Aktiengesellschaft, ADIF - Administrador de Infraestructuras Ferroviarias, RFF - Réseau ferré de France, EUROTUNNEL – konsorcjum brytyjsko francuskie: Euro Tunnel Public Limited Company - Eurotunnel Société Anonyme, NETWORK RAIL - Network Rail Infrastructure Limited, FS RFI - Ferrovie dello Stato Rete Ferroviaria Italiana, PRORAIL – ProRail Besloten Vennootschap. Skróty nazw

przewoźników: SNCB/NMBS - Société Nationale des Chemins de Fer Belges / Nationale Maatschappij der Belgische Spoorwegen, DB Fernverkehr AG - Deutsche Bahn Fernverkehr Aktiengesellschaft, RENFE - Red Nacional de Ferrocarriles Españoles, SNCF - Société Nationale des Chemins de fer Francis, EUROSTAR INTL - Eurostar International Limited, TRENITALIA– Trenitalia Gruppo Ferrovie dello Stato, NS - Nederlandse Spoorwegen.

1. RYS HISTORYCZNY

Pierwszym europejskim pociągiem rozwijającym prędkość maksymalną 200 km/h był włoski ETR 200, który w już w 1939 roku biegł na trasie Milan – Florencja (zamkniętej po wybuchu II Wojny Światowej). Za początek rozwoju KDP w Europie uważa się natomiast Międzynarodowe Targi Transportowe w Monachium w 1965 r., gdzie Deutsche Bahn zaprezentował prototyp lokomotywy DB Class 103, która podczas przejazdu próbnego na linii Monachium – Augsburg osiągnęła prędkość 200 km/h. Pierwszą w Europie regularną linią dużej prędkości była tzw. "Le Capitole", z Paryża do Tuluzy, obsługiwana przez Trans – Europ - Express z użyciem lokomotyw typu SNCF Class BB 9200.

Rozkwit KDP rozpoczął się w połowie lat osiemdziesiątych dwudziestego wieku. W roku 1985 łączna długość linii KDP w europie wynosiła 643 km, zaś w roku 2009 osiągnęła wartość 6178 km. Przyrost długości KDP w Europie został zobrazowany na rys. 1.



Rys. 1 Przyrost długości sieci KDP.

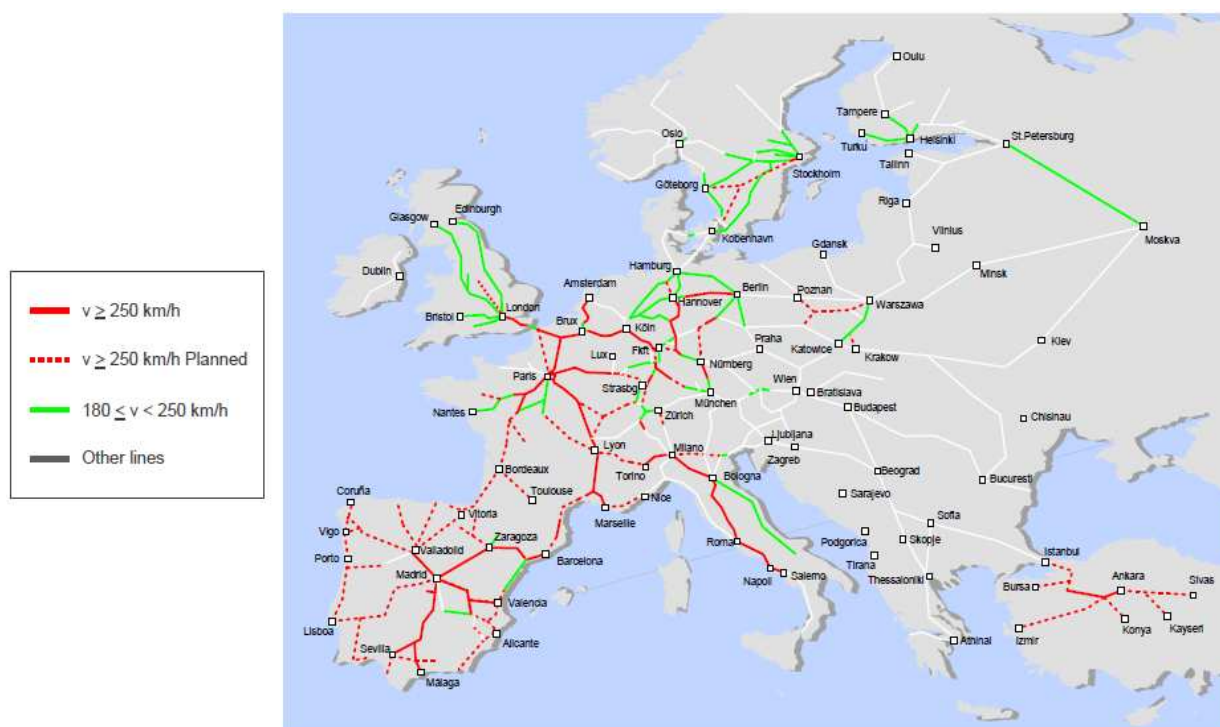
Źródło: opracowanie własne za [4].

Najbardziej rozwinięta sieć KDP leży obecnie w Hiszpanii – 2665 km, na drugim miejscu jest Francja 1961 km, na trzecim zaś Niemcy – 1285 km. Rozwój sieci KDP w poszczególnych krajach przedstawiono w tab. 1 zaś zobrazowanie graficzne europejskiej sieci KDP na rys. 2.

Tab. 1 Długość sieci KDP, stan na koniec roku [km]¹

	BE	DE	ES	FR	IT	NL	UK	EU
1985	-	-	-	419	224	-	-	643
1990	-	90	-	710	224	-	-	1 024
1995	-	447	471	1 281	248	-	-	2 447
1996	-	447	471	1 281	248	-	-	2 447
1997	-	447	471	1 281	248	-	-	2 447
1998	72	636	471	1 281	248	-	-	2 708
1999	72	636	471	1 281	248	-	-	2 708
2000	72	636	471	1 281	248	-	-	2 708
2001	72	636	471	1 540	248	-	-	2 967
2002	137	833	471	1 540	248	-	-	3 229
2003	137	875	1 069	1 540	248	-	74	3 943
2004	137	1 196	1 069	1 540	248	-	74	4 264
2005	137	1 196	1 090	1 540	248	-	74	4 285
2006	137	1 285	1 272	1 540	562	-	74	4 870
2007	137	1 285	1 516	1 872	562	-	113	5 485
2008	137	1 285	1 594	1 872	744	-	113	5 745
2009	209	1 285	1 614	1 961	876	120	113	6 178
2010	-	-	2665	-	1355	-	-	-

Źródło: Opracowanie własne za [1], [2], [4], [5], [6], [7]



Rys. 2 Sieć KDP w Europie²

Źródło: [9].

¹ Długość sieci, na której prędkość maksymalna jest ≥ 250 km/h

² Stan na grudzień 2010

2. CHARAKTERYSTYKA TECHNICZNA SIECI KDP W EUROPIE

W przeważającej części europejskiej KDP mamy do czynienia z siecią normalnotorową (szerokości 1435 mm) o nawierzchni podsypkowej. Sieć szerokotorowa (1668 mm) znajduje się jedynie na terenie Hiszpanii (583 km długości). Sieć wąskotorowa nie występuje na terenie Europy. 45% całkowitej długości sieci trakcyjnej zasilana się prądem zmiennym o napięci 25 kV i częstotści 50Hz (sieć na terenie Belgii, Wielkiej Brytanii, częściowo Hiszpanii, Francji, i Włoch), pozostała część zaś prądem zmiennym 15 kV 16Hz (sieć na terenie Niemiec), stałym 3000 V (częściowo sieć na terenie Hiszpanii i Włoch) oraz prądem stałym o napięciu 1500 V (sieć Holenderska i część Francuskiej). Charakterystyka infrastruktury KDP w poszczególnych krajach ujęta została w tab. 2.

Tab. 2. Charakterystyka infrastruktury KDP.

Kraj	Zarządca Infrastruktury	Zasilanie	Długość linii o $V_{max} \geq 250$ km/h (km)	Długość linii o $160 < V_{max} < 250$ km/h (km)	Szerokość torów (mm)	Typ nawierzchni
BE	INFRABEL	AC 25 kV 50 Hz	174	-	1435	Podsypkowa
DE	DB Netze AG	AC 15 kV 16 Hz	864	1563	1435	
ES	ADIF	AC 25 kV 50 Hz	1244	194	1435	Podsypkowa + 72 km bezpodsytkow.
		DC 3000 V	-	583	1668	
FR	RFF	AC 25 kV 50 Hz	1680	2722	1435	Podsypkowa
		DC 1500 V	13	2463	1435	
GB	EUROTUNNEL	AC 25 kV 50 Hz	-	58	1435	Podsypkowa
	NETWORK RAIL	AC 25 kV 50 Hz	-	10560	1435	
IT	FS RFI	AC 25 kV 50 Hz	677	-	1435	Podsypkowa
		DC 3000 V	-	2767	1435	
NL	PRORAIL	DC 1500 V	120	-	1435	-

Źródło: Opracowanie własne za [12], [11], [1], [2], [4], [5], [6], [7].

3. CHARAKTERYSTYKA TABORU KDP W EUROPIE

Po liniach KDP w Europie porusza się obecnie ok. 1000 pojazdów szynowych z czego ok. 200 z technologią wychylnego pudła. Najliczniejszy tabor znajduje się w posiadaniu niemieckiego Deutsche Bahn – łącznie 252 szt. Narodowy przewoźnik niemiecki, jako jedyny w Europie wykorzystuje także pojazdy napędzane silnikiem diesla - ICE diesel. Z kolei rekord prędkości – 574,8 km/h ustanowiony w 2007 roku, należy do francuskiego TGV V150.

Czołowymi producentami pojazdów KPD są przedsiębiorstwa Alstom, Siemens, Bombardier, Talgo, CAF, AnsaldoBreda, pracujący najczęściej wspólnie w ramach konsorcjów. Charakterystyka taboru KDP ujęta została w tab. 3.

Tab. 3 Charakterystyka taboru KDP

Kraj	Przewoźnik	Typ taboru	Liczebność taboru [szt.]	Prędkość maks [km/h]	Obsługiwany rodzaj zasilania							Moc maks. (kW)	Wychylnie pudło	Średnia liczba miejsc w klasie		Skład pojazdu szynowego ³	System sterowania	Początek eksploatacji	Dostawca	
					AC 25 kV 50 Hz	AC 25 kV 60 Hz	AC 20 kV 50 Hz	AC 15 kV 16Hz	AC 11 kV 25 Hz	DC 3 000 V	DC 1 500 V			DC 750 V	I					II
BE	SNCB/NMBS	Eurostar	3	300	x					x		x	12200		210	584	2L18T (+ 2MB)	TVM/KVB,TBL, AWS/TPWS	1993-	Alstom
		Thalys	7	300	x					x	x		8800		120	257	2L8T	TVM/KVB, TBL,ATB, ETCS	1996-	Alstom
DE	DB Fernverkehr AG	ICE 1	59	280					x				9600		197	482	2L12T	LZB/PZB, ZUB	1991-	Siemens Bombardier
		ICE 2	44	280					x				4800		105	263	1L7T	LZB/PZB	1996-	Siemens Bombardier
		ICE 3	50	330					x				8000		98	334	4M4T	LZB/PZB	2000-	Siemens Bombardier
		ICE 3 M	13	330	x				x	x			8000		92	324	4M4T	LZB/PZB, ATB, TBL	2000-	Siemens Bombardier
		ICE-T	67	230					x				4000	x	54	312	4M3T	LZB/PZB, ZUB	2000-	Siemens Bombardier Alstom
		ICE diesel	19	200					diesel				1700	x	41	154	4M	LZB/PZB, ZUB	2001-	Siemens Bombardier Alstom
ES	RENFE	100 AVE	21	300	x							8800		116	213	2L8T	ASFA/LZB	1992-	Alstom	
		101 EUROMED	3	220	x					x		8800		116	213	2L8T	ASFA/EBICAB900	1996-2010	Alstom	
		102 AVE	16	330	x							8800	x	120	198	2L12T	ASFA/LZB/ETCS	2005-	Talgo Bombardier	
		103 AVE	26	350	x							8800		103	264	4M4T	ASFA/LZB/	2007-	Siemens	

³ M: Wagon z napędem, T: Wagon bez napędu, L: Lokomotywa, MB: Wózek z napędem, TB: Wózek bez napędu

															ETCS			
		104 AVANR	20	250	x						4400		31	206	4M	ASFA/LZB/ ETCS	2004-	CAF Alstom
		120 ALVIA	12	250	x				x		4000		81	156	4M	ASFA/LZB/ ETCS	2006-	CAF Alstom Bombardier
		121	15	250	x				x		1150	x	-	270	4M	ASFA/LZB/ ETCS	2008-	CAF Alstom
		130 ALVIA	41	250	x				x		4800	x	63	236	2L11T	ASFA/LZB/EBI CAB900/ETCS	2007-	Talgo Bombardier
		490 ALARIS	10	220					x		980	x	49	112	2M1T	ASFA	1999-	Alstom
FR	SNCF	TGV SE	104	300	x					x	6450		94	255	2L8T (+ 2MB)	TVM/KVB	1978-	Alstom
		TGV Atlantique	105	300	x					x	8800		110	358	2L10T	TVM/KVB	1988-	Alstom
		TGV Réseau	62	320	x					x	8800		116	254	2L8T	TVM/KVB	1993-	Alstom
		TGV PBKA	6	300	x					x	880		120	257	2L8T	TVM/KVB, TBL/TBL2, ATB, PZB/LZB, ETCS	1996-	Alstom
		TGV POS	18	320	x				x		9280		111	250	2L8T	TVM/KVB, PZB/ LZB, SUB, ETCS	2006-	Alstom
		TGV Duplex	135	320	x					x	8800		184	332	2L8T	TVM/KVB	1996-	Alstom
		Eurostar	16	300	x					x	12240		207	552	2L18T (+ 2MB)	TVM/KVB,TBL, AWS/TPWS	1993-	Alstom
		Thalys	9	300	x					x	8800		120	257	2L8T	TVM/KVB, TBL, ATB, ETCS	1996-	Alstom
GB (2008)	EURO-STAR INTL	Eurostar	22	300	x					x	12240		200	550	2L18T (+ 2MB)	TVM/KVB,TBL, AWS/TPWS	1993-	Alstom
IT	TRENITA-LIA	ETR450	14	2						x	6600	x	126	248	8M1T	SCMT/BACC	1988-	Alstom
		ETR460	9	250						x	5880	x	139	341	6M3T	SCMT/BACC	1995-	Alstom
		ETR480 Plr AV	15	250	x					x	6600	x	139	341	6M3T	SCMT/BACC	1997-	Alstom
		ETR500 Plt AV 8wr	4	300	x					x	8800		145	272	6M3T	SCMT/BACC, ZUB	1996-	Alstom
		ETR500 Plt AV 12wr	55	300	x					x	8800		195	476	2L12T	SCMT/BACC ETCS	1995-	Ansaldobreda Alstom

																		Bombardier
		ETR600	11	250	x					x		5500	100	1332	4M3T	SCMT/BACCET CS	2008-	Alstom
NL (2008)	NS	Thalys	2	300	x					x	x	8800	120	257	2L8T	TVM/KVB, TBL, ATB, ETCS	1996-	Alstom
		ICE 3	4	330				x			x	8000	96	337	4M4T	LZB/PZB	2000-	Siemens Bombardier

Źródło: opracowanie własne za [14], [13].

4. ROZWÓJ ERTMS

Wprowadzenie Europejskiego Systemu Zarządzania Ruchem Kolejowym (ang. European Railway Traffic Management System - ERTMS) stanowi odpowiedź na postanowienia dyrektywy 96/48/WE, w sprawie interoperacyjności transeuropejskiego systemu kolei dużych prędkości. W skład ERTMS, **wchodzi:** **zunifikowana europejska radiolączność pociągowa GSM-R** (ang. Global System for Mobile Communications – Railway) oraz zunifikowany europejski system bezpiecznej kontroli jazdy pociągu **ETCS** (ang. European Train Control System). System ten ma umożliwić pokonanie barier zarówno technologicznych jak i organizacyjnych, pozwalając na pełne ujednoczenie transportu kolejowego w Europie. Dzięki czemu powstać ma wspólny i jednorodny rynek europejskich usług na rzecz kolei.

Do zadań ETCS należy:

- precyzyjnie określenie granic zezwolenia na jazdę, podane w oparciu o dane z nastawnic i blokad, poprzez urządzenia przytorowe do urządzeń sygnalizacji kabinowej,
- bezpieczna kontrola prowadzenia pojazdów, z użyciem wyposażenia pokładowego nadzorującego maszynistę,
- zunifikowanie krajowych rozwiązań transmisji tor - pojazd oraz przekazywania komunikatów maszynistom, poprzez wprowadzenie jednorodnych urządzeń przytorowych i sygnalizacji kabinowej,
- podniesienie prędkości oraz przepustowości, dzięki precyzyjnemu przekazywaniu informacji o zezwoleniu na jazdę, sygnalizację kabinową i bezpieczną kontrolę jazdy.

Funkcjami GSM-R są:

- cyfrowa łączność między dyspozytorem i maszynistą, zapewniająca połączenia głosowe dwóch abonentów oraz połączenia konferencyjne, bez konieczności ręcznego przełączania kanałów,
- funkcjonalne i uzależnione od lokalizacji adresowanie komunikatów, z dodatkową możliwością szybkiego wysłania sygnału alarmowego,
- cyfrowa transmisja danych,
- unifikacja krajowych rozwiązań łączności rozmownej i transmisji danych.

ERTMS pozwala na podniesienie bezpieczeństwa ruchu pociągów, zwiększenie zdolności przepustowej linii, zmniejszenie ryzyka wypadków, unifikację standardów łączności i prowadzenia ruchu, podniesienie jakości usług przewozowych [15].

ERTMS pod względem technologicznym można podzielić na trzy poziomy. Poziom 1 oparty jest o eurbalisy, (z ewentualną rozbudową o europentle i system radiowy – poziom 1/2). Technologia ta jest nakładana na istniejący system zarządzania ruchem. Zezwolenie na wjazd na odcinek wydawane jest za pośrednictwem eurobalis, zaś ciągłość składu i lokalizacja oparta jest na obwodach torowych. Poziom 2 wymaga wyposażenia linii w eurobalisy oraz radiowe centra sterowania. Wykorzystywana jest również technologia GSM-R. Poziom 2 daje możliwość rezygancji z sygnalizacji przytorowej, zezwolenie na wjazd wydawane jest za pośrednictwem GSM-R, zaś lokalizacja składu odbywa się przy udziale eurobalis. Poziom 3 wykorzystuje eurobalisy, radiowe centra sterowania oraz GSM-R. Ruch prowadzony jest w ruchomym odstępie, przy wykorzystaniu eurobalis i GSM-R, zaś ciągłość składu diagnozowana jest przez urządzenia pokładowe. Poziom 3, jak dotąd, nie został wdrożony w Europie [10].

System ERTMS wdrażany jest nie tylko na liniach KDP ale i na sieciach konwencjonalnych. Wykroczył także poza granice Unii Europejskiej – wdrażany jest bowiem między innymi w Algierii, Indiach, Chinach, Kazachstanie, Libii, Meksyku, Maroku, Nowej Zelandii, Arabii Saudyjskiej, Korei Południowej, Tajwanie i Turcji.

Długość infrastruktury KDP wyposażonej w system ERTMS wynosi odpowiednio: BE: 470 km, DE: 408 km, ES: 2052,1 km, IT: 625 km, FR: 300 km, GB: 217 km, NL: 285 km, co stanowi ok. 55 % całej długości sieci KDP. W tab. 4 przedstawiono przyrost długości infrastruktury wyposażonej w ERTMS w krajach europejskich.

Tab. 4 Długość infrastruktury wyposażonej w ERTMS

Kraj	Rok 2008		Rok 2010	
	Długość linii [km]	Poziom	Długość linii [km]	Poziom
Austria	67	1	502	1,2
Belgia	-	-	407	1/2
Bułgaria	-	-	600	1
Czechy	-	-	22	2
Francja	300	2	300	1, 1/2, 2
Finlandia	-	-	50	1
Niemcy	135	2	408	1/2, 2
Grecja	-	-	717,4	1
Węgry	213	1	213	1
Włochy	290	2	625	2
Luxemburg	51	1	275	1
Polska	-	-	311	1
Rumunia	92	1	411	1
Słowacja	-	-	53	1
Hiszpania	671	1	2052,1	1, 1/2
Szwecja	-	-	2697	2
Szwajcaria	80	2	237,6	1,2
Wlk. Brytania	-	-	217	2
Holandia	110	2	285	1/2, 2

Źródło: opracowanie własne za [10], [9]

BIBLIOGRAFIA

- [1] Adif, informacje ze strony internetowej, http://www.adif.es/en_US/infraestructuras/lineas_de_alta_velocidad/lineas_de_alta_velocidad.shtml,
- [2] DB Netz AG, informacje ze strony internetowej, <http://fahrweg.dbnetze.com/site/dbnetz/en/home.html>,
- [3] Dyrektywa Rady 96/48/WE z dnia 23 lipca 1996r. w sprawie interoperacyjności transeuropejskiego systemu kolei dużych prędkości,
- [4] European Commission, EU Energy and transport in figures. Statistical pocketbook, Publications Office of the European Union, Luxembourg 2010,
- [5] INFRABEL, informacje ze strony internetowej, http://www.infrabel.be/portal/page/portal/pgr_inf2_e_internet,
- [6] RFF, informacje ze strony internetowej, <http://www.rff.fr/en>,
- [7] RFI, informacje ze strony internetowej <http://www.rfi.it/>,
- [8] The Association of the European Rail Industry, materiały ze strony internetowej <http://www.ertms.com>,
- [9] UIC, High Speed Department, High speed around the world. Maps, Paris, December 2010,

- [10] UIC, Infrastructure Department, ECTS Implementation Handbook, Ver. 2.1, May 2008
http://www.uic.org/IMG/pdf/etcs_handbookf.pdf,
- [11] UIC, Passenger Department – High Speed Activity, Maintenance of High Speed Lines,
November 2010, www.uic.org/download.php/publication/520E.pdf,
- [12] UIC, World high speed rolling stock, 2011_High Speed & Infrastructure_UIC Stats_Tab10_2009,
Updated 2010-07-23, www.uic.org/IMG/pdf/201101_hs_infrastructure_tab_10_-_2009.pdf,
- [13] UIC, World high speed rolling stock, 201101_Data_of_HS_trains_photos, Updated 2010-07-23,
http://www.uic.org/IMG/pdf/20110120_data_of_hs_trains_photos_.pdf,
- [14] UIC, World high speed rolling stock,
201101_HS_Rollingstocks_Tab20_UIC_STATS_Tab20_2009, Updated 2010-07-23,
http://www.uic.org/IMG/pdf/201101_hs_rollingstocks_tab_20_-_2009.pdf,
- [15] Urząd Transportu Kolejowego, informacje ze strony internetowej
http://www.utk.gov.pl/portal/pl/11/213/Europejski_System_Zarzadzania_Ruchem_Kolejowym_ER_TMS.html.

THE CHARACTERISTIC OF EUROPEAN SYSTEM OF HIGH SPEED RAIL

Abstract:

This essay contains European system of high speed rail characteristic, made on the qualitative and quantitative way. Also the infrastructure and the superstructure were described. Special attention was kept on the development of the European Railway Traffic Management System, which contains the European Train Control System and the Global System for Mobile Communications.

Key words: high speed rail, interoperability.