

Mgr inż. Grzegorz Stencel
Instytut Kolejnictwa

BADANIA ROZJAZDÓW KOLEJOWYCH PRZEZNACZONYCH DO DUŻYCH PRĘDKOŚCI, WYKONYWANE PRZEZ INSTYTUT KOLEJNICTWA

SPIS TREŚCI

1. Wprowadzenie
2. Lokalizacja i opis badanych rozjazdów
3. Ocena zgodności rozjazdów
4. Podsumowanie

STRESZCZENIE

W artykule przedstawiono wyniki dotychczasowych badań na sieci PKP PLK S.A. rozjazdów przeznaczonych do dużych prędkości. Artykuł stanowi podsumowanie dorobku naukowego byłych i obecnych pracowników Instytutu Kolejnictwa (dawniej CNTK), w zakresie badań takich rozjazdów. Zaprezentowano również prace, jakie należy wykonać w celu oceny zgodności rozjazdów na podstawie Dyrektywy 2008/57/WE oraz scharakteryzowano nowe konstrukcje rozjazdów przewidzianych do badań.

1. WPROWADZENIE

Pracownicy Instytutu Kolejnictwa (wcześniej CNTK, COBiRTK oraz INBK) przebadali wiele rozjazdów o różnej konstrukcji przeznaczonych do dużych prędkości [1, 2, 3, 4, 5, 6, 19, 20, 22]. Pierwszy poligon doświadczalny badań rozjazdów do prędkości 200 km/h stanowiła stacja Psary (rys. 1), położona na Centralnej Magistrali Kolejowej w miejscu rozgałęzienia trasy z Warszawy do Krakowa i do Katowic. Rozjazdy zabudowywano w czasie pięciu lat, tj. od 1998 do 2002 roku. Przeprowadzone badania wykazały ich przydatność do stosowania na liniach o prędkości 200 km/h.



Rys. 1. Krzyżownica z ruchomym dziobem w rozjeździe zwyczajnym nr 40 na stacji Psary

W 2009 roku zakończono badania na kolejnym poligonie badawczym zlokalizowanym na Centralnej Magistrali Kolejowej. Badania na stacji Korytów (rys. 2) służyły sprawdzeniu możliwości zastosowania rozjazdów ze stałym dziobem krzyżownicy przy prędkości 200 km/h.



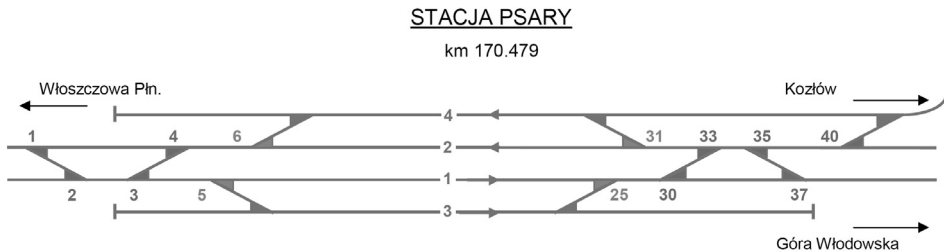
Fot. 2. Krzyżownica w rozjeździe zwyczajnym nr 27 na stacji Korytów

Badania na wymienionych stacjach zakończyły się pomyślnie. Obecnie trwają intensywne prace nad konstrukcjami nie stosowanymi jeszcze w Polsce. Są to rozjazdy typu 60E1-760-1:14 oraz 60E1-2500-1:26.5. Badania rozjazdów o promieniu 760 m trwają na poligonie doświadczalnym na stacji Pszczółki, a rozjazdy o promieniu 2500 m planuje się zbudować na stacji Grodzisk Mazowiecki.

2. LOKALIZACJA I OPIS BADANYCH ROZJAZDÓW

2.1. Badania rozjazdów na stacji Psary

Badaniom na stacji Psary poddano 13 rozjazdów z ruchomym dziobem krzyżownicy, wyprodukowanych przez 4 różnych producentów (rys. 3, tabl. 1). Szczegółową charakterystykę techniczną tych rozjazdów przedstawiono w [8, 9, 10].



Rys. 3. Schemat rozmieszczenia badanych rozjazdów na stacji Psary

Tablica 1

Podstawowe dane techniczne rozjazdów na stacji Psary

Nr rozjazdu	Typ rozjazdu	Producent	Zamknięcia nastawcze i układ sterowania zwrotnicy	Zamknięcia nastawcze i układ sterowania krzyżownicy
1	UIC60-1200-1:18.5	KolTram	3 zamknięcia SZS, układ wielonapędowy	2 zamknięcia SZS, układ wielonapędowy
2	UIC60-1200-1:18.5	KolTram	3 zamknięcia SZS, układ wielonapędowy	2 zamknięcia SZS, układ wielonapędowy
3	UIC60-1200-1:18.5	KZN Cogifer	1 zamknięcie VCC + 3 wspomagające, układ jednonapędowy ze sprzężeniem jednociegnowym	1 zamknięcie VCC + 1 wspomagające, układ jednonapędowy ze sprzężeniem jednociegnowym
4	UIC60-1200-1:18.5	KZN Cogifer	1 zamknięcie VCC + 3 wspomagające, układ jednonapędowy ze sprzężeniem jednociegnowym	1 zamknięcie VCC + 1 wspomagające, układ jednonapędowy ze sprzężeniem jednociegnowym
5	UIC60-500-1:12	VAE	2 zamknięcia TEMPFLEX III, układ wielonapędowy	1 zamknięcie TEMPFLEX III, układ jednonapędowy
6	UIC60-500-1:12	VAE	2 zamknięcia TEMPFLEX III, układ wielonapędowy	1 zamknięcie TEMPFLEX III, układ jednonapędowy
25	UIC60-500-1:12	BWG/WBG	2 zamknięcia HRS, układ wielonapędowy	1 zamknięcie HRS, układ jednonapędowy
30	UIC60-1200-1:18.5	KolTram/VAE	3 zamknięcia SZS, układ wielonapędowy	2 zamknięcia TEMPFLEX III, układ wielonapędowy
31	UIC60-500-1:12	KolTram/VAE	2 zamknięcia SZS, układ wielonapędowy	1 zamknięcie TEMPFLEX III, układ jednonapędowy
33	UIC60-1200-1:18.5	KolTram/VAE	3 zamknięcia SZS, układ jednonapędowy ze sprzężeniem dwuciegnowym	2 zamknięcia TEMPFLEX III, układ wielonapędowy
35	UIC60-1200-1:18.5	VAE	3 zamknięcia TEMPFLEX III, układ wielonapędowy	2 zamknięcia TEMPFLEX III, układ wielonapędowy
37	UIC60-1200-1:18.5	VAE	3 zamknięcia TEMPFLEX III, układ wielonapędowy	2 zamknięcia TEMPFLEX III, układ wielonapędowy
40	UIC60-1200-1:18.5	BWG/WBG	3 zamknięcia HRS, układ wielonapędowy	2 zamknięcia HRS, układ wielonapędowy

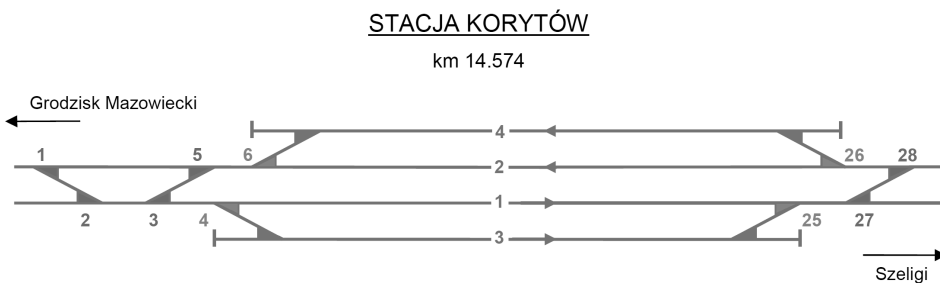
Podczas badań rozjazdów wykonano zwykłe pomiary diagnostyczne oraz przeprowadzono badania oddziaływań dynamicznych. W tym celu wynajęto od kolei czeskich lokomotywę VUŽ 124 S, która była w stanie osiągać prędkość powyżej 200 km/h. Pociąg pomiarowy składał się z lokomotywy i z wagonu pomiarowego CNTK (rys. 4). Szczegółowy zakres badań oraz uzyskane wyniki zaprezentowano w artykule [5].



Rys. 4. Pociąg pomiarowy z lokomotywą VUŽ 124 S [5]

2.2. Badania rozjazdów na stacji Korytów

W 2005 roku na stacji Korytów w torach głównych zasadniczych zabudowano 10 rozjazdów zwyczajnych ze stałym dziobem krzyżownicy: sześć typu 60E1-1200-1:18.5 oraz cztery typu 60E1-500-1:12 (rys. 5, tabl. 2). Rozjazdy zostały dostarczone przez trzech producentów: KolTram, KZN Cogifer oraz VAE. We wszystkich rozjazdach pochylenie poprzeczne szyn – wykonane za pomocą podkładek żebrowych lub obróbki mechanicznej powierzchni tocznej – wynosi 1:40.



Rys. 5. Schemat rozmieszczenia badanych rozjazdów na stacji Korytów

Do wykonania pomiarów oddziaływań dynamicznych podczas jazd z prędkościami 160÷220 km/h po rozjazdach na stacji Korytów, wykorzystano pociąg złożony z lokomotywy Taurus 183 601 „Husarz” i jednego wagonu (rys. 6). W czasie przejazdów rejestrowano

sygnały z czujników zamontowanych na wózku i pudle wagonu oraz na częściach stałych rozjazdów i na podrozdajdnicach. Obszerne informacje na temat rozwiązań konstrukcyjnych zastosowanych w tych rozjazdach zaprezentowano w artykułach [9, 11]. Szczegóły badań oraz wyniki przedstawiono w artykule [19].

Tablica 2

Podstawowe dane techniczne rozjazdów na stacji Korytów

Nr rozjazdu	Typ rozjazdu	Producent	Zamknięcia nastawcze i układ sterowania zwrotnicy	Krzyżownica
1	60E1-1200-1:18.5	KolTram	3 zamknięcia SZS, układ wielonapędowy	INSERT ze stali manganowej
2	60E1-1200-1:18.5	VAE	3 zamknięcia SPHEROLOCK, układ jednonapędowy ze sprzężeniem HYDROLINK	Perlit 1300 ze stali perlityzowanej
3	60E1-1200-1:18.5	VAE	3 zamknięcia SPHEROLOCK, układ jednonapędowy ze sprzężeniem HYDROLINK	Perlit 1300 ze stali perlityzowanej
4	60E1-500-1:12	VAE	2 zamknięcia SPHEROLOCK, układ jednonapędowy ze sprzężeniem HYDROLINK	Perlit 1300 ze stali perlityzowanej
5	60E1-1200-1:18.5	KolTram	3 zamknięcia SZS, układ wielonapędowy	INSERT ze stali manganowej
6	60E1-500-1:12	KolTram	2 zamknięcia SZS, układ wielonapędowy	Monoblokowa ze staliwa bainitycznego
25	60E1-500-1:12	KZN Cogifer	2 zamknięcia SZS, układ wielonapędowy	Monoblokowa ze stali manganowej
26	60E1-500-1:12	KZN Cogifer	1 zamknięcie VCC + 2 wspomagające, układ jednonapędowy ze sprzężeniem jednociegnowym	Monoblokowa ze stali manganowej
27	60E1-1200-1:18.5	KZN Cogifer	3 zamknięcia SZS, układ wielonapędowy	Monoblokowa ze stali manganowej
28	60E1-1200-1:18.5	KZN Cogifer	1 zamknięcie VCC + 3 wspomagające, układ jednonapędowy ze sprzężeniem jednociegnowym	Monoblokowa ze stali manganowej



Rys. 6. Pociąg pomiarowy z lokomotywą Taurus 183 601 „Husarz”

Tablica 3

Dane techniczne rozjazdów na stacji Pszczółki

Nr rozjazdu	Typ rozjazdu	Producent	Zamknięcia nastawcze i układ sterowania zwrotnicy	Krzyżownica
23	60E1-760-1:14	VAE	3 zamknięcia SPHEROLOCK, układ jednonapędowy ze sprzężeniem HYDROLINK	Perlit 1300 ze stali perlityzowanej
26	60E1-760-1:14	VAE	3 zamknięcia SPHEROLOCK, układ jednonapędowy ze sprzężeniem HYDROLINK	Perlit 1300 ze stali perlityzowanej
27	60E1-760-1:14	KZN Biezanów	3 zamknięcia SZN, układ jednonapędowy ze sprzężeniem dwucięgłowym	Monoblokowa ze stali gatunku R260
28	60E1-760-1:14	KZN Cogifer	1 zamknięcie VCC + 2 wspomagające, układ jednonapędowy ze sprzężeniem jednocięgłowym	Monoblokowa ze stali manganowej
29	60E1-760-1:14	KolTram	3 zamknięcia SZS, układ jednonapędowy ze sprzężeniem dwucięgłowym	INSERT ze stali manganowej
30	60E1-760-1:14	KZN Cogifer	3 zamknięcia SZS, układ jednonapędowy ze sprzężeniem dwucięgłowym	Monoblokowa ze stali manganowej
31	60E1-760-1:14	KolTram	3 zintegrowane napędy zwrotnicowe EbiSwitch 2000, układ wielonapędowy	Monoblokowa ze stali manganowej
32	60E1-760-1:14	KZN Biezanów	3 zamknięcia SZN, układ jednonapędowy ze sprzężeniem dwucięgłowym	Monoblokowa ze stali gatunku R260
33	60E1-760-1:14	VAE	3 zamknięcia SPHEROLOCK, układ jednonapędowy ze sprzężeniem HYDROLINK	Monoblokowa ze stali manganowej

Podczas badań rozjazdów zostaną wykonane m.in. następujące sprawdzenia:

- pomiary parametrów geometrycznych rozjazdów (pomiary toromierzami, niwelacja, doleganie i odleganie iglic),
- pomiary geometryczne elementów stalowych rozjazdów (pomiary przekrojów poprzecznych iglic, opornic, szyn łączących, krzyżownicy),
- pomiary twardości stali na powierzchni tocznej,
- pomiary parametrów zamknięć nastawczych i ich współpracy ze sprzężeniami zamknięć i napędami,
- pomiary oddziaływań dynamicznych w taborze podczas jazd próbnych z prędkościami od 160 km/h do 220 km/h na kierunkach zasadniczych oraz z prędkością 80 km/h na kierunkach zwrotnych rozjazdów;
- pomiary oddziaływań dynamicznych w rozjazdach podczas jazd próbnych z prędkościami od 160 km/h do 220 km/h na kierunkach zasadniczych oraz z prędkością 80 km/h na kierunkach zwrotnych rozjazdów.

Wyniki dotychczas wykonanych pomiarów wskazują na dobrą jakość wykonania rozjazdów i jednocześnie na niepokojąco niską jakość wykonywania robót nawierzchni-

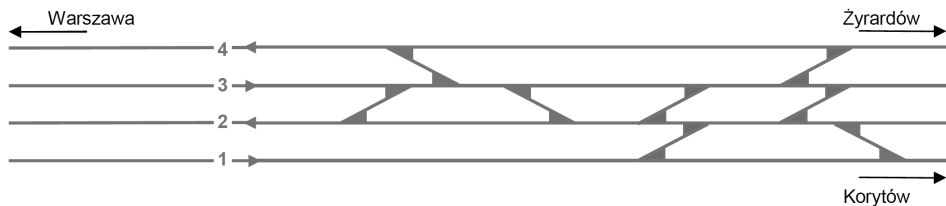
niowych przy zabudowie rozjazdów. Główne błędy popełnione przy zabudowie rozjazdów, polegające na niewłaściwej regulacji rolek podiglicowych oraz wykonywaniu prac spawalniczych w wysokich temperaturach, spowodowały w niektórych rozjazdach odkształcenie iglic widoczne gołym okiem. Tym niemniej na ostateczne wnioski dotyczące wpływu jakości robót na trwałość rozjazdów trzeba poczekać do zakończenia badań do 2012 roku.

2.4. Badania rozjazdów na stacji Grodzisk Mazowiecki

W koncepcji przebudowy linii kolejowych na trasie Warszawa – Łódź już na etapie studium wykonalności zaproponowano zastosowanie na stacji Grodzisk Mazowiecki 8 sztuk rozjazdów typu 60E1-2500-1:26.5. Rozjazdy o promieniu 2500 m są stosowane głównie na kolejach niemieckich. Promień rozjazdu umożliwia przejazd po torze zwrotnym z prędkością 130 km/h. Dzięki zabudowie tego typu rozjazdów na stacji Grodzisk Mazowiecki (rys. 9), pociągi jadące na trasie Warszawa – Łódź będą mogły pokonać stację właśnie z prędkością 130 km/h.

STACJA GRODZISK MAZOWIECKI – część głowicy zachodniej

Linia nr 1, km 29.548; Linia nr 4, km 1.057



Rys. 9. Schemat rozmieszczenia planowanych rozjazdów na stacji Grodzisk Mazowiecki

Rozjazdy tego typu nie były jak dotąd zabudowywane na sieci PKP PLK S.A. – najdłuższym obecnie stosowanym, jest rozjazd o promieniu 1200 m. Należy tu dodać, że promień 2500 m jest największym stosowanym promieniem w rozjazdach o geometrii toru zwrotnego ukształtowanej za pomocą łuku o jednym promieniu. W innych rozjazdach do dużych prędkości, tor zwrotny jest ukształtowany w płaszczyźnie poziomej jako łuk o kilku różnych promieniach, czasami z udziałem klotoidy.

Ze względu na fakt, że zaprojektowana dla stacji Grodzisk Mazowiecki prędkość maksymalna wynosi 160 km/h, producenci rozjazdów zdecydowali się na zastosowanie krzyżownicy ze stałym dziobem. Należy uznać, że jest to rozwiązanie spełniające warunki być może wyłącznie na tej stacji, gdyż prędkość na kierunku zwrotnym rzadko stanowi $\frac{3}{4}$ prędkości na kierunku zasadniczym. Istnieje natomiast potencjalnie duże zapotrzebowanie na rozjazdy o promieniu 2500 m na linii CMK, przy okazji modernizacji do prędkości rzędu 250 km/h. Przyjmując zasadę, że prędkość na tor zwrotny stanowi około połowę prędkości na torze zasadniczym, trzeba przyznać, że rozjazdy o promieniu 2500 m

świetnie nadają się na linie o prędkości maksymalnej 250 km/h, konieczne jest jednak zastosowanie ruchomej krzyżownicy.

Pierwsze egzemplarze rozjazdów 60E1-2500-1:26.5 są w fazie uzgadniania dokumentacji i produkcji, więc nie wiadomo jeszcze dokładnie, jaki ostateczny kształt przyjmą choćby rozwiązania konstrukcyjne zwrotnicy. Niezależnie jednak od tego, jest oczywiste, że konstrukcja rozjazdu o promieniu 2500 m będzie musiała być rozwijana.

W tabelicy 4 przedstawiono porównanie wartości charakterystycznych rozjazdów do dużych prędkości stosowanych na sieci PKP PLK S.A. w odniesieniu do toru zwrotnego.

Tabela 4

Wartości charakterystyczne rozjazdów zwyczajnych

L.p.	Dopuszczalna prędkość na torze zwrotnym [km/h]	Promień łuku rozjazdu [m]	Skos rozjazdu	Niedobór przechyłki [mm]	Niezerównoważone przyspieszenie boczne [m/s ²]	Przyrost niezerównoważonego przyspieszenia bocznego (połączenie rozjazdu z prostą) [m/s ³]
1	2	3	4	5	6	7
1	60	500	1:12	100	0,65	0,46
2	80	760	1:14	100	0,65	0,72
3	100	1200	1:18.5	100	0,65	0,89
4	130	2500	1:26.5	80	0,52	0,94

3. OCENA ZGODNOŚCI ROZJAZDÓW

Na podstawie Decyzji Komisji Europejskiej z dnia 20 grudnia 2007 r. dotyczącej specyfikacji technicznej interoperacyjności podsystemu „Infrastruktura” transeuropejskiego systemu kolei dużych prędkości, składnik interoperacyjności „Rozjazdy i skrzyżowania” podlega ocenie zgodności wg „modułu A – Wewnętrzna kontrola produkcji” lub „modułu H1 – Pełny system zarządzania jakością”.

Zgodnie z Decyzją Komisji z dnia 9 listopada 2010 r. w sprawie modułów procedur oceny zgodności, przydatności do stosowania i weryfikacji WE stosowanych w technicznych specyfikacjach interoperacyjności przyjętych na mocy dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady 2008/57/WE, „moduł CA (A) Wewnętrzna kontrola produkcji”, przewiduje m.in. że producent sporządza dokumentację techniczną. Dokumentacja musi umożliwiać ocenę składnika interoperacyjności pod względem jego zgodności z wymaganiami TSI. Dokumentacja techniczna określa odnośne wymagania i obejmuje, w stopniu odpowiednim dla takiej oceny, projekt, produkcję, utrzymanie i funkcjonowanie składnika interoperacyjności. Dokumentacja techniczna zawiera, w stosownych przypadkach, przynajmniej następujące elementy:

- opis ogólny składnika interoperacyjności,
- projekt koncepcyjny i rysunki produkcyjne oraz schematy elementów, podzespołów, obwodów itd.,

- opisy i wyjaśnienia niezbędne do zrozumienia wspomnianych rysunków i schematów oraz zasad funkcjonowania (w tym warunków użytkowania) i zasad utrzymania składnika interoperacyjności,
- warunki integracji składnika interoperacyjności w jego środowisku systemowym (podzespół, zespół, podsystem) oraz niezbędne warunki dotyczące interfejsów,
- wykaz zastosowanych w całości lub częściowo norm zharmonizowanych lub innych właściwych specyfikacji technicznych, do których odniesienia opublikowano w Dzienniku Urzędowym Unii Europejskiej oraz opisy rozwiązań przyjętych w celu spełnienia wymagań TSI, jeżeli takie normy zharmonizowane nie zostały zastosowane. W przypadku częściowego zastosowania norm zharmonizowanych w dokumentacji technicznej określa się, które części zostały zastosowane,
- wyniki wykonanych obliczeń projektowych, przeprowadzonych badań itd. oraz
- sprawozdania z testów.

Producent podejmuje wszelkie niezbędne środki, aby proces produkcji i jego monitorowanie zapewniały zgodność składników interoperacyjności z dokumentacją techniczną, o której mowa w punkcie 2 oraz z wymaganiami TSI mającymi do nich zastosowanie.

„Moduł H1: Pełny system zarządzania jakością” tożsamy z „modułem CH1. Zgodność w oparciu o pełny system zarządzania jakością oraz badanie projektu” zakłada, że producent stosuje zatwierdzony system zarządzania jakością w odniesieniu do projektu, produkcji, kontroli produktów końcowych oraz testowania rozpatrywanych składników interoperacyjności. Jest to moduł bardziej rozbudowany w stosunku do modułu CA (A).

Dodatkowo, w ramach spełnienia wymagań Dyrektywy 2008/57/WE, jest możliwe przeprowadzenie oceny zgodności z normami zharmonizowanymi dotyczącymi rozjazdów i skrzyżowań, tj.:

- PN-EN 13232-4:2005 Kolejnictwo. Tor. Rozjazdy i skrzyżowania. Część 4: Przystawianie, zamykanie i kontrola;
- PN-EN 13232-5:2005 Kolejnictwo. Tor. Rozjazdy i skrzyżowania. Część 5: Zwrotnice;
- PN-EN 13232-6:2005 Kolejnictwo. Tor. Rozjazdy i skrzyżowania. Część 6: Krzyżownice pojedyncze i podwójne ze stałymi dziobami;
- PN-EN 13232-7:2006 Kolejnictwo. Tor. Rozjazdy i skrzyżowania. Część 7: Krzyżownice z częściami ruchomymi;
- PN-EN 13232-9:2006 Kolejnictwo. Tor. Rozjazdy i skrzyżowania. Część 9: Układy.

Zastosowanie norm zharmonizowanych pozwalających na domniemanie zgodności pozostaje dobrowolne. Producent może zatem zdecydować, czy odwołać się do norm zharmonizowanych, czy nie. Jednakże, jeśli producent postanowi nie stosować norm zharmonizowanych, jest zobowiązany udowodnić, że jego wyroby są zgodne z wymaganiami zasadniczymi, wykorzystując w tym celu inne środki pozostające do wyboru (np. przy pomocy jakichkolwiek istniejących specyfikacji technicznych). Jeśli producent zastosuje jedynie część normy zharmonizowanej lub jeśli dana norma zharmonizowana

nie obejmuje wszystkich wymagań zasadniczych, domniemanie zgodności istnieje tylko w stopniu, w jakim norma odpowiada tym wymaganiom [18].

W związku z tym, że składnik interoperacyjności „Rozjazdy i skrzyżowania” zawiera inne składniki interoperacyjności stosowane przy budowie rozjazdów (szyna, system przytwierdzeń, podkłady i podrozjazdnice), przy ocenie zgodności niezbędne jest potwierdzenie, że zastosowane materiały są również zgodne z wymaganiami Dyrektywy. Dostawcy tych materiałów mogą zadeklarować zgodność z wymaganiami przez wystawienie Deklaracji Zgodności WE.

4. PODSUMOWANIE

Pomimo dużego doświadczenia Instytutu Kolejnictwa w badaniach rozjazdów kolejowych, wciąż pojawiają się nowe wyzwania w tym zakresie. Obecnie najważniejszym celem wydaje się być certyfikacja rozjazdów na zgodność z Dyrektywą 2008/57/WE. Jest to warunek konieczny do dopuszczenia do eksploatacji podsystemu „Infrastruktura” modernizowanych obecnie linii kolejowych, w tym Centralnej Magistrali Kolejowej.

Badania rozjazdów kolejowych przystosowanych do dużych prędkości były wyzwaniem dla pracowników Instytutu Kolejnictwa od początku jego powstania. Termin „duże prędkości” ewoluje wraz z rozwojem techniki kolejowej, a jego dzisiejsze znaczenie dotyczy prędkości większej od 160 km/h. Można tylko zgadywać co będzie on oznaczać choćby przy okazji stulecia Instytutu Kolejnictwa. Należy mieć jednak nadzieję, że i wtedy jednym z zadań Instytutu będą badania rozjazdów dużych prędkości.

BIBLIOGRAFIA

1. Bałuch H.: *Optymalizacja układu geometrycznego rozjazdów przeznaczonych do dużego natężenia przewozów i dużych prędkości pociągów.* „Problemy Kolejnictwa”, 1969, zeszyt 44.
2. Bałuch H.: *Zasady utrzymania rozjazdów w warunkach dużego natężenia ruchu i dużych szybkości pociągów.* „Prace COBiRTK”, zeszyt 37, Warszawa 1969.
3. Bałuch H., Bałuch M.: *Eksploatacyjne metody zwiększenia trwałości rozjazdów kolejowych.* CNTK, Warszawa 2009.
4. Bałuch H., Bałuch M.: *Kształtowanie układów geometrycznych toru z uwzględnieniem trwałości nawierzchni.* „Technika Transportu Szynowego”, 2009 nr 7/8.
5. Cejmer J.: *Badania oddziaływań dynamicznych w rozjazdach przeznaczonych do dużych prędkości pociągów.* „Problemy Kolejnictwa”, 2005, zeszyt 140.
6. Cejmer J. i inni: *Badania eksploatacyjne prototypowych rozjazdów zwyczajnych o promieniu 1200 i 500 m z krzyżownicą z dziobem ruchomym.* „Prace CNTK”, nr 3070/11. Warszawa 2003.

7. Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2008/57/WE z dnia 17 czerwca 2008 r. w sprawie interoperacyjności systemu kolei we Wspólnocie. „Dziennik Urzędowy Unii Europejskiej”, L191/1 z dnia 18.07.2008.
8. Korab D.: *Charakterystyka rozjazdów na stacji Psary do eksploatacji przy prędkościach 200-250 km/h.* „Technika Transportu Szynowego”, 2003, nr 1–2.
9. Korab D.: *Nowe rozwiązania techniczne oraz nowe konstrukcje rozjazdów kolejowych zastosowane oraz planowane do zabudowy na sieci PKP PLK S.A.* „Technika Transportu Szynowego”, 2009, nr 7–8.
10. Korab D.: *Nowoczesne rozwiązania konstrukcyjne zastosowane w rozjazdach dla dużych prędkości linii PKP PLK S.A.* Materiały konferencyjne XII Konferencji Naukowej Drogi Kolejowe 2003. Gdańsk – Sobieszewo, 15–17 października 2003.
11. Korab D.: *Rozjazdy na stacji Korytów przeznaczone do badań eksploatacyjnych do prędkości 200 km/h.* Materiały konferencyjne III Ogólnopolskiej Konferencji Naukowo-Technicznej „Spawalnictwo Dróg Szynowych oraz Materiały – Wykonawstwo – Odbiory. Warszawa – Bochnia, 21-23 marca 2007.
12. Obwieszczenie Prezesa Polskiego Komitetu Normalizacyjnego z dnia 13 stycznia 2011 r. w sprawie wykazu norm zharmonizowanych. Monitor Polski nr 17, poz. 182;
13. PN-EN 13232-4:2008 Kolejnictwo. Tor. Rozjazdy i skrzyżowania. Część 4: Przystawianie, zamykanie i kontrola.
14. PN-EN 13232-5:2008 Kolejnictwo. Tor. Rozjazdy i skrzyżowania. Część 5: Zwrotnice.
15. PN-EN 13232-6:2005 Kolejnictwo. Tor. Rozjazdy i skrzyżowania. Część 6: Krzyżownice pojedyncze i podwójne ze stałymi dziobami.
16. PN-EN 13232-7:2006 Kolejnictwo. Tor. Rozjazdy i skrzyżowania. Część 7: Krzyżownice z częściami ruchomymi.
17. PN-EN 13232-9:2006 Kolejnictwo. Tor. Rozjazdy i skrzyżowania. Część 9: Układy;
18. *Specyfikacja techniczna interoperacyjności podsystemu Infrastruktura transeuropejskiego systemu kolei dużych prędkości (TSI HS INF).* Załącznik do Decyzji Komisji Europejskiej nr 2008/217/WE z dnia 20 grudnia 2007 r. Bruksela, 19 marca 2008 r.
19. Stencel G.: *Badania eksploatacyjne rozjazdów z krzyżownicami ze stałym dziobem, przystosowanych do prędkości 200 km/h, na stacji Korytów.* „Transport i Komunikacja”, 2010, nr 7–8.
20. Stencel G. i inni: *Badania eksploatacyjne rozjazdów zwyczajnych typu 60E1-1200-1:18.5 i 60E1-500-1:12 przystosowanych do prędkości $v=200$ km/h, z krzyżownicami ze stałym dziobem, na stacji Korytów.* „Prace CNTK nr 3694/11, 3695/11, 3696/11. Warszawa, 2009.
21. Żurek S. i inni: *Badania eksploatacyjne prototypowych rozjazdów zwyczajnych o promieniu 1200 m z szyn UIC60 z krzyżownicą z dziobem stałym i ruchomym.* „Prace CNTK”, Warszawa, 2001, nr 2071/22.