

KĘDRA Zbigniew

QUASI-CIĄGŁY POMIAR GEOMETRII ROZJAZDÓW KOLEJOWYCH

Streszczenie

W czasie budowy nowych torów i rozjazdów kolejowych, jak również w procesie ich utrzymania, należy wykonać odpowiednie pomiary i ocenić stan geometrii badanej infrastruktury. Pomiary te mogą być wykonane z wykorzystaniem jednego z trzech systemów pomiarowych: pojazdami pomiarowymi, maszynami do budowy i utrzymania lub urządzeniami lekkimi i ręcznymi. W artykule przedstawiona została metoda pomiarów szerokości toru i przechyłki w rozjazdach kolejowych z wykorzystaniem toromierzy ręcznych.

WSTĘP

Planowe i właściwe utrzymanie rozjazdów kolejowych ma istotny wpływ na ich trwałość i niezawodność oraz bezpieczeństwo ruchu pojazdów szynowych. Działania te wymagają opracowania właściwego procesu diagnostycznego, w efekcie którego będzie prowadzona bieżąca konserwacja oraz będą planowane i w terminie wykonywane naprawy rozjazdu [1,8].

Jednym z bardziej złożonych problemów związanych z diagnostyką rozjazdów kolejowych jest ocena ich stanu, szczególnie w warunkach niedoboru środków finansowych na ich prawidłowe utrzymanie. W wyniku ograniczenia napraw rozjazdów kolejowych, w znacznym stopniu są przekraczane obowiązujące odchyłki dopuszczalne. Taki stan prowadzi do przyspieszonej degradacji elementów rozjazdu, a w konsekwencji również do zmniejszenia bezpieczeństwa, a nawet wykołowania pojazdów szynowych.

Obowiązująca obecnie instrukcja o oględzinach, badaniach technicznych i utrzymaniu rozjazdów [5] wskazuje na konieczność wykonania pomiarów szerokości toru i żłobków oraz przechyłki w sposób dyskretny, w miejscach wskazanych w arkuszu badania technicznego. W praktyce w rozjazdach zwyczajnych o promieniu $R \leq 300$ m, pomiar szerokości toru i różnicy wysokości toków szynowych wykonywany jest w ośmiu przekrojach (a, b, c, c1, d, d1, e i e1). Dodatkowo wykonywany są pomiary: szerokości żłobków (i, i1, h, h1); szerokość prowadzenia w krzyżownicy (f, f1); minimalnej odległości pomiędzy odlegającą iglicą a opornicą (z, z1) oraz przylegania iglicy do opornicy, opórek iglicowych i siodełek podiglicowych.

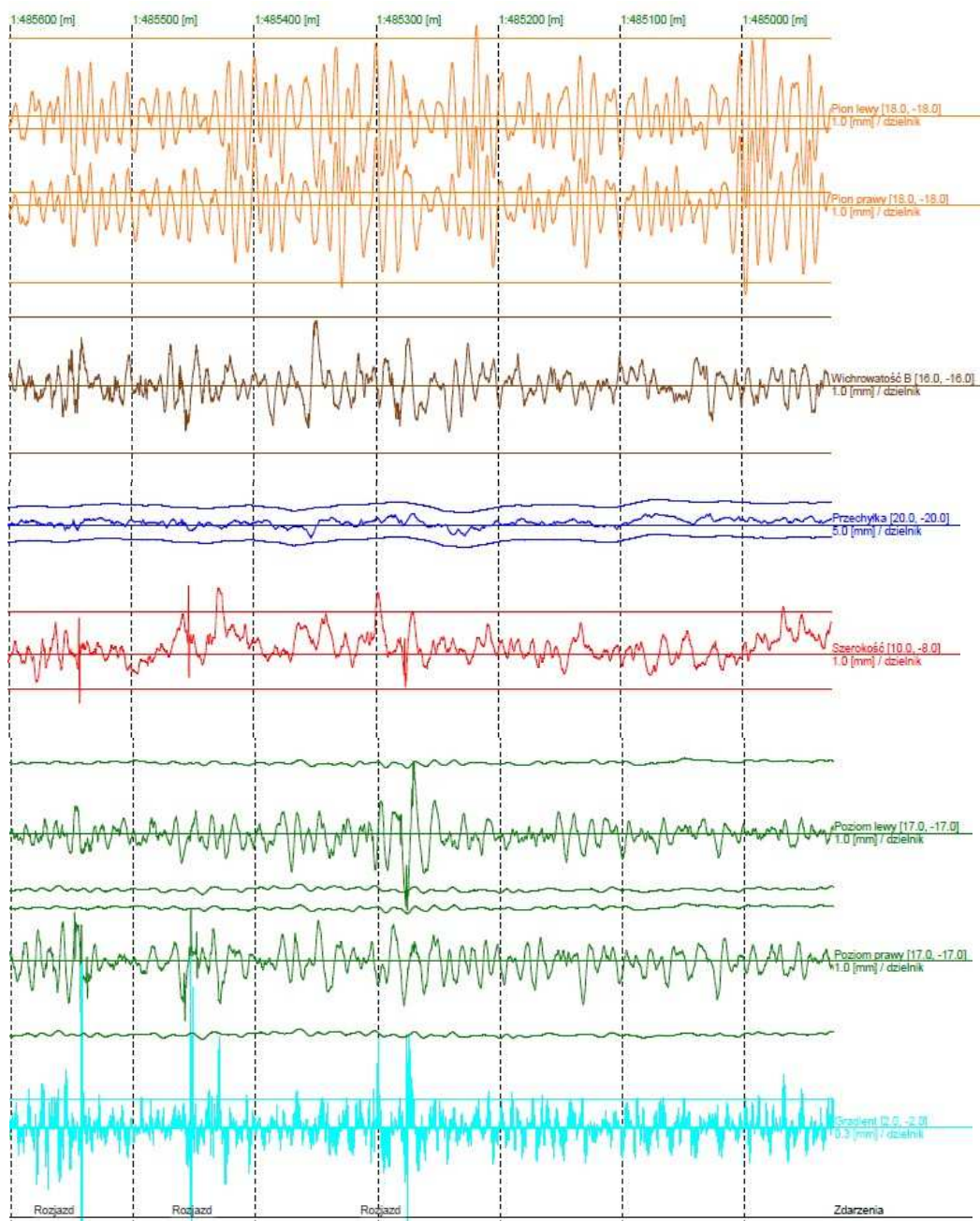
Bardzo często diagnostyka rozjazdów kolejowych ogranicza się wyłącznie do dyskretnych pomiarów szerokości toru i żłobków oraz różnicy wysokości toków szynowych. Takie podejście sprawia, że brak jest pełnej informacji o stanie rozjazdu kolejowego, a jednocześnie stosowanie bardzo rygorystycznych wartości odchyłek dopuszczalnych sprawia, że zarządca infrastruktury kolejowej musi ponosić wysokie koszty jej utrzymania.

Obecny stan wymaga od zarządcy infrastruktury wprowadzenia zmian w zakresie dokumentów utrzymania rozjazdów i skrzyżowań torów, które muszą uwzględniać

obowiązujące przepisy i normy [3,9,13], a w szczególności bezpieczeństwo ruchu pojazdów kolejowych i optymalne koszty utrzymania infrastruktury.

1. METODY POMIARU GEOMETRII ROZJAZDU

Pomiar geometrii torów i rozjazdów kolejowych może być wykonany za pomocą specjalnych pojazdów do pomiaru (drezyn i wagonów pomiarowych), urządzeń pomiarowych zainstalowanych na maszynach do budowy i utrzymania torów oraz z wykorzystaniem wózków pomiarowych i urządzeń ręcznych. Stosowane systemy pomiarowe powinny umożliwiać ocenę geometrii toru zgodnie z normą [9] oraz spełniać wymagania stawiane w normach [10,11,12].

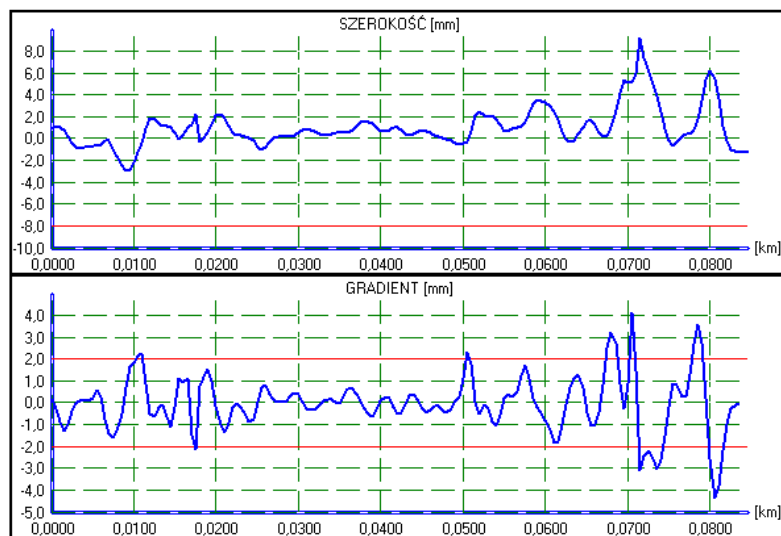


Rys. 1. Wykres nierówności toru wykonany drezyną pomiarową

Źródło: Opracowanie własne

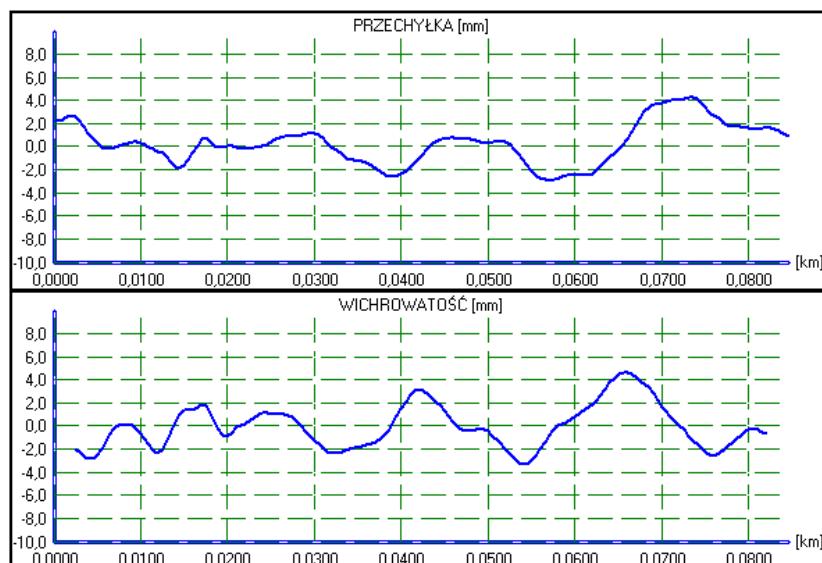
Na rysunku 1 przedstawiono wykresy pomierzonych nierówności toru, które wykonane zostały drzyną pomiarową EM 120. Na wykresie (od góry) znajdują się: nierówności pionowe dla toku lewego i prawego, wichrowatość toru (na bazie 5 m), przechyłka, odchyłka szerokości toru, nierówności poziome dla toku lewego i prawego oraz gradient szerokości toru. Z lewej strony wykresu (na dole) zaznaczono lokalizację trzech rozjazdów kolejowych.

Do oceny stanu geometrii rozjazdów kolejowych mogą być również stosowane różnego rodzaju ręczne wózki pomiarowe, nazywane bardzo często toromierzami elektronicznymi. Przykładowe wyniki pomiarów tą aparaturą, które zostały wykonane w rozjeździe o promieniu $R=1200$ m, przedstawiono na rysunkach Nr 2 (szerokość toru i gradient) oraz Nr 3 (przechyłka i wichrowatość). Szczegółowe zasady i problemy przy pomiarach geometrii rozjazdów kolejowych z wykorzystaniem toromierzy elektronicznych przedstawiono w pracach [6,7].



Rys. 2. Wykres szerokości toru i gradientu

Źródło: Opracowanie własne



Rys. 3. Wykres przechyłki i wichrowatości toru

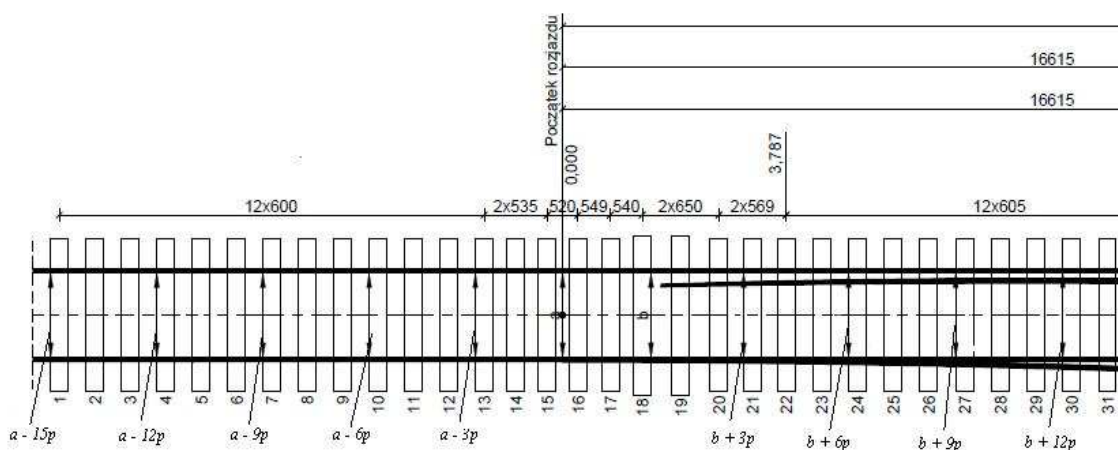
Źródło: Opracowanie własne

Z uwagi na specjalną konstrukcję rozjazdu kolejowego i specyfikę wykonywanych pomiarów, bardzo często do badań wykorzystywane są wyłącznie toromierze ręczne. Pomiary te jednak wykonywane są w sposób dyskretny i tylko w miejscach wskazanych w arkuszu badań technicznych [5]. W praktyce zatem bardzo często przekroczenie odchyłek dopuszczalnych występuje poza miejscami pomiaru szerokości toru i różnicy wysokości toków szynowych (przechyłki). Ma to miejsce zarówno przy odbiorze robót nowo wybudowanych rozjazdów (napraw głównych), jak i podczas badań technicznych (przeглядów) w procesie ich utrzymania.

2. KONCEPCJA POMIARÓW TOROMIERZEM RĘCZNYM

Pomiar szerokości toru i różnicy wysokości toków szynowych wykonany został toromierzem ręcznym na co trzeciej podrozdniczcy, zgodnie z normą w zakresie odbioru robót prowadzonych w torach i rozjazdach na podsypce [13]. Identyczny sposób oceny geometrii rozjazdów kolejowych stosowany jest w wielu krajach europejskich, np. na kolejach niemieckich [4].

Na rysunku 4 zaznaczono miejsca pomiaru szerokości toru i przechyłki przy pomiarach quasi-ciągłych w obszarze zwrotnicy. Pomiary rozpoczęto około 9 metrów przed początkiem rozjazdu kolejowego, tj. 15 podkładów wcześniej (przekrój a-15p). Od tego miejsca pomiar został wykonany na co trzecim podkładzie, aż do początku rozjazdu, tj. odpowiednio w przekrojach: a-12p (12 podkładów przed początkiem rozjazdu), a-9p, a-6p i a-3p.



Rys. 4. Schemat zwrotnicy z przyległym torem

Źródło: Opracowanie własne

Kolejne dwa pomiary wykonane zostały zgodnie z instrukcją o badaniach technicznych rozjazdów [5], tj. na początku rozjazdu (przekrój a) i w ostrzu iglicy (przekrój b). Następne pomiary wykonano na co trzeciej podrozdniczcy, aż do dzioba krzyżownicy, tj. w przekrojach b+3p, b+6p, ..., b+45 (rys.4).

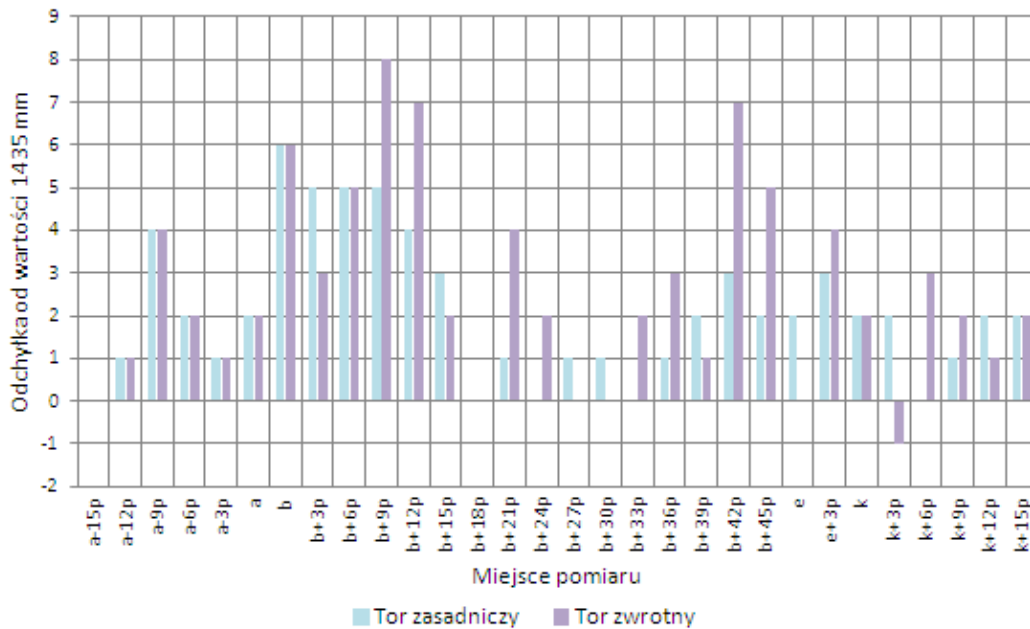
W krzyżownicy pomiary zostały wykonane w dziobie krzyżownicy (przekrój e), 3 podrozdniczce dalej (e+3p) i na końcu rozjazdu (przekrój k). Parametry toru zostały również zmierzone na długości około 9 metrów za rozjazdem, na co trzecim podkładzie, tj. w przekrojach: k+3p, k+6p, k+9p, k+12p i k+15p. Od ostrza iglicy rozjazdu pomiar szerokości toru i przechyłki został wykonany oddzielnie w torze zasadniczym i zwrotnym.

Na rysunku 5 przedstawiono wyniki pomierzonej szerokości toru w rozjeździe zwyczajnym o promieniu $R=300$ m, który został ułożony w torze głównym, kilka tygodni wcześniej w ramach modernizacji stacji. Analizując przeprowadzone badania można zauważyć, że pomiary wykonane w sposób dyskretny w przekrojach a, b (wartość nominalna

+4 mm), c (b+18) i e spełniają wymagania odbioru robót, a odchyłka od wartości nominalnej nie przekracza 2 mm.

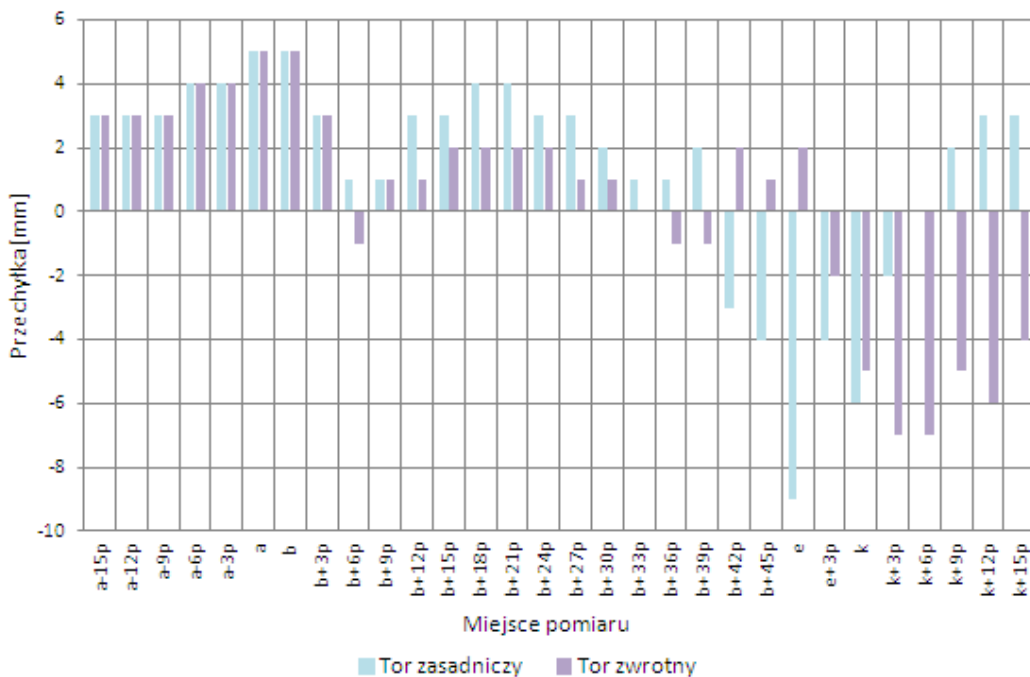
Wykonując pomiary zgodnie z przedstawioną metodą należy stwierdzić, że już w początkowym etapie eksploatacji, w kilku przekrojach stwierdzono odchyłki zbliżone do wartości granicznych. Zgodnie z obowiązującymi przepisami [5], w miejscach tych należałoby zaplanować wykonanie robót konserwacyjnych (poprawę szerokości toru).

W miejscu wykonania pomiarów szerokości toru zmierzona została również różnica wysokości toków szynowych (przechyłka), której wyniki przedstawiono na rysunku 6.



Rys. 5. Wykres szerokości toru

Źródło: Opracowanie własne

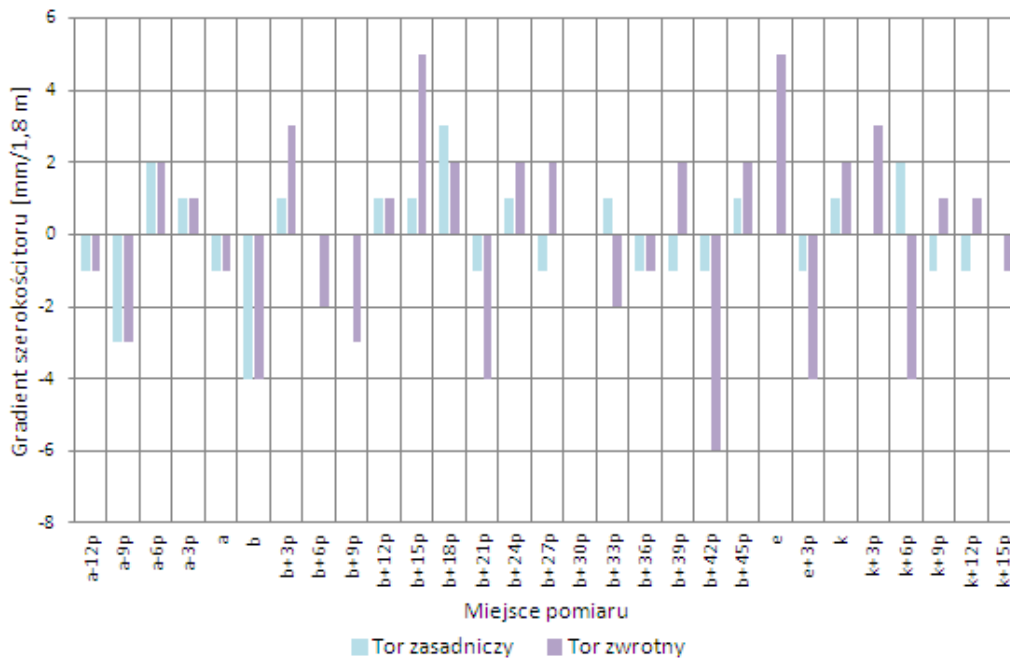


Rys. 6. Wykres różnicy wysokości toków szynowych (przechyłki)

Źródło: Opracowanie własne

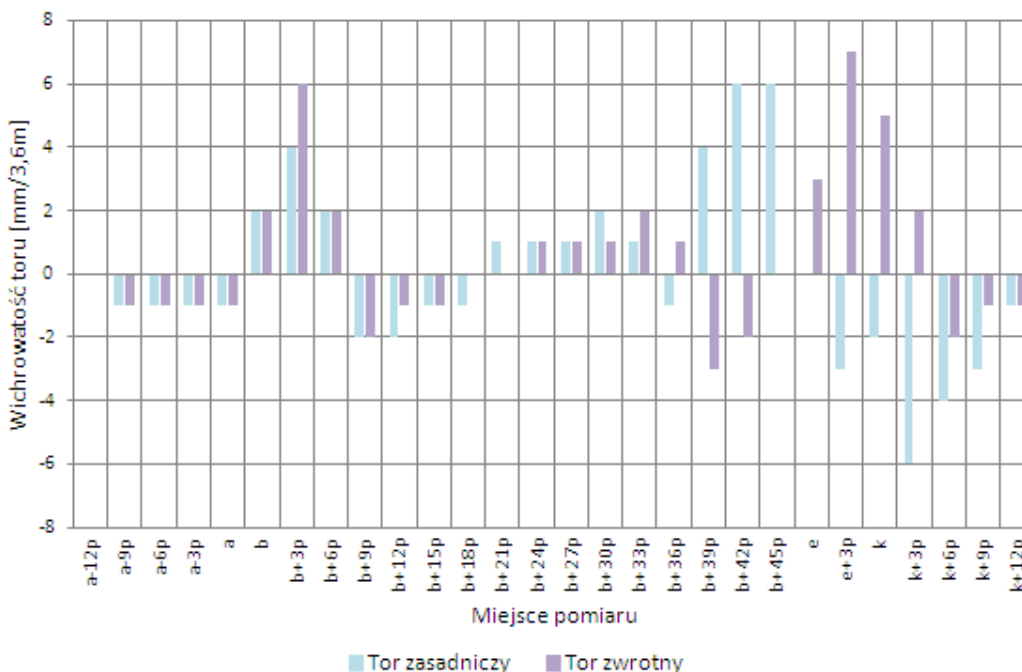
Na podstawie wykonanych pomiarów szerokości toru obliczony został gradient szerokości, jako różnica sąsiednich pomiarów pomiędzy trzema podrozjezdnicami (podkładami), tj. na długości około 1,8 m (rys.7).

Wichrowatość toru obliczona została na podstawie pomierzonej różnicy wysokości toków szynowych, jako różnica przechyłek pomiędzy sześcioma podrozjezdnicami (podkładami), tj. na długości około 3,6 m. Na rysunku 8 przedstawiony został wykres obliczonej wichrowatości toru .



Rys. 7. Wykres gradientu szerokości toru

Źródło: Opracowanie własne



Rys. 8. Wykres wichrowatości toru

Źródło: Opracowanie własne

Przedstawiona metoda pozwala również na podsumowanie syntetyczne w postaci statystyki opisowej zbiorów zmiennych pomierzonych (szerokość i przechyłka) i obliczonych (gradient i wichrowatość). W tabeli 1 przedstawiono obliczone wartości miary położenia (min, max, średnia, mediana, I i III kwartył) i rozproszenia (odchylenie standardowe, rozstęp i rozstęp kwartyłowy). Miary te z powodzeniem mogą posłużyć do oceny wykonania napraw bieżących i głównych oraz analizy degradacji geometrycznej rozjazdów kolejowych w funkcji obciążenia skumulowanego.

Tab. 1. Statystyka opisowa badanych parametrów

	Szerokość toru	Przechyłka	Gradient szerokości	Wichrowatość toru
N	60	60	58	56
Min	-1	-9	-6	-6
Max	8	5	5	7
Średnia	2,35	0,77	-0,07	0,29
Odchylenie standardowe	2,02	3,45	2,25	2,26
Mediana	2	2	0	0
I kwartył	2	-1	-1	-1
III kwartył	3,25	3	1	2
Rozstęp	9	14	11	13
Rozstęp kwartyłowy	1,25	4	2	3

Źródło: Opracowanie własne

Dodatkowo wykonane zostały pomiary dyskretne szerokości żłobków przy kierownicy i dziobie krzyżownicy oraz szerokości prowadzenia w zwrotnicy i krzyżownicy zgodnie z instrukcją o oględzinach i badaniach technicznych [5] oraz normą [13].

PODSUMOWANIE

Bardzo często diagnostyka rozjazdów kolejowych ogranicza się wyłącznie do dyskretnych pomiarów szerokości toru i żłobków oraz różnicy wysokości toków szynowych (przechyłki). W konsekwencji brak jest pełnej informacji o stanie geometrycznym rozjazdu kolejowego, co utrudnia analizę pomiarów i optymalne planowanie napraw.

Wydaje się, że w warunkach technicznych wykonania i odbioru robót (WTWiO) dla rozjazdów kolejowych należy wprowadzić zapis, że w czasie odbioru robót pomiar szerokości toru i różnicy wysokości toków szynowych powinien być wykonany drezyną pomiarową, toromierzem elektronicznym lub toromierzem ręcznym w sposób opisany w artykule.

Wskazane byłoby również wprowadzenie w instrukcji utrzymania rozjazdów kolejowych zapisu o konieczności wykonania takich pomiarów z częstotliwością zależną od maksymalnej prędkości na torze (przynajmniej raz w roku).

BIBLIOGRAFIA

1. Bałuch H., Bałuch M.: *Eksploatacyjne metody zwiększania trwałości rozjazdów kolejowych*. Centrum Naukowo Techniczne Kolejnictwa, Warszawa 2009.
2. Bałuch M.: *Interpretacja pomiarów i obserwacji nawierzchni kolejowej*. Monografie Nr 79. Politechnika Radomska, Radom 2005.
3. Decyzja Komisji z dnia 26 kwietnia 2011 r. dotycząca technicznej specyfikacji interoperacyjności podsystemu „infrastruktura” transeuropejskiego systemu kolei konwencjonalnych. 2011/275/UE.
4. *Inspekcja rozjazdów, skrzyżowań, przyrządów dylatacyjnych i wyrzutni hamulców płożowych*. DB Netz AG, Dyrektywa 821.2005.

5. *Instrukcja o oględzinach i badaniach technicznych i utrzymaniu rozjazdów Id-4 (D6)*. Zarządzenie Nr 15 Zarządu PKP PLK S.A. z dnia 18.05.2005 r. Biuletyn PKP PLK S.A. załącznik B nr 02 z dnia 10.06.2005 r. poz. 16.
6. Kędra Z.: *Ciągły pomiar geometrii rozjazdów kolejowych*. Przegląd Komunikacyjny, 3-4/2011, s. 16 – 23.
7. Kędra Z.: *Koncepcja przeglądów okresowych rozjazdów*. Technika Transportu Szynowego. 7-8/2009, s. 50-51.
8. Łączyński J.: *Rozjazdy kolejowe*. Wydawnictwo Komunikacyjne, Warszawa 1958.
9. PN-EN 13848-1+A1:2008: *Kolejnictwo. Tor. Jakość geometryczna toru. Część 1: Charakterystyka geometrii toru*.
10. PN-EN 13848-2:2006: *Kolejnictwo. Tor. Jakość geometryczna toru. Część 2: Systemy pomiarowe. Pojazdy do pomiaru toru*.
11. PN-EN 13848-3:2009: *Kolejnictwo. Tor. Jakość geometryczna toru. Część 3: Systemy pomiarowe. Maszyny do budowy i utrzymania toru*.
12. PN-EN 13848-4:2012: *Kolejnictwo. Tor. Jakość geometryczna toru. Część 4: Systemy pomiarowe. Urządzenia lekkie i ręczne*.
13. PN-EN 13231-1:2013-09: *Kolejnictwo. Tor. Odbiór prac. Część 1: Prace na torach na podsypce. Szlak, rozjazdy i skrzyżowania*.

QUASI-CONTINUOUS MEASUREMENT OF THE GEOMETRY OF SWITCHES

Abstract

During the construction of new railway tracks and switches as well as the process of maintenance, you should carry out reliable measurements and evaluate the state geometry test infrastructure. These measurements can be made using one of the three measuring systems: track recording vehicles, track construction and maintenance machines or trolleys or manually operated devices. The paper presents a method of measurement track gauge and cross level in switches and crossings using measuring trolleys or manually operated devices.

Autorzy:

dr inż. **Zbigniew Kędra** – Politechnika Gdańska, Wydział Inżynierii Lądowej i Środowiska, Katedra Transportu Szynowego, kedra@pg.gda.pl