

Arkadiusz KAMPCZYK¹

PRZYKŁADNICA MAGNETYCZNO-POMIAROWA W POMIARACH STRZAŁEK EKSPLOATACYJNYCH ROZJAZDU ZWYCZAJNEGO

W pracy omówiono zagadnienia dotyczące pomiarów strzałek eksploatacyjnych toru zwrotnego w rozjeździe zwyczajnym z uwzględnieniem pomiarów autorskich. Położenie toru zwrotnego w płaszczyźnie poziomej ocenia się na podstawie wyników pomiarów strzałek na stałej cięciwie. Wartości dopuszczalne strzałek krzywizny w rozjazdach zwyczajnych zależą od promienia toru zwrotnego rozjazdu. Długości cięciwy, wartości dopuszczalne strzałek krzywizny i krok (odcinka x_i) pomiaru strzałek jest zależna od promienia kierunku zwrotnego rozjazdu. W artykule opisano wyniki pomiarów strzałek eksploatacyjnych, które zostały uzyskane z zastosowaniem przykładnicy magnetyczno-pomiarowej (ang. magnetic-measuring square – MMS). Publikacja skupia się na zastosowaniu autorskiego przyrządu pomiarowego MMS w pomiarach strzałek eksploatacyjnych w dwóch trybach:

- z trzpieniem z prowadnicą, płytką krawędziową oraz z linką pomiarową i smyczkiem pomiarowym (pozwala na pomiar strzałek dla różnych długości cięciw w zależności od rodzaju i typu rozjazdu),
- z trzpieniem 2M, płytką krawędziową, miniprzrządem GMP111.

Uzyskane wyniki badań, potwierdzają przydatność zastosowania przyrządu MMS w pomiarach strzałek eksploatacyjnych. Autorskie rozwiązanie wpisuje się w tematykę prac geodezyjnych i prac diagnostycznych, stanowiąc ich optymalizację. Badania udzieliły również odpowiedzi na pytanie, w jakim stanie znajduje się położenie toru zwrotnego w płaszczyźnie poziomej. Instrukcja o oględzinach, badaniach technicznych i utrzymaniu rozjazdów Id-4 wymaga prowadzenia dokumentacji technicznej w postaci Arkusza Uzupełniającego Badania Technicznego pomiarów strzałek. MMS zapewnia pozyskiwanie danych do dokumentacji technicznej. W pracy przedstawiono autorskie spostrzeżenia i wnioski. Artykuł powstał w ramach badań statutowych AGH nr 11.11.150.005.

Słowa kluczowe: MMS, tor zwrotny, strzałki łuku toru, krzywizna w rozjazdach, strzałkomierz

¹ Arkadiusz Kampczyk, AGH Akademia Górniczo-Hutnicza, Wydział Geodezji Górniczej i Inżynierii Środowiska, Katedra Geodezji Inżynierskiej i Budownictwa, al. A. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków, e-mail: kampczyk@agh.edu.pl lub arkadiusz.kampczyk@gmail.com

1. Wprowadzenie

Strzałki f_i krzywej toru kolejowego, pomierzone na jednej i kolejnych cięciwach, charakteryzują kształt krzywizny określonej krzywej toru (obejmującej: łuk, krzywe przejściowe). Pomiar jest prowadzony od środka cięciwy do środka krzywej. Z kolei strzałki f_i krzywej toru zwrotnego rozjazdu zwyczajnego, jako strzałki eksploatacyjne podlegają pomiarowi metodą strzałek przy nieruchomej – jednej cięciwie (zwaną też metodą stałej cięciwy). Poszczególne typy rozjazdów zwyczajnych, charakteryzują się różnymi promieniami łuku toru zwrotnego, a tym samym różnymi długościami cięciw. Inne są również punkty odciętej x_i na cięciwie, w których przeprowadza się pomiar z bazy pomiarowej stanowiącej jedną nieruchomą i stałą cięciwę. Pomiar strzałek eksploatacyjnych jest wykonywany indywidualnie dla każdego typu rozjazdu zwyczajnego. Każdy typ rozjazdu zwyczajnego charakteryzuje się indywidualną długością nieruchomej cięciwy, w stosunku do której prowadzi się pomiar strzałek eksploatacyjnych w odległościach Δl odległych w przedziale 2,5÷3,5 m. W pracy [1] wykazano dwie grupy strzałek w rozjazdach zwyczajnych toru zwrotnego:

- strzałki montażowe,
- strzałki eksploatacyjne.

Instrukcja o oględzinach, badaniach technicznych i utrzymaniu rozjazdów Id-4 (D-6) [2] określa zasady pomiaru strzałek eksploatacyjnych wraz z podaniem wartości dopuszczalnych odchyłek strzałek eksploatacyjnych f_{min} i f_{max} w punktach o odciętej x_i dla cięciw ściśle określonych do danego typu rozjazdu zwyczajnego. Wartości dopuszczalne strzałek krzywizny w rozjazdach zwyczajnych zależą od promienia toru zwrotnego rozjazdu. Instrukcja ta wymaga też prowadzenia dokumentacji technicznej w postaci Arkusza Uzupełniającego Badania Technicznego pomiarów strzałek.

W pracy [1] przedstawiono wyniki pomiarów strzałek montażowych toru zwrotnego w rozjazdach zwyczajnych, stosując metodę strzałek odmierzanych od stałej cięciwy. Zadaniem przeprowadzonych badań w [1], było sprawdzenie możliwości zastosowania przykładnicy magnetyczno-pomiarowej [3] w pomiarach strzałek montażowych w torze zwrotnym rozjazdu w wersji z linką pomiarową. Dodatkowo wykonano pomiary z zastosowaniem teodolitu ET-10 SOUTH z zastosowaniem metody stałej prostej. Uzyskane wyniki badań w [1] wykazały, że zastosowanie przyrządu MMS w wersji z linką pomiarową i jego elementów składowych (modułów) ma pozytywny wpływ na podwyższenie jakości kształtowania prac pomiarowych wykonywanych w transporcie szynowym.

Z kolei w pracy [4] zawarto wyniki prac nad geometrią połączenia torów dwoma rozjazdami zwyczajnymi o jednakowych skosach, które zostały uzyskane z zastosowaniem MMS z minipryzmatem GMP111 i tachymetrem Leica TC407. Zastosowanie odpowiedniego trybu pracy, umożliwiło uzyskanie poprawnych danych, celem ich dalszego użycia w podejmowaniu decyzji o stanie

utrzymania infrastruktury kolejowej. W pracy tej wykazano wyniki pomiarów uzyskanych z przykładnicy magnetyczno-pomiarowej z adapterem do montażu sygnałów referencyjnych do skanerów. Stosując naziemny skanিং laserowy z użyciem skanera laserowego Leica ScanStation C10. Sygnał referencyjny został zamontowany za pośrednictwem adaptera do montażu sygnałów referencyjnych na przykładnicy MMS, a ta zamontowana na szynie typu kolejowego. Punkt środkowy sygnału referencyjnego znajdował się w osi pionowej wyznaczonej przez MMS. Pomiary wykazały zadawalające wyniki.

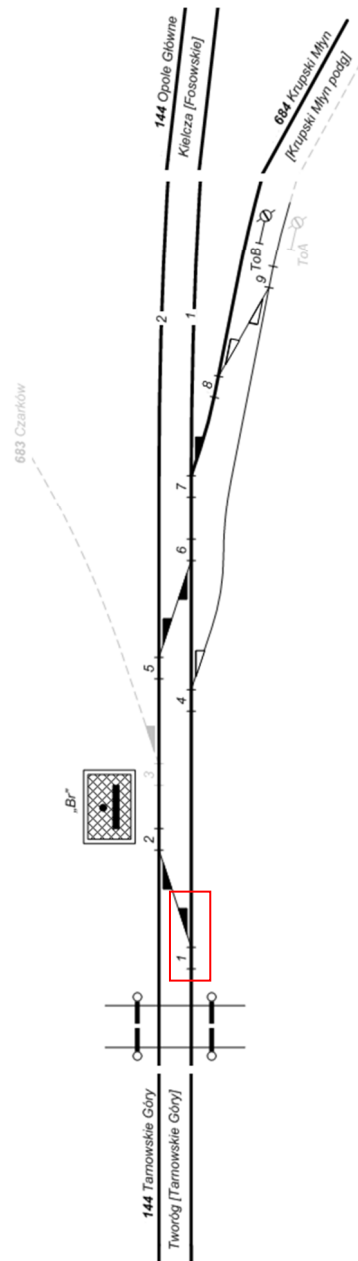
Budowę i elementy składowe przykładnicy magnetyczno-pomiarowej omówiono w pracach [1, 3] stwierdzając, że MMS stanowi optymalizację prac pomiarowych, poprzez jej uniwersalność. Jednak w pracach [1, 4] nie zawarto wyników badań zastosowania przykładnicy w pomiarach strzałek eksploatacyjnych.

Publikacja ta stanowi kontynuację artykułu [1, 4] i jest częścią kompleksowych badań z zastosowaniem przykładnicy magnetyczno-pomiarowej.

H. Bałuch i M. Bałuch w pracy [5] i J. Bałuch w [6] stwierdzają, że:

- zniekształcenia toru zwrotnego w czasie eksploatacji, w tym również zużycie boczne szyn łączących (jednakowe na całej długości lub nierównomierne), nie powinno wywoływać zmian przyrostów przyspieszeń większych niż $\psi = 0,5 \text{ m/s}^3$,
- pomiar strzałek w torach zwrotnych rozjazdów powinien być wykonywany w stałych odległościach Δl mieszczących się w granicach $2,5 \div 3,5 \text{ m}$,
- dla każdego rozjazdu o danym promieniu toru zwrotnego powinny zostać opracowane wykresy do sprawdzania poprawności jego krzywizny.

Pomiar strzałek na stałej cięciwie w torze zwrotnym rozjazdu z użyciem MMS przeprowadzono w rozjeździe zwyczajnym nr 1 zlokalizowanym w miejscowości Borowiany, w kilometrze 20,821 linii kolejowej 144 Tarnowskie Góry – Opole Główne w torze nr 1, zakwalifikowanym jako tor główny zasadniczy czynny i eksploatowany. Rozjazd nr 1 jest typu S60 – 1:9 – 300, kierunku lewego (zamkniętym w kierunku zasadniczym jazdy taboru kolejowego na wprost). Jazda taboru kolejowego w kierunku parzystym i nieparzystym (tj. w kierunku głównym i powrotnym) odbywa się tylko po torze zwrotnym rozjazdu tj. odgałęźnym. Charakteryzuje się zamknięciem suwakowym i krzyżownicą z dziobem zgrzewno-spawanym. Rozjazd wyprodukowano i wbudowano w 1980 r., podsypką jest tłuczeń naturalny, zastosowano podrozdzielnice drewniane (rys. 1, 2).



Rys. 1. Plan schematyczny „posterunku odgałęźnego Podg Br – Borowiany” – linii kolejowej 144 (opracowano na podstawie [7])

Fig. 1. The schematic diagram of "junction signal box Podg Br – Borowiany" – railway line 144 (based on [7])



Rys. 2. Rozjazd zwyczajny nr 1 typu S60 – 1:9 – 300 (fotografia własna)

Fig. 2. Single turnout No. 1 type S60 – 1: 9 – 300 (own photograph)

Celem przeprowadzonych badań było sprawdzenie możliwości użycia przykładnicy magnetyczno-pomiarowej [3] w pomiarach strzałek eksploatacyjnych w torze zwrotnym rozjazdu typu S60 – 1:9 – 300 w trybie:

- z trzpieniem z prowadnicą, płytką krawędziową oraz z linką pomiarową i smyczkiem pomiarowym (długość cięciwy dostosowano do rodzaju i typu rozjazdu),
- z trzpieniem 2M, płytką krawędziową, minipryzmatem GMP111 oraz tachymetrem Leica TC407 nr 697413.

W pracy przedstawiono obliczenia granicznych wartości promieni łuków wyznaczających wartości strzałki, w tym dopuszczalne odchyłki strzałek eksploatacyjnych. Zwrócono uwagę na występujące rozbieżności w regulacjach prawnych. Wyniki pomiarów udzieliły również odpowiedzi na pytanie, w jakim stanie znajduje się krzywizna toru zwrotnego rozjazdu typu S60 – 1:9 – 300. W artykule przedstawiono autorskie spostrzeżenia i wnioski. Artykuł powstał w ramach badań statutowych AGH nr 11.11.150.005.

2. Graniczne wartości promieni łuków wyznaczających strzałki

Prędkość V na kierunku zwrotny w rozjeździe bez przechyłki obliczono z wzoru (1) [8]:

$$V = 3,6 \cdot \sqrt{0,65 \cdot R} \left[\frac{km}{h} \right] = 50 \left[\frac{km}{h} \right] \quad (1)$$

gdzie: R – promień łuku w rozjeździe w [m].

Prędkość $V = 50$ km/h w rozjeździe zwykłym typu S60 – 1:9 – 300 potwierdza również Lichtberegner w pracy [9].

Rozjazd zwykły lewy, charakteryzuje się wartością promienia projektowanego $R_p = 300$ m. Długość cięciwy $l = 14$ m. Pomiary strzałek przeprowadzono w punktach o odciętej x_i : 3,5 m; 7,0 m; 10,5 m. Wartość stałych odległości $\Delta l = 3,5$ m. Przyrost przyspieszeń $\psi = 0,5$ m/s³. Czas przejazdu t na długości Δl jest obliczony z wzoru (2) [5]:

$$t = \frac{3,6 \cdot \Delta l}{V} = 0,252 \quad (2)$$

Przyrost przyspieszeń, jaki może nastąpić w tym czasie, określa wzór (3) [5]:

$$\Delta a = \psi \cdot t = 0,126 \quad (3)$$

Nominalna wartość przyspieszenia w torze zwrotnym rozjazdu przy prędkości V oblicza się z wzoru (4) [5]:

$$a_n = \frac{V^2}{12,96 \cdot R} = 0,643 \quad (4)$$

Górną i dolną granicę strzałek wyznaczają przyspieszenia a_{max} i a_{min} , obliczone z wzorów (5) i (6) [5]:

$$a_{max} = a_n + \frac{\Delta a}{2} = 0,706 \quad (5)$$

$$a_{min} = a_n - \frac{\Delta a}{2} = 0,580 \quad (6)$$

Graniczne wartości promieni łuków wyznaczających strzałki są obliczone na podstawie wzorów (7) i (8) [5]:

$$R_{max} = \frac{V^2}{12,96 \cdot a_{min}} = 332,59 \approx 333m \quad (7)$$

$$R_{min} = \frac{V^2}{12,96 \cdot a_{max}} = 273,23 \approx 273m \quad (8)$$

Strzałkę łuku f_i o promieniu R , mierzoną na cięciwie o długości l w punkcie odległym od początku cięciwy o x_i oblicza się z wzoru (9) [5]:

$$f_i = \frac{x_i(l-x_i)}{2 \cdot R} \quad (9)$$

Obliczenia strzałki łuku f_i dla wartości promienia projektowanego $R_p = 300$ m w punktach o odciętej x_i : 3,5 m; 7,0 m; 10,5 m:

$$f_{x=3,5} = 0,0613 \text{ m} = 61,3 \text{ mm}$$

$$f_{x=7,0} = 0,0817 \text{ m} = 81,7 \text{ mm}$$

$$f_{x=10,5} = 0,613 \text{ m} = 61,3 \text{ mm}$$

Obliczenia odchyłek dopuszczalnych strzałek łuku f_{min} dla wartości promienia granicznego w punktach o odciętej x_i : 3,5 m; 7,0 m; 10,5 m:

$$f_{min\ x=3,5} = 0,0552 \text{ m} = 55,2 \text{ mm}$$

$$f_{min\ x=7,0} = 0,0736 \text{ m} = 73,6 \text{ mm}$$

$$f_{min\ x=10,5} = 0,0552 \text{ m} = 55,2 \text{ mm}$$

Obliczenia odchyłek dopuszczalnych strzałek łuku f_{max} dla wartości promienia granicznego w punktach o odciętej x_i : 3,5 m; 7,0 m; 10,5 m:

$$f_{max\ x=3,5} = 0,0673 \text{ m} = 67,3 \text{ mm}$$

$$f_{max\ x=7,0} = 0,0897 \text{ m} = 89,7 \text{ mm}$$

$$f_{max\ x=10,5} = 0,0673 \text{ m} = 67,3 \text{ mm}$$

Dopuszczalne wartości strzałek w rozjeździe o $R = 300$ (tablica 20-6 Id-4 (D-6)) [2] zostały określone dla $V = 50$ km/h (tabela 1).

Warunki techniczne utrzymania nawierzchni kolejowej Id-1 (D-1) [8] określają również dopuszczalne prędkości w torze zwrotnym rozjazdu, z których wynika, że dla rozjazdu zwyczajnego typu S60 – 1:9 – 300 prędkość V powinna być ≤ 40 km/h. Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 10 września 1998 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budowle kolejowe i ich usytuowanie [10] określa, że przy układaniu rozjazdów o promieniu łuku rozjazdu 300 lub 190 m o skosie 1:9 dopuszczalna prędkość pociągu w torze zwrotnym powinna być ≤ 40 km/h. Jeżeli do obliczeń granicznych wartości promieni łuków wyznaczających wartości strzałki, przyjmie się $V = 40$ km/h wówczas otrzymana wartość $R_{max} = 372$ m, zaś $R_{min} = 251$ m. Obliczone odchyłki dopuszczalnych strzałek łuku f_{max} i f_{min} będą wówczas posiadać większe pole tolerancji.

3. Pomiar strzałek eksploatacyjnych w torze zwrotnym rozjazdu zwyczajnego o $R = 300$ m

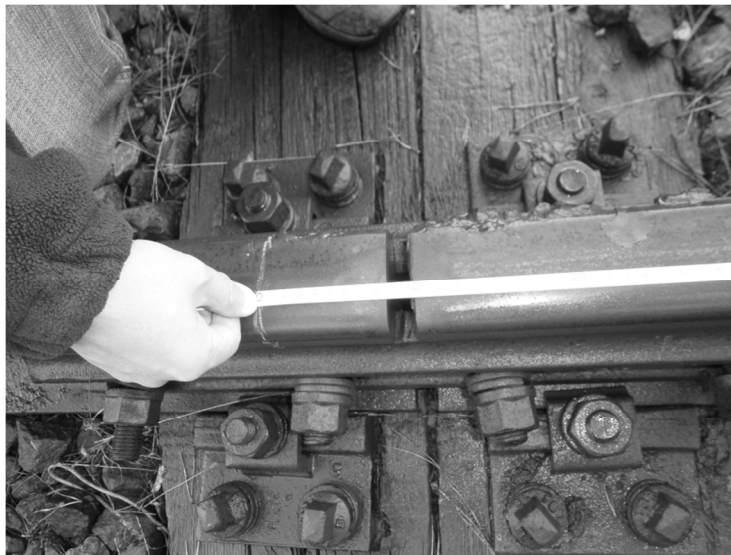
Dopuszczalne wartości maksymalne i minimalne strzałek krzywizny oraz krok pomiaru określa instrukcja Id-4 (D-6) [2] (tabela 1).

Tabela 1. Dopuszczalne wartości strzałek w rozjeździe R-300 (tablica 20-6 Id-4 (D-6)), na podstawie [2]

Table 1. Acceptable values versines in single turnout R-300 (Table 20-6 Id-4 (D-6)), based on [2]

Dopuszczalne strzałki f_i [mm] w punkcie o odciętej x_i [m]					
$x = 3,5$		$x = 7,0$		$x = 10,5$	
$f_{max} = 67$	$f_{min} = 55$	$f_{max} = 90$	$f_{min} = 73$	$f_{max} = 67$	$f_{min} = 55$

Instrukcja Id-4 (D-6) [2] zaleca przeprowadzić analizę i ocenę położenia torów zwrotnych w płaszczyźnie poziomej na podstawie pomiarów strzałek na stałej cięciwie o długości zależnej od promienia toru zwrotnego. Wartości dopuszczalne strzałek krzywizny zależą od promienia toru zwrotnego rozjazdu. Wartości dopuszczalne strzałek krzywizny, odpowiednie długości cięciwy i krok pomiaru strzałek definiuje instrukcja Id-4 (D-6) w tablicach 20-5÷20-9 [2]. Instrukcje Id-4 (D-6) [2] i GK-1 [11] nie określają wyznaczenia punktu początkowego i końcowego stałej cięciwy (nieruchomej cięciwy). Należy odwołać się do nieobowiązującej instrukcji D-19 [12], która w §36 pt. „Dokumentacja odbioru robót torów i rozjazdów po naprawach”, definiuje zasady wyłukowania rozjazdów, określa wartości liniowe umożliwiające wyznaczyć punkt początkowy i końcowy stałej cięciwy. Jednak w etapie początkowym należy prawidłowo wyznaczyć punkt początkowy rozjazdu, bowiem często punkt początkowy rozjazdu eksploatowanego jest przesunięty. Kredą oznaczono punkt początkowy rozjazdu nr 1 (rys. 3).



Rys. 3. Wyznaczenie punktu początkowego rozjazdu zwyczajnego nr 1 (fotografia własna)

Fig. 3. Designation of the starting point "single turnout" No. 1 (own photograph)

Pomiar strzałek eksploatacyjnych w rozjeździe nr 1 typu S60 – 1:9 – 300 w torze zwrotnym przeprowadzono w trzech punktach znajdujących się w stałych odległościach $\Delta l = 3,5$ m, tj. 3,5 m, 7,0 m i 10,5 m. Pomiar strzałek eksploatacyjnych wykonano z zastosowaniem MMS z linką pomiarową, długość cięciwy wynosiła 14 m (rys. 4 i 5) oraz z minipryzmatem GMP111 (rys. 6).



Rys. 4. Przykładnica magnetyczno-pomiarowa z linką pomiarową (fotografia własna)

Fig. 4. A magnetic-measuring square with taut – measuring line (own photograph)



Rys. 5. Smyczek pomiarowy w płaszczyźnie poziomej (fotografia własna)

Fig. 5. A measuring archet in a horizontal plane (own photograph)



Rys. 6. Przykładnica magnetyczno-pomiarowa z minipryzmatem GMP111 (fotografia własna)

Fig. 6. A magnetic-measuring with GMP111 mini-prism (own photograph)

Tabela 2 zawiera arkusz uzupełniający badania technicznego z wynikami pomiarów strzałek eksploatacyjnych na stałej cięciwie o długości wynoszącej 14 m. Wyniki pomiarów wykonanych w poszczególnych trybach oznaczono dla przyrządu MMS:

- z linką pomiarową – kolorem brązowym,
- z minipryzmatem GMP111 – kolorem zielonym.

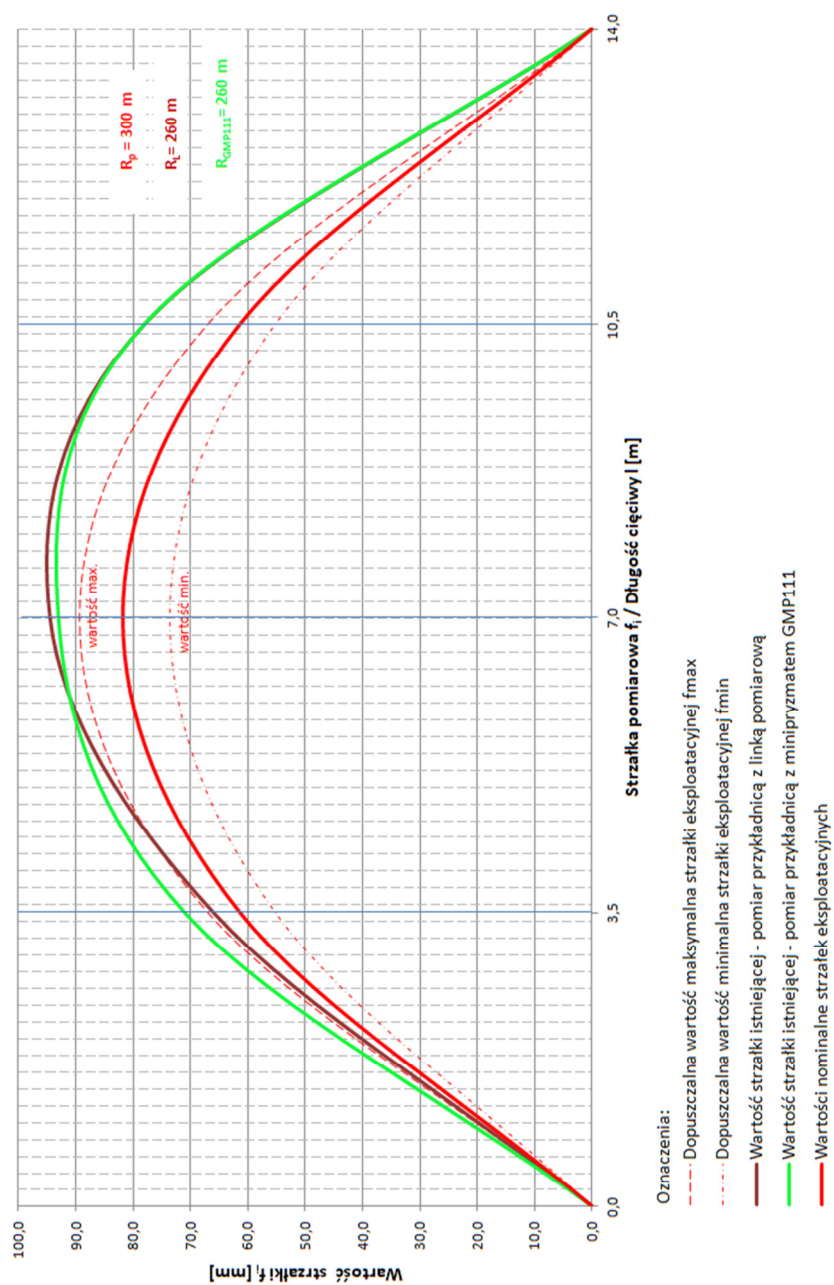
Kolorem czerwonym oznaczono wartości strzałek eksploatacyjnych nominalnych. Rysunek 7 zawiera wykres strzałek eksploatacyjnych w torze zwrotnym rozjazdu nr 1. Linie przerywane czerwone na wykresie określają dopuszczalną górną i dolną granicę wartości strzałek toru zwrotnego, zgodne z wartościami f_{max} i f_{min} wykazanymi w tabeli 1 dla wartości promienia granicznego w punktach o odciętej x_i : 3,5 m; 7,0 m; 10,5 m. Linia ciągła czerwona oznacza wartości nominalne strzałek eksploatacyjnych dla których wartość promienia projektowanego wynosi $R_p = 300$ m. Wykres strzałek eksploatacyjnych opracowany na podstawie danych z MMS z linką pomiarową oznaczono kolorem brązowym, natomiast dla pomiarów przeprowadzonych z minipryzmatem GMP111 oznaczono kolorem zielonym. Wartość promienia istniejącego obliczonego na podstawie pomiarów przykładnicą magnetyczno-pomiarową z linką pomiarową wynosi $R_L = 259$ m ≈ 260 m, zaś z minipryzmatu GMP111 wynosi $R_{GMP111} = 263$ m ≈ 260 m. Graniczne wartości promieni łuku dla toru zwrotnego odpowiednio wynoszą $R_{max} = 333$ m i $R_{min} = 273$ m. Istniejąca wartość promienia toru zwrotnego eksploatowanego jest przekroczona.

Tabela 2. Arkusz uzupełniający badania technicznego – pomiar strzałek eksploatacyjnych

Table 2. Sheet complementary technical examination – measurement versines in exploitation

Odcięta x_i [m]:	3,5	7,0	10,5
Dopuszczalna wartość maksymalna strzałki eksploatacyjnej f_{max} [mm]	67	90	67
Dopuszczalna wartość minimalna strzałki eksploatacyjnej f_{min} [mm]	55	73	55
Wartość strzałki istniejącej - pomiar przykładnicą z linką pomiarową [mm]	66	95	78
Wartość strzałki istniejącej - pomiar przykładnicą z minipryzmatem GMP111 [mm]	71	93	78
Wartość strzałki eksploatacyjnej nominalnej [mm]	61	82	61

Tor zwrotny rozjazdu zwyczajnego uległ zniekształceniu w wyniku ciągłej eksploatacji. Przekraczając dopuszczalne odchyłki strzałek łuku f_{max} dla wartości promienia granicznego w punktach o odciętej x_i : 3,5 m; 7,0 m; 10,5 m. Wprowadzenie zamknięcia ruchu w torze zasadniczym i utrzymanie eksploatacji ruchowej, tylko w torze zwrotnym rozjazdu w dwóch kierunkach, powoduje nieprawidłowości toru zwrotnego. Zniekształcenie w płaszczyźnie poziomej jest największe w części końcowej ($x_i = 10,5$ m) i centralnej ($x_i = 7,0$ m) wyłukowania toru zwrotnego. Maksymalna różnica wartości strzałki istniejącej w stosunku do nominalnej występuje w punkcie o odciętej $x_i = 10,5$ m wynosząc 17 mm, która w odniesieniu do wartości odchyłki dopuszczalnej f_{max} jest przekroczona o 11 mm. Zniekształcony łuk kołowy toru zwrotnego charakteryzuje się nie tylko nieprawidłowymi wartościami strzałek eksploatacyjnych dla stałej cięciwy, ale posiada również nieprawidłowe położenie względem osi torowiska i wierzchołka kąta zwrotu. Promień łuku istniejącego uległ zmniejszeniu na całej długości tego łuku, przekraczając wartość promienia granicznego.



Rys. 7. Wykresy strzałki eksploatacyjnej w torze zwrotnym rozjazdu

Fig. 7. Charts Versines in exploitation in diverging routes – tracks

4. Wnioski

Na podstawie przeprowadzonych prac pomiarowych z użyciem MMS w pomiarach strzałek eksploatacyjnych toru zwrotnego rozjazdu zwyczajnego stwierdzono, że:

- umożliwia montaż pryzmatów geodezyjnych (standardowych jak i specjalnych) z usytuowaniem stanowiska tachymetru poza strefą czynną (eksploatowaną) torowiska,
- oś pionowa pryzmatów geodezyjnych w zależności od celu pomiaru elementów infrastruktury kolejowej jest odniesiona do punktu dolnej wewnętrznej lub zewnętrznej krawędzi głównej szyny toru lub punktu wyznaczonego 14 mm poniżej górnej tocznej powierzchni główki szyny,
- zapewnia pracę modułową, w zależności od celu pomiaru dobierając odpowiedni tryb pracy,
- zastosowanie w trybie pracy z pryzmatami geodezyjnymi zwiększa szybkość przeprowadzenia prac pomiarowych w strefie czynnej infrastruktury kolejowej, a tym samym skraca konieczność bezpośredniego przebywania na torach eksploatowanych,
- rozmiar elementów szklanych w pryzmacie, ich geometria i rozmieszczenie w obudowie, powłoka, orientacja w przestrzeni, posiadają wpływ na dokładność pomiaru. MMS umożliwia zastosowanie w tego typu pomiarach m.in. modułowych pryzmatów kulowych z bazową płytą centrującą,
- zapewnia szybki montaż i demontaż na szynie, umożliwiając pomiar w czynnych torach i rozjazdach, z zachowaniem zasad bezpieczeństwa i higieny pracy.

Warunkami utrudniającymi realizację prac pomiarowych w trakcie eksploatacji są również: niekorzystne warunki oświetleniowe, drgania przejeżdżającego taboru kolejowego, zapylenia, warunki atmosferyczne, zanieczyszczenia i smar elementów konstrukcyjnych rozjazdu, dobór stanowiska tachymetru itp.

Wyniki pomiarów z zastosowaniem MMS, wykazały zdeformowany stan krzywizny toru zwrotnego rozjazdu typu S60 – 1:9 – 300, przekraczając dopuszczalne odchyłki strzałek łuku toru zwrotnego. Przykładnica magnetyczno-pomiarowa zapewnia prawidłowe i bezpieczne prowadzenie prac pomiarowych strzałek eksploatacyjnych w rozjazdach i w torach kolejowych.

Literatura

- [1] Kampczyk A.: Pomiar strzałek montażowych toru zwrotnego w rozjeździe. Przegląd Geodezyjny, nr 5, 2017, s. 4-9.
- [2] Instrukcja o oględzinach, badaniach technicznych i utrzymaniu rozjazdów Id-4 (D-6), PKP PLK S.A., Warszawa 2015.
- [3] Kampczyk A.: Przykładnica magnetyczno-pomiarowa i jej zastosowanie. Zgłoszenie patentowe P.420214.
- [4] Kampczyk A.: Systemy wspomagania procesów decyzyjnych w infrastrukturze kolejowej, Trendy i rozwiązania technologiczne – odpowiedź na potrzeby współczesnego społeczeństwa, Wydawnictwo Naukowe Tygiel, Tom 2, s. 44-60, Lublin 2017.

- [5] Bałuch H., Bałuch M.: Eksploatacyjne metody zwiększenia trwałości rozjazdów kolejowych, Wydawca Centrum Naukowo-Techniczne Kolejnictwa, Warszawa 2009.
- [6] Bałuch J.: System oceny nierówności poziomych w rozjazdach kolejowych. Problemy Kolejnictwa, Z. 142, 2006, s. 85-114.
- [7] <https://semaforek.kolej.org.pl/wiki/images/a/a3/Borowiany.png> {dostęp: 27.08.2017 r.}.
- [8] Warunki techniczne utrzymania nawierzchni na liniach kolejowych Id-1 (D-1), PKP PLK S.A., Warszawa 2005.
- [9] Lichtberger B.: Handbuch Gleis: Unterbau, Oberbau, Instandhaltung, Wirtschaftlichkeit. DVV Media Group GmbH/Eurailpress, Hamburg 2010.
- [10] Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 10 września 1998 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budowle kolejowe i ich usytuowanie (Dz.U. 1998 nr 151 poz. 987).
- [11] Standard techniczny „O organizacji i wykonywaniu pomiarów w geodezji kolejowej” GK-1. Uchwała Nr 8 Zarządu PKP S.A. z dnia 12 stycznia 2016 r. w sprawie przyjęcia Standardu technicznego „O organizacji i wykonywaniu pomiarów w geodezji kolejowej” GK-1, Warszawa 2015.
- [12] Instrukcja o organizacji i wykonywaniu pomiarów w geodezji kolejowej D-19. Załącznik do Zarządzenia Nr 144 Zarządu PKP z dnia 23 października 2000 r.

A MAGNETIC-MEASURING SQUARE IN MEASUREMENT OF EXPLOITATION VERSINES IN SINGLE TURNOUTS

Summary

This paper discusses issues related to measuring the sagittas (versines) of a diverging track in a normal turnout (single turnout), and includes proprietary measurements. The position of a diverging track in horizontal plane is determined based on the results of measurements of sagittas at a fixed chord. The permissible values of curvature sagittas in normal turnouts are dependent on the radius of the turnout's diverging track. The chord length, the permissible values of curvature sagittas, and the step (abscissa x_i) of the sagittas measurement is dependent on the radius of the turnout's reverse direction. The article discusses results of measurements of sagitta values that were obtained with the use of a magnetic-measuring square (MMS). This publication is based on the use of a proprietary MMS instrument for measuring sagittas in two modes:

- using a mandrel with a guide, an edge plate, and a measurement rope and measurement bow (allows to measure sagittas for different chord lengths, depending on the type and kind of turnout),
- using a 2M mandrel, edge plate, GMP111 mini-prism.

The obtained results confirm the usability of the MMS instrument for measuring sagittas. The proprietary solution may be categorized under geodetic and diagnostic works, constituting their optimization. The research also provided an answer to the question of the diverging track's condition in horizontal plane. The Id-4 manual for inspections, technical assessment and maintenance of turnouts necessitates drawing up technical documentation in the form of a Supplementary Sheet for Technical Inspection of sagitta measurements. MMS ensures the obtaining of data for the technical documentation. The paper includes proprietary observations and conclusions. The article was prepared as part of the AGH statutory research no. 11.11.150.005.

Keywords: MMS, turnout (diverted track), track curve versines, curvature of turnouts, Versine Measuring Device (Versine Measuring Instrument)

Przesłano do redakcji: 30.08.2017 r.

Przyjęto do druku: 29.12.2017 r.