

Artykuł recenzowany: Elektroniczny system do przestrzennych pomiarów inwentaryzacyjnych geometrii urządzeń techniczno-eksploatacyjnych i torów w transporcie szynowym

TOROMIERZ DTG

STRESZCZENIE: Elektroniczny system do przestrzennych pomiarów inwentaryzacyjnych geometrii urządzeń techniczno-eksploatacyjnych i torów w transporcie szynowym. Artykuł opisuje problematykę geodezyjno-diagnostycznych pomiarów urządzeń, jakimi są rozjazdy, skrzyżowania czy hamulce torowe. Przedstawiono w nim przykłady autorskich pomiarów rozjazdu zwyczajnego wykonanych wdrażanym w Polsce cyfrowym toromierzem elektronicznym typu DTG (Digital Track Gauge).

ABSTRACT: Electronic system for 3D mapping of track rails geometry, track furnishing and along-track facilities in rail transportation. The paper discusses issues pertaining to surveys of geometry and diagnostics of rails and rail track facilities like switches, crossovers and wagon retarders. The discussion is supported by an example of survey of a standard track switch, made by the author with the use of the DTG (Digital Track Gauge), electronic device, just introduced in Poland.

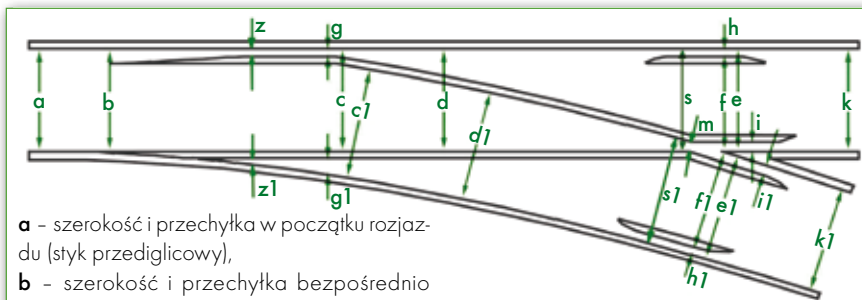
produkujących cyfrowe toromierze elektroniczne i specjalistyczne oprogramowanie. Dodatkowo należy uwzględnić podział kompetencji w zakresie prowadzenia pomiarów i zakładania komputerowych arkuszy badań technicznych oraz ich przekazywania do właścicieli (zarządców) danego urządzenia. Dane uzyskane przez geodetów (zarówno pracujących w ZDP, jak i w firmach świadczących usługi geodezyjne dla przedsiębiorstw będących zarządcami dróg kolejowych, tramwajowych, bocznic kolejowych itp.) muszą być prawidłowo

ARKADIUSZ KAMPCZYK

Współczesne pomiary geodezyjne i diagnostyczne nawierzchni i podtorza kolejowego są jednym z podstawowych warunków efektywnego, zautomatyzowanego i bezpiecznego zarządzania liniami kolejowymi. Ze względów ekonomicznych należy automatyzować procesy pomiarowe w zakresie ciągłego monitorowania geometrii torów i rozjazdów. Artykuł ujmuje jedynie najważniejsze aspekty zarówno pomiarów inwentaryzacyjnych urządzeń, jak i systemu pomiarowego Digital Track Gauge (DTG).

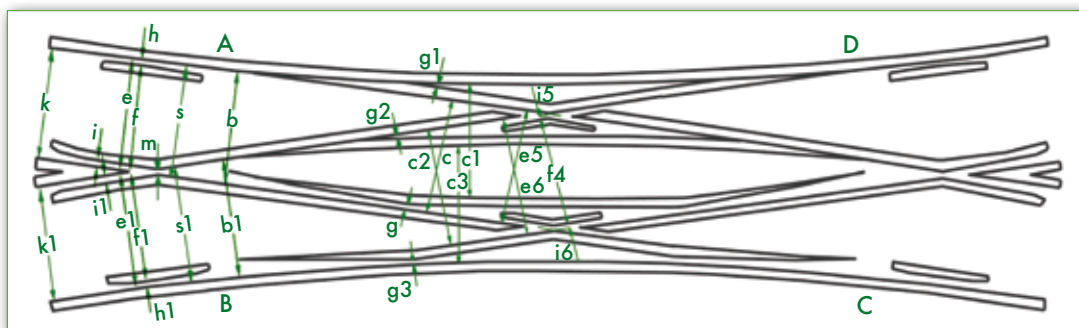
Geodezyjno-diagnostyczny monitoring torowych urządzeń techniczno-eksploatacyjnych jest działaniem kompleksowym, na bieżąco dostarczającym wiarygodnych informacji o zmianach ich geometrii. Wprowadzenie i stopniowe uruchomienie takiego systemu kontrolno-pomiarowego, a zarazem utrzymanie w stałej aktualności komputerowej bazy danych, wymaga ciągłej współpracy fachowców z tzw. zespołów diagnostyczno-pomiarowych (ZDP) przedsiębiorstw odpowiedzialnych za stan urządzeń techniczno-eksploatacyjnych oraz firm

Rys. 1. Punkty charakterystyczne rozjazdów zwyczajnych (Rz)



- a** – szerokość i przechyłka w początku rozjazdu (styk przediglicowy),
- b** – szerokość i przechyłka bezpośrednio przed początkiem iglicy,
- c** – szerokość i przechyłka w zwrotnicy w kierunku zasadniczym rozjazdu,
- c1** – szerokość i przechyłka w zwrotnicy w kierunku odgałęźnym rozjazdu,
- d** – szerokość i przechyłka w szynach tączących w kierunku zasadniczym rozjazdu,
- d1** – szerokość i przechyłka w szynach tączących w kierunku odgałęźnym rozjazdu,
- z** – szerokość pomiędzy opornicą a iglicą w kierunku zasadniczym rozjazdu (koniec odcinka frezowanego dla iglic szynowo-sprężystych), tzw. miejsce przejścia iglicy od profilu pełnego do zestruganego,
- z1** – szerokość pomiędzy opornicą a iglicą w kierunku odgałęźnym rozjazdu (koniec odcinka frezowanego dla iglic szynowo-sprężystych), tzw. miejsce przejścia iglicy od profilu pełnego do zestruganego,
- g** – szerokość pomiędzy opornicą a iglicą w kierunku zasadniczym rozjazdu (koniec odcinka frezowanego dla iglic czopowych), tzw. miejsce przejścia iglicy od profilu pełnego do zestruganego,
- g1** – szerokość pomiędzy opornicą a iglicą w kierunku odgałęźnym rozjazdu (koniec odcinka frezowanego dla iglic czopowych), tzw. miejsce przejścia iglicy od profilu pełnego do zestruganego,

- e** – szerokość i przechyłka na dziobie krzyżownicy w kierunku zasadniczym rozjazdu,
- e1** – szerokość i przechyłka na dziobie krzyżownicy w kierunku odgałęźnym rozjazdu,
- h** – szerokość pomiędzy kierownicą a tokiem zewnętrznym w kierunku zasadniczym rozjazdu,
- h1** – szerokość pomiędzy kierownicą a tokiem zewnętrznym w kierunku odgałęźnym rozjazdu,
- i** – szerokość i głębokość żłobka w krzyżownicy w kierunku zasadniczym rozjazdu (na prosto),
- i1** – szerokość i głębokość żłobka w krzyżownicy w kierunku zwrotnym – odgałęźnym rozjazdu (na krzywo),
- m** – szerokość w gardzieli krzyżownicy (szerokość pomiędzy szynami kolankowymi, tzw. skrzydłowymi),
- s** – szerokość i przechyłka w końcu łukowania rozjazdu w kierunku zasadniczym rozjazdu,
- s1** – szerokość i przechyłka w końcu łukowania rozjazdu w kierunku odgałęźnym rozjazdu,
- f** – wartość parametru $f = e - h$ w krzyżownicy w kierunku zasadniczym rozjazdu,
- f1** – wartość parametru $f1 = e1 - h1$ w kierunku zwrotnym – odgałęźnym rozjazdu,
- k** – szerokość i przechyłka na końcu rozjazdu w kierunku zasadniczym rozjazdu,
- k1** – szerokość i przechyłka na końcu rozjazdu w kierunku odgałęźnym rozjazdu.



Rys. 2. Punkty charakterystyczne rozjazdów krzyżowych podwójnych (Rkpd), tzw. angielskich

i umiejętnie zinterpretowane, by odpowiednio służyły na bieżąco uzyskiwały wiarygodne informacje o stanie takiego urządzenia.

● POMIARY INWENTARYZACYJNE GEOMETRII ROZJAZDÓW

Prawidłowo przeprowadzone pomiary inwentaryzacyjne geometrii urządzeń techniczno-eksploatacyjnych, a następnie ich analiza i ocena pozwalają na podjęcie stosownych kroków zaradczych, zanim niepokojące zjawisko czy przekroczenie danego parametru stanie się niebezpieczne dla życia i zdrowia ludzi oraz spowoduje zagrożenie bezpieczeństwa ruchu w transporcie szynowym czy w jego bliskim otoczeniu. Do tych urządzeń techniczno-eksploatacyjnych należą: rozjazdy, skrzyżowania torów, wyrzutnie płozów hamulcowych, krzyżownice torów przy obrotnicach oraz przyrządy wyrównawcze [1]. W zakres prac do celów diagnozy wchodzi przede wszystkim:

- oględziny,
- badania techniczne (przeglądy),
- badania specjalne, których zakres jest ustalony indywidualnie,
- analiza i ocena wyników.

Zakres i metody pomiarów, dopuszczalne odchyłki eksploatacyjne oraz dokumentację badań diagnostycznych roz-

jazdów regulują instrukcje branżowe [3] i [4] stosowane w przedsiębiorstwach kolejowych oraz zakładach przemysłowych wyposażonych w bocznice, tory odstawcze, przeładunkowe itp. Zgodnie z wymaganiami instrukcji Id-4 (D-6) wymienione badania obejmują:

- sprawdzenie stanu technicznego wszystkich części konstrukcyjnych,
- sprawdzenie układu geometrycznego,
- sprawdzenie działania i ocenę stanu utrzymania,
- pomiar geometrii rozjazdu w zakresie szerokości toru, przechyłki, żłobków oraz innych parametrów wskazanych w arkuszach badania technicznego rozjazdów (metrykach, kartotekach),
- sprawozdanie, analiza i ocena parametru wichrowatości rozjazdu.

Pomiary inwentaryzacyjne geometrii rozjazdów dla badań technicznych wykonuje się w punktach charakterystycznych, które są wykazane w arkuszach badania technicznego (metrykach). Punkty te dla rozjazdu zwyczajnego pokazano na rys. 1 (wraz z opisem), a dla rozjazdu krzyżowego podwójnego, zwanego angielskim – na rys. 2.

Właściwe i dopuszczalne odchylenia w odpowiednich rozjazdach oraz skrzyżowaniach zawiera instrukcja Id-4 (D-6), a faktyczne wartości elementów uzyska-

ne podczas pomiarów należy wpisać do odpowiednich dokumentów. W tabeli poniżej przedstawiono wymiary właściwych i dopuszczalnych odchyłek dla kilku wybranych rozjazdów i skrzyżowań typu S49.

Rozjazd jako urządzenie techniczno-

kolejowe (eksploatacyjne) jest umocowany na sprężysto-plastycznym podłożu o zmiennej sztywności i zmiennym tłumieniu. Po nim toczą się koła pojazdu, których naciski zależą od ich geometrii, obciążenia osiowego oraz prędkości jazdy. W ogólnym przypadku rozjazd jest zatem obciążony zmiennymi wartościami sił pionowych, poprzecznych i wzdłużnych. Różnice w obciążeniu pionowym kół danego zestawu (powodowane np. odchyłką w ułożeniu pionowym toków jezdnych) są niewielkie.

Do specjalistycznych pomiarów geometrii rozjazdów wykorzystuje się zarówno klasyczne przyrządy pomiarowe wymagające ręcznego zapisywania wyników w arkuszach badania technicznego, jak i elektroniczne zautomatyzowane systemy pomiarowe umożliwiające integrację technik pomiarowych, automatyczną rejestrację wyników pomiarów, przeprowadzenie analiz oraz uzyskiwanie komputerowych wydruków arkuszy badania technicznego.

Powszechnie stosowanym przyrządem pomiarowym, który w sposób bezpośredni umożliwia określenie wartości parametrów charakterystycznych geometrii rozjazdów, jest tzw. toromierz uniwersalny. Pomiar taki wykonuje się ręcznie, odczytując bezpośrednio wartości przeswitu i przechyłki oraz innych paramet-

WYMIARY WŁAŚCIWE I DOPUSZCZALNE ODCHYLENIA W WYBRANYCH ROZJAZDACH S49

Opis rozjazdu (typ, promień skos)	Szerokość toru								Odległość		Szerokość żłobka					
	Wymiary właściwe [mm]															
	a	b	c	c1	d	d1	e	e1	f	f1	g	g1	h	h1	i	i1
	Dopuszczalne odchylenia [mm]															
	+5	+5	+5	+5	+5	+8	+6	+6	+2	+2	+5	+5	+4	+4	+4	+4
	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-2	-2	-3	-3	-3	-3	0	0	0	0
S49 - 190 - 1:9 zwyczajne i łukowe dwustronne	1441	1445	1435	1441	1435	1441	1435	1435	1394	1394	70,7	77,6	41	41	44	44
S49 - 190 - 1:7,5/1:6,6 zwyczajne i łukowe dwustronne	1441	1445	1435	1441	1435	1441	1435	1441	1394	1394	70,7	77,6	41	47	44	50
S49 - 300 - 1:9 zwyczajne i łukowe jedno- i dwustronne	1435	1440	1435	1435	1435	1435	1435	1435	1394	1394	78,3	78,3	41	41	44	44
S49 - 500 - 1:12/1:9 i S49 - 500 - 1:14 zwyczajne i łukowe jedno- i dwustronne	1435	1441	1435	1435	1435	1435	1435	1435	1394	1394	77,6	77,6	41	41	44	44
S49 - 1200 - 1:18,5 zwyczajne i łukowe jedno- i dwustronne	1435	1439	1435	1435	1435	1435	1435	1435	1394	1394	77,6	77,6	41	41	44	44



Rys 3. Ręczny toromierz elektroniczny RTE 2 firmy PROVENTUS

trów. Elektroniczne systemy pomiarowe umożliwiają poprawę dokładności i ekonomiki pomiarów. Ostatnio w Polsce zostały wdrożone dwa typy takich urządzeń: Ręczny Toromierz Elektroniczny RTE 2 (rys. 3) produkcji firmy PROVENTUS z Katowic oraz Digital Track Gauge DTG (rys. 4) produkcji firmy GRAW – Laserowe Systemy Pomiarowe z Gliwic.

● ELEKTRONICZNY SAMOREJSTRUJĄCY TOROMIERZ DTG

Toromierz DTG jest łatwy w obsłudze, dokładny, waży 2,4 kg i jest odporny na deszcz i mróz [6]. Pomiar autorski wykazały, że jednorazowe zasilanie pozwala na 24 godziny pracy. Przyrząd jest wyposażony w rejestrator z kolorowym wyświetlaczem i klawiaturą. W czasie pomiarów rejestrator jest montowany na tzw. listwie (belce) toromierza, pozwalając na wykonywanie pomiarów oraz wprowadzanie dodatkowych informacji, w tym również uzyskanych w wyniku kontroli wizualnej. Wartości zmierzonych parametrów geometrycznych (szerokości albo przechyłki) są wyświetlane na ekranie (rys. 5). Przekroczenia tolerancji są sygnalizowane kolorem czerwonym. DTG pracuje w dwóch trybach pomiarowych: rozjazdowym i torowym. Dodatkowo są również wyświetlane i rejestrowane: data i godzina pomiaru oraz temperatura otoczenia. Odpowiednio dla trybu pomiaru toru wyświetlany i rejestrowany jest kilometr mierzonej linii kolejowej.

Pojemność pamięci rejestratora jest uzależniona od trybu pracy: dla pomiaru geometrii toru obejmuje 500 km, a dla pomiaru geometrii rozjazdów – 1000 sztuk. Istnieje możliwość odłączenia rejestratora od belki toromierza i przeglądania wykonanych pomiarów, np. w miejscu dokonywania analizy, przedstawiania wyników pomiarów inwentaryzacyj-

nych komisji prowadzącej badania techniczne oraz przenoszenie ich do komputera PC czy po prostu ręcznego przepisania z rejestratora do tradycyjnych arkuszy badań technicznych rozjazdów.

Przyrząd pomiarowy jest izolowany, co oznacza, że elementy jego konstrukcji w czasie styku w punkcie A szyny toku lewego z punktem B szyny toku prawego są oddzielone od siebie odpowiednim izolatorem. Zapobiega to zagrożeniu bezpieczeństwa ruchu, co jest bardzo ważną cechą przyrządu do pomiarów w geodezji kolejowej. Instrukcja branżowa Id-4 (D6) zabrania na liniach kolejowych wyposażonych w tzw. blokadę samoczynną stosowania toromierzy nieizolowanych. DTG, w odróżnieniu od toromierza RTE 2 PROVENTUS, pozwala na dokonywanie pomiaru wartości tzw. żłobków prawych i lewych oraz odlegania iglic – maksymalnie do 200 mm. Zakres pomiarów geometrycznych zarówno w płaszczyźnie poziomej, jak i pionowej dla szerokości toru wynosi od -20 mm do + 55 mm, a dla przechyłki – do 200 mm.

● BADANIA TOROMIERZA DTG

Pomiar doświadczalny przeprowadzono na kilkunastu rozjazdach na stacji Tarnowskie Góry (województwo śląskie), która jest największą stacją towarową (rozrządową) w Polsce, a zarazem jedną z największych w Europie. W artykule

przedstawiono i omówiono wyniki pomiarów autorskich dla rozjazdu zwyczajnego – lewego typu Rz S49 – 190 – 1:9, co oznacza: rozjazd zwyczajny z szyn typu S49, o promieniu łuku $R = 190$ m, skosie 1:9. Rok produkcji i ułożenia tego urządzenia to 1984, zaś punkt matematyczny rozjazdu został zlokalizowany na 34,422 kilometry linii kolejowej nr 131. Pomiar inwentaryzacyjny geometrii rozjazdu dla tzw. badań technicznych przeprowadzono dla punktów charakterystycznych określonych i zdefiniowanych według rys. 1.

Dostarczone przez producenta oprogramowanie typu TEESwitch DTG umożliwia tworzenie i drukowanie raportów oraz komputerowych arkuszy badania technicznego rozjazdów i torów. Przedsiębiorstwa działające na terenie Polski korzystają z dwóch możliwości uzyskania wydruków komputerowych:

- wydruk raportu zgodnie z instrukcją branżową Id-4 (D6) (rys. 6),
- wydruk raportu z toromierza DTG (rys. 7),

Na cyfrowy arkusz badania technicznego rozjazdu nr 71 (rys. 6) składają się następujące zasadnicze części:

- nagłówek zawierający opis rozjazdu i lokalizację;
- rysunek schematyczny rozjazdu, na którym przeprowadzono pomiary geometrii (stwierdzono brak możliwości uzyskania bezpośrednio schematu rysunku dla rozjazdu zwyczajnego lewego, producent udostępnił tylko rysunki dla rozjazdu zwyczajnego prawego);
- tabela danych pomiarowych zawierająca 3 główne wiersze: ● wartości właściwe parametru szerokości i dopuszczalne odchylenia w mm, ● wartości właściwe parametru przechyłki i dopuszczalne



Rys 4. Podstawowe elementy toromierza DTG firmy GRAW: stopka lewa – ruchoma, stopka prawa – stała, rejestrator

odchylenia w mm, ● wartości zbadane w mm szerokości i przechyłki (przekroczenia dopuszczalnych odchyień są automatycznie oznaczane kolorem czerwonym);

- dodatkowe informacje, zalecenia i uwagi, takie jak: temperatura pomiaru, podpis, data, stwierdzone braki lub rodzaj uszkodzenia czy zalecone obostrzenia eksploatacyjne;

- skład komisji prowadzącej badania techniczne.

Stwierdzono, że wartości właściwe parametru szerokości i przechyłki oraz dopuszczalne odchylenia dla rozjazdu Rz S49 – 190 – 1:9 przedstawione w cyfrowym arkuszu badania technicznego rozjazdu nr 71 (rys. 6) są zgodne z instrukcją Id-4 (D-6). Dodatkowo dokonano również pomiaru tzw. parametru odlegania OL i OP, którymi w przypadku rozjazdu Rz są odpowiednio:

- OL – wartość odlegania lewego iglicy od opornicy,

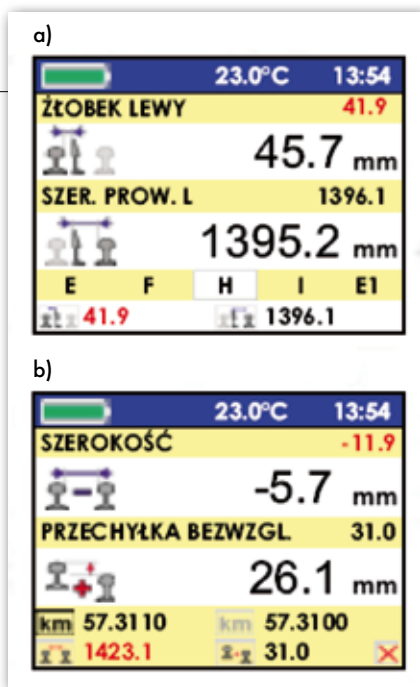
- OP – wartość odlegania prawego iglicy od opornicy.

Natomiast wydruk raportu z toromierza DTG (rys. 7) składa się z trzech zasadniczych części:

- nagłówka raportu – zawierającego opis rozjazdu i lokalizację,

- rysunku schematycznego rozjazdu, na którym przeprowadzono pomiar geometrii (tutaj również stwierdzono brak możliwości uzyskania bezpośredniego schematu rysunku dla rozjazdu zwichajnego lewego),

- tabeli danych pomiarowych zawierającej 3 główne kolumny: ● wartości właściwe – zgodne z instrukcją Id-4 (D-6) – parametru szerokości i dopuszczalne



Rys. 5. Wyświetlacz DTG podczas pomiaru geometrii rozjazdu (a) i toru (b)

odchylenia w mm, ● wartości właściwe – zgodne z instrukcją Id-4 (D-6) – parametru przechyłki i dopuszczalne odchylenia w mm, ● wartości zbadane w mm szerokości i przechyłki.

Przekroczenia parametrów są automatycznie oznaczane kolorem czerwonym. Stwierdzono błędne nazwanie przechyłką kolumny zbadanych wartości parametru szerokości (rys. 7).

Oprogramowanie dostarczane z toromierzem pozwala na archiwizację wyników pomiarów i wydruk protokołów pomiarowych. Moduł metryk rozjazdów umożliwia stworzenie bazy tych metryk będących w dyspozycji danej sekcji eksploatacji czy regionu. Moduł pomiarów geometrii rozjazdów stanowi bazę z wynikami pomiarów wykonanych toromie-

rzem DTG. Dodatkowo oprogramowanie umożliwia pełną inwentaryzację rozjazdów, stworzenie elektronicznej bazy pomiarów parametrów geometrycznych oraz kształtuje metodykę oceny stanu technicznego.

Bardzo ważnym parametrem geometrycznym, na który należy zwrócić uwagę podczas analizy i ostatecznej oceny, jest tzw. parametr wchrowatości rozjazdu „Wrozj” (rys. 8). Pozwala on dostrzec zależności pomiędzy zmierzonymi wartościami parametrów przechyłki (P12 i P13) na dwóch drogach rozjazdu zawierających wspólny fragment. Jest wyliczany jako różnica przechyłek zmierzonych na każdej z dróg w miejscach równo odległych od wybranego wspólnego punktu obu dróg. Wielkość tego parametru jest analizowana np. po wykojeniu pociągu

W Niemczech firma Ingenieurbüro für Eisenbahnbau Werner Mohrbach GmbH stosuje już od kilku lat tzw. elektroniczne (cyfrowe) arkusze badań technicznych rozjazdów (Weichenkarteiblatt) [8]. W naszym kraju wdrożenie elektronicznych arkuszy badań technicznych rozjazdów jest ograniczone wymogami instrukcji Id-4 (D-6), która nie przedstawia w sposób bezpośredni i ścisły możliwości wykorzystania elektronicznych technologii pomiarowych, jak również stosowania komputerowych arkuszy badania technicznego rozjazdów.

Warto zaznaczyć, że stosowanie elektronicznych systemów pomiarowych w dziedzinie geometrii rozjazdów, w tym dla badań technicznych, stwarza możliwość założenia zintegrowanych baz rozjazdowych z prowadzeniem ciągłego

Rys. 6. Wydruk raportu zgodnie z instrukcją branżową Id-4 (D6)

ARKUSZ BADANIA TECHNICZNEGO ROZJAZDU																																																																																																												
Stacja tam góry																																																																																																												
Okręg nastawczy																																																																																																												
Nr rozjazdu 71																																																																																																												
Rodzaj Zwyczajny lewy																																																																																																												
Typ RZ S 49-190-1:9 L																																																																																																												
Nr toru / Rodzaj toru /																																																																																																												
Data badania technicznego																																																																																																												
Data pomiaru 2006-10-24																																																																																																												
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="18">Wymiary właściwe szerokości i dopuszczalne odchylenia [mm]</th> </tr> <tr> <th>A</th><th>B</th><th>C</th><th>C1</th><th>D</th><th>D1</th><th>E</th><th>F</th><th>F1</th><th>G</th><th>H</th><th>I</th><th>J</th><th>K</th><th>L</th><th>M</th><th>N</th><th>O</th><th>P</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1441</td><td>1445</td><td>1435</td><td>1441</td><td>1435</td><td>1441</td><td>1435</td><td>1435</td><td>1394</td><td>1394</td><td>41</td><td>41</td><td>44</td><td>44</td><td>163</td><td>160</td><td>78</td><td>78</td> </tr> <tr> <td>+5</td><td>+5</td><td>+5</td><td>+5</td><td>+5</td><td>+5</td><td>+5</td><td>+5</td><td>+2</td><td>+2</td><td>+4</td><td>+4</td><td>+4</td><td>+4</td><td>+10</td><td>+10</td><td>+100</td><td>+100</td> </tr> <tr> <td>-3</td><td>-3</td><td>-3</td><td>-3</td><td>-3</td><td>-3</td><td>-2</td><td>-2</td><td>-2</td><td>-2</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>-10</td><td>-10</td><td>0</td><td>0</td> </tr> </tbody> </table>																		Wymiary właściwe szerokości i dopuszczalne odchylenia [mm]																		A	B	C	C1	D	D1	E	F	F1	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	1441	1445	1435	1441	1435	1441	1435	1435	1394	1394	41	41	44	44	163	160	78	78	+5	+5	+5	+5	+5	+5	+5	+5	+2	+2	+4	+4	+4	+4	+10	+10	+100	+100	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-2	-2	-2	-2	0	0	0	0	-10	-10	0	0
Wymiary właściwe szerokości i dopuszczalne odchylenia [mm]																																																																																																												
A	B	C	C1	D	D1	E	F	F1	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P																																																																																										
1441	1445	1435	1441	1435	1441	1435	1435	1394	1394	41	41	44	44	163	160	78	78																																																																																											
+5	+5	+5	+5	+5	+5	+5	+5	+2	+2	+4	+4	+4	+4	+10	+10	+100	+100																																																																																											
-3	-3	-3	-3	-3	-3	-2	-2	-2	-2	0	0	0	0	-10	-10	0	0																																																																																											
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="18">Wymiary właściwe przechyłki i dopuszczalne odchylenia [mm]</th> </tr> <tr> <th>Q</th><th>R</th><th>S</th><th>T</th><th>U</th><th>V</th><th>W</th><th>X</th><th>Y</th><th>Z</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>+5</td><td>+5</td><td>+5</td><td>+5</td><td>+5</td><td>+5</td><td>+5</td><td>+5</td><td>+5</td><td>+5</td> </tr> <tr> <td>-5</td><td>-5</td><td>-5</td><td>-5</td><td>-5</td><td>-5</td><td>-5</td><td>-5</td><td>-5</td><td>-5</td> </tr> </tbody> </table>																		Wymiary właściwe przechyłki i dopuszczalne odchylenia [mm]																		Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	+5	+5	+5	+5	+5	+5	+5	+5	+5	+5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5																																											
Wymiary właściwe przechyłki i dopuszczalne odchylenia [mm]																																																																																																												
Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z																																																																																																			
+5	+5	+5	+5	+5	+5	+5	+5	+5	+5																																																																																																			
-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5																																																																																																			
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="18">Wymiary zbadane [mm]</th> </tr> <tr> <th>Q</th><th>R</th><th>S</th><th>T</th><th>U</th><th>V</th><th>W</th><th>X</th><th>Y</th><th>Z</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1431</td><td>1440</td><td>1435</td><td>1446</td><td>1432</td><td>1446</td><td>1433</td><td>1429</td><td>1278</td><td>1268</td> </tr> <tr> <td>-2</td><td>-5</td><td>-4</td><td>3</td><td>-2</td><td>3</td><td>-5</td><td>11</td><td>35</td><td>41</td> </tr> </tbody> </table>																		Wymiary zbadane [mm]																		Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	1431	1440	1435	1446	1432	1446	1433	1429	1278	1268	-2	-5	-4	3	-2	3	-5	11	35	41																																											
Wymiary zbadane [mm]																																																																																																												
Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z																																																																																																			
1431	1440	1435	1446	1432	1446	1433	1429	1278	1268																																																																																																			
-2	-5	-4	3	-2	3	-5	11	35	41																																																																																																			
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Stwierdzone braki lub rodzaj uszkodzenia</th> <th>Termin usunięcia</th> <th>Wyszczególnienie usuniętego uszkodzenia</th> <th>Podpis</th> <th>Data</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>wartości przekraczające dopuszczalne parametry szerokości i przechyłki oznaczono w tabeli kolorem czerwonym</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>																		Stwierdzone braki lub rodzaj uszkodzenia	Termin usunięcia	Wyszczególnienie usuniętego uszkodzenia	Podpis	Data	wartości przekraczające dopuszczalne parametry szerokości i przechyłki oznaczono w tabeli kolorem czerwonym																																																																																					
Stwierdzone braki lub rodzaj uszkodzenia	Termin usunięcia	Wyszczególnienie usuniętego uszkodzenia	Podpis	Data																																																																																																								
wartości przekraczające dopuszczalne parametry szerokości i przechyłki oznaczono w tabeli kolorem czerwonym																																																																																																												
<table border="1"> <tr> <td>Obostrzenia eksploatacyjne</td> <td>Temperatura pomiaru: 22.2°C</td> <td colspan="16"></td> </tr> </table>																		Obostrzenia eksploatacyjne	Temperatura pomiaru: 22.2°C																																																																																									
Obostrzenia eksploatacyjne	Temperatura pomiaru: 22.2°C																																																																																																											

Wymiary właściwe szerokości i dopuszczalne odchylenia [mm]				Wymiary właściwe przechyłki i dopuszczalne odchylenia [mm]			Wymiary zbadane [mm]	
Nazwa	Wartość nominalna a	Tolerancja dodatnia	Tolerancja ujemna	Wartość nominalna a	Tolerancja dodatnia	Tolerancja ujemna	Przechyłki a	Przechyłki a
A	1441	+5	-3	0	+5	-5	1451	2
B	1445	+5	-3	0	+5	-5	1460	-5
C	1435	+5	-3	0	+5	-5	1445	-4
C1	1441	+5	-3	0	+5	-5	1446	0
D	1435	+5	-3	0	+5	-5	1450	-6
D1	1441	+8	-3	0	+5	-5	1446	1
E	1435	+6	-2	0	+5	-5	1433	-5
E1	1435	+6	-2	0	+5	-5	1429	11
F	1394	+2	-2				1378	
F1	1394	+2	-2				1388	
H	41	+4	0				55	
H1	41	+4	0				41	
I	44	+4	0				30	
I1	44	+4	0				41	
OL	160	+10	-10				169	
OP	160	+10	-10				181	
Z	78	+100	0				81	
Z1	78	+100	0				10	

Szerokość

Rys. 7. Wydruk raportu z toromierza DTG (obok) i powiększenie tabeli danych pomiarowych (powyżej)

monitoringu ich położenia geometrycznego.

• NOWOCZESNE TECHNOLOGIE, PRZESTARZAŁE INSTRUKCJE

Zautomatyzowanie systemów pomiarowych bieżącego monitorowania geometrii urządzeń techniczno-eksploatacyjnych i torów w transporcie szynowym wymaga zainwestowania przez spółki kolejowe odpowiednich środków finansowych i przeprowadzenia analiz ekonomicznych. Obecnie na polskim rynku wykorzystuje się kilkanaście różnych toromierzy ręcznych takich producentów, jak: SOLA (klasyczny), REMPOD (klasyczny), KOLZAM (klasyczny), REMPOD (klasyczno-elektroniczny), GRAW (elektroniczny), PROVEN-

TUS (elektroniczny), PPMT (klasyczny). Niektóre toromierze wykazują przeciwnie znaki wartości parametru przechyłki w stosunku do rzeczywistości. W związku z tym w tradycyjnych arkuszach badań technicznych rozjazdów stwierdzono występowanie różnych znaków (plus albo minus) parametru przechyłki. Wartość ta ma wpływ na wyznaczenie parametru wichrowatości.

W podsumowaniu warto przypomnieć, że ważną zaletą zastosowania toromierza DTG do pomiaru geometrii rozjazdów lub torów jest

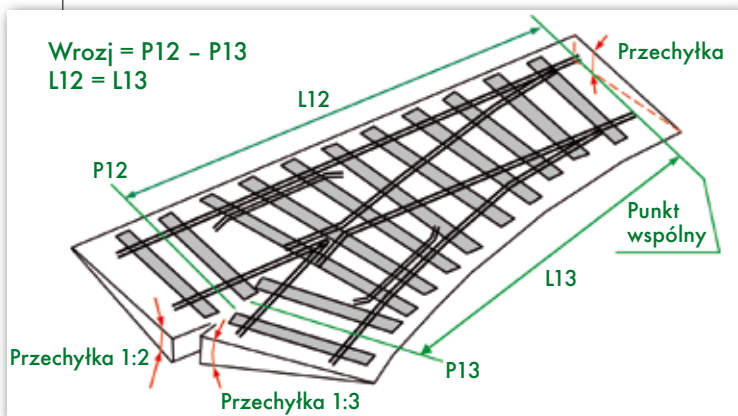
możliwość odłączenia rejestratora od belki toromierza. Odpowiednio do typu rozjazdu wartości zmierzonych parametrów geometrycznych (szerokości albo przechyłki) są wyświetlane na ekranie rejestratora, zaś przekroczone tole-

rancje są sygnalizowane kolorem czerwonym. Cyfrowy toromierz typu DTG pozwala na dokonywanie pomiaru wartości tzw. żłobków prawych i lewych oraz odlegania iglic – maksymalnie do 200 mm. I na zakończenie uwaga natury bardziej ogólnej. Prowadząc modernizację instrukcji branżowych obowiązujących w wielu specjalistycznych przedsiębiorstwach wykorzystujących pomiary z zakresu geodezji inżyniersko-przemysłowej, należy dopuścić

ARKADIUSZ KAMPCZYK
AGH w Krakowie, Wydział Geodezji Górniczej i Inżynierii Środowiska oraz PKP PLK SA,
Zespół Głównego Inżyniera ds. Nawierzchni i Podtorza
RECENZENT:
DR INŻ. MICHAŁ STRACH
AGH w Krakowie, WGGiIŚ,
Katedra Geodezji Inżynierskiej i Budownictwa

Literatura

- 1. Kampczyk A., Preweda E., Sołtys M., 2007: Klasyczne i zautomatyzowane systemy do przestrzennych pomiarów inwentaryzacyjnych urządzeń techniczno-eksploatacyjnych i torów kolejowych, Geomatics and Environmental Engineering, Wydawnictwo AGH, Kraków 2007;
- 2. Kampczyk A., 2009: Systemy monitorowania stanu infrastruktury kolejowej, „Przegląd Geodezyjny” nr 9;
- 3. Id-4 (D-6) Instrukcja o oględzinach, badaniach technicznych i utrzymaniu rozjazdów, Warszawa 2005;
- 4. Id-8 Instrukcja diagnostyki nawierzchni kolejowej, Warszawa 2005;
- 5. D-19 Instrukcja o organizacji i wykonywaniu pomiarów w geodezji kolejowej, Warszawa 2000;
- 6. Instrukcja obsługi cyfrowego toromierza DTG PUT GRAW Laserowe Systemy Pomiarowe, Gliwice;
- 7. Id-14 (D-75) Instrukcja o dokonywaniu pomiarów, badań i oceny stanu torów, Warszawa 2005;
- 8. <http://www.ife-mohrbach.de/>



Rys. 8. Definicja parametru wichrowatości rozjazdu