

Toromierz profilowy TEP – wyniki badań laserowego układu pomiarowego

TEP Rail Head Profile Trolley - test results of the laser measurement system



Marcin Kowalski

dr inż.

P.U.T. Graw sp. z o.o.

kowalski@graw.com

Streszczenie: W artykule opisano przebieg prac badawczych i rozwojowych podjętych w celu opracowania kompaktowego, optycznego układu pomiarowego do pomiarów elementów infrastruktury torowej. Opisano główne cechy optycznych układów pomiarowych oraz przedstawiono wyniki realizowanego projektu badawczego. Autor przedstawił 2 przykłady implementacji opracowanej technologii w przenośnych urządzeniach diagnostycznych: wózkowym toromierzu elektronicznym oraz urządzeniu do tworzenia modeli 3D krzyżownic rozjazdowych.

Słowa kluczowe: Toromierz elektroniczny; Laserowy pomiar główki szyny; Optyka pomiarowa

Abstract: The article describes the course of research and development undertaken to develop a compact, optical measurement system for measuring the elements of track infrastructure. The article describes the main features of the optical measurement systems and the results of the research project. The author presents two examples of the implementation of this technology in the portable diagnostic devices: electronic trolley and in the unit for the creation of 3D models of turnout crossings.

Keywords: Electronic trolley; Laser measurement of rail head; Measurement optics

W badaniach diagnostycznych stanu toru oprócz oceny podstawowych parametrów geometrii toru takich jak przechyłka, szerokość i nierówności toków szynowych niezbędne jest także kontrolowanie wielkości zużycia główek szyn. Kontrolę wielkości zużycia główki szyny można przeprowadzać ręcznie przy użyciu szablonów lub profilomierzy dotykowych lub laserowych (rysunek 1).

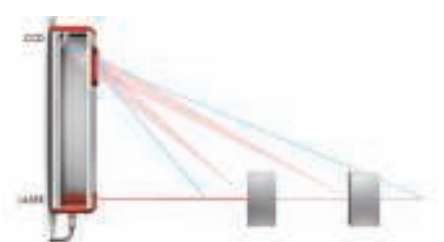
Ręczne metody pomiaru pozwalają skontrolować wielkość zużycia w dowolnym, wybranym przez diagnostę przekroju szyny. Jest zupełnie naturalne, że dąży się do zastąpienia takich punktowych informacji, pomiarami ciągłymi z możliwością prezentowania wyników analiz w postaci wykresów, tabel i ocen dla wybranych odcinków toru podobnie jak dla podstawowych parametrów stanu toru. Możliwość ciągłego pomiaru zużycia główki szyny stwarza zastosowanie laserowych systemów pomiarowych instalowanych



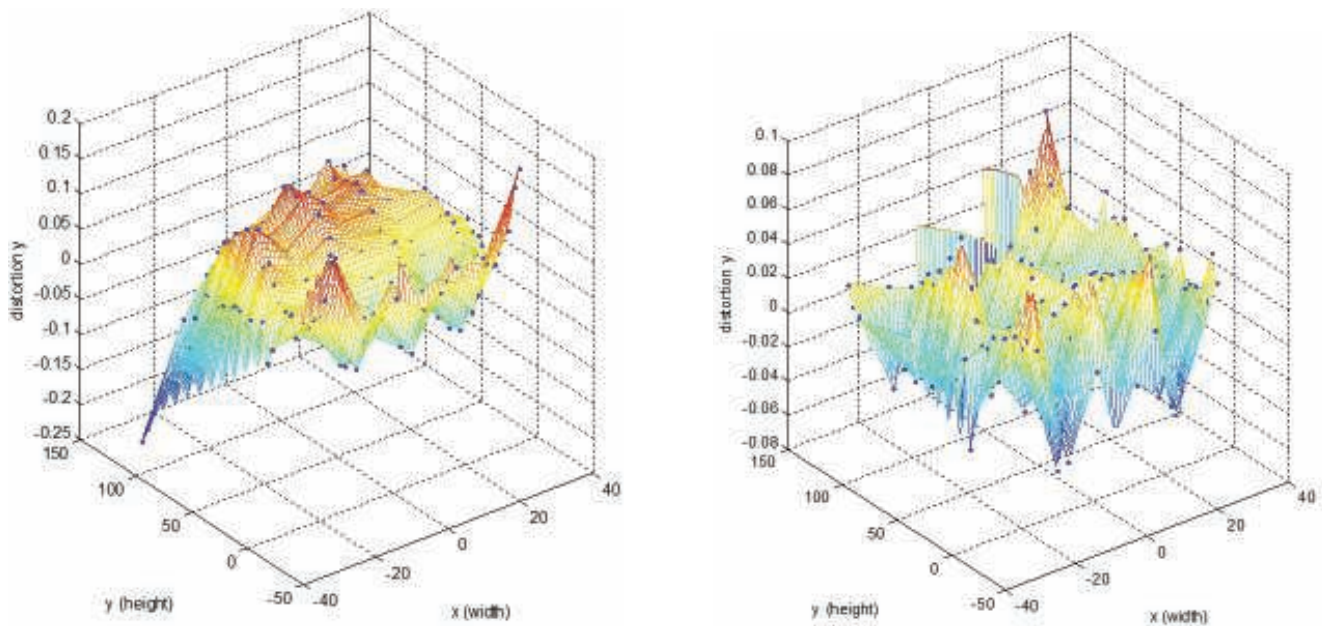
1. Profilomierz XY produkcji GRAW

na pojazdach i takie systemy stanowią zazwyczaj opcjonalne wyposażenie nowoczesnych pojazdów pomiarowych. W diagnostyce podstawowych parametrów geometrycznych toru są także powszechnie stosowane toromierze samorejestrujące TEC produkcji GRAW umożliwiające wykonywanie ciągłych pomiarów toru co wypełnia lukę pomiędzy ręcznymi, punktowymi pomiarami, a pomiarami wykonywanymi drzynami pomiarowymi. Postęp techniczny w zakresie techniki prze-

tworzania obrazu oraz coraz szersza oferta małogabarytowych komponentów mogących służyć do budowy laserowych systemów 2D (rysunek 2).



2. Wizualizacja laserowej głowicy profilowej



3. Przykład rozkładu błędu odtworzenia profilu w obszarze roboczym kamery przed (prawy) i po (lewy) linearyzacji głowicy pomiarowej



4. Wyniki porównania zmierzonego profilu z certyfikowanym wzorcem pomiarowym. Powtarzalność zmierzonego profilu < 0.10mm, odtwarzalności dla 10 pomiarów < 0.15mm



5. Toromierz profilowy TEP2.2 (wersja produkcyjna)



6. Pulpit sterujący toromierza TEP2.2

Wyniki badań

Taki stan techniki pozwolił na rozpoczęcie w GRAW sp. z o.o. prac badawczo-rozwojowych nad budową głowicy 2D specjalizowanej do potrzeb pomiaru profilu główki szyny. Środki finansowe na realizację tych prac uzyskano z funduszu Innowacyjna Gospodarka. W początkowych etapach projektu wybierano nisko-kosztowe komponenty o małym poborze mocy, przeprowadzono badania ich własności metrologicznych i eksploatacyjnych. Bardzo ważną część prac stanowiło wykonanie stanowisk kalibracyjnych oraz opracowanie procedur kalibracyjnych dla głowic 2D. Dzięki temu znacząco polepszone katalogowe osiągi nisko-kosztowych komponentów użytych do budowy głowic, a przykładowe rezultaty ich linearyzacji przedstawiono na rysunku 3.

Poprawność działania kompletnych głowic pomiarowych jest sprawdzana na wzorcach o znanym kształcie i wymiarach przez porównanie profilu zmierzonego głowicą 2D z profilem wzorca (rysunek 4).

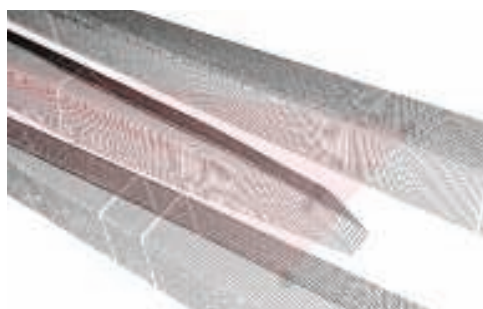
Głowice 2D opracowane w ramach projektu są oferowane jako przystawki profilowe do toromierza TEC zarówno w wersji jednogłowicowej –TEP2.1 jak i w wersji dwugłowicowej TEP2.2, która umożliwia jednoczesny pomiar profilu główek szyn na obu tokach szynowych (rysunek 5).

Funkcjonalność pulpitu toromierzy TEP jest analogiczna do typowej funkcjonalności toromierzy TEC (rysunek 6), a więc w czasie pomiarów profilu rejestrowane są parametry geometryczne toru, diagnosta ma możliwość rejestrowania w pliku pomiarowym dostrzeżonych usterek toru, a jednocześnie rejestrowane są w tym samym pliku pomiarowym zmierzone profile poprzeczne główek szyny (rysunek 7). Oprogramowanie dostarczane wraz z toromierzem TEP umożliwia prezentację zmierzonych wartości zużycia główek szyny w postaci wykresów w sposób analogiczny do wykresów parametrów geometrycznych torów.

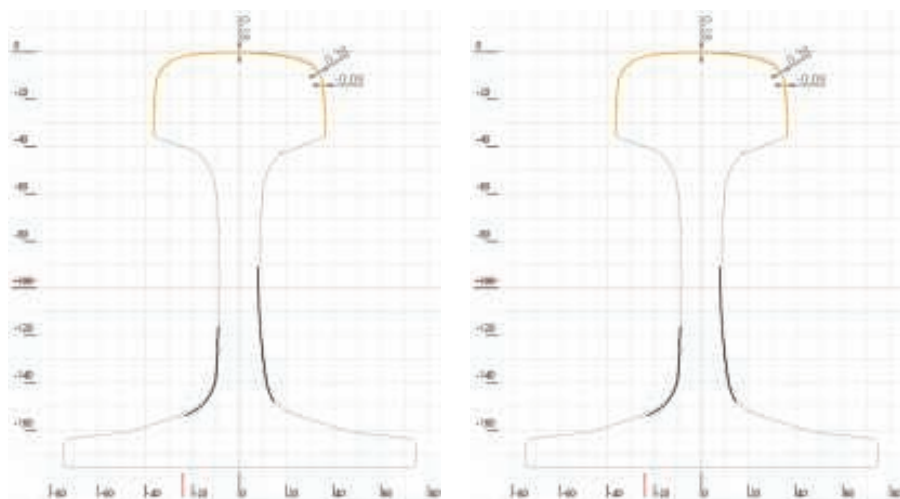
Toromierz TEP może być także stosowany do pomiarów zużycia iglicy rozjazdów. W tym celu opracowano specjalne biblioteki oprogramowania wyliczające szereg parametrów, między innymi obniżenie iglicy względem opornicy w całym obszarze przylegania.

W ramach testów przeprowadzono również badania dotyczące zastosowania pomiarów z wykorzystaniem głowic 2D do oceny zużycia krzyżownic rozjazdowych. Typowe podejście zakłada ocenę zużycia dzioba krzyżownicy względem szyn skrzydłowych. Porównań i oceny kształtu dzioba dokonuje się w takich przypadkach z wykorzystaniem profilomierzy ręcznych (rysunek 1) oraz linałów mechanicznych. Taka ocena, wykonywana w warunkach polowych, ma sporo wad, a przede wszystkim nie gwarantuje wysokich dokładności zarówno w czasie oceny stanu krzyżownicy jak i przy odbiorach prac remontowych.

W celu wyeliminowania powyższych problemów zaproponowano umieszczenie głowicy 2D na niezależnej ramie (rysunek 8). W takim rozwiązaniu głowica pomiarowa porusza się nad mierzonym



9. Przykładowy model 3D krzyżownicy rozjazdu z zaznaczoną powierzchnią referencyjną osadzoną na szynach skrzydłowych (czerwony obszar)



7. Przykłady pomiarów zużycia profilu szyny: po lewej rozkład zużycia na powierzchni tocznej przed szlifowaniem, po prawej pomiar podstawowych wartości zużycia główki szyny



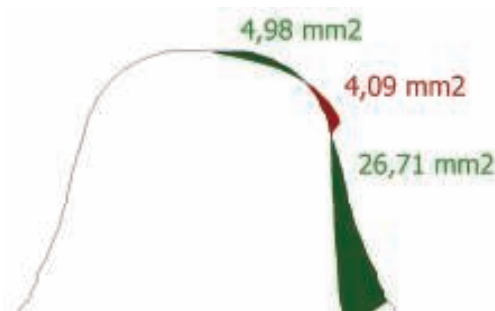
8. Skorpion - urządzenie do pomiarów 3D

nym obiektem wzdłuż prostoliniowej prowadnicy, stanowiącej linię referencyjną dla oceny wzdłużnej kształtu dzioba krzyżownicy.

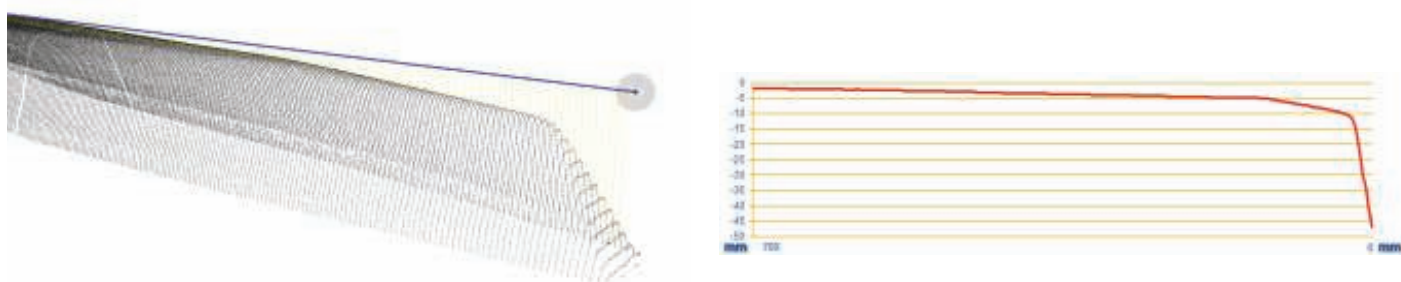
W pełni skalibrowane urządzenie pozwala na stworzenie pełnego modelu 3D krzyżownicy (rysunek 9) z dokładnością lepszą niż $\pm 0.1\text{mm}$, z uwzględnieniem dzioba oraz szyn skrzydłowych na o długości do 1.2m i krokiem pomia-

rowym o długości 1mm.

W celu usprawnienia procesu oceny krzyżownic, w ramach prac rozwojowych, podjęto współpracę z oddziałem DB System Technik, prowadzącym wieloletnie badania dotyczące wydłużenia okresu użytkowania krzyżownic rozjazdowych. W okresie 2 lat powstało zaawansowane oprogramowanie, automatyzujące między innymi proces



10. Przykład porównania profilu poprzecznego dzioba krzyżownicy z analizą zużycia



11. Przykład oceny profilu wzdłużnego dzioba krzyżownicy (z lewej model 3D krzyżownicy z zaznaczonym kierunkiem oceny, z prawej profil dzioba krzyżownicy wzdłuż zdefiniowanego kierunku oceny)

oceny zużycia krzyżownic w czasie. Wbudowane funkcje pozwalają dodatkowo na: nakładanie na siebie pomiarów 3D krzyżownic wykonanych w różnych okresach, generowanie dowolnych przekroi poprzecznych krzyżownic z analizą zużycia (rysunek 10), precyzyjną ocenę profilu wzdłużnego dzioba krzyżownicy (rysunek 11).

Duże możliwości oferowane przez system sprawiło że obecnie urządzenie Skorpion (rysunek 8) jest stosowane w do badań trwałości krzyżownic rozjazdów na PKP, DB a ostatnio także na kolejach w Azji.

Podsumowanie

Badania prowadzone w ramach realizowanego projektu wykazały duże możliwości systemów opartych o głowice 2D, jak również ograniczenia takiej metody. Do głównych wad można zaliczyć słabą odporność działania systemu przy dużym nasłonecznieniu. W celu minimalizacji negatywnego wpływu promieni słonecznych można stosować różne metody, w tym różnego rodzaju kurtyny, filtry optyczne i algorytmiczne, jednak idealne rozwiązanie nie istnieje. Dlatego bardzo ważnym etapem projektowym jest ocena śro-

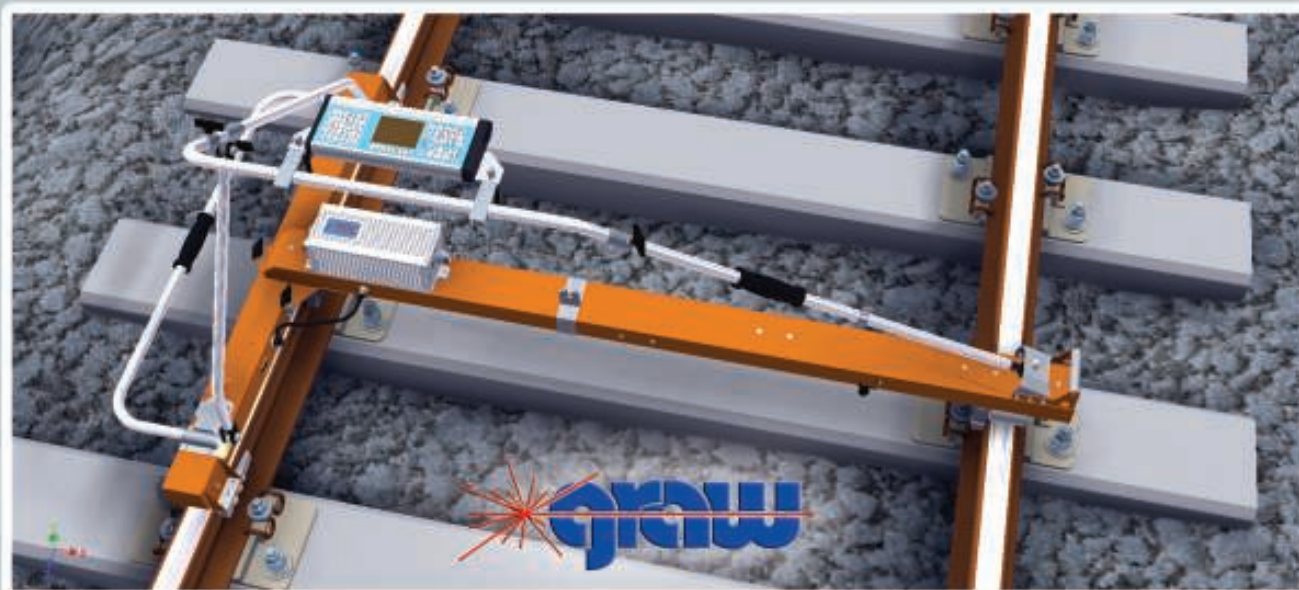
dowiska pomiarowego i każdorazowe dostosowanie do niego dedykowanego zestawu narzędzi zwiększających stabilność i jakość otrzymywanych wyników.

Przeprowadzone testy pokazały również że możliwe jest stworzenie niskobudżetowych głowic pomiarowych o bardzo wysokiej precyzji pomiaru, jednak wymaga to zastosowania wieloetapowego procesu kalibracji oraz odpowiedniego sparametryzowania oprogramowania odpowiedzialnego za opracowanie profili pomiarowych.



REKLAMA

TOROMIERZ INERCYJNY iTEC Dokładny pomiar strzałek



www.graw.com