

Pomiary profili i średnic kół zestawów kołowych wykonywane przez Laboratorium Metrologii Instytutu Kolejnictwa

Andrzej ANISZEWICZ¹

Streszczenie

W artykule opisano dwa, użytkowane w Laboratorium Metrologii Instytutu Kolejnictwa przenośne urządzenia pomiarowe: elektroniczną średnicówkę trójpunktową typu IDK-70/250-750/1260-B-BT oraz profilomierz laserowy typ IKP-5 do pomiaru zarysu profilu tarczy koła zestawu kołowego. Przedstawiono zakres zastosowania, budowę, parametry oraz zasady wykonywania wiarygodnych pomiarów. Pokazano przykładowe obiekty, które zmierzono za pomocą opisanych urządzeń. Zwrócono uwagę na konieczność dokładnego bazowania i wielokrotnego wykonywania pomiaru średnicy koła. Jako dużą zaletę urządzeń, wskazano możliwość wykonywania pomiarów zestawu kołowego w czasie postoju pojazdu, bez konieczności wymontowywania zestawów kołowych z wózka. Przyrządy umożliwiają efektywny i szybki pomiar wymiarów geometrycznych ciasno zabudowanych kolejowych zestawów kołowych bez ich demontażu z pojazdu, nie tylko w hali remontowej zleceńodawcy, lecz również na niezadaszonym torze. Wyniki pomiarów mogą być zachowane w wersji elektronicznej w przenośnym minikomputerze typu PDA i następnie przesłane do analizy na komputerze stacjonarnym.

Słowa kluczowe: pomiary, laser, zestaw kołowy, zużycie zestawów kołowych, średnica koła

1. Wstęp

Jednym z elementów naturalnie zużywających się w trakcie użytkowania pojazdów szynowych są powierzchnie toczone kół zestawów kołowych. Ich bieżąca ocena techniczna i pomiary kontrolne są niezbędnymi czynnościami przewidzianymi w instrukcjach obsługi serwisowej pojazdów kolejowych [9, 10, 11]. Prawidłowo wykonane pomiary umożliwiają zakwalifikowanie ocenianego obiektu jako spełniającego lub nie spełniającego określonych kryteriów. Ze względu na czasochłonność i koszty demontażu zestawu kołowego z wózka kolejowego, najbardziej efektywne są pomiary parametrów wykonywane na elementach pojazdów kolejowych w czasie postoju na torze, bez konieczności wymontowywania zestawów kołowych z wózka.

Do nadzoru stanu technicznego pojazdów kolejowych powszechnie stosuje się sprawdziany oraz mechaniczne i elektroniczne kolejowe przyrządy pomiarowe. Wykonuje się nimi pomiary wybranych parametrów elementów taboru i infrastruktury kolejowej [1, 12, 20, 21]. Pomimo, że te przyrządy są przenośne, są ciężkie, nieporęczne, niedokładne i z niewygodnym noniuszowym odczytem analogowym [1, 2, 3]. Tych wad nie mają urządzenia pomiarowe opisane w niniejszym artykule.

2. Przenośne urządzenia pomiarowe wielkogabarytowe i małogabarytowe użytkowane w Laboratorium Metrologii

Laboratorium Metrologii Instytutu Kolejnictwa użykuje nowoczesne i bardzo dokładne, przenośne urządzenia pomiarowe wielkogabarytowe, są to m.in.:

- uniwersalne ramię pomiarowe Kreon ACE-6-20 przeznaczone do ogólnych pomiarów obiektów kolejowych oraz innych [4],
- ręczny laserowy przyrząd Calipri C40 do pomiarów parametrów elementów kolejowych infrastruktury i pojazdów [5].

Umożliwiają one wykonywanie bardzo precyzyjnych pomiarów wymiarów geometrycznych wybranych obiektów kolejowych oraz ich elementów składowych, także zestawów kołowych bez konieczności ich wymontowywania z wózka. Urządzenia te są bardzo drogie, przez co wymagają starannego, ostrożnego nadzoru w trakcie pomiarów i w rezultacie są używane do celów specjalnych w uzasadnionych przypadkach. W powszechnym zastosowaniu można je zastąpić bardziej poręcznymi i lżejszymi przyrządami

¹ Mgr inż.; Instytut Kolejnictwa, Laboratorium Metrologii; e-mail: aaniszewicz@ikolej.pl.

małogabarytowymi. W Laboratorium Metrologii Instytutu Kolejnictwa stosuje się dwa takie przyrządy:

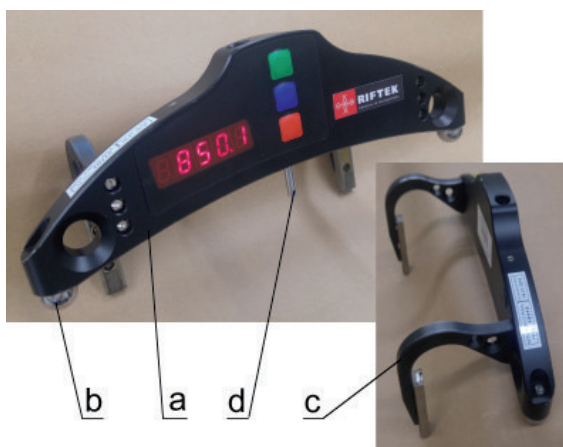
- średnicówkę elektroniczną trójpunktową typu IDK-70/250-750/1260-B-BT,
- profilomierz laserowy typu IKP-5 do pomiaru zarysu profilu zestawu kołowego.

Pomiary małogabarytowymi przyrządami mogą być dokonywane bezpośrednio na zestawie kołowym pojazdu szynowego w czasie jego postoju, bez konieczności wymontowywania zestawów kołowych z wózka. Oba przyrządy spełniają wymagania kompatybilności elektromagnetycznej i według deklaracji producenta są zaprojektowane zgodnie z właściwymi normami odniesienia [7, 8, 15].

2.1. Opis i zastosowanie średnicówki elektronicznej trójpunktowej

Średnicówka elektroniczna trójpunktowa, zwana dalej średnicówką, jest przeznaczona do pomiaru średnicy okręgu tocznego kół zestawów kołowych pojazdów kolejowych, tramwajowych lub metra. Okrąg toczny jest okręgiem leżącym na powierzchni tocznej w płaszczyźnie oddalonej o 70 mm od płaszczyzny czołowej wewnętrznej obręczy lub wieńca koła bezobrubczowego [14]. Średnicówka składa się z korpusu, w którym jest umieszczony układ pomiarowy z wyświetlaczem, dwóch kul oporowych bazujących urządzenie na okręgu tocznym w odległości 70 mm od powierzchni bocznej tarczy koła, dwóch magnesów bocznych z podporami mocującymi przyrząd na obrzeżu tarczy koła oraz końcówki pomiarowej (rys. 1).

Średnicówka jest dodatkowo wyposażona we wzorzec kalibracyjny służący do kalibracji sensora pomiarowego – wycinek walca o średnicy 850 mm (rys. 2). Współpracuje z mini-komputerem typu PDA², dzięki czemu wyniki pomiarów mogą być zachowane w formie elektronicznej i po ich przesłaniu do komputera stacjonarnego przetwarzane i archiwizowane.

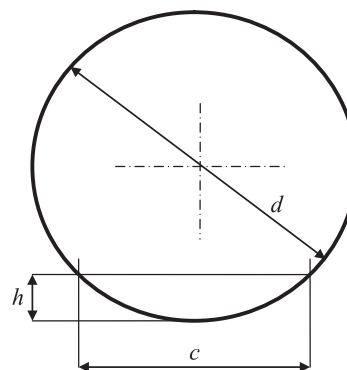


Rys. 1. Budowa średnicówki przeznaczonej do pomiaru średnicy okręgu tocznego tarczy koła pojazdu kolejowego: a) korpus, b) kule oporowe, c) magnesy boczne z podporami, d) końcówka pomiarowa [fot. A. Aniszewicz]



Rys. 2. Wzorzec kalibracyjny (wycinek walca): kalibracja średnicówki na ustalonej średnicy 850 mm [fot. A. Aniszewicz]

Pomiar średnicy wykonuje się zgodnie z zasadą trójpunktową (rys. 3), bez konieczności pomiaru średnicy całego koła. Metoda pomiaru według tej zasady opiera się na obliczeniu średnicy d , zgodnie ze wzorem (1), na podstawie znanej długości segmentu cięciwy c (odległości pomiędzy środkami kul oporowych przyrządu) oraz zmierzonej wysokości segmentu cięciwy h (ta wartość jest mierzona po zamocowaniu średnicówki na kole).



Rys. 3. Pomiar średnicy koła według zasady trójpunktowej: d – średnica koła, c – cięciwa (odległości pomiędzy środkami kul oporowych przyrządu pomiarowego), h – wysokość segmentu cięciwy mierzona przyrządem pomiarowym [opracowanie własne]

$$d = \frac{c^2 + 4h^2}{4h} \quad (1)$$

Do układu elektronicznego średnicówki zaimplementowano oprogramowanie służące do obliczania średnicy koła, z algorytmem uśredniania z wielokrotnych pomiarów, umożliwiającym wyeliminowanie wpływu jednostkowych defektów powierzchni koła na ostateczne wyniki. Przed pomiarem należy starannie i ostrożnie zamocować średnicówkę na mierzonym kole oraz upewnić się, że kule oporowe i boczne podpory średnicówki dokładnie przylegają do powierzchni koła. Na wyświetlaczu pojawią się wartości: liczba wykonanych pomiarów oraz uśredniona wartość zmierzonej średnicy.

² PDA – Personal Digital Assistant – palmtop, przenośny minikomputer kieszonkowy.

Ponieważ dokładność pomiaru średnicy w dużej mierze zależy od jakości powierzchni tocznej koła, a w mniejszym stopniu od jakości wewnętrznej powierzchni bocznej tarczy koła, dlatego przed pomiarami średnicy należy przeprowadzić oględziny zestawów kołowych pod względem chropowatości. Wszelkie wady powierzchni tocznej, płaskie miejsca lub nalepy i inne uszkodzenia niekorzystnie wpływają na wiarygodność wskazań przyrządu. Przed umieszczeniem przyrządu na kole należy oczyścić powierzchnie styku koła i kul oporowych średnicówki oraz powierzchnię boczną tarczy koła.

Podczas mocowania średnicówki na kole należy unikać silnych wstrząsów, uderzeń jego kul oporowych oraz końcówki pomiarowej o koło. Podczas zamocowywania średnicówki nie należy używać zbyt dużej siły w kierunku ruchu końcówki pomiarowej, gdyż może to spowodować ugięcie podpór powodujące zafałszowanie wyników pomiarów. Powierzchnie kul oporowych i końcówki pomiarowej średnicówki należy okresowo sprawdzać i czyścić. Średnicówka elektroniczna umożliwia obserwację wyników pomiarów na wyświetlaczu z rozdzielczością 0,1 mm oraz 0,01 mm. Podstawowe dane techniczne średnicówki elektronicznej trójpunktowej przedstawiono w tablicy 1.

Tablica 1

Podstawowe dane techniczne średnicówki elektronicznej trójpunktowej typu IDK-70/250-750/1260-B-BT

Parametry techniczne	Wartość
Zakres pomiarowy [mm]	750÷1260
Dokładność pomiarowa [mm]	±0,2
Rozdzielczość [mm]	0,1 lub 0,01
Temperatura pracy [°C]	-5 ÷ +55
Zasilanie	2,4 V Wbudowane
Liczba pomiarów na jednym naładowaniu akumulatora	> 1000
Interfejs współpracy z komputerem	Bluetooth ³
Masa rzeczywista urządzenia [kg]	0,8
Masa rzeczywista urządzenia w walizce [kg]	3,3

Opracowanie własne na podstawie [18, 19].

Średnicówka użytkowana w Laboratorium Metrologii Instytutu Kolejnictwa ma identyfikację typu IDK-70/250-750/1260-B-BT, której poszczególne elementy oznaczają:

- IDK – oznaczenie typu urządzenia,
- 70 – pozycja pomiarowa, odległość okręgu tocznego od powierzchni bocznej tarczy koła, standardowa wartość stosowana w pojazdach kolejowych w Polsce wynosi 70 mm,
- 250 – baza przyrządu, odległość środków kul oporowych, która wynosi 250 mm,

- 750 – minimalna wartość zakresu pomiarowego średnicy, która wynosi 750 mm,
- 1260 – maksymalna wartość zakresu pomiaru średnicy, która wynosi 1260 mm,
- B – położenie wyświetlacza (A – wyświetlacz znajduje się po stronie podpór bocznych z magnesami, B – wyświetlacz znajduje się od strony przeciwnej względem podpór bocznych z magnesami),
- BT – opcja komunikacji przyrządu za pośrednictwem standardu Bluetooth z komputerem, w którym zainstalowano oprogramowanie.

2.2. Opis i zastosowanie profilomierza laserowego do pomiaru zarysu profilu zestawu kołowego

Profilomierz laserowy do pomiaru zarysu profilu zestawu kołowego typ IKP-5 jest przeznaczony do:

- pomiaru wysokości obrzeża koła,
- pomiaru grubości obrzeża koła,
- pomiaru stromości obrzeża,
- pełnego skanowania profilu, zarysu koła i badania powierzchni tocznej koła,
- porównania mierzonych profili z profilami wzorcowymi,
- porównania profili kół w celu weryfikacji stopnia zużycia kół, ich sortowania podczas przeglądów, napraw i zestawiania zestawów kołowych.

Profilomierz laserowy składa się z dwóch zasadniczych elementów. Są to moduł laserowy (rys. 4a), przeznaczony do skanowania powierzchni zarysu tarczy koła oraz współpracujący i sterujący nim minikomputer typu PDA (rys. 4b). Moduł laserowy przyrządu jest wyposażony w laser półprzewodnikowy o długości fali 660 nm i maksymalnej mocy wyjściowej 1 mW. Producent deklaruje, iż urządzenie należy do 2 klasy bezpieczeństwa lasera.



Rys. 4. Zestaw elementów profilomierza laserowego typu IKP-5 przeznaczony do pomiaru parametrów i zarysu profilu tocznego pojazdu kolejowego: a) moduł laserowy, b) minikomputer typu PDA [fot. A. Aniszewicz]

³ Bluetooth – otwarty standard bezprzewodowej komunikacji krótkiego zasięgu pomiędzy różnymi urządzeniami elektronicznymi, opisany w specyfikacji IEEE 802.15.1, korzystający z fal radiowych w paśmie częstotliwości ISM 2,4 GHz.

Podstawowe dane techniczne profilomierza laserowego do pomiaru zarysu profilu zestawu kołowego typu IKP-5 przedstawiono w tablicy 2.

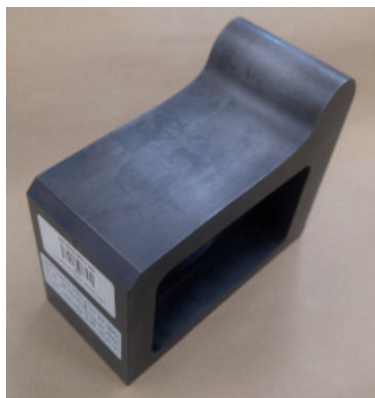
Tablica 2

Podstawowe dane techniczne profilomierza laserowego do pomiaru zarysu profilu zestawu kołowego typ IKP-5

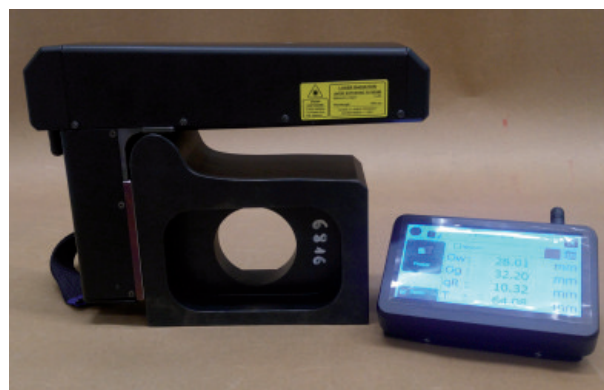
Parametry techniczne	Wartość
Zakres pomiarowy [mm]:	
– wysokości obrzeża	20÷45
– grubości obrzeża	20÷45
– stromości obrzeża	1÷15
Dokładność pomiarowa [mm]:	
– wysokości obrzeża	± 0,1
– grubości obrzeża	± 0,1
– stromości obrzeża	± 0,2
Rozdzielczość [mm]:	
– wysokości obrzeża	0,01
– grubości obrzeża	0,01
– stromości obrzeża	0,01
Zakres pomiarowy szerokości profilu koła [mm]	max 145
Dokładność pomiaru profilu koła [mm]	min 0,1
Temperatura pracy [°C]	–30 ÷ +50
Zasilanie	4,8 V Wbudowane
Liczba pomiarów na jednym naładowaniu akumulatora	> 100
Interfejs współpracy z komputerem	USB, Bluetooth
Masa rzeczywista modułu lasera z minikomputerem PDA [kg]	1,1
Masa rzeczywista urządzenia w walizce [kg]	2,9

Opracowanie własne na podstawie [16, 17].

Zgodnie z normą odniesienia [14], profilomierz laserowy jest dodatkowo wyposażony w jeden wzorzec kalibracyjny (rys. 5), który jest wycinkiem wzorcowym zarysu profilu tocznego koła typu S 1002. Po zabazowaniu na wzorcu modułu laserowego, jest możliwe sprawdzenie prawidłowości działania oraz kalibracja profilomierza laserowego (rys. 6).



Rys. 5. Wzorzec kalibracyjny służący do kalibracji modułu laserowego profilomierza [fot. A. Aniszewicz]



Rys. 6. Kalibracja i sprawdzanie modułu laserowego profilomierza na wzorcu kalibracyjnym [fot. A. Aniszewicz]

3. Pomiary średnicówką oraz profilomierzem laserowym

Głównym obszarem działalności Laboratorium Metrologii Instytutu Kolejnictwa, akredytowanym w Polskim Centrum Akredytacji, jest wzorcowanie uniwersalnych oraz przeznaczonych do użytku na kolei przyrządów pomiarowych wielkości elektrycznych i wielkości geometrycznych długości i kąta [2, 3, 6]. Wzorcowanie ma na celu określenie właściwości metrologicznych wyposażenia pomiarowego oraz zapewnienie spójności pomiarowej z wzorcami odniesienia Głównego Urzędu Miar [13]. Dodatkowo, we współpracy z innymi komórkami Instytutu Kolejnictwa, Laboratorium Metrologii wykonuje pomiary oraz badania elementów infrastruktury i taboru kolejowego [4, 5]:

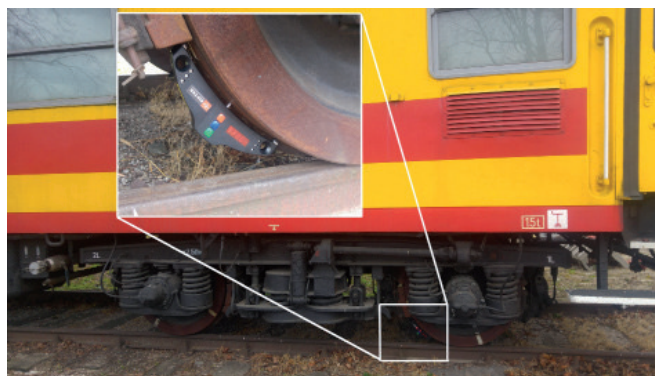
- części składowych nawierzchni kolejowej (szyny, śruby, łapki sprężyste, podkłady strunobetonowe),
- tabor kolejowy (lokomotywy, wagony towarowe i pasażerskie),
- części składowe taboru (ostoje, ramy wózków, zestawy kołowe).

Wyniki pomiarów nowych obiektów i ich części składowych są brane pod uwagę w procesie wystawiania Certyfikatów Badania Typu, przeprowadzanych procesów weryfikacji WE, weryfikacji zgodności z normami odniesienia i Technicznymi Specyfikacjami Interoperacyjności. Wyniki pomiarów wspomagają także badania określające i wyjaśniające prawdopodobne przyczyny nieprawidłowego działania eksploatowanych obiektów oraz ich części składowych [20, 21]. Pomiary części składowych obiektów po wypadkach lub wykolejeniach były pomocne przy opracowywaniu ekspertyz powypadkowych oraz w pracach komisji kolejowej przy określaniu prawdopodobnych okoliczności i przyczyn zaistniałych zdarzeń [12].

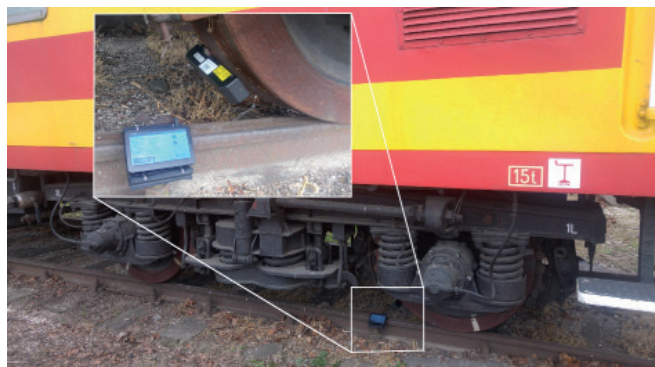
Opisane przyrządy pomiarowe (średnicówka i profilomierz laserowy) służą do pomiaru średnic okręgu tocznego oraz do pomiaru zarysów profilu tarcz kół bez konieczności demontażu zestawów kołowych z wózków podczas

postoiu w torze pojazdów kolejowych. Małe gabaryty tych przyrządów są zaletą, ponieważ dają możliwość szybkiego wykonywania pomiarów w kilku różnych płaszczyznach i przekrojach tarczy koła bez konieczności przestawiania pojazdu kolejowego.

Na rysunku 7 pokazano pomiar średnicy okręgu tocznego, a na rysunku 8 pomiaru zarysu profilu tarczy koła zestawu kołowego wagonu pasażerskiego podczas postoiu w torze.



Rys. 7. Pomiar średnicówką średnicy okręgu tocznego tarczy koła wagonu pasażerskiego [fot. A. Aniszewicz]



Rys. 8. Pomiar profilomierzem laserowym zarysu profilu tarczy koła pojazdu kolejowego [fot. A. Aniszewicz]

Warunkiem wykonania wiarygodnego pomiaru jest staranne oczyszczenie powierzchni bazowych i pomiarowych urządzenia pomiarowego oraz tarczy koła. Przed zamocowaniem średnicówki trójpunktowej i profilomierza na tarczy koła należy oczyścić ich powierzchnie styku. Podczas mocowania powinno się unikać silnych wstrząsów i uderzeń przyrządem. Przed i po użyciu wskazane jest sprawdzanie i usuwanie zanieczyszczeń z powierzchni bazowych podpór i kul oporowych, z powierzchni pomiarowej końcówki pomiarowej średnicówki, z okienka lasera i powierzchni bazowej profilomierza. Należy unikać wykonywania pomiaru w pobliżu silnych źródeł światła lub w nasłonecznionych miejscach.

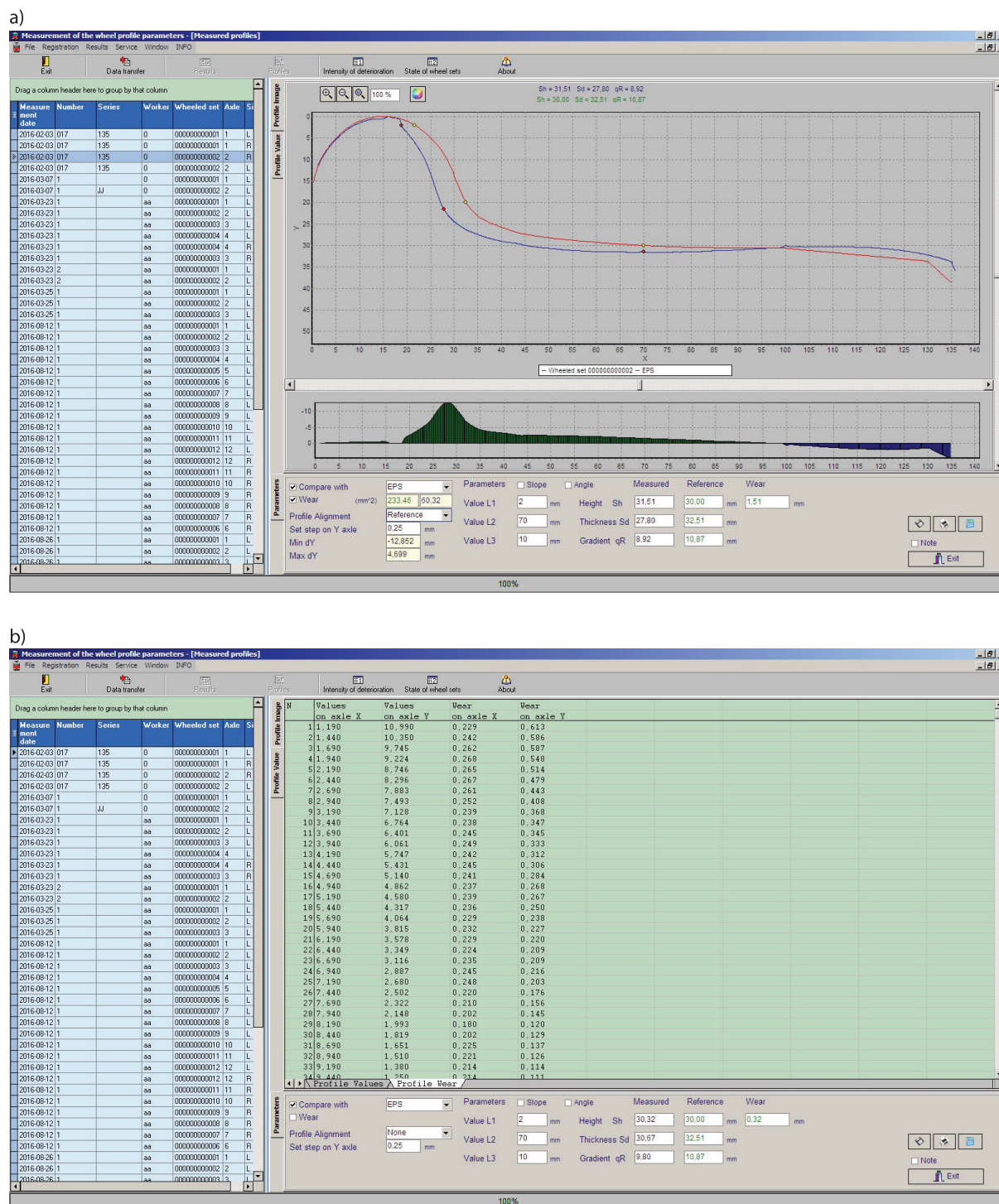
Bardzo duży wpływ na wiarygodne wartości pomiarów średnicy elektroniczną średnicówką mają jakość i stan powierzchni na okręgu tocznym koła, na której bazują kule oporowe i końcówka pomiarowa, a w mniejszym stopniu jakość wewnętrznej powierzchni bocznej tarczy koła, na

której bazują podpory z magnesami. Z tego względu przed pomiarem należy przeprowadzić oględziny tocznej i wewnętrznej bocznej powierzchni zestawów kołowych w celu ewentualnego wykluczenia z pomiaru uszkodzonych obszarów i części powierzchni tarczy koła.

Osoba wykonująca pomiar profilomierzem laserowym zestawu kołowego pojazdu kolejowego umieszcza i bazuje moduł skanowania laserowego na powierzchni bocznej tarczy badanego koła. Moduł laserowy jest sterowany przez operatora bezprzewodowo w standardzie Bluetooth za pośrednictwem palmtopa PDA i wykonuje bezdotykowe laserowe skanowanie zarysu profilu powierzchni tocznej koła. Uzyskane wyniki pomiarów w postaci parametrów geometrycznych O_w , O_g , Q_r profilu koła i profilu zarysu koła są wyświetlane i zapisywane w formie elektronicznej na PDA, a po ich przesłaniu na komputer stacjonarny, analizowane, przetwarzane, porównywane z wzorcami, eksportowane i archiwizowane. Na rysunku 9a przedstawiono zrzut ekranowy aplikacji zaimplementowanej na komputerze stacjonarnym/laptopie, w którym zarchiwizowano pomiary zarysu profilu tarczy koła zestawu, na rysunku 9b zamieszczono zrzut ekranowy tablicy z wynikami pomiarów równo oddalonych punktów zarysu profilu tarczy koła. Oprócz wyników pomiarów, są zarchiwizowane informacje, takie jak np. numer operatora, identyfikacja strony zestawu kołowego, numer zestawu kołowego, liczba osi oraz numer pojazdu kolejowego.

Przyrządy pomiarowe wymienione w artykule, wykorzystano do pomiarów w prowadzonych pracach badawczych [1, 20, 21]. Wyznaczane wartości średnic okręgu tocznego oraz zarysy profili tocznych i wyniki pomiaru odległości wewnętrznych płaszczyzn tarcz kół zestawów kołowych, wykonanych innymi przyrządami, były między innymi pomocne przy określaniu stożkowatości ekwiwalentnej zestawów kołowych pojazdów kolejowych, której wartość jest wymagana w procesie certyfikacji pojazdów kolejowych. Przyrządy te były również wykorzystane do określania wartości średnic okręgu tocznego oraz do pomiaru zużycia zarysów profilu tarcz kół zestawów kołowych pojazdów kolejowych po wykołajeniach, w wykonywanych przez Instytut Kolejnictwa ekspertyzach powypadkowych. Najczęściej były wykonywane pomiary tarcz kół wagonów osobowych i towarowych, elektrycznych zespołów trakcyjnych i lokomotyw o średnicach okręgu tocznego w zakresach $800 \div 840 \div 920 \div 1000 \div 1050$ mm i zarysie profilu tocznego typu S 1002 według normy [14].

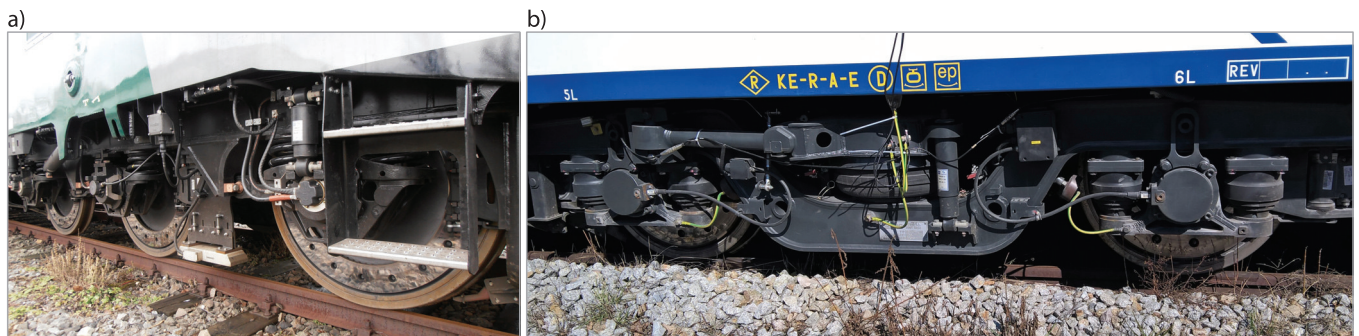
Małe gabaryty opisanych urządzeń pomiarowych umożliwiają umieszczenie ich na niewielkim i wolnym od zawadających elementów osprzętu wózka pojazdu kolejowego w wycinku powierzchni tocznej tarczy koła, najczęściej pomiędzy szyną i wkładką hamulcową. Znajdująca się z boku wózka i zestawu kołowego osoba wykonująca pomiar ma możliwość bazowania przyrządu na powierzchni bocznej oraz powierzchni tocznej tarczy koła. Nie musi wchodzić pod pojazd kolejowy, dzięki czemu unika dużej uciążliwości, niewygody i zagrożenia urazem lub kontuzją. Pomiar jest jednak



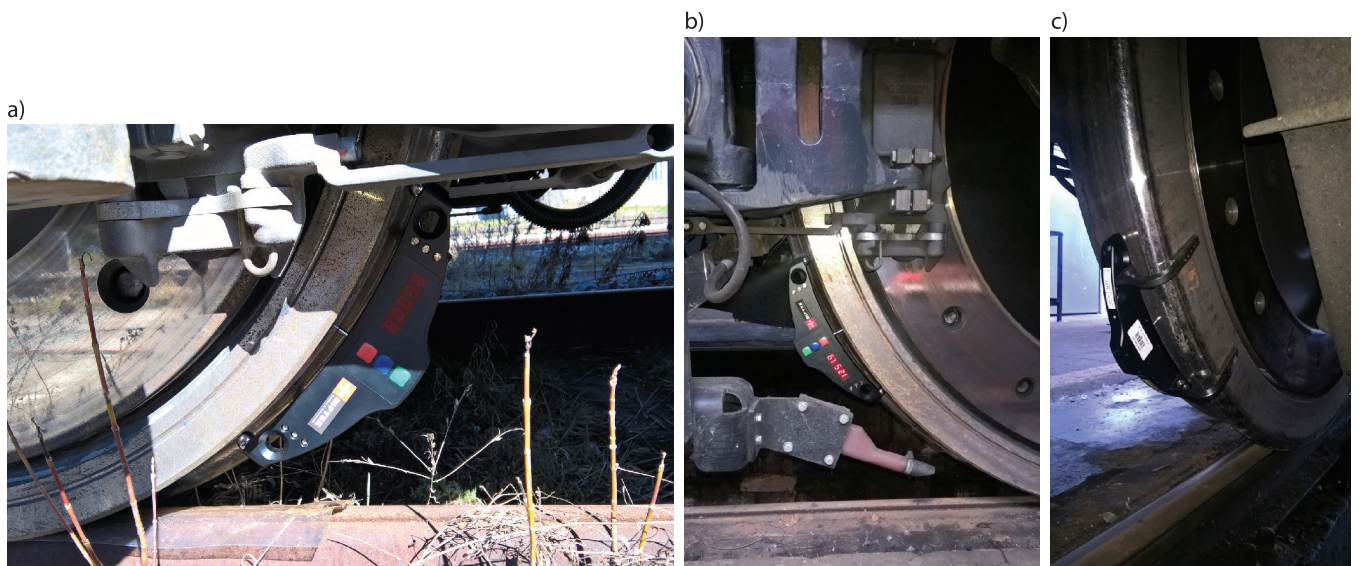
Rys. 9. Zrzut ekranowy wyników pomiaru zarysu profilu tarczy koła zestawu kołowego: a) wykres graficzny, b) tablica wyników pomiarów równo oddalonych punktów zarysu profilu tarczy koła [opracowanie własne]

wykonywany w niewygodnej pozycji – w przysiadzie i w pozycji pochylonej. Swobodny dostęp do powierzchni pomiarowych tarczy koła jest utrudniony, ponieważ rozbudowywane i nowocześniejsze wózki mają coraz bardziej zwartą i ciasną konstrukcję w wyniku zabudowy, np. złożonymi

układami hamulcowymi oraz elementami usprężynowania zestawów kołowych. Przykłady utrudnionego dostępu do tarcz kół zestawów kołowych pokazano na rysunku 10. Przykłady pomiarów średnicówką i profilomierzem laserowym przedstawiają rysunki 11 i 12.



Rys. 10. Tarcze kół z utrudnionym dostępem do pomiarów: a) trzyosiowy wózek napędowy lokomotywy elektrycznej, b) dwuosiowy wózek elektrycznego zespołu trakcyjnego [fot. A. Aniszewicz]



Rys. 11. Pomiary średnicówką tarczy kół zestawów kołowych: a) pomiar w torze tarczy koła elektrycznego zespołu trakcyjnego, b), c) pomiar tarczy koła w kanale rewizyjnym [fot. A. Aniszewicz]



Rys. 12. Pomiar profilomierzem laserowym profilu tarczy kół zestawów kołowych: a) widok z boku, b) widok z kanału rewizyjnego (widoczny minikomputer typu PDA sterujący modulem laserowym) [fot. A. Aniszewicz]

4. Wnioski i podsumowanie

Przenośne małowagarytowe urządzenia pomiarowe firmy Riftek – średnicówka elektroniczna trójpunktowa typu IDK-70/250-750/1260-B-BT oraz profilomierz laserowy do pomiaru zarysu profilu tarczy koła zestawu kołowego typu IKP-5, umożliwiają wykonanie pomiarów pod dachem w halach produkcyjnych i remontowo-naprawczych oraz „na powietrzu” w torach postojowych. Są bardzo lekkie i przenośne. Dużą zaletą tych przyrządów jest możliwość wykonywania pomiarów bezpośrednio na zestawie kołowym pojazdu kolejowego w trakcie jego postoju bez konieczności wymontowywania zestawów z wózka.

Wadą użytkowania wymienionych przyrządów jest konieczność ostrożnego posługiwania się nimi, wnikliwego nadzoru nad stanem akumulatorów i elementów układów pomiarowych. Ponadto, czas użytkowania baterii zasilających układy pomiarowe urządzeń tego typu jest stosunkowo krótki i w wyniku intensywnego użytkowania baterie bardzo szybko wyczerpują się.

Pomiary średnicówką elektroniczną trójpunktową typu IDK wymagają od wykonującego pomiarów staranności jej bazowania na mierzonym kole podczas pomiaru oraz doświadczenia w weryfikacji uzyskiwanych wyników pomiarów i odrzucania wartości wyników będącymi błędami grubymi. Uzyskiwane wyniki pomiarów są bardzo zależne od jakości powierzchni pomiarowych mierzonych zestawów kołowych.

Wyniki pomiaru zarysu profilu profilomierzem laserowym typu IKP-5 otrzymywane w postaci elektronicznej, można łatwo prezentować i analizować w komputerze. Szybki pomiar, w zestawieniu z możliwością podglądu uzyskanych wyników na minikomputerze, a także możliwość ich późniejszego przetwarzania i archiwizowania na komputerze stacjonarnym, umożliwia prowadzenie efektywnego nadzoru stopnia zużycia zarysu profilu tocznego koła eksploatowanych zestawów kołowych.

Dzięki stosowaniu profilomierza laserowego, Laboratorium Metrologii Instytutu Kolejnictwa uzyskało powiększenie dokładności i jednocześnie zmniejszenie niepewności pomiaru zarysu profilu powierzchni tocznych kół zestawów kołowych. Rozszerzyło także możliwości pomiarowe i ofertę usług o pomiary parametrów geometrycznych zestawu kołowego pojazdu kolejowego podczas jego postoju, bez konieczności wymontowywania zestawów kołowych z wózków pojazdu. Laboratorium ma możliwość wykonywania pomiarów z akceptowalną dokładnością przy jednoczesnej bardzo dużej mobilności i szybkości realizacji pomiaru.

Bibliografia

1. Aniszewicz A., Bartoszek M.: *Problemy z pomiarem średnicy na okręgu tocznym zestawów kołowych*, MECHANIK, nr 11/2016, s. 1720–1721.
2. Aniszewicz A., Kucińska M.: *Laboratorium Metrologii Instytutu Kolejnictwa*, Prace Instytutu Kolejnictwa, 2016, z. 151, s. 12–16.
3. Aniszewicz A.: *Rozszerzenie zakresu akredytacji Laboratorium Metrologii o procedurę wzorcowania przyrządów do pomiaru wysokości osi zderzaka nad główką szyny*, Prace Instytutu Kolejnictwa, 2018, z. 159, s. 5–8.
4. Aniszewicz A.: *Przenośne ramię pomiarowe do wykonywania dokładnych pomiarów wymiarów geometrycznych elementów konstrukcyjnych*, Prace Instytutu Kolejnictwa, 2019, z. 162, s. 5–9.
5. Aniszewicz A.: *Przenośne laserowe urządzenie do pomiarów parametrów geometrycznych zestawów kołowych, tarcz hamulcowych i szyn*, Prace Instytutu Kolejnictwa, 2020, z. 163, s. 5–9.
6. Bednaruk K.: *Akredytacja procedur wzorcowania przyrządów pomiarowych stosowanych w kolejnictwie*, Problemy Kolejnictwa, 2018, z. 179, s. 7–11.
7. EN 61000-6-2:2005: Kompatybilność elektromagnetyczna (EMC). Normy ogólne – Odporność w środowiskach przemysłowych.
8. EN 61326-1:2006: Wyposażenie elektryczne do pomiarów, sterowania i użytku w laboratoriach – Wymagania dotyczące kompatybilności elektromagnetycznej (EMC) – Wymagania ogólne.
9. Instrukcja pomiarów i oceny technicznej zestawów kołowych pojazdów trakcyjnych Bt-11, PKP Intercity S.A., Warszawa 2014 [online], WWW <https://www.intercity.pl/dokumenty/przetargi/rok%202017/9%20lokomotywy%20P5%20z%20modernizacji%20C4%85%20%2811.08.2017%29/Za%C5%82%C4%85cznik%20nr%204.2.%20do%20SIWZ.pdf> [dostęp 3 lipca 2020].
10. Instrukcja pomiarów i oceny technicznej zestawów kołowych pojazdów trakcyjnych MKT-9, Majkoltrans Sp. z o.o., Wrocław 2018 [online], WWW <http://www.majkoltrans.pl/dokumenty/dok-wewn/MKT-9.pdf> [dostęp 3 lipca 2020].
11. Instrukcja utrzymania pojazdów kolejowych Itw-4, PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. Warszawa 2016 [online], WWW https://www.plk-sa.pl/files/public/user_upload/pdf/Akty_prawne_i_przepisy/Instrukcje/Podglad/Itw-4_-_kopia.pdf [dostęp 3 lipca 2020].
12. Kowalczyk D., Bińkowski R.: *Analiza przyczyn uszkodzeń zestawów kołowych z wykorzystaniem metody elementów skończonych*, Problemy Kolejnictwa, 2017, z. 175, s. 47–52.
13. Laboratorium Metrologii, Laboratorium Wzorcujące nr akredytacji AP-024, [online], WWW <http://www.ikolej.pl/zaklady-laboratoria-i-osrodki/lm/>, <https://www.pca.gov.pl/akredytowane-podmioty/akredytacje-aktywne/laboratoria-wzorcujujace/AP%20024,podmiot.html> [dostęp 6 marca 2020].
14. PN-EN 13715+A1:2011 – wersja angielska: Kolejnictwo – Zestawy kołowe i wózki – Koła – Zewnętrzne zarysy wieńców kół.
15. PN-EN 55022:2006: Urządzenia informatyczne – Charakterystyki zaburzeń radioelektrycznych – Poziomy dopuszczalne i metody pomiaru.

16. Railway Wheel Profile Gauge IKP-5 Series Specification (Parametry techniczne urządzenia do pomiaru profilu koła typu IKP-5) [online], WWW <https://riftek.com/eng/products/~show/instruments/railway-devices/railway-wheel-profile-gauge-ikp> [dostęp 6 marca 2020].
17. Railway Wheel Profile Gauge IKP-5 (Model 2016) Manual (Podręcznik obsługi urządzenia do pomiaru profilu koła typu IKP-5) [online], WWW [https://riftek.com/media/documents/ikp/man/Railway_wheel_profile_gauge_IKP_\(Model_2016\)_eng.pdf](https://riftek.com/media/documents/ikp/man/Railway_wheel_profile_gauge_IKP_(Model_2016)_eng.pdf) [dostęp 6 marca 2020].
18. Wheel Diameter Measuring Gauge IDK-BT Series Specification (Parametry techniczne urządzenia do pomiaru średnicy koła typu IDK-BT) [online], WWW [products/~show/instruments/railway-devices/wheel-diameter-measuring-gauge-idk](https://riftek.com/eng/products/~show/instruments/railway-devices/wheel-diameter-measuring-gauge-idk) [dostęp 6 marca 2020].
19. Wheel Diameter Measuring Gauge, IDK-BT Series Manual (Podręcznik obsługi urządzenia do pomiaru średnicy koła typu IDK-BT) [online], WWW https://riftek.com/media/documents/idk/man/Railway_wheel_diameter_measuring_gauge_IDK-BT_Series_eng.pdf [dostęp 6 marca 2020].
20. Zbieć A.: *Przyczyny nierównomiernego zużywania się zestawów kołowych w wagonach towarowych*, Prace Instytutu Kolejnictwa, 2017, z. 155, s. 43–47.
21. Zbieć A.: *Seminarium naukowe „Przyczyny nierównomiernego zużywania się zestawów kołowych w wagonach towarowych”*, Prace Instytutu Kolejnictwa, 2018, z. 160, s. 49–51.