

Arkadiusz Kampczyk

Pomiary odległości wewnętrznych płaszczyzn kół zestawów kołowych

Artykuł obejmuje zagadnienia pomiaru odległości wewnętrznych płaszczyzn kół zestawów kołowych, bazując na nowoczesnych, diagnostycznych i geodezyjnych metodach oraz technikach pomiarowych, które są lub mogą być dostępne nie tylko na obszarach kolejowych, ale w szeroko rozumianym transporcie szynowym. Artykuł zawiera wyniki autorskich badań przyrządu pomiarowego do pomiaru odległości wewnętrznych płaszczyzn kół zestawów kołowych, jednocześnie udzielając odpowiedzi na pytanie czy na rynku diagnostycznych i geodezyjnym transportu szynowego, istnieją tej klasy przyrządy pomiarowe zgodne z obowiązującymi regulacjami prawnymi oraz stopniami ochrony IP. Opisano zasady pomiarów i formę ich opracowania. Autor zwrócił uwagę na występujące różnice oznaczeń tych samych parametrów w kraju i poza granicami Polski, pomimo obowiązywania TSI. Jednocześnie badania wykazały, że przyrządy pomiarowe wprowadzone do obrotu w państwach członkowskich Unii Europejskiej, zgodnie z dyrektywami Unii Europejskiej, dopuszcza się do obrotu na terytorium Rzeczypospolitej Polskiej. Autor przedstawia wnioski, spostrzeżenia oraz propozycje, co powinno się jeszcze ulepszyć. Praca niniejsza została wykonana w ramach badań statutowych nr AGH 11.11.150.005.

Odległość wewnętrznych płaszczyzn kół zestawów kołowych pozostaje w ścisłym związku z istniejącym stanem geometrii toru kolejowego. Odległość między wewnętrznymi płaszczyznami obręczy kół obręczowych lub wieńców kół monoblokowych, określona jest przez dwa zasadnicze parametry:

- odpowiednio dla zestawu kołowego nieobciążonego – zestaw kołowy wybudowany, oznaczenie tego parametru na rynku polskim to A_z , natomiast na rynku zagranicznym A_R . A zatem $A_z = A_R$;
- odpowiednio dla zestawu kołowego obciążonego – zestaw kołowy zabudowany pod pojazdem, oznaczenie tego parametru na rynku polskim to $A_{z'}$, natomiast na rynku zagranicznym $A_{R'}$. A zatem $A_{z'} = A_{R'}$.

Parametry te są wielkościami charakterystycznymi dla danego materiału, procesu, elementu, podzespołu lub zespołu (wymiały, masa, wiek, itd.), istotnymi z punktu widzenia jego przydatności [9]. Zgodnie z instrukcją pomiarów i oceny technicznej zestawów kołowych pojazdów trakcyjnych Bt-11 stosowane oznaczenia to:

- ❖ A_z – odległość między wewnętrznymi powierzchniami obręczy lub wieńcami kół bezobciążonych w zestawach kołowych bez obciążenia,
- ❖ $A_{z'}$ – odległość między wewnętrznymi powierzchniami obręczy lub wieńcami kół bezobciążonych w zestawach kołowych zabudowanych w pojeździe.

Bardzo ważnym elementem jest zgodność dostępnych przyrządów pomiarowych w geodezji i diagnostyce transportu szynowego z obowiązującymi regulacjami prawnymi. Autor dokonał badania rynku, zwracając jednocześnie uwagę na fakt, czy istnieją i są dostępne przyrządy pomiarowe do pomiaru odległości wewnętrznych płaszczyzn kół zestawów kołowych zgodne z Technicznymi Specyfikacjami Interoperacyjności oraz stopniami ochrony IP (*International Protection Rating*) – stopień ochrony aparatu lub urządzenia elektrycznego przed penetracją czynników zewnętrznych. Używając terminu przyrząd pomiarowy, odwołano się do ustawy z dnia

11 maja 2001 r. Prawo o miarach [20], zgodnie z którą przez przyrząd pomiarowy należy rozumieć urządzenie, układ pomiarowy lub jego elementy, przeznaczone do wykonania pomiarów samodzielnie lub w połączeniu z jednym lub wieloma urządzeniami dodatkowymi, wzorce miary i materiały odniesienia są traktowane jako przyrządy pomiarowe. Badaniem został objęty przyrząd pomiarowy produkcji niemieckiej do pomiaru odległości wewnętrznych płaszczyzn kół zestawów kołowych Radabstandsmessgerät A_R -Maß Typ: HGE-WD autorstwa Herbert Gehrich Elektrotechnik GmbH z Lautertal Gadernheim (rys. 2). Badania zostały rozszerzone o wiele innych elementów, które zostały przedstawione w tej pracy. Udzielając jednocześnie odpowiedzi, czy przyrządy pomiarowe funkcjonujące i wprowadzone na rynek poza granicami Polski, mogą być dopuszczone do stosowania na terytorium Rzeczypospolitej Polskiej, czy istnieje możliwość ładowania przyrządu pomiarowego z mobilnej i ekologicznej zielonej energii *Solar Mover*, czy stosowane rejestratory jako przenośne komputery podręczne mogą być jednocześnie stosowane i używane do innych przyrządów pomiarowych oraz jakie położenie zajmuje oś zestawu kołowego względem szyn podczas ruchu pociągu. Celem artykułu jest również przedstawienie pracownikom geodezyjnym specjalizującym się w geodezyjnych pomiarach transportu szynowego oraz diagnostom tematyki objętej artykułem, która na rynku zachodnim jest już wykonywana przez specjalistyczne firmy geodezyjne i diagnostyczne.

Przez pomiar (zmierzenie) zgodnie z instrukcją Bt-11 [9] należy rozumieć czynności kontrolne mające na celu określenie za pomocą przyrządów pomiarowych rzeczywistych wartości mierzonych parametrów. Zastosowanie odpowiedniego rozwiązania pomiarowego, a zatem metody, techniki i przyrządu pomiarowego decyduje o żądanej jakości wyników pomiarów. Według PN-EN ISO 9000:2006 jakoś to stopień, w jakim zbiór inherentnych właściwości spełnia wymagania [14]. Według Philipa Crosby jakoś to zgodność z wymaganiami. W odniesieniu do prac diagnostycznych i geodezyjnych wymagania te są określone przez wiele regulacji prawnych, krajowych i zagranicznych oraz norm. Terminy jakości, które zostały przedstawione, ukierunkowane są na wysoką wartość produktu, którym jest wynik pomiarów, gdyż to od niego zależy stopień bezpieczeństwa ruchu. Jednak zadowolające i pozytywne wyniki tej jakości osiągnie się tylko wówczas, gdy każdy pracownik na każdym etapie swej pracy, wykona ją prawidłowo i z pełną świadomością.

Pomiary diagnostyczne i geodezyjne muszą spełniać wspólne wymagania i to nie tylko przy budowie i utrzymaniu linii kolejowych (infrastruktury kolejowej), ale również w odniesieniu do pojazdów szynowych, w tym dla kolei dużych prędkości. W Niemczech obowiązuje norma DIN 27202-10: *Zustand der Eisenbahnfahrzeuge – Messen Fahrzeugaufbau* tj. Stan pojazdów kolejowych – pomiar karoserii [4]. W stosunku do której stosowanie systemów pomiarowych, obejmujących przyrządy pomiarowe, systemy 3D itd. stanowi ważną rolę w produkcji i kontroli stanu technicznego pojazdów szynowych. Obszary zastosowań obejmują wiele prac geodezyjnych i diagnostycznych w najróżniejszych przedsiębiorstwach kolejowych, poprzez pomiary wózków, nadwozi pojazdów szynowych, lokomotyw, badania ich podstaw, pomiarów w zakresie przeglądów rewizyjnych oraz deformacji pojazdów. W stosunku do tych pomiarów jest wymagana wysoka dokładność, poprzez stosowanie pre-

czyjnych tachymetrów zrobotyzowanych, stacji zrobotyzowanych np.: Sokkia 3D Station NET05AXII / NET1AXII oraz innych specjalistycznych przyrządów pomiarowych ukierunkowanych na stawiane wymagania i dostosowanych do potrzeb przemysłu kolejowego.

Podstawowe zasady pomiaru odległości wewnętrznych płaszczyzn kół zestawów kołowych

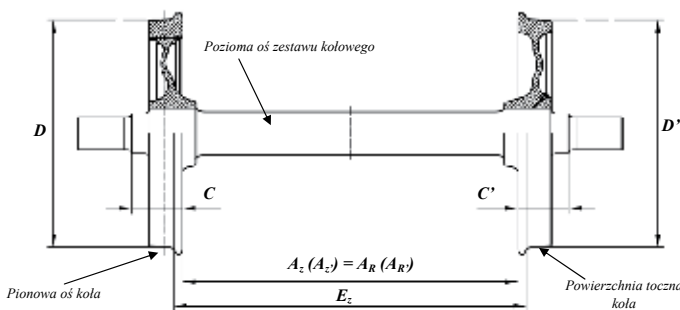
Pomiaru odległości między wewnętrznymi powierzchniami obręczy lub wieńców kół bezobrzęcowych należy dokonać co najmniej w trzech miejscach przesuniętych względem siebie o wartość 120° (M1, M2, M3 rys. 6c). Pomiar ten oznaczony jest symbolem A_z i wykonuje się go w zestawie wymontowanym z pojazdu trakcyjnego [9]. Miejsce pomiaru obrazuje rys. 1.

Instrukcja branżowa Bt-11 [9] określa wzór karty pomiarowej manualnej, w której wpisuje się wielkość maksymalną otrzymaną z tych pomiarów.

Natomiast w zestawie kołowym zamontowanym w pojeździe, pomiaru odległości między bocznymi, wewnętrznymi powierzchniami obręczy lub wieńców kół bezobrzęcowych dokonuje się na wysokości główki szyny. Pomiar wykonuje się co najmniej trzykrotnie, przetaczając pojazd o $\frac{1}{3}$ pełnego obrotu koła [9]. Pomiar ten oznacza się symbolem A_z . Jest to bardzo ważny element pomiaru, jak również zasada jego pomiaru, zwłaszcza podczas prac Komisji Wypadkowych, prowadzących pomiary w miejscu wykolejenia. Dopuszczalne różnice wielkości A_z i A_z' w jednym zestawie kołowym ze względu na występujące bicie osiowe mogą wynosić odpowiednio dla prędkości:

- ❖ $v \leq 120$ km/h – max. 2 mm,
- ❖ $120 \leq v \leq 160$ km/h – max. 1,6 mm.

W pracy pt. *Technische Spezifikationen für die Interoperabilität und die polnischen Vorschriften in der Projektierung von der Geometrie der Eisenbahnstrecken* [11], autor przedstawił problematykę Technicznych Specyfikacji Interoperacyjności (TSI) i przepisów Polskich w projektowaniu geometrii linii kolejowej. Odwołując się w zakresie zagadnień dotyczących „geometrii drogi kolejowej” do specyfikacji:



Rys. 1. Odległość wewnętrznych płaszczyzn kół zestawu kołowego A_z ($A_z = A_R (A_R)$), gdzie: D – średnica okręgu tocznego koła lewego, D' – średnica okręgu tocznego koła prawego, C – odległość między płaszczyzną czołową przedpiaścia i wewnętrzną, boczną powierzchnią obręczy lub koła bezobrzęcowego koła lewego, C' – odległość między płaszczyzną czołową przedpiaścia i wewnętrzną, boczną powierzchnią obręczy lub koła bezobrzęcowego koła prawego, E_z – odległość między zarysami obręczy (szerokość prowadna), $A_z = A_R$ – odległość między wewnętrznymi powierzchniami obręczy lub wieńcami kół bezobrzęcowych w zestawach kołowych bez obciążenia, $A_z = A_R'$ – odległość między wewnętrznymi powierzchniami obręczy lub wieńcami kół w zestawach kołowych zabudowanych w pojeździe.

Źródło: archiwum autora.

- ❑ TSI odnosząca się do podsystemu „Infrastruktura” transeuropejskiego systemu kolei dużych prędkości (TSI HS INF) [2].
- ❑ TSI odnosząca się do podsystemu „Infrastruktura” transeuropejskiego systemu kolei konwencjonalnych (TSI CR INF) [3].
- ❑ TSI w zakresie aspektu „Osoby o ograniczonej możliwości poruszania się” transeuropejskiego systemu kolei konwencjonalnych i transeuropejskiego systemu kolei dużych prędkości (TSI PRM) [1].

Aktualnie ww. specyfikacje [2, 3, 1] zostały uchylone, zaś zastępujące je i obowiązujące TSI, mające zastosowanie do systemu kolei dużych prędkości i systemu kolei konwencjonalnych, które weszły w życie z dniem 1 stycznia 2015 r. to:

- ❑ Rozporządzenie Komisji (UE) NR 1299/2014 z dnia 18 listopada 2014 r. dotyczące technicznych specyfikacji interoperacyjności podsystemu „Infrastruktura” systemu kolei w Unii Europejskiej [16].
- ❑ Rozporządzenie Komisji (UE) NR 1300/2014 z dnia 18 listopada 2014 r. w sprawie technicznych specyfikacji interoperacyjności odnoszących się do dostępności systemu kolei Unii Europejskiej dla osób niepełnosprawnych i osób o ograniczonej możliwości poruszania się [17].

Zgodnie z Rozporządzeniem Komisji (UE) NR 1302/2014 z dnia 18 listopada 2014 r. w sprawie technicznej specyfikacji interoperacyjności odnoszącej się do podsystemu *Tabor – lokomotywy i tabor pasażerski* systemu kolei w Unii Europejskiej [18], które weszło w życie również z dniem 01.01.2015 r., wymiary geometryczne zestawów kołowych są zgodne z wartościami granicznymi (tabela 1) dla odpowiedniej szerokości toru. Wartości graniczne przyjmuje się jako wartości projektowe (nowe zestawy kołowe) oraz jako eksploatacyjne wartości dopuszczalne – stosowane do celów utrzymania. Wymiar A_R mierzy się przy górnej powierzchni szyny. Wymiar A_R spełnia wymagania dla pojazdu próżnego i dla pojazdu ładownego. Dla wartości eksploatacyjnych producent może w dokumentacji utrzymania określić mniejsze tolerancje w powyższych granicach. Należy zaznaczyć, że jednocześnie TSI *Tabor – lokomotywy i tabor pasażerski* określa wartość minimalnego promienia łuku poziomego, który dla wszystkich pojazdów klejowych nie powinien być mniejszy niż 150 m.

W odniesieniu do taboru – wagonów towarowych obowiązuje Rozporządzenie Komisji (UE) Nr 321/2013 z dnia 13 marca 2013 r. dotyczące technicznej specyfikacji interoperacyjności odnoszącej

Tab. 1. Dopuszczalne wartości eksploatacyjne geometrycznych wymiarów zestawów kołowych „Tabor – lokomotywy i tabor pasażerski” [18]

Oznaczenie	Średnica koła D [mm]	Wartość minimalna [mm]	Wartość maksymalna [mm]	Szerokość toru [mm]
Odległość pomiędzy wewnętrznymi powierzchniami wieńców kół ($A_z = A_R$)	$330 \leq D \leq 760$	1 359	1 363	1 435
	$760 < D \leq 840$	1 358		
	$D > 840$	1 357		
Odległość pomiędzy wewnętrznymi powierzchniami wieńców kół ($A_z = A_R$)	$400 \leq D < 725$	1 444	1 446	1 524
	$D \geq 725$	1 442	1 448	
Odległość pomiędzy wewnętrznymi powierzchniami wieńców kół ($A_z = A_R$)	$400 \leq D \leq 1 220$	1 437	1 443	1 520
Odległość pomiędzy wewnętrznymi powierzchniami wieńców kół ($A_z = A_R$)	$690 \leq D \leq 1 016$	1 521	1 526	1 600
Odległość pomiędzy wewnętrznymi powierzchniami wieńców kół ($A_z = A_R$)	$330 \leq D < 840$	1 592	1 596	1 668
	$840 \leq D \leq 1 250$	1 590	1 596	

Tab. 2. Dopuszczalne wartości eksploatacyjne geometrycznych wymiarów zestawów kołowych „Tabor – wagony towarowe” [19]

Oznaczenie	Średnica koła D [mm]	Wartość minimalna [mm]	Wartość maksymalna [mm]	Szerokość toru [mm]
Odległość pomiędzy wewnętrznymi powierzchniami wieńców kół ($A_z = A_R$)	$330 \leq D \leq 760$	1 359	1 363	1 435
	$760 < D \leq 840$	1 358		
	$D > 840$	1 357		
Odległość pomiędzy wewnętrznymi powierzchniami wieńców kół ($A_z = A_R$)	$400 \leq D < 840$	1 444	1 448	1 524
	$D \geq 840$	1 442	1 448	
Odległość pomiędzy wewnętrznymi powierzchniami wieńców kół ($A_z = A_R$)	$690 \leq D \leq 1 016$	1 521	1 526	1 600
Odległość pomiędzy wewnętrznymi powierzchniami wieńców kół ($A_z = A_R$)	$330 \leq D < 840$	1 592	1 596	1 668
	$840 \leq D \leq 1 250$	1 590	1 596	

się do podsystemu *Tabor – wagony towarowe* systemu kolei w Unii Europejskiej i uchylające decyzję 2006/861/WE [19]. Dopuszczalne wartości eksploatacyjne geometrycznych wymiarów zestawów kołowych dla taboru – wagony towarowe zawiera tabela 2.

Przyrząd do pomiaru odległości wewnętrznych płaszczyzn kół zestawów kołowych Radabstandsmessgerät A_R -Maß Typ: HGE-WD

Przyrząd pomiarowy Radabstandsmessgerät A_R -Maß Typ: HGE-WD jest przeznaczony do pomiaru odległości między bocznymi, wewnętrznymi powierzchniami obręczy lub wieńców kół zestawów kołowych (rys. 2). Jego zadaniem jest nie tylko wykonanie pomiaru, ale i jednocześnie przeprowadzenie analizy i oceny wartości odległości wewnętrznych płaszczyzn kół zestawów kołowych. Przyrząd ten może być stosowany zarówno w pojazdach kolejowych, tramwajowych jak i pojazdach szynowych obsługujących linie metra. Pomiaru tego typu, z reguły i często są przeprowadzane w kanale, w wyniku czego użytkownik zobowiązany jest trzymać uchwyt pomiarowy z czujnikiem ręką ciągle do góry. Posiada on jednak lekką konstrukcję technologiczną, a tym samym jest stabilny poprzez zastosowanie technologii włókien węglowych typu CFK (niem. *CarbonFaserverstärkteKunststoffe*). Sam uchwyt pomiarowy z czujnikiem waży 1 055 g. Występujące na rynku krajowym tej klasy przyrządy pomiarowe ważą około 2 kg. Zastosowanie włókien węglowych CFK stosuje się w wielu rozwiązaniach sprzętu pomiarowego geodezyjnego, np.: tyczki teleskopowe GNSS (Globalny System



Rys. 2. Przyrząd do pomiaru odległości wewnętrznych płaszczyzn kół zestawów kołowych (Radabstandsmessgerät A_R -Maß Typ: HGE-WD), HGE GmbH

Źródło: archiwum autora.

Nawigacji Satelitarnej, ang. *Global Navigation Satellite Systems*) lub łąty do niwelatorów kodowych z serii 3000 firmy Leica Geosystems. Poprzez zastosowanie materiału oraz wybranych części budowy przyrząd do pomiaru odległości wewnętrznych płaszczyzn kół zestawów kołowych typu Radabstandsmessgerät A_R -Maß Typ: HGE-WD jest zakwalifikowany do innowacyjnych przyrządów pomiarowych, zapewniając uzyskanie wysokiej dokładności pomiaru. Mała waga uchwytu z czujnikiem pomiarowym, wynosząca około 1 100 g jest idealna, ponieważ zapewnia przeprowadzenie pomiarów w miejscach, charakteryzujących się małą przestrzenią np.: kanały umożliwiające dostęp do zestawu kołowego, wymagające utrzymania przyrządu w ciągłej pozycji z rękami u góry.

Dokładność pomiaru jest ważną cechą charakteryzującą ten przyrząd pomiarowy. Firmy prosperujące na rynku w zakresie tej klasy przyrządów pomiarowych diagnostycznych w transporcie szynowym oferują kilka modeli o różnej precyzji pomiarów. Standardowo ich dokładność pomiaru zawarta jest w granicach $\pm 0,1$ mm co daje ± 100 μ m. W przypadku badanego przyrządu Radabstandsmessgerät A_R -Maß Typ: HGE-WD dokładność wynosi ± 20 μ m, co daje 0,02 mm. Wysoka dokładność jest również zapewniona w zakresie dokonywania pomiaru w wysokich temperaturach.

Co ciekawe i warte uwagi, to fakt, że przyrząd aby był wolny od wpływu rdzy, został wykonany z aluminium anodowanego. Anodowanie aluminium (eloksalacja) jest procesem elektrochemicznym, który polega na wytworzeniu na powierzchni aluminium warstwy tlenku (Al_2O_3) o większej twardości i odporności na korozję niż warstwa powstająca w sposób naturalny. W ten sposób zostały zabezpieczone poszczególne elementy uchwytu z czujnikiem pomiarowym (rys. 3a, 3c). Dane uchwytu pomiarowego z czujnikiem:

- ❖ zakres pomiarowy: 1 355 do 1 365 mm (istnieje możliwość opracowania różnych zakresów pomiarowych / długości),
- ❖ długość: 1 500 mm,
- ❖ średnica uchwytu pomiarowego: 34 mm,
- ❖ waga: 1 055 g,
- ❖ odchylenie systematyczne: ± 50 μ m,
- ❖ dokładność: ± 20 μ m,
- ❖ zakres temperatury pracy: $-10^\circ C$ do $+50^\circ C$,
- ❖ materiał wykonania: stal nierdzewna aluminium / karbon.

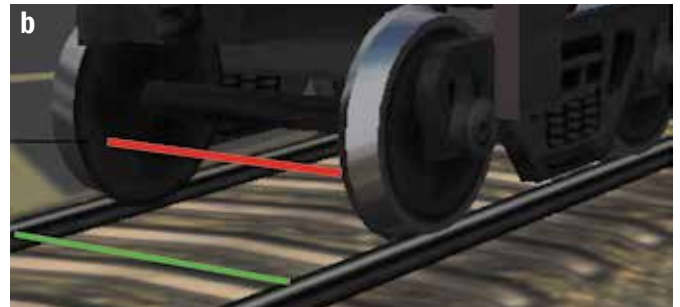
Zakres pomiarowy badanego przyrządu wynosi od 1 355 do 1 365 mm w odniesieniu do szerokości toru 1 435 mm. Zgodnie z tabelą 1 i 2, dla tego parametru szerokości toru wartość minimalna odległości pomiędzy wewnętrznymi powierzchniami wieńców kół $A_z = A_R$ wynosi 1 357 mm (jest uzależniona od średnicy koła), zaś wartość maksymalna wynosi 1 363 mm.

Do rejestracji pozyskanych danych z pomiaru odległości wewnętrznych płaszczyzn kół zestawów kołowych jest zastosowany przenośny komputer typu PSION WORKABOUT Pro 4 (czwartej generacji) (rys. 2). Dane przenośnego komputera (rejestratora) PSION Workabout Pro 4:

- ❖ waga: około 455 g,
- ❖ kolorowy ekran dotykowy,
- ❖ procesor: PXA 270 624 MHz (32 bit RISC),
- ❖ pamięć: 1 GB Flash ROM, 256 MB RAM, 2 GB SD-Card,
- ❖ ochrona: IP 65 – zgodność z normą IP 65 oraz odporność na upadek z wysokości 1,5 m,
- ❖ system operacyjny: Microsoft Windows CE 5.0.

W odniesieniu do ciężaru przyrządu pomiarowego, należy wyjaśnić, że rejestrator z bateriami, kablem i czujnikiem waży: 1 742 g, zaś sam uchwyt z czujnikiem waży 1 055 g.

Psion Workabout Pro 4, posiada bardzo czytelny ekran. Praktykowany jest wyświetlacz jednostronny, kolorowy z ekranem doty-



Rys. 3. Pomiar odległości wewnętrznych płaszczyzn kół zestawów kołowych z zastosowaniem przyrządu Radabstandsmessgerät AR-Maß Typ: HGE-WD: a) punkt pomiarowy, b) odległość wewnętrzna płaszczyzn kół zestawu kołowego (kolor czerwony), szerokość toru (kolor zielony), c) czujnik pomiarowy
Źródło: archiwum autora.

kowym, który ułatwia korzystanie z oprogramowania diagnostycznego. Oprogramowanie w rejestratorze pozwala użytkownikowi wykonywać czynności pomiarowe i obliczeniowe bezpośrednio w „terenie”, prowadząc go „za rękę” po kolejnych etapach działania, często używając uniwersalnego i pomocniczego „języka” obrazkowego. Wyświetlacz ekranu jest podświetlany, czytelny w miejscach ciemnych. Autor przeprowadził też doświadczenia przy silnym świetle słonecznym – okazało się, że również jest czytelny. Psion Workabout Pro 4 jest umieszczony w specjalnym etui, które w trakcie pomiarów może być umieszczone na posadzce kanału, tłuczniu, lub zwisać na ramieniu użytkownika, w ten sposób umożliwia swobodne wykonywanie pomiarów osobie, która prowadzi je w kanale, przebywając pod zestawem kołowym. Psion Workabout Pro 4 posiada stopień ochrony IP 65 (*International Protection Rating*). Stopnie IP to klasyfikacja różnych stopni ochrony urządzeń elektrycznych, które są zapewniane przez obudowę tych urządzeń według normy PN-EN 60529:2003 Stopnie ochrony zapewnianej przez obudowy (Kod IP) [15]. Norma określa system klasyfikacji stopni ochrony, oznaczanych kodem, zapewnianej przez obudowy urządzeń elektrycznych o napięciu znamionowym nie większym niż 72,5 kV przed przedostawaniem się ciał stałych, wnikaniem wody i pyłu oraz przed dotykiem bezpośrednim części czynnych [15]. Stopień IP 65 oznacza:

- ❖ IP (*International Protection Rating, Ingress Protection Rating*) – stopień ochrony aparatu lub urządzenia elektrycznego przed penetracją czynników zewnętrznych,
- ❖ 6 – ochrona przed wnikaniem kurzu, ochrona pyłoszczelna, ochrona przed dostępem do części niebezpiecznych drutem,
- ❖ 5 – ochrona przed strumieniem wody, ochrona przed strugą wody (12,5 l/min) laną na obudowę z dowolnej strony.

Pierwsza cyfra charakterystyczna, którą jest w tym przypadku cyfra 6 oznacza, że obudowa rejestratora zapewnia ochronę ludzi przed dostępem do niebezpiecznych części umieszczonych wewnątrz i równocześnie zapewnia ochronę przed wnikaniem obcych ciał stałych. Natomiast druga cyfra charakterystyczna, którą jest cyfra 5 oznacza, że obudowa zapewnia ochronę przed skutkami wnikania wody. Uchwyt pomiarowy jest odporny na warunki środowiskowe, wstrząsy, jak i wytrzymały na zginanie.

W specyfikacjach technicznych instrumentów geodezyjnych (przyrządów pomiarowych) renomowanych producentów, często

można zauważyć zapis stwierdzający zgodność z normą PN-EN 60529:2003. O czym pisano w pracach [13, 12]. Jednak nadal i nostalgicznie wielokrotnie zdarzają się specyfikacje techniczne przyrządów pomiarowych diagnostycznych w transporcie szynowym, które w ogóle nie informują użytkownika i nabywcy o ich zgodności z ww. normą dotyczącą stopnia ochrony zapewnianej przez obudowy (Kod IP).

Uchwyt z końcówką pomiarową jest wyposażony w libellę rurkową – podłużną (rys. 2). Ten element będący przyrządem optycznym, stanowi integralność z uchwytem do pomiaru odległości wewnętrznych płaszczyzn kół zestawów kołowych. Radabstandsmessgerät AR-Maß Typ: HGE-WD jest wyposażony w tradycyjną libellę rurkową, której podstawowym elementem jest zamknięta ampułka z cieczą i pęcherzykiem gazu (powietrza) pełniącym rolę wskazówki. Opary cieczy nasycają pęcherzyk gazu. Ciecz jest zabarwiona, co jednocześnie powoduje, że łatwiej można obserwować położenie pęcherzyka. Na powierzchni ampułki libelli naniesiony jest podział kreskowy, którego środek wyznacza punkt główny libelli rurkowej. Jest to punkt, w którym znajduje się pęcherzyk, kiedy libella jest ustawiona poziomo. Autor podczas badań wyjaśniał, czy nie lepiej byłoby użyć i zastosować libellę elektroniczną, jednak w tym przypadku wymagane byłoby dodatkowe niezależne zasilanie, a to spowodowałoby zwiększenie kosztów przyrządu pomiarowego.

Na uwagę zasługuje fakt, że przenośny komputer typu Psion Workabout Pro 4 może być stosowany i wykorzystany nie tylko w połączeniu z przyrządem do pomiaru odległości wewnętrznych płaszczyzn kół zestawów kołowych Radabstandsmessgerät AR-Maß Typ: HGE-WD, ale co jest równocześnie zaletą tej klasy rejestratora, jednocześnie jako rejestrator do innych przyrządów pomiarowych. Przykładem jest jego kompatybilność z przyrządem pomiarowym do pomiaru sił zamykania drzwi (Tür-Schließkraftmessgerät) typu TM, HGE GmbH oraz do pomiaru kół Radmessgerät Bahn (rys. 4 i 5).

Należy wyjaśnić, że przyrząd pomiarowy do pomiaru sił zamykania drzwi (Tür-Schließkraftmessgerät) (rys. 5), aktualnie występuje w dwóch typach, mianowicie jest zgodny nie tylko z DC360N wynikającą z niemieckiej normy dotychczasowej DIN EN14752:2005, ale aktualnie jest też już zgodny z DC700N. Gdyż kilka tygodni wstecz został opublikowany nowy standard normowy DIN14752:2015 [6].



Rys. 4. Profilmierz elektroniczny do kół kolejowych i tramwajowych – Radmessgerät Bahn, HGE GmbH
Źródło: archiwum autora.

W pracy [12] przedstawiono wyniki badań przyrządu typu Tür-Schließkraftmessgerät TM, który wówczas występował tylko jako jeden typ, aktualnie występuje w dwóch:

- Tür-Schließkraftmessgerät DC360N,
- Tür-Schließkraftmessgerät DC700N.

Przyrząd typu Tür-Schließkraftmessgerät DC360N posiada zakres pomiaru wynoszący od 30 N do 360 N, jest zgodny z normami i przepisami: DIN EN 14752:2005, OENORM EN 14752:2005, VDV 111, §35e StVZO, §29 StVZO, 2001/85/EG, TAF (*Treno Alta Frequentazione*) i UNECE Regulacja Nr 107.

Natomiast przyrząd Tür-Schließkraftmessgerät DC700N posiada zakres pomiarowy wynoszący od 50 do 700 N i jest już zgodny z DIN EN 14752:2015, OENORM EN 14752:2015. Zakres pomiarowy wynoszący 50 do 700N posiada:

- poziom mocy 1: drzwi standardowe (max 400N),
- poziom mocy 2: dla wysokiej gęstości ruchu (max 600N).

Obydwa przyrządy tej klasy, należą do elektronicznych systemów pomiaru i oceny siły docisku drzwi w pojazdach kolejowych, tramwajowych, autobusowych i metra. Równocześnie z nimi może współpracować przenośny komputer typu Psion Workabout Pro 4, jest również możliwość podpięcia do wszystkich uchwytów pomiarowych z czujnikami starszej wersji rejestratora np.: Psion Workabout Pro 3. Zgodność przyrządów pomiarowych z regulacjami wyżej wykazanymi dotyczy m.in.:

1. OENORM EN 14752:2015 (ÖNORM 14752:2015 05 01) – norma europejska wprowadzona w Austrii pt: *Bahnanwendungen – Seiteneinstiegssysteme für Schienenfahrzeuge* (ang. *Railway Applications – Body Side Entrance Systems For Rolling Stock*). Dotyczy systemów drzwi przeznaczonych dla pasażera we wszystkich nowo budowanych pojazdach transportu pasażerskiego kolejowego, tramwajów, metra, pociągów podmiejskich i pociągów regionalnych, pociągów dalekobieżnych i kolei dużych prędkości. Wymagania tej europejskiej normy stosuje się również, o ile to możliwe w istniejących pojazdach, w których modernizuje się system drzwi. Norma ta określa również wymagania testowe dla systemów wejścia.
2. DIN EN 14752:2015 (DIN EN 14752:2015-05) norma europejska wprowadzona w Niemczech pt: *Bahnanwendungen – Seiteneinstiegssysteme für Schienenfahrzeuge*; Deutsche Fassung EN 14752:2015 (ang. *Railway Applications – Body Side Entrance Systems For Rolling Stock*). Określa minimalne wymagania w zakresie budowy i eksploatacji drzwi dla pasażerów w taborze kolejowym. Jej celem jest zapewnienie:



Rys. 5. Przyrząd pomiarowy wartości siły zamykania drzwi (Tür-Schließkraftmessgerät) typu TM, HGE GmbH
Źródło: archiwum autora.

- bezpiecznego wejścia i wyjścia przez drzwi pasażerskie oraz zapewnienie bezpiecznego i swobodnego ruchu osób,
- łatwości użytkowania dla osób o ograniczonej sprawności ruchowej,
- najmniejszego ryzyka obrażeń osób w wyniku funkcji pracy drzwi,
- zamknięcia drzwi, ruchomych schodów, ramp, mostów itp. gdy pojazd jest w ruchu,
- bezpiecznego utrzymania systemów wejścia.

Norma DIN EN 14752:2015 zastępuje normę DIN EN 14752:2005 [5]. Należy zaznaczyć, że norma EN 14752 została dostosowana do wymagań Technicznych Specyfikacji Interoperacyjności kolei dużych prędkości, kolei konwencjonalnych i osób o ograniczonej możliwości poruszania się w związku z Dyrektywą Parlamentu Europejskiego i Rady 2008/57/WE z dnia 17 czerwca 2008 r. w sprawie interoperacyjności systemu kolei we Wspólnocie (przekształcenie) (tekst mający znaczenie dla EOG) oraz nowych rozwiązań i ustaleń z wymogami krajowymi. Norma wspomaga podstawowe wymagania dyrektywy 2008/57/WE w sprawie interoperacyjności systemu kolei we Wspólnocie, jak również z TSI.

3. UNECE Regulacja Nr 107 – regulacje Europejskiej Komisji Gospodarczej (EKG) (ang. *United Nations Economic Commission for Europe*, skrót: UNECE lub ECE) – jedna z komisji regionalnych Organizacji Narodów Zjednoczonych. Powołano ją do życia w 1947 roku w celu odbudowy powojennej Europy. Regulacja Nr 107 dotyczy porozumienia przyjęcia jednolitych wymagań technicznych dla pojazdów kołowych, ich wyposażenia i części, które mogą być montowane i/lub stosowane w tych pojazdach oraz wzajemnego uznawania homologacji udzielonych na podstawie tych wymagań. To w nich znajdują się wytyczne do pomiaru sił zamykania drzwi.
4. TAF (*Treno Alta Frequentazione*) regulacje dot. włoskich elektrycznych zespołów trakcyjnych.
5. VDV 111 – Verband Deutscher Verkehrsunternehmen. VDV-Schrift 111: *Anforderungen an den Einklemm- und Verletzungsschutz an Türen und kraftbetätigten Tritten von Nahverkehrs-Schienenfahrzeugen* Związek Niemieckich Przedsiębiorstw Transportowych. VDV 111: Wymagania dotyczące ściskania i ochrony przed zranieniem przez drzwi poruszane mechanicznie w komunikacji podmiejskiej – pojazdy szynowe.
6. §35e StVZO – *Straßenverkehrs-Zulassungs-Ordnung*, niemiecka ustawa o dopuszczeniu osób i pojazdów do ruchu drogowego. §35e dotyczy drzwi.
7. §29 StVZO – *Straßenverkehrs-Zulassungs-Ordnung*, niemiecka ustawa o dopuszczeniu osób i pojazdów do ruchu drogowego.

- go. §29 dotyczy badania i sprawdzania pojazdów mechanicznych i przyczep.
8. 2001/85/EG – (2001/85/WE) Dyrektywa 2001/85/we Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 20 listopada 2001 r. odnosząca się do przepisów szczególnych dotyczących pojazdów wykorzystywanych do przewozu pasażerów i mających więcej niż osiem siedzeń poza siedzeniem kierowcy oraz zmieniająca dyrektywę 70/156/EWG i 97/27/WE.
 9. DIN EN 14752:2005 niemiecka dotychczasowa norma pt: *Bahnanwendungen – Seiteneinstiegssysteme für Schienenfahrzeuge*. Norma DIN EN 14752:2015 zastępuje normę DIN EN 14752: 2005.
 10. OENORM EN 14752:2005 austriacka dotychczasowa norma pt: *Bahnanwendungen – Seiteneinstiegssysteme für Schienenfahrzeuge*. Norma OENORM EN 14752:2015 (ÖNORM 14752:2015 05 01) zastępuje normę OENORM EN 14752:2005.

Oprogramowanie pomiarowe

Procedura prowadzenia prac pomiarowych jest szybka i prosta. Dokonane pomiary wraz z uzyskanymi wartościami są bezpośrednio rejestrowane i widoczne na ekranie rejestratora Psion Workabout Pro 4. Menu główne aplikacji rejestratora bazuje w czterech zasadniczych zakresach:

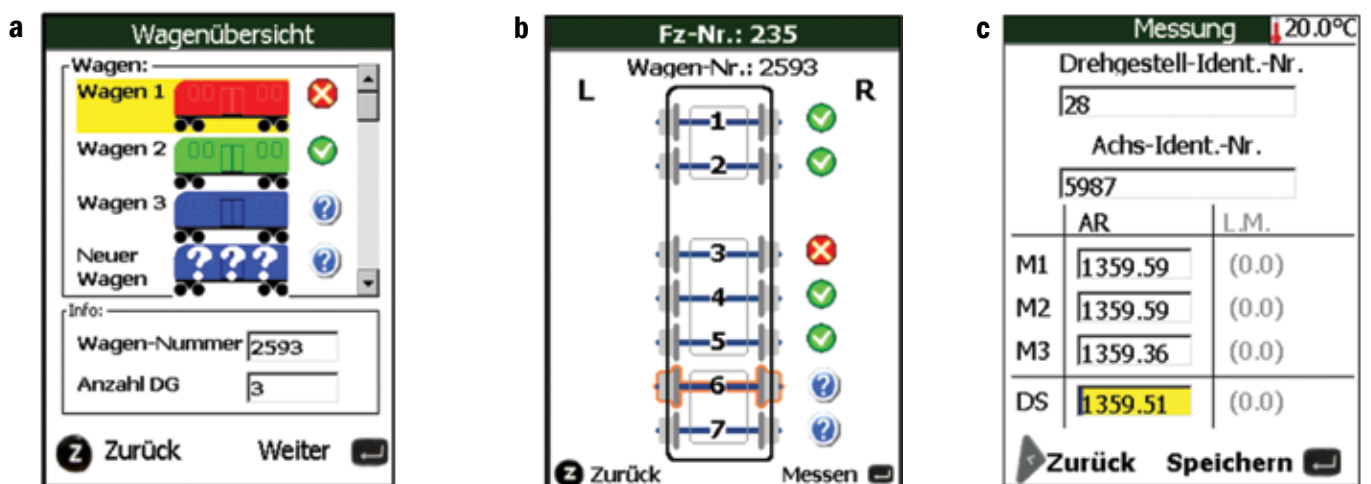
- ♦ A_R – pomiar (rys. 6),
- ♦ protokół pomiarowy (rys. 7),
- ♦ ustawienia,
- ♦ wyjście.

Przyrząd pomiarowy w zakresie użytkowania posiada w aplikacji rejestratora możliwości opcjonalne, do których należą: numer zamówienia, numer pojazdu szynowego / wagonu, przebieg pojazdu szynowego / wagonu, obserwacje i spostrzeżenia, własnoręczny podpis (ekran dotykowy), rodzaj i typ wózka, numer / identyfikator wózka, numer / identyfikator osi w danym wózku wraz z podaniem odpowiedniej wartości granicznej oraz z punktami pomiarowymi. Podane informacje są bardzo ważne, z uwagi na fakt, że wózek stanowi konstrukcję będącą elementem podwozia. Ze względu na liczbę osi wyróżnia się: wózki jednoosiowe, dwuosiowe, trzyosiowe,

cztero- i więcej osiowe. Zestaw kołowy stanowi dwa koła połączone osią zestawu kołowego (rys. 1).

Przeprowadzony proces pomiarowy przedstawia wartości odległości wewnętrznych płaszczyzn kół danego zestawu kołowego (1.M; 2.M; 3.M oznaczenia w protokole (rys. 7, zaś oznaczenia w rejestratorze M1; M2; M3 rys. 6c)), następnie prezentuje obliczoną średnią wartość z wielu pomiarów. W momencie przekroczenia wartości granicznej, użytkownik jest informowany natychmiast w dwóch trybach: akustycznie i wizualnie (rys. 6). Jeżeli wartości odległości wewnętrznych płaszczyzn kół danego zestawu kołowego są prawidłowe, pojawia się znacznik koloru zielonego, natomiast jeżeli zmierzona wartość jest przekroczona, wówczas pojawia się znacznik koloru czerwonego, oznaczony krzyżykiem. Warto zwrócić uwagę na fakt, że to oprogramowanie posiada taką zaletę, że w każdej chwili proces pomiarowy może zostać przerwany i ponownie wznowiony.

W etapie końcowym procesu pomiarowego jest generowany Szczegółowy Protokół Pomiarowy – *Messprotokoll Radabstandsmessung*, w którym wszystkie wartości przedstawione są w milimetrach (rys. 7). Protokoły mogą być opracowane zarówno za pomocą komputera podręcznego Psion Workabout Pro 4 jak i na PC. Baza pomiarowa umożliwia generowanie danych w formacie MDB, PDF, Excel, HTML. Aplikacja generuje pliki z rozszerzeniem xls, jest to uzasadnione faktem, że bardzo wielu użytkowników korzysta z dotychczasowych aplikacji (Windows, Microsoft Office) lub innych dodatkowych aplikacji eksperckich, które wykorzystują ten typ rozszerzenia, jednak można dokonać konwersji lub zmiany zapisu pliku z dotychczasowego typu xls na xlsx. Niestety nie można uzyskać plików typu CAD – *Computer Aided Design*, dotyczących projektowania wspomaganego komputerowo. Pojemność pamięci wystarcza do pomiaru 1000 zestawów kołowych. Producent dokonuje okresowego sprawdzenia przyrządu pomiarowego zgodnie z przepisami i wydaje aktualny dokument potwierdzający jego sprawdzenie pod względem dokładności pomiarowej. Warto zaznaczyć, że ten przyrząd pomiarowy posiada certyfikat kolei niemieckich *Deutsche Bahn – zertifiziert*.



Rys. 6. Widok aplikacji pomiarowych Psion Workabout Pro 4 przyrządu Radabstandsmessgerät AR-Maß Typ: HGE-WD : a) oznaczenie wagonu: z wartościami prawidłowymi (znacznik koloru zielonego – wagon nr 2), z wartościami przekroczonymi (znacznik koloru czerwonego – wagon nr 1), wagon nr 3 oczekujący na pomiar. Wagon nr 1 podświetlony kolorem żółtym posiada znacznik czerwony, który informuje o posiadaniu przekroczonych wartości w zestawie kołowym; b) numeracja osi zestawów kołowych w wagonie nr 2593: z wartościami prawidłowymi (znacznik koloru zielonego), z wartościami przekroczonymi (znacznik koloru czerwonego), oś numer 6 podlegająca pomiarowi, oś numer 7 oczekująca na pomiar; c) wyniki pomiaru odległości wewnętrznych płaszczyzn kół zestawu kołowego nr 28 (kolorem żółtym oznaczono wartość średnią)

Źródło: archiwum autora.

Oś zestawu kołowego względem szyn podczas ruchu pociągu

Położenie osi zestawu kołowego względem szyn podczas ruchu pociągu pozostaje w ścisłym związku z istniejącym stanem geometrii toru kolejowego. Układ geometryczny toru kolejowego w sensie geodezyjnym i diagnostycznym, posiada charakter przestrzenny, obejmujący:

1. Płaszczyznę poziomą podłużną (w planie), gdzie należy wyróżnić m.in. odcinki prostoliniowe, łuki kołowe, łuki koszarowe, odcinki krzywoliniowe (różnego rodzaju krzywe przejściowe: kłoidy, parabole trzeciego stopnia, łuki wiedeńskie (Wiener Bogen), krzywą Blossa, krzywą Kleina (sinusoida), cosinusoidę oraz parabole czwartego stopnia.
2. Płaszczyznę pionową podłużną (w profilu), gdzie należy wyróżnić odcinki toru o jednakowym pochyleniu, łuki kołowe pionowe: wklęsłe lub wypukłe.
3. Płaszczyznę poprzeczną do osi toru, w której ze względu na praktykę kolejową stosowany jest układ parametrów geometrycznych toru obejmujących położenie toru w płaszczyźnie pionowej i poziomej [7]:
 - a) parametry pionowe:
 - położenie toru w przekroju poprzecznym tzw. przechyłka,
 - wickrowatość toru,
 - nierówności toku szynowego w płaszczyźnie pionowej (dółek) dla toku szynowego lewego lub prawego.
 - b) parametry poziome:
 - szerokość toru,
 - gradient szerokości toru,
 - nierówności toków szynowych w płaszczyźnie poziomej.

Zestawy kołowe charakteryzują się sztywnym połączeniem osi z kołami, stożkowatością powierzchni tocznej obręczy, następnie obrzeżami na obręczach kół i co jest bardzo ważne to równoległością względem siebie, a prostopadłe do osi podłużnej pojazdu, położenia osi zestawów kołowych i sztywnym ich połączeniem z ostoją (z wyjątkiem zestawów zwrotnych i wózków).

Zewnętrzny tok szynowy w łuku jest dłuższy od wewnętrzного, w momencie przejścia zestawów kołowych z nieruchomo osadzonymi na osiach kołami obręcze kół mniej obciążonych są narażone na tarcie, co powoduje opór, większe ścieranie się obręczy oraz zużycie szyny (boczne, pionowe) (rys. 8). W wyniku występowania i działającej siły odśrodkowej na łuku, zestaw kołowy dąży do przesunięcia się na zewnątrz toru, w efekcie koło zewnętrzne, opierające się obrzeżem o szynę, toczy się po większym okręgu niż koło wewnętrzne, które też przesuwa się ku zewnętrznemu tokowi i toczy się po zmniejszonym okręgu obręczy (rys. 8).

Wpływ na tarcie się obręczy koła po szynie jest zależny od stanu układu geometrycznego toru kolejowego, zły dobór parametru przechyłki (która wielokrotnie w wyniku wprowadzenia ograniczeń prędkości, pozostaje nie zmieniona - lecz pozostawiona tak jak dla prędkości rozkładowej), następnie szybkość ruchu oraz położenie zestawu kołowego w pojeździe. Zestawy kołowe są podstawowymi elementami biegowymi taboru. Przenoszą one na szyny wszystkie obciążenia podchodzące od ramy taboru, jak i na odwrót wszelkie impulsy od układu geometrycznego toru na ramę.

HGE		Messprotokoll Radabstandsmessung (alle Längen in mm)					Prüfer:
Herber Gehrsch Elektrotechnik	Fahrzeug-Nr.: 414447	Auftrags-Nr.: 4544BG	S-Nr.: HGE-WD 11	Standort: 0	Datum: 13.10.2014	Uhrzeit: 12:06:35	Admin
Ordnr.	Fahrzeug-Km: 54405	Fahrzeug-Status: nicht in Ordnung					<i>CA</i>
Fahrzeug-Bemerkung: Keine weiteren Schaedten							
Wagen-Nr.:	Wagen1	Ident-Nr.:	124441				
Wagentyp:							test
Grenzwert:	Min.:				Max.:		
	1359				1362		
Drehgestell-Nr.: G1von3							
Achse Nr.:	1. M.	2. M.	3. M.	Durchschnitt			
445	1360.47	1360.47	--	1360.47			
221	1360.47	1360.47	--	1360.47			
Drehgestell-Nr.: G2von3							
Achse Nr.:	1. M.	2. M.	3. M.	Durchschnitt			
221	1360.47	1360.47	--	1360.47			
663	[1365.89]	[1365.89]	--	[1365.89]			
Drehgestell-Nr.: G3von3							
Achse Nr.:	1. M.	2. M.	3. M.	Durchschnitt			
44454	[1356.28]	1359.42	--	[1357.85]			
885	1359.40	1359.40	--	1359.40			
Wagen-Status:	nicht in Ordnung		Bemerkung:	Def.AnGestell3			

Rys. 7. Szczegółowy Protokół Pomiarowy – Messprotokoll Radabstandsmessung

Źródło: archiwum autora.

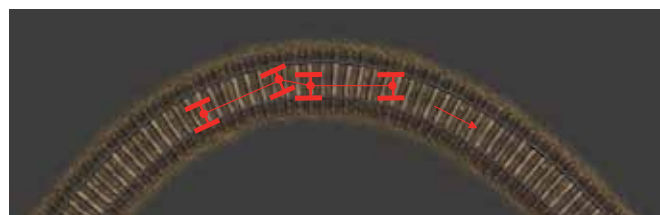
Od ich stanu technicznego oraz ich konstrukcji zależy spokojność biegu taboru, bezpieczeństwo jazdy, jak również przebieg taboru pomiędzy kolejnymi jego naprawami okresowymi. Zestawy kołowe są tymi elementami, które umożliwiają ruch taboru po torze, złożone z obracającej się osi i osadzonych na niej nieprzesuwnie dwóch kół, których prawidłowy monitoring powinien być zapewniony przez przyrządy do pomiaru odległości wewnętrznych płaszczyzn kół zestawów kołowych.

Zestawy kołowe można podzielić na wiele klasyfikacji. W zakresie przyrządów do pomiaru odległości wewnętrznych płaszczyzn kół zestawów kołowych uzasadnionym jest przedstawianie podziału tylko ze względu na parametr geometryczny toru, jakim jest szerokość toru. Ze względu na ten parametr, zestawy kołowe można podzielić na:

- wąskotorowe – szerokość 750 mm,
- wąskotorowe – szerokość 1 000 mm,
- normalnotorowe – szerokość 1 435 mm,
- szerokotorowe – szerokość 1 520 mm.

Solar Mover zieloną energią ekologicznej mobilności

Dworzec kolejowy Berlin Südkreuz, jako pierwsza stacja w Europie, został we wrześniu 2014 r. wyposażony w system Solar Mover zielonej energii ekologicznej mobilności. Inicjatywę tę podjęło DB Energie. Poszczególne panele układu słonecznego są ruchome i dostosowane do padania światła słonecznego. W wyniku czego, zasób energii zwiększa się w stosunku do tego typu konstrukcji sztywnych o ponad 30%. Wytworzona energia jest wprowadzana do tzw. inteligentnego Micro Smart Grid (MSG), który rozdziela energię w zależności od zapotrzebowania konsumentów lub dokonuje jej zachowania w akumulatorach. Tego typu rozwiązania należą do innowacyjnych rozwiązań stosowanych na kolejach zachodnich tj. w DB Bahn. Układ paneli słonecznych obejmuje po-



Rys. 8. Oś zestawu kołowego względem szyn podczas ruchu pociągu

Źródło: archiwum autora.

wierzchnię 53 m², konstrukcja jest dwukierunkowa, powierzchnia lustrzana jest ruchoma w płaszczyźnie pionowej i w poziomej, promienie słoneczne są śledzone automatycznie (rys. 9). W ciągu roku *Solar Mover* umieszczony w Sachsendamm produkuje około 8000 kWh. Dla konsumentów zostało udostępnionych dziesięć punktów ładowania dla samochodów elektrycznych, pięć punktów ładowania dla rowerów elektrycznych i indukcyjny system ładowania do elektrycznych autobusów BVG (*Berliner Verkehrsbetriebe*, Berlińskie Zakłady Komunikacyjne). Przyrząd do pomiaru odległości wewnętrznych płaszczyzn kół zestawów kołowych Radabstandsmessgerät AR-Maß Typ: HGE-WD, może również z tego typu źródeł zasilania czerpać energię, co powoduje, że jest niezależny w stosunku do innych przyrządów pomiarowych. Ładowanie może nastąpić poprzez stosowanie dostępnych, tego typu systemów. Sam przyrząd Radabstandsmessgerät AR-Maß typu: HGE-WD nie jest wyposażony w baterię słoneczną, co jest uzasadnione faktem jego przeznaczenia, mianowicie pomiar odbywa się z reguły w miejscach ciemnych i zacienionych np.: kanały, warsztaty, lokomotywnie, wagonownie, hale produkcyjne, gdzie dostęp do promieni słonecznych jest znikomy i krótkotrwały. Dlatego uzasadnione jest stosowanie baterii w dwóch rodzajach:

- ❖ nr 1 – 3 300 mAh, co przelicza się na ok. 8 h pełnej pracy,
- ❖ nr 2 – 4 400 mAh, co przelicza się na ok. 12 h pełnej pracy.

Do tego istnieje jeszcze możliwość ładowania baterii z wykorzystaniem systemów *Solar Mover*.

Podsumowanie

Europa od kilkadziesiąt lat pochłonięta jest standaryzacją danych, zarówno w aspekcie prac geodezyjnych, jak i prac diagnostycznych w transporcie szynowym. Zasadniczy wpływ posiadają Techniczne Specyfikacje Interoperacyjności. Pozyskane dane spełnią najwyższą jakość wymagań dokładnościowych, pod warunkiem, że będą ściśle określone reguły postępowania w prowadzeniu pomiarów. Dlatego też, niezwykle ważnym czynnikiem jest zachowanie zgodności w obowiązujących regulacjach prawnych krajowych, jak i międzynarodowych. Wnioski i spostrzeżenia autor przedstawiał na bieżąco w pracy.

Zgodnie z ustawą [20] art. 2a. przyrządy pomiarowe wprowadzone do obrotu w państwach członkowskich Unii Europejskiej, zgodnie z dyrektywami Unii Europejskiej, dopuszcza się do obrotu na terytorium Rzeczypospolitej Polskiej. Przyrząd do pomiaru odległości wewnętrznych płaszczyzn kół zestawów kołowych Radabstandsmessgerät AR-Maß Typ: HGE-WD może być stosowany na terenie Polski. Należy jednak posiadać świadomość, że:

- ❖ Parametr $A_z = A_R$
- ❖ Parametr $A_z' = A_R'$

W specyfikacjach technicznych instrumentów geodezyjnych (przyrządów pomiarowych) renomowanych producentów, często można zauważyć zapis stwierdzający zgodność z IP jako stopniem ochrony aparatu lub urządzenia elektrycznego przed penetracją czynników zewnętrznych. Jednakże nadal wielokrotnie zdarzają się takie specyfikacje, które w ogóle nie informują użytkownika i nabywcy o ich zgodności z normami, czy też z normami typu IP. Przyrząd do pomiaru odległości wewnętrznych płaszczyzn kół zestawów kołowych Radabstandsmessgerät AR-Maß Typ: HGE-WD posiada ochronę stopnia IP 65. Dodatkowo przyrząd pomiarowy jest zgodny z regulacjami prawnymi, w tym z TSI. Jednocześnie należy mieć na uwadze fakt, że współczesne i nowoczesne przyrządy i urządzenia pomiarowe, z uwagi na warunki w jakich są wykorzystywane i stosowane, w dużym stopniu są narażone na niebezpieczeństwo uszkodzenia. Bardzo często, przyczyną zdarzeń powodujących awarie sprzętu geodezyjnego i diagnostycznego, zwłaszcza stosowanego w geodezji inżyniersko-przemysłowej oraz diagnostyce transportu szynowego, jest ich upadek. Wśród podstawowych przyczyn należy wyróżnić:

- ❖ wypadnięcie przyrządu pomiarowego z etui – skrzynki,
- ❖ nagły podmuch powietrza (wywołany przejeżdżającym tabor),
- ❖ przewrócenie się lub wypadnięcie uchwytu pomiarowego, tyczki pomiarowej, rejestratora,
- ❖ poślizgnięcie się lub potknięcie się pracownika na podkładach w trakcie prowadzenia prac pomiarowych lub przenoszenia sprzętu (zwłaszcza mokrych podkładach – rosa, mróz),
- ❖ nie ściągnięcie przyrządów pomiarowych – wózków pomiarowych przed nadjeżdżającym tabor,
- ❖ prowadzenie pomiarów przyrządami pomiarowymi nie zołowanymi,
- ❖ potrącenie statywu ze sprzętem,
- ❖ zamknięcie sprzętu pomiarowego (rejestratory elektroniczne) podczas silnego deszczu,
- ❖ zawilgocenie sprzętu pomiarowego w zamkniętym etui – skrzynce po powrocie z pomiarów, podczas których padał deszcz lub warunki atmosferyczne charakteryzowały się wysoką wilgotnością,
- ❖ nieprawidłowe podłączenie kabla akumulatorowego, powodującego „spalenie” przyrządu pomiarowego,
- ❖ przepięcia spowodowane wyładowaniami atmosferycznymi podczas ładowania sprzętu,
- ❖ uderzenie kamieniem – tłucznią, w trakcie podbijania toru względem przyrządów uczestniczących w pomiarach.



Rys. 9. *Solar Mover* – zielona energia na dworcu kolejowym Berlin Südkreuz: a) widok z przodu – dwunastu modułów solarnych stanowiących jeden element; b) widok z tyłu – ruchomej konstrukcji modułów solarnych względem promieni słońca
Źródło: archiwum autora.

Przyrząd pomiarowy Radabstandsmessgerät AR-Maß Typ: HGE-WD posiada ochronę: IP 65 – zgodność z normą IP 65 oraz odporność na upadek z wysokości 1,5 m.

W prowadzonych pracach z zakresu geodezji inżyniersko – przemysłowej oraz diagnostyki transportu szynowego, nie można dopuścić do występowania zagrożeń, każdy pracownik zobowiązany jest na podstawie pozyskanych danych, przewidzieć trudne, ale niezbędne decyzje. Błędnie decyzje mogą podjąć nie tylko pracownicy ze stosunkowo krótkim stażem zawodowym, ale również pracownicy z długim stażem, posiadający duże doświadczenie, które może przerodzić się w rutynę. Prawdopodobieństwo podjęcia nie prawidłowej decyzji jest w tych dwóch grupach zawodowych wyższe.

Przenośny komputer typu Psion Workabout Pro 4 jest kompatybilny z innymi uchwytami pomiarowymi i czujnikami, co wyróżnia go w klasie specjalistycznych przyrządów pomiarowych w diagnostyce transportu szynowego, zapewniając tym samym elastyczność wykonywania różnych prac pomiarowych, jednocześnie nie powodując ograniczeń prac prowadzonych przez użytkownika.

Badania wykazały również, że przyrząd pomiarowy Radabstandsmessgerät AR-Maß Typ: HGE-WD jest wyposażony w elektroniczny autotest mechanicznego czujnika pomiarowego (niem. *Elektronischer Selbsttest des mechanischen Messaufnehmers*). Autotest jest oceną funkcjonalnej swobody i musi być przeprowadzony co najmniej raz dziennie.

Istnieje możliwość ładowania przyrządu pomiarowego Radabstandsmessgerät AR-Maß Typ: HGE-WD z mobilnej i ekologicznej zielonej energii *Solar Mover*.

Bibliografia:

- 2008/164/WE: Decyzja Komisji z dnia 21 grudnia 2007 r. dotycząca technicznej specyfikacji interoperacyjności w zakresie aspektu Osoby o ograniczonej możliwości poruszania się transeuropejskiego systemu kolei konwencjonalnych i transeuropejskiego systemu kolei dużych prędkości (notyfikowana jako dokument nr C(2007) 6633).
- 2008/217/WE: Decyzja Komisji z dnia 20 grudnia 2007 r. dotycząca specyfikacji technicznej interoperacyjności podsystemu „Infrastruktura” transeuropejskiego systemu kolei dużych prędkości (notyfikowana jako dokument nr C (2007) 6440).
- 2011/275/UE: Decyzja Komisji z dnia 26 kwietnia 2011 r. dotycząca technicznej specyfikacji interoperacyjności podsystemu „Infrastruktura” transeuropejskiego systemu kolei konwencjonalnych (notyfikowana jako dokument nr C (2011) 2741).
- DIN 27202-10: *Zustand der Eisenbahnfahrzeuge – Messen Fahrzeugaufbau*, tj. *Stan pojazdów kolejowych – pomiar karoserii*.
- DIN EN 14752:2005 *Bahnanwendungen – Seiteneinstiegssysteme für Schienenfahrzeuge*.
- DIN EN 14752:2015 *Bahnanwendungen – Seiteneinstiegssysteme für Schienenfahrzeuge*; Deutsche Fassung EN 14752:2015.
- Instrukcja o dokonywaniu pomiarów, badań i oceny stanu torów Id-14 (D-75), Warszawa 2005, zmiany wynikające z zarządzenia nr 4/2010 Zarządu PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. z dnia 22 lutego 2010 r.
- Instrukcja o utrzymaniu pojazdów trakcyjnych Bt-3.
- Instrukcja pomiarów i oceny technicznej zestawów kołowych pojazdów trakcyjnych Bt-11. Warszawa, 2010 r.
- Instrukcja pomiarów i oceny zestawów kołowych pojazdów trakcyjnych i wagonów osobowych Pt-4 (Mt 11).
- Kampczyk A., *Technische Spezifikationen für die Interoperabilität und die polnischen Vorschriften in der Projektierung von der Geometrie der Eisenbahnstrecken*, „Bauingenieur” 201,5 Bd. 90 Mai.
- Kampczyk A., *Pomiary siły zamykania drzwi*, „Infrastruktura Transportu” 2013, nr 2.
- Kampczyk A., *Terenowe procedury testowania niwelatorów*, „Przegląd Komunikacyjny” 2013, nr 8.
- PN-EN ISO 9000:2006 *Systemy zarządzania jakością. Podstawy i terminologia*.
- PN-EN 60529:2003 *Stopnie ochrony zapewnianej przez obudowy (Kod IP)*.
- Rozporządzenie Komisji (UE) nr 1299/2014 z dnia 18 listopada 2014 r. dotyczące technicznych specyfikacji interoperacyjności podsystemu „Infrastruktura” systemu kolei w Unii Europejskiej.
- Rozporządzenie Komisji (UE) nr 1300/2014 z dnia 18 listopada 2014 r. w sprawie technicznych specyfikacji interoperacyjności odnoszących się do dostępności systemu kolei Unii dla osób niepełnosprawnych i osób o ograniczonej możliwości poruszania się.
- Rozporządzenie Komisji (UE) nr 1302/2014 z dnia 18 listopada 2014 r. w sprawie technicznej specyfikacji interoperacyjności odnoszącej się do podsystemu „Tabor – lokomotywy i tabor pasażerski” systemu kolei w Unii Europejskiej.
- Rozporządzenie Komisji (UE) nr 321/2013 z dnia 13 marca 2013 r. dotyczące technicznej specyfikacji interoperacyjności odnoszącej się do podsystemu „Tabor – wagony towarowe” systemu kolei w Unii Europejskiej i uchylające decyzję 2006/861/WE.
- Ustawa z dnia 11 maja 2001 r. Prawo o miarach. Dz.U. 2001, nr 63, poz. 636
- ZN-98/PKP-3509-07. Tabor kolejowy. Przyrząd do pomiaru odległości wewnętrznych płaszczyzn kół zestawów kołowych.

Autor:

Arkadiusz Kampczyk – AGH Akademia Górniczo-Hutnicza, Wydział Geodezji Górniczej i Inżynierii Środowiska, Katedra Geodezji Inżynierskiej i Budownictwa

Artykuł niniejszy został opracowany w ramach badań statutowych nr AGH 11.11.150.005

Distance measurements of internal surfaces of wheels of wheelsets

The article concerns the internal surfaces distance measurements wheels of wheel sets, based on modern diagnostic and geodetic measurement methods and techniques that are, or may be available not only in the areas of railway, but in the wider rail transport. The article contains the results of tests holder of the measuring instrument to measure the distance of the inner surfaces of wheels of wheelsets, while providing answers or diagnostic market and geodetic rail transport, there is this class of measuring instruments in accordance with applicable regulations and degrees of protection (IP). The principles of measurement and form their development. The author drew attention to the differences marking the same parameters in the country and abroad Polish, despite the TSI. At the same time research has shown that measuring instruments placed on the market in the Member States of the European Union, according to European Union directives shall be admitted for trading on Polish territory. The author presents the conclusions, observations and proposals, which should be further improved. This work was done in the framework of the statutory research No AGH 11.11.150.005.