

**KARWOWSKI Krzysztof, MIZAN Mirosław,  
JARZĘBOWICZ Leszek, JUDEK Sławomir**

## **MONITORING I DIAGNOSTYKA ODBIERAKÓW PRĄDU POJAZDÓW KOLEJOWYCH**

### *Streszczenie*

*Jednym z ważnych czynników niezawodnego funkcjonowania zelektryfikowanego transportu szynowego jest utrzymanie w dobrym stanie technicznym odbieraków prądu pojazdów. Uszkodzenie lub niepoprawna regulacja odbieraka pogarsza warunki odbioru prądu, a nawet może doprowadzić do poważnej awarii trakcyjnej sieci jezdnej. Rozwój techniki oraz rosnąca świadomość techniczna skłaniają do opracowywania nowych metod diagnostycznych, zwiększających zakres i precyzję kontroli odbieraków oraz skracających czas badania. Powstają także stanowiska monitoringu odbieraków prądu, instalowane na liniach kolejowych, służące do zgrubnej kontroli wybranych parametrów w celu wykrycia egzemplarzy niespełniających wymagań technicznych. Dokładność pomiaru jest wówczas ograniczona, gdyż warunki jego technicznej realizacji znacznie utrudnione.*

*Przedstawiono przegląd nowoczesnych rozwiązań stanowisk diagnostyki i monitoringu odbieraków prądu – wdrożonych do eksploatacji oraz będących efektem prac badawczych. Omówiono wymagany zakres diagnostyki. Przedstawiono stanowisko do wyznaczania charakterystyki statycznej podczas przejazdu lokomotywy przez opomiarowany odcinek toru. Omówiono wizyjną metodę diagnostyki napędu powietrznego odbieraka. Zaprezentowano stanowisko monitoringu odbieraków prądu na linii kolejowej. Zaproponowano wykorzystanie systemu skanowania trójwymiarowego do oceny zużycia i wykrywania uszkodzeń nakładek stykowych odbieraków.*

### **WSTĘP**

Zasilanie elektrycznych pojazdów szynowych odbywa się z wykorzystaniem podsystemu odbioru prądu, składającego się z górnej sieci trakcyjnej oraz odbieraka prądu zamontowanego na dachu pojazdu [1, 15]. Dla niezawodnego funkcjonowania pojazdu konieczne jest zachowanie nieprzerwanej, dobrej styczności pomiędzy nakładką stykową odbieraka prądu a przewodem jezdnyj sieci trakcyjnej, umożliwiającej przepływ prądu o wartościach osiągających kilkaset amperów i więcej [16]. Niepoprawna współpraca odbieraka prądu i sieci trakcyjnej skutkuje powstawaniem przerw stykowych przyspieszających zużycie nakładek stykowych odbieraka oraz przewodu jezdnyj, a także mogących wywołać uszkodzenia obwodu głównego pojazdu. Defekty lub stany rozregulowania sieci jezdnyj lub odbieraków mogą doprowadzić do awarii układu zasilania, co pociąga za sobą poważne skutki techniczne, ruchowe, osobowe i finansowe.

W aspekcie utrzymania sieci trakcyjnej i odbieraków prądu w należytyj stanie technicznym coraz większe znaczenie ma automatyczna diagnostyka oraz monitoring tych elementów. Do oceny stanu sieci trakcyjnej górnej wykorzystuje się specjalistyczne wagony lub pociągi diagnostyczne, rejestrujące jej parametry podczas przejazdów kontrolnych [1, 10]. Diagnostyka odbieraków prądu odbywa się podczas okresowych przeglądów lokomotyw i

zespołów trakcyjnych. Podstawowe pomiary i ocena stanu technicznego elementów odbieraka prądu wykonywane są z reguły przy użyciu prostych narzędzi ręcznych [13, 14]. W konsekwencji kontrola odbieraka jest czasochłonna, a jej wynik w wielu aspektach uzależniony od staranności i subiektywnej oceny personelu. Niedogodności te można wyeliminować poprzez automatyzację pomiaru oraz zastosowanie komputerowych algorytmów przetwarzania wyników.

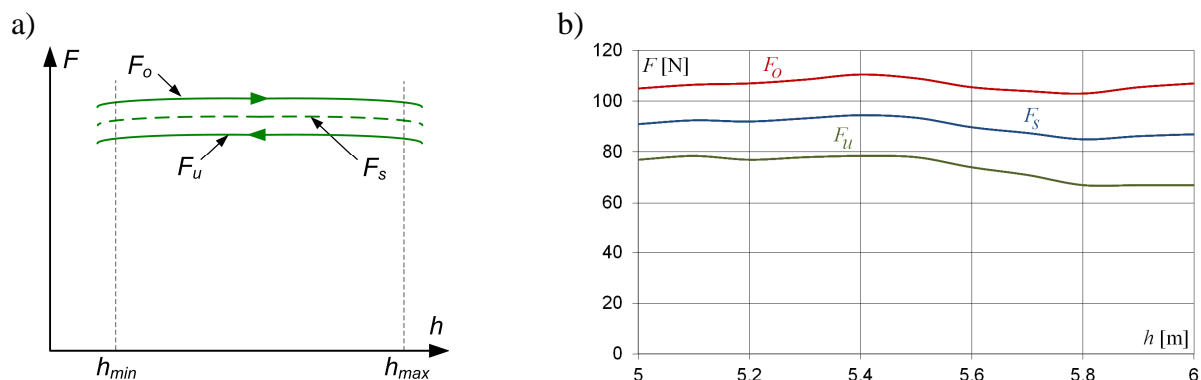
Równocześnie z automatyzacją i zwiększeniem zakresu badań technicznych wskazane jest zwiększenie częstotliwości kontroli odbieraków prądu. Monitoring wybranych, najistotniejszych parametrów odbieraków, przy wyjeździe z lokomotywni lub przejeździe przez punkt kontrolny na linii kolejowej, umożliwia wczesne wykrycie egzemplarzy znacznie rozregulowanych lub uszkodzonych [10], pozwalając tym samym na uniknięcie poważnych awarii sieci jezdnej oraz odbieraka. Raporty z kolejnych pomiarów wykonanych przez urządzenia monitoringu mogą dodatkowo posłużyć do celów statystycznych, np. planowania napraw lub okresów między przeglądami. Mogą one także pomóc w ustaleniu powodu powstania poważnej awarii, której koszty pokrywane są – w zależności od przyczyny – przez zarządcę sieci trakcyjnej lub operatora taboru.

Przedstawiono nowoczesne, niekonwencjonalne stanowiska do diagnostyki i monitoringu odbieraków prądu, będące efektem wieloletnich prac zespołu Katedry Inżynierii Elektrycznej Transportu Politechniki Gdańskiej.

## 1. ZAKRES DIAGNOSTYKI ODBIERAKÓW

Odbierak prądu powinien umożliwić poprawny odbiór prądu z sieci jezdnej w dynamicznych warunkach ruchowych. Ważne są także właściwości odbieraka podczas jego unoszenia oraz opuszczania. Zakres diagnostyki odbieraków prądu uszczegółowiony jest w normach – m.in. [13, 14] oraz w kartach czynności obsługowych producentów.

Jednym z najistotniejszych parametrów odbieraka, warunkujących jego poprawną współpracę z siecią, jest statyczna siła nacisku na przewód jezdny. Wartość znamionowa tej siły wynosi typowo ok. 100 N. Wysokość zawieszenia przewodu jezdnego na linii kolejowej zmienia się. Wartość siły powinna zawierać się w określonych granicach dla całego zakresu roboczego wysokości pracy odbieraka prądu. Z uwagi na tarcie w przegubach odbieraka, siła oddziaływania statycznego jest różna przy jego ruchu w górę ( $F_u$ ) oraz w dół ( $F_o$ ). Uwzględnienie tych czynników prowadzi do potrzeby wyznaczania tzw. charakterystyki statycznej odbieraka (rys. 1), tj. zależności siły oddziaływania na przewód w funkcji wysokości odbieraka. Charakterystykę należy wyznaczyć podczas unoszenia i opuszczania odbieraka. Podczas badania prędkość ruchu pionowego powinna być jednostajna, nie większa niż 5 cm/s. Dodatkowo obliczana jest średnia siła statyczna  $F_s$  oraz siła tarcia  $F_o - F_u$ .



**Rys. 1.** Charakterystyka statyczna odbieraka prądu: a) modelowa; b) przykładowa z eksploatawanej lokomotywy

Diagnostyka techniczna lokomotyw obejmuje także sprawdzenie napędu powietrznego odbieraków [10, 11]. W celu umożliwienia wymiernej oceny stanu napędu odbieraków zdefiniowano parametry takie jak: czas podnoszenia, czas opuszczania oraz czas odłączenia się styku ślizgacza. Dla powyższych parametrów podano odpowiednie wartości graniczne. Dodatkowo określono, że ruch pionowy ślizgacza przy podnoszeniu i opuszczaniu za pomocą napędu powietrznego powinien odbywać się płynnie, bez zatrzymań i gwałtownych zmian prędkości, a jego dojście do przewodu i opadanie powinno się odbywać bez uderzeń.

Czynności obsługowe odbieraków prądu obejmują również kontrolę stanu technicznego węglowych nakładek stykowych (rys. 2). Nakładki ulegają zużyciu w wyniku tarcia przewodu jezdnego o ich powierzchnie. Kryterium dopuszczenia do użytkowania stanowi zmiana grubości listwy węglowej. Akceptowalny zakres lokalnego zmniejszenia grubości względem nakładki nowej wynosi ok. 10-15 mm. Niższe dopuszczalne wartości zużycia zalecane są dla okresu zimowego. Dodatkowo nakładki węglowe ulegają uszkodzeniom. Kryteria dopuszczenia nakładki do ruchu zdefiniowane są w zależności od rodzaju uszkodzenia. Przykładowo – wykruszenia: małe nie stanowią podstawy do wycofania nakładki z eksploatacji, lecz większe – o szerokości przekraczającej 30% szerokości nakładki – mogą spowodować uszkodzenie przewodu jezdnego lub doprowadzić do powstania wyżłobienia i w związku z tym, tego typu uszkodzenie uniemożliwia dalszą eksploatację. Zdemontować należy przykładowo także nakładkę, w której pojawiły się dwa lub więcej poprzeczne pęknięcia lub w której stwierdzono wyłamanie fragmentu listwy węglowej.



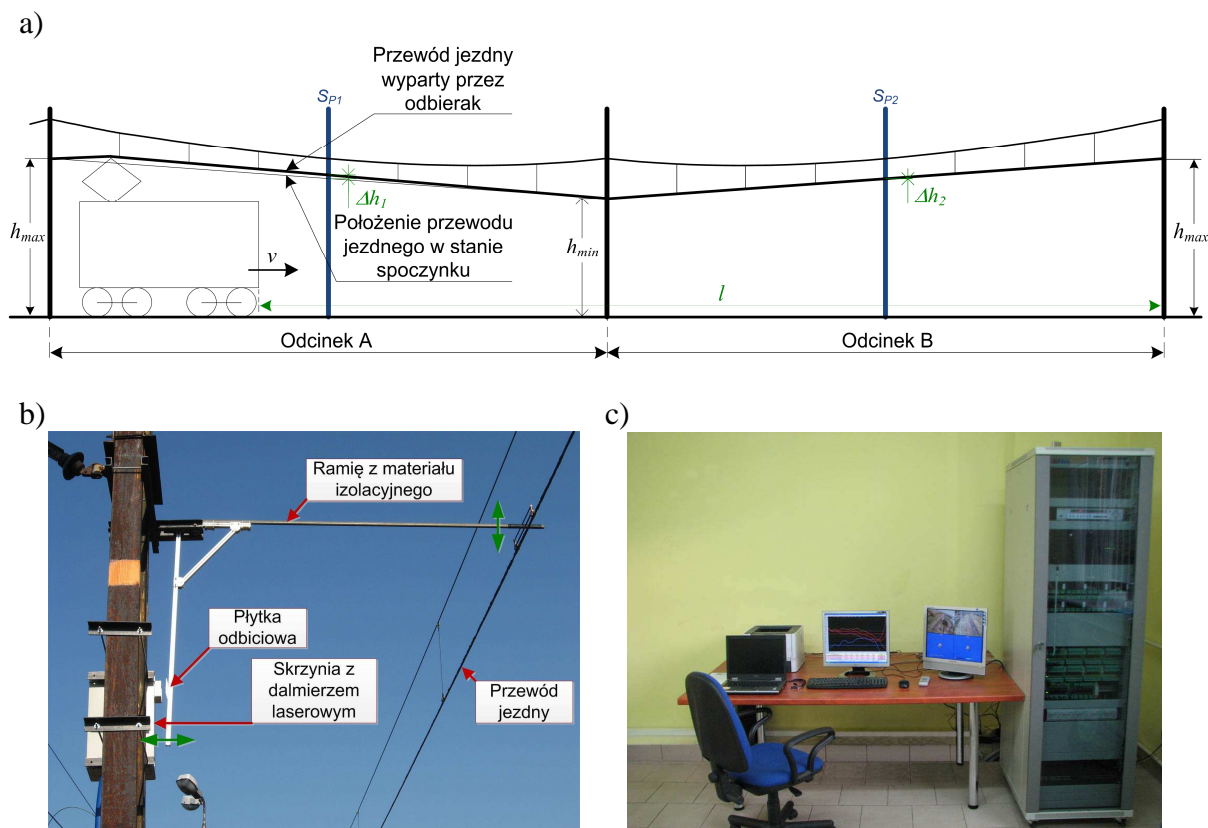
**Rys. 2.** Węglowa nakładka stykowa z wykruszeniem obejmującym do ok. 80% szerokości

Wymienione powyżej ważniejsze kryteria diagnostyczne odbieraków prądu wskazują – w aspekcie automatycznej diagnostyki i monitoringu – na konieczność zastosowania różnorodnych metod pomiarowych oraz opracowywania złożonych algorytmów podejmowania decyzji diagnostycznych.

## **2. STANOWISKO PRZEJAZDOWE DO WYZNACZANIA CHARAKTERYSTYKI STATYCZNEJ**

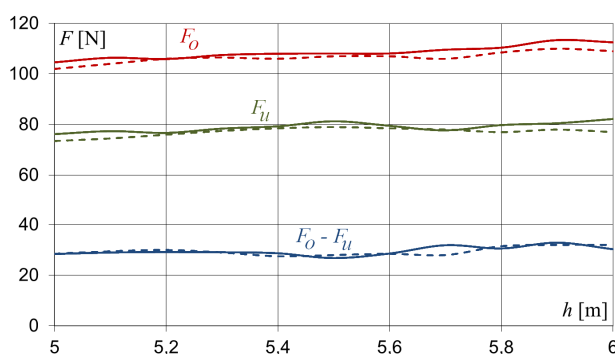
Przejazdowe stanowisko diagnostyki odbieraków pozwala w szybki sposób dokonać pomiaru charakterystyki statycznej, bez konieczności wchodzenia na dach pojazdu i instalowania na pojeździe urządzeń pomiarowych [2, 7, 12]. Pomiar odbywa się w sposób automatyczny przy przejeździe lokomotywy przez wydzielony odcinek pomiarowy toru. Wykorzystana koncepcja pomiaru pośredniego opiera się na elastyczności sieci, dzięki której przewód jezdny unosi się pod wpływem nacisku odbieraka. Uniesienie występuje nie tylko w punkcie styku z nakładkami ślizgowymi odbieraka, ale także w pewnej odległości.

Strukturę stanowiska przedstawiono na rys.3 [4]. Przejazd lokomotywy przez opomiarowany odcinek toru odbywa się z niewielką prędkością – poniżej 10 km/h. Mierzone jest uniesienie przewodu jezdnego  $\Delta h_1$  i  $\Delta h_2$  pod wpływem siły nacisku odbieraka oraz położenie lokomotywy  $l$ . Specyficzne wyprofilowanie sieci w osi pionowej – najpierw zmniejszanie wysokości od  $h_{max}$  do  $h_{min}$ , a następnie zwiększanie do  $h_{max}$  – pozwala na wyznaczenie charakterystyki statycznej zarówno przy obniżaniu jak i unoszeniu odbieraka. Umożliwia to wyznaczenie siły tarcia  $F_o - F_u$  w przegubach odbieraka.



**Rys. 3.** Stanowisko do wyznaczania charakterystyki statycznej: a) struktura stanowiska, b) jedna z dwóch konstrukcji do pomiaru uniesienia przewodu jezdneho – na słupach  $S_{p1}$  i  $S_{p2}$ , c) stanowisko operatora analizującego wyniki

Wyznaczenie charakterystyki statycznej odbywa się po zakończeniu przejazdu. Zależność pomiędzy uniesieniem przewodu, położeniem lokomotywy i siłą nacisku odbieraka jest złożona i zależna od konstrukcji sieci jezdnej w obszarze dłuższym niż odcinek pomiarowy. W związku z tym przeliczenie wartości siły odbywa się przy wykorzystaniu stabelaryzowanej funkcji, wyznaczonej empirycznie podczas procedury skalowania stanowiska. Niepewność wyznaczanych automatycznie wartości siły mieści się zazwyczaj w paśmie  $\pm 5\%$ . Przykładowe porównanie wyników automatycznej analizy danych z wynikami uzyskanymi metodą klasyczną przedstawiono na rys. 4. Proponowana metoda pozwala na wykrycie niesprawnych odbieraków, które powinny być na nowo wyregulowane, poddane smarowaniu lub naprawione.



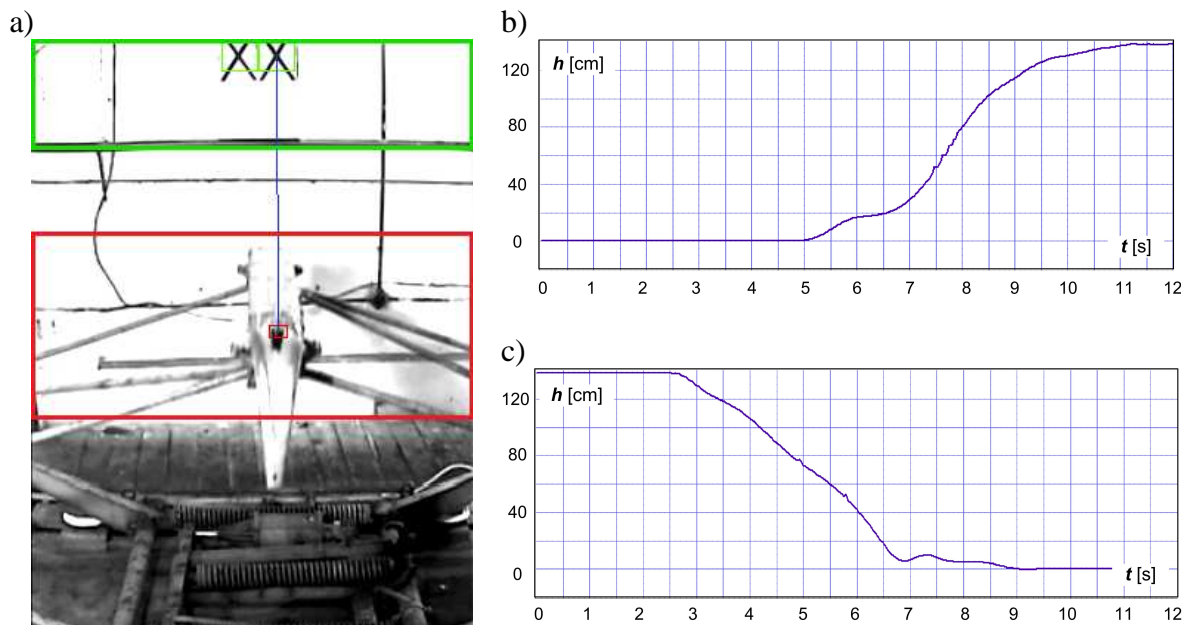
**Rys. 4.** Porównanie charakterystyki wyznaczonej automatycznie na stanowisku diagnostycznym (linia ciągła) oraz ręcznie – za pomocą dynamometru (linia przerywana)

### 3. STANOWISKO DIAGNOSTYKI NAPĘDU POWIETRZNEGO

Do automatycznego pomiaru parametrów czasowych, związanych z napędem powietrznym odbieraka, zaprojektowano i wykonano stanowisko pomiarowe oparte na metodzie wizyjnej [11]. Automatyzacja diagnostyki zwiększa precyzję pomiaru czasów. Dodatkową zaletą zastosowanej metody rejestracji wideo jest możliwość sprawdzenia, zgodnie z wymaganiami normy [13], płynności ruchu odbieraka i jego łagodnego dojścia do przewodu jezdnego lub ograniczników wysokości – poprzez sporządzenie i analizę wykresu zmian wysokości uniesienia odbieraka w funkcji czasu. W praktyce eksploatacyjnej, przy pomiarze ręcznym, ocena taka jest efektem subiektywnej obserwacji ruchu odbieraka, co umożliwia wykrycie tylko bardzo wyraźnych nieprawidłowości.

W skład eksperymentalnego stanowiska wchodzi: kamera, znaczniki pozycji, komputer klasy PC wyposażony w kartę akwizycji obrazu, karta wejść/wyjść cyfrowych oraz dedykowane oprogramowanie. Pomiar polega na rejestracji ruchu odbieraka za pomocą kamery. Analiza zarejestrowanej sekwencji wideo opiera się na lokalizacji przyjętych charakterystycznych elementów obrazu (rys. 5a). Jednym z elementów są umiejscowione na stałe w pomieszczeniu lokomotywni znaczniki „XX”. Drugim elementem jest otwór konstrukcyjny ślizgacza, stosunkowo łatwo rozpoznawalny przez algorytmy automatycznej analizy obrazu. Śledzenie zmian odległości między wymienionymi elementami, pozwala określić czasy odłączania się ślizgacza od przewodu jezdnego, czas opuszczania oraz czas podnoszenia (rys. 5b i 5c). Sporządzenie wyskalowanych wykresów wymaga kalibracji stanowiska, uwzględniającej miejsce i kąt zamocowania kamery, jej rozdzielczość, ogniskową obiektywu oraz lokalizację znaczników.

Stanowisko przetestowano w warunkach laboratoryjnych oraz eksploatacyjnych – w lokomotywni. Badania potwierdziły skuteczność działania układu. Maksymalne błędy pomiaru czasu są ponad dwukrotnie mniejsze od dopuszczonego przez normę [13], a programowa analiza parametrów ruchu odbieraka pozwala wykryć niewłaściwe stany jego napędu. Zastosowanie metody wizyjnej nie wymaga montażu żadnych urządzeń na pojeździe.

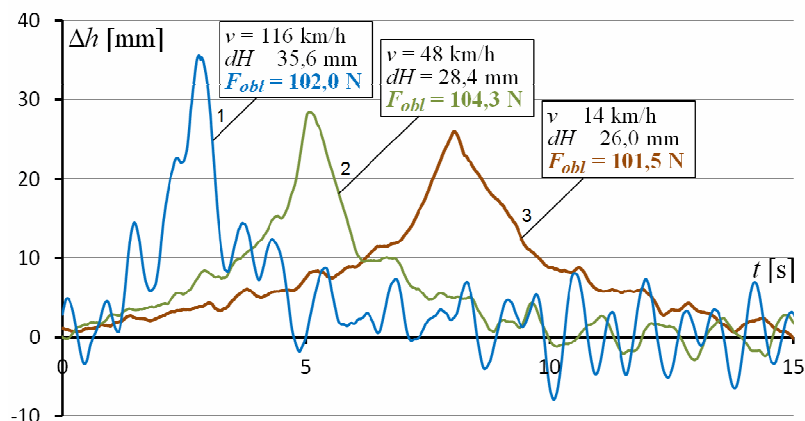


**Rys. 5.** Analiza procesu unoszenia i opuszczania odbieraka prądu: a) obraz z kamery z naniesionymi punktami charakterystycznymi, automatycznie rozpoznawany przez algorytm analizy obrazów, b) przebieg względnej wysokości ślizgacza podczas unoszenia odbieraka, c) przebieg względnej wysokości ślizgacza podczas opuszczania odbieraka

#### 4. STANOWISKO MONITORINGU ODBIERAKÓW PRĄDU NA LINII KOLEJOWEJ

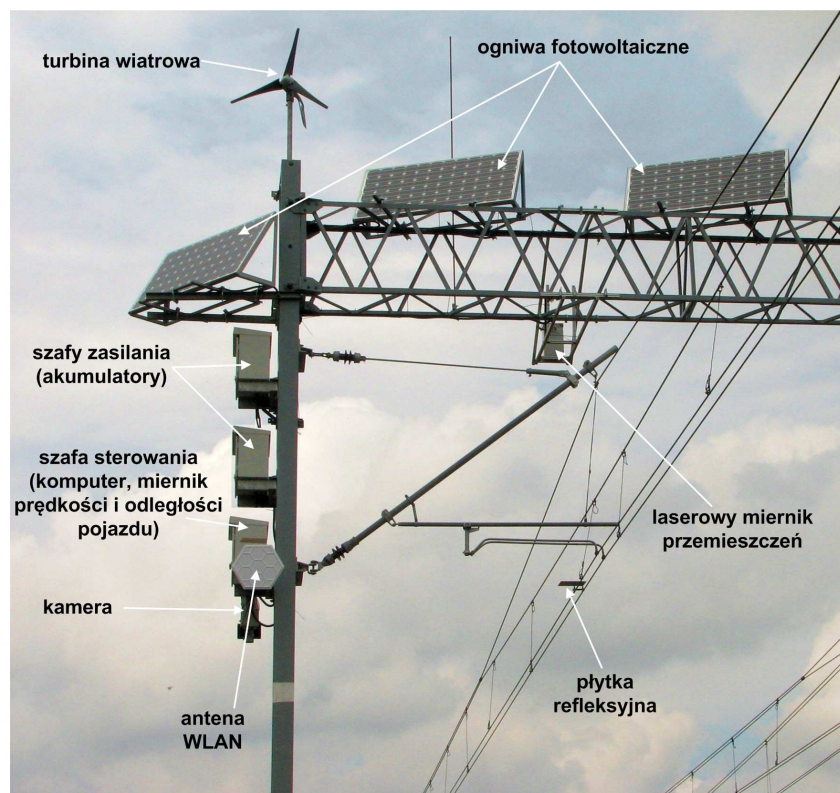
Stanowisko do automatycznego wyznaczenia charakterystyki statycznej odbieraków prądu, przedstawione w rozdz. 2, charakteryzuje się dużą dokładnością pomiaru, jednakże wymaga ograniczenia prędkości lokomotywy do ok. 10 km/h. Ograniczenie to predestynuje stanowisko do wykorzystania przez przewoźników kolejowych w zakładach taboru. Kontrolą odbieraków zainteresowani są także zarządcy linii kolejowych. W takim przypadku dokładność wyznaczenia parametrów jest mniej istotna. Kluczową kwestią jest wykrycie odbieraków uszkodzonych lub znacząco rozregulowanych, które – poprzez wypieranie przewodów jezdnych z siłą znacznie odbiegającą od określonej w przepisach – mogą doprowadzić do poważnych uszkodzeń sieci. Pomiar powinien być realizowany na linii kolejowej bez konieczności ograniczania prędkości lub częstotliwości ruchu pociągów.

Stanowisko monitoringu odbieraków prądu umiejscowiono na linii 009 w województwie pomorskim [3, 10]. Estymacja siły nacisku odbieraka odbywa się w oparciu o analizę przebiegu uniesienia przewodu jezdnego w punkcie pomiarowym. Pomiar wykonywany jest w warunkach dynamicznych, przez co na przewód oddziałują także składowe dynamiczne i aerodynamiczne siły, stąd do obliczenia wyznaczonej siły statycznej wykorzystywany jest też dodatkowy pomiar prędkości lokomotywy. Na rys. 6 przedstawiono przykładowe przebiegi uniesienia przewodu jezdnego pod naciskiem tego samego odbieraka, lecz przy znacząco różnych prędkościach jazdy  $v$ . Wynik estymowanej siły statycznej  $F_{obl}$  jest dla wszystkich przypadków zbliżony, pomimo dużych różnic w wartościach uniesienia maksymalnego przewodu  $dH$ .



Rys. 6. Przebiegi uniesienia przewodu jezdnego w punkcie pomiarowym pod wpływem nacisku odbieraka przejeżdżającej lokomotywy – porównanie dla przejazdu z różnymi prędkościami

Widok stanowiska przedstawiano na rys. 7. Zarówno pomiar uniesienia przewodu jak i pomiar prędkości lokomotywy wykonywane są przy użyciu techniki laserowej. Z uwagi na niewielki przekrój przewodu jezdnego i jego duże oscylacje pod wpływem wiatru i przejeżdżających pojazdów zastosowano płytkę refleksyjną, zamocowaną na przewodach jezdnych, która umożliwiła pomiar wysokości przewodu przy użyciu laserowego miernika przemieszczeń. Drugi dalmierz laserowy – o zasięgu kilkuset metrów – służy do wykrywania nadjeżdżającej lokomotywy i precyzyjnego pomiaru jej prędkości. Zastosowano także kamerę wideo, która wykonuje sekwencję fotografii nadjeżdżającej lokomotywy, umożliwiając identyfikację jej numeru oraz rozpoznanie, który z odbieraków prądu jest uniesiony. Wyniki pomiaru przesyłane są poprzez łącze bezprzewodowe do stanowiska przetwarzania danych.



**Rys. 7.** Stanowisko monitoringu odbieraków prądu eksploatowane w woj. pomorskim

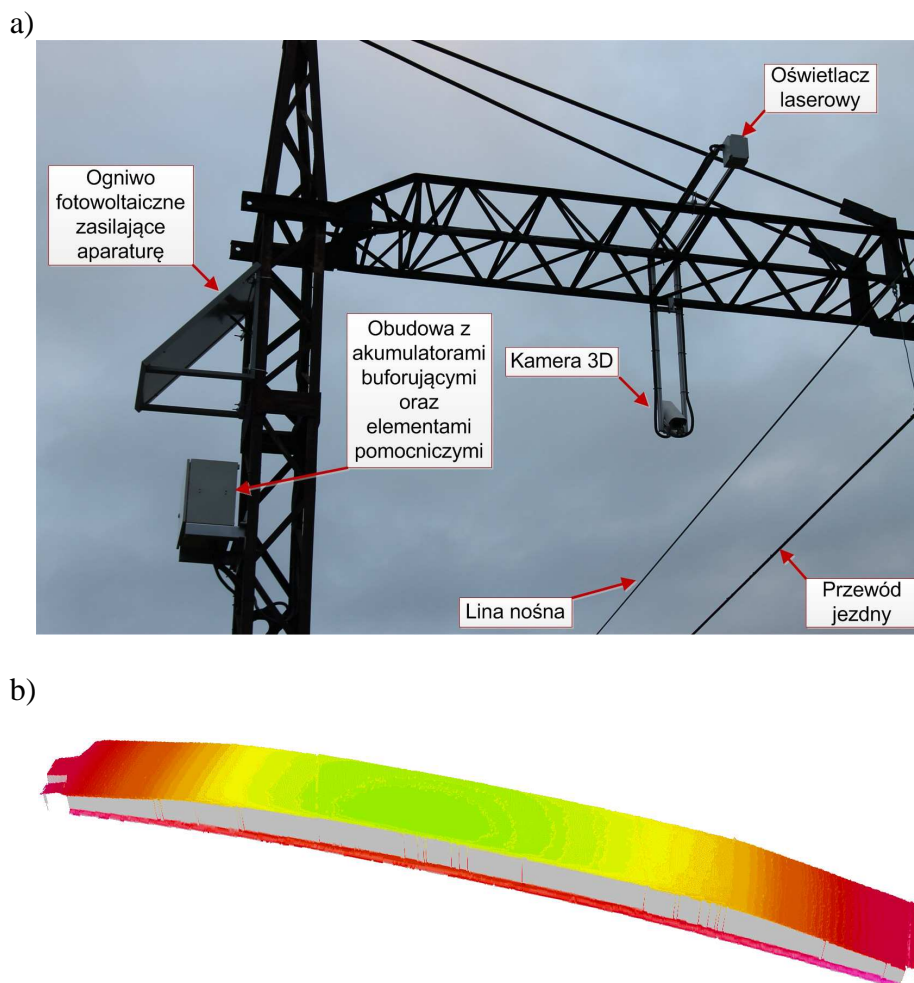
Proces pomiaru jest całkowicie zautomatyzowany, stanowisko pomiarowe jest bezobsługowe. Przetwarzanie wyników także odbywa się automatycznie, jednakże pewne specyficzne przypadki powinny być weryfikowane przez operatora systemu. Może to jednak odbywać się zbiorowo – np. raz dziennie lub wrywkowo – po zasygnalizowaniu alarmu przez program przetwarzający.

## 5. STANOWISKO DIAGNOSTYKI NAKŁADEK STYKOWYCH

Automatyczne algorytmy oceny nakładek stykowych pod kątem nadmiernego zużycia oraz występowania uszkodzeń wymagają wyznaczenia numerycznej mapy powierzchni analizowanej nakładki, odwzorowującej jej kształt i wymiary. Wymogi związane z odpowiednią rozdzielczością mapy oraz z warunkami pracy urządzenia diagnostycznego zainstalowanego na sieci jezdnej zawężają wybór dostępnych narzędzi pomiarowych.

Do pozyskania numerycznej mapy powierzchni nakładek zaproponowano wykorzystanie systemu wizyjnego z kamerą 3D i laserowym oświetlaczem liniowym [5, 6, 8, 9] (rys. 8). Pomiar wykonywany jest na zasadzie triangulacji laserowej. Dla zagwarantowania odpowiedniej dokładności pomiaru rejestracja obrazu odbywa się z dużą częstotliwością – rzędu 1000 kl./s i rozdzielczością – rzędu 1 Mpix. Przesyłanie obrazu o takich parametrach do komputera przetwarzającego wymagałoby zastosowania interfejsu o komercyjnie niedostępnych obecnie parametrach. Z tego względu przetwarzanie obrazu odbywa się w czasie rzeczywistym, w specjalizowanym układzie przetwarzającym kamery. W rezultacie dane trafiające do komputera mają postać wartości wysokości w kolejnych punktach siatki, które mogą być przesyłane za pomocą interfejsu Gigabit Ethernet lub CameraLink.

Metodę pomiaru, strukturę stanowiska oraz przykładowe wyniki pomiaru i przetwarzania danych omówiono szerzej w kolejnym artykule: Jarzębowicz L., Judek S., Karwowski K.: *Diagnostyka nakładek stykowych z wykorzystaniem systemu wizyjnego 3D*.



**Rys. 8.** Stanowisko diagnostyczne do kontroli nakładek stykowych: a) widok elementów stanowiska podczas badań na linii kolejowej, b) wizualizacja 3D wyniku pomiaru nowej nakładki stykowej

## PODSUMOWANIE

Automatyczna diagnostyka odbieraków prądu jest zagadnieniem złożonym technicznie. Ze względów finansowych i technicznych pomiar powinien odbywać się bez konieczności montażu dodatkowych elementów na odbieraku, jak np. przetworniki pomiarowe, znaczniki czy ekrany odbiciowe. Dla stanowisk instalowanych na liniach kolejowych dodatkowe ograniczenia wynikają z konieczności wykonania pomiaru pośredniego, odbywającego się w warunkach ruchu pociągu. Miejsce instalacji stanowiska nie jest zadane. Konieczne jest zachowanie odpowiednich odstępów pomiędzy urządzeniami pomiarowymi a strefą wysokiego potencjału, co wymaga zastosowania aparatury specjalistycznej, często opracowanej samodzielnie. Pomimo wymienionych trudności, badania i eksploatacja przedstawionych systemów potwierdzają techniczną możliwość uzyskania odpowiedniej dokładności pomiarów.

Dwa spośród przedstawionych tu stanowisk zostały w ostatnich latach wdrożone przez spółki PKP. Ich eksploatacja potwierdziła zadowalającą dokładność automatycznego pomiaru oraz miarodajność oceny parametrów odbieraków prądu. Działanie pozostałych dwóch systemów także zweryfikowano eksperymentalnie w trakcie testów terenowych prowadzonych w ramach prac badawczych.



## BIBLIOGRAFIA

1. Giętkowski Z., Karwowski K., Mizan M., *Diagnostyka sieci trakcyjnej*. Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej, 2009.
2. Jarzębowicz L., Judek S., *Automatyczna stacja diagnostyczna lokomotyw LOKTEST. Zastosowanie komputerów w nauce i technice 2008*. Zeszyty Naukowe WEiA PG nr 25. Gdańsk, 2008.
3. Jarzębowicz L., Judek S., Karwowski K., Mizan M., *Stanowisko monitoringu odbieraków prądu w warunkach ruchowych*. Materiały konferencyjne XV Ogólnopolska Konferencja Naukowa Trakcji Elektrycznej SEMTRAK 2012. Zakopane, 2012.
4. Jarzębowicz L., Judek S., Karwowski K., *Nowe metody diagnostyki technicznej taboru kolejowego*. Materiały konferencyjne XIII Ogólnopolska Konferencja Naukowa Trakcji Elektrycznej SEMTRAK 2008. Zakopane, 2008.
5. Jarzębowicz L., Judek S., Karwowski K., *Wizyjny system monitoringu stanu nakładek ślizgowych odbieraków prądu*. XV Ogólnopolska Konferencja Naukowa Trakcji Elektrycznej SEMTRAK 2012, Zakopane, 2012.
6. Jarzębowicz L., Judek S., *Monitoring i diagnostyka nakładek stykowych kolejowych odbieraków prądu z wykorzystaniem systemu wizyjnego 3D*. Przegląd Elektrotechniczny 8/2013.
7. Jarzębowicz L., Judek S., *System akwizycji danych stanowiska do diagnostyki odbieraków prądu lokomotyw*. Zastosowanie komputerów w nauce i technice 2008. Zeszyty Naukowe WEiA PG nr 25. Gdańsk, 2008.
8. Judek S., Jarzębowicz L., *Stanowisko do skanowania 3D nakładek odbieraków prądu lokomotyw*. Poznan University of Technology Academic Journals - Electrical Engineering 75/2013.
9. Judek S., Jarzębowicz L., *Wykorzystanie systemu skanowania 3D do oceny stanu technicznego nakładek stykowych trakcyjnych odbieraków prądu*. Zeszyty Naukowe Wydziału Elektrotechniki i Automatyki Politechniki Gdańskiej nr 34/2013.
10. Judek S., Karwowski K., Mizan M., *Diagnostyka i monitoring odbioru prądu z sieci trakcyjnej*. Materiały konferencyjne – X Międzynarodowa Konferencja Naukowa Modern Electric Traction, Gdańsk 2011.
11. Judek S., Sawczuk M., Więckiewicz D., *Wizyjny system pomiaru wybranych parametrów odbieraków prądu*. Materiały konferencyjne – IX Międzynarodowa Konferencja Naukowa Modern Electric Traction, Gdańsk 2009.
12. Karwowski K., Leman S., Mizan M., Pazdro P., Reducha W., *Terenowe stanowisko pomiarowe do diagnostyki technicznej odbieraków prądu*. TTS – Technika Transportu Szybnego 3/2008.
13. Polska Norma PN-K-91001:1997, *Elektryczne pojazdy trakcyjne - Odbieraki prądu - Wymagania i metody badań*.
14. Polska Norma PN-K-50206-1:2010, *Zastosowania kolejowe - Tabor - pantografy: Charakterystyki i badania - Część 1: Pantografy pojazdów linii głównych*.
15. Skibicki J., *Pojazdy elektryczne cz. II*. Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej, 2012.
16. Szelaż A., Maciołek T., *A 3 kV DC electric traction system modernisation for increased speed and trains power demand – problems of analysis and synthesis*. Przegląd Elektrotechniczny 3a/2013.

# MONITORING AND DIAGNOSTICS OF RAILWAY VEHICLES' CURRENT COLLECTORS

## *Abstract*

*Technical condition of vehicles' current collectors has significant impact on safe and punctual operation of railway transportation. Failure or maladjustment of a current collector may lead to serious damage of catenary. To avoid such a situation the periodic diagnostic and service is necessary. Recent development in the field of measurement tools leads to extension of the range of diagnostics, increase of the measurement precision and shortening of maintenance time. On the other hand current collectors monitoring stands are developed in order to detect the clearly faulty current collectors. In such a solution, the accuracy of the defined parameters is limited, but the measurement has to be performed directly on the railway line, when the vehicles pass the monitoring point with high speed.*

*The review of modern monitoring and diagnostics stands is presented. The stands were developed during research programs or R&D contracts and implemented on the Polish railway lines and rolling stock depots. The range of current collectors' diagnostics in accordance to the standards and service manuals was described. A test stand for determination of current collectors' uplift when the vehicle passes a sensed railway line section was presented. The use of machine vision system for a raising mechanism diagnostics was described. For brief assessment of current collectors on vehicles passing through a check point at the rail line a specialized monitoring system was introduced. The 3D scanning tool was proposed for wear estimation and damages detection of current collectors' contact strips.*

## **Autorzy:**

dr hab. inż. **Krzysztof Karwowski**, prof. PG – Politechnika Gdańska, Wydział Elektrotechniki i Automatyki, Katedra Inżynierii Elektrycznej Transportu, ul. G. Narutowicza 11/12, 80-233 Gdańsk, tel. 58 347 11 58, e-mail: K.Karwowski@ely.pg.gda.pl;

dr inż. **Mirosław Mizan**, doc. PG – Politechnika Gdańska, Wydział Elektrotechniki i Automatyki, Katedra Elektrotechniki Teoretycznej i Informatyki, ul. G. Narutowicza 11/12, 80-233 Gdańsk, tel. 58 347 15 02, e-mail: M.Mizan@ely.pg.gda.pl;

dr inż. **Leszek Jarzębowicz** – Politechnika Gdańska, Wydział Elektrotechniki i Automatyki, Katedra Inżynierii Elektrycznej Transportu, ul. G. Narutowicza 11/12, 80-233 Gdańsk, tel. 58 347 21 49, e-mail: L.Jarzewowicz@ely.pg.gda.pl;

dr inż. **Sławomir Judek** – Politechnika Gdańska, Wydział Elektrotechniki i Automatyki, Katedra Inżynierii Elektrycznej Transportu, ul. G. Narutowicza 11/12, 80-233 Gdańsk, tel. 58 347 11 68, e-mail: S.Judek@ely.pg.gda.pl