

Krzysztof KARWOWSKI, Mirosław MIZAN

POLITECHNIKA GDAŃSKA, KATEDRA INŻYNIERII ELEKTRYCZNEJ TRANSPORTU

## Monitoring parametrów technicznych odbieraków prądu w warunkach ruchowych na linii kolejowej

Dr hab. inż. Krzysztof KARWOWSKI

Studia wyższe ukończył na Wydziale Elektrycznym Politechniki Gdańskiej oraz na Wydziale Matematyki, Fizyki i Chemii Uniwersytetu im. M. Kopernika. W roku 1984 obronił pracę doktorską, a w 1996 r. uzyskał stopień doktora habilitowanego w dziedzinie elektrotechniki. Pracuje w Katedrze Inżynierii Elektrycznej Transportu Politechniki Gdańskiej na stanowisku profesora nadzw. PG. Zajmuje się sterowaniem układów napędowych pojazdów i diagnostyką urządzeń trakcyjnych.

e-mail: K.Karwowski@ely.pg.gda.pl



Dr inż. Mirosław MIZAN

Stopień naukowy doktora nauk technicznych uzyskał w 1991 roku w Politechnice Gdańskiej. Pracuje w Katedrze Elektrotechniki Teoretycznej i Informatyki Politechniki Gdańskiej na stanowisku adiunkta. Główny kierunek badań naukowych obejmuje mikroprocesorowe układy sterowania napędów trakcyjnych oraz diagnostykę systemów i urządzeń w trakcji elektrycznej.

e-mail: M.Mizan@ely.pg.gda.pl



### Streszczenie

Opracowany w Katedrze Inżynierii Elektrycznej Transportu Politechniki Gdańskiej układ monitoringu parametrów technicznych odbieraków prądu pozwala wykryć ich niesprawność w warunkach ruchowych na linii kolejowej. Ocenę stanu technicznego oparto na pomiarze i analizie uniesienia dynamicznego przewodów sieci jezdnej w momencie przejścia odbieraka pojazdu przez punkt pomiarowy. Przekroczenie granicznej wartości uniesienia, wynikające z niewłaściwej wartości siły nacisku, świadczy o niesprawności odbieraka. W artykule przedstawiono zasadę działania stanowiska monitoringu oraz omówiono charakterystyczne wyniki pomiarów.

**Słowa kluczowe:** trakcja elektryczna, odbierak prądu, diagnostyka techniczna, monitoring.

### Technical parameter monitoring of the current collectors in operating conditions on railway line

#### Abstract

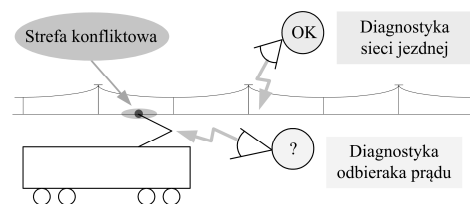
Proper current collection from the contact line is one of the basic requirements of electrified railway transport, especially at high speed running. The task is the on-line monitoring of the contact wire dynamic displacement during the current collector of the rail vehicle passes the measurement point. It allows detecting of the incorrect value of current collectors contact force. The measurement device is placed on additional pole and contains: laser displacement sensor, digital waveform recorder, wireless network transmission system and power supply with the photovoltaic module buffered by accumulator set and DC/DC converters. The measurement results are collected by computer with dedicated software. The accuracy of this method was proved theoretically and in practice. The test stand, performed in Department of Electrical Engineering in Transport at Gdańsk University of Technology, was located in the point of railway line featuring the high traffic density. The research results indicated that the incorrect current collectors' regulation occurs very often in real railway traffic.

**Keywords:** electric traction, current collector, technical diagnostics, monitoring.

## 1. Wstęp

W transporcie szynowym dla jego prawidłowego działania konieczne jest utrzymanie we właściwym stanie technicznym zarówno infrastruktury, jak i taboru. Kluczowe znaczenie techniczne - z punktu widzenia niezawodności eksploatacyjnej - ma układ odbioru prądu z sieci jezdnej przez poruszające się pojazdy (rys. 1) [1, 2]. Diagnostyka techniczna odgrywa tu istotną rolę dla poprawy bieżącego utrzymania sieci trakcyjnej i odbieraków prądu. Oprócz problemów ściśle technicznych mamy tu również do czynienia z dwoma podsystemami eksploatacyjnymi: siecią trakcyjną, będącą w gestii zarządu infrastruktury (Polskich Linii Kolejowych), i pojazdami eksploatowanymi przez różnych operatorów. O ile od strony infrastruktury problem kontroli stanu sieci

jezdnej jest w zasadzie rozwiązany [1], to od strony pojazdów stosowane są nadal proste, tradycyjne metody pomiarowe [3]. Rozregulowany odbierak pojazdu, przy zbyt małym nacisku na sieć jezdnią, może prowadzić do powstawania przerw stykowych, natomiast przy zbyt dużym - do nadmiernego wypierania sieci jezdnej, a w konsekwencji do ryzyka uszkodzeń mechanicznych i nadmiernego zużycia nakładek stykowych.



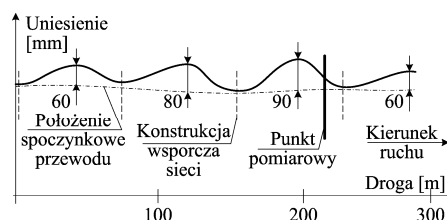
Rys. 1. Stan diagnostyki systemu odbioru prądu

Fig. 1. Diagnostics of current collection system – state of the art

Zwiększanie prędkości pociągów podwyższa wymagania odnośnie prawidłowej współpracy odbieraków prądu z siecią trakcyjną. Stany rozregulowania czy wręcz uszkodzenia odbieraków prądu, zagrażające poprawnej współpracy z siecią jezdnią, mogą powstać już po wyjeździe pojazdu z lokomotywowni. Wskazane jest zatem kontrolowanie stanu technicznego odbieraków w trakcie przejazdu pojazdów w wybranych miejscach linii kolejowej o dużym natężeniu ruchu.

## 2. Koncepcja monitoringu stanu odbieraków

Odbierak prądu przemieszczającego się pojazdu działa z pewną siłą na sieć jezdnią [3]. Efektem tego oddziaływania jest uniesienie przewodu jezdnej w stosunku do jego położenia spoczynkowego (rys. 2) [4]. Stopień wypierania przewodu zależy od szeregu czynników [5], m.in.: typu zastosowanej sieci jezdnej i jej stanu technicznego, typu odbieraka prądu i jego stanu technicznego oraz prędkości pojazdu.



Rys. 2. Przykład trajektorii punktu styku odbieraka z siecią przy dużej prędkości jazdy

Fig. 2. Exemplary trajectory of the contact point between overhead line and current collector at high speed moving

Wartość siły działającej na sieć jezdnią określamy jako:

$$F = F_s \pm F_t + F_d + F_a, \quad (1)$$

gdzie:  $F_s$  - średnia wartość siły statycznej nacisku odbieraka,  $F_t$  - siła tarcia w przegubach odbieraka, znak siły zależy od kierunku ruchu pionowego odbieraka (w dół „+”, w górę „-”),  $F_d = m_o \cdot a$  - siła dynamiczna zależna od masy zastępczej części ruchomych odbieraka  $m_o$  i przyspieszenia pionowego ruchu odbieraka  $a$ ,  $F_a = \alpha \cdot v^2$  - siła aerodynamiczna opisywana przez współczynnik  $\alpha$  i prędkość jazdy  $v$ .

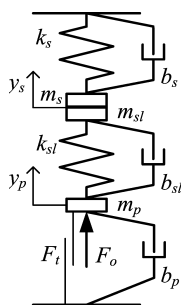
Rozkład sił podczas współpracy dynamicznej odbieraka z siecią jezdnią można wyrazić poprzez schemat zastępczy przedstawiony na rys. 3 i opisać układem równań - odpowiednio dla ślizgacza i sieci:

$$(m_s + m_{sl})\ddot{y}_s + b_s \dot{y}_s + b_{sl}(\dot{y}_s - \dot{y}_p) + k_s y_s + k_{sl}(y_s - y_p) + (m_s + m_{sl})g = 0 \quad (2a)$$

oraz dla ramy odbieraka:

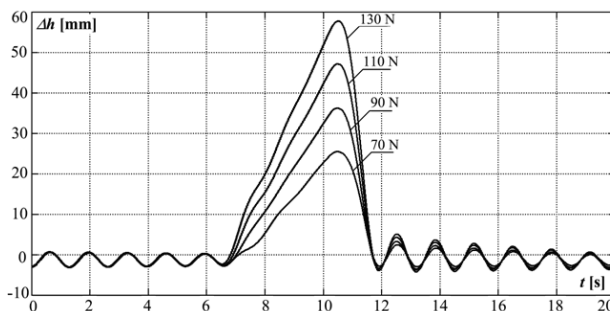
$$m_p \ddot{y}_p + b_p \dot{y}_p + b_{sl}(\dot{y}_p - \dot{y}_s) + k_{sl}(y_p - y_s) + m_p g = F_o - \text{sgn}(\dot{y}_p) F_t, \quad (2b)$$

gdzie:  $\dot{y} = dy/dt$ ,  $m_s$  - masa odcinka sieci,  $m_{sl}$  - masa ślizgacza,  $m_p$  - masa ramy,  $b_s, b_{sl}, b_p$  - stałe tłumienia sieci, ślizgacza i ramy pantografu,  $k_s, k_{sl}$  - stałe sprężystości sieci i ślizgacza,  $F_o$  - siła unosząca,  $F_t$  - siła tarcia,  $y_s, y_p$  - pionowe przemieszczenia ślizgacza i ramy pantografu.



Rys. 3. Model współpracy mechanicznej odbieraka z siecią jezdnią  
Fig. 3. The model of mechanical cooperation of current collector and overhead network

W celu wyznaczenia przebiegu uniesienia przewodu w punkcie pomiarowym (rys. 2) podczas przejazdu pojazdu, zasympulowano w programie komputerowym model opisany przez (2a) i (2b), przy pobudzeniu odbieraka siłą  $F_o(t)$  (rys. 3) o przebiegu przedziałami liniowo narastającym do wartości maksymalnej, a następnie liniowo opadającym. Z pewnym przybliżeniem odpowiada to rzeczywistemu przebiegowi siły działającej na przewód jezdny w punkcie pomiarowym przy poruszającym się odbieraku. Wyniki uniesienia przewodu względem umownie przyjętego punktu zerowego, dla różnych wartości maksymalnych siły  $F_{o,max} = 70 \div 130$  N przy nominalnej wartości  $F_{on} = 90$  N i dla szybkości zmian siły dostosowanej do typowej prędkości pojazdów, zobrazowano na rys. 4. Przyjęto typowe (a w przypadkach trudnych do określenia - arbitralne) wartości stałych sprężystości i tłumienia dla sieci i odbieraka ( $m_s + m_{sl} = 125$  kg,  $m_p = 33$  kg,  $k_s = 1000$  N/m,  $k_{sl} = 1800$  N/m,  $b_s = 10$  Ns/m,  $b_{sl} = 1$  Ns/m,  $b_p = 990$  Ns/m,  $F_t = 10$  N). Siłę  $F_o$  przyjęto jako narastającą do 10% w czasie 6 s, narastającą do 100% w czasie od 6 s do 10 s i opadającą w czasie następujących 2 s.



Rys. 4. Przebiegi uniesienia przewodu jezdniego (ślizgacza) dla różnych wartości maksymalnej siły unoszącej - symulacja  
Fig. 4. Displacement waveforms of contact wires (current collector) for different values of maximum lift forces - simulation

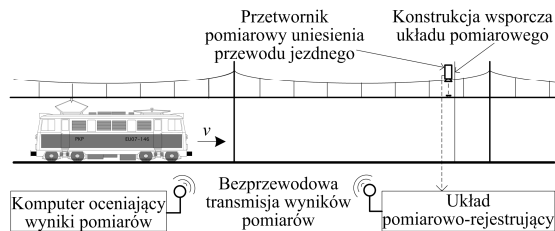
Zasympulowano także przypadki dla stałej maksymalnej siły unoszącej i różnych faz początkowych drgań sieci jezdnej. Z otrzymanych wykresów wynika, że drgania sieci w małym stopniu wpływają na wartość maksymalną uniesienia. Zbadano także przebiegi dla różnych wartości parametrów: tłumienia, sprężystości i sił tarcia w przegubach odbieraka, co modeluje jego niewłaściwy stan techniczny. W przypadku zwiększenia siły tarcia znacząco maleje wartość uniesienia przewodu. Przy zmniejszonym tłumieniu rośnie amplituda drgań.

W uproszczeniu można stwierdzić, że wartość uniesienia przewodu jezdniego wskutek przejazdu pojazdu zależy od elastyczności sieci jezdnej i siły docisku odbieraka. Siła docisku zależy m.in. od charakterystyki statycznej i sił dynamicznych. Traktując wymienione czynniki jako stałe lub znane (tj. typ sieci, model odbieraka i prędkość pojazdu), można przyjąć, że oddziaływanie odbieraka na sieć zależy od jego stanu technicznego. Na podstawie obserwacji stopnia i charakteru wypierania przewodu jezdniego przez odbierak, możliwe jest zatem wykrycie jego niesprawności.

Istotnym zagadnieniem jest określenie miejsca posadowienia pomiarowej konstrukcji wsporczej na odcinku podwieszenia sieci jezdnej. Wybór punktu pomiarowego w środku podwieszenia daje maksymalne uniesienie przewodu jezdniego wywołane naciskiem odbieraka. Wadą jest tu złożoność analizy przebiegu uniesienia dla pojazdów mających kilka uniesionych odbieraków (lokomotywa wieloczołnowa, zespoły trakcyjne) oraz zwiększony wpływ drgań sieci na jakość sygnału pomiarowego. Położenie punktu pomiarowego w miejscu zawieszenia sieci - ze względu na sztywność tego punktu - nie wydaje się właściwe. W miejscu tym występują duże przyspieszenia odbieraka wywołane m.in. zmianą kąta nachylenia wiszącego przewodu względem linii prostej. Z przeprowadzonej analizy dotyczącej umiejscowienia punktu pomiarowego wynika, że punkt pomiarowy powinien znajdować się stosunkowo blisko punktu zawieszenia (rys. 2).

### 3. Stanowisko pomiarowe

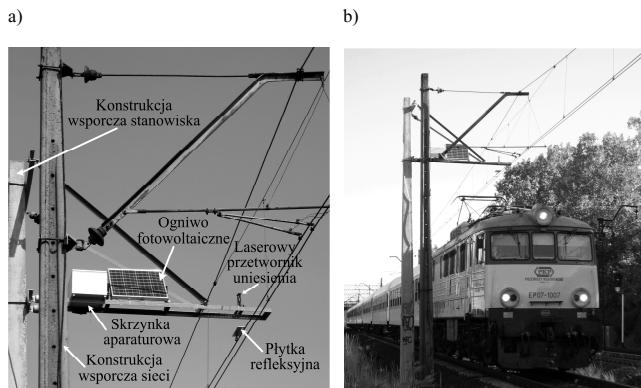
W celu kontroli sprawności technicznej odbieraków prądu opracowano stanowisko monitoringu do analizy przemieszczenia przewodu jezdniego pod wpływem oddziaływania odbieraka podczas przejazdu pociągu przez miejscowo zainstalowany układ pomiarowy. Stanowisko składa się z dwóch modułów: układu pomiarowo-rejestrującego oraz zespołu odbiorczo-przetwarzającego czyli komputera z anteną do bezprzewodowej transmisji danych, którego zadaniem jest przetwarzanie i analiza danych. Zespół pomiarowo-rejestrujący umieszczono na dodatkowej konstrukcji wsporczej w pobliżu zawieszenia sieci jezdnej. Ze względu na wysokie napięcie sieci jezdnej układ wyposażono w autonomiczne zasilanie i bezprzewodową transmisję danych. Zespół odbiorczo-przetwarzający może być umieszczony w dowolnym pomieszczeniu, zapewniającym niezakłócony odbiór danych. Schemat funkcjonalny terenowego stanowiska pomiarowego przedstawiono na rys. 5.



Rys. 5. Schemat funkcjonalny stanowiska terenowego

Fig. 5. Functional structure of the field stand

Widok stanowiska terenowego przedstawiono rys. 6. Wszystkie elementy układu pomiarowego umieszczone są na konstrukcji, złożonej z wysięgnika zamocowanego poprzez izolatory do słupa. Do wysięgnika przymocowana jest skrzynka z układami pomiarowymi i zasilającymi, antena do bezprzewodowej transmisji danych oraz wspornik do mocowania przetwornika pomiarowego. Wyposażenie urządzenia pomiarowo-rejestrującego obejmuje następujące główne podzespoły: układ zasilania z ogniwem fotowoltaicznym i zestawem akumulatorów oraz przetwornicą, laserowy przetwornik przemieszczenia wraz z płytką refleksyjną zamocowaną na przewodzie jezdnych, wielokanałowy rejestrator cyfrowy z punktem dostępowym sieci WLAN (ang. *Wireless Local Area Network*). Zespół odbiorczy stanowiska składa się z punktu dostępowego sieci WLAN oraz zestawu komputerowego do analizy i wizualizacji zebranych danych.



Rys. 6. Widok stanowiska pomiarowo-rejestrującego: a) podczas przejazdu pociągu; b) szczegóły konstrukcyjne

Fig. 6. View of the measuring device: a) during the train moving; b) details of the construction

Do pomiaru uniesienia przewodu jezdnych zastosowano dalmierz laserowy z płytką refleksyjną o odpowiednich wymiarach, konieczną ze względu na małą średnicę przewodu i jego drgania poprzeczne oraz przesunięcia podłużne. Zakres pomiarowy dalmierza wynosi 30 cm z rozdzielczością 0,5 mm. Sygnałem wyjściowym przetwornika jest analogowy sygnał prądowy 4÷20 mA, doprowadzony do rejestratora cyfrowego. Częstotliwość toru pomiarowego ograniczono do 100 Hz.

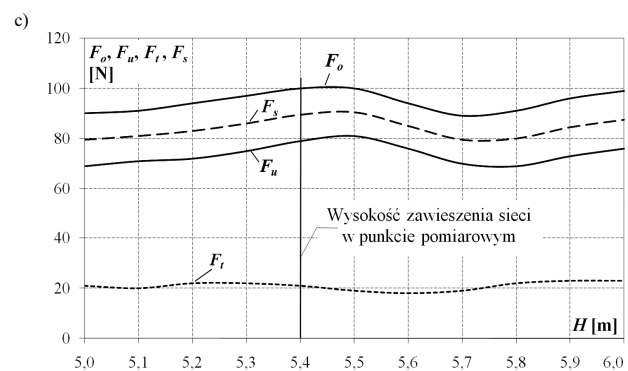
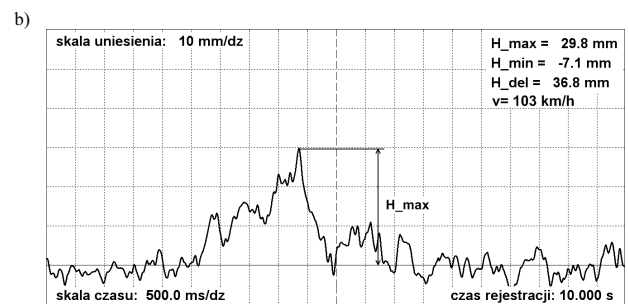
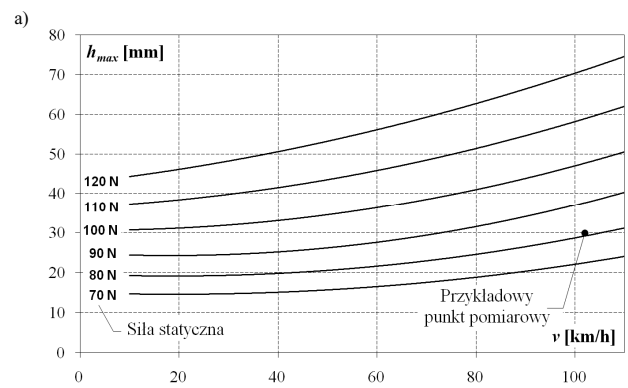
Zastosowany programowalny rejestrator cyfrowy o zakresie temperatur pracy od -30 do +75 °C, posiada m.in. interfejs Ethernet umożliwiając pracę w sieci komputerowej. Rejestrator, wyposażony m.in. w wielokanałowy 16-bitowy przetwornik a/c o maksymalnej częstotliwości próbkowania 200 kHz i pamięć umożliwiającą zapamiętanie do 100 mln próbek – przy ustawionym czasie próbkowania wynoszącym 1 ms, daje możliwość rejestracji wyników ciągłych pomiarów trwających ponad dobę. Za pośrednictwem punktu dostępowego sygnały z rejestratora transmitowane są do komputera diagnostycznego, gdzie są analizowane za pośrednictwem własnego oprogramowania.

Eksperymentalne stanowisko przetestowano w rzeczywistych warunkach eksploatacyjnych na torze linii kolejowej o dużym natężeniu ruchu. Prędkość maksymalna pojazdów w wybranym punkcie linii wynosi 100 km/h, a stan utrzymania toru zapewnia

spokojny bieg pociągów, eliminując wpływ nierówności podłoża na ruchy dynamiczne odbieraka.

#### 4. Metodyka badań

Dla miarodajnej oceny stanu technicznego odbieraków konieczne było przeprowadzenie skalowania układu pomiarowego. Skalowanie to polegało na wyznaczeniu zmiany wysokości przewodu pod wpływem działania określonej siły nacisku na przewód. Umieszczenie stanowiska w torze głównym linii magistralnej ograniczyło możliwości swobodnego dostępu do urządzeń. Z tego względu posłużono się lokomotywą o odpowiednio wyregulowanych odbierakach, każdy o innej ściśle określonej wartości statycznej siły nacisku. Dla każdego odbieraka dokonano kilku przejazdów przez stanowisko z różnymi prędkościami, rejestrując przebiegi uniesienia sieci. Jako wielkość skalującą i wstępne kryterium oceny odbieraka przyjęto wartość maksymalnego uniesienia przewodu jezdnych względem położenia spoczynkowego.



Rys. 7. Charakterystyki współpracy odbieraka z siecią: a) charakterystyki uniesienia przewodu jezdnych w zależności od siły statycznej odbieraka i prędkości pojazdu; b) przebieg uniesienia przewodu dla wybranego odbieraka; c) charakterystyka statyczna sił nacisku przy obniżaniu  $F_o$  i unoszeniu  $F_u$  odbieraka, wartości siły średniej  $F_s$  oraz podwójnej siły tarcia  $F_t$  – dla odbieraka z rys. b

Fig. 7. Curves of cooperation of current collector and overhead network: a) scaling characteristics – displacement value in relation to current collector static force and train speed; b) contact wire displacement waveform for selected current collector; c) collector current curves (from Fig. c) static forces by going up  $F_o$ , going down  $F_u$ , average value  $F_s$ , double friction force  $F_t$

Skalowanie pozwoliło na określenie zależności maksymalnego uniesienia przewodu jezdnego od prędkości i siły statycznej odbieraka. Na podstawie wyników pomiarów i ich aproksymacji uzyskano wykresy przedstawione na rys. 7a. Wyznaczone krzywe obejmują zakres spodziewanych wartości sił statycznych dla stosowanych powszechnie w taborze PKP odbieraków AKP-4E i 5ZL. Szerokość zakresu wynika z sił normatywnych oraz oczekiwanego poziomu błędów pomiaru, zależnego od zmiennych warunków, np. ruchów przewodu wywołanych wiatrem, niewielkich drgań konstrukcji wysięgnika z przetwornikiem pomiarowym, drgań sieci o częstotliwości własnej około 0,75 Hz, ruchów pudła pojazdu oddziaływujących za pośrednictwem odbieraka na sieć. Również siły tarcia w węzle konstrukcyjnym odbieraka mogą wpływać na chwilową wartość nacisku odbieraka na sieć. Nominalna średnia siła nacisku dla odbieraków AKP-4E i 5ZL wynosi 90 N z tolerancją  $\pm 5$  N lub  $\pm 3$  N, zaś dopuszczalna podwójna siła tarcia 25 N lub 20 N. Można zatem przyjąć w uproszczeniu, że np. dla odbieraka AKP-4E statyczna siła nacisku na sieć – przy dopuszczeniu maksymalnych odchyłek od wartości nominalnej – może zawierać się w zakresie od 72,5 N do 107,5 N. Ze względu na dokładność układu pomiarowego i czynniki zakłócenia, przedział w którym muszą mieścić się zmierzone wartości dla poprawnie wyregulowanych odbieraków nieznacznie poszerzono, co daje w efekcie strefę pomiędzy liniami odpowiadającymi wartościom 70 N oraz 110 N. Odbieraki, dla których wyniki pomiaru nie mieszczą się w strefie wartości dozwolonych, winny być sprawdzone w lokomotywni. W przypadku, gdy przekroczenie jest znaczne, należałoby natychmiast wyłączyć niesprawny odbierak.

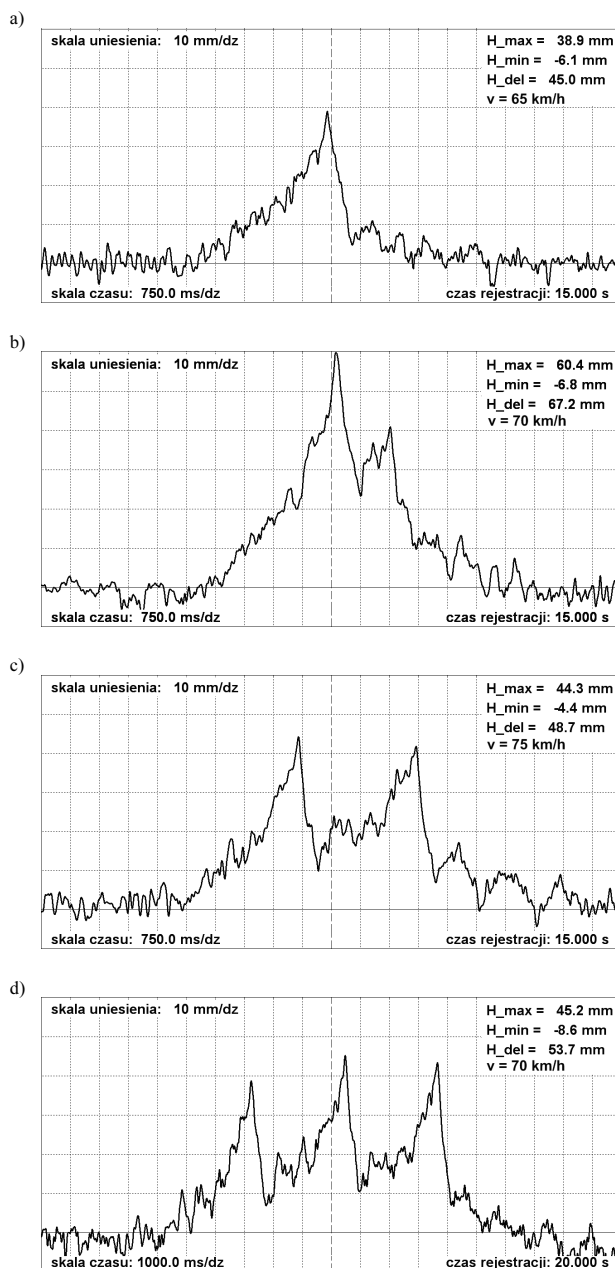
Oprócz skalowania przeprowadzono weryfikację wyników pomiarowych. Zmierzono tradycyjną metodą charakterystyki statyczne odbieraków kilku lokomotyw, a następnie zbadano je przy przejeździe przez stanowisko. Przykładowy wynik analizy uniesienia przewodu jezdnego przez jeden z badanych odbieraków został naniesiony punktowo na rys. 7a. Zarejestrowany przebieg uniesienia podczas przejazdu pociągu z tym odbierakiem – po filtracji zaburzeń – przedstawiono na rys. 7b. Dla porównania na rys. 7c przedstawiono zmierzone w lokomotywni charakterystyki statyczne nacisku tego odbieraka, na których zaznaczono współrzędną nacisku średniego dla wysokości sieci, która występuje w miejscu umieszczenia stanowiska monitoringu.

## 5. Przykładowe wyniki badań w ruchu liniowym

Korzystając ze stanowiska prowadzono pomiary dla pojazdów obsługujących normalny ruch rozkładowy. Rejestrowano przebieg uniesienia przewodu, na podstawie którego szacowano prędkość pojazdu. Błąd oceny prędkości nie przekracza 8 km/h. Prędkość większości rejestrowanych przejazdów zawierała się w granicach od 70 km/h do 105 km/h.

Rys. 8 przedstawia typowe przebiegi uniesienia przewodu podczas przejazdu pociągów z poprawnie wyregulowaną siłą nacisku odbieraków. Dla lokomotywy z jednym uniesionym odbierakiem (rys. 8a) ocena jego oddziaływania na przewód jezdny może być zrealizowana bezpośrednio w oparciu o wyznaczone w procesie skalowania strefy graniczne. W przypadku pociągu złożonego z zespołów trakcyjnych EN57 (rys. 8c, d) kryteria te będą nadal właściwe, gdyż w obszarze prześła zawieszania sieci, na którym umieszczono układ pomiaru uniesienia przewodu, znajduje się zawsze tylko jeden aktywny odbierak. Wpływ na wartość uniesienia innych odbieraków w składzie pociągu, znajdujących się poza sąsiadującymi z miejscem pomiaru punktami podwieszenia, jest minimalny, również dzięki usztywniającemu działaniu punktów podwieszenia. Dla lokomotywy dwuczłonowej z dwoma uniesionymi odbierakami, znajdującymi się w niewielkiej odległości od siebie (rys. 8b) uzyskuje się większe uniesienie przewodu przy przejeździe przez punkt pomiarowy pierwszego odbieraka. Drugi odbierak znajduje się wówczas na tym samym prześle zawieszania, zatem ich oddziaływanie częściowo się sumuje. Umieszc-

wienie stanowiska sprawia, że w momencie, gdy drugi odbierak znajduje się pod punktem pomiarowym, pierwszy jest już na sąsiednim prześle zawieszania, zatem wpływ jego oddziaływania jest znacznie zmniejszony.



Rys. 8. Typowe przebiegi uniesienia przewodu przy prawidłowo wyregulowanych odbierakach: a) pociąg z lokomotywą serii 181; b) pociąg z lokomotywą dwuczłonową serii ET40; c) dwa zespoły trakcyjne EN57; d) trzy zespoły trakcyjne EN57

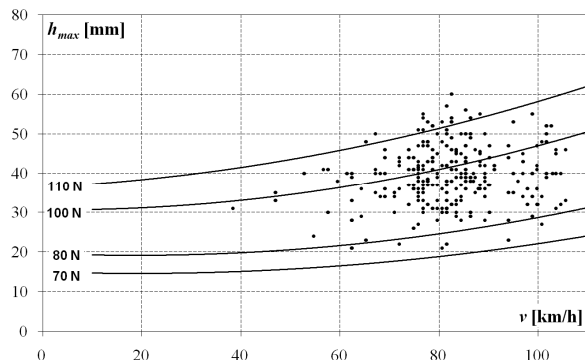
Fig. 8. Typical transient displacement of contact wire for correct adjustment of current collectors: a) the train with locomotive series 181; b) the train with two-unit locomotive series ET40; c) the two emu EN57; d) the three emu EN57

Stosunkowo często rejestrowano przebiegi uniesienia przewodu wskazujące na niewłaściwie wyregulowany nacisk statyczny odbieraka - obserwowano zarówno małe wartości maksymalne uniesienia przewodu, wskazujące na zbyt niską wartość siły nacisku, jak i nadmiernie duże uniesienie.

Na rys. 9 przedstawiono zbiorcze wyniki dla zarejestrowanych około 300 odbieraków, przy czym każdy wynik jest reprezentowany na wykresie jako punkt, którego współrzędne odpowiadają wartości prędkości ruchu i zmierzonego maksymalnego uniesienia przewodu jezdnego. Ze względu na zbieżność wyników, niektóre punkty wskazują wartości dla kilku różnych odbieraków. Punkty te naniesiono na wyznaczony wcześniej obszar wartości norma-



tywnych. Przyjmując poszerzony zakres pasma dozwolonego, ograniczony liniami odpowiadającymi wartościom nacisku 70 N i 110 N, uzyskano około 7% udział wyników nie mieszczących się w tej strefie. W większości przypadków stwierdzono zwiększoną siłę nacisku; tego typu działanie służb eksploatacyjnych nie jest właściwym postępowaniem, zmierzającym do poprawy jakości odbioru prądu z sieci jezdnej [5].



Rys. 9. Zbiorcze zestawienie wyników monitoringu  
Fig. 9. Summary of the monitoring results

## 6. Podsumowanie

Przeprowadzone badania wykazały, że przypadki niewłaściwej regulacji odbieraków prądu często występują w ruchu kolejowym, z reguły wówczas siła docisku odbieraka przewyższa wartości normatywne. Skutkuje to przyspieszonym zużyciem ślizgacza i przewodu, a nawet może doprowadzić do awarii podczas jazdy. Opracowane stanowisko umożliwia wykrycie pojazdu z niespraw-

nym odbierakiem prądu, również w sytuacji, gdy uszkodzenie nastąpiło już po wyjeździe z lokomotywni.

Wdrożenie systemu monitoringu umożliwiłoby zwiększenie poziomu bezpieczeństwa w ruchu kolejowym oraz obniżenie kosztów eksploatacji taboru i sieci trakcyjnej. Doposażenie układu pomiarowego w wersji użytkowej w system wykrywania, identyfikacji i pomiaru prędkości pojazdu, pozwoliłoby na całkowicie automatyczną i niemal bezobsługową pracę stanowiska w trybie ciągłym.

Praca naukowa finansowana ze środków na naukę w latach 2006 – 2008 jako projekt badawczy.

## 7. Literatura

- [1] Giętkowski Z., Karwowski K., Mizan M., Pazdro P.: Review of Research and Development on the Technical Diagnostics in the Field of Electric Traction. *Pomiary Automatyka Kontrola*, nr 12/2003.
- [2] Kießling F., Puschmann R., Schmieder A.: Contact lines for electric railways. Siemens, Publicis, Munich 2001.
- [3] Siemiński T., Jarosz T.: Odbieraki prądu i ich współpraca z siecią jezdnią. WKŁ, Warszawa 1989.
- [4] Kaniewski M., Majewski W., Rojek A.: Badania rozjazdów sieci trakcyjnej typu 1C120-2C. *Mat. VII Międzynarodowej Konferencji MET'2005*. Warszawa 29.09–1.10.2005.
- [5] Roman Z.: Współpraca dynamiczna odbieraka prądu z siecią trakcyjną i jej wpływ na warunki odbioru prądu poprzez silnie obciążony zestyk ślizgowy. *Prace COBiRTK*, z. 75/76, WKiŁ, Warszawa 1980.

otrzymano / received: 27.05.2009

przyjęto do druku / accepted: 10.11.2009

artykuł recenzowany

## INFORMACJE

# Zapraszamy do prenumeraty czasopisma PAK w 2010 roku

Cena prenumeraty rocznej: 192,00 zł netto/1 egz.

Prenumeratę i kolportaż prowadzą:

### WYDAWNICTWO POMIARY AUTOMATYKA KONTROLA

ul. Świętokrzyska 14A, pok. 530,  
00-050 Warszawa,  
tel./fax: 022 827 25 40

### Redakcja czasopisma POMIARY AUTOMATYKA KONTROLA

ul. Akademicka 10, pok. 30b,  
44-100 Gliwice,  
tel./fax: 032 237 19 45,  
e-mail: wydawnictwo@pak.info.pl,  
www.pak.info.pl

