

OCENA STANU TECHNICZNEGO ODBIERAKÓW PRĄDU NA PODSTAWIE MONITORINGU NA LINII KOLEJOWEJ

Leszek JARZĘBOWICZ¹, Sławomir JUDEK², Krzysztof KARWOWSKI³, Dariusz KARKOSIŃSKI⁴,
Mirosław MIZAN⁵

Politechnika Gdańska, Wydział Elektrotechniki i Automatyki, ul. G. Narutowicza 11/12, 80-233 Gdańsk,

1. tel: 58 347 21 49, e-mail: l.jarzebowicz@ely.pg.gda.pl,
2. tel: 58 347 11 68, e-mail: s.judek@ely.pg.gda.pl
3. tel: 58 347 11 58, e-mail: k.karwowski@ely.pg.gda.pl
4. tel: 58 347 12 86, e-mail: d.karkosinski@ely.pg.gda.pl
5. tel: 58 347 15 02, e-mail: m.mizan@ely.pg.gda.pl
fax: 58 347 18 02,

Streszczenie: Wdrożony układ monitoringu odbieraków prądu ma na celu wykrycie uszkodzonych lub źle wyregulowanych odbieraków w pojazdach, będących w ruchu na linii kolejowej. Ocenę stanu odbieraka oparto na rejestracji i analizie przebiegu uniesienia przewodów sieci jezdnej w czasie przejazdu pociągu przez punkt pomiarowy. Algorytm analizy wyników pozwala oszacować siłę statyczną każdego z podniesionych odbieraków, uwzględniając położenie odbieraków w pociągu i ich interakcję oraz oddziaływanie aerodynamiczne. Zaproponowano kryteria oceny stanu odbieraków. Przedstawiono przykładowe wyniki pomiarów dla pociągów o różnych zestawieniach odbieraków, przy zróżnicowanych wartościach ich siły statycznej. Przedstawiono statystykę wyników z dwuletniego okresu eksploatacji stanowiska.

Słowa kluczowe: trakcyjny odbierak prądu, monitoring stanu technicznego, analiza wieloparametryczna

1. SYSTEM MONITORINGU ODBIERAKÓW

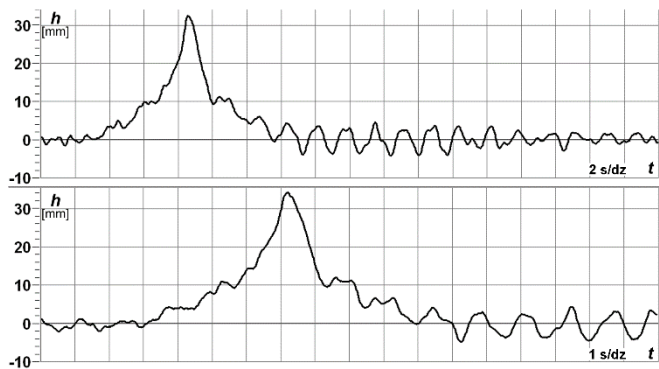
Istotne znaczenie dla zapewnienia ciągłości i bezpieczeństwa ruchu kolejowego ma prawidłowa współpraca odbieraków prądu pojazdów z siecią trakcyjną. Ponieważ uszkodzenia odbieraków mogą występować pomiędzy kolejnymi przeglądami technicznymi taboru, dla szybkiego wykrycia wadliwych egzemplarzy opracowano i wdrożono na linii kolejowej system monitoringu ich stanu technicznego (MOP). Podstawowym elementem systemu jest stanowisko pomiarowe, umieszczone na konstrukcji wsporczej sieci trakcyjnej. Rejestruje ono przebieg uniesienia przewodów jezdnych, wywołanego siłą nacisku odbieraków prądu przejeżdżającego pociągu, oraz prędkość pociągu. W wyniku analizy tych danych, opracowany program komputerowy oceny odbieraków określa liczbę aktywnych (tzn. podniesionych) odbieraków w pociągu, wyznacza szacunkową wartość siły statycznej dla każdego odbieraka – parametru podlegającego regulacji i kontroli, oraz generuje jego ocenę, tzw. poziom alarmu. Na rysunku 1 przedstawiono widok ogólny stanowiska pomiarowego podczas przejazdu pociągu. Strukturę i zasadę działania systemu MOP opisano szczegółowo w artykule [1], tu zaś szerzej omówiono algorytmy analizy danych pomiarowych i podano charakterystyczne przykłady wyników monitoringu.



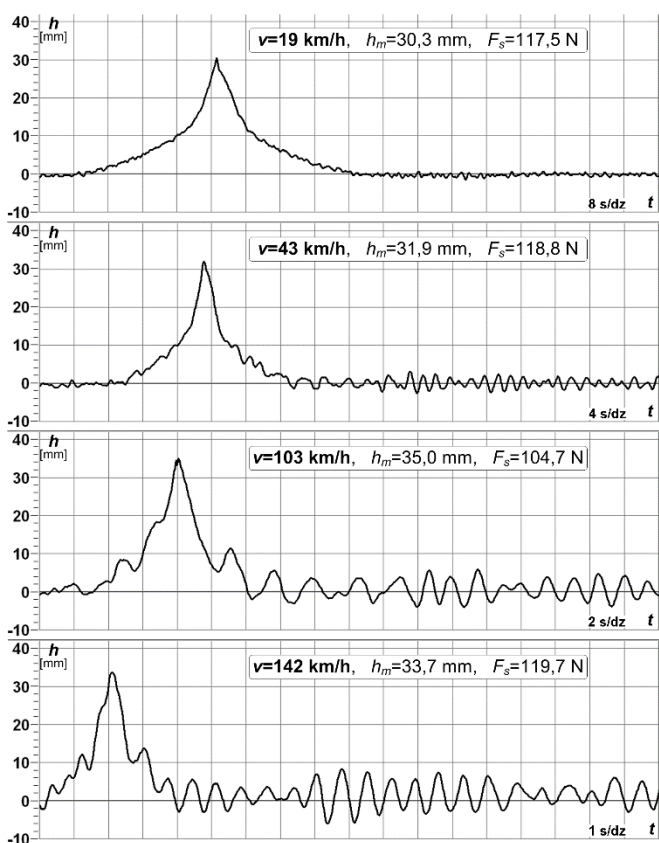
Rys. 1. Stanowisko pomiarowe systemu MOP na linii kolejowej podczas przejazdu pociągu

2. ALGORYTM ANALIZY WYNIKÓW

Na podstawie przeprowadzonych badań symulacyjnych [1] i laboratoryjnych [2] stwierdzono, że w określonym punkcie sieci jezdnej uniesienie przewodów jezdnych osiąga wartość maksymalną w chwili przejścia ślizgacza odbieraka prądu przez ten punkt, zaś wartość tego uniesienia zależy głównie od siły nacisku odbieraka. Prócz regulowanej przy przeglądach technicznych odbieraków i podlegającej kontroli w Zakładach Taboru siły statycznej, występuje jeszcze składowa aerodynamiczna siła, rosnąca ze wzrostem prędkości jazdy. W mniejszym stopniu uniesienie zależy od siły tarcia w przegubach konstrukcji odbieraka i siły bezwładności masy części ruchomych odbieraka. Na wartość szczytową uniesienia mogą w pewnym stopniu wpływać wzbudzone przejazdem odbieraka drgania własne sieci. Ich amplituda w punkcie pomiaru jest duża tuż po przejściu odbieraka przez ten punkt – przykładowe przebiegi ilustrujące ten fakt przedstawiono na rysunku 2, a ponadto jej wartość rośnie ze wzrostem prędkości pociągu (rys. 3).



Rys. 2. Przykładowe przebiegi uniesienia przewodów jezdnych, wskazujące wzbudzenie drgań sieci po przejściu odbieraka; skalę czasu podano orientacyjnie, gdyż nie ma wpływu na ocenę odbieraka – dotyczy to wszystkich rysunków

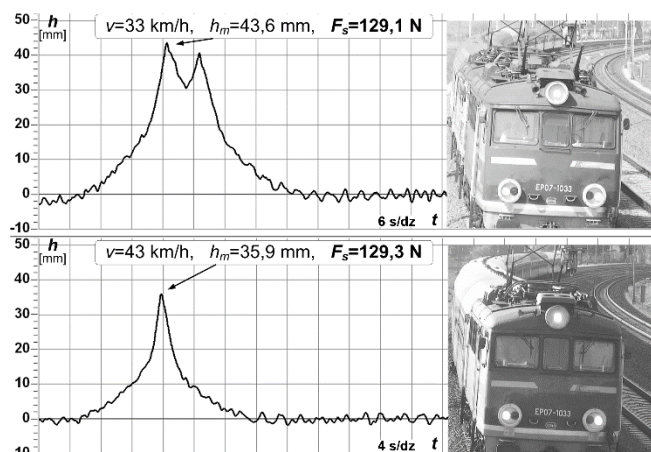


Rys. 3. Wyniki wskazujące wzrost amplitudy drgań sieci ze wzrostem prędkości pociągu; naniesione wartości liczbowe oznaczają: v – prędkość pociągu, h_m – wartość maksymalną uniesienia przewodów, F_s – oszacowaną siłę statyczną

Przedstawione przebiegi wskazują, że w przypadku pociągów z jednym podniesionym odbierakiem, drgania sieci nie wpływają znacząco na wartość maksymalną uniesienia przewodów, natomiast dla pociągów o kilku aktywnych odbierakach, wpływ ten występuje dla drugiego i kolejnych odbieraków i jest tym większy, im mniejsza jest odległość między odbierakami i im wyższa jest prędkość przejazdu. Ponieważ oscylacje sieci mają bardzo złożony charakter – występują tu m.in. zjawiska typowe dla ruchu falowego, zależny od trudno mierzalnych czynników, programowa kompensacja ich wpływu jest bardzo trudna. Należy zatem przyjąć, że dla pociągów, w których odległość między aktywnymi odbierakami jest mniejsza od ok. 30 m, dla prędkości powyżej ok. 60 km/h, tylko dla pierwszego odbieraka wyznaczona algorytmicznie wartość siły statycznej

może być uznana za miarodajną; wartości dla pozostałych odbieraków mogą być obarczone znacznym błędem. Podobne założenia przyjmowane są także w innych systemach opartych na podobnej zasadzie działania [3]. Podane tu wartości graniczne mają charakter orientacyjny i zostały określone w oparciu o długotrwałe obserwacje wyników generowanych przez system MOP. Przy większych odległościach między odbierakami i niższej prędkości jazdy błąd obliczenia siły statycznej dla kolejnych odbieraków, wywołany wpływem drgań sieci na wartość maksymalną uniesienia przewodów, jest akceptowalny – mieści się z reguły w granicach kilku niutonów.

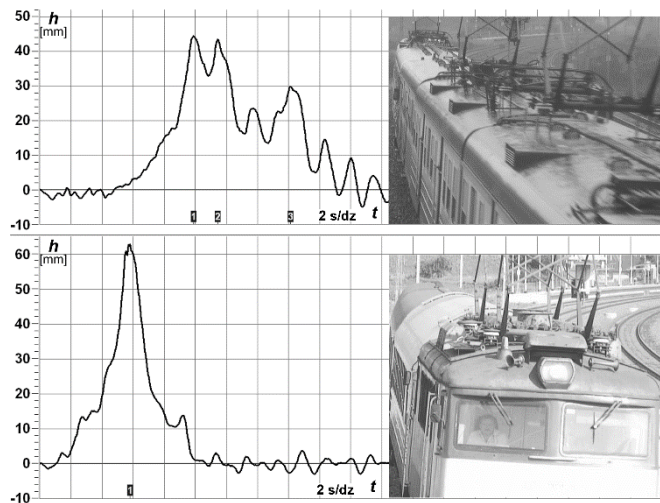
Przy kilku podniesionych odbierakach o wartości uniesienia przewodów decyduje suma ich oddziaływań na sieć. Jeżeli odległość między sąsiednimi odbierakami jest większa od długości przęsła zawieszenia sieci w miejscu instalacji stanowiska pomiarowego, wpływ odbieraków znajdujących się na sąsiednich przęsłach jest minimalny. Prócz tego, że małą wartość ma składowa siły takiego odbieraka, obliczona w miejscu pomiaru odległym od punktu przyłożenia siły, jego oddziaływanie redukuje dodatkowo usztywniający wpływ na sieć punktu podwieszenia, poza którym znajduje się aktualnie ten odbierak. W praktyce oznacza to, że dla odległości między odbierakami powyżej 65 m wpływ drugiego odbieraka na lokalne maksimum przebiegu uniesienia można zaniedbać. Dotyczy to często występujących na ruchu liniowym składów złożonych z dwóch lub trzech zespołów trakcyjnych typu EN57. Dla lokomotyw dwuczłonowych np. ET41, zespołów trakcyjnych EN71 lub pociągów prowadzonych przez zespół dwóch lokomotyw w trakcji ukrotnionej, odległości między sąsiednimi podniesionymi odbierakami wynoszą od kilkunastu do ok. 30 m. W tych przypadkach program dokonuje obliczenia udziału poszczególnych składowych sił pochodzących od sąsiednich odbieraków, biorąc pod uwagę ich liczbę, odległości od punktu pomiaru oraz wstępnie oszacowaną siłę statyczną każdego z odbieraków – na podstawie wartości poszczególnych maksimum przebiegu uniesienia. Algorytm jest wieloprzebiegowy, realizowany iteracyjnie, przy czym dla dużych prędkości jazdy aktualne jest zastrzeżenie, że końcowe wyniki obliczeń są w pełni miarodajne tylko dla pierwszego odbieraka w składzie pociągu. Na rysunku 4 przedstawiono przykładowe przebiegi zarejestrowane dla tego samego odbieraka w trakcji ukrotnionej i pojedynczo w kolejnych dniach, wraz z wynikami obliczenia siły – wskazują one poprawność opracowanego algorytmu analizy.



Rys. 4. Wyniki dla odbieraka w trakcji ukrotnionej i dla tego samego odbieraka zastosowanego pojedynczo

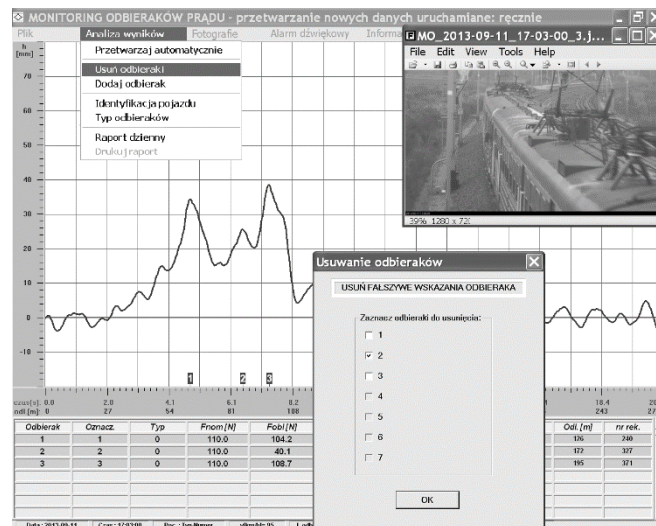
Kluczowe znaczenie dla prawidłowego wyznaczenia siły statycznej poszczególnych odbieraków ma prawidłowe określenie ich liczby i lokalizacji. Przejście każdego z odbieraków przez punkt pomiaru powinno charakteryzować się wystąpieniem wyraźnego lokalnego maksimum na wykresie przebiegu uniesienia przewodów. Wskutek wzbudzonych drgań sieci z reguły powstaje jednak cały szereg takich maksimów lokalnych, nie związanych z przejściem odbieraka, zaś w przypadku dwóch podniesionych odbieraków w małej odległości od siebie, przy wyższych prędkościach jazdy często nie występują dwa oddzielne maksima. Ze względu na bardzo duże zróżnicowanie kształtów przebiegów, rejestrowanych w różnych warunkach, algorytm i kryteria wykrycia odbieraka dobrano eksperymentalnie. Osiągnięto ok. 95% efektywność algorytmu, tzn. średnio co 20. wynik wymaga ręcznej korekty lokalizacji odbieraków. Na rysunku 5 przedstawiono przykładowe wyniki dla pociągów o większej liczbie aktywnych odbieraków – w przypadku górnego wykresu program prawidłowo umiejscowił znaczniki lokalizujące wszystkie odbieraki (u dołu wykresu), na dolnym wykresie automatycznie wykryty został 1 odbierak – przebieg ma tylko jedno wyraźne maksimum, podczas gdy lokomotywa miała niestandardowo podniesione obydwa odbieraki. W takim przypadku algorytmiczne wykrycie w oparciu o wykres, że są to dwa oddzielne odbieraki, nie jest możliwe.

Program analizy wyników został wyposażony w funkcje umożliwiające ręczne korekty tego algorytmu – wstawianie nie wykrytych lub usuwanie wykrytych nadmiarowo odbieraków w oparciu o zarejestrowane i automatycznie wyświetlane fotografie pojazdu. Na rysunku 6 przedstawiono przykład realizacji takiej korekty w programie.

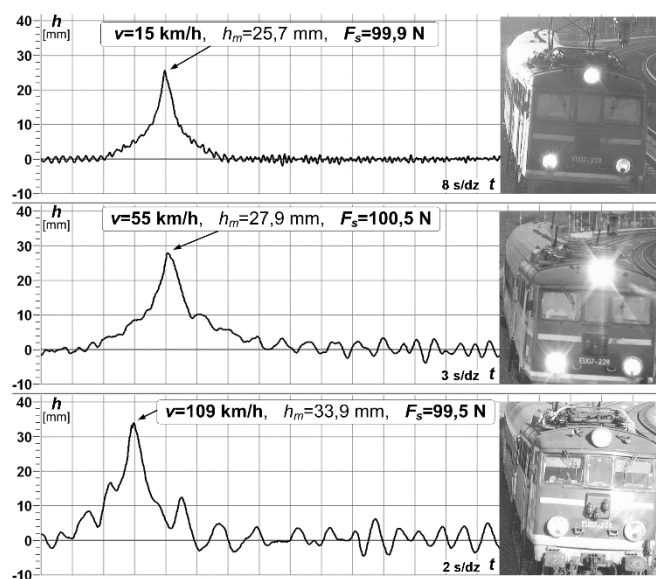


Rys. 5. Przykład prawidłowego działania algorytmu lokalizacji odbieraków (u góry) i niewłaściwej interpretacji przebiegu jako przejście pojedynczego odbieraka (u dołu)

Innym ważnym elementem algorytmu analizy danych jest kompensacja składowej aerodynamicznej siły oddziaływania odbieraka na przewody jezdne. W tym przypadku także wstępnie przyjęte współczynniki zostały odpowiednio zweryfikowane po okresie eksploatacji nadzorowanej stanowiska. Na rysunku 7 przedstawiono przykładowe wyniki dla tego samego odbieraka, przy silnie zróżnicowanej prędkości przejazdu, świadczące o prawidłowym wyznaczeniu składowej aerodynamicznej.



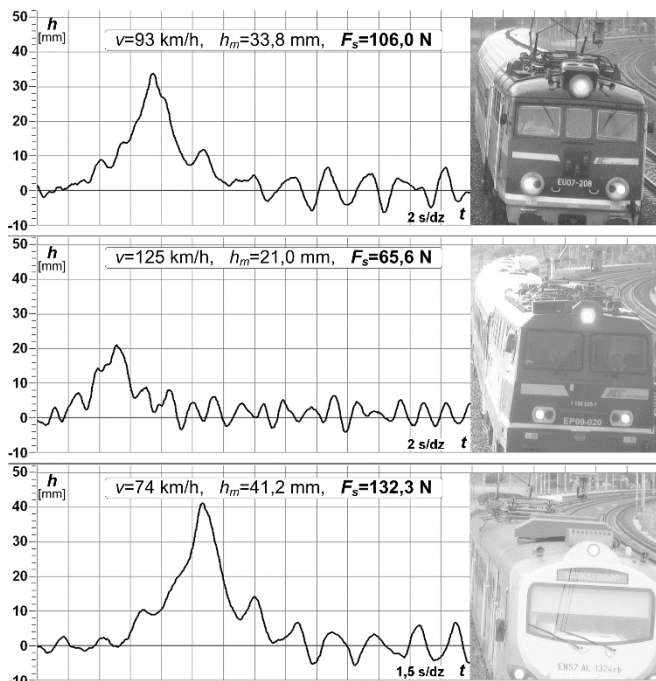
Rys. 6. Przykład ręcznego usunięcia nadmiarowego wykrycia odbieraka w programie analizy wyników



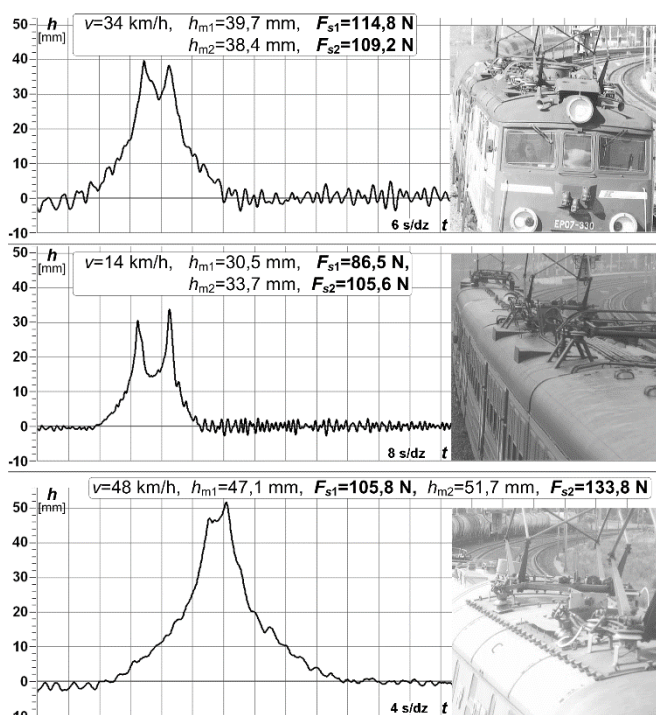
Rys. 7. Wyniki dla tego samego odbieraka przy różnych prędkościach przejazdu – przykład prawidłowej kompensacji składowej aerodynamicznej siły odbieraka

3. PRZYKŁADY WYNIKÓW POMIARU I ANALIZY

Podczas blisko dwuletniej eksploatacji systemu MOP zarejestrowano pociągi o zróżnicowanych konfiguracjach aktywnych odbieraków, w tym wiele nietypowych zestawień. Wykryto szereg odbieraków o odchyleniu siły nacisku od wartości normatywnej. Na rysunkach 8-10 podano kilka wybranych przykładów typowych przebiegów uniesienia przewodów jezdnych dla najczęściej występujących w ruchu liniowym zestawień pociągów, w tym przypadki wykrycia przez system nieprawidłowej regulacji odbieraków. Należy zwrócić uwagę na to, że przy niewielkiej odległości między odbierakami – jak na rysunku 9 oraz w dwóch ostatnich przypadkach na rysunku 10, miarodajne oszacowanie siły statycznej wszystkich odbieraków wynika z niewielkiej prędkości przejazdu przez punkt pomiarowy. Przy prędkościach większych od 60 km/h w takich zestawieniach pociągów wartość obliczoną dla drugiego odbieraka, zaś na ostatnim przebiegu z rysunku 10 – także dla odbieraka czwartego, należałoby traktować jako niepewną.



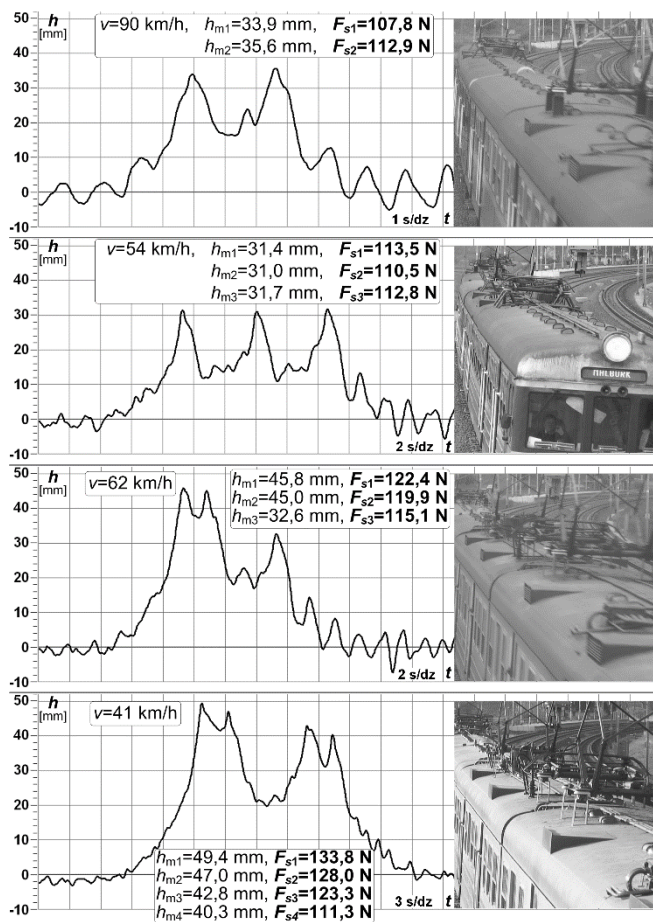
Rys. 8. Przebiegi uniesienia dla pociągów z jednym podniesionym odbierakiem o różnych nastawach siły statycznej – u góry wartość siły prawidłowa, poniżej za niska i za wysoka



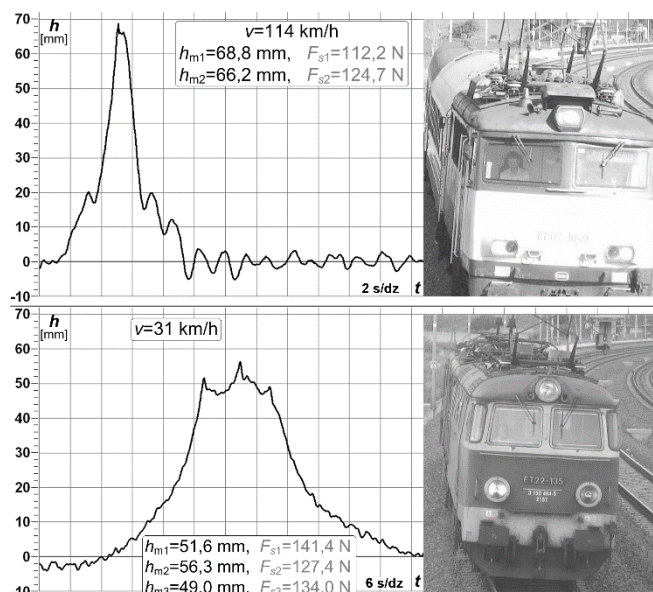
Rys. 9. Przebiegi uniesienia dla pociągów z dwoma podniesionymi odbierakami w niewielkiej odległości od siebie o różnych nastawach siły statycznej – u góry wartość siły obydwu odbieraków prawidłowa, w środku za niska dla 1-go odbieraka, u dołu za wysoka dla 2-go odbieraka

Na rysunku 11 przedstawiono przykłady wyników dla nietypowych konfiguracji odbieraków w pociągach. Pierwszy przypadek dotyczy lokomotywy serii EP07, prowadzonej niestandardowo z obydwo podniesionymi odbierakami, które znajdują się w odległości rzędu 5 m. Ten fakt oraz stosunkowo wysoka prędkość powodują, że wpływ wzbudzonych drgań sieci na kształt przebiegu uniesienia jest duży, co znacznie utrudnia w pełni wiarygodne obliczenie sił poszczególnych odbieraków. W drugim przypadku przejazd

zestawu lokomotywy ET22 i dwuczłonowej ET41 z łącznie trzema aktywnymi odbierakami powoduje kumulację ich sił nacisku na krótkim odcinku sieci. Mimo niewielkiej prędkości wyniki szacowania siły statycznej należy uznać za niepewne, gdyż procedury skalowania algorytmów obliczeniowych nie były prowadzone dla takich zestawień odbieraków. Podane tu przypadki występują w ruchu liniowym niezwykle rzadko.

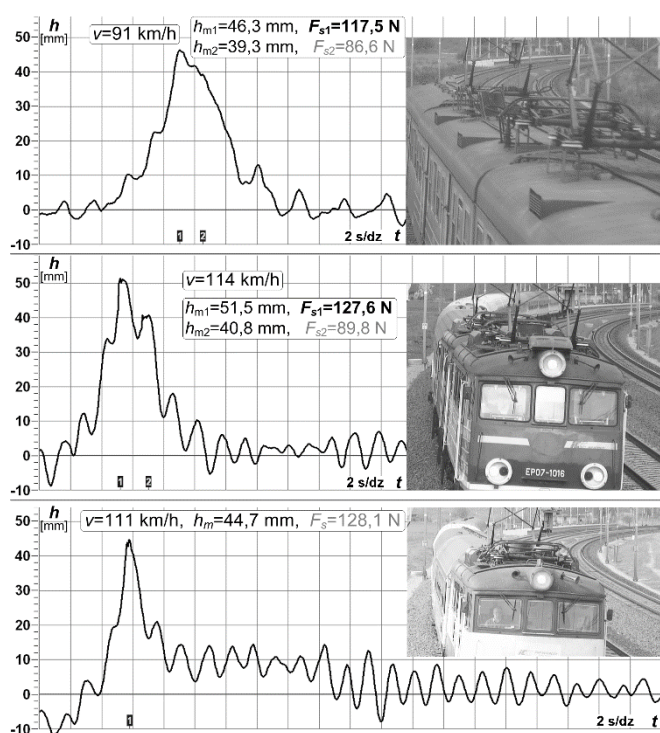


Rys. 10. Przebiegi uniesienia dla pociągów złożonych z elektrycznych zespołów trakcyjnych o typowym układzie podniesionych odbieraków w liczbie od 2 do 4 przy różnych nastawach siły statycznej



Rys. 11. Przebiegi uniesienia dla nietypowych zestawień pociągów

Na rysunku 12 przedstawiono przykłady wyników uzyskane w warunkach, uniemożliwiających uzyskanie zadowalającej miarodajności oceny. Pierwsze dwa przypadki dotyczą odpowiednio zespołu trakcyjnego oraz zestawu dwóch lokomotyw w trakcji ukrotnionej, gdzie ze względu na względnie małą odległość między podniesionymi odbierakami i dużą prędkość jazdy, występuje znaczny wpływ drgań sieci na uniesienie przewodów przy przejeździe drugiego odbieraka przez punkt pomiaru. Jako miarodajne można uznać tu tylko wartości siły obliczone dla odbieraka pierwszego. Trzeci przebieg został zarejestrowany przy bardzo silnym, porywistym wietrze. Spowodował on zwiększenie uniesienia przewodu i wynikającą stąd niską dokładność oszacowania siły statycznej. Wyniki uzyskane dla tego samego odbieraka w kilku kolejnych dniach dawały powtarzalne wartości siły, niższe o kilkanaście niutonów od wartości wyznaczonej z tego przebiegu. Należy jednak zaznaczyć, że tak silny wiatr, powodujący wyraźny wpływ na wyniki oceny odbieraka, występuje zaledwie przez kilka dni w ciągu roku.



Rys. 12. Przebiegi uniesienia w warunkach utrudniających uzyskanie miarodajnej oceny wybranych odbieraków – opis w tekście

4. OCENA PRAKTYCZNEJ PRZYDATNOŚCI SYSTEMU MONITORINGU

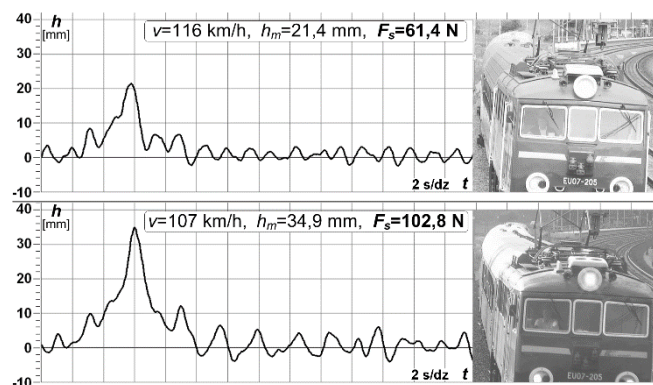
Dla weryfikacji wiarygodności ocen odbieraków, generowanych przez system MOP, w pierwszym okresie eksploatacji stanowiska prowadzono liczne badania porównawcze. Wyniki dla wybranych odbieraków, dla których przeprowadzono pomiary ręczne siły statycznej podczas przeglądu technicznego w lokomotywni, były wyszukiwane z zestawu danych zarejestrowanych na stanowisku pomiarowym. W tabelicy 1 przedstawiono zestawienie porównawcze dla 10 odbieraków. Dаты pomiarów dotyczą roku 2011 – są one istotne, gdyż duży odstęp czasu między obydwojmi pomiarami mógłby wiązać się ze zmianą siły odbieraka. Stwierdzono, że poza odbierakiem w poz. 9 tabelicy, dla którego przejazdu na

stanowisku MOP odbywały się w warunkach dość silnego wiatru, różnice siły zmierzonej i wyznaczonej przez system monitoringu nie przekraczają 7 N. Z punktu widzenia głównego celu systemu, jakim jest wykrywanie takich odbieraków, których odchylenie nastawy siły od dopuszczalnych wartości jest na tyle duże, że może doprowadzić do uszkodzenia sieci lub samego odbieraka, jest to dokładność wystarczająca.

Tabela 1. Porównanie pomiarów „ręcznych” siły statycznej odbieraka i wyników ze stanowiska monitoringu

Numer badanego odbieraka	Pomiar ręczny		System MOP	
	Data	F [N]	Data	F [N]
1	04.11.2011	108	25.10.2011	105,7
2	04.11.2011	128,5	23.10.2011	134,7
3	16.11.2011	103	21.10.2011	106,6
4	31.10.2011	98	22.10.2011 07.11.2011	106,6 93,9
5	31.10.2011	88	22.11.2011 24.11.2011	91,9 94,9
6	31.10.2011	104	23.10.2011	103,2
7	08.11.2011	99	28.10.2011	102,1
8	08.11.2011	123	25.11.2011	119,0
9	31.10.2011	115	21.10.2011 24.10.2011	122,9 105,6
10	21.11.2011	109	10.11.2011	111,7

W czasie dotychczasowej eksploatacji systemu wystąpiły sytuacje wykrycia znacznego odchylenia siły nacisku odbieraka od wartości normatywnych, które zgłoszono służbom technicznym odpowiedniego przewoźnika, a przeprowadzona przez nie kontrola całkowicie potwierdziła prawidłowość wygenerowanej przez system MOP oceny. Na rysunku 13 przedstawiono przykład efektów jednej z takich interwencji. Wynik z systemu MOP przedstawiony u góry wskazuje silnie obniżony nacisk odbieraka w stosunku do wymaganej wartości. Informację przekazano do przewoźnika – pomiar ręczny w lokomotywni potwierdził, że wartość siły statycznej mieści się poniżej 70 N, zatem przeprowadzono regulację, ustawiając wartość 105 N. Wynik tego odbieraka, przedstawiony u dołu rysunku, został zarejestrowany kilka dni po regulacji.



Rys. 13. Przykład praktycznego wykorzystania wyników monitoringu do poprawy stanu odbieraka

Program analizy wyników wyposażono też w funkcję tworzenia raportów, które umożliwiają łatwe znalezienie odbieraków o nieprawidłowej sile nacisku, bez konieczności przeglądania wszystkich wyników. Na rysunku 14 przedstawiono przykład takiego raportu – odbieraki wykazujące duże odchylenie siły są zaznaczone ciemnym podświetleniem. Operator może wprowadzić do programu typ i numer pojazdu, korzystając z wykonanych fotografii.

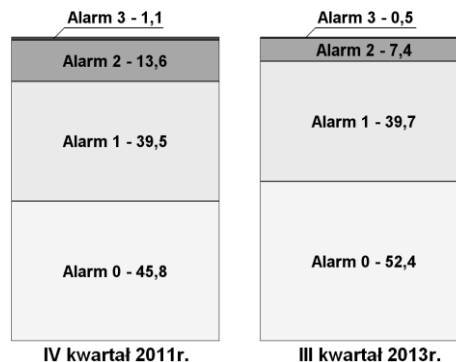
STATYSTYKA PRZEKROCZEN:	Liczba pociągów: 27	Liczba odbieraków: 30
Brak odchylenia siły (0G/0D):	10 (4/6) - 33.3%	Male odchylenie (1G/1D): 17 (9/8) - 56.7%
Duże odchylenie (2G/2D):	3 (2/1) - 10.0%	Barczo duże odchyl. (3G/3D): 0 (0/0) - 0.0%

Time	Vehicle	Speed	Loc.	Collector	Type	Alarm	Force	Deviation	Status
08:50:16	Typ-Numer	50	2	2	4.ram.	1D	34.0	-18	N
09:19:45	Typ-Numer	63	1	1	4.ram.	0G	32.9	5	N
09:30:19	Typ-Numer	43	0						N
09:38:58	Typ-Numer	47	2	1	4.ram.	0G	37.2	9	N
09:38:58	Typ-Numer	47	2	2	4.ram.	1G	37.8	11	N
09:44:14	Typ-Numer	51	1	1	4.ram.	0G	31.0	2	N
10:11:00	Typ-Numer	117	1	1	4.ram.	1D	30.6	-19	N
11:05:19	Typ-Numer	54	1	1	4.ram.	1D	27.2	-10	N
11:08:01	Typ-Numer	71	1	1	4.ram.	0D	31.7	-1	N
11:25:18	Typ-Numer	55	0						N
11:39:09	Typ-Numer	118	1	1	4.ram.	0D	35.6	-5	N
12:11:17	Typ-Numer	87	1	1	4.ram.	1D	30.4	-11	N
12:20:07	Typ-Numer	119	2	1	4.ram.	1G	52.7	11	T
12:20:07	Typ-Numer	119	2	X	4.ram.	1D	44.8	-19	T
12:46:53	EN57-1531	69	1	1	4.ram.	2G	40.9	20	T
12:58:20	Typ-Numer	70	1	1	4.ram.	1G	38.1	16	N
13:16:59	Typ-Numer	94	2	1	4.ram.	1G	52.0	17	N
13:16:59	Typ-Numer	94	2	2	4.ram.	1D	43.2	-11	N
13:26:29	Typ-Numer	55	1	1	4.ram.	0D	30.5	0	N
13:37:22	Typ-Numer	63	2	1	4.ram.	1G	44.5	19	N
13:37:22	Typ-Numer	63	2	2	4.ram.	1D	34.3	-14	N

Rys. 14. Przykład dziennego raportu z monitoringu (fragment)

5. ZESTAWIENIE STATYSTYCZNE WYNIKÓW

Dla oceny wpływu systemu MOP na poprawę stanu odbieraków na liniach kolejowych, dokonano porównania statystycznego wyników z początku jego eksploatacji i z chwili obecnej. Wybrano okresy kwartalne, dzięki czemu statystyka w obydwu przypadkach obejmuje kilka tysięcy odbieraków, zatem jej wyniki można uznać za reprezentatywne dla całego eksploatowanego taboru. Na rysunku 15 przedstawiono procentowy podział odbieraków na grupy, wyznaczone przez poziom alarmu. W programie analizy wyników przyjęto, że alarm 0 oznacza siłę statyczną, której odchylenie od wartości normatywnej mieści się w paśmie $\pm 10\%$, dla alarmu 1 odchylenie to (w górę lub w dół) nie przekracza 20%, przy odchyleniu do 30% generowany jest alarm 2, zaś powyżej tej wartości – alarm 3. Jak wynika z rysunku 15, nastąpiła pewna poprawa stanu technicznego odbieraków. Może to być związane z bezpośrednim wykorzystaniem wyników monitoringu, co wymaga jednak ciągłej współpracy zarządcy infrastruktury i przewoźników. W większym stopniu o tej poprawie mógł zdecydować czynnik psychologiczny – świadomość, że stan techniczny odbieraków jest ciągle kontrolowany, powoduje zwiększenie uwagi służb technicznych podczas przeglądów taboru.



Rys. 15. Procentowy rozkład rejestrowanych odbieraków wg generowanych poziomów alarmu: tuż po wdrożeniu systemu (z lewej) i po ok. 2-letniej eksploatacji (z prawej)

6. WNIOSKI

Opracowane oprogramowanie analizy wyników, poza nielicznymi przypadkami szczególnymi, łatwo rozpoznawalnymi przez operatora, generuje miarodajną ocenę siły nacisku statycznego odbieraka.

Najnowsze wyniki z systemu MOP wskazują, że nadal pewien odsetek odbieraków występujących w ruchu liniowym wymaga pilnej naprawy lub regulacji siły nacisku statycznego. Celowe byłoby wdrożenie większej liczby stanowisk pomiarowych w kilku odległych punktach na sieci PKP i połączenie ich w jeden system nadzoru odbieraków. W ramach planowanej modernizacji systemu opracowano także wstępną koncepcję poszerzenia zakresu kontroli stanu odbieraków m.in. o wykrywanie uszkodzeń nakładek stykowych ślizgaczy. Rozwijane są także inne metody monitoringu i diagnostyki nakładek [4].

7. BIBLIOGRAFIA

1. Jarzębowicz L., Judek S., Karwowski K., Karkosiński D., Mizan M.: Monitoring odbieraków prądu pojazdów kolejowych. Zeszyty Naukowe Wydziału Elektrotechniki i Automatyki PG, Nr 36/2013, ISSN 1425-5766
2. Pazdro P., Karwowski K., Mizan M., Skibicki J.: Koncepcja monitoringu dynamicznego oddziaływania odbieraka prądu w warunkach eksploatacyjnych. TTS - 2008, nr 1-2, s. 46-49, ISSN 1232-3829
3. Schorno R., Schmidt C., Nietlispach U.: Zugkontrollrichtungen in der Schweiz. Elektrische Bahnen 109 (2011), H. 9, s. 448-458, ISSN 0013-5437
4. Jarzębowicz L., Judek S.: Monitoring i diagnostyka nakładek stykowych kolejowych odbieraków prądu z wykorzystaniem systemu wizyjnego 3D. Przegląd Elektrotechniczny 8/2013, s. 308-321, ISSN 0033-2097

EVALUATION OF CURRENT COLLECTORS TECHNICAL STATE BASED ON THE MONITORING ON RAILWAY LINE

Key-words: Traction Current Collector, Monitoring of Technical Condition, Multiparameter Analysis

The system for monitoring of current collectors is designed to detect damaged or maladjusted collectors of vehicles in moving on the railway line. The evaluation of collectors static force is based on the analysis of the contact wires uplift caused by the pressure of the collector when train passes the measuring point. The software algorithm estimates the static force of each of the used collectors, taking into account their interaction and the aerodynamic effects. The criteria for assessment of the collector are proposed. Some results of measurements for trains with different collector combinations and different values of the static force are discussed. The statistics of the results of the two-year period of system exploitation are presented.