

Lokalizacja wyników pomiarów w diagnostyce sieci trakcyjnej

Artykuł ten jest już szóstą publikacją z cyklu DIAGNOSTYKA SIECI TRAKCYJNEJ, prezentowaną na łamach *tts*. We wcześniejszych numerach omówiono już: budowę i zasady działania systemu DST, zainstalowanego na wagonach diagnostycznych PKP (*tts* 6-7/1995), wyniki badań i ocenę efektywności tegoż systemu (*tts* 4/1996), doświadczenia eksploatacyjne służb PKP (*tts* 7/1996), stacjonarne stanowiska przetwarzania danych pomiarowych z wagonów diagnostycznych (*tts* 3/1997) oraz nowe aplikacje sprzętowo-programowe w tej dziedzinie (*tts* 7-8/1999). Obecna publikacja poświęcona jest metodyce lokalizacji pomiarów.

Zagadnienie szybkiej i skutecznej diagnostyki sieci trakcyjnej doceniane jest przez wszystkie nowoczesne koleje [10, 11, 12, 13]. Zdecydowana większość zarządów kolejowych diagnostykę tę opiera o wyspecjalizowane wagony pomiarowe, wyposażone w różnego rodzaju systemy diagnostyczne. Te ostatnie są efektem dostępności określonej techniki pomiarowej w okresie ich powstawania. Generalnie należy zauważyć, że szybki rozwój techniki komputerowej stwarza coraz szersze możliwości automatyzacji pomiarów parametrów sieci trakcyjnej, wpływa na zakres i kompleksowość badań oraz na rozwiązania systemu zbierania, archiwizacji i przetwarzania danych.

Wagę zagadnienia doceniają również służby eksploatacyjne PKP i dlatego – od wielu już lat – temat diagnostyki jest przedmiotem zainteresowania ośrodków naukowo-badawczych. W latach 90. powstało w Polsce kilka generacji systemów diagnostycznych [4]. Aktualnie PKP eksploatują dwa wagony wyposażone w system DST, jeden wagon wyposażony w system DST++ oraz jedenaście stanowisk stacjonarnych utworzonych na bazie DST i przeznaczonych do dodatkowego przetwarzania danych z wagonów diagnostycznych. Wagony te realizują diagnostykę kompleksową, tj. podczas każdego przejazdu daną linią kolejową zbierane są wszystkie dane pomiarowe jednocześnie. Przy dużych

prędkościach jazdy otrzymane wyniki są odzwierciedleniem dynamicznej współpracy odbieraka z siecią jezdnią, natomiast przy małych prędkościach jazdy mają one znaczenie statyczne.

Aby diagnostyka miała znaczenie praktyczne, konieczna jest poprawna lokalizacja wyników pomiarów, zwłaszcza dokładna lokalizacja tych miejsc, w których wystąpiły przekroczenia wielkości normatywnych. Miejsca te powinny być określane co najmniej z dokładnością do przęsła zawieszenia. Instrukcja utrzymania sieci trakcyjnej obowiązuje do oceny odsuwu i wysokości zawieszenia sieci w jej punktach podwieszenia. Punkty podwieszenia sieci są również miejscami krytycznymi z punktu widzenia dynamicznej współpracy odbieraka prądu z siecią jezdnią. Z tych też względów należy uznać, że lokalizacja punktów podwieszenia sieci jezdnej jest strategiczną funkcją każdego systemu diagnostyki sieci jezdnej.

Wyniki pomiarów można zlokalizować kilkoma metodami. Dla ułatwienia i pewności ich lokalizacji, czasami stosuje się równoległe więcej niż jedną metodę. Można wyróżnić metody sprzętowe, programowe oraz sprzętowo-programowe.

Układy pomiaru drogi

Pomiar drogi, przebytej przez wagon w czasie pomiarów, jest powszechnie stosowaną metodą lokalizacji wykrytych nieprawidłowości w diagnozowanej sieci trakcyjnej. We wszystkich zarządach kolejowych stosowana jest podobna metoda pomiarowa. Polega ona na zliczaniu obrotów koła za pośrednictwem przetwornika impulsowego lub indukcyjnego sprzężonego z osią zestawu kołowego [2, 8]. Układy różnią się liczbą impulsów na obrót koła (PKP – 200 impulsów, SD – 10 impulsów, DB – 2000 impulsów).

W każdym z wagonów diagnostycznych PKP dane pomiarowe (parametry sieci) zbierane są w funkcji drogi [1, 2]. Droga mierzona jest w sposób ciągły od chwili uruchomienia pomiaru. Pomiar realizowany jest przez komputer, poprzez zliczanie impulsów doprowadzonych z obrotowo-impulsowego przetwornika drogi, sprzężonego poprzez sprzęgło mieszkowe z osią zestawu kołowego wagonu. Przeliczenie zarejestrowanej liczby impulsów na liniową drogę w metrach odbywa się programowo, w oparciu o średnicę obliczeniową koła wagonu, zapisaną w pamięci stałej komputera. Średnica ta jest wyznaczana w procesie kalibracji układu, poprzez wykonanie – pod nadzorem specjalnego podprogramu skalowania – przejazdu na zadanej drodze o dokładnie zmierzonej długości, na tzw. drodze probierczej. W specjalnym pakiecie wejściowym komputera, na podstawie dwóch przesuniętych fazowo sygnałów przetwornika, generowany jest dodatkowo sygnał kierunku jazdy, co pozwala mierzyć w programie poprawnie drogę – także przy zmianach kierunku jazdy. W każdym przypadku program wymaga wprowadzenia drogi początkowej.

Jak wynika z dotychczasowych doświadczeń, mimo bardzo dokładnej kalibracji układu, pomiar wartości bezwzględnej drogi głównej na liniach długich, dochodzących do kilkuset kilometrów, może być obciążony nawet kilkudziesięciometrowym błędem. Błąd ten może wynikać z eksploatacyjnej zmienności średnicy oraz kształtu kół wagonu i może

być wywołany zużyciem obręczy, asymetrią i poślizgiem kół. Może też wynikać z faktycznej rozbieżności między drogą rzeczywistą a kilometrażem kolejowym linii. W związku z tym wprowadzono drugi stopień pomiaru drogi. Jest to droga lokalna, mierzona między kolejnymi rezonatorami SHP (punktami SHP). Błąd pomiaru tej drogi nie przekracza kilku metrów. Droga ta (wraz z błędem) jest zerowana w każdym kolejnym punkcie SHP. Do wykrywania rezonatorów torowych wykorzystano standardowy układ kolejowy SHP, wprowadzając niezbędne zmiany w jego aparacie głównym – EDA. Drugi stopień pomiaru drogi może wspomagać lokalizację wyników pomiarów diagnostycznych jedynie przy dokumentacyjnej znajomości rozmieszczenia rezonatorów torowych.

Zarówno w systemie DST, jak również w systemie DST++ pomiary diagnostyczne zbierane są w funkcji drogi. Sygnały przerwania programowych, inicjujące odczyty rekordów danych, generuje układ pomiaru drogi. W systemie DST sygnały przerwania są generowane w przetworniku drogi co obrót koła wagonu i doprowadzone do pakietu wejściowego komputera. W systemie DST++ zwiększono gęstość zbierania rekordów pomiarowych, co wymagało wprowadzenia zmian układowych w tym pakiecie. W tym celu, dla impulsów dochodzących z przetwornika pomiaru drogi, zastosowano dzielnik częstotliwości. Na wyjściu dzielnika generowany jest sygnał przerywania, inicjujący odczyt rekordu danych. Po zastosowaniu dzielnika, sygnał przerywania generowany jest co 64 impulsy, czyli co ok. 0,9 m, tj. ok. 3-krotnie częściej w stosunku do poprzedniego systemu DST. Zwiększenie gęstości odczytu danych pomiarowych służy między innymi również poprawie ich lokalizacji [3].

Układy wykrywania konstrukcji wsporczych

Układy wykrywania konstrukcji wsporczych służą do lokalizacji punktów podwieszenia sieci jezdnej. Przy budowie tych układów stosowane są głównie metody oparte na detekcji promieniowania o różnej długości fali [2, 8]. Wykorzystywane są dwie metody:

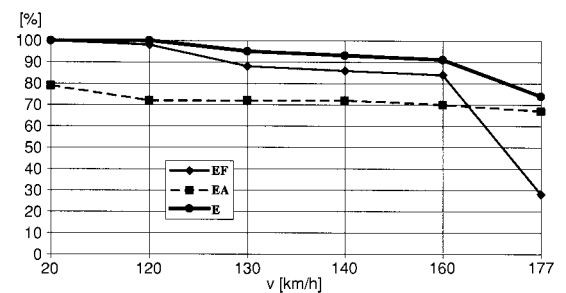
- 1) zmiany rezystywności fotelementów w wyniku przesłonięcia strumienia światła przez osprzęt wysięgnika (DB, FS, dawniej SNCF),
- 2) wysyłania i odbioru odbitej od osprzętu wysięgnika fali elektromagnetycznej (SNCF – radar z wykorzystaniem zjawiska Dopplera, PKP – dawniej podczerwień, obecnie ultradźwięki).

W metodzie pierwszej, zastosowanie fotorezystorów lub fotodiod ogranicza możliwość wykonywania pomiarów do pory dziennej. Wady tej nie ma druga metoda. Zastosowanie fototranzystorów lub fotodiod reagujących na podczerwień bądź głowic ultradźwiękowych uniezależnia prowadzenie pomiarów od pory dnia. W opisach niektórych wagonów zagranicznych brak jest informacji o metodach detekcji konstrukcji wsporczych, co sugeruje, że lokalizacja następuje przez pomiar drogi i wprowadzenie danych dokumentacyjnych sieci (SD). W najnowszych generacjach systemów pomiarowych proponowane są rozwiązania wykorzystujące

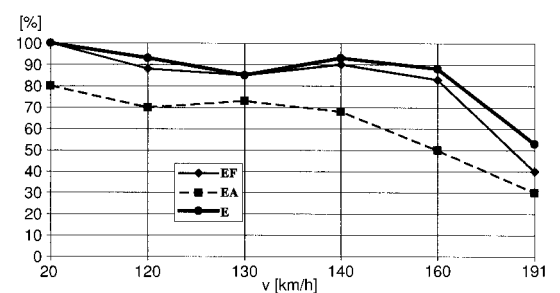
obraz wizyjny (MAV) lub technikę laserową (NS, RENFE, DB) dla rozpoznania wszystkich elementów sieci w sposób bezkontaktowy.

Na każdym z wagonów diagnostycznych PKP zainstalowano dwutorowy układ wykrywania konstrukcji wsporczych, działający na zasadzie echolokacji ultradźwiękowej. Składa się on z 2 par (nadajnik + odbiornik) czujników ultradźwiękowych kierunkowych, umieszczonych po obu stronach ślizgacza pomiarowego. Obydwa tory pracują synchronicznie, tzn. impulsy sondujące (100 kHz) nadawane są w nich równocześnie, co zabezpiecza układ przed przesłuchami. Fale odbite od konstrukcji wsporczej są przetwarzane w odbiorniku na sygnały elektryczne, które po wzmacnieniu i odfiltrowaniu są poddawane analizie parametrów amplitudowo-czasowych w układzie decyzyjnym. Na tej podstawie generowany jest właściwy sygnał. Sygnały z obu torów są sumowane i przesyłane do stacji przetwarzania danych.

W systemie DST lokalizacja punktów podwieszeń odbywa się automatycznie dwiema metodami [1], tj. metodą fizyczną – za pośrednictwem ultradźwiękowego układu wykrywania konstrukcji wsporczych i/lub metodą analityczną – w oparciu o procedurę analizy przemieszczania się przewodów jezdnych wzdłuż ślizgacza w funkcji drogi, zwłaszcza poprzez kontrolę zmiany kierunku ich przemieszczania. W przypadku, gdy zawiodą obydwie z metod, brakujące punkty podwieszeń można zlokalizować na podstawie obrazu z podsystemu wizyjnego. W 1995 r. wykonano badania efektywności wagonu diagnostycznego wyposażonego w system DST [2]. Celem badań – między innymi – była ocena skuteczności wymienionych metod w dużym zakresie prędkości wagonu. Wybrane wyniki analizy przedstawiono na rysunku



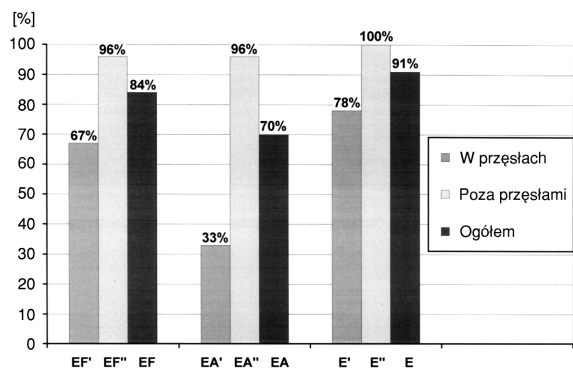
Rys. 1. Efektywność wykrywania konstrukcji wsporczych na prostej (jazda „do przodu”); EF - metody fizycznej, EA - metody analitycznej, E - wypadkowa



Rys. 2. Efektywność wykrywania konstrukcji wsporczych na łuku (jazda „do przodu”); EF - metody fizycznej, EA - metody analitycznej, E - wypadkowa

kach 1, 2 i 3. Z całości przeanalizowanego materiału pomiarowego wynika, że:

- efektywność układu zmniejsza się przy większych prędkościach wagonu diagnostycznego; zjawisko to się nasila przy $v > 160$ km/h oraz na łukach (rys.1 i 2);
- efektywność układu (zarówno metody fizycznej, jak i analitycznej) jest wyraźnie większa poza przęsłami naprężenia (rys. 3);



Rys. 3. Struktura efektywności wykrywania konstrukcji wsporczych na prostej przy jeździe „do przodu” z prędkością 160 km/h; EF - efektywność metody fizycznej, EA - efektywność metody analitycznej, E - efektywność wypadkowa; EF', EA', E' - efektywności w przęsłach naprężenia, EF'', EA'', E'' - efektywności poza przęsłami naprężenia, EF, EA, E - efektywności wypadkowe w sekcjach

- efektywność metody fizycznej lokalizacji punktów podwieszenia sieci jezdnej, przy dużych prędkościach jazdy wagonu diagnostycznego (ok.160 km/h), bardzo mocno zależy od kierunku jazdy wagonu i jest większa przy jeździe „do przodu”;
- analityczna metoda lokalizacji punktów podwieszeń sieci jezdnej wyraźnie wspomaga metodę fizyczną, zwłaszcza przy dużych prędkościach jazdy; efektywność lokalizacji zwiększa się o kilka procent w zakresie małych prędkości i od kilkunastu do kilkudziesięciu procent w zakresie większych prędkości (rys. 1 i 2);
- skuteczność analitycznej metody lokalizacji punktów podwieszeń sieci jezdnej zmniejsza się w zakresie większych prędkości, zwłaszcza na łuku (rys. 1 i 2);
- układ wykrywania konstrukcji wsporczych reaguje na obniżone kotwienia sieci i nadczynność ta osiąga największe wartości w rozbudowanych przęsłach naprężenia oraz przy małych prędkościach jazdy;
- nadczynność dodatkową układu wywołuje obfity deszcz, a przy dużych prędkościach jazdy – również mżawka;
- skuteczność układu w pewnym stopniu zależy od geometrii wysięgów pomocniczych i ramion odciągowych oraz profilu linii kolejowej (prosta, łuk).

Wypadkowa (obydwu metod) efektywność automatycznej lokalizacji punktów podwieszeń sieci jezdnej, przy jeździe wagonu do przodu, w zakresie prędkości $20 \div 160$ km/h, waha się w przedziale $91 \div 100\%$ – na prostej i $85 \div 100\%$ – na łuku, przy czym poza przęsłami naprężenia osiąga wartość 100%, w przęsłach naprężenia – $78 \div 100\%$. Mimo

wzajemnego wspomaganie się, metody te nie gwarantują pełnej i wiarygodnej lokalizacji wyników w trybie automatycznego przetwarzania danych i wymagają niekiedy poważnych korekt ze strony operatora. Są to jednak czasochłonne operacje, związane z porównywaniem odpowiednich wyników podsystemu komputerowego z obrazem podsystemu wizyjnego.

Lokalizacja wyników pomiarów w systemie DST++

Jak wykazano wcześniej, układ wykrywania punktów podwieszeń sieci jezdnej w systemie DST nie jest doskonały i wykazuje czasami uzasadnioną nadczynność lub niedoczynność. Biorąc pod uwagę, że większość diagnozowanych parametrów sieci odnosi się do punktu podwieszenia, dokładna lokalizacja konstrukcji wsporczych jest niezwykle istotna, gdyż w wielu przypadkach może decydować o wyniku oceny stanu sieci.

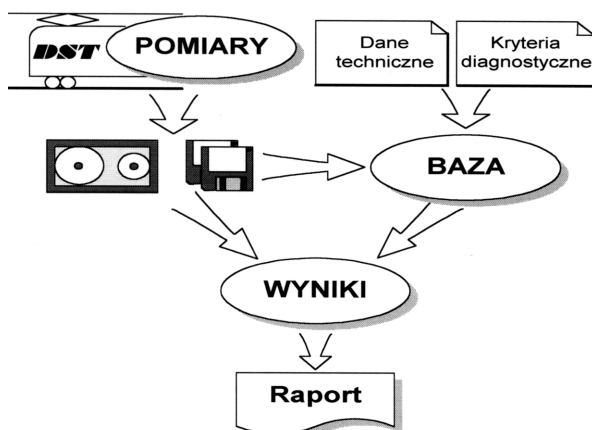
W systemie DST ocena stanu sieci dokonywana jest automatycznie w oparciu o jeden zestaw kryteriów, określony dla całego diagnozowanego odcinka linii kolejowej. Przydatki zmiany typu sieci w ramach tego odcinka linii, struktura wewnętrzna odcinków naprężenia (pręsła naprężenia) lub zmiany profilu trasy (prosta, łuk), wymagające zastosowania innych kryteriów oceny, nie są uwzględniane przy automatycznej analizie wyników. Użytkownik może rozpoznać takie fragmenty tylko na podstawie charakteru przebiegu wykresów graficznych odsuwu i obserwacji zapisu magnetydowego.

Inną niedogodnością eksploatacyjną systemu DST jest to, że określenie lokalizacji punktu sieci, w którym konieczna jest ingerencja służb technicznych (naprawa bądź regulacja), możliwe jest tylko poprzez podanie wartości drogi – teoretycznie z dokładnością do 1 m, w praktyce – przy dłuższej trasie przejazdu – z dokładnością do 30–50 m w stosunku do drogi według słupków kilometrowych (o przyczynach błędów wspomniano wcześniej). Jakkolwiek rzeczywista dokładność pomiaru drogi wydaje się wystarczająca, służby eksploatacyjne zgłaszają potrzebę lokalizacji konstrukcji wsporczych poprzez podanie ich oznaczeń cyfrowych, tzw. lokat. W systemie DST jest to możliwe tylko poprzez ręczne dopisanie ich na wydrukach, po żmudnej analizie porównawczej uzyskanych wyników i posiadanej dokumentacji sieci.

W sensie sprzętowym, nowy system DST++ został wyposażony w identyczny układ wykrywania konstrukcji wsporczych, jak system DST. Nie zmieniła się również idea wspomaganie programowego wykrywania konstrukcji wsporczych. Dzięki nowym aplikacjom sprzętowo-programowym (zwiększenie gęstości odczytu rekordów pomiarowych oraz zapamiętywanie impulsów ze ślizgacza pomiarowego, między kolejnymi odczytami stanu modułów wejściowych), została ona nawet udoskonalona [3]. Jednakże w systemie DST++, dane dotyczące punktów podwieszeń sieci, wygenerowane metodą fizyczną i analityczną, są tylko półproduktem przy tworzeniu, a następnie edycji tzw. zbiorów bazowych, natomiast przy analizie wyników są jedynie elementem pomocniczym, ułatwiającym ich synchronizację ze zbiorem bazy lokalizacyjnej.

W systemie DST++ przyjęto zdecydowanie inną metodykę programowej analizy danych pomiarowych i oceny stanu sieci (pewien zamysł tego można było już znaleźć w [7]). Przetwarzanie zarejestrowanych wyników pomiarowych odbywa się tu w oparciu o informacje zawarte w plikach tzw. lokalizacyjnej bazy danych. Plik bazy – dla danej linii kolejowej – zawiera zweryfikowane dane lokalizacyjne (położenie i lokaty punktów podwieszeń sieci) i strukturalne (proste, łuki, przęśla naprężenia) oraz – przyporządkowane kolejnym odcinkom sieci – odpowiednie kryteria oceny jej parametrów. W ten sposób wyeliminowano podstawowy mankament systemu DST, prowadzący do żmudnych i czasochłonnych korekt lokalizacyjnych wyników pomiarów.

Do tworzenia plików lokalizacyjnej bazy danych opracowano narzędzie programowe w postaci programu BAZA [5]. Algorytm tworzenia zasobów bazy i ich wykorzystania w procesie analizy wyników przedstawiono schematycznie na rysunku 4. Głównym źródłem danych dla tworzonego pliku bazy lokalizacyjnej są dane, zebrane przez system pomiarowo-rejestrujący wagonu, podczas pierwszego przejazdu diagnostycznego danej linii kolejowej. Stanowią one jednak tylko wyjściowy zestaw informacji, które muszą być przez diagnostę skorygowane i uzupełnione, w oparciu o zapis magnetowidowy oraz posiadaną aktualną dokumentację techniczną sieci. Program analizuje dane pomiarowe, określa wstępnie parametry i lokalizuje elementy konstrukcyjne sieci, jednak konieczna jest weryfikacja wyników tej analizy. Ingerencje edycyjne diagnosty, zwłaszcza dotyczące profilu trasy, przęseł naprężenia, konstrukcji wsporczych i rozjazdów sieciowych, mogą być dokonywane w oparciu o widok układu przewodów jezdnych w funkcji drogi – wykres odsuwu. W pewnych przypadkach konieczne jest skonfrontowanie danych z dokumentacją techniczną sieci. Dotyczy to zwłaszcza weryfikacji lokat konstrukcji wsporczych. Program przypisuje automatycznie lokaty kolejnym wykrytym punktom podwieszenia sieci, według stosowanego systemu oznaczeń dla torów szlakowych. Na torach stacyjnych układ oznaczeń jest jednak bardziej złożony i nie jest możliwe utworzenie uniwersalnego, poprawnie działającego algorytmu numero-



Rys. 4. Tworzenie plików bazowych oraz ich wykorzystanie w procesie przetwarzania danych pomiarowych w systemie DST++

wania konstrukcji wsporczych. Użytkownik musi więc pewne lokaty wprowadzić z dokumentacji sieci, zaś pozostałe zweryfikować. Należy tu podkreślić, że po każdej ingerencji użytkownika – zmianie lokaty lub wstawieniu (usunięciu) znacznika punktu podwieszenia sieci – program dokonuje automatycznej zmiany pozostałych, jeszcze nie zatwierdzonych lokat. Proces tworzenia i edycji plików lokalizacyjnej bazy danych szczegółowo opisano w [5].

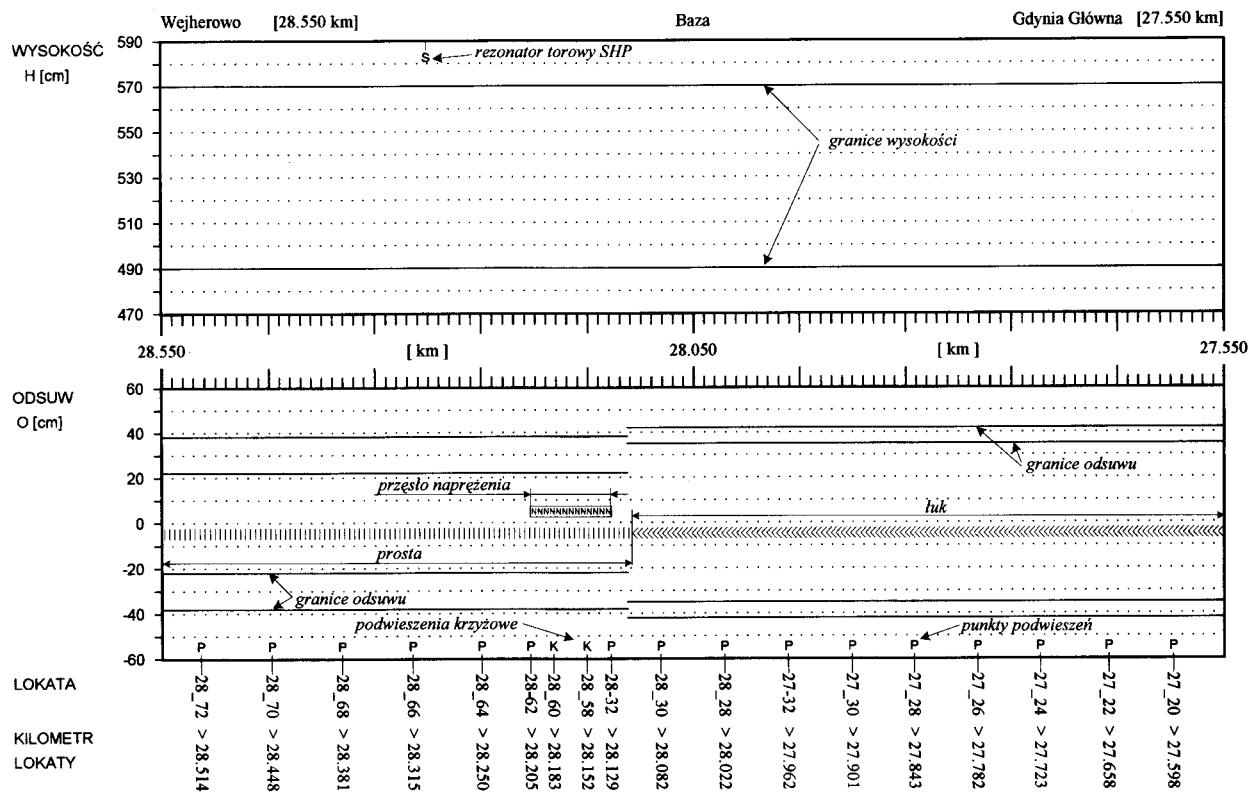
Plik bazy jest zbiorem rekordów, opisujących punkty trasy z gęstością co ok. 1 m. Każdy rekord zawiera następujące informacje:

- wartość drogi;
- lokatę konstrukcji wsporczej;
- znaczniki miejsca występowania konstrukcji wsporczych, rozjazdów sieciowych, rezonatorów torowych SHP, przęseł naprężenia;
- profil trasy (prosta, łuk);
- obowiązujący zestaw kryteriów diagnostycznych;
- odsuw i wysokość zawieszenia przewodu.

Ponadto operator wagonu (podczas pomiarów) oraz diagnosta (podczas edycji bazy) mogą wprowadzić własne znaczniki, wskazujące szczególne punkty sieci i opisać je komentarzem tekstowym. Należy tu również zaznaczyć, że informacje o odsuwie i wysokości, zawarte w pliku bazowym, są tam tylko wielkościami pomocniczymi, ułatwiającymi edycję plików bazy oraz dyscyplinującymi diagnostę w procesie ich edycji. Pliki lokalizacyjnej bazy danych eksponowane są graficznie i tekstowo zarówno na ekranie monitora, jak i w formie wydruków. Na rysunku 5 przedstawiono przykładowy wydruk takiego pliku bazowego.

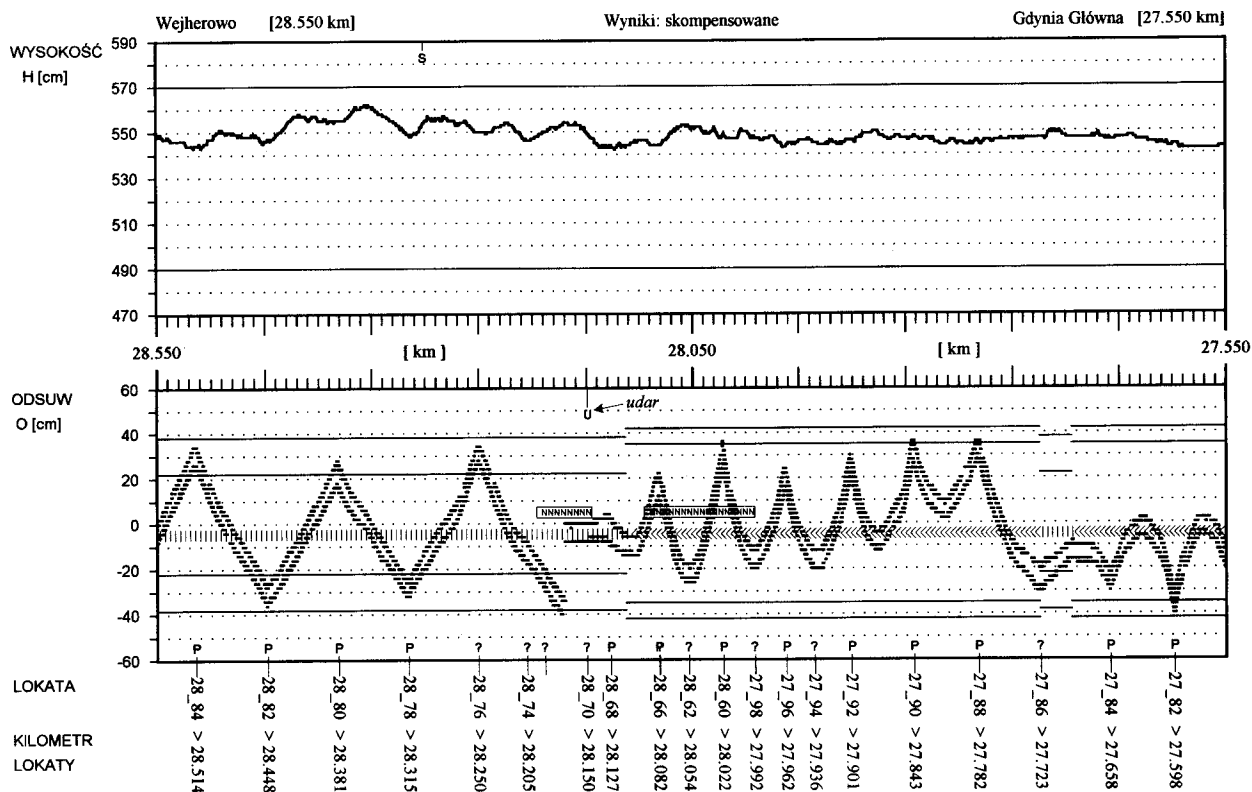
Do przetwarzania zebranych danych pomiarowych i oceny stanu sieci w systemie DST++ służy program WYNIKI. Program ten umożliwia przetwarzanie danych zarówno w trybie ręcznym – dla linii lub odcinków linii, które nie mają jeszcze utworzonej bazy lokalizacyjnej, jak i w trybie automatycznym, tzn. z wykorzystaniem istniejących plików bazy. W trybie automatycznym podstawowe informacje lokalizacyjne – położenia i lokaty konstrukcji wsporczych, profil trasy, obszary przęseł naprężenia, a także obowiązujące w danym punkcie linii kryteria diagnostyczne – są przenoszone automatycznie do odpowiednich rekordów w pliku wyników.

Aby dokonać automatycznego przetworzenia wyników, konieczne jest otwarcie pliku danych pomiarowych (rys. 6) i pliku bazy dla odpowiedniego fragmentu trasy (rys. 5), a następnie zsynchronizowanie obydwu plików [5]. Proces synchronizacji polega na sprawdzeniu zgodności rozmieszczenia konstrukcji wsporczych w obydwu plikach i – w przypadku zgodności – przeniesieniu z pliku bazy do pliku wyników wszystkich danych lokalizacyjnych oraz obowiązujących kryteriów diagnostycznych. Likwidowane są także ewentualne fałszywe wskazania punktów podwieszenia sieci. Program dopuszcza pewną rozbieżność w odległości między kolejnymi konstrukcjami wsporczymi w obydwu plikach, wynikającą z niedoskonałości układu pomiaru drogi i przeskalowuje odpowiednio wykresy. Synchronizacja przebiega automatycznie – aż do miejsca o znacznej rozbieżności położenia punktów podwieszenia. Tu wymagana jest ingeren-



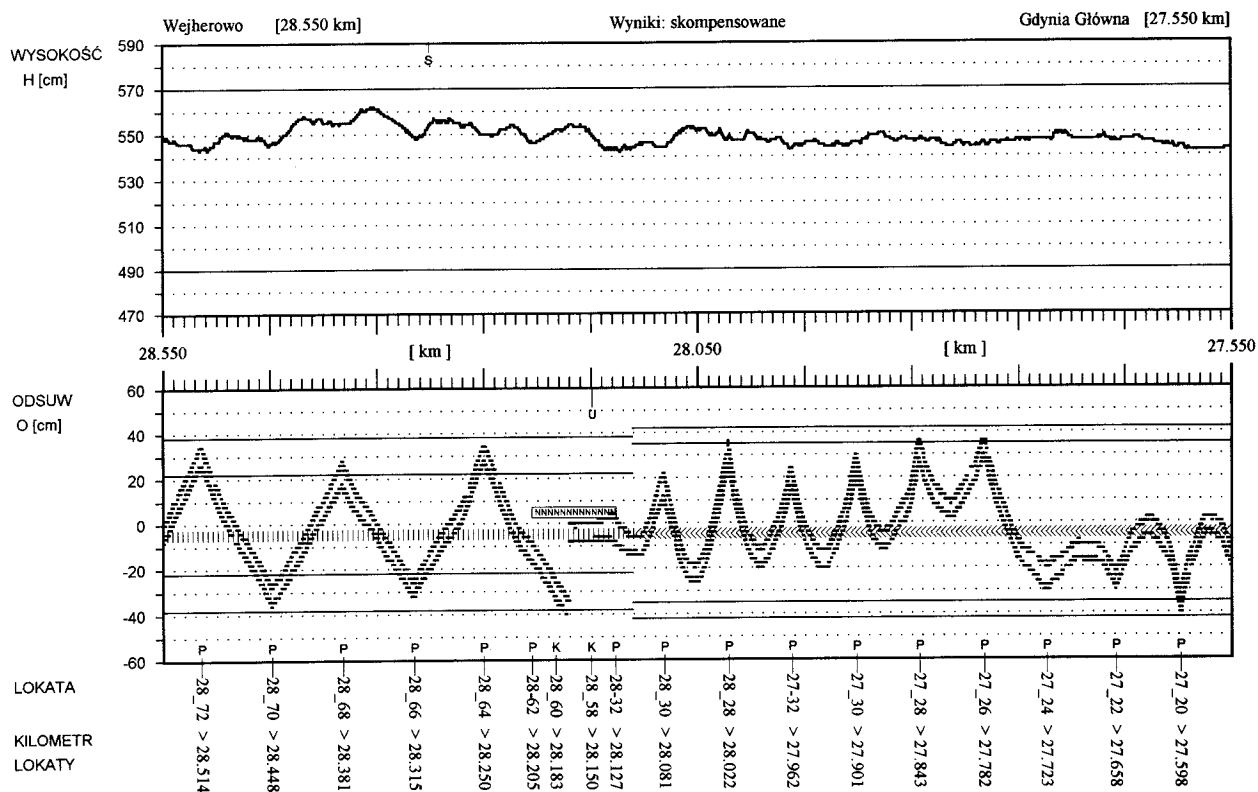
DST++
zbiór: B2022028.027, zmierzono: 1999-07-14, wydrukowano: 2000-06-06 str. 2

Rys. 5. Przykładowy wydruk pliku bazy w postaci graficznej dla odcinka linii długości 1 km (bez pomocniczego wykresu odsuwu i wysokości)



DST++
zbiór: B2022028.027, zmierzono: 1999-07-14, wydrukowano: 2000-06-06 str. 2

Rys. 6. Przykładowy wydruk wyników w postaci graficznej dla odcinka linii długości 1 km, uzyskany po otwarciu danych pomiarowych (do ewentualnego przetworzenia w trybie ręcznym)



Rys. 7. Przykładowy wydruk wyników w postaci graficznej dla odcinka linii długości 1 km. Dane pomiarowe przetworzone w trybie automatycznym, z wykorzystaniem pliku bazy z rysunku 5

cja użytkownika. Po wskazaniu przez użytkownika – na podstawie zapisu wideo – rzeczywistej lokacji konstrukcji wsporczej, program powraca do synchronizacji automatycznej. Po zakończeniu procesu synchronizacji plik wyników zawiera zweryfikowane dane lokalizacyjne i prawidłowe kryteria diagnostyczne (rys. 7), stąd generowana przez program ocena stanu sieci jest pozbawiona ryzyka błędu użytkownika.

System satelitarny

W niekonwencjonalny sposób została rozwiązana diagnostyka dynamiczna sieci jezdnych i odbieraków prądu przez koleje brytyjskie na liniach Wschodniego i Zachodniego Wybrzeża. Na każdej z linii wprowadzono po dwa systemy: jeden związany z oceną stanu sieci (Overhead Line Monitoring System – OLIVE), drugi związany z oceną stanu odbieraków prądu (Pantograph Monitoring System – PANCHEX). Urządzenia systemu OLIVE umieszczono na ślizgaczu jednej z lokomotyw kursującej regularnie daną linią (piezoelektryczny czujnik uderów i dwa krańcowe elektromechaniczne czujniki przekroczenia odsuwu lewego i prawego), natomiast urządzenia systemu PANCHEX (potencjometryczny czujnik uniesienia sieci, piezoelektryczny czujnik przyspieszeń poziomych przewodów sieci względem ślizgacza i czujniki pomocnicze) zamocowano pod i na słupie bramowym, pod którym przejeżdżają wszystkie lokomotywy kursujące daną linią. Położenie lokomotywy (współrzędne geograficzne) określane jest za pośrednictwem systemu satelitarnego GPS (Global Positioning System). Dane z czujników i z satelity zapisywa-

ne są za pośrednictwem mikroprocesora do pamięci stałej, a następnie, za pośrednictwem modemu i telefonu komórkowego, przesyłane są do centrum analizującego wyniki. W ten sposób, przy okazji rozkładowego ruchu pociągów, odbywa się systematyczna kontrola stanu sieci i odbieraków prądu oraz ocena ich współpracy, czyli diagnostyka dynamiczna z prędkością rozkładową. Dokładność lokalizacji wyników przesłanych do centrum związana jest ściśle z dostępnością użytkownika do konkretnej generacji systemu GPS. W zależności od klasy systemu, lokalizacja wyników może być obciążona błędem kilkadziesiąt, kilkanaście lub kilka metrów [6]. Należy przy tym zwrócić uwagę na fakt, że o dokładności lokalizacji wyników może decydować również dokładność zwymiarowania i oznakowania danej linii kolejowej (dokumentacja linii).

Podsumowanie

Przedstawione rozważania przekonały prawdopodobnie Czytelnika, że problem lokalizacji wyników pomiarów w zautomatyzowanej diagnostyce sieci trakcyjnej jest zagadnieniem bardzo ważnym. Wagę tej sprawy doceniają wszystkie europejskie zarządy kolejowe.

W warunkach polskich nowy program BAZA (jeden z trzech bloków programowych systemu DST++) rokuje nadzieje na przełom w dotychczasowej metodyce diagnozowania sieci jezdnej. Wydaje się, że jego właściwe wykorzystanie powinno doprowadzić do zwiększenia efektywności procesu diagnostycznego i ograniczenia możliwości popeł-

nienia błędów przy ostatecznej ocenie stanu sieci. Zbiory bazowe są tworzone sukcesywnie w oparciu o zbiory pomiarowe, zbierane w toku badań statycznych sieci i mogą być w dowolnym czasie uzupełniane oraz uaktualniane. Pełna ocena całego systemu DST++ nastąpi dopiero po zakończeniu zaplanowanego cyklu wdrożeniowego oraz po analizie uwag służb eksploatacyjnych.

□

Literatura

- [1] Giętkowski Z., Karwowski K., Mizan M.: *Nowa generacja systemu diagnostycznego sieci trakcyjnej – DST*. Technika Transportu Szynowego 6-7/1995.
- [2] Giętkowski Z., Karwowski K., Mizan M., Pazdro P.: *Analiza systemów diagnostycznych sieci trakcyjnej stosowanych w PKP i w innych zarządach kolejowych oraz sformułowanie założeń technicznych i ekonomicznych w odniesieniu do systemu diagnostycznego, który zostanie zabudowany w wagonach Wschodniej i Śląskiej DOKP*. Politechnika Gdańska 1995 (praca niepublikowana).
- [3] Giętkowski Z., Karwowski K., Mizan M.: *Diagnostyka sieci jezdnej – badania i wdrożenia*. (w): Materiały VIII Konferencji Naukowej Trakcji Elektrycznej. „Semtrak '98”. Politechnika Krakowska 1998.
- [4] Giętkowski Z.: *Od systemu DST do systemu DST++ w diagnostyce sieci trakcyjnej*. Technika Transportu Szynowego 7-8/1999.
- [5] Giętkowski Z., Karwowski K., Mizan M.: *Lokalizacyjna baza danych w systemie diagnostyki sieci trakcyjnej*. (w): Materiały 4th International Scientific Conference MET' 99 „Drives And Supply Systems For Modern Electric Traction In Integrated XXIst Century Europe”. Warsaw, September 23–25, 1999.
- [6] Hobot M.: *GPS – Globalny system pozycjonowania. Co do centymetra*. PC Kurier 16/1996.
- [7] Kaniewski M.: *Wagony diagnostyczne sieci trakcyjnej na PKP*. Technika Transportu Szynowego 2/1995.
- [8] Kaniewski M.: *Diagnostyka sieci trakcyjnej PKP i w innych zarządach kolejowych*. Konferencja Szkoleniowo-Techniczna „Elkol' 99”. Puławy, 25–27 marca 1999.
- [9] Kobayashi T., Ikeda K.: *Development of New Types of Contact Wire for high speed Train on Shinkansen*. Japanese Railway Engineering 130/1994.
- [10] Makini S., Satoh T.: *Maintenance of electrical facilities of conventional line utilizing multiple inspection train*. International Conference on Developments in Mass Transit System. London, 20–23 April 1998.
- [11] Sanahuja F., Boisdon B.: *Les nouveaux moyens de contrôle des caténaires de la SNCF*. Revue Générale des Chemins de Fer 2/1989.
- [12] Schubert H., Rmer Ch.: *Oberleitungsdienstfahrzeuge der Deutschen Reichsbahn*. Elektrische Bahnen 3/1992.
- [13] Van Gigh J.M., Smorenburg C., Benschop A.W.: *The contact wire thickness – measuring system (ATON) of the Netherlands Railways*. Rail International 4/1991.

Autor

Zygmunt Giętkowski

Politechnika Gdańska, Katedra Trakcji Elektrycznej

VI

Ogólnopolska Wystawa

Kolej na Kolej

Zduńska Wola Karsznice, 20–21 września 2000 r.

- Budowa, utrzymanie i naprawa urządzeń taborowych
- Elektrotechnika kolejowa
- Osprzęt trakcyjny i kablowy
- Oświetlenie terenów kolejowych
- Wyroby produkowane dla zaplecza warsztatowego
- Komputery i oprogramowanie
- Systemy łączności radiowej
- Sprzęt ochronny i BHP
- Chemia przemysłowa
- Meble i materiały biurowe

Organizator:

Fundacja „Semafor”, Oddział Zduńska Wola Karsznice

98-250 Zduńska Wola, ul. 1. Maja 7, tel./fax (0-43) 823 07 10

pod patronatem Dyrektora Naczelnego Dyrekcji Przewozów Towarowych CARGO