

DIAGNOSTYKA URZĄDZEŃ STEROWANIA RUCHEM KOLEJOWYM

Sterowanie ruchem kolejowym jest realizowane przez człowieka przy wykorzystaniu określonych środków technicznych. Postęp techniczny, a także bogata funkcjonalność systemów sterowania ruchem kolejowym powoduje, że mamy do czynienia z wieloma rodzajami urządzeń wykonanych w różnych technologiach. Dlatego też utrzymanie urządzeń i systemów w stanie zdolności technicznej jest dużym wyzwaniem dla zarządców infrastruktury kolejowej i musi być wspierane przez diagnostykę techniczną. Potrzeba diagnostyki urządzeń sterowania ruchem kolejowym wynika z procesu ich destrukcji, który jest związany z czasem istnienia urządzeń, intensywnością ich użytkowania, jakością obsługi technicznej, czy poziomem jakości eksploatacyjnej. Uzyskiwane w wyniku diagnostyki informacje o zmianach stanu technicznego urządzeń umożliwiają efektywne przywrócenie stanu ich zdolności uzyskiwanego w wyniku odnowy. Dlatego też prowadzone są badania naukowe oraz podejmowane są działania związane z wdrażaniem nowych metod diagnostycznych w obszarze automatyki kolejowej. W artykule przedstawiono wybrane systemy diagnostyczne urządzeń sterowania ruchem kolejowym.

WSTĘP

Podstawowym przeznaczeniem systemów sterowania ruchem kolejowym jest umożliwienie bezpiecznego i sprawnego prowadzenia ruchu kolejowego. Postęp techniczny jaki dokonuje się w obszarze systemów automatyki kolejowej powoduje, że budowane są one w oparciu o układy elektroniczne. Dodatkowo współczesne systemy sterowania ruchem kolejowym powszechnie wykorzystują technologie informacyjne, a tym samym są systemami komputerowymi. Mimo ciągłego rozwoju tych systemów, podobnie jak inne systemy techniczne, również i systemy sterowania ruchem kolejowym ulegają uszkodzeniom. Jednak ze względu na fakt, że systemy te należą do grupy systemów krytycznych (safety-critical systems), określanych również mianem systemów związanych z bezpieczeństwem (safety-related systems), wymaga się od nich dużej wiarygodności. Pod pojęciem tym rozumiemy pewność działania, która pozwala mieć uzasadnione zaufanie do zadań, które te systemy realizują. Istotnymi atrybutami wiarygodności jest niezawodność, czyli zdolność do zachowania stanu zdolności, oraz bezpieczeństwo, czyli brak niedopuszczalnego ryzyka [9]. Występowanie uszkodzeń wymaga przeprowadzania odnowy systemu, przy czym terminem tym określa się sposób przywrócenia systemu do stanu zdolności technicznej (stanu użytkowania). Przywrócenie stanu zdolności związane jest z badaniem stanu systemu, które należy do zadań diagnostyki technicznej. Ciągła obserwacja stanu systemu sterowania ruchem kolejowym, a także szybkie i trafne stawianie diagnozy w przypadku wystąpienia uszkodzenia może skrócić czas odnowy. Wraz ze wzrostem złożoności tych systemów zmieniały się również metody ich diagnozowania [10, 11]. Aktualnie producenci działający w branży automatyki kolejowej oferują różnorodne systemy diagnostyczne, które dostosowują do swoich urządzeń.

1. CENTRA UTRZYMANIA I DIAGNOSTYKI

W związku ze wzrostem prędkości pociągów, rosnącymi wymaganiami co do przepustowości linii, poprawy płynności i punktualności ruchu pociągów oraz ograniczaniem stanu zatrudnienia, automatyzacja procesów sterowania ruchem kolejowym staje się niezbędną koniecznością. Jedną z tendencji rozwojowych tych systemów jest centralizacja sterowania w Lokalnych Centrach Ste-

rowania (LCS) obejmujących swym zasięgiem całe linie kolejowe, a tym samym wiele posterunków ruchu. Zdalne sterowanie ruchem kolejowym realizowane z LCS'ów wiąże się również z centralizacją diagnostyki w Centrach Utrzymania i Diagnostyki (CUID), w których lokalizowane są nie tylko systemy diagnostyczne urządzeń sterowania ruchem kolejowym, ale również zasilania i łączności [3, 7, 8, 12] (rys. 1).



Rys. 1. CUID w LCS Koluszki (opracowanie własne)

W tym celu opracowywane są systemy informatyczne wspomagające proces diagnostyczny, wśród których można wyróżnić:

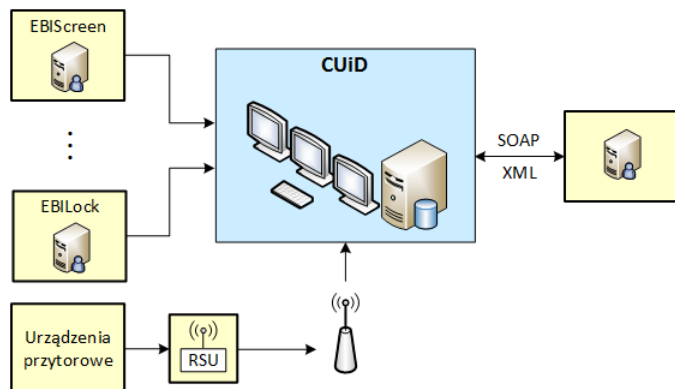
- system MDC (Maintenance and Diagnostics Center),
- system NetTrac 6618 (Maintenance & Diagnostic Centralised System),
- system Vicos S&D,
- system GDS (Globalny System Diagnostyczny),
- system KomNet.

2. SYSTEMY DIAGNOSTYCZNE URZĄDZEŃ SRK

2.1. System MDC (Maintenance and Diagnostics Center)

System MDC (Maintenance and Diagnostics Center) produkcji Bombardier Transportation jest przykładem systemu przeznaczonego do diagnostyki urządzeń sterowania ruchem kolejowym. Umożliwia on pobieranie danych diagnostycznych z systemów tj. EBILock, EBIScreen przy wykorzystaniu niejawnych protokołów komunikacyjnych. Istnieje również możliwość zdalnej diagnostyki urządzeń

przytorowych (np. napędów zwrotnicowych i rogatkowych) za pośrednictwem układów RSU (Remote Sensor Unit), które stosują bezprzewodową transmisję danych. Przykładową konfigurację systemu MDC przedstawiono na rysunku 2.

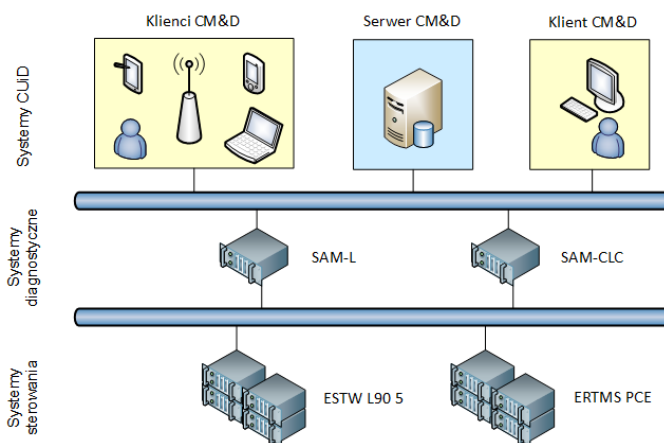


Rys. 2. Przykładowa konfiguracja systemu MDC (opracowanie własne na podstawie [17])

System MDC zapisuje dane diagnostyczne w bazie danych, które następnie poddawane są analizie. Wszelkie nieprawidłowości w działaniu urządzeń na bieżąco sygnalizuje się personelowi technicznemu, między innymi poprzez wysyłanie alarmów w postaci e-mail lub SMS. Niezależnie od tego istnieje możliwość tworzenia raportów o stanie diagnozowanych urządzeń i systemów. System MDC umożliwia zdalny dostęp przy użyciu przeglądarki internetowej, przy czym w celu zapewnienia poufności, system konfigurowany jest z uwzględnieniem różnych profili użytkowników. Na uwagę zasługuje możliwość współpracy systemu MDC z systemami zewnętrznymi poprzez komunikację SOAP. SOAP (Simple Object Access Protocol) jest protokołem służącym do przesyłania wiadomości w formacie XML (eXtensive Markup Language), za pośrednictwem dowolnego, niskopoziomowego sieciowego mechanizmu transportowego, np. HTTP (Hypertext Transfer Protocol), HTTPS (Hypertext Transfer Protocol Secure). Aktualnie eksploatowanych jest 26 systemów MDC w takich krajach jak: Polska, Łotwa, Litwa, Norwegia, Holandia, Portugalia, Hiszpania, Chile, Maroko, USA, a kolejnych 13 wdrożeń jest w trakcie realizacji [17].

2.2. System NetTrac 6618 (Maintenance & Diagnostic Centralised System)

Francuski koncern Thales rozwija swój system diagnostyczny dla zastosowań w obszarze automatyki kolejowej, który nosi nazwę NetTrac 6618 Maintenance & Diagnostic Centralised System, w skrócie MC (Maintenance Centre). W procesie diagnostycznym realizowanym przez system MC można wyodrębnić trzy warstwy: systemy sterowania, systemy diagnostyczne i systemy CUIID. Dane diagnostyczne zbierane są z systemów sterowania ruchem kolejowym i poprzez systemy diagnostyczne kierowane do CUIID, gdzie są zapisywane w bazie danych. Wystąpienie uszkodzenia w urządzeniach sterowania ruchem kolejowym powoduje natychmiastowe wygenerowanie alarmu w CUIID oraz powiadomienie personelu technicznego poprzez wysłanie e-mail i SMS. Powiadomienie to ma formę zlecenia wykonania naprawy dla właściwych zespołów pracujących w terenie. Po usunięciu usterki zespół ten zmienia status zdarzenia, a tym samym usuwa odpowiedni alarm z listy aktywnych alarmów. Przykładową konfigurację systemu MC przedstawiono na rysunku 3.

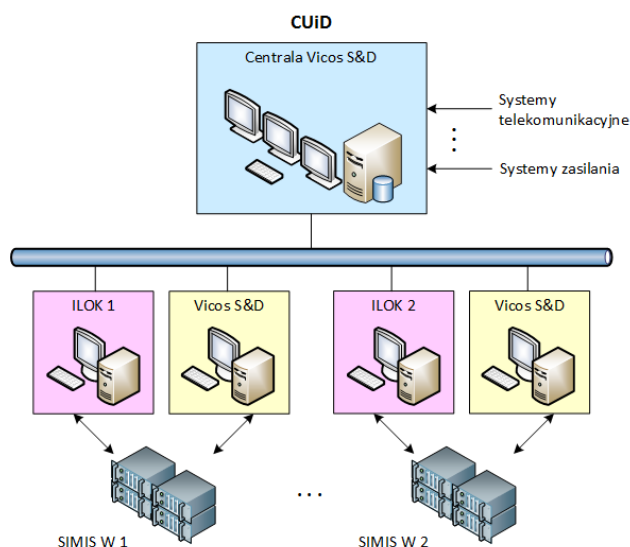


Rys. 3. Przykładowa konfiguracja systemu MC (opracowanie własne na podstawie [16])

W celu oceny poziomu uszkodzenia się urządzeń sterowania ruchem kolejowym, dane o każdym zdarzeniu poddawane są analizie statystycznej, pozwalając na ciągłą poprawę procedur reagowania, co w konsekwencji zmniejsza koszty LCC (Life Cycle Cost) eksploatacji urządzeń. W systemie MC istnieje również możliwość współpracy z systemami zewnętrznymi przy wykorzystaniu protokołu SOAP.

2.3. System Vicos S&D

Kolejnym przykładem systemu diagnostycznego urządzeń sterowania ruchem kolejowym, tym razem oferowanego przez niemiecki koncern Siemens, jest system Vicos S&D. System ten przewidziany jest do współpracy z systemami stacyjnymi, w tym głównie z systemem SIMIS W. Na posterunkach ruchu znajdują się lokalne stacje diagnostyczne Vicos S&D oraz lokalne konsole operatorskie ILOK, należące do systemu kontroli ruchu kolejowego Ittis. Wyposażenie to współpracuje z centralą systemu Vicos S&D, która zlokalizowana jest w CUIID. Dodatkowo system gromadzenia danych diagnostycznych na poziomie centrali Vicos S&D ma możliwość archiwizacji i analizy danych z innych systemów, tj.: systemy zasilania, systemy telekomunikacyjne. Przykładową konfigurację systemu Vicos S&D przedstawiono na rysunku 4.



Rys. 4. Przykładowa konfiguracja systemu Vicos S&D (opracowanie własne na podstawie [6])

Każdej awarii przypisywane są następujące parametry: priorytet, status, znacznik czasu wraz z możliwością umieszczenia krótkiego opisu, co ułatwia proces naprawy. Podobnie jak w innych systemach diagnostycznych, dane zapisywane w bazie danych systemu Vicos S&D poddawane są analizie statystycznej i raportowaniu. Pewną nowością jest elektroniczny terminarz konserwacji, a także elektroniczna książka napraw, które wspomagają proces konserwacji i napraw urządzeń sterowania ruchem kolejowym.

2.4. System GDS

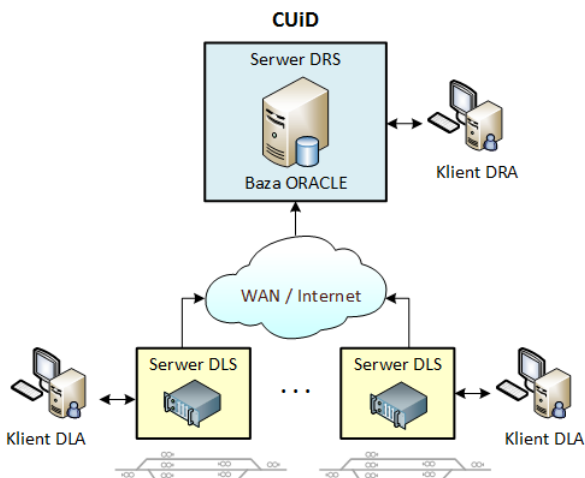
Bardzo innowacyjnym systemem diagnostycznym jest system GDS (Globalny System Diagnostyczny) oferowany przez czeską firmę AŽD Praha. Stanowi on warstwę nadrzędną nad systemami LDS-3 (Lokalnymi Systemami Diagnostycznymi), które są głównym źródłem informacji diagnostycznych dla systemu GDS. Serwery LDS-3 uzyskują dane diagnostyczne z następujących źródeł [2]:

- systemów stacyjnych typu SZZ-ETB, ESA 11, ESA 33, ESA 44,
- systemu kontroli niezajętości KOA1,
- systemu automatycznej blokady liniowej ABE-1,
- samoczynnych sygnalizacji przejazdowych typu AŽD 71, PZZ-RE, PZZ-AC, PZZ-EA, PZZ-EPA, PZZ-J,
- systemów zasilania typu UNZ-1, UNZ-2, UNZ-3.

Dane pomiarowe pozyskiwane są z:

- centrali pomiarowej DISTA,
- rozproszonego systemu pomiarowego DMS,
- inteligentnych czujników.

Przykładową konfigurację systemu GDS przedstawiono na rysunku 5.



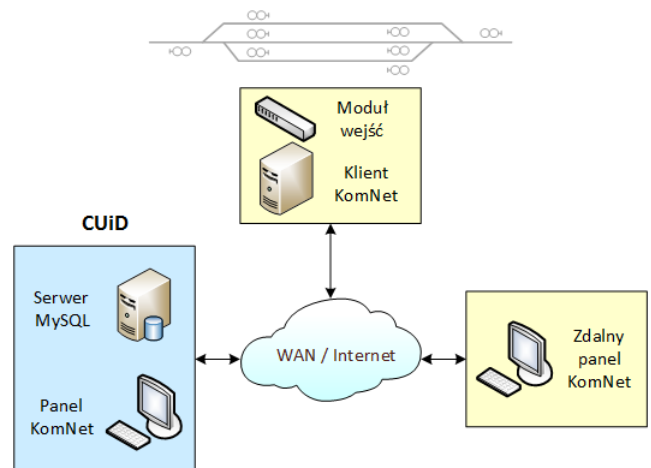
Rys. 5. Przykładowa konfiguracja systemu GDS (opracowanie własne na podstawie [1])

LDS-3 składa się z lokalnego serwera diagnostycznego (DLS) pracującego pod kontrolą systemu operacyjnego Linux. Głównym celem DLS jest akwizycja danych, ich archiwizacja oraz generowanie zgłoszeń diagnostycznych, a także udostępnienie danych lokalnemu komputerowi dostępowemu (DLA). Dane diagnostyczne przechowywane są w bazie Oracle. Zadaniem komputera DLA, który pracuje na platformie Microsoft Windows, jest wizualizacja aktualnych danych diagnostycznych oraz umożliwienie użytkownikowi definiowania skrajnych wartości obserwowanych parametrów, pozwalając tym samym na detekcję usterek [2]. Dane diagnostyczne są następnie przesyłane do serwera DRS systemu GDS, który je zapisuje w swojej bazie Oracle. Dane te mogą być wizualizowane przez globalny komputer dostępowy DRA. Aktualnie, na czeskiej sieci kolejowej, pracuje 175 systemów lokalnych LDS-3 oraz 9

systemów globalnych GDS, z głównym serwerem DRS zlokalizowanym na stacji kolejowej Pferov [4].

2.5. System KomNet

Polskim odpowiednikiem opisanych systemów diagnostycznych jest system KomNet, opracowany przez Z.A. KOMBUD S.A. Elementami systemu KomNet, przekazującymi dane z diagnozowanych urządzeń są komputery nazywane klientami KomNet. Ich zadaniem jest monitorowanie zachowania kontrolowanego urządzenia i wysyłanie meldunków do serwera o zaistniałych zdarzeniach. Ponieważ sposób działania klienta jest w znacznym stopniu uzależniony od rodzaju diagnozowanego urządzenia, w szczególności od zastosowanych rozwiązań technicznych, dlatego też oprogramowanie klienta KomNet musi być dostosowane do określonych potrzeb. Informacje diagnostyczne po dotarciu do serwera KomNet zapisywane są w relacyjnej bazie danych MySQL. Dane te są systemowo chronione przed nieautoryzowanym dostępem. Każdy z uprawnionych użytkowników systemu, poprzez stanowiska nazywane panelami KomNet, ma dostęp wyłącznie do zasobów zdefiniowanych przez administratora systemu [5, 14]. Przykładową konfigurację systemu KomNet przedstawiono na rysunku 6.



Rys. 6. Przykładowa konfiguracja systemu KomNet (opracowanie własne)

System KomNet posłużył jako platforma integrująca sterowanie i diagnostykę systemów zasilania urządzeń automatyki kolejowej oraz diagnostykę urządzeń telekomunikacyjnych. Wdrożenie systemu KomNet miało miejsce w LCS Drzewica, który tworzy najdłuższy odcinek linii kolejowej objęty zdalnym sterowaniem ruchu w Polsce. Dyżurni ruchu sterują zdalnie z LCS pracą 8 posterunków oraz kilkoma przejazdami kolejowymi na odcinku około 90 km linii kolejowej [13, 15].

PODSUMOWANIE

Systemy sterowania ruchem kolejowym pełnią istotną rolę w zagwarantowaniu bezpieczeństwa przemieszczania się osób i przewozu ładunków. Dlatego też niezbędne jest zapewnienie przez nie wysokiego poziomu niezawodności, czyli zdolności do zachowania stanu zdadności, oraz bezpieczeństwa rozumianego jako brak niedopuszczalnego ryzyka. Niestety, mimo ciągłego postępu technicznego urządzenia sterowania ruchem kolejowym ulegają uszkodzeniom. Ważny staje się wówczas problem ich odnowy, w którym przyjęte metody diagnostyczne mogą w znaczący sposób wpływać na zmniejszenie czasu odnowienia, co przekłada się również na uzyskanie przez nie odpowiedniego poziomu bezpieczeństwa. Bardzo duża liczba urządzeń sterowania ruchem kolejowym, różno-

rodność ich typów, różnorodność rozwiązań technicznych, a także określona awaryjność powodują, że ich eksploatacja musi być wspierana przez diagnostykę techniczną. W tym celu opracowywane są systemy informatyczne wspomagające proces diagnostyczny. W artykule przedstawiono wybrane systemy diagnostyczne stosowane w diagnostyce systemów sterowania ruchem kolejowym.

BIBLIOGRAFIA

1. AŽD Praha. *Kolejowe Systemy Diagnostyczne. Globalny System Diagnostyczny GDS*. Praga, Czechy, 2017.
2. AŽD Praha. *Kolejowe Systemy Diagnostyczne. Lokalny System Diagnostyczny LDS-3*. Praga, Czechy, 2017.
3. Chrzan M., Kornaszewski M., Nowakowski W., Ciszewski T.: Diagnostyka zasilania systemów sterowania ruchem kolejowym. *Technika Transportu Szynowego (TTS)*, nr 9/2012, str. 129-134, 2012.
4. Houfek P., Skřípek M.: *Diagnostický systém GDS*. 8. Konferenc Zabezpečovací a Telekomunikační Systémy na Železnici, Aktuální vývoj zabezpečovací a telekomunikační techniky, safety and security. České Budějovice 31/10-2/11, Česká Republika, 2017.
5. Krzysztozek K., Nowakowski W.: *Integracja diagnostyki systemów automatyki transportu kolejowego*, *Transport Miejski i Regionalny*, nr 12, str. 39-41, 2009.
6. Nilson J. K.: *Surveillance concepts from a maintenance perspective*. The Danish Rail Conference 2013 - Challenges of the Railway, Copenhagen 21/05, Denmark, 2013.
7. Łukasik Z., Nowakowski W.: Monitorowanie stanu sieci komputerowych systemów srk. *Logistyka* 6/2009, 2009.
8. Łukasik Z., Nowakowski W.: Sieciowe narzędzia diagnostyczne systemów sterowania ruchem kolejowym. *Technika Transportu Szynowego (TTS)*, nr 12/2015, str. 2715-2718, 2015.
9. Łukasik Z., Nowakowski W., Ciszewski T.: Bezpieczeństwo danych w diagnostyce systemów sterowania ruchem kolejowym. *Autobusy: technika, eksploatacja, systemy transportowe*, R.17 nr 6, str. 264-267, 2016.
10. Łukasik Z., Nowakowski W., Ciszewski T.: Extensible language for data description in diagnostic of traffic control systems. *Prace Naukowe Politechniki Warszawskiej. Transport, Zeszyt: 113*, str. 311-318, 2016.
11. Łukasik Z., Nowakowski W., Ciszewski T.: Ujednolicenie struktur danych stosowanych w diagnostyce systemów sterowania ruchem kolejowym. *Autobusy: technika, eksploatacja, systemy transportowe*, R.17 nr 6, str. 995-998, 2016.
12. Nowakowski W.: Network management software for redundant Ethernet ring. *ISJ Theoretical & Applied Science*, Volume 48, Issue 04, pp. 24-29, 2017.
13. Nowakowski W., Krzysztozek K.: *Nowoczesne systemy sterowania ruchem kolejowym*. *Technika Transportu Szynowego (TTS)*, nr 9/2012, str. 4221-4229, 2012.
14. Nowakowski W., Warchol A.: *Nowoczesne systemy sterowania i diagnostyki na przykładzie LCS Drzewica*. *Zeszyty Naukowo-*

Techniczne Stowarzyszenia Inżynierów i Techników Komunikacji w Krakowie, Seria: Materiały Konferencyjne, Wydział 95 z. 154, str. 453-465, 2010.

15. Szczygalski M., Nowakowski W.: *Integracja sterowania i diagnostyki systemów zasilania urządzeń srk*. *Logistyka* 6/2009, 2009.
16. Thales: *Communication and Supervision Solutions to Improve Maintainability, Availability and Security on Railway Installations*. MetroRail 2013, Madrid 9-11/04, Spain, 2013.
17. Woźniak M.: *MDC Nowoczesne narzędzie do utrzymania systemów srk*. Konferencja Naukowo-Techniczna SITK RP, pt. *Technologie w budowie, utrzymaniu, eksploatacji urządzeń sterowania ruchem kolejowym i łączności w kolejnictwie polskim*, Cechyna 13-15/09, 2017.

Diagnostics of railway control devices

Railway traffic control is performed by the man with the use of specific technical means. Technical development and wide functionality of railway traffic control systems contribute to the fact that one deals with many types of devices, created with the help of various technologies. That is why the maintenance of the devices and systems presents a big challenge for railway infrastructure administrators, and it needs to be supported by technical diagnostics. The need for diagnostics of railway traffic control devices results from their destruction process which is related to their lifespan, use intensity, technical service quality or operation quality level. Gathered in the diagnostics process information concerning changes of the technical condition of the devices allow effective restoring to their original state thanks to regeneration. That is why academic research is being carried out and actions connected to implementing new diagnostic methods in the railway traffic control area are taken. The article presents chosen railway traffic control devices diagnostic systems.

Autorzy:

dr inż. **Waldemar Nowakowski** – Uniwersytet Technologiczno-Humanistyczny im. Kazimierza Pułaskiego w Radomiu, Wydział Transportu i Elektrotechniki, w.nowakowski@uthrad.pl

prof. dr hab. inż. **Zbigniew Łukasik** – Uniwersytet Technologiczno-Humanistyczny im. Kazimierza Pułaskiego w Radomiu, Wydział Transportu i Elektrotechniki, z.lukasik@uthrad.pl

mgr inż. **Krzysztof Łukomski** – Zakłady Automatyki KOMBUD S.A., krzysztof.lukomski@kombud.com.pl

JEL: L92 DOI: 10.24136/atest.2018.146

Data zgłoszenia: 2018.05.23 Data akceptacji: 2018.06.15