

EKSPLOATACJA ELEKTRONICZNYCH SYSTEMÓW BEZPIECZEŃSTWA NA OBSZARZE KOLEJOWYM Z UWZGLĘDNIENIEM ZAKŁÓCEŃ ELEKTROMAGNETYCZNYCH

Streszczenie

W artykule przedstawiono zagadnienia związane z problematyką eksploatacji elektronicznych systemów bezpieczeństwa, które są stosowane w transporcie kolejowym. Są to urządzenia zaliczane do systemów telematyki transportu. Ich celem jest zapewnienie odpowiedniego poziomu bezpieczeństwa osób i mienia. Są one eksploatowane w różnych warunkach otaczającego ich środowiska elektromagnetycznego. Występujące na rozległym obszarze kolejowym zaburzenia elektromagnetyczne zamierzone lub niezamierzone (stacjonarne lub ruchome) mogą być przyczyną zakłócenia ich funkcjonowania. Dlatego tak istotne jest prawidłowe funkcjonowanie elektronicznych systemów bezpieczeństwa w środowisku elektromagnetycznym występującym na obszarze kolejowym.

WSTĘP

W artykule przedstawiono zagadnienia związane z oddziaływaniem zakłóceń elektromagnetycznych występujących na rozległym obszarze kolejowym na elektroniczne systemy bezpieczeństwa (stacjonarne i ruchome). Są one eksploatowane w różnych warunkach otaczającego je środowiska elektromagnetycznego [3,14]. Występujące na rozległym obszarze kolejowym zaburzenia elektromagnetyczne zamierzone lub niezamierzone (stacjonarne lub ruchome) mogą być przyczyną nieprawidłowego ich funkcjonowania [15,17]. Ponieważ zapewniają one odpowiedni poziom bezpieczeństwa podróżnym i towarom, istotne jest by niezawodnie funkcjonowały.

Elektroniczne systemy bezpieczeństwa tworzy się z następujących systemów wyróżnianych zależnie od wykrywanych zagrożeń, jako systemy:

- sygnalizacji włamania i napadu (SSWiN),
- sygnalizacji pożaru (SSP),
- kontroli dostępu (SKD) [22],
- monitoringu wizyjnego (CCTV) [6,13],
- ochrony terenów zewnętrznych.

Ochrona wynikająca z działania tych systemów może być uzupełniona przez systemy:

- sygnalizacji stanu zdrowia lub zagrożenia osobistego,
- sygnalizacji zagrożeń środowiska,
- przeciwwkradzieżowe,
- dźwiękowe systemy ostrzegawcze (DSO),
- zabezpieczenia samochodów przed włamaniem i uprowadzeniem,
- inne [18].

Bardzo istotnym elementem systemów bezpieczeństwa są także systemy transmisji [4,5] alarmu stanowiące urządzenia albo sieci [8,21] do przekazywania informacji o stanie jednego lub więcej systemów alarmowych do jednego lub kilku alarmowych centrów odbiorczych (np. centrów Straży Ochrony Kolei).

Elektroniczne systemy bezpieczeństwa użytkowane są w transporcie kolejowym w określonym środowisku elektromagnetycznym [7]. Naturalne środowisko elektromagnetyczne kształtowane przez zjawiska występujące na ziemi jest dość poważnie zniekształcone w niektórych obszarach kolejowych. Spowodowane jest to występowaniem dużej liczby źródeł pól elektromagnetycznych promieniujących w sposób zamierzony lub niezamierzony. Każde urządzenie elektryczne lub elektroniczne zasilane energią elek-

tryczną wytwarza własne pole elektromagnetyczne, które jest związane z jego pracą. Na obszarze kolejowym występują urządzenia i systemy elektroniczne, które powinny prawidłowo funkcjonować niezależnie od zakłóceń na nie oddziałujących (w dopuszczalnych zakresie poziomów). Wzajemne współistnienie systemów i ich prawidłowe funkcjonowanie na obszarze kolejowym w określonym środowisku elektromagnetycznym oraz działanie bez wprowadzania w to środowisko niedopuszczalnych zniekształceń zostało zdefiniowane jako kompatybilność elektromagnetyczna.

W artykule zaprezentowano model procesu eksploatacji elektronicznego systemu bezpieczeństwa użytkowanego w środowisku kolejowym.

1. SYSTEMY SYGNALIZACJI WŁAMANIA I NAPADU

Jednym z najczęściej stosowanych elektronicznych systemów bezpieczeństwa jest system sygnalizacji włamania i napadu. Jego zadaniem jest odbieranie informacji z czujek, przetwarzanie jej i sygnalizowanie stanu zagrożenia mienia i osób. Norma europejska EN 50131-1:2006 „Alarm systems – Intrusion and hold-up systems – Part 1: System requirements”, która ma jednocześnie status Polskiej Normy PN-EN 50131-1:2009 „Systemy alarmowe - Systemy sygnalizacji włamania i napadu - Wymagania systemowe”, zawiera wykaz części składowych (elementów), które powinien zawierać SSWiN:

- centralę alarmową,
- jedną lub więcej czujek,
- jeden lub więcej sygnalizatorów i/lub systemów transmisji alarmu,
- zasilacz podstawowy,
- zasilacz rezerwowy.

Połączenia pomiędzy elementami systemu powinny spełniać określone wymagania zawarte w normach, a jednocześnie też muszą zawierać się w dopuszczalnych przez producenta parametrach. Ogólnie można je podzielić na połączenia przewodowe lub bezprzewodowe. Każde z tego typu rozwiązań cechuje się określonymi właściwościami odporności na działanie pól elektromagnetycznych, które występują na obszarze kolejowym.

Obecnie najczęściej są stosowane w kolejowych obiektach transportowych mikroprocesorowe centrale cyfrowe z zasilaniem podstawowym i rezerwowym [10]. W małych obiektach system sygnalizacji włamania i napadu może mieć strukturę skupioną, tzn. taką w której należy doprowadzić wszystkie linie dozorowe i linie

wyjściowe (sygnalizacyjne oraz monitorujące) wprost do płyty głównej centrali alarmowej (rys. 1).

Od urządzeń elektronicznych stosowanych w transportowych systemach bezpieczeństwa wymaga się obecnie spełnienia wielu kryteriów. Należy do nich zaliczyć m. in. miniaturyzację, ograniczenie poboru energii elektrycznej, dużą funkcjonalność, dużą niezawodność [11,12,16], możliwość diagnozowania poszczególnych stanów eksploatacyjnych z uwzględnieniem jakości informacji [19,20], odporność na wibracje [1]. Wprowadzenie tych wymogów skutkuje tym, że poziom sygnałów użytecznych urządzeń może być porównywalny z poziomem zakłóceń generowanych np. przez stacjonarne i ruchome źródła zakłóceń (np. linie średnich i wysokich napięć, stacje transformatorowe, urządzenia elektryczne). Dlatego też istotne staje się zagadnienie pomiaru wartości natężeń pola elektrycznego i indukcji pola magnetycznego dla wdrażanych lub użytkowanych systemów bezpieczeństwa oraz opracowanie modeli procesu eksploatacji elektronicznego systemu bezpieczeństwa z uwzględnieniem zakłóceń elektromagnetycznych.

2. MODELE PROCESU EKSPLOATACJI ELEKTRONICZNEGO SYSTEMU BEZPIECZEŃSTWA Z UWZGLĘDNIENIEM ZAKŁÓCEŃ ELEKTROMAGNETYCZNYCH WYSTĘPUJĄCYCH NA OBSZARZE KOLEJOWYM

Modele procesu eksploatacji elektronicznych systemów bezpieczeństwa obrazują zachowanie się ich w określonych warunkach ich użytkowania [9]. Podczas analizy rzeczywistych systemów liczba wyróżnionych stanów eksploatacyjnych, w których może przebywać obiekt, jest zbiorem skończonym.

W teorii eksploatacji systemów są uwzględniane zagadnienia związane ze stanami eksploatacji systemów. Można wyróżnić następujące podstawowe dwie klasy stanów eksploatacji:

- stany użytkowania S_{uz} ,
- stany obsługiwanie S_{ob} .

Stany użytkowania obrazują wykorzystanie systemu zgodnie z jego przeznaczeniem i właściwościami funkcjonalnymi.

Stany obsługiwanie obrazują czynności związane z utrzymaniem systemu w stanie zdatności oraz przywracanie mu wymaganych właściwości funkcjonalnych poprzez procedury wchodzące w skład przeglądów, regulacji, konserwacji i napraw.

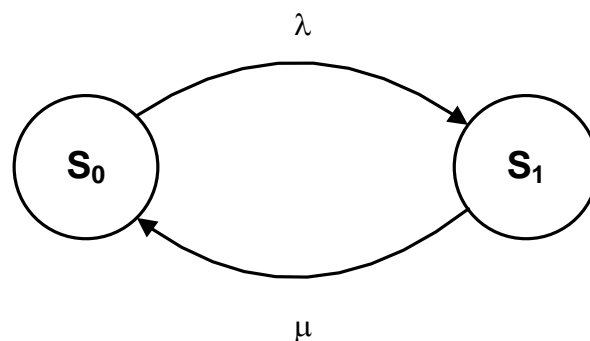
Zatem w przestrzeni stanów S możemy wyróżnić dwa podzbiory stanów:

$$S = \{S_{uz}, S_{ob}\} \quad (1)$$

W najprostszym przypadku system może znajdować się w jednym z dwóch stanów:

- stan użytkowania (S_0),
- stan naprawy (S_1).

Graficzna interpretacja opisanej powyżej sytuacji jest następująca (rys. 2).



Rys. 2. Relacje w elektronicznym systemie bezpieczeństwa (źródło: opracowanie własne). Oznaczenia na rys. λ – intensywność uszkodzeń, μ – intensywność napraw

Dla wyznaczenia interesujących nas prawdopodobieństw przebywania systemu w poszczególnych stanach należy się przejść przedstawioną na rys. 2 opisać następującymi równaniami:

$$\begin{aligned} -\lambda \cdot P_0 + \mu \cdot P_1 &= 0 \\ \lambda \cdot P_0 - \mu \cdot P_1 &= 0 \end{aligned} \quad (2)$$

Zatem:

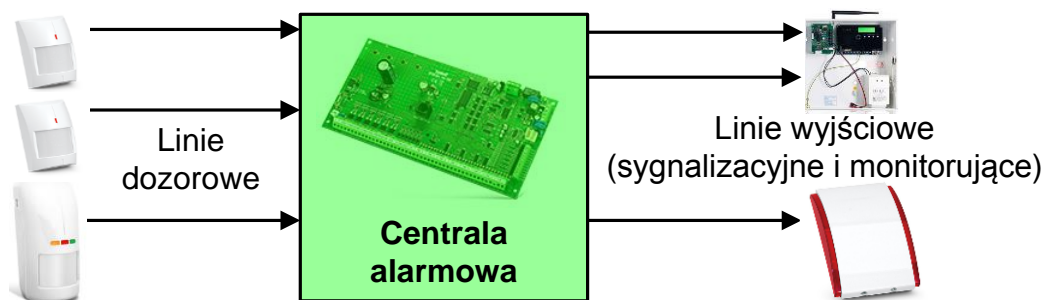
$$K_{g1} = P_0 = \frac{\mu}{\mu + \lambda} \quad (3)$$

Tak więc na podstawie wyrażenia (3) można wyznaczyć interesującą nas wielkość prawdopodobieństwa przebywania elektronicznego systemu bezpieczeństwa w stanie użytkowania. Liczbowo jest ona równa wartości wskaźnika gotowości.

Pojęcie kompatybilności elektromagnetycznej można zdefiniować jako możliwość współistnienia sygnału i zakłócenia bez straty informacji zawartej w sygnale. Rozszerzając pojęcie kompatybilności w zastosowaniu do elektronicznych systemów bezpieczeństwa, definicję można sformułować następująco: element środowiska elektromagnetycznego elektronicznych systemów bezpieczeństwa uważa się za kompatybilny, jeżeli wzajemne oddziaływanie danego elementu (np. centrali alarmowej, czujek dualnych, nadajników radiowych, itd.) z innymi elementami tego środowiska (np. systemami sterowania ruchem kolejowym, systemami oświetlenia dworca, systemami zasilania, kolejowymi systemami telekomunikacyjnymi, itd.) może być wzajemnie tolerowane [2].

Źródłami zakłóceń, oddziałującymi na elektroniczne systemy bezpieczeństwa na obszarze kolejowym są m.in.:

- podstacje trakcyjne z zainstalowanymi prostownikami,
- sterowane impulsowo pojazdy trakcyjne o dużej mocy,
- urządzenia elektryczne i elektroniczne zainstalowane w budynku dworcowym (np. systemy komputerowe, wewnętrzna sieć energetyczna niskiego napięcia, systemy oświetleniowe, wewnętrzna i zewnętrzna sieć rozgłoszeniowa, urządzenia powszechnego użytku znajdujące się w obiekcie, itd.),
- zakłócenia elektromagnetyczne zewnętrzne (pochodzące np. od nadajników stacji radiowych, telewizyjnych i telefonii komórkowej).



Rys. 1. Przykładowy system sygnalizacji włamania i napadu o strukturze skupionej (źródło: opracowanie własne)

wej, wewnętrznej łączności występującej na obszarze kolejowym, tramwajowej trakcji zasilania przebiegającej w pobliżu budynków dworca, elektroenergetycznej trakcji zasilania wysokiego napięcia, stacji transformatorowych wysokiego i średniego napięcia, itd.).

Ruchomym źródłem zakłóceń radioelektrycznych na obszarze kolejowym są pojazdy trakcyjne. Regulacja napięcia podawanego na zaciski silnika elektrycznego odbywa się poprzez sterowanie impulsowe lub za pomocą rezystorów. Sterowanie impulsowe może odbywać się poprzez zmianę szerokości impulsów zasilających przy stałej częstotliwości ich powtarzania lub zmianę ich częstotliwości przy stałej szerokości impulsów.

Elektroniczne systemy bezpieczeństwa zainstalowane na obszarze kolejowym o dużej powierzchni są podatne na oddziaływanie zakłóceń elektromagnetycznych. Duże odległości między poszczególnymi urządzeniami tworzącymi system powodują konieczność stosowania kabli zasilających, sygnałowych i magistrali transmisyjnych o dużych długościach. Może to być przyczyną indukowania w nich sygnałów zakłócających.

W elektronicznym systemie bezpieczeństwa użytkowanym w środowisku kolejowym, w którym występują zakłócenia elektromagnetyczne, może zaistnieć sytuacja w której to system będzie w stanie częściowej zdatności. Zatem relacje w zachodzące w systemie w aspekcie niezawodnościowo-eksploatacyjnym mogą być zobrazowane tak jak ukazano to na rys. 3.

Stan pełnej zdatności S_{PZ} jest stanem, w którym prawidłowo funkcjonuje elektroniczny system bezpieczeństwa. Stan zagrożenia bezpieczeństwa S_{ZB} jest stanem, w którym elektroniczny system bezpieczeństwa jest częściowo niezdatny. Stan zawodności bezpieczeństwa S_B jest stanem, w którym elektroniczny system bezpieczeństwa jest niezdatny.

Jeśli elektroniczny system bezpieczeństwa jest w stanie pełnej zdatności S_{PZ} i pojawiają się zakłócenia elektromagnetyczne (o zakresie niebezpiecznym) to następuje przejście systemu do stanu zagrożenia bezpieczeństwa S_{ZB} z intensywnością λ_{ZB1} . Jeśli elektroniczny system bezpieczeństwa jest w stanie zagrożenia bezpieczeństwa S_{ZB} to możliwe jest przejście do stanu pełnej zdatności S_{PZ} pod warunkiem podjęcia działań polegających na przywróceniu stanu zdatności (eliminacja bądź minimalizacja wpływu zakłóceń elektromagnetycznych do poziomu dopuszczalnego).

Gdy istnieje stan zagrożenia bezpieczeństwa S_{ZB} a dodatkowo występują zakłócenia elektromagnetyczne (o zakresie krytycznym)

to następuje przejście do stanu zawodności bezpieczeństwa S_B z intensywnością λ_{ZB2} . Zwrotne przejście do stanu zagrożenia bezpieczeństwa S_{ZB} ze stanu zawodności bezpieczeństwa S_B jest możliwe pod warunkiem podjęcia działań polegających na przywróceniu stanu częściowej zdatności (eliminacja bądź minimalizacja wpływu zakłóceń elektromagnetycznych do poziomu niebezpiecznego).

System przedstawiony na rys. 3 może być opisany następującymi równaniami Kolmogorowa-Chapmana:

$$\begin{aligned} R_0'(t) &= -\lambda_{ZB1} \cdot R_0(t) + \mu_{PZ1} \cdot Q_{ZB}(t) \\ Q_{ZB}'(t) &= \lambda_{ZB1} \cdot R_0(t) - \mu_{PZ1} \cdot Q_{ZB}(t) - \lambda_{ZB2} \cdot Q_{ZB}(t) + \mu_{PZ2} \cdot Q_B(t) \\ Q_B'(t) &= \lambda_{ZB2} \cdot Q_{ZB}(t) - \mu_{PZ2} \cdot Q_B(t) \end{aligned} \quad (4)$$

Przyjmując warunki początkowe:

$$\begin{aligned} R_0(0) &= 1 \\ Q_{ZB}(0) &= Q_B(0) = 0 \end{aligned} \quad (5)$$

i stosując przekształcenie Laplace'a otrzymujemy następujący układ równań liniowych:

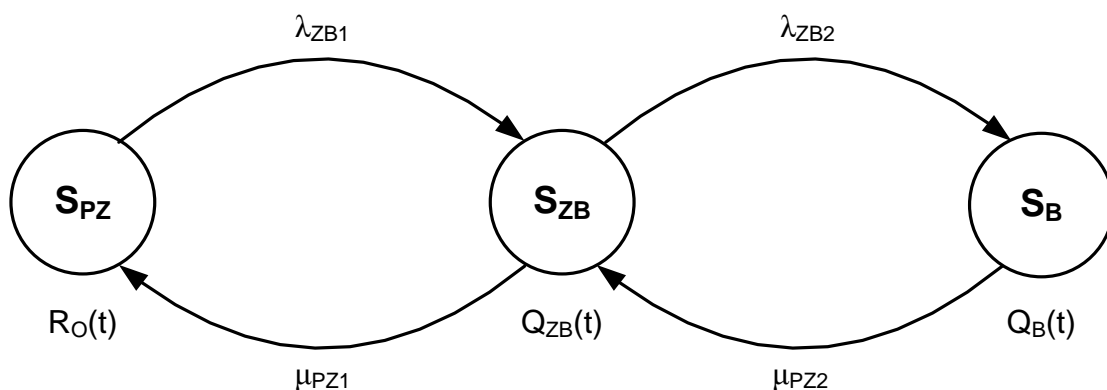
$$\begin{aligned} s \cdot R_0^*(s) - 1 &= -\lambda_{ZB1} \cdot R_0^*(s) + \mu_{PZ1} \cdot Q_{ZB}^*(s) \\ s \cdot Q_{ZB}^*(s) &= \lambda_{ZB1} \cdot R_0^*(s) - \mu_{PZ1} \cdot Q_{ZB}^*(s) - \lambda_{ZB2} \cdot Q_{ZB}^*(s) + \mu_{PZ2} \cdot Q_B^*(s) \\ s \cdot Q_B^*(s) &= \lambda_{ZB2} \cdot Q_{ZB}^*(s) - \mu_{PZ2} \cdot Q_B^*(s) \end{aligned} \quad (6)$$

Prawdopodobieństwa przebywania systemu w wyróżnionych stanach funkcjonalnych w ujęciu symbolicznym (Laplace'a) mają postać następującą:

$$\begin{aligned} R_0^*(s) &= \frac{s^2 + s \cdot \mu_{PZ1} + s \cdot \lambda_{ZB2} + s \cdot \mu_{PZ2} + \mu_{PZ1} \cdot \mu_{PZ2}}{s^2 \cdot \lambda_{ZB1} + s^2 \cdot \mu_{PZ1} + s^2 \cdot \lambda_{ZB2} + s^2 \cdot \mu_{PZ2} + s^3 + s \cdot \lambda_{ZB1} \cdot \lambda_{ZB2} + s \cdot \lambda_{ZB1} \cdot \mu_{PZ2} + s \cdot \mu_{PZ1} \cdot \mu_{PZ2}} \\ Q_{ZB}^*(s) &= \frac{s \cdot \lambda_{ZB1} + \lambda_{ZB1} \cdot \mu_{PZ2}}{s^2 \cdot \lambda_{ZB1} + s^2 \cdot \mu_{PZ1} + s^2 \cdot \lambda_{ZB2} + s^2 \cdot \mu_{PZ2} + s^3 + s \cdot \lambda_{ZB1} \cdot \lambda_{ZB2} + s \cdot \lambda_{ZB1} \cdot \mu_{PZ2} + s \cdot \mu_{PZ1} \cdot \mu_{PZ2}} \end{aligned} \quad (7)$$

$$Q_B^*(s) = \frac{\lambda_{ZB1} \cdot \lambda_{ZB2}}{s^2 \cdot \lambda_{ZB1} + s^2 \cdot \mu_{PZ1} + s^2 \cdot \lambda_{ZB2} + s^2 \cdot \mu_{PZ2} + s^3 + s \cdot \lambda_{ZB1} \cdot \lambda_{ZB2} + s \cdot \lambda_{ZB1} \cdot \mu_{PZ2} + s \cdot \mu_{PZ1} \cdot \mu_{PZ2}}$$

Rozwiązanie powyższego zestawu równań w dziedzinie czasu jest kolejnym etapem analizy i nie jest tu omawiane.



Rys. 3. Relacje w elektronicznym systemie bezpieczeństwa z uwzględnieniem zakłóceń elektromagnetycznych (źródło: opracowanie własne). Oznaczenia na rys.: $R_0(t)$ – funkcja prawdopodobieństwa przebywania systemu w stanie pełnej zdatności S_{PZ} , $Q_{ZB}(t)$ – funkcja prawdopodobieństwa przebywania systemu w stanie zagrożenia bezpieczeństwa S_{ZB} , $Q_B(t)$ – funkcja prawdopodobieństwa przebywania systemu w stanie zawodności bezpieczeństwa S_B , λ_{ZB1} – intensywność przejść ze stanu pełnej zdatności S_{PZ} do stanu zagrożenia bezpieczeństwa S_{ZB} , μ_{PZ1} – intensywność przejść ze stanu zagrożenia bezpieczeństwa S_{ZB} do stanu pełnej zdatności S_{PZ} , λ_{ZB2} – intensywność przejść ze stanu zagrożenia bezpieczeństwa S_{ZB} do stanu zawodności bezpieczeństwa S_B , μ_{PZ2} – intensywność przejść ze stanu zawodności bezpieczeństwa S_B do stanu zagrożenia bezpieczeństwa S_{ZB} .

PODSUMOWANIE

Przedstawione w artykule zagadnienia związane z elektronicznymi systemami bezpieczeństwa funkcjonującymi na obszarze kolejowym (z uwzględnieniem zakłóceń elektromagnetycznych) prezentują, jak istotne są tego typu zagadnienia. Stosowanie w transporcie kolejowym układów elektrycznych i elektronicznych, powoduje iż funkcjonują one usytuowane bardzo blisko siebie. Skutkiem tego może być zwiększenie wystąpienia prawdopodobieństwa zakłóceń w funkcjonowaniu systemu. Autorzy zaprezentowali model procesu eksploatacji. W dalszych rozważaniach zostaną przeprowadzone obliczenia, które pozwolą liczbowo oszacować wartości prawdopodobieństw przebywania elektronicznego systemu bezpieczeństwa w wyróżnionych stanach eksploatacyjnych.

BIBLIOGRAFIA

- Burdzik R., Konieczny Ł., Figlus T., *Concept of on-board comfort vibration monitoring system for vehicles*. J. Mikulski (Ed.): Activities of Transport Telematics, TST 2013, CCIS 395. Springer, Heidelberg 2013. pp. 418-425.
- Charoy A., *Zakłócenia w urządzeniach elektronicznych*. WNT, Warszawa 1999.
- Dyduch J., Paś J., Rosiński A., *Podstawy eksploatacji transportowych systemów elektronicznych*. Wydawnictwo Politechniki Radomskiej, Radom 2011.
- Kasprzyk Z., Rychlicki M., *Analysis of physical layer model of WLAN 802.11g data transmission protocol in wireless networks used by telematic systems*. In: „Proceedings of the Ninth International Conference Dependability and Complex Systems DepCoS-RELCOMEX”, given as the monographic publishing series – „Advances in intelligent systems and computing”, Vol. 286. Springer, 2014. pp. 265-274.
- Lewiński A., Perzyński T., Toruń A., *The analysis of open transmission standards in railway control and management*. Communications in Computer and Information Science (329), Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2012, pp.10-17.
- Łubkowski P., Laskowski D., Pawlak E., *Provision of the reliable video surveillance services in heterogeneous networks*. In: Safety and Reliability: Methodology and Applications - Proceedings of the European Safety and Reliability Conference, ESREL 2014, pp. 883-888.
- Paś J., *Eksploatacja elektronicznych systemów transportowych*. Uniwersytet Technologiczno - Humanistyczny, Radom 2015.
- Perlicki K., *Impact of an alien wavelength on wavelength division multiplexing transmission quality*. Photonics Letters of Poland 2012, Vol. 4, No. 3, pp. 118-120.
- Rosiński A., *Modelowanie procesu eksploatacji systemów telematyki transportu*. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2015.
- Rosiński A., *Reliability-exploitation analysis of power supply in transport telematics system*. In: „Safety and Reliability: Methodology and Applications - Proceedings of the European Safety and Reliability Conference ESREL 2014”, editors: Nowakowski T., Młyńczak M., Jodejko-Pietruczuk A., Werbińska-Wojciechowska S. CRC Press/Balkema, 2015. pp. 343-347.
- Siergiejczyk M., Krzykowska K., Rosiński A., *Parameters analysis of satellite support system in air navigation*. In: Henry Selvaraj, Dawid Zydek, Grzegorz Chmaj (eds) Proceedings of the Twenty-Third International Conference on Systems Engineering, given as the monographic publishing series – „Advances in intelligent systems and computing”, Vol. 1089. Springer, 2015. pp. 673-678.
- Siergiejczyk M., Krzykowska K., Rosiński A., *Reliability assessment of integrated airport surface surveillance system*. In: „Proceedings of the Tenth International Conference on Dependability and Complex Systems DepCoS-RELCOMEX”, editors: W. Zamojski, J. Mazurkiewicz, J. Sugier, T. Walkowiak, J. Kacprzyk, given as the monographic publishing series – „Advances in intelligent systems and computing”, Vol. 365. Springer, 2015, pp. 435-443.
- Siergiejczyk M., Paś J., Rosiński A., *Evaluation of safety of highway CCTV system's maintenance process*. In: the monograph „Telematics – support for transport”, editors: Jerzy Mikulski, given as the monographic publishing series – „Communications in Computer and Information Science”, Vol. 471. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg 2014. pp. 69-79.
- Siergiejczyk M., Paś J., Rosiński A., *Issue of reliability-exploitation evaluation of electronic transport systems used in the railway environment with consideration of electromagnetic interference*. IET Intelligent Transport Systems 2016, doi: 10.1049/iet-its.2015.0183
- Siergiejczyk M., Paś J., Rosiński A., *Train call recorder and electromagnetic interference*. Diagnostyka 2015, vol. 16, no. 1, pp. 19-22.
- Siergiejczyk M., Rosiński A., Krzykowska K., *Reliability assessment of supporting satellite system EGNOS*. In W. Zamojski, J. Mazurkiewicz, J. Sugier, T. Walkowiak, J. Kacprzyk (eds) New results in dependability and computer systems, given as the monographic publishing series – „Advances in intelligent and soft computing”, Vol. 224. Springer, 2013. pp. 353-364.
- Siergiejczyk M., Rosiński A., Paś J., *Analysis of unintended electromagnetic fields generated by safety system control panels*. Diagnostyka 2016, vol. 17, no. 3, pp. 35-40.
- Skorupski J., Uchroński P., *A fuzzy reasoning system for evaluating the efficiency of cabin luggage screening at airports*. Transportation Research Part C - Emerging Technologies 54, 2015, pp. 157-175.
- Stawowy M., Dziula P., *Comparison of uncertainty multilayer models of impact of teleinformation devices reliability on information quality*. In: “Proceedings of the European Safety and Reliability Conference ESREL 2015”, editors: L. Podofillini, B. Sudret, B. Stojadinovic, E. Zio, W. Kröger. CRC Press/Balkema, 2015. pp. 2685-2691.
- Stawowy M., *Model for information quality determination of teleinformation systems of transport*. In: “Proceedings of the European Safety and Reliability Conference ESREL 2014”, editors: Nowakowski T., Młyńczak M., Jodejko-Pietruczuk A. & Werbińska-Wojciechowska S. CRC Press/Balkema 2015, pp. 1909-1914.
- Sumila M., *Selected aspects of message transmission management in ITS systems*. In: the monograph „Telematics in the transport environment”, editors: Jerzy Mikulski, given as the monographic publishing series – „Communications in Computer and Information Science”, Vol. 329. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg 2012, pp. 141-147.
- Wiśnios M., Dąbrowski T., Bednarek M., *Metoda zwiększania poziomu bezpieczeństwa zapewnianego przez system biometrycznej kontroli dostępu*. Przegląd Elektrotechniczny 2015, nr 10, s. 229-232.

EXPLOITATION OF ELECTRONIC SECURITY SYSTEMS IN THE RAILWAY AREA WITH REGARD TO ELECTROMAGNETIC INTERFERENCE

Abstract

The article presents issues related to the problems of exploitation of electronic security systems, which are used in rail transport. These devices are included into the transport telematics systems. Their aim is to ensure an adequate level of security of people and properties. They are operated under different conditions of their surrounding electromagnetic environment. Electromagnetic interference intentional or unintentional (stationary or mobile) occurring on a vast railway area can

be a cause of disturbance of their exploitation. Therefore, the proper functioning of electronic security systems is so essential in the electromagnetic environment occurring in the railway area.

Autorzy:

prof. nzw. dr hab. inż. **Mirosław Siemiejczyk** – Politechnika Warszawska Wydział Transportu Zakład Telekomunikacji w Transporcie, 00-662 Warszawa, ul. Koszykowa 75, msi@wt.pw.edu.pl

prof. nzw. dr hab. inż. **Jacek Paś** – Wojskowa Akademia Techniczna Wydział Elektroniki Instytut Systemów Elektronicznych Zakład Eksploatacji Systemów Elektronicznych, 00-908 Warszawa, ul. gen. S. Kaliskiego 2, jacek.pas@wat.edu.pl

dr hab. inż. **Adam Rosiński** – Politechnika Warszawska Wydział Transportu Zakład Telekomunikacji w Transporcie, 00-662 Warszawa, ul. Koszykowa 75, adro@wt.pw.edu.pl