

Jacek Paś
Wojskowa Akademia Techniczna, Wydział Elektroniki

Janusz Dyduch
Politechnika Radomska, Wydział Transportu i Elektrotechniki

Tadeusz Dąbrowski
Wojskowa Akademia Techniczna, Wydział Elektroniki

OCENA BEZPIECZEŃSTWA EKSPLOATACJI TRANSPORTOWYCH SYSTEMÓW BEZPIECZEŃSTWA UŻYTKOWANYCH NA ROZLEGŁYM OBSZARZE KOLEJOWYM

Streszczenie: Eksploatacja transportowych systemów bezpieczeństwa np. systemów sygnalizacji włamania i napadu (SSWiN) na rozległym obszarze kolejowym narażona jest na oddziaływanie zakłóceń elektromagnetycznych. Zaburzenia elektromagnetyczne generowane są przez źródła zakłóceń zamierzone lub niezamierzone, stacjonarne lub ruchome. Poziom generowanych zaburzeń elektromagnetycznych wpływa na proces bezpieczeństwa eksploatacji systemów np. systemów sterowania ruchem kolejowym, transportowych systemów bezpieczeństwa. Generowane zakłócenia mogą być przyczyną wystąpienia stanu alarmu w transportowym systemie bezpieczeństwa, którego skutkiem może być zatrzymanie ruchu pociągów, wezwanie służb porządkowych, ogłoszenie ewakuacji – czyli wystąpienie wymiernych strat finansowych. Niniejszy referat przedstawia ocenę bezpieczeństwa eksploatacji transportowych systemów bezpieczeństwa, na które oddziałują zakłócenia elektromagnetyczne.

Słowa kluczowe: techniczny system ochrony, transportowy system bezpieczeństwa, system sygnalizacji włamania i napadu

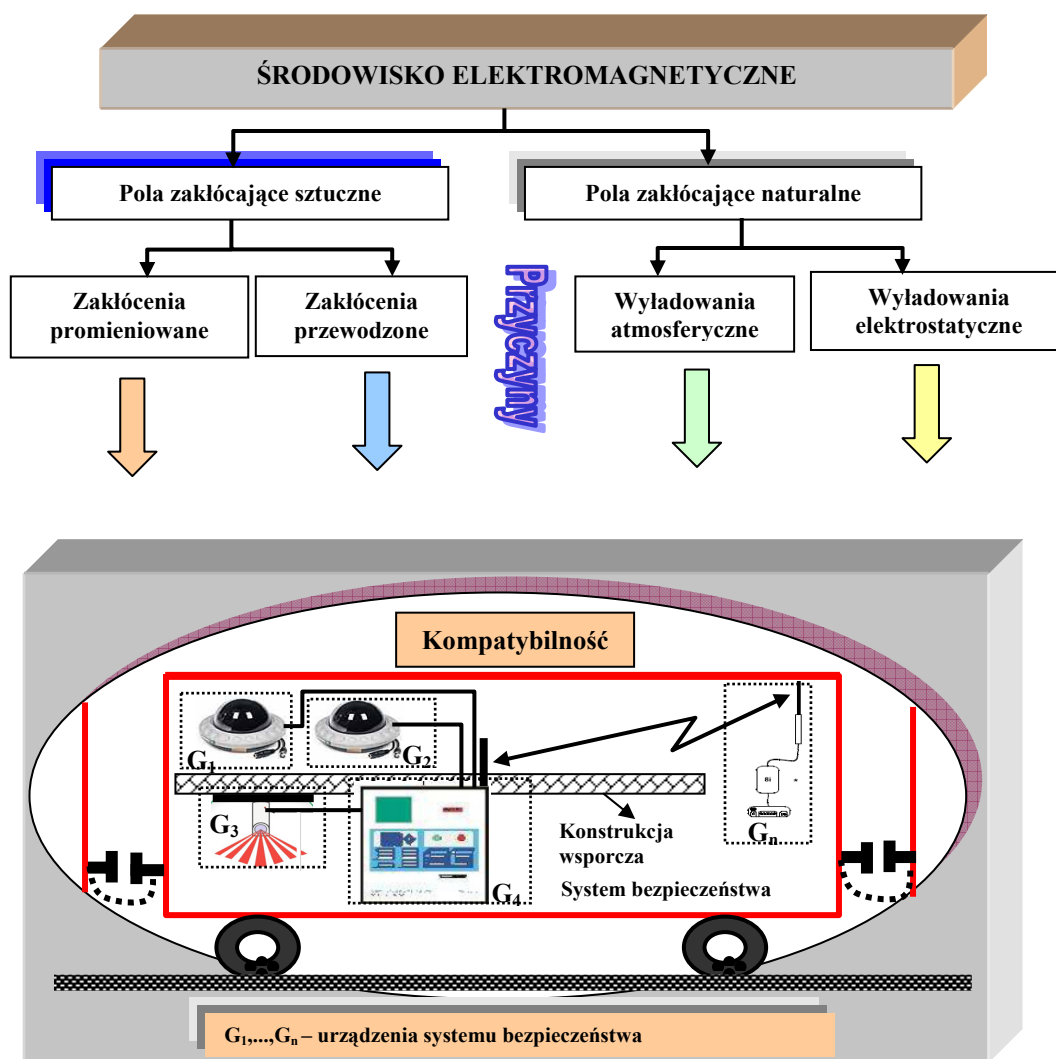
1. WSTĘP

W XX wieku, w wyniku działalności człowieka wprowadzone zostały sztuczne czynniki kształtujące elektroklimat. Na skutek powstania niezliczonych źródeł promieniowania nastąpiły poważne zmiany w środowisku elektromagnetycznym Ziemi. Szerokie zainteresowanie się niekorzystnym oddziaływaniem pól elektromagnetycznych, z różnych zakresów częstotliwości, na organizm ludzki i pracę urządzeń elektronicznych

nastąpiło z chwilą wprowadzenia przez Unię Europejską dyrektywy dotyczącej kompatybilności elektromagnetycznej – rys. 1.

W celu oszacowania wielkości zakłóceń elektromagnetycznych występujących na obszarze kolejowym należy określić parametry następujących obwodów:

- obwodów, w których płynie prąd o dużej wartości (podstacje trakcyjne, sieć trakcyjna, sieć powrotna, pojazdy trakcyjne, elektroenergetyczna sieć zasilająca);
- obwodów, w których płynie prąd o małych wartościach (SRK - systemy sterowania ruchem kolejowym, systemy łączności przewodowej, radiowej i rozgłoszeniowej, transportowe systemy nadzoru) [3,4,5,6].



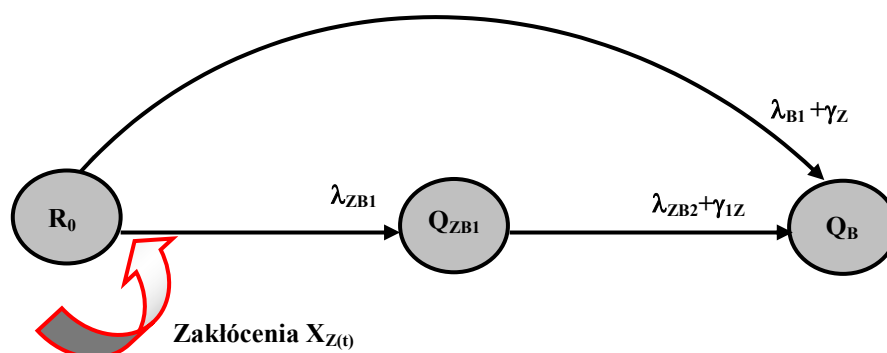
Rys.1 Środowisko elektromagnetyczne na rozległym obszarze kolejowym

Na transportowy system nadzoru zainstalowany na rozległym obszarze kolejowym oddziałują zakłócenia elektromagnetyczne, których źródłem są wymuszenia zewnętrzne $E_z(t)$ oraz wewnętrzne $E_w(t)$. Zakłócenia te (zamierzone lub niezamierzone) powodują znaczne zniekształcenie naturalnego pola elektromagnetycznego - $E(t)$. Występowanie

zaburzeń elektromagnetycznych na obszarze kolejowym, gdzie są użytkowane transportowe systemy nadzoru może spowodować zadziałanie systemu bezpieczeństwa [7,8]. System ten może się aktywować (przejsć w stan alarmu). Efektem tego procesu mogą być duże straty ekonomiczne (np. zatrzymanie ruchu pociągów, ogłoszenie ewakuacji i wezwanie służb porządkowych na teren dworca).

2. MODEL NIEZAWODNOŚCIOWY SYSTEMU BEZPIECZEŃSTWA, NA KTÓRY ODDZIAŁYWUJĄ ZAKŁÓCENIA

Dokonując analizy niezawodnościowej transportowych systemów nadzoru, które są eksploatowane na rozległym obszarze kolejowym można stwierdzić, że ich struktura niezawodnościowa jest najczęściej strukturą mieszaną typu szeregowo-równoległego [10,11]. Rys. 2 ilustruje relacje zachodzące w systemie nadzoru w aspekcie bezpieczeństwa.



Rys. 2. Relacje zachodzące w systemie

gdzie:

- R_0 – stan zdatości systemu, Q_B – stan zawadności bezpieczeństwa systemu, Q_{ZB1} – stan zagrożenia bezpieczeństwa;
- λ_{B1} – intensywność przejścia systemu ze stanu R_0 do stanu Q_B ,
- λ_{ZB1} ; λ_{ZB2} – intensywność przejścia systemu ze stanu danego do stanu następnego,
- γ_Z – intensywność przejścia systemu ze stanu R_0 do stanu Q_B pod wpływem zakłóceń,
- γ_{1Z} – intensywność przejścia systemu ze stanu Q_{ZB1} do stanu Q_B pod wpływem zakłóceń.

Uszkodzenie któregoś z elementów znajdujących się w gałęzi szeregowej struktury powoduje przejście systemu ze stanu pełnej zdatości R_0 do stanu zawadności bezpieczeństwa Q_B . Uszkodzenie któregoś z elementów znajdujących się w gałęzi równoległej struktury powoduje przejście ze stanu pełnej zdatości R_0 do stanu zagrożenia bezpieczeństwa Q_{ZB1} [1]. Stosując odpowiednie przekształcenia matematyczne otrzymujemy zależności pozwalające wyznaczyć wartości prawdopodobieństw przebywania systemu w wyróżnionych stanach R_0 , Q_{ZB1} , Q_B .

$R_0(t)$ – funkcja prawdopodobieństwa przebywania systemu w stanie pełnej zdatności

$$R_0(t) = e^{-(\lambda_{ZB1} + \gamma_Z + \lambda_{B1}) \cdot t} \quad (1)$$

$Q_{ZB1}(t)$ – funkcja prawdopodobieństwa przebywania systemu w stanie zagrożenia bezpieczeństwa

$$Q_{ZB1}(t) = \lambda_{ZB1} \cdot \left[\frac{\exp[-(\lambda_{B1} + \gamma_Z + \lambda_{ZB1}) \cdot t] - \exp[-(\lambda_{ZB2} + \gamma_{1Z}) \cdot t]}{(\lambda_{B1} + \gamma_Z + \lambda_{ZB1} - \lambda_{ZB2} - \gamma_{1Z})} \right] \quad (2)$$

$Q_B(t)$ – funkcja prawdopodobieństwa przebywania systemu w stanie zawodności bezpieczeństwa

$$Q_B(t) = \left[\begin{aligned} & \frac{\lambda_{ZB1} \cdot \lambda_{ZB2} + \lambda_{B1} \lambda_{ZB2} + \lambda_{ZB1} \cdot \gamma_{1Z}}{(\lambda_{B1} + \lambda_{ZB1}) \cdot (\lambda_{ZB2} + \gamma_{1Z})} + \\ & + \lambda_{ZB1} \cdot \lambda_{ZB2} \cdot \left[\frac{\exp[-(\lambda_{B1} + \lambda_{ZB1}) \cdot t] - \exp[-(\lambda_{ZB2} + \gamma_{1Z}) \cdot t]}{(\lambda_{B1} + \lambda_{ZB1}) \cdot (\lambda_{B1} + \lambda_{ZB2} - \lambda_{ZB1} - \gamma_{1Z})} \right] + \\ & + \lambda_{B1} \cdot \left[\frac{\exp[-(\lambda_{B1} + \lambda_{ZB1}) \cdot t] \cdot \lambda_{ZB2} - \exp[-(\lambda_{B1} + \lambda_{ZB1}) \cdot t] \cdot \lambda_{B1} - \exp[-(\lambda_{B1} + \lambda_{ZB1}) \cdot t] \cdot \lambda_{ZB1}}{(\lambda_{B1} + \lambda_{ZB1}) \cdot (\lambda_{B1} + \lambda_{ZB1} - \lambda_{ZB2} - \gamma_{1Z})} \right] + \\ & + \lambda_{ZB1} \cdot \gamma_{1Z} \cdot \left[\frac{\exp[-(\lambda_{B1} + \lambda_{ZB1}) \cdot t]}{(\lambda_{B1} + \lambda_{ZB1}) \cdot (\lambda_{B1} + \lambda_{ZB1} - \lambda_{ZB2} - \gamma_{1Z})} \right] + \\ & + \gamma_{1Z} \cdot \left[\frac{\lambda_{B1} \cdot \exp[-(\lambda_{ZB2} + \gamma_{1Z}) \cdot t] - \lambda_{ZB1} \cdot \exp[-(\lambda_{ZB1} + \gamma_{1Z}) \cdot t]}{(\lambda_{B1} + \lambda_{ZB1}) \cdot (-\lambda_{B1} + \lambda_{ZB2} + \gamma_{1Z} - \lambda_{ZB1})} \right] \end{aligned} \right] \quad (3)$$

3. WYZNACZANIE WSKAŹNIKA γ ODDZIAŁYWANIA ZAKŁÓCEŃ NA SYSTEM NADZORU

W przypadku oddziaływania zakłóceń na transportowe systemy nadzoru można wyróżnić następujące przejścia pomiędzy stanami systemu:

1. transportowy system nadzoru nie reaguje na zakłócenie zewnętrzne i wewnętrzne;
2. urządzenia wchodzące w skład transportowego systemu nadzoru samoczynnie likwidują zakłócenia poprzez zastosowane np. filtry pasywne lub aktywne;
3. wystąpienie zakłócenia powoduje przejście transportowego systemu nadzoru ze stanu zdatności do stanu niezdatności;
4. wystąpienie zakłócenia w transportowym systemie nadzoru powoduje uszkodzenie systemu – całkowite lub częściowe, system jest całkowicie niezdatny.

System nadzoru zainstalowany na terenie kolejowym pracuje w zróżnicowanym środowisku elektromagnetycznym. W zakresie małych częstotliwości, na tym terenie, występuje dosyć poważne zniekształcenie środowiska elektromagnetycznego. Zakłóceniem, które występuje w tym paśmie częstotliwości (0-100) kHz – o katastroficznych często skutkach – jest wyładowanie atmosferyczne. Wartości indukcji B pola magnetycznego i natężenia E pola elektrycznego występujące przy wyładowaniu atmosferycznym osiągają bardzo duże wartości, które prowadzą do uszkodzenia systemu.

Przebiegi prądów wyładowań atmosferycznych bywają zróżnicowane i zmieniają się w funkcji wysokości. Podczas wieloletnich badań do opisu prądu pioruna były stosowane różne formuły matematyczne. Wiele zależności opisujących przebiegi prądu wyładowań atmosferycznych tworzonych jest na podstawie ogólnego wzoru Heidlera [12]. W normach IEC oraz KTA stosuje się następujące wzory, dla $N=10$ [13].

$$i(t) = \frac{I_m}{\eta} \frac{(t/\tau_1)^N}{1+(t/\tau_1)^N} \exp(-t/\tau_2) = \frac{I_m}{\exp\left[-\left(\frac{\tau_1}{\tau_2}\right)\left(N\frac{\tau_2}{\tau_1}\right)^{\frac{1}{N}}\right]} \frac{(t/\tau_1)^N}{1+(t/\tau_1)^N} \exp(-t/\tau_2) \quad (4)$$

Widmo prądu wyładowania można przedstawić za pomocą równania

$$I(w) = k_I I_m \left(\frac{1}{\alpha + jw} - \frac{1}{\beta + jw} \right) = \frac{k_I I_m (\beta - \alpha)}{(\alpha + jw)(\beta + jw)} \quad (5)$$

gdzie:

I_m – wartość maksymalna prądu, η - współczynnik korekcyjny, τ_1 - współczynnik czasu trwania czoła, τ_2 – współczynnik czas opadania; α , β - współczynniki określające czas trwania czoła i czas do półszczytu.

Dokonując analizy widmowej przebiegu wyładowania atmosferycznego można stwierdzić, że w paśmie do 100 [kHz] zgromadzona jest znacząca większość energii wyładowania (około 99,6% całkowitej energii).

Zakres zmienności wskaźnika γ oddziaływania zakłóceń na system nadzoru uwzględniający wyładowanie atmosferyczne oraz zakłócenia stacjonarne i ruchome został określony jako:

$$\gamma = \langle 0, 1 \rangle \quad (6)$$

$\gamma = 0$ – na system nie oddziałują zakłócenia (system ekranowany – klatka Faradaya);

$\gamma = 1$ – system narażony na wyładowanie atmosferyczne (peron dworca kolejowego).

4. WYZNACZENIE POZIOMU Γ BEZPIECZEŃSTWA PRACY SYSTEMU NADZORU

Transportowe systemy nadzoru to systemy złożone. Praktycznie niemożliwe jest stworzenie transportowego systemu nadzoru o tzw. uniwersalnym zastosowaniu. Dlatego w praktyce transportowe systemy nadzoru budowane są dla efektywnej pracy w określonych warunkach najbardziej typowych dla systemów danej klasy (klasy systemu nadzoru I-IV). Warunki te można nazwać *warunkami normalnymi*, a proces funkcjonowania systemu w warunkach normalnych – procesem niezakłóconym funkcjonowania systemu nadzoru.

Wskaźnik poziomu Γ bezpieczeństwa pracy transportowego systemu nadzoru to charakterystyka liczbowa, która określa stopień przystosowania systemu nadzoru do wykonywania postawionych zadań w danym środowisku elektromagnetycznym istniejącym na rozległym obszarze kolejowym.

Wskaźnik poziomu Γ bezpieczeństwa pracy transportowego systemu nadzoru zależy od wielu parametrów, wśród których podstawową rolę odgrywają parametry $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n$

systemu oraz parametry charakteryzujące wpływ otoczenia (np. temperatury, wilgotności lub zakłóceń elektromagnetycznych) $\gamma_1, \gamma_2, \dots, \gamma_m$.

Zatem wskaźnik bezpieczeństwa Γ transportowego systemu nadzoru można zapisać w postaci:

$$\Gamma = \Gamma(\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n; \gamma_1, \gamma_2, \dots, \gamma_m) \quad (7)$$

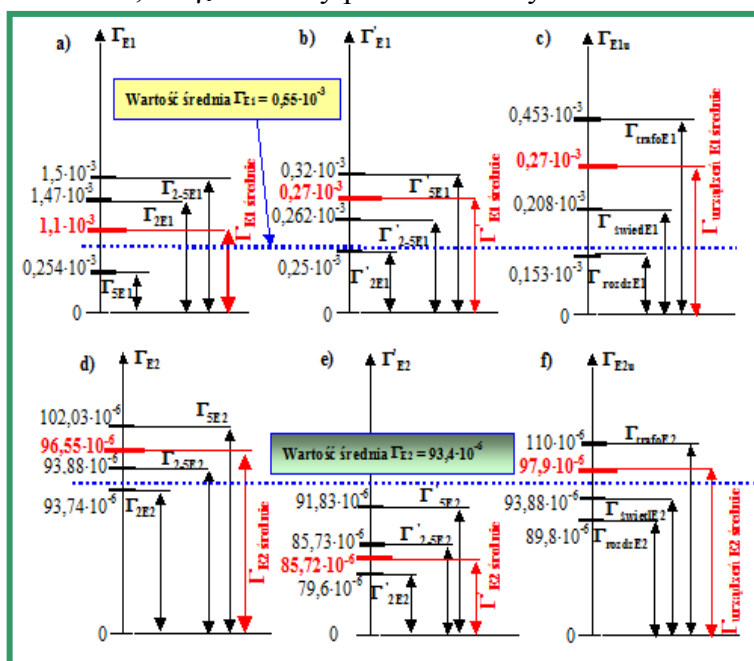
Wpływ zakłóceń na wartości współczynników α_i^* parametrów α_i można przedstawić w postaci:

$$\alpha_i^* = \alpha_i^0 \pm \Delta\alpha_i \quad (8)$$

gdzie: α_i^0 – oznaczają wartości parametrów systemu w normalnych warunkach; a $\Delta\alpha_i$ – zmiany parametrów pod wpływem zakłóceń. Zakłócenia powodują zmianę wartości parametrów $\gamma_1, \gamma_2, \dots, \gamma_m$. Zakłócone wartości γ_j^* parametrów γ_j można przedstawić w postaci:

$$\gamma_j^* = \gamma_j^0 \pm \Delta\gamma_j \quad (9)$$

gdzie: γ_j^0 – oznaczają wartości parametrów charakteryzujących wpływ otoczenia w normalnych warunkach, a $\Delta\gamma_j$ – zmiany parametrów wywołane zakłóceniami.



Rys. 3. Określenie poziomu bezpieczeństwa Γ działania transportowego systemu nadzoru w przypadku oddziaływania zakłóceń elektromagnetycznych dla zakresu częstotliwości ELF i VLF – natężenie E pola elektrycznego.

Objaśnienia do rys.: a){d} wyznaczony poziom Γ bezpieczeństwa w przypadku oddziaływania indukcji B pola magnetycznego dla zakresu częstotliwości ELF {VLF} dla kabli elektroenergetycznych bez ekranów, b){e} wyznaczony poziom Γ bezpieczeństwa w przypadku oddziaływania indukcji B pola magnetycznego dla zakresu częstotliwości ELF {VLF} dla kabli elektroenergetycznych z ekranami, c){f} wyznaczony poziom Γ bezpieczeństwa w przypadku oddziaływania indukcji B pola magnetycznego dla zakresu częstotliwości ELF {VLF} dla wybranych elektrycznych urządzeń stanowiących źródło zakłóceń dla systemu nadzoru.

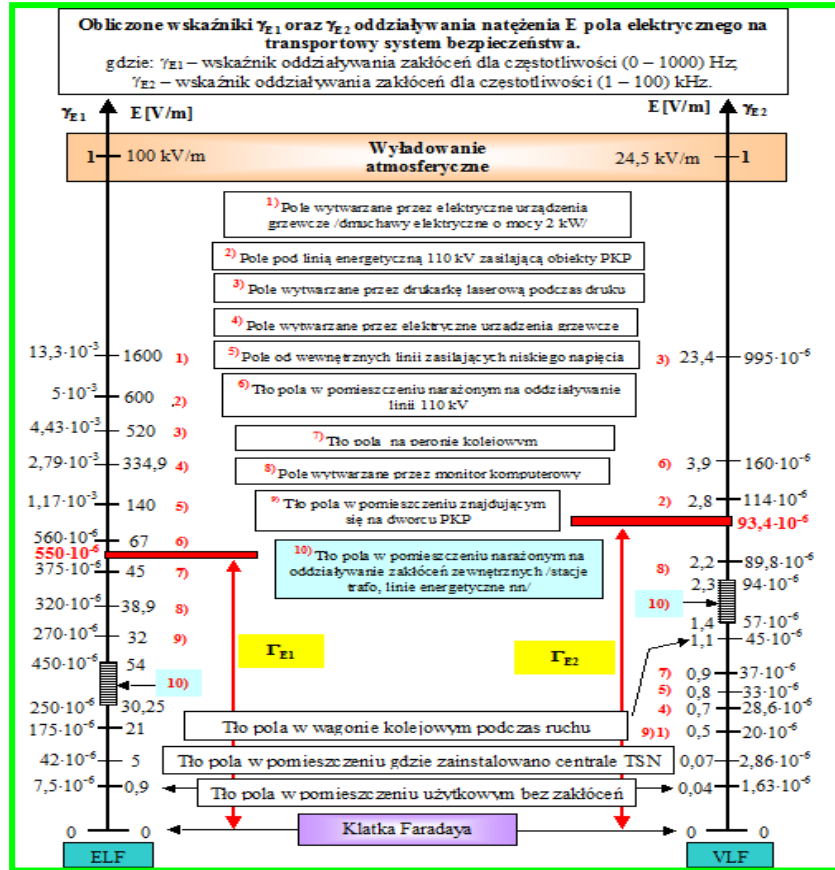
Wartość Γ_{norm}^0 wskaźnika bezpieczeństwa Γ dla normalnych warunków funkcjonowania systemu nadzoru można określić jako:

$$\Gamma_{\text{norm}}^0 = \Gamma(\alpha_{1,}^0, \alpha_{2,}^0, \dots, \alpha_{n,}^0; \gamma_{1,}^0, \gamma_{2,}^0, \dots, \gamma_{m,}^0) \quad (10)$$

Wartość $\Gamma_{\text{zakłóceń}}^*$ wskaźnika bezpieczeństwa Γ pod warunkiem działania na system zakłóceń zewnętrznych i wewnętrznych z określonymi charakterystykami jako:

$$\Gamma_{\text{zakłóceń}}^* = \Gamma(\alpha_{1,}^*, \alpha_{2,}^*, \dots, \alpha_{n,}^*; \gamma_{1,}^*, \gamma_{2,}^*, \dots, \gamma_{m,}^*) \quad (11)$$

Wartość różnicy $\Delta\Gamma_{\text{zakłóceń}}^0 = \Gamma_{\text{norm}}^0 - \Gamma_{\text{zakłóceń}}^*$ może być przyjęta jako wskaźnik określający **stopień odporności systemu na zakłócenia**.



Rys.4. Wyznaczenie wskaźników γ_{E1} , γ_{E2} i określenie poziomu bezpieczeństwa Γ_{E1} , Γ_{E2} dla transportowego systemu nadzoru przy oddziaływaniu natężenia E pola elektrycznego dla zakresów częstotliwości ELF i VLF

Intensywność uszkodzeń transportowego systemu nadzoru λ można zapisać jako:

$$\lambda(t) = \frac{\delta F(t)}{\delta t} = \frac{\delta F(t)}{\delta X} \cdot \frac{\delta X}{\delta t} \quad (12)$$

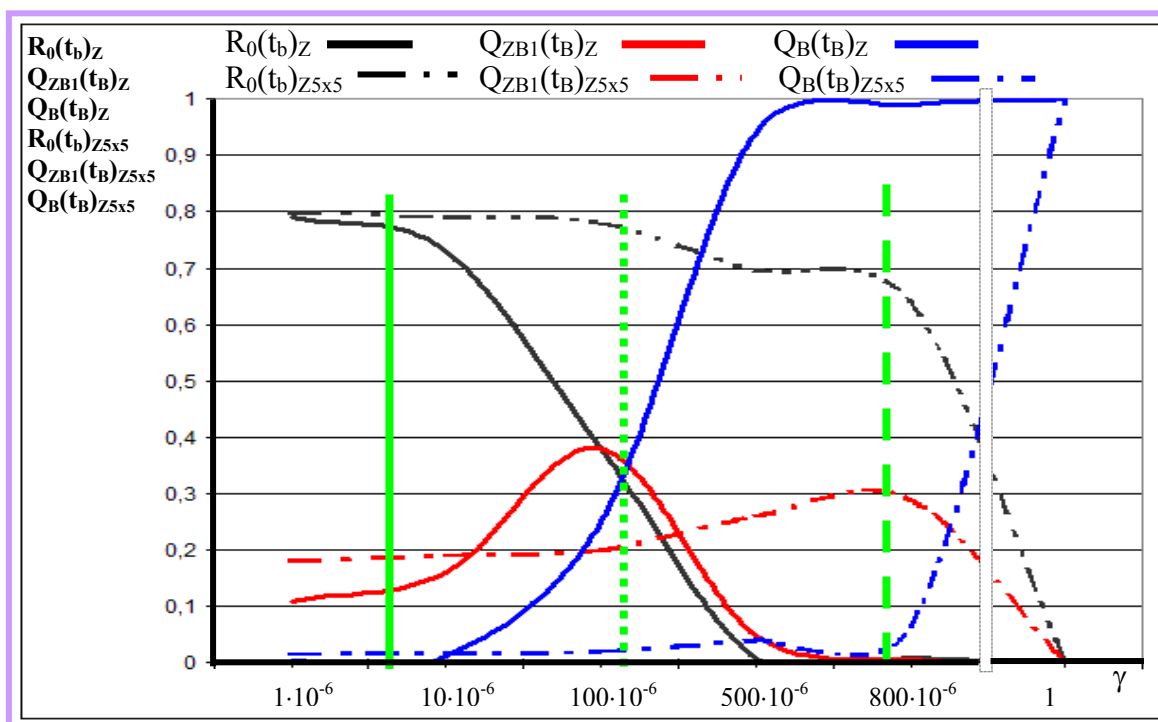
$$\lambda(t) = \frac{\delta F(t)}{\delta X_Z} \cdot \sum_1^{k_Z} \frac{\delta X_Z}{\delta t} + \frac{\delta F(t)}{\delta X_M} \cdot \sum_1^{k_M} \frac{\delta X_M}{\delta t} + \frac{\delta F(t)}{\delta X_E} \cdot \sum_1^{k_E} \frac{\delta X_E}{\delta t} + \frac{\delta F(t)}{\delta X_C} \cdot \sum_1^{k_C} \frac{\delta X_C}{\delta t} \quad (13)$$

gdzie: X – zapas wytrzymałości elementów z których zbudowany jest transportowy system nadzoru; - wytrzymałość: zakłóceniewa X_Z ; mechaniczna X_M ; elektryczna X_E ; cieplna X_C .

Zapas wytrzymałości X elementów, z których zbudowany jest system nadzoru wskazuje jak zmniejsza się efektywność systemu nadzoru w przypadku oddziaływania zakłóceń na jego elementy w porównaniu z efektywnością systemu idealnego, w którym elementy systemu są nie podatne na oddziaływanie zakłóceń.

5. POSUMOWANIE

Symulację zachowania się transportowego systemu nadzoru przeprowadzono dla zakłóceń, które są wytwarzane na rozległym obszarze kolejowym – od wartości pola elektromagnetycznego, które istnieje w pomieszczeniu użytkowym przez wartości pola generowane na terenie peronu kolejowego – do wyładowania atmosferycznego (zakres zmian wartości γ - rys. 4). Dla w/w wartości γ wyznaczono wskaźniki $R_0(t)$, $Q_{ZB1}(t)$ oraz $Q_B(t)$ bezpieczeństwa eksploatacji systemu nadzoru – rys. 5, 6.

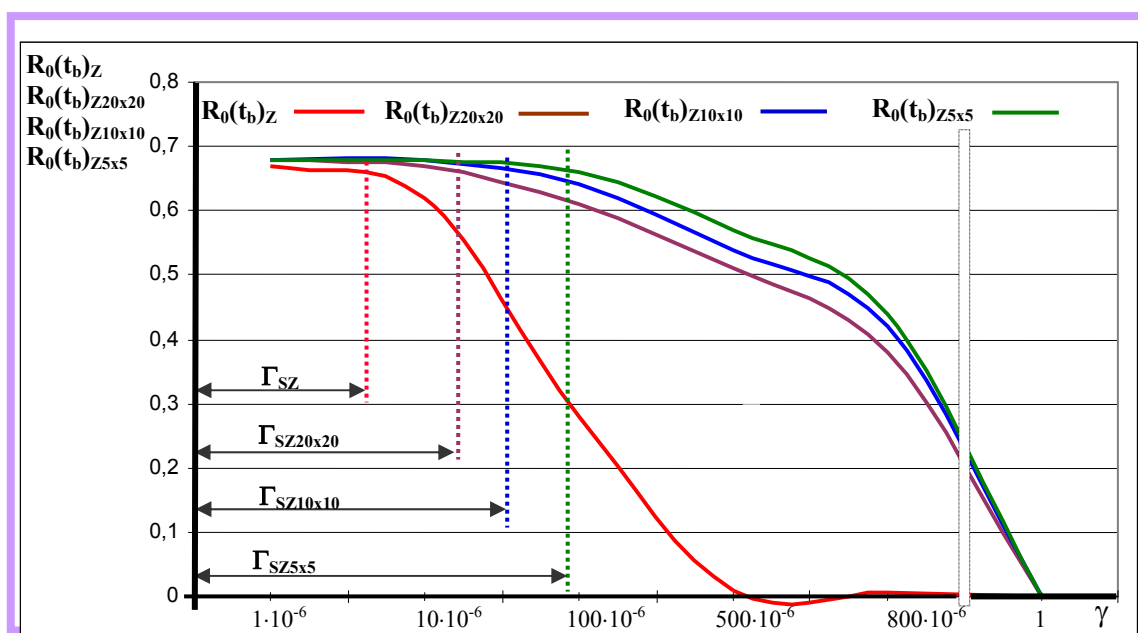


Rys.5. Przebieg prawdopodobieństwa przebywania systemu o strukturze szeregowo-równoległej w różnych stanach w funkcji wskaźnika γ zakłóceń

Objaśnienia do rysunku 5: System w stanach: $R_0(t)_Z$, $Q_{ZB1}(t)_Z$, $Q_B(t)_Z$ - zainstalowany na terenie peronów kolejowych; $R_0(t_b)_{Z5x5}$, $Q_{ZB1}(t_b)_{Z5x5}$, $Q_B(t_b)_{Z5x5}$ - system nadzoru zainstalowany w budynku dworca kolejowego wyposażonego w instalację odgromową o wymiarach oka 5x5 m; $R_0(t_b)_Z$ - funkcja prawdopodobieństwa przebywania systemu w stanie pełnej zdatności; $Q_{ZB1}(t_b)_Z$ - funkcja prawdopodobieństwa przebywania systemu w stanie zagrożenia bezpieczeństwa; $Q_B(t_b)_Z$ - funkcja prawdopodobieństwa przebywania systemu w stanie zawadności bezpieczeństwa.

Analizując rys. 5, 6 można stwierdzić że dla małych wartości wskaźników γ zakłóceń system praktycznie utrzymuje stałą wartość parametru $R_0(t_b)_Z$ - system nadzoru jest niewrażliwy na zakłócenia o małych amplitudach ($\approx \gamma = 10 \cdot 10^{-6}$). Jeżeli system

nadzoru zainstalowany jest na terenie budynków dworca kolejowego to należy uwzględnić ekranujący wpływ instalacji odgromowej o różnych wymiarach oka instalacji odgromowej. Wymiary oka instalacji odgromowej wpływają na przebieg funkcji stanu pełnej zdatości $R_0(t_b)_Z$ – (rys. 6). Zmniejszanie wymiarów oka instalacji odgromowej (20x20 m na 5x5 m) powoduje, że system nadzoru jest mniej wrażliwy na zakłócenia (wskaźnik poziomu bezpieczeństwa Γ równy $\gamma = 100 \cdot 10^{-6}$).



Rys. 6. Przebieg prawdopodobieństwa przebywania systemu o strukturze szeregowo-równoległej w stanie pełnej zdatości $R_0(t_b)_Z$ w funkcji wskaźnika γ zakłóceń

Objaśnienia do rysunku 6: $(R_0(t_b)_Z)$ – stan pełnej zdatości, system zainstalowany na terenie peronu; $R_0(t_b)_{Z20 \times 20}$, $R_0(t_b)_{Z10 \times 10}$, $R_0(t_b)_{Z5 \times 5}$ – system zainstalowany w pomieszczeniach budynku dworca kolejowego wyposażonego w instalację odgromową o różnych wymiarach oka

Poziom bezpieczeństwa Γ pracy transportowego systemu bezpieczeństwa zależy od miejsca zainstalowania – teren otwarty (peron kolejowy), teren zamknięty (budynki znajdujące się na rozległym obszarze kolejowym). Wartości poszczególnych prawdopodobieństw przebywania systemu w stanach zależą od właściwości pola elektromagnetycznego zakłócającego (wektor pola magnetycznego lub elektrycznego). Największy wpływ na prawdopodobieństwa przebywania systemu w wyróżnionych stanach ma indukcja B pola magnetycznego z zakresu częstotliwości ELF (tłumienie indukcji B pola magnetycznego przez instalację odgromową dla tego zakresu częstotliwości jest najmniejsze). Najmniejszy wpływ na prawdopodobieństwa przebywania systemu w wyróżnionych stanach ma natężenie E pola elektrycznego z zakresu częstotliwości VLF (dla tej składowej pola elektromagnetycznego wartości prawdopodobieństw $R_0(t)$, $Q_{ZB1}(t)$ oraz $Q_B(t)$ osiągają maksima dla różnych wskaźników γ zakłóceń).

Bibliografia

1. Dyduch J., Moczarki J.: Podstawy eksploatacji systemów sterowania ruchem kolejowym. Wydawnictwo Politechniki Radomskiej, Radom 2009.
2. Będkowski L., Dąbrowski T.: Podstawy eksploatacji, cz. II. Podstawy niezawodności eksploatacyjnej, Wojskowa Akademia Techniczna, Warszawa 2006.
3. Dyduch J., Paś J.: Optymalizacja procesu eksploatacji w transportowych systemach nadzoru, XII Międzynarodowa Konferencja Naukowa „TransComp – 2008” Zakopane
4. Paś J., Dyduch J.: Oddziaływanie zakłóceń elektromagnetycznych na transportowe systemy bezpieczeństwa. Pomiary Automatyka Robotyka nr 10/2009
5. Paś J., Dyduch J.: Środowisko elektromagnetyczne na rozległym obszarze kolejowym XXIII Międzynarodowa Konferencja Naukowo-Techniczna „Ochrona ludności przed skutkami nadzwyczajnych zagrożeń” Ekomilitaris 2009, Zakopane
6. Dyduch J., Paś J.: Eksploatacja transportowych systemów nadzoru na rozległym obszarze kolejowym” VII Krajowa Konferencja „Diagnostyka Techniczna Urządzeń i Systemów” Diag’ 2009 Ustroń
7. Dyduch J., Paś J.: „Środowisko elektromagnetyczne na kolei i jego wpływ na systemy bezpieczeństwa”. Transport i Komunikacja nr 1/2009
8. Paś J.: Wpływ rozrzutu właściwości elementów linii dozorowej na niezawodność funkcjonalną systemów bezpieczeństwa. Warszawa, Biuletyn WAT nr 2(650) /2008
9. Paś J., Dąbrowski T.: „Methodology of teaching of diagnosing technical security system with examples of system of signalization of burglary and fire” 4TH International Congress on Technical Diagnostic Olsztyn 09-12.09. 2008 r. str. 140
10. Mikulik J. (praca pod red. E. Niezabitowskiej): Budynek inteligentny. T. 2, Podstawowe systemy bezpieczeństwa w budynkach inteligentnych. Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2005.
11. Wójcik A. (red.): Mechaniczne i elektroniczne systemy zabezpieczeń. Verlag Dashofer, Warszawa 2008.
12. Aniserowicz K.: Analiza zagadnień kompatybilności elektromagnetycznej w rozległych obiektach narażonych na wyładowania atmosferyczne. Politechnika Białostocka 2005
13. Normy: PN-IEC 61312 – seria norm: Ochrona przed piorunowym impulsem elektromagnetycznym. KTA 2206 Auslegung von Kernkraftwerken gegen Blitzeinwirkungen (norma niemiecka).

THE EVALUATION OF SECURITY OF UTILISATION OF SECURITY TRANSPORT SYSTEMS USED ON A VAST RAILWAY AREA

Abstract: Utilization of security transport systems e.g. intrusion and hold-up systems (SSWiN) on a vast railway area is exposed to the impact of electronic disturbances. Electromagnetic disturbances are generated by deliberate or in deliberate sources, stationary or mobile. The level of generated electromagnetic disturbances has impact on the process of security of utilization of systems e.g. systems of railway travel control, security transport systems. Generated disturbances can be the cause of alarm in security transport systems. This paper presents the evaluation of security of utilization of security transport systems, on which electromagnetic disturbances have impact.

Keywords: technical security system, security transport systems, system of signalization of burglary and assault