

Poziomy pól elektromagnetycznych od pojazdów kolejowych w kontekście wymagań formalnych

Andrzej MISZKIEWICZ¹, Krzysztof TCHÓRZEWSKI²

Streszczenie

Artykuł podejmuje tematykę poziomów emisji pól elektromagnetycznych przez pojazdy kolejowe w kontekście ochrony ludności. Przedstawiono problem braku rozwiązań prawnych, limitów i metod badawczych w warunkach środowiska kolejowego w Polsce. W artykule przedstawiono wstępne wyniki pomiarów emisji pól elektromagnetycznych generowanych przez pojazdy kolejowe. Na podstawie wyników tych badań stwierdzono, że uwzględniając wyniki pomiarów, pola elektromagnetyczne mogą osiągać istotne poziomy, które także mogą wpływać na zdrowie ludzi. Autorzy artykułu wysuwają wniosek, że zagadnienie nie powinno być lekceważone i z tego powodu wymaga ono dalszych badań, zważywszy na postępujące nasycenie pojazdów kolejowych w urządzenia i systemy elektroniczne, które będą stanowiły źródła pól elektromagnetycznych.

Słowa kluczowe: pola elektromagnetyczne, ochrona ludności, pomiary

1. Wprowadzenie

Rozległe środowisko kolejowe XXI wieku w niezaprzeczalny sposób czerpie korzyści z potencjału rozwoju technologicznego w zakresie elektroenergetyki, teleinformatyki, łączności przewodowej oraz łączności bezprzewodowej. Branża kolejowa jest w trakcie ciągłego procesu zwiększania efektywności, zakresu oraz jakości oferowanych i wprowadzanych usług dla wzajemnej kooperacji komplementarnych podmiotów działających w strukturach kolejowych, pracujących na rzecz przewozów pasażerskich i towarowych. Te wszystkie usługi są powiązane ze wspomnianymi dziedzinami technologii, które z kolei są źródłami emisji pól elektromagnetycznych. Pola te są generowane celowo, bądź są efektem ubocznym pracy poszczególnych urządzeń i systemów.

Zagadnienie emisji pól elektromagnetycznych generowanych przez pojazdy kolejowe jest znane i opisane przez wiele norm kolejowych, m.in. [6, 7], które są egzekwowane przez obowiązkowe badania poszczególnych typów pojazdów kolejowych, zgodnie z wymaganiami ustawy o transporcie kolejowym [20] i wymaganiami normatywnymi zawartymi w „Liście Prezesa UTK” [4]. Jednakże dokument ten [4] skupia się niemal wyłącznie na dziedzinie EMC (*ang. Electromagnetic Compatibility*), czyli zgodnie z definicją, obszarem

zainteresowań nie jest ochrona i zdrowia ludzi, a poprawne działanie i wzajemne oddziaływanie urządzeń i systemów w środowisku elektromagnetycznym.

Okazuje się, że poza normą PN-EN 50500:2008/A1:2015-10 [9] wskazaną w „Liście Prezesa UTK”, która odnosi się do zagadnienia wpływu pól elektromagnetycznych od pojazdów kolejowych na zdrowie i życie ludzi, brakuje wymagań na weryfikację wskazanych zagrożeń. W związku z tym artykuł przedstawia analizę wpływu taboru kolejowego, jako potencjalnego źródła pól elektromagnetycznych w zakresie ochrony ludności i środowiska naturalnego, w aspekcie obowiązujących w Polsce wymagań formalnych.

2. Problem badawczy i metoda badawcza

Przed wprowadzeniem do eksploatacji, pojazdy kolejowe wymagają uzyskania dopuszczenia potwierdzonego świadectwem dopuszczenia typu pojazdu wydawanego przez Prezesa UTK. Warunkiem uzyskania dopuszczenia do eksploatacji, niezależnie od tego, czy pojazdy są zgodne z technicznymi specyfikacjami interoperacyjności, czy też nie spełniają wszystkich wymagań określonych w TSI [11, 12], jest potwierdzenie zgodności z określonymi wymaganiami normatywnymi w zakresie kompatybilności elektromagnetycznej [6, 7, 9].

¹ Mgr inż.; Instytut Kolejnictwa, Laboratorium Automatyki i Telekomunikacji; e-mail: amiszkievicz@ikolej.pl.

² Mgr inż.; Instytut Kolejnictwa, Laboratorium Automatyki i Telekomunikacji; e-mail: ktchorzewski@ikolej.pl.

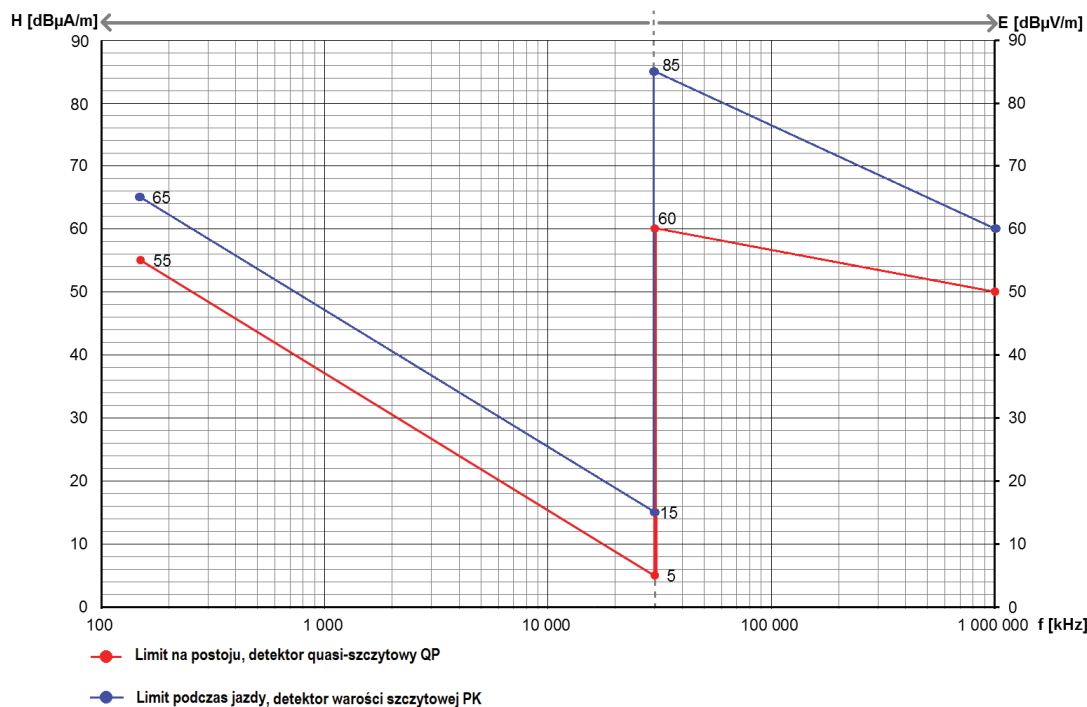
Norma PN-EN 50121-3-1 [6] wymaga przeprowadzenia badań w zakresie częstotliwości od 150 kHz do 1 GHz, przy czym zakres ten jest dzielony na podzakresy: 150 kHz – 30 MHz (składowa magnetyczna) i 30 MHz – 1 GHz (składowa elektryczna). Jak widać, wymagania normy nie przewidują weryfikacji zaburzeń o częstotliwościach poniżej 150 kHz (np. 50 Hz), ani też powyżej 1 GHz, czyli chociażby w paśmie publicznych sieci komórkowych (1800 MHz, 1900 MHz, 2,1 GHz) lub systemów radiowych bliskiego zasięgu (np. w paśmie 2,4 GHz). Należy mieć świadomość, że wskazane normy [6, 7, 9] dotyczą zakresu badań EMC, których celem nie jest weryfikacja typów pojazdów kolejowych pod względem narażenia ludzi, ale mimo to uwidoczniają brak norm i wytycznych do zbadania wyższych częstotliwości.

Na wstępie artykułu zaznaczono, że w Polsce jedyną obecnie wymaganą przez „Listę Prezesa UTK” normą ukierunkowaną na ochroną zdrowia i życia ludzi od promieniowania elektromagnetycznego generowanego przez pojazdy kolejowe jest norma PN-EN 50500 [9], która obejmuje zakres pomiarowy sprawdzeń wyłącznie składowej magnetycznej poziomów pól elektromagnetycznych od 0 Hz do 20 kHz. Zakres ten jest zatem znacznie ograniczony w stosunku do wymagań stawia-

nych obiektom stałym, określonych w Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 30 października 2003 roku [16]³. Limity poziomów poszczególnych składowych pól elektromagnetycznych, do których odnosi się norma [16] wskazane są w rekomendacji UE 1999/519/EC [2] dla ogółu społeczeństwa oraz w dyrektywie 2013/35/UE [3], odnoszącej się do bezpieczeństwa pracowników. Limity te są różne i chociaż norma [9] nie podaje tego wprost, jednak logiczne jest założenie, że odnoszą się one do przedziałów pasażerskich i do kabiny maszynisty. Należy podkreślić, że wartości graniczne poziomów składowych magnetycznych, jak i elektrycznych również znacznie odbiegają od limitów przyjętych w rozporządzeniu [16].

Rysunek 1 przedstawia dopuszczalne limity emisji pól, zgodnie z zapisami normy PN-EN 50121-3-1 [6]. Najwyższy dopuszczalny poziom zaburzeń promieniowanych od pojazdu zasilanego napięciem 3 kV DC wynosi 85 dB μ V/m (dla 30 MHz podczas jazdy), natomiast dla pojazdu na postoju wartość ta jest o 25 dB niższa. W przeliczeniu na jednostki stosowane w rozporządzeniu [16] wartość ta wynosi 0,02 V/m.

Zgodnie z metodologią określoną w normie [6], anteny w trakcie pomiaru są ustawione w odległości 10 m od osi toru, a zatem nie pozwala ona na weryfikację



Rys. 1. Wartości dopuszczalne emisji dla pojazdów zasilanych napięciem 3 kV [1]

³ Artykuł przygotowano na konferencję „Transport XXI wieku”, 09–12.06.2019 r., w Ryn. Rozporządzenie [16] zostało uchylone w dniu 1 stycznia 2020 r. i zastąpione Rozporządzeniem Ministra Zdrowia z dnia 17 grudnia 2019 r. [17], w którym wprowadzono dopuszczalne poziomy, równoważne poziomom określonym w Rekomendacji 1999/519/EC [2].

poziomów pól elektromagnetycznych w bezpośredniej bliskości pojazdu kolejowego (0,3–3 m od ścian bocznych pojazdu). Wskazany zakres odległości od pojazdu można uznać za typowy dla lokalizacji dla podróżnych wsiadających do pociągu. Ponieważ norma PN-EN 50121-3-1 podaje wartości dopuszczalne w odległości 10 m od osi toru, to biorąc pod uwagę tłumienie fal elektromagnetycznych w wolnej przestrzeni (tablica 3), należy zauważyć, że w pobliżu pojazdu akceptowalne są wartości pól elektromagnetycznych o kilkadziesiąt decybeli wyższe niż przedstawiono na rysunku 1.

Limit dla składowej elektrycznej według rekomendacji UE 1999/519/EC [2], do której odnosi się norma PN-EN 50500 [9] dla przykładowej częstotliwości 1800 MHz, wykorzystywanej przez operatorów publicznych sieci telefonii komórkowej, wynosi około 58 V/m. Wartość ta jest wielokrotnie wyższa od limitów określonych w Rozporządzeniu [16]. Norma PN-EN 50500 [9] nie obejmuje przykładowego zakresu częstotliwości, ale w celu pokazania zasadniczej różnicy posłużono się tym przykładem. Taka zależność występuje również dla wielu częstotliwości objętych zarówno normą [16], jak i Rozporządzeniem [16]. Należy zaznaczyć, że metodologia pomiaru według normy PN-EN 50500 na zewnątrz pojazdu, jest współbieżna w aspekcie odległości pierwszego punktu pomiarowego od pojazdu z generalną zasadą wykonywania pomiaru według Rozporządzenia [16]. Analizując problem emisji pól elektromagnetycznych od pojazdów kolejowych, można stwierdzić, że:

1. Monitorowanie poziomów pól elektromagnetycznych w środowisku ogólnym praktycznie nie obejmuje dworców i peronów kolejowych. Analiza raportów GIOS [5, 21] prowadzi do wniosku, że tylko jeden z punktów monitorowanych w ciągu ostatnich lat był ulokowany na dworcu kolejowym Nowy Sącz [21].

2. Nie ma żadnych szczególnych wymagań dotyczących monitorowania dworców kolejowych, będących dużymi skupiskami ludzi.
3. Rozporządzenie [16] dotyczy instalacji stałych, a zatem nie ma podstawy, aby stosować je do pojazdów kolejowych.
4. Norma PN-EN 50121-3-1 [6] obejmuje badanie pojazdu z włączonymi wszystkimi systemami elektrycznymi i elektronicznymi, ale badania są prowadzone w odległości 10 m od pojazdu i do częstotliwości 1000 MHz, a więc wykluczone są pewne pasma (np. pasma operatorów telefonii komórkowej) i zmierzony sygnał jest kilkanaście decybeli niższy niż w bezpośredniej bliskości pojazdu.
5. Systemy dostępu do Internetu dla pasażerów pojazdów kolejowych, poza ogólnym wymogiem zgodności z wymaganiami normy PN-EN 50155 [8], stawianym przez przewoźników kolejowych, nie podlegają obecnie żadnym regulacjom w zakresie prawa kolejowego. Praktyka jest taka, że modernizowane pociągi, w których zamontowano takie systemy, nie są obejmowane ponownymi badaniami na zgodność z normą PN-EN 50121-3-1 [6]. Na mocy ustawy [18] i rozporządzenia [13], systemy tego typu nie wymagają również dodatkowych pozwoleń radiowych.
6. Jedyne obecnie obowiązujące w środowisku kolejowym badania, uwzględniające ochronę zdrowia ludności, to badania składowej magnetycznej według normy PN-EN 50500 [9] w paśmie częstotliwości do 20 kHz.

Tablica 1 zawiera zestawienie wybranych źródeł emisji pól elektromagnetycznych celowych, jak i będących ubocznym skutkiem działania poszczególnych systemów

Tablica 1

Przykładowe urządzenia emitujące fale elektromagnetyczne na pojeździe kolejowym

Wybrane źródła pól elektromagnetycznych na pojeździe	Częstotliwość	Moc [W]
Przetwornice statyczne	20 kHz	Najczęściej < 0,2 MW
Silniki asynchroniczne	0–200 Hz	Najczęściej < 0,5 MW
System klimatyzacji	0–50 Hz	Najczęściej < 10 kW
Radiotelefon kabinowy VHF	Pasma 150 MHz	< 10*
Radiotelefon kabinowy GSM-R	Pasma 900 MHz	≤ 8*
EDOR	Pasma 900 MHz	≤ 8*
Radar	np. 24 GHz	5 mW
Licznik energii	Najczęściej 50 Hz	2 W
Systemy dostępu do internetu (Wi-Fi) Anteny, kable ciekące wewnątrz, routery, anteny na zewnątrz	2,4 GHz, 5 GHz	100 mW dla 2,4 GHz < 1 dla 5 GHz
Systemy informacji pasażerskiej	GSM 900 MHz i wyższe, GPRS	≤ 2 W*
Biletomaty	GSM 900 i wyższe, GPRS	≤ 2 W*

* Podane wartości dotyczą nadajników i nie uwzględniają mocy EIRP wynikającej z budżetu toru antenowego.
[opracowanie własne]

lub urządzeń, a więc istnieją rzeczywiste podstawy, aby zakładać, że problem nie powinien być bagatelizowany. Jak wykazano, istnieje obecnie pewien dysonans pomiędzy wymaganiami badań pojazdów kolejowych w zakresie badań EMC i EMF (*ang. Electromagnetic Fields*).

Autorzy artykułu proponują metodykę badawczą, umożliwiającą wyeliminowanie ograniczeń wynikających z wymagań normatywnych [6, 7, 8], która częściowo opiera się na metodyce określonej dla stałych obiektów radiokomunikacyjnych w Rozporządzeniu [16], choć wyeliminowano z niej poszukiwanie punktów pomiarowych w pionach pomiarowych, przyjmując jako reprezentatywny punkt na wysokości 1,75 m. W związku z tym przyjęto cztery odległości pomiarowe (10 m, 5 m, 3 m od osi toru oraz 0,3 m od ściany bocznej pojazdu), przy czym odległości do 5 m są traktowane jako miejsca dostępne dla ludności (perony). Dla każdej z odległości pomiarowych, w punktach pomiarowych ułożonych na wysokości 1,75 m, zakłada się pomiar poziomów pól elektromagnetycznych bez obecności pociągu (tło) wzdłuż całej długości peronu w pionach pomiarowych odległych od siebie o 20 m. Następnie, w tych samych punktach pomiarowych wykonuje się pomiary poziomów pól elektromagnetycznych magnetycznych (z pojazdem stojącym przy peronie) i przy włączonych wszelkich urządzeniach i systemach.

Jako zasadniczy rodzaj pomiaru proponuje się pomiar szerokopasmowy. Sugerowanym miejscem pomiarów jest tor doświadczalny Instytutu Kolejnictwa w Żmigrodzie.

3. Wyniki badań

Do pomiarów wykorzystano miernik pola elektromagnetycznego typu SRM 3006 umożliwiający zarówno pomiary szerokopasmowe, jak i selektywne, a także izotropową sondę pomiarową o zakresie częstotliwości 27 MHz – 3 GHz. Pomiary wykonano wykorzystując szerokopasmowy zakres częstotliwości. Charakterystykę miernika wykorzystanego do pomiarów wraz z sondą pomiarową przedstawiono w tablicy 2. Należy przy tym zwrócić uwagę, że sonda pomiarowa zastosowanego zestawu pomiarowego ograniczała jego możliwości w zakresie dolnej granicy pasma pomiarowego. W celu przeprowadzenia pomiarów w zakresie 9 kHz – 30 MHz należałoby zastosować inną sondę (np. typ 3531/04 produkcji firmy NARDA).

W tablicy 3 podano teoretyczne wartości tłumienia sygnałów w wolnej przestrzeni dla wybranych częstotliwości.

Tablica 4 zawiera zestawienie wyników pomiarów poziomów pól elektromagnetycznych dla składowej

Tablica 2

Charakterystyka sprzętu pomiarowego

Parametr	Miernik	Sonda
Zakres częstotliwości	9 kHz – 6 GHz	27 MHz – 3000 MHz
Zakres pomiarowy	–30 dBm do 20 dBm (maks. 27 dBm)	0,2 mV/m – 200 V/m

[Opracowanie własne].

Tablica 3

Teoretyczne wartości tłumienia sygnałów w wolnej przestrzeni dla wybranych częstotliwości

Częstotliwość [MHz]	Wartość tłumienia w wolnej przestrzeni [dB]						
	10 m	9 m	8 m	5 m	4 m	2m	1 m
30	22,0	21,1	20,1	16	14,0	8	2
100	32,4	31,5	30,5	26,4	24,5	18,5	12,4
150	36	35,1	34	29,9	28	22	16
300	42	41,1	40,1	36	34	28	22
450	45,5	44,6	43,6	39,5	37,6	31,5	25,5
900	51,5	50,6	49,6	45,5	43,6	37,6	31,5
925	51,8	50,9	49,8	45,8	43,8	37,8	31,8
960	52,1	51,2	50,2	46,1	44,1	38,1	32,1
1000	52,4	51,5	50,5	46,4	44,5	38,5	32,4
1800	57,6	56,6	55,6	51,5	49,6	43,6	37,6
1900	58	57,1	56,1	52	50,1	44	38
2100	58,9	58	57	52,9	50,9	44,9	38,9
2400	60,1	59,1	58,1	54	52,1	46,1	40,1
2700	61,1	60,2	59,1	55,1	53,1	47,1	41,1

[Opracowanie własne].

elektrycznej, dla losowo przejeżdżających komercyjnie składów pociągów osobowych oraz Elektrycznych Zespołów Trakcyjnych zarówno w relacjach dalekobieżnych, jak i podmiejskich. Pomiar przeprowadzono w terenie podmiejskim w okolicach Warszawy, przy jednej z głównych linii kolejowych, w celu uniknięcia potencjalnego wysokiego poziomu tła, przy czym jako wynik pomiaru podawana jest zmierzona wartość maksymalna poziomu pola elektrycznego w całym zakresie pomiarowym.

Wyposażenie pojazdów i załączone systemy w trakcie pomiarów nie były znane. Ze względu na brak moż-

liwości przeprowadzenia kontrolowanych pomiarów, zgodnie z proponowaną metodyką, dla celów artykułu ograniczono się do pojedynczego punktu pomiarowego znajdującego się w bezpośrednim sąsiedztwie kolejowego przystanku osobowego. Sonda pomiarowa znajdowała się w odległości 4 m od główki bliższej szyny dla toru kierunku jazdy zasadniczej do Warszawy oraz analogicznie około 19 m dla kierunku jazdy zasadniczej z Warszawy.

Na rysunkach 2–5 podano przykładowe wyniki pomiarów natężenia pola elektrycznego dla różnych częstotliwości i odległości 4 lub 19 m od pojazdów⁴.

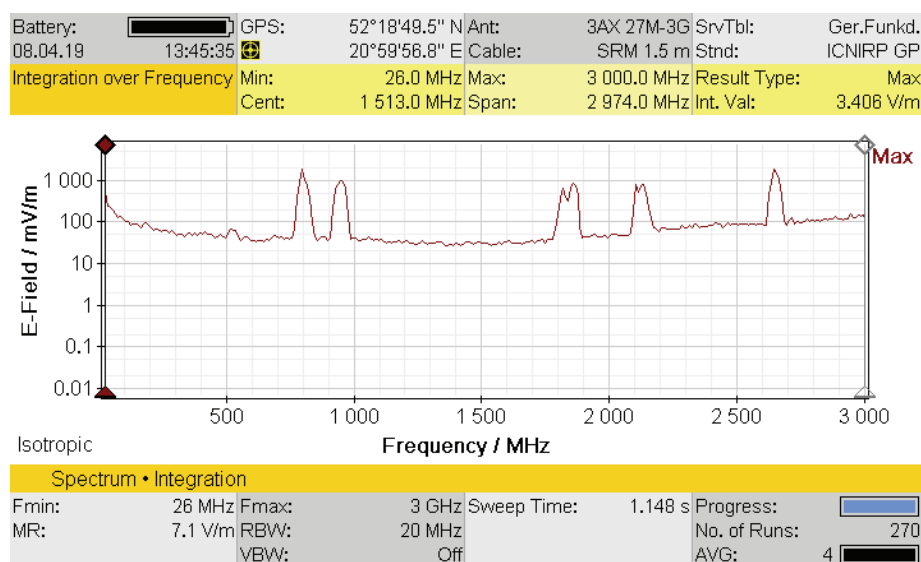
Tablica 4

Zestawienie wyników pomiarów pól elektromagnetycznych w obecności pojazdów

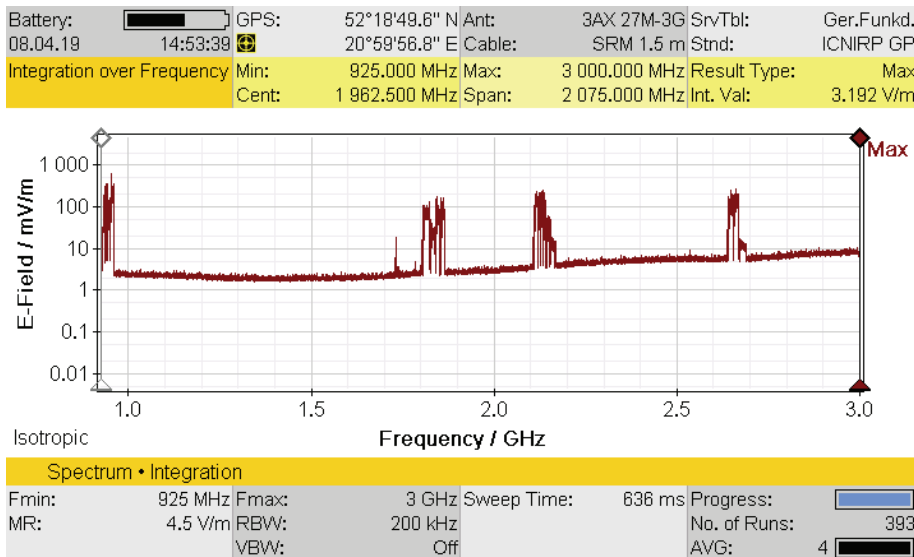
Nr pojazdu	Zakres częstotliwości [MHz]	Odległość od szyny [m]	Poziom TŁO E [V/m]	Poziom E [V/m]
1	26–3000	4	1,85	3,41
2	26–3000	4	1,85	2,65
3	26–3000	19	1,85	2,94
4	26–3000	19	1,85	2,63
5	925–3000	4	1,99	3,19
6	925–3000	4	1,99	2,88
7	925–3000	19	1,99	2,9
8	925–3000	19	1,99	3,54
9	1000–3000	4	1,69	2,72

[Opracowanie własne].

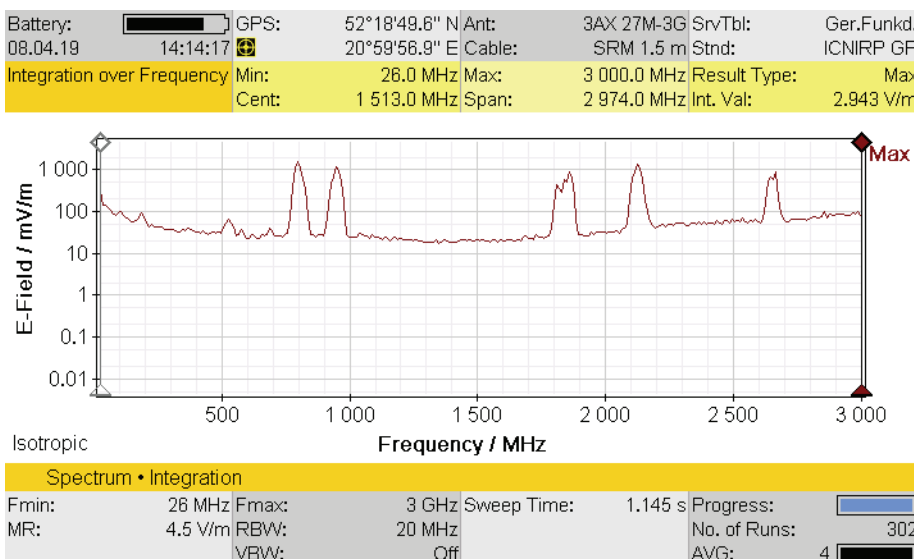
Rys. 2. Przykładowy wynik pomiaru natężenia pola elektrycznego dla zakresu częstotliwości 26 MHz – 3000 MHz w odległości 4 m od pojazdu [zrzut ekranowy z pomiarów własnych]



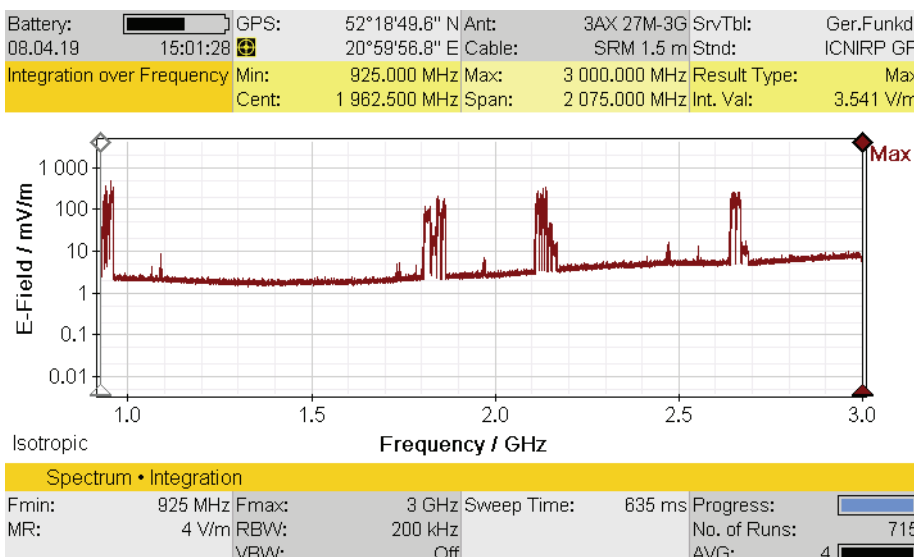
⁴ Uproszczenie (stosowane także dalej). Jak wspomniano wcześniej, odległość pomiarowa była mierzona od główki szyny.



Rys. 3. Przykładowy wynik pomiaru natężenia pola elektrycznego dla zakresu częstotliwości 925 MHz – 3000 MHz w odległości 4 m [zrzut ekranowy z pomiarów własnych]



Rys. 4. Przykładowy wynik pomiaru natężenia pola elektrycznego dla zakresu częstotliwości 26 MHz – 3000 MHz w odległości 19 m [zrzut ekranowy z pomiarów własnych]



Rys. 5. Przykładowy wynik pomiaru natężenia pola elektrycznego dla zakresu częstotliwości 925 MHz – 3000 MHz w odległości 19 m [zrzut ekranowy z pomiarów własnych]

Jak wynika z rysunków 2–5, wzrost wartości poziomów pola elektromagnetycznego odpowiada pasmom sieci telefonii komórkowej operatorów publicznych.

Przeprowadzone wstępne pomiary natężenia pola elektrycznego w odległości 4 m i około 19 m od zewnętrznej szyny toru kolejowego wykazują, że przejeżdżające pociągi osobowe wyraźnie podnoszą poziom natężenia pola elektrycznego w strefie dalekiej pól, przy czym należy zauważyć, że po uwzględnieniu poziomu tła, wzrost ten nie przekracza wartości 1,6 [V/m]. Specyfika pomiarów pól elektromagnetycznych dla pól dalekich określa wartość 20–50% całkowitej niepewności pomiarów przy poziomie ufności 95%. Oznacza to, że w zakresie częstotliwości objętym pomiarem, wyniki uwzględniające wytyczne ILAC [22] znajdują się poniżej limitu 7 V/m, zgodnie z Rozporządzeniem [16]. Podobnie wyniki spełniają kryterium uwzględniające wzrost poziomu o niepewność, zgodnie z zapisami normy PN-EN 62 311 [10].

Szczególną uwagę zwraca pojazd oznaczony numerem 8, dla którego zmierzono najwyższy poziom $E = 3,54$ [V/m] w odległości około 19 metrów. Uwzględniając teoretyczne wartości tłumienia w wolnej przestrzeni m.in. z tablicy 3, można przyjąć, że poziom natężenia pola elektrycznego w zakresie 26 MHz – 3000 MHz w odległości 1 m od ściany bocznej pojazdu może wzrosnąć o około 25 dB. Wskazana wielkość teoretycznego wzrostu poziomu natężenia pola elektrycznego determinuje pytanie o spełnienie limitu z Rozporządzenia [16] (nie zapominając jednak o braku możliwości bezpośredniego przełożenia wymogów rozporządzenia na obiekty nie będące instalacjami radiokomunikacyjnymi) i dyrektyw UE [2, 3].

4. Wnioski i podsumowanie

Systemy elektroenergetyczne, elektroniczne, teleinformatyczne, łączności przewodowej oraz łączności bezprzewodowej, stosowane w taborze kolejowym, stanowią źródło celowo generowanych pól elektromagnetycznych, jak i pól będących efektem ubocznym pracujących systemów. Podjęty temat, dotyczący potencjalnego wpływu poziomu pól elektromagnetycznych generowanych przez tabor kolejowy na środowisko ogólne, a przede wszystkim na zdrowie ludzi w zakresie fal radiowych, podkreśla brak odpowiednich regulacji prawnych w omawianym zakresie (w środowisku kolejowym). Przeprowadzona analiza stanu prawnego dotyczącego opisywanego zagadnienia prowadzi do wniosku, że brakuje wymagań i zasad postępowania, w tym metody pomiarowej w celu stwierdzenia bezpieczeństwa poszczególnych typów bądź pojedynczych sztuk pojazdów kolejowych w zakresie wpływu pól elektromagnetycznych na zdrowie ludzi.

Środowisko kolejowe poważnie bierze pod uwagę zagadnienie związane z EMC, jednocześnie praktycznie pomijając w całym zakresie wpływ EMF na zdrowie ludzi. Dotychczas skupiono się przede wszystkim na odporności i oddziaływaniu na inne urządzenia w środowisku elektromagnetycznym. Widać ewidentną asymetrię pomiędzy dbałością o poprawność działania urządzeń i systemów a wpływem ich pracy na zdrowie ludzi. Prezentowany stan rzeczy podkreśla zakres „Listy Prezesa UTK”, w której występuje obszerna paleta norm EMC, przy jednej pozycji odnoszącej się do weryfikacji wpływu pól elektromagnetycznych na ludzi, przy czym ta norma (PN-EN 50500:2008 + A1:2015-10) uwzględnia wyłącznie wpływ składowej magnetycznej dla częstotliwości do 20 kHz.

Autorzy artykułu przeprowadzili wstępne pomiary i przedstawili wyniki kilku losowo zmierzonych pojazdów w warunkach normalnej eksploatacji. Działanie to umożliwiło wykazanie, że poziom natężenia pola elektrycznego w obszarze pola dalekiego jest wyraźnie wyższy niż poziom tła. Należy zaznaczyć, że przytoczone wyniki pomiarów pojazdów o nieznanym charakterystyce wyposażenia, wykazały akceptowalny poziom pól elektromagnetycznych, m.in. odnosząc się do „niekolejowego” Rozporządzenia [16]. Przeprowadzone pomiary wykazują, że w obecności pojazdu kolejowego wzrasta poziom pola elektromagnetycznego w wybranych punktach pomiarowych. Pomiar poziomu pól elektromagnetycznych przedstawiony na rysunku 5 jest wyższy niż pozostałych, pomimo faktu, że został wykonany w odległości około 19 m. Pozwala to przypuszczać, że w tym przypadku źródłem pól może nie być pojazd, a stacje bazowe telefonii komórkowej nadające w kierunku urządzeń znajdujących się w pojeździe. Przyjęta wstępnie metodyka pomiarowa nie pozwala jednak stwierdzić, czy za ten wzrost odpowiada emisja z pojazdu, czy do pojazdu.

W związku z tym, wydaje się zasadne podjęcie badań w celu wyciągnięcia rzetelnych wniosków dotyczących przyjęcia ewentualnych wymagań do sprawdzenia poziomu pól elektromagnetycznych od taboru kolejowego wprowadzanego na rynek.

Biorąc pod uwagę wymienione wnioski, autorzy artykułu sugerują, aby przeprowadzić serię kontrolowanych badań na wyselekcjonowanych i przygotowanych pojazdach kolejowych, najlepiej w środowisku miejskim oraz na torze doświadczalnym Instytutu Kolejnictwa w Żmigrodzie.

Literatura

1. Białek K., John Ł.: *Pomiary emisji zaburzeń elektromagnetycznych od kolejowych pojazdów szynowych pracujących w trakcji wielokrotnej*, Przegląd Elektrotechniczny, 2019, nr 3, s. 14–17.

2. Council Recommendation of 12 July 1999 on the limitation of exposure of the general public to electromagnetic fields (0 Hz to 300 GHz) (1999/519/EC).
3. Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2013/35/UE z dnia 26 czerwca 2013 r. w sprawie minimalnych wymagań w zakresie ochrony zdrowia i bezpieczeństwa dotyczących narażenia pracowników na zagrożenia spowodowane czynnikami fizycznymi (polami elektromagnetycznymi), Dz.Urz. UE L 179 29.6.2013.
4. Lista Prezesa Urzędu Transportu Kolejowego w sprawie właściwych krajowych specyfikacji technicznych i dokumentów normalizacyjnych, których zastosowanie umożliwia spełnienie zasadniczych wymagań dotyczących Interoperacyjności systemu kolei, Warszawa, 19.01.2017 r.
5. Moskalik K.: *Ocena poziomu pól elektromagnetycznych w środowisku w roku 2017 – w oparciu o wyniki pomiarów Wojewódzkich Inspektoratów Ochrony Środowiska*, Główny Inspektorat Ochrony Środowiska, Warszawa, listopad 2018.
6. PN-EN 50121-3-1:2017-05: Zastosowania kolejowe – Kompatybilność elektromagnetyczna - Część 3-1: Tabor – Pociąg i kompletny pojazd.
7. PN-EN 50121-3-2:2017-04: Zastosowania kolejowe – Kompatybilność elektromagnetyczna – Część 3-2: Tabor – Aparatura.
8. PN-EN 50155:2018-01: Zastosowania kolejowe – Tabor – Wyposażenie elektroniczne.
9. PN-EN 50500:2008 + A1:2015-10: Procedury pomiaru poziomów pól magnetycznych generowanych przez urządzenia elektroniczne i elektryczne w środowisku kolejowym w odniesieniu do narażenia ludzi.
10. PN-EN 62311:2010: Ocena urządzeń elektronicznych i elektrycznych w odniesieniu do ograniczeń ekspozycji ludności w polach elektromagnetycznych (0 Hz–300 GHz).
11. Rozporządzenie Komisji (UE) 1302/2014 z dnia 18 listopada 2014 r. w sprawie technicznej specyfikacji interoperacyjności odnoszącej się do podsystemu „Tabor – lokomotywy i tabor pasażerski” systemu kolei w Unii Europejskiej, Dz. Urz. UE L 356 z 12.12.2014.
12. Rozporządzenie Komisji (UE) nr 2016/919 z dnia 27 maja 2016 r. w sprawie technicznych specyfikacji interoperacyjności w zakresie podsystemu „Sterowanie” systemu kolei w Unii Europejskiej, Dz.Urz. UE L 158 z 15.6.2016.
13. Rozporządzenie Ministra Cyfryzacji z dnia 26 listopada 2015 roku zmieniające rozporządzenie w sprawie urządzeń radiowych nadawczych lub nadawczo-odbiorczych, które mogą być używane bez pozwolenia radiowego, Dz.U. 2015, poz. 2174.
14. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 13 maja 2014 r. w sprawie dopuszczania do eksploatacji określonych rodzajów budowli, urządzeń i pojazdów kolejowych, Dz.U. 2014, poz. 720.
15. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 12 listopada 2007 r. w sprawie zakresu i sposobu prowadzenia okresowych badań poziomów pól elektromagnetycznych w środowisku, Dz.U. 2007 Nr 221, poz. 1645.
16. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 30 października 2003 r w sprawie dopuszczalnych poziomów pól elektromagnetycznych w środowisku oraz sposobów sprawdzania dotrzymania tych poziomów, Dz.U. 2003 Nr 192 poz.1883.
17. Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 17 grudnia 2019 r. w sprawie dopuszczalnych poziomów pól elektromagnetycznych w środowisku, Dz.U. 2019, poz. 2448.
18. Ustawa z dnia 16 lipca 2004 r. Prawo telekomunikacyjne, tekst jednolity, Dz.U. 2019, poz. 2460.
19. Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. Prawo ochrony środowiska, tekst jednolity, Dz.U. 2019, poz. 1396 z późniejszymi zmianami.
20. Ustawa z dnia 28 marca 2003 r. o transporcie kolejowym, tekst jednolity Dz.U. 2019, poz. 710.
21. Wynik pomiarów monitoringowych za rok 2018, Główny Inspektorat Ochrony Środowiska, www.gios.gov.pl/images/dokumenty/pms/monitoring_pol_elektromagnetycznych/wyniki_pomiarow_PEM_2018.xlsx.
22. Wytyczne dotyczące zasad podejmowania decyzji i stwierdzenia zgodności ze specyfikacją ILAC -G8:09/2019, Polskie Centrum Akredytacji.