

SŁAWOMIR ŁUKJANOW, BOGUSŁAW PIJANOWSKI*

**BADANIA KOMPATYBILNOŚCI ELEKTROMAGNETYCZNEJ
(EMC) W ASPEKTCIE ROZWOJU TECHNIKI
MOTORYZACYJNEJ**

**EXAMINATION OF ELECTROMAGNETIC
COMPATIBILITY (EMC) IN VIEW OF THE AUTOMOBILE
ENGINEERING ADVANCEMENT**

Streszczenie

W artykule, we wprowadzeniu w tematykę kompatybilności elektromagnetycznej (EMC), omówiono zaburzenia występujące w instalacji elektrycznej pojazdu samochodowego. Podano genezę normalizacji w dziedzinie EMC z uwzględnieniem pojazdów samochodowych produkowanych w różnych okresach. Przedstawiono i omówiono najważniejsze dokumenty normalizacyjne dotyczące badań z zakresu kompatybilności elektromagnetycznej pojazdów i urządzeń samochodowych.

Słowa kluczowe: kompatybilność elektromagnetyczna, dokumenty normalizacyjne dotyczące badań EMC

Abstract

In the paper introducing the electromagnetic compatibility (EMC) subject, disturbances occurring in vehicle electrical installation are discussed. The genesis of the standardization in EMC area is presented, including automotive vehicles produced in different periods. The most important standards documents concerning the research in electromagnetic compatibility of vehicles and vehicle devices are presented and discussed.

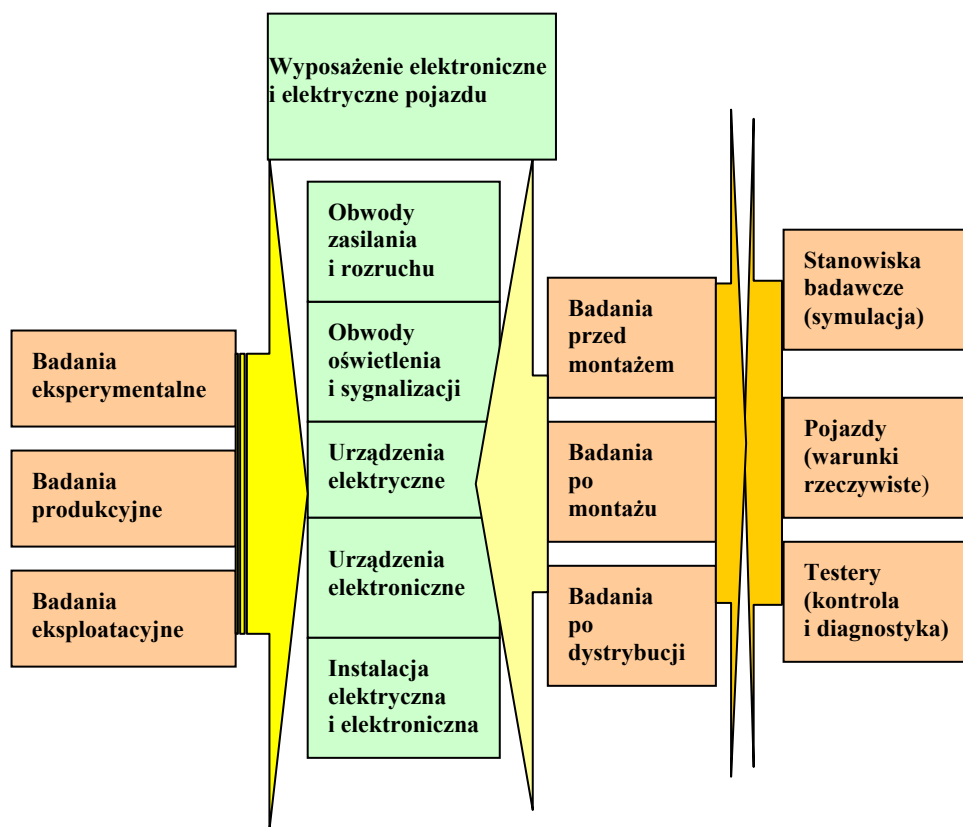
Keywords: electromagnetic compatibility, standardization documents concerning research on EMC

*Dr inż. Sławomir Łukjanow, mgr inż. Bogusław Pijanowski, Przemysłowy Instytut Motoryzacji, Warszawa.

1. Wprowadzenie do tematyki EMC pojazdów i urządzeń samochodowych

Tematyka badań pojazdów i urządzeń samochodowych, zwłaszcza w zakresie wyposażenia elektronicznego i elektrycznego, jest bardzo obszerna. Zakres tych badań ulega ciąglemu rozszerzaniu ze względu na postępujący rozwój techniki oraz coraz ostrzejsze wymagania, szczególnie w zakresie bezpieczeństwa i komfortu jazdy.

Badania te – w przypadku wyposażenia elektronicznego i elektrycznego pojazdów – prowadzi się zarówno na etapie opracowywania produktu, kontroli w cyklu procesu produkcji (w tym w fazie poprodukcyjnej), jak i w normalnej eksploatacji (rys. 1). Na rysunku 1 wskazano również na podstawowe zespoły wyposażenia pojazdów wymagające badań kompatybilności elektromagnetycznej (EMC).



Rys. 1. Rodzaje i sposoby badań wyposażenia elektronicznego i elektrycznego pojazdów samochodowych

Fig. 1. Types and methods of examining electronic and electric equipment of automotive vehicles

Gwałtowny rozwój elektroniki i wynikające stąd rosnące nasycenie pojazdów, zwłaszcza w układy sterowania, kontroli (w tym telematyki), przekazu radiowego i informacji wizualnej, jakie obserwuje się w ostatnich latach, powodują, że nabierają szczególnego

znaczenia wymagania w zakresie badań dotyczących kompatybilności elektromagnetycznej.

Mając na uwadze cechy elektrycznego wyposażenia pojazdów i zjawiska występujące w sieciach elektrycznych pojazdów, zwłaszcza możliwość występowania dużych impulsów prądowych i napięciowych, długich wiązek przewodów i dużej liczby połączeń, można stwierdzić, że istnieją znaczne możliwości wzajemnego zaburzenia pracy poszczególnych podzespołów i modułów elektronicznych – drogą przewodzenia (galwanicznie), na skutek istnienia sprzężeń pojemnościowych i indukcyjnych lub drogą emisji promieniowanej.

Instalacja (w tym urządzenia) pojazdu narażone są również na sygnały zaburzające pochodzące z zewnątrz, tj. od innych pojazdów, infrastruktury drogowej, przemysłowej, łączności radiowej itd. Sygnały zaburzające mają zróżnicowane poziomy i występują w szerokim paśmie częstotliwości. Dlatego bardzo istotne są wiarygodne (w sensie merytorycznym) badania kompatybilności elektromagnetycznej całopojazdowej. Są one niezbędne do oceny zgodności z wymaganiami przewidzianymi dla bezpieczeństwa i jakości.

Zaburzenia elektromagnetyczne można zaliczyć do obszernej grupy sygnałów niepożądanych (lub nieużytecznych), które w układach towarzyszą zawsze sygnałom użytecznym, wynikającym z działania tych układów.

Występujące w środowisku elektromagnetycznym zaburzenia można podzielić na dwie grupy:

- 1) pola magnetyczne o charakterze ciągłym,
- 2) zaburzenia impulsowe.

Do istotnych przyczyn zaburzeń można zaliczyć następujące:

- okresowe i przypadkowe (losowe) zmiany napięć zasilających,
- dostatecznie szybkie zmiany prądów i napięć w obwodach elektrycznych w obecności indukcyjności i pojemności, w tym tych wielkości rozproszonych,
- przenikanie sygnałów z jednych obwodów do innych, co ma miejsce szczególnie między liniami łączącymi te obwody – między liniami transmisji sygnałów,
- występowanie w obwodach elektrycznych sprzężeń (możliwość generacji),
- pojawienie się w obwodach zwarcia i wystąpienie uszkodzenia elementów lub układów,
- szумы elementów aktywnych i pasywnych,
- niestabilności połączeń i kontaktów, niestabilności temperaturowe,
- nieliniowe charakterystyki elementów i układów, w tym także nieliniowe obciążenia.

Dążenie do zmniejszenia wrażliwości elementów elektronicznych występujących w urządzeniach wyposażenia pojazdów na zaburzenia elektromagnetyczne, nasycenie środowiska urządzeniami będącymi źródłami zaburzeń i jednocześnie podlegających zaburzeniom, spowodowały, że konieczne stało się podjęcie działań normatywno-prawnych koordynujących narodowe uregulowania w dziedzinie kompatybilności elektromagnetycznej. Konsekwencją tego są Regulaminy Europejskiej Komisji Gospodarczej ONZ oraz Dyrektywy Rady Europy w sprawie homologacji pojazdów i ich wyposażenia.

Konieczność spełnienia wymagań homologacyjnych w zakresie EMC przez producentów i importerów urządzeń elektrycznych i elektronicznych stosowanych w pojazdach samochodowych narzuca określone rozwiązania technologiczne. Na podstawie analizy pracy urządzeń wyposażenia elektrycznego i elektronicznego pojazdu należy przyjąć, że źródłami zaburzeń są przede wszystkim: układ zapłonowo-wtryskowy, alternator wraz z regulatorem napięcia, systemy elektroniczne układu hamulcowego, zawieszania i kierowniczego, elektroniczny system sterowania poduszki powietrznej i klimatyzacji, systemy

zabezpieczające przed kradzieżą, sygnał dźwiękowy, silniki elektryczne urządzeń pomocniczych, elektromagnesy urządzeń pomocniczych, przekaźniki, przełączniki, urządzenia sygnalizacyjne, złącza (zmiany rezystancji styków), komputery pokładowe z czujnikami, urządzenia teleinformatyczne i łączności radiowej oraz elektryczność statyczna.

W znanych i stosowanych dotychczas metodach badań kompatybilności elektromagnetycznej związanych z narażeniami i emisją urządzeń oraz kompletnych pojazdów samochodowych stosuje się komory bezodbiciowe, linie transmisyjne oraz przestrzeń otwartą przy badaniach emisji.

2. Geneza normalizacji w dziedzinie EMC

2.1. Okres produkcji samochodów z silnikami o zapłonie elektrycznym

- Lata 30 ub. wieku – prace instytucji, z których potem powstał CISPR – International Special Committee for Radio Disturbances. CISPR tworzy „Zalecenia” (Recommendations), które nie mają mocy prawnej, ale stanowią podstawy praktycznie wszystkich norm dotyczących EMC na świecie.
- Na podstawie badań w zakresie telefonii zaproponowano dopuszczalny poziom emisji „N” i pomiar detektorem quasi-szczytowym. Zdefiniowano:
 - a) Poziom N – rozciągał się on od 30 MHz do minimum 1000 MHz, przy czym ze względu na istniejącą wówczas aparaturę pomiarową i potrzeby ochrony środowiska ograniczono się praktycznie do pasma 30–300 MHz,
 - b) detektor quasi-szczytowy – znormalizowana symulacja reakcji na zaburzenia o charakterze krótkich impulsów,
 - c) otoczenie – wszystko w środowisku, co jest podatne na zaburzenia elektromagnetyczne, a znajduje się w odległości ponad 10 m od źródła tych zaburzeń.
- 1952 – powstaje Regulamin nr 10 [1] – ma za zadanie chronić otoczenie przed pojazdami o zapłonie iskrowym (Poziom N, pomiary odbiornikiem z detektorem quasi-szczytowym na częstotliwościach punktowych), włączając emisję urządzeń elektrycznych niezbędnych do pracy silnika spalinowego. Zasadą jest badanie jednego pojazdu z partii. Regulamin R-10 staje się jednym z podstawowych dokumentów prawnonormalizacyjnych dla późniejszej homologacji europejskiej.

2.2. Okres produkcji samochodów z silnikami o zapłonie elektronicznym

- 1970 – powstaje Polska Norma PN-70/S-76005, praktycznie adaptacja R-10 na język polski, rozszerzająca zakres częstotliwości ochrony do 1000 MHz i nieznacznie podwyższająca wymagania dla pola pomiarowego.
- 1972 – powstaje Dyrektywa 72/245/EWG – praktycznie usankcjonowanie Regulaminu R-10 pod kątem wymagań homologacyjnych na terenie ówczesnej EWG.
- 1978 – powstaje pierwsza edycja Regulaminu nr 10.01 [2] – zmiany głównie typu formalnego; Regulamin ten wprowadza – w przypadkach kwestionowanych wyników – pomiary statystyczne sześciu pojazdów.
- 1978 – powstaje edycja pierwsza CISPR-12, rozszerzająca zakres częstotliwości badań i ochrony do 1000 MHz, dalej podwyższając wymagania dla pola pomiarowego. CISPR

12 ed. I dotyczy emisji pojazdów z silnikami o zapłonie iskrowym i urządzeń z takimi silnikami spalinowymi.

2.3. Okres produkcji samochodów z silnikami spalinowymi mającymi układy wtryskowo-zapłonowe

- 1987 – powstaje Polska Norma PN-87/S-76005 [6], rozwinięcie R-10 w oparciu o zalecenie CISPR-12. Norma PN-87/S-76005 rozszerza zakres częstotliwości do 1000 MHz oraz wprowadza jako zasadę badania metodą statystyczną (dalej na częstotliwościach punktowych), włączając emisję wszystkich urządzeń elektrycznych pracujących podczas pracy silnika. Norma PN-87/S-76005 dotyczy pojazdów z silnikami spalinowymi i urządzeń z takimi silnikami.
- 1990 – powstaje edycja III CISPR-12. CISPR-12 ed. III dotyczy emisji promieniowanej od pojazdów z silnikami spalinowymi (oraz łodzi motorowych) i urządzeń z takimi silnikami (pojazdy: także motorowery, traktory i docelowo pojazdy elektryczne itp.). Pierwszy raz wprowadzane są pomiary z przemiataniem częstotliwości.
- 1995 – powstaje Dyrektywa 95/54/WE [4], istotne rozszerzenie Regulaminu nr 10.01. Dyrektywa 95/54/WE rozszerza zakres częstotliwości do 1000 MHz oraz wprowadza badanie zaburzeń szerokopasmowych i wąskopasmowych, a ponadto badania odporności. Podczas badań emisji Dyrektywa wymaga prowadzenia pomiarów z przemiataniem. Błąd w przepisywaniu z CISPR 12 ed. III pozwalał na niewłaściwą interpretację dopuszczalności pomiarów na częstotliwościach punktowych. Dyrektywa 95/54/WE dotyczy pojazdów z silnikami o zapłonie iskrowym oraz po raz pierwszy – urządzeń elektrycznych/elektronicznych.
- 1995 – powstaje edycja czwarta CISPR-12.
- 1997 – powstaje edycja druga Regulaminu nr 10 [3], będąca odpowiednikiem Dyrektywy 95/54/WE.
- 2001 – powstaje edycja piąta CISPR-12. CISPR-12 ed. V dotyczy pojazdów, łodzi i urządzeń z silnikami o spalaniu wewnętrznym oraz elektrycznymi. Wprowadza pomiar zaburzeń wąskopasmowych (kwalifikacja inna niż w Dyrektywie 95/54/WE i Regulaminie nr 10.02) i obowiązek prowadzenia pomiarów z przemiataniem częstotliwości.
- 2004 – powstaje Dyrektywa 2004/104/WE [5]. Dyrektywa koryguje zapisy odnośnie do pomiarów z przemiataniem częstotliwości oraz wprowadza dla urządzeń wymagania dotyczące emisji stanów przejściowych i odporności na stany przejściowe. Ponadto rozszerza zakres częstotliwości przy badaniu odporności do 2000 MHz.
- Dyrektywa rozszerza rodzaje pojazdów, których dotyczy (na L, M, N, i O) oraz wprowadza funkcje związane z odpornością na pole elektromagnetyczne.

3. Analiza wymagań EMC wg wybranych dokumentów

3.1. Regulamin nr 10 – 1952 [1]

Zakres wymagań – pojazdy/urządzenia

Regulamin dotyczy pojazdów pod względem tłumienia zaburzeń radioelektrycznych – nie obejmuje urządzeń. Pomiar tylko jednego, danego pojazdu.

Zakres wielkości mierzonych – zaburzenia szerokopasmowe/wąskopasmowe

Regulamin dotyczy tylko zaburzeń szerokopasmowych, mierzonych miernikiem z detektorem quasi-szczytowym lub szczytowym.

Zakres częstotliwości, częstotliwości punktowe/przemiatanie

Zakres częstotliwości: 45–220 MHz.

Regulamin przewiduje pomiar tylko na sześciu częstotliwościach punktowych: 45, 65, 90, 150, 180 i 220 MHz.

Poziomy dopuszczalne

Poziom N w zakresie częstotliwości od 30 do 300 MHz.

Poligon/pole pomiarowe

Elipsa $20 \times 17,3$ m.

Warunki pracy obiektu badań

Prędkość obrotowa silnika spalinowego: 1500/2500 obr./min, włączone tylko wyposażenie niezbędne do pracy silnika.

3.2. Regulamin nr 10.01 – edycja 1 – 1978 [2]

Zakres wymagań – pojazdy/urządzenia

Regulamin dotyczy pojazdów pod względem tłumienia zaburzeń radioelektrycznych – nie obejmuje urządzeń. Pomiar tylko jednego, danego pojazdu. Regulamin wprowadza – w przypadkach kwestionowanych wyników – pomiary statystyczne sześciu pojazdów.

Zakres wielkości mierzonych – zaburzenia szerokopasmowe/wąskopasmowe

Regulamin dotyczy tylko zaburzeń szerokopasmowych, mierzonych miernikiem z detektorem quasi-szczytowym lub szczytowym.

Zakres częstotliwości, częstotliwości punktowe/przemiatanie

Zakres częstotliwości: 40–250 MHz.

Regulamin przewiduje pomiar tylko na sześciu częstotliwościach punktowych: 45, 65, 90, 150, 180 i 220 MHz.

Poziomy dopuszczalne

Poziom N w zakresie częstotliwości od 30 do 1000 MHz.

Poligon/pole pomiarowe

Elipsa $20 \times 17,3$ m.

Warunki pracy obiektu badań

Prędkość obrotowa silnika spalinowego: 1500/2500 obr./min, włączone tylko wyposażenie niezbędne do pracy silnika.

3.3. Regulamin nr 10.02 – edycja 2 – 1997 [3]

Zakres wymagań – pojazdy/urządzenia

Regulamin dotyczy kompatybilności elektromagnetycznej pojazdów kategorii M, N i O oraz elementów lub elektrycznych/elektronicznych jednostek technicznych przeznaczonych do zainstalowania w pojazdach.

Zakres wielkości mierzonych – zaburzenia szerokopasmowe/wąskopasmowe

Regulamin stosuje się do zaburzeń szerokopasmowych i wąskopasmowych, mierzonych miernikiem z detektorem quasi-szczytowym lub szczytowym, wprowadza wymagania dotyczące odporności (pojazdy: pole e-m 30 V/m, urządzenia – pole e-m 30 V/m lub narażenie równoważne).

Zakres częstotliwości, częstotliwości punktowe/przemiatanie

Zakres częstotliwości:

- emisja – 30–1000 MHz, zarówno dla pojazdów, jak i podzespołów.
- odporność – 20–1000 MHz, zarówno dla pojazdów, jak i podzespołów.

Dyrektywa przewiduje pomiar z przemiataniem (zapis jednoznaczny dla odporności z błędami dla emisji).

Poziomy dopuszczalne

Poziom N w zakresie częstotliwości od 30 do 1000 MHz dla pojazdów i inny dla urządzeń, a poziom odporności 30 V/m (lub narażenie równoważne dla urządzeń). Pojazdy/urządzenia reprezentatywne muszą spełniać wymaganie emisji dla Poziomu N obniżonego o 20% (rys. 2 i 3).

Poligon/pole pomiarowe

Pole o promieniu min. 30 m; zewnętrzne zaburzenia i sygnały są dopuszczalne, jeśli są o 10 dB mniejsze od poziomów dopuszczalnych (rys. 4 i 5).

Dopuszczono pomiary w komorze bezodbiciowej. Można korzystać z zamkniętych pomieszczeń badawczych, jeżeli możliwe jest wykazanie korelacji między zamkniętym pomieszczeniem badawczym i polem pomiarowym na otwartym powietrzu.

Warunki pracy obiektu badań

Prędkość obrotowa silnika spalinowego: 1500/2500 obr./min, brak informacji dotyczących urządzeń elektrycznych.

3.4. Dyrektywa 95/54/WE [4]

Zakres wymagań – pojazdy/urządzenia

Dyrektywa dotyczy kompatybilności elektromagnetycznej pojazdów kategorii M, N i O oraz elementów lub elektrycznych/elektronicznych jednostek technicznych przeznaczonych do zainstalowania w pojazdach.

Zakres wielkości mierzonych – zaburzenia szerokopasmowe/wąskopasmowe

Dyrektywę stosuje się do badań zaburzeń szerokopasmowych i wąskopasmowych, mierzonych miernikiem z detektorem quasi-szczytowym lub szczytowym; dyrektywa wprowadza wymagania dotyczące odporności (pojazdy: pole e-m 30 V/m, urządzenia – pole e-m 30 V/m lub narażenie równoważne).

Zakres częstotliwości, częstotliwości punktowe/przemiatanie

Zakres częstotliwości:

- emisja – 30–1000 MHz, zarówno dla pojazdów, jak i podzespołów.
- odporność – 20–1000 MHz, zarówno dla pojazdów, jak i podzespołów.

Dyrektywa przewiduje pomiar z przemiataniem (zapis jednoznaczny dla odporności, z błędami dla emisji).

Poziomy dopuszczalne

Poziom N w zakresie częstotliwości od 30 do 1000 MHz dla pojazdów i inny dla urządzeń, a poziom odporności 30 V/m (lub narażenie równoważne dla urządzeń). Pojazdy/urządzenia reprezentatywne muszą spełniać wymaganie emisji dla poziomu N obniżonego o 20% (rys. 2 i 3).

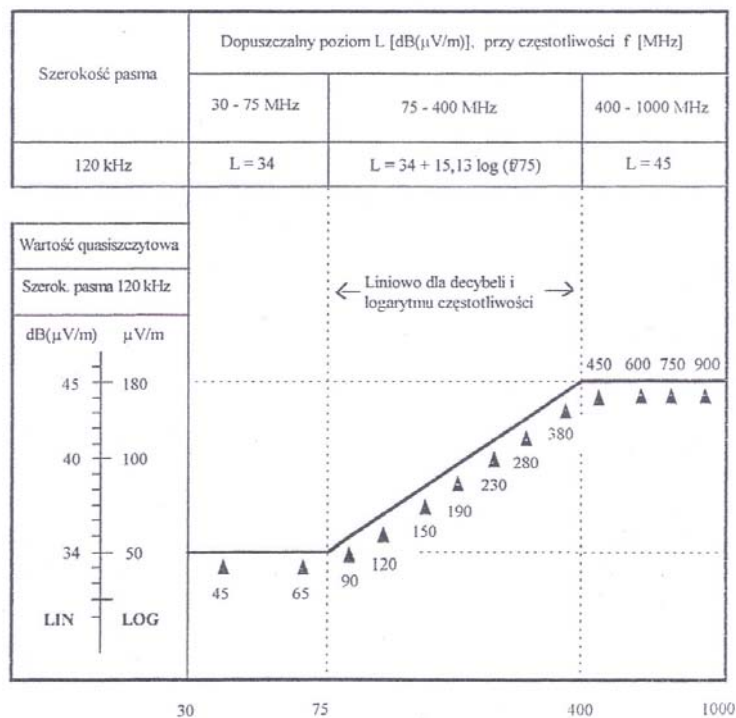
Poligon/pole pomiarowe

Pole o promieniu min. 30 m; zewnętrzne zakłócenia i sygnały są dopuszczalne, jeśli są o 10 dB mniejsze od poziomów dopuszczalnych (rys. 4 i 5).

Dopuszczono pomiary w komorze bezodbiciowej. Można korzystać z zamkniętych pomieszczeń badawczych, jeżeli możliwe jest wykazanie korelacji między zamkniętym pomieszczeniem badawczym i polem pomiarowym na otwartym powietrzu.

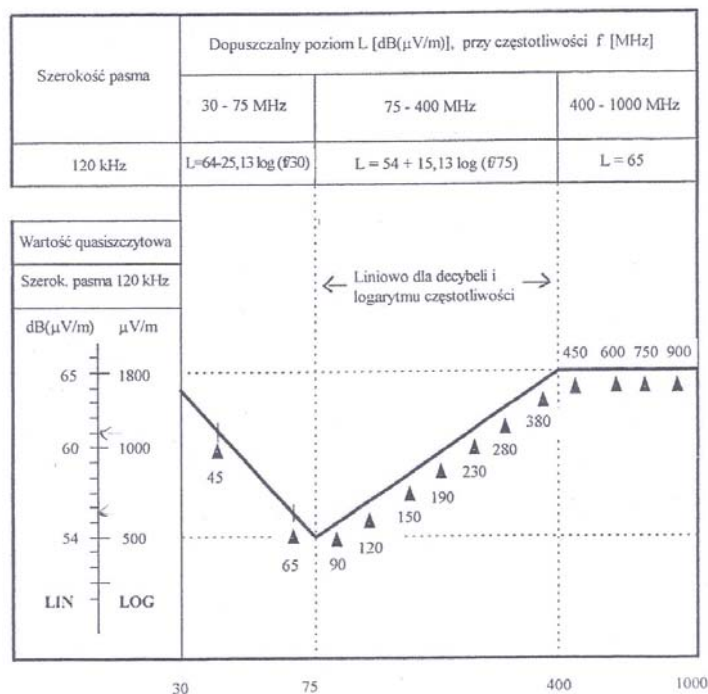
Warunki pracy obiektu badań

Prędkość obrotowa silnika spalinowego: 1500/2500 obr./min, brak informacji dotyczących urządzeń elektrycznych.



Rys. 2. Dopuszczalne poziomy emisji szerokopasmowej dla pojazdu wg Regulaminu 10.02 EKG ONZ oraz Dyrektywy 2004/104/WE

Fig. 2. Levels of broad-band emission allowable for a vehicle according to the 10.02 EKG ONZ Regulations and to the 2004/104/WE Statement

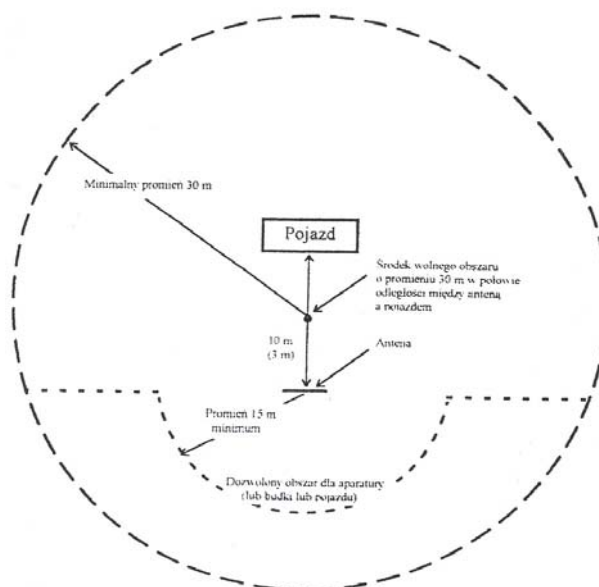


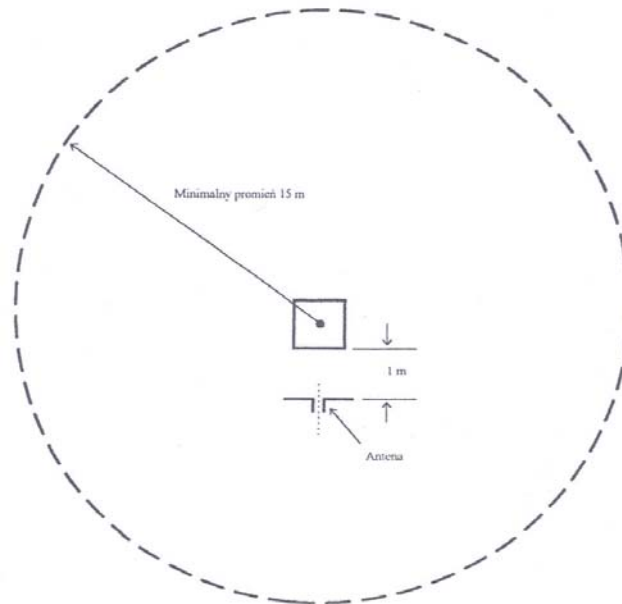
Rys. 3. Dopuszczalne poziomy emisji szerokopasmowej dla urządzenia wg Regulaminu 10.02 EKG ONZ oraz Dyrektywy 2004/104/WE

Fig. 3. Levels of broad-band emission allowable for an installation according to the 10.02 EKG ONZ Regulations and to the 2004/104/WE Statement

Rys. 4. Pole pomiarowe do badań pojazdów wg Regulaminu 10.02 EKG ONZ oraz Dyrektywy 2004/104/WE (płaski obszar wolny od powierzchni odbijających elektromagnetycznie)

Fig. 4. Measurement area for testing vehicles according to the 10.02 EKG ONZ Regulations and to the 2004/104/WE Statement (plane area free of electromagnetic reflexion surfaces)





Rys. 5. Pole pomiarowe do badań urządzeń wg Regulaminu 10.02 EKG ONZ oraz Dyrektywy 2004/104/WE (płaski obszar wolny od powierzchni odbijających elektromagnetycznie)

Fig. 5. Measurement area for testing installations according to the 10.02 EKG ONZ Regulations and to the 2004/104/WE Statement (plane area free of electromagnetic reflexion surfaces)

3.5. Dyrektywa 2004/104/WE [5]

Zakres wymagań – pojazdy/urządzenia

Dyrektywa ma zastosowanie do kompatybilności elektromagnetycznej pojazdów oraz części lub samodzielnych podzespołów technicznych.

Zakres wielkości mierzonych – zaburzenia szerokopasmowe/wąskopasmowe

Dyrektywę stosuje się do pomiarów zaburzeń szerokopasmowych i wąskopasmowych z użyciem miernika z detektorem quasi-szczytowym lub szczytowym. Utrzymuje ona wymagania dotyczące odporności (pole e-m 30 V/m), a ponadto dla urządzeń wprowadza wymagania dotyczące emisji impulsów i odporności na impulsy (norma ISO 7637-2).

Zakres częstotliwości, częstotliwości punktowe/przemiatanie

Zakres częstotliwości:

- emisja – 30–1000 MHz, zarówno dla pojazdów, jak i podzespołów.
- odporność – 20–2000 MHz, zarówno dla pojazdów, jak i podzespołów.

Dyrektywa przewiduje pomiar tylko z przemiataniem.

Poziomy dopuszczalne

Emisja: Poziom N (w zakresie częstotliwości od 30 do 1000 MHz).

Odporność: 30 V/m dla pojazdów, a dla podzespołów 30 V/m lub narażenie równoważne.

Ponadto dla podzespołów:

- emisja zaburzeń impulsowych,
- odporność na zaburzenia impulsowe.

Poligon/pole pomiarowe

Komora semi-bezodbiciowa lub poligon pomiarowy wg CISPR 12:2001.

Warunki pracy obiektu badań

Prędkość obrotowa silnika spalinowego: 1500/2500 obr./min. Wszystkie urządzenia zdolne do wytwarzania emisji szerokopasmowych, które mogą być włączane „na stałe” przez kierowcę lub pasażera, np. silniki wycieraczek i wentylatory powinny działać przy maksymalnym obciążeniu.

4. Podsumowanie

W artykule przedstawiono i omówiono najważniejsze dokumenty normalizacyjne dotyczące badań w zakresie kompatybilności elektromagnetycznej pojazdów i urządzeń samochodowych. Zaprezentowano również wprowadzenie do tematyki EMC zawierające m.in. krótkie omówienie zaburzeń występujących w instalacji elektrycznej pojazdu samochodowego. Podano też genezę normalizacji EMC, ze szczególnym uwzględnieniem pojazdów samochodowych produkowanych w różnych okresach.

Tabela 1

Zestawienie wyników analizy

Lp.	Nazwa dokumentu normalizacyjnego	Zakres stosowania dokumentu	Rodzaje emisji zaburzeń elektromagnetycznych		Zakres częstotliwości emisji [MHz]	Poziomy dopuszczalne		Badanie zaburzeń przewodzonych
			szerokopasmowe	wąskopasmowe		emisja	odporność [V/m]	
1	Regulamin nr 10 EKG ONZ 1952 r.	P ZI	TAK	NIE	30...300	Poziom N	NIE	NIE
2	Regulamin nr 10.01 EKG ONZ 1978 r.	P ZI	TAK	NIE	30...300	Poziom N	NIE	NIE
3	Regulamin nr 10.02 EKG ONZ 1997 r.	P + U ZI + ZS	TAK	TAK	30...1000	Poziom N	30	NIE
4	Dyrektywa nr 95/54/WE 1995 r.	P + U ZI + ZS	TAK	TAK	30...1000	Poziom N	30	NIE
5	Dyrektywa 2004/104/WE 2004 r.	P + U ZI + ZS	TAK	TAK	30...1000	Poziom N	30**	Wg ISO 7637
6	Norma PN-87/S-76005 1987 r.	P + U ZI + ZS	TAK	NIE	30...1000	Poziom N	NIE	NIE
7	Norma PN-69/E-02031 1969 r.	P ZI	TAK	NIE	30...1000	Poziom N	NIE	NIE

P – pojazdy; U – urządzenia; ZI – silnik spalinowy z zapłonem iskrowym; ZS – silnik spalinowy wysokoprężny

* Podane wartości dotyczą komory bezodbiciowej. ** Zakres częstotliwości od 20 do 2000 MHz.

Na podstawie przedstawionych i analizowanych w artykule dokumentów normalizacyjnych dotyczących EMC pojazdów i urządzeń samochodowych (tab. 1) można sformułować następujące wnioski:

1. Dokumenty normalizacyjne dotyczące EMC pojazdów i urządzeń samochodowych tworzone są od ponad 70. lat, zaś podstawową rolę w ich formułowaniu spełniają organy międzynarodowe. Rozwój działalności w tej dziedzinie wiąże się głównie z coraz wyższymi wymaganiami, jakie muszą spełniać pojazdy samochodowe w zakresie bezpieczeństwa i komfortu jazdy.
2. Do tej pory jednym z najważniejszych dokumentów normalizujących EMC pojazdów był Regulamin nr 10 EKG ONZ, obecnie w przygotowaniu jest już trzecia wersja Regulaminu 10 EKG ONZ (tj. R 10.03) równoważna w projekcie najnowszej Dyrektywie 2004/104/WE. Wymagania EMC zawarte są również w innych Regulaminach, ale najczęściej dla danego zespołu przywołuje się Regulamin 10.
3. Dyrektywy w zakresie EMC powstały nieco później niż Regulaminy i do edycji nr 95/54/WE, były zbieżne w treści niemal w 100% z Regulaminem 10 EKG ONZ.
4. Z przedstawionego porównania wymagań EMC w różnych dokumentach wynika, że wymagania w zakresie emisji elektromagnetycznej bardzo minimalnie się zmieniają. Wymagania co do odporności wzrosły (Dyrektywa 2004/104/WE). Zwiększono zakres częstotliwości sprawdzenia o 1 GHz, tj. od 1000 MHz do 2000 MHz.

Literatura

- [1] Organizacja Narodów Zjednoczonych, Europejska Komisja Gospodarcza, Komitet Transportu Wewnętrzznego – Regulamin nr 10.00 – „Jednolite przepisy dotyczące homologacji pojazdów w zakresie tłumienia zakłóceń radioelektrycznych” – 1952 r. – E/ECE/324; E/ECE/TRANS/505 – Add.9.
- [2] Organizacja Narodów Zjednoczonych, Europejska Komisja Gospodarcza, Komitet Transportu Wewnętrzznego – Regulamin nr 10.01 – „Jednolite przepisy dotyczące homologacji pojazdów w zakresie tłumienia zakłóceń radioelektrycznych” – rewizja 1 zawierająca 01 serię poprawek, która weszła w życie 19 marca 1978 r. – E/ECE/324; E/ECE/TRANS/505 – Add.9/Rev.1.
- [3] Organizacja Narodów Zjednoczonych, Europejska Komisja Gospodarcza, Komitet Transportu Wewnętrzznego – Regulamin nr 10.02 – „Jednolite przepisy dotyczące homologacji pojazdów pod względem kompatybilności elektromagnetycznej” – rewizja 2 zawierająca 02 serię poprawek, która weszła w życie 03 września 1997 r. – E/ECE/324; E/ECE/TRANS/505 – Add.9/Rev.2.
- [4] Dyrektywa nr 95/54/WE z dn. 31 października 1995 dostosowująca do postępu technicznego dyrektywę Rady 72/245/EWG w sprawie zbliżenia ustawodawstw Państw Członkowskich odnoszącą się do tłumienia zakłóceń radioelektrycznych wywoływanych przez silniki z zapłonem iskrowym stosowane w pojazdach silnikowych oraz zmieniająca dyrektywę 70/156/EWG w sprawie zbliżenia ustawodawstw Państw Członkowskich odnoszących się do zatwierdzenia typu pojazdów silnikowych i ich przyczep. Official Journal nr/str. 266/1 z 08 listopada 1995 r.
- [5] Dyrektywa nr 2004/104/WE z dn. 14 października 2004 dostosowująca do postępu technicznego dyrektywę Rady 72/245/EWG odnoszącą się do zakłóceń radio-

elektrycznych (kompatybilności elektromagnetycznej) w pojazdach oraz zmieniająca dyrektywę 70/156/EWG w sprawie zbliżenia ustawodawstw Państw Członkowskich odnoszących się do zatwierdzenia typu pojazdów silnikowych i ich przyczep. Official Journal nr/str. 337/13 z 13 listopada 2004 r.

- [6] PN-87/S-76005 – „Przemysłowe zakłócenia radioelektryczne. Pojazdy samochodowe z silnikami spalinowymi i urządzenia zawierające takie silniki. Dopuszczalne poziomy. Wymagania i badania” – Polski Komitet Normalizacyjny – 1987 r.
- [7] PN-69/E-02031 – „Przemysłowe zakłócenia radioelektryczne. Dopuszczalne poziomy” – Polski Komitet Normalizacyjny – 1969 r.
- [8] Łukjanow S., Kopczyński K., *Wybrane zagadnienia dotyczące badań i oceny wyposażenia elektryczno–elektronicznego pojazdów samochodowych*, Autoprogress – Konmot, Rynia k. Warszawy 2006.