

ZAWADZKI Andrzej<sup>1</sup>  
GAD Radosław<sup>2</sup>

## Zastosowanie techniki GPS i GSM w logistyce i zabezpieczeniu pojazdów samochodowych

*techniki lokalizacji i zabezpieczeń pojazdów, kompatybilność elektromagnetyczna, homologacja,*

### Streszczenie

*W referacie omówiono nowoczesne metody zabezpieczenia i lokalizacji, monitorowania stanu oraz wybranych parametrów pojazdów samochodowych. Przedstawiono akty prawne – regulaminy EKG ONZ oraz dyrektywy UE, których wymagania muszą spełniać elementy wyposażenia elektrycznego i elektronicznego przed wprowadzeniem go do dystrybucji handlowej bądź montażu w pojeździe samochodowym. Zamieszczono wybrane wyniki badań homologacyjnych na zgodność z regulaminami EKG ONZ nr 10 i 97.*

### APPLICATION OF GPS AND GSM TECHNOLOGY IN LOGISTICS AND VEHICLES SECURITY

#### Abstract

*The paper discusses the modern methods of security and location, monitoring the condition and selected parameters of automotive vehicles. Legal acts – UNECE regulations and the EU directives, which requirements must be met by elements of electrical and electronic equipment before their entering into the commercial distribution or mounting into the automotive vehicle, are presented. Selected results of certification tests for compliance with the UNECE regulations no. 10 and 97, are contained.*

#### 1. WSTĘP

Wiele dużych firm i praktycznie wszystkie korporacje posiadają własne floty pojazdów. Firmy, chcąc zwiększyć swoją efektywność i zredukować koszty chętnie decydują się na montaż we własnych pojazdach różnego rodzaju systemów monitorowania stanu pojazdu, lokalizacji i nawigacji satelitarnej współpracujących bądź stanowiących samodzielne systemy zabezpieczające przed bezprawnym użyciem. Samochody nigdy nie należały do grupy produktów tanich – były i są drogie, a przez to znajdują się w grupie zainteresowań amatorów cudzej własności. Na rynku oferta urządzeń zabezpieczających jest bardzo bogata. Poczynając od najprostszych, czyli różnego rodzaju zabezpieczeń mechanicznych: wszelkiego rodzaju lasek łączących kierownicę z pedałem sprzęgła, kłódek do bardziej skomplikowanych rozwiązań jak powszechnie dziś stosowane autoalarmy, immobilizery oraz systemy monitorowania wykorzystujące technikę radiową GPS oraz GSM i obejmujące: lokalizację, nawigację, ochronę, kontrolę itp.

Rozwój elektroniki, informatyki i nowoczesnych rozwiązań telekomunikacyjnych zaowocowało powstaniem zintegrowanych systemów zabezpieczeń. Połączenie technik GPS z łącznością GSM/GPRS stało się przełomowym momentem w technice zabezpieczania pojazdów. Można zaryzykować stwierdzenie, że najskuteczniejszym rozwiązaniem jest jednoczesne wykorzystanie technologii satelitarnej systemu lokalizacji GPS (właściwie GPS-NAVSTAR, ang. Global Positioning System – NAVigation Signal Timing And Ranging) w celu określenia aktualnego położenia oraz telefonii komórkowej GSM do przesyłu danych.

System GPS to jeden z systemów nawigacji satelitarnej, opracowany przez Departament Obrony Stanów Zjednoczonych, obejmujący swoim zasięgiem całą kulę ziemską [3]. System składa się z trzech segmentów w których skład wchodzi: segment kosmiczny – ponad trzydzieści satelitów orbitujących wokół Ziemi na średniej orbicie okołozemskiej; segment naziemny – stację kontrolną i monitorującą znajdującą się na ziemi oraz segment użytkownika – odbiorniki sygnału. Zadaniem systemu jest dostarczenie użytkownikowi informacji o jego położeniu oraz ułatwienie nawigacji w terenie. Odbiornik GPS zainstalowany w pojeździe analizuje sygnał z co najmniej trzech widocznych jednocześnie satelitów i na podstawie różnicy czasów docierających do niego fal radiowych oblicza swoją pozycję, prędkość i kurs.

Druga technologia GSM (ang. Global System for Mobile Communications) to najpopularniejszy obecnie standard telefonii komórkowej. Sieci oparte na tym systemie telekomunikacji oferują usługi związane z transmisją głosu, danych i wiadomości w formie tekstowej oraz multimedialnej. Technologia GPRS w standardzie GSM zapewnia transmisję pakietową danych do właściciela pojazdu czy centrum monitoringu. Umożliwia ona niemal natychmiastowe i ciągłe zestawienie połączenia z Internetem. Niezwykle istotny jest fakt, że niepotrzebne jest sztywne połączenie typu punkt-punkt, gdyż zasoby sieci i pasmo są wykorzystywane tylko podczas transmisji danych. System GPRS zajmuje kanały

<sup>1</sup> Politechnika Świętokrzyska, Wydział Elektrotechniki, Automatyki i Informatyki; 25-314 Kielce; al. Tysiąclecia P. P. 7. Tel.: 41 34-24-143, Fax: 41 34-24-222, E-mail: a.zawadzki@tu.kielce.pl

<sup>2</sup> Politechnika Świętokrzyska, Wydział Zarządzania i Modelowania Komputerowego; 25-314 Kielce; al. Tysiąclecia P. P. 7. Tel.: 41 34-24-143, Fax: 41 34-24-143, E-mail: rgad@tu.kielce.pl

komunikacyjne tylko na czas transmisji poszczególnych pakietów, a użytkownicy płacą za transmitowaną ilość danych, niezależnie od czasu trwania. Jest to zatem rozwiązanie o wiele bardziej opłacalne niż drogi i nieefektywny sposób transmisji oparty na komutacji kanałów.

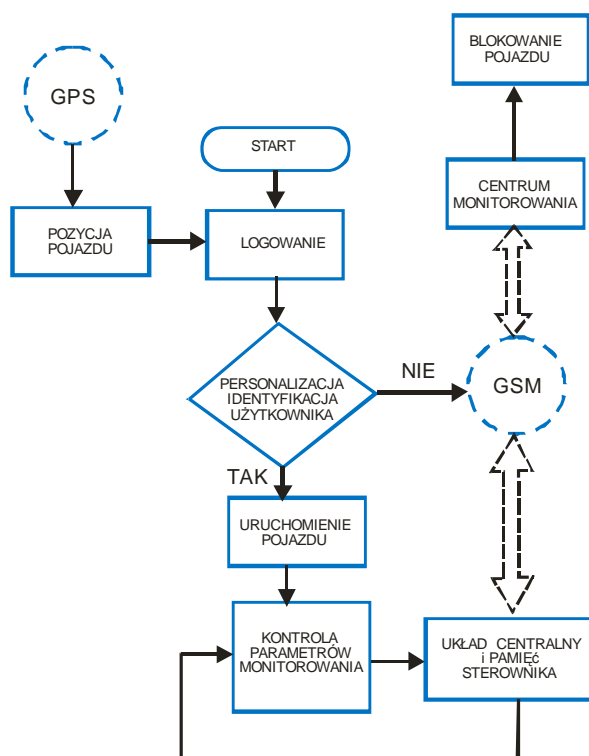
Zastosowanie tych dwóch technologii daje możliwość skutecznego monitorowania obiektów - czy to na terenie Polski, czy też poza nią. Wprowadzenie przez operatorów GSM technologii GPRS transmisji danych w sposób zdecydowany wpłynęło na obniżenie kosztów.

Obecnie dzięki technologii GSM/GPRS pod względem technicznym można podzielić systemy monitorowania pojazdów na dwa zasadnicze rodzaje tj. bierne oraz aktywne [4]. Systemy bierne to systemy, w których dane świadczące o niebezpieczeństwie są związane głównie z informacją o zadziałaniu wejścia alarmowego, bądź gdy dyspozytor sprawdzając lokalizację pojazdu stwierdza jego rozbieżność od zaplanowanej trasy przejazdu lub stwierdza, że nie ma łączności z kierowcą albo pojazd "nie odpowiada" przez niepokojąco długi czas. Systemy aktywne są systemami "inteligentnymi" w których nadzór nad trasami przejazdu oraz łącznością z pojazdem przejmuje komputer stacji bazowej, a dyspozytorowi automatycznie sygnalizuje tylko nieprawidłowości od zadanych wzorców. Aplikacja systemu aktywnego musi posiadać moduł tworzenia tras wzorcowych jak również moduł kontroli tych wzorców. Wzorec powinien umożliwiać dowolne tworzenie kryteriów na bazie danych o położeniu, prędkości, czasie oraz stanu układów wejściowych.

W obu systemach pojazd wyposażony jest w urządzenie posiadające przynajmniej odbiornik GPS, telefon GSM oraz układy wejściowe oraz wyjściowe. Układy wejściowe służą do podłączania różnego rodzaju czujników, np. przycisk anty- napadowy, czujnik otwarcia drzwi, czujnik pracy silnika itp. Część wejść może być zdefiniowana jako wejścia alarmowe tzn. zadziałanie takiego układu powoduje automatyczne wysłanie raportu do stacji bazowej. Układy wyjściowe umożliwiają operatorowi stacji bazowej zdalne sterowanie tj. załączanie bądź wyłączenie różnych elementów wyposażenia pojazdu. Raporty przesyłane są z pojazdu do komputera stacji bazowej, a za ich odpowiednią wizualizację oraz obsługę odpowiada specjalistyczne oprogramowanie. Oprogramowanie to musi posiadać minimum takie moduły jak:

- moduł wizualizacji pojazdów na szczegółowych planach i mapach,
- moduł kontroli dostępu,
- moduł obsługi alarmu posiadający panel informacyjny oraz panel sterowania wyjściami,
- moduł bieżącej kontroli i zarządzania pojazdami,
- moduł odtworzenia zarejestrowanych danych w tym tras przejazdów oraz czynności obsługi bazy.

Zdalne monitorowanie pojazdów wykorzystujące technikę radiową GPS oraz GSM pozwala na lepszą organizację i planowanie trasy, oraz zapobiega próbom nieautoryzowanej eksploatacji. Kolejnym atutem jest większa szansa na odzyskanie pojazdu po kradzieży. Na rysunku 1 przedstawiono uproszczony algorytm działania typowego systemu dozoru i monitorowania pojazdu.



Rys.1. Algorytm działania systemu dozoru i monitorowania pojazdu wykorzystującego technikę GPS/GSM.

Można stwierdzić, że od wielu lat systemy zabezpieczające stanowią integralną część pojazdu samochodowego. Zatem tak jak inne jego podzespoły muszą być bezpieczne w użytkowaniu, a ich działanie powinno wykluczać,

np. przypadkowe unieruchomienie pojazdu podczas ruchu. Wejście w życie w 1994 roku ustawy o obowiązkowej certyfikacji tych urządzeń na znak bezpieczeństwa „B” narzuciło konieczność prowadzenia badań dla systemów zabezpieczających pojazdy samochodowe. Kolejnym ważnym etapem w badaniach systemów zabezpieczeń było wstąpienie Polski do Unii Europejskiej i konieczność posługiwania się przepisami zawartymi w dyrektywie 95/56/WE znanej jako „Linia prawna L 286” dla producentów samochodów i blokad. Potrzebą chwili jest zatem poznanie sposobów zabezpieczeń ich współpraca z instalacją elektryczną i elementami mechanicznymi pojazdu, a na bazie wymagań stawianych przez akty normatywne ich konstruowanie i instalowanie w pojazdach.

Każdy element elektryczny i elektroniczny przeznaczony do montażu w pojeździe musi posiadać homologację. System homologacji wspólny dla wszystkich krajów UE opiera się na sieci krajowych instytucji, których zadaniem jest sprawowanie nadzoru nad prawidłowością działania systemu w odniesieniu do określonych grup wyrobów na terenie danego państwa. Jest przy tym obojętne, czy homologacja zostanie wydana w oparciu o dyrektywy sektorowe Komisji Europejskiej, czy też regulaminy Europejskiej Komisji Gospodarczej Organizacji Narodów Zjednoczonych. Nie ma też znaczenia, w którym kraju członkowskim homologacji udzielono, ani które spośród upoważnionych laboratoriów wykonało badania. Obowiązuje międzynarodowa zasada wielostronnego uznawania dokumentów.

Systemy monitorowania pojazdów wykorzystujące technikę radiową GPS oraz GSM należą do grupy urządzeń, dla których wymagane są obowiązkowe badania homologacyjne. Badania takie mogą być prowadzone z wykorzystaniem dwóch zasadniczych grup aktów normatywnych w skład których wchodzi dyrektywy [1, 2](obowiązujące w krajach UE) oraz regulaminy EKG ONZ [5, 6](obowiązujące w krajach należących do ONZ).

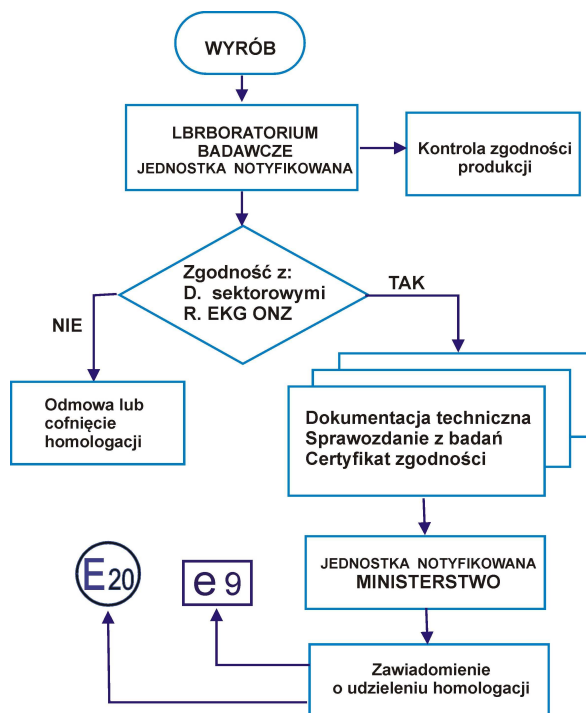
Pierwsza grupa aktów, zgodnie z którymi dokonuje się homologacji, dotyczy badań kompatybilności elektromagnetycznej (EMC) i obejmuje: dyrektywę komisji 2004/104/WE z dnia 14 października 2004 r. oraz będący jej odpowiednikiem regulamin Nr 10/UNECE (EKG ONZ).

Druuga grupa to normatywy odnoszące się do badań urządzeń zabezpieczających pojazdy silnikowe przed bezprawnym użyciem i zawiera: dyrektywę komisji 95/56/WE z dnia 8 listopada 1995 r. oraz regulamin nr 97/UNECE (EKG ONZ).

Wymagania oraz zakres i wybrane wyniki badań homologacyjnych typowych urządzeń stosowanych do monitorowania pojazdów wykorzystujących technikę radiową GPS oraz GSM zostaną przedstawione w kolejnym rozdziale.

## 2. WYMAGANIA I BADANIA HOMOLOGACYJNE

Wyrób będący przedmiotem obrotu towarowego i przeznaczony do montażu w pojeździe musi posiadać homologację i być wyraźnie odcychowany. W przypadku nieprzestrzeganie tego wymogu bądź wprowadzanie do obrotu wyrobów niehomologowanych pociąga to za sobą zakaz sprzedaży. Procedurę badań homologacyjnych wyrobów przeznaczonych do montażu w pojazdach samochodowych w Unii Europejskiej przedstawiono na rys. 2.



Rys.2. Procedura homologacji wyrobów przeznaczonych do montażu w pojazdach samochodowych.

Jak pokazano na rys. 2 producent urządzenia podlegającego obowiązkowi homologacji lub jego upoważniony przedstawiciel powinien zwrócić się do właściwej dla homologowania danego wyrobu, upoważnionej przez Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej, jednostki technicznej – laboratorium badawczego. Zadaniem jednostki technicznej jest wykonywanie badań homologacyjnych oraz przeprowadzanie wymaganych kontroli zgodności produkcji.

W laboratorium wraz z próbkami wyrobu i dokumentację techniczną należy złożyć wniosek o przeprowadzenie badań homologacyjnych. Producent przy tym określa nazwę typu wyposażenia lub części oraz akt prawny, na podstawie którego należy wykonać badania (numer regulaminu EKG ONZ, dyrektywy).

Po zakończeniu badań (i uzyskaniu pozytywnych wyników) sprawozdanie z badań wraz z dokumentacją homologacyjną przekazywane są do Departamentu Transportu Drogowego Ministerstwa Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej, celem rozpatrzenia – ostatecznej weryfikacji i podjęcia decyzji o udzieleniu homologacji. Po otrzymaniu homologacji producent powinien dokonać cechowania wyrobu znakiem homologacji (dla regulaminów EKG ONZ – oznaczenie „E” lub dyrektyw – oznaczenie „e”) i jej numerem – zgodnie z określonymi zasadami.

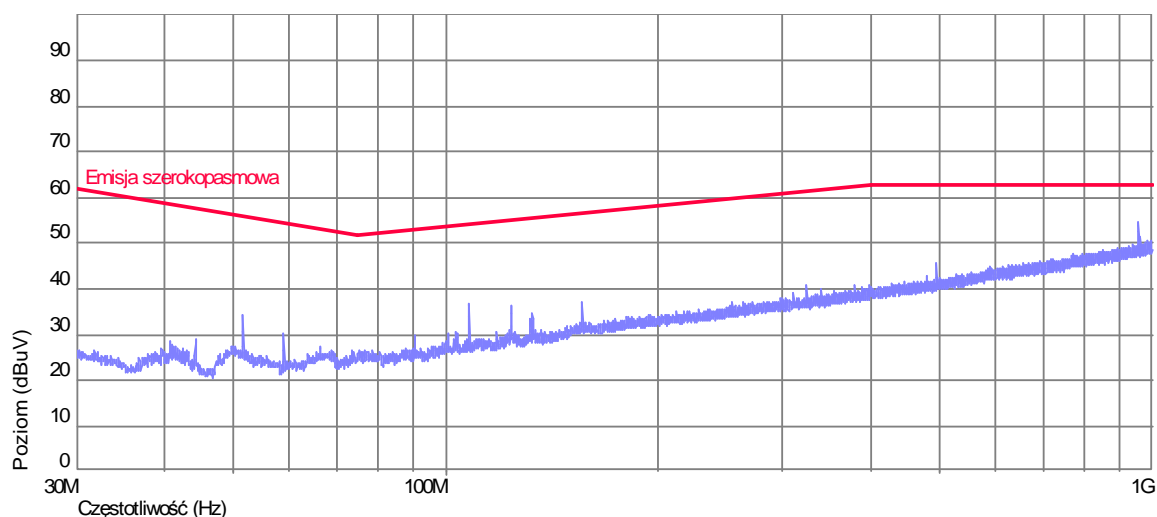
## 2.1 Badania w zakresie kompatybilności elektromagnetycznej - EMC

Grupa aktów, zgodnie z którymi dokonuje się homologacji w zakresie kompatybilności elektromagnetycznej (EMC) obejmuje dyrektywę komisji 2004/104/WE z dnia 14 października 2004 r. oraz regulamin Nr 10/UNECE (EKG ONZ).

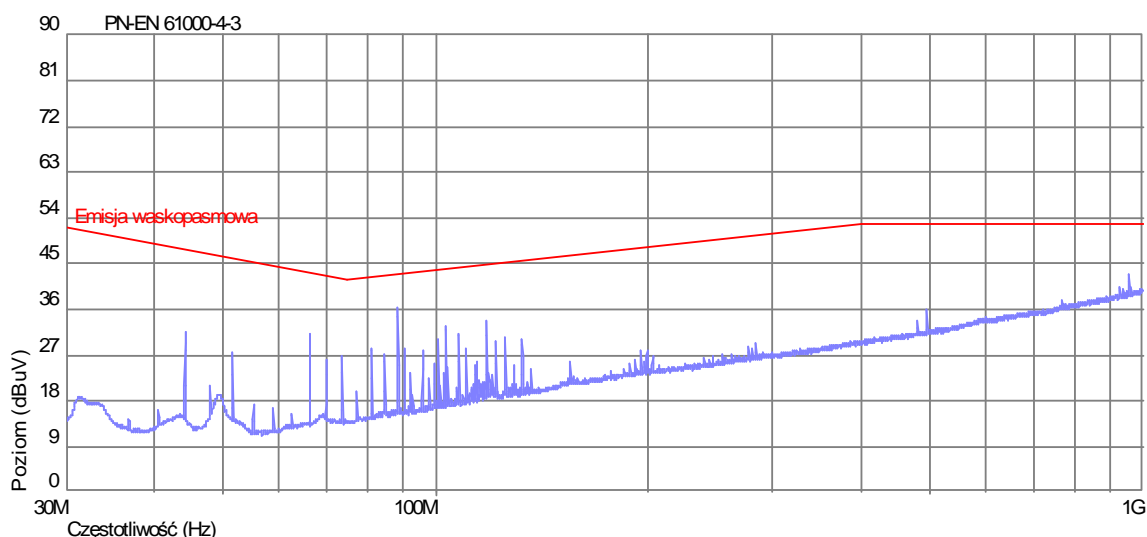
W niniejszym rozdziale zostaną przedstawione wybrane wyniki badań homologacyjnych typowego urządzenia wykorzystującego technikę GPS z łącznością GSM/GPRS przeznaczonego do montażu w pojeździe samochodowym. Badania przeprowadzone na zgodność z wymaganiami regulamin Nr 10/UNECE (EKG ONZ) obejmowały następujące sprawdzenia [5,7]:

- sprawdzenie szerokopasmowych zakłócenia elektromagnetycznych wytwarzane przez urządzenie;
- sprawdzenie wąskopasmowych zakłócenia elektromagnetyczne wytwarzane przez urządzenie;
- sprawdzenie odporności urządzenia na promieniowanie elektromagnetyczne;
- sprawdzenie odporności na zakłócenia przebiegów przejściowych przewodzonych wzdłuż linii zasilających;
- sprawdzenie emisji zakłóceń przewodzonych.

Badania dotyczące sprawdzenia szeroko i wąskopasmowych zakłóceń elektromagnetycznych wytwarzanych przez urządzenie przeprowadzono w komorze GTEM-750 (zgodnej z normą PN-EN 61000-4-3:2007) a ich wyniki przedstawiono kolejno na rysunkach 3 i 4.



Rys. 3. Wynik sprawdzenia szerokopasmowych zakłóceń wytwarzanych przez urządzenie.



Rys. 4. Wynik sprawdzenia wąskopasmowych zakłóceń wytwarzanych przez urządzenie.

Jak można zauważyć na rys. 3 i 4 zakłócenia emitowane (wytwarzane) przez badane urządzenie kształtują się poniżej granic zatwierdzenia typu (linia ciągła) co oznacza spełnienie wymagań normatywnych.

Badanie odporności urządzenia na promieniowanie – działanie jednorodnego pola elektromagnetycznego przeprowadzono również w komorze GTEM-750 z zastosowaniem sygnału probierczego o następujących parametrach:

- modulacja sygnału probierczego: AM (modulacja amplitudy) w zakresie częstotliwości 20–800 MHz przy modulacji 1 kHz i głębokości modulacji wynoszącej 80 % oraz PM (modulacja impulsowa) w zakresie 800–2 000 MHz;  $t$  na 577 $\mu$ s, okres 4600 $\mu$ s,
- poziom probierczy (natężenie pola) 62,5 V/m;
- skok częstotliwości 1% w całym zakresie badawczym..

Jeżeli stwierdzono, że podczas badania nie nastąpiło pogorszenie działania funkcji urządzenia związanych z odpornością na promieniowanie elektromagnetyczne wynik próby uznaje się za pozytywny.

Kolejnymi sprawdzeniami są: próba poprawności funkcjonowania urządzenia, ocenianej podczas narażania go poprzez przewody zasilające i sygnałowe impulsami probierczymi oraz sprawdzenie poziomu emisji zakłóceń przewodzonych.

W Tabeli 1 przedstawiono wyniki badania stanu funkcjonalnego urządzenia poddawanego próbie narażania impulsami probierczymi zgodnymi z ISO 7637-2:2004 9. Podano poziom ostrości próby oraz czas trwania i liczbę impulsów. Stan funkcjonalny określany jest kolejnymi literami od A – odpowiadającej niezakłóconej pracy do E – dla uszkodzenia.

Sprawdzenie poziomu emisji zakłóceń przewodzonych przeprowadza się zasilając urządzenie poprzez sieć sztuczną w trzech stanach pracy urządzenia: podczas włączania, wyłączenia i normalnej pracy.

Tab. 1.

Rodzaj próby	Poziom	Stan funkcjonalny		Min liczba impulsów lub czas
		wg normy	zbadany	
Impuls prob. 1	III	C	A	5000 impulsów
Impuls prob. 2	III	B/C	B	5000 impulsów
Impuls prob. 3a	III	C	A	1 h
Impuls prob. 3b	III	A	A	1 h
Impuls prob. 4	III	B	A	1 impuls

Jeżeli wszystkie sprawdzenia dały wynik pozytywny wówczas należy stwierdzić, że urządzenie badane spełnia wymagania dotyczące kompatybilności elektromagnetycznej.

## 2.2 Badania w zakresie urządzeń zabezpieczających pojazdy silnikowe przed bezprawnym użyciem

Każde urządzenie mechaniczne, elektryczne czy elektroniczne noszące cechy urządzenia przeznaczonego do zabezpieczenia pojazdu przed bezprawnym użyciem powinny być badane na zgodność z wymaganiami określonymi przez dyrektywę komisji 95/56/WE z dnia 8 listopada 1995 r. lub regulamin nr 97/UNECE (EKG ONZ).

Zakres takich badań jest znacznie szerszym zakresem niż badań EMC i obejmuje sprawdzenia:

- zakresu zabezpieczenia,
- wpływu urządzenia/systemu na właściwości pojazdu, i jego bezpieczne działanie;
- sposobu alarmowania (światłne, dźwiękowe, radiowe) i reakcji na czynniki pobudzające oraz zakłócające;
- włączania i wyłączenia systemu,
- samokontroli dotyczącej automatycznego wskazywanie uszkodzeń;
- odporności na warunki klimatyczne;
- odporności na zwarcia i zmiany napięcia zasilania;
- kompatybilności elektromagnetycznej;
- zużycia energii;
- zabezpieczenie przed fałszywymi alarmami;
- odporności na drgania i próby trwałości.

Jak widać wynikiem takich badań jest pełna wiedza o parametrach techniczno–eksploatacyjnych zabezpieczenia pojazdu oferowanego przez badane urządzenie.

## 3. WNIOSKI

Gwałtowny rozwój układów elektroniki i informatyki oraz wynikające z tego ciągle rosnące nasycenie nimi pojazdów samochodowych, powodują, że nabierają szczególnego znaczenia zjawiska związane z przepływem sygnałów elektrycznych w instalacji, układach kontroli, sterowania, przekazu radiowego czy informacji wizualnej.

Z każdą informacją użyteczną powiązane są w układach rzeczywistych sygnały niepożądane. Zatem należy dołożyć dużej staranności przy projektowaniu, konstruowaniu i instalowaniu w pojazdach urządzeń elektrycznych i elektronicznych. Zwłaszcza w odniesieniu właśnie do pojazdów, w których wielkie znaczenie ma bezpieczeństwo, kwestią wielkiej wagi staje się ostatnio problem kompatybilności elektromagnetycznej zarówno podzespołów, jak i całych obiektów. Dlatego zdolność danego urządzenia elektrycznego lub elektronicznego do poprawnej pracy w określonym środowisku elektromagnetycznym i nieemitowanie zaburzeń pola elektromagnetycznego zakłócającego poprawną pracę innych urządzeń pracujących w tym środowisku musi podlegać badaniom.

Systemy monitorowania wykorzystujące technikę radiową GPS oraz GSM i obejmujące: lokalizację, nawigację, kontrolę podlegają badaniom homologacyjnym na zgodność z wymaganiami dyrektywy komisji 2004/104/WE lub jej odpowiednika – regulaminu Nr 10/UNECE (EKG ONZ).

Systemy przeznaczone do zabezpieczenia pojazdu przed bezprawnym użyciem – popularnie nazywane autoalarmami lub immobiliserami oraz systemy wykorzystujące technikę radiową GPS/GSM (posiadające funkcję zabezpieczenia) podlegają badaniom na zgodność z regulaminem EKG ONZ nr 97 pt.: „*Jednolite przepisy dotyczące homologacji systemów alarmowych (VAS) pojazdów i pojazdów samochodowych w zakresie ich systemów alarmowych (AS)*” lub dyrektywą 95/56/WE.

#### 4. BIBLIOGRAFIA

- [1] Dyrektywa Komisji 2004/104/WE z dnia 14 października 2004 r. *dostosowująca do postępu technicznego dyrektywę Rady 72/245/EWG odnoszącą się do zakłóceń radioelektrycznych (zgodności elektromagnetycznej) pojazdów oraz zmieniająca dyrektywę 70/156/EWG w sprawie zbliżenia ustawodawstw Państw Członkowskich odnoszących się do zatwierdzenia typu pojazdów silnikowych i ich przyczep*. Dziennik Urzędowy Unii Europejskiej nr L 337/13.
- [2] Dyrektywa Komisji 95/56/WE *dostosowująca do postępu technicznego dyrektywę Rady 74/61/EWG odnoszącą się do urządzeń zabezpieczających pojazdy silnikowe przed bezprawnym użyciem*.
- [3] Narkiewicz J., „*GPS i inne satelitarne systemy nawigacyjne*”, Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Warszawa 2007
- [4] Nosal P.: *Zastosowanie technologii GPS w logistyce, Mobile Computing, ochrona i kontrola transportu*, Warszawa 1986.
- [5] Regulamin Nr 10/UNECE (EKG ONZ) pt.: „*Jednolite przepisy dotyczące homologacji pojazdów w zakresie zgodności elektromagnetycznej*” – Rewizja 3.
- [6] Regulamin nr 97 EKG ONZ., „*Jednolite przepisy dotyczące homologacji systemów alarmowych (VAS) pojazdów i pojazdów samochodowych w zakresie ich systemów alarmowych (AS)*”.
- [7] Zawadzki A., Barwicki Z., *Homologacja urządzeń elektrycznych i elektronicznych montowanych w pojazdach samochodowych w zakresie kompatybilności elektromagnetycznej*. VIII Krajowe Warsztaty Kompatybilności Elektromagnetycznej, Wrocław 2011.