

doi:10.15199/48.2021.01.31

Wybrane zagadnienia prawne i techniczne w zakresie emc stacji ładowania pojazdów elektrycznych

Streszczenie. Artykuł dotyczy elektromobilności. Opisano technologie wykorzystywane w pojazdach elektrycznych i stacjach ładowania, wymagania prawne, jakie muszą być spełnione szczególnie w zakresie kompatybilności elektromagnetycznej. Zaprezentowano wybrane wyniki przeprowadzanych badań emisji elektromagnetycznej stacji ładowania.

Abstract. The article is about electromobility. It describes the technologies used in electric vehicles and charging stations, as well as legal requirements that must be met, especially in terms of electromagnetic compatibility. Selected results of electromagnetic emission tests of charging stations are presented. **Selected legal and technical aspects of emc of electric vehicle charging stations.**

Słowa kluczowe: elektromobilność, stacja ładowania, jakość energii, kompatybilność elektromagnetyczna, emc
Keywords: electromobility, charging station, power quality, electromagnetic compatibility, emc

Wstęp

Elektromobilność jest jednym z kluczowych obecnie trendów rozwojowych w światowym przemyśle motoryzacyjnym. Ma także kluczowe znaczenie dla przyszłości rozwoju innych systemów gospodarczych – zarówno w skali globalnej jak i krajowej. Obszar wymaga innowacji technologicznych i swoistej synergii trzech ważnych sektorów infrastrukturalnych - transportowego, energetycznego i teleinformatycznego. Musi także w sposób ewolucyjny uwzględniać zmiany zachodzące w otoczeniu prawnym i społecznym.

Według prognoz Bloomberg New Energy Finance (BNEF) [1] do 2040 roku pojazdy z napędem elektrycznym będą miały 57-procentowy udział w sprzedaży samochodów osobowych, a ich odsetek w globalnej flocie wyniesie ponad 30%. Również w naszym kraju elektromobilność zyskuje na popularności. Liczba pojazdów z napędem elektrycznym na polskim rynku systematycznie wzrasta, rozwija się też ogólnodostępna infrastruktura ładowania [1,2].

Raport z 2020 roku [2] Polskiego Stowarzyszenia Paliw Alternatywnych (PSPA), przedstawia aktualny stan oraz prognozy rozwoju rynku zero- i niskoemisyjnego transportu. W ciągu ostatnich 5 lat roczna sprzedaż dostawczych i osobowych samochodów w pełni elektrycznych (BEV) oraz hybryd typu plug-in (PHEV) w Polsce wzrosła o 1268% - z 316 szt. w 2015 r. do 4 322 szt. w 2019 r. Na koniec ubiegłego roku park samochodów z napędem elektrycznym zarejestrowanych w Polsce liczył 10 232 szt. (+73% r/r), z czego 49 proc. stanowiły BEV a 51 proc. PHEV. Aktualne dane z końca sierpnia 2020 roku - w Polsce było zarejestrowanych łącznie 13 798 samochodów osobowych z napędem elektrycznym. Do września 2020r. przybyło ich 4 802 sztuki - o 88%. więcej niż w analogicznym okresie 2019 r. – co wynika z Licznika Elektromobilności, uruchomionego przez PSPA. To dobre trendy, szczególnie w okresie trwających obostrzeń covidowskich.

Analizując światowe statystyki tempa przyrostu pojazdów elektrycznych i zdając sobie sprawę z unijnych wymogów dotyczących ekologii, można jednoznacznie stwierdzić, iż Polskę, jak inne państwa europejskie, czeka elektryczna ewolucja w motoryzacji [1-6].

Wychodząc naprzeciw tym trendom i postępując zgodnie z wytycznymi Unii Europejskiej został przygotowany Plan Rozwoju Elektromobilności jako jeden z projektów Strategii na rzecz odpowiedzialnego rozwoju do roku 2020 (z perspektywą do 2030 r.) [3,4].

Do podstawowych celów Programu zaliczono stworzenie warunków do rozwoju elektromobilności w Polsce poprzez uowszechnienie infrastruktury ładowania i

zachęty do zakupu pojazdów elektrycznych; rozwój przemysłu elektromobilności; stabilizację sieci elektroenergetycznej poprzez integrację pojazdów z siecią.

Kluczowym elementem krajowej legislacji jest implementacja unijnej dyrektywy 2014/94/UE [7] w sprawie rozwoju infrastruktury paliw alternatywnych skutkująca dwoma kluczowymi dokumentami: Krajowe ramy polityki rozwoju infrastruktury paliw alternatywnych przyjęte uchwałą Rady Ministrów 29 marca 2017 [8] oraz Ustawą z dnia 11 stycznia 2018 r. o elektromobilności i paliwach alternatywnych [9]. Dokumentem wspierającym i wprowadzającym ustawę jest również Rozporządzenie Ministra Energii z dn. 26 czerwca 2019 r. w sprawie wymagań technicznych dla stacji i punktów ładowania stanowiących element infrastruktury ładowania drogowego transportu publicznego [10].

System prawny nastawiony jest na wsparcie rozwoju infrastruktury do ładowania pojazdów elektrycznych. Proponowane mechanizmy nakierowane są na stworzenie stref czystego transportu w miastach, a także budowy infrastruktury na terenie całego kraju. Ustawa [9] narzuca m.in: zasady rozwoju i funkcjonowania infrastruktury służącej do wykorzystania paliw alternatywnych w transporcie, w tym wymagania techniczne, jakie ma spełniać ta infrastruktura; obowiązki podmiotów publicznych w zakresie rozwoju infrastruktury paliw alternatywnych; obowiązki informacyjne w zakresie paliw alternatywnych; warunki funkcjonowania stref czystego transportu; krajowe ramy polityki rozwoju infrastruktury paliw alternatywnych oraz sposób ich realizacji. Ponadto definiuje usługę ładowania samochodów elektrycznych, co skutkuje zniesieniem obowiązku posiadania koncesji i na sprzedaż i obrót energią elektryczną. Ustawa definiuje także nowe pojęcia – rolę: operatora stacji ładowania i dostawcę usługi. Operator odpowiada za wszystkie aspekty sprzętowe stacji ładowania, a dostawca za usługi realizowane na tej stacji bez konieczności podpisywania umowy.

Stacje ładowania

Ważnym czynnikiem rozwoju elektromobilności jest stworzenie dla użytkowników dogodnych i optymalnych warunków do ładowania pojazdów.

Proces ładowania pojazdu to zespół czynności służący docelowo przekazaniu i akumulowaniu w pojeździe energii potrzebnej do napędu tego pojazdu. Aktualnie proces ten może być realizowany na co najmniej kilka sposobów - ładowanie za pomocą złącza wtykowego, pantografu i połączenia bezprzewodowego (poprzez indukcję elektromagnetyczną) [5,6,11-15]. Ładowanie może

odbywać się zarówno przy wykorzystaniu instalacji domowych, garażowych jak i zbudowanej w tym celu infrastruktury stacji ładowania.

W Ustawie o elektromobilności [9] punkt ładowania jest określony jako urządzenie umożliwiające ładowanie pojedynczego pojazdu elektrycznego, pojazdu hybrydowego i autobusu zeroemisyjnego. Natomiast stacja ładowania jest definiowana jako urządzenie budowlane obejmujące punkt ładowania o normalnej mocy lub punkt ładowania o dużej mocy, wyposażone w oprogramowanie umożliwiające świadczenie usług ładowania, wraz ze stanowiskiem postojowym oraz, w przypadku gdy stacja ładowania jest podłączona do sieci dystrybucyjnej w rozumieniu ustawy z dn. 10 kwietnia 1997 r. – Prawo energetyczne, wraz z instalacją prowadzącą od punktu ładowania do przyłącza elektroenergetycznego lub jako wolnostojący obiekt budowlany z zainstalowanym co najmniej jednym punktem ładowania o normalnej mocy lub punktem ładowania o dużej mocy. Ogólnodostępne stacje ładowania to stacje ładowania dostępne na zasadach równoprawnego traktowania dla każdego użytkownika pojazdu elektrycznego i pojazdu hybrydowego.

Elektryczne punkty doładowania charakteryzowane są przez: poziom – opisujący moc wyjściową, typ – odnoszący się do gniazda i wtyczki używanej do ładowania, tryb – w którym opisano protokół komunikacyjny między pojazdem a ładowarką [5,6,11-14].

Podstawowy podział technologiczny w obszarze różnicowania stacji ładowania to zasilane prądem zmiennym (AC) oraz stacje ładowania zasilane prądem stałym (DC). Międzynarodowa Komisja Elektrotechniczna (IEC) określa cztery tryby ładowania zgodne z normą IEC 62196 []:

Mode 1 – wolne lub półszybkie ładowanie ze zwykłego gniazda elektrycznego jednofazowego lub trójfazowego, bez specjalnych systemów ochrony;

Mode 2 – wolne lub półszybkie ładowanie z normalnego gniazda, ale z podstawowymi systemami ochrony, charakterystycznymi dla EV;

Mode 3 – wolne lub półszybkie ładowanie za pomocą specjalnego gniazda wielopinowego EV z zaawansowanymi funkcjami sterującymi i zabezpieczającymi;

Mode 4 – wolne, półszybkie lub szybkie ładowanie za pomocą specjalnych technologii ładowania (wyłącznie DC).

Istotnym aspektem elektryfikacji sektora transportu pojazdów elektrycznych jest potrzeba zaspokojenia nowego popytu na energię elektryczną, wynikającego z rosnącej floty pojazdów elektrycznych, oraz związanego z nim obciążenia dla krajowego systemu elektroenergetycznego. Ministerstwo Energii szacuje, że planowany w ciągu dziesięciu lat milion pojazdów wygeneruje zapotrzebowanie na energię elektryczną wysokości ok. 2,3–4,3 TWh rocznie, co stanowi około 2% bieżącego zapotrzebowania na energię. Według różnych międzynarodowych instytucji w 2040 roku w Europie elektromobilność będzie odpowiadała za 11–13% zużycia energii elektrycznej [3,5]. Pojawiają się więc tezy, że rozwój elektromobilności i rozbudowa infrastruktury ładowania poskutkuje w przyszłości znacznym obciążeniem systemu elektroenergetycznego, który może doprowadzić do awarii i przerw w dostawach energii (tzw. blackoutów). Z jednej strony z analiz Polskiego Stowarzyszenia Paliw Alternatywnych (PSPA) wynika, że wpływ pojazdów elektrycznych na funkcjonowanie sieci jest przeszacowany. W 2018 roku zużycie energii w Polsce względem roku 2017 wzrosło bowiem o 2793 GWh, tj. o wartość większą, niż jest potrzebna dla zapewnienia energii dla miliona samochodów elektrycznych w ciągu roku (2400 GWh – zaledwie 1,4 % krajowej konsumpcji energii) [1]. Ponadto, należy zaznaczyć, że znaczna część kierowców EV preferuje ładowanie swoich pojazdów w porze nocnej,

czyli w godzinach najmniejszego obciążenia systemu elektroenergetycznego. Co więcej, samochody elektryczne w przyszłości będą mogły przyczynić się do poprawy stanu sieci dzięki technologii V2G (ang. vehicle-to-grid), umożliwiającej dwustronny przepływ energii. Dzięki V2G pojazdy typu BEV pełnią funkcję ruchomych magazynów energii pozytywnie wpływających na stabilizację sieci.

Z drugiej jednak strony 10 sierpnia 2015 roku, po raz pierwszy od lat 80. ubiegłego wieku wprowadzono 20. stopień zasilania [3] – co udowodniło, że energetyka wymaga zmian, które zagwarantują pewność dostaw energii. Niezbędne będzie przeprowadzenie wielu inwestycji, w szczególności na rozwój sieci niskiego i średniego napięcia (nN i SN) oraz w celu realizacji przyłączenia punktów ładowania. Konieczne będą także nakłady w zakresie dostosowania przyłączy i instalacji w budynkach.

Osobnym problemem związanym z wpływem elektromobilności na system elektroenergetyczny będzie wzrost liczby przekształtników energoelektronicznych ładowarek. Typowe struktury układów wykorzystują przetwarzanie pośrednie AC/DC/DC/AC, transformator wysokiej częstotliwości i prostowanie końcowe AC/DC. Stosowanie na wejściu ładowarki prostowników diodowych stanowi źródło odkształcenia prądu, a przy dużej liczbie takich stacji obserwowane mogą być niedopuszczalne przekroczenia wyższych harmonicznych w napięciu, co wpłynie na jakość energii [16,17]. Rozwiązaniem mogą być układy z prostowaniem wejściowym opartym na układzie sterowanym tranzystorowo lub inne topologie [18-20]. Układy takie będą zgodne z technologiami dwukierunkowości transferu energii (koncepcja V2G).

Ważnym aspektem elektromobilności może być również sprzężenie z OZE. Miks źródeł energetycznych wykorzystywanych do napędu pojazdów elektrycznych pozwoli osiągnąć optymalne rezultaty w dekarbonizacji rynku motoryzacyjnego [21].

Stacje ładowania, punkty ładowania stanowiące element infrastruktury ładowania drogowego transportu publicznego powinny spełniać wymagania techniczne i eksploatacyjne określone w szczególności w Polskich Normach, zapewniające ich bezpieczne użytkowanie, w tym bezpieczeństwo pożarowe, bezpieczne funkcjonowanie sieci elektroenergetycznych, cyberbezpieczeństwo oraz dostęp do stacji ładowania dla osób niepełnosprawnych.

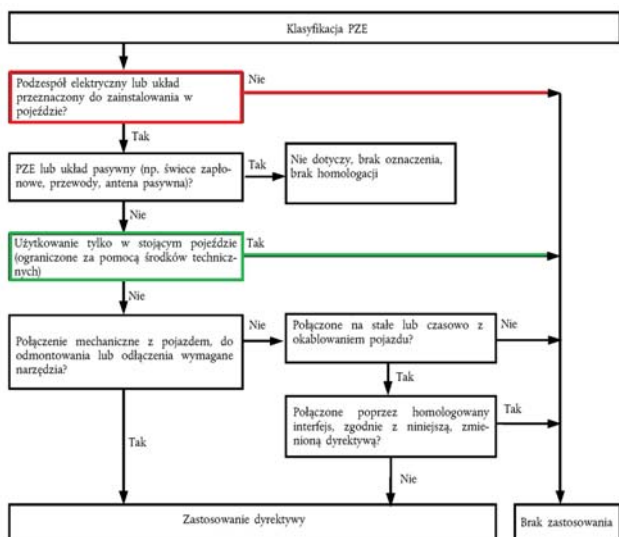
Kompatybilność elektromagnetyczna

Wysokie wymagania dotyczące kompatybilności elektromagnetycznej (EMC) stosowanej w motoryzacji, w tym w systemach ładowania pojazdów są zdeterminowane przez wysokie poziomy generowanych prądów/napięć oraz przez szybkie obwody elektroniczne, które opierają się na pracy impulsowej. Technologie oparte na energoelektronice i posiadające dużą zawartość harmonicznych, mają potencjał do generowania niepożądanych zakłóceń elektromagnetycznych. Jest to szczególnie niepokojące, że liczba takich produktów – stacji ładowania, jest i będzie stale rozpowszechniana na rynku. Współdziałanie wielu stacji na system elektroenergetyczny, lub między sobą w środowisku lokalnym może nieść wiele niebezpieczeństw. Większość dostępnych na rynku ładowarek akumulatorów pojazdów elektrycznych to nieliniowe urządzenia dużej mocy, które z zasady generują harmoniczne prądu i zakłócenia przewodzone wysokich częstotliwości. Dlatego ważne są działania zapewniające kompatybilność elektromagnetyczną stacji ładowania pojazdów [16,17].

Metodologię pomiarów, dopuszczalne limity, procedury określające analizę kompatybilności elektromagnetycznej

wyznaczają przepisy – dyrektywy, ustawy, rozporządzenia i normy.

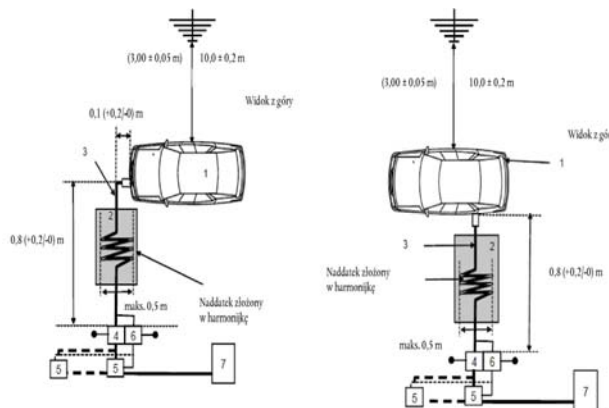
Dla wielu punktem wyjścia, zdawałoby się naturalnym, byłaby analiza Dyrektywy Komisji Europejskiej 2004/104/WE dostosowującej do postępu technicznego dyrektywę Rady 72/245/EWG odnoszącą się do zakłóceń radioelektrycznych pojazdów [22]. Niestety, dyrektywa ta ma zastosowanie do kompatybilności elektromagnetycznej pojazdów, będących pojazdami lub przyczepami w stanie dostarczonym przez ich producenta oraz części lub oddzielnych zespołów technicznych przeznaczonych do zainstalowania w pojazdach. Dyrektywa obejmuje wymagania odnoszące się do odporności na wypromieniowane i przewodzone zakłócenia funkcji związanych z bezpośrednim sterowaniem pojazdem, związanych z ochroną kierowcy, pasażera lub innych użytkowników drogi oraz związanych z zakłóceniami, które spowodowałyby dezorientację kierowcy lub innych użytkowników drogi; wymagania odnoszące się do kontrolowania niepożądanych wypromieniowanych i przewodzonych emisji w celu ochrony zamierzonego sposobu użytkowania urządzeń elektrycznych lub elektronicznych w samym pojeździe lub pojazdach znajdujących się w pobliżu oraz do kontrolowania zakłóceń z urządzeń, które mogą zostać później zainstalowane w pojeździe. Niestety, wymagania nie odnoszą się do zewnętrznych stacji ładowania (Rys. 1).



Rys. 1. Procedura stosowania dyrektywy 2004/104/WE [22]

Kolejnym strategicznym aktem prawnym w zakresie motoryzacji i kompatybilności elektromagnetycznej jest Regulamin nr 10 Europejskiej Komisji Gospodarczej Organizacji Narodów Zjednoczonych [23]. Regulamin wdraża jednolite przepisy dotyczące homologacji pojazdów w odniesieniu do kompatybilności elektromagnetycznej. W dokumencie tym występują już informacje o pokładowych akumulatorach pojazdów jak i układy ładujące energię. Zdefiniowano „REESS” - układ magazynowania energii przeznaczony do wielokrotnego ładowania, dostarczający energię elektryczną do elektrycznego napędzania pojazdu, a także „Tryb ładowania REESS podłączonego do sieci elektroenergetycznej” oznacza zwykły tryb działania ładowania w pojeździe lub układzie ładowania. Niestety, wymienione metody pomiarowe w Regulaminie [23] (Rys. 2) również dotyczą tylko emisji/odporności elektromagnetycznej pojazdu, a zewnętrzne stacje ładujące

są tu tylko wykorzystywane jako platforma zapewniające odpowiedni tryb pracy pojazdu.



Rys. 2. Procedura pomiaru emisji elektromagnetycznej pojazdu w trakcie ładowania w zależności od umiejscowienia przyłącza w pojeździe (przód, bok) wg Regulaminu 10. 1) Badany pojazd 2) Podpora nieprzewodząca, 3) Kabel ładujący/kabel komunikacyjny, 4) Uziemiona sztuczna sieć prądu przemiennego lub stałego, 5) Gniazdo zasilania sieciowego, 6) Uziemiony stabilizator impedancji, 7) Stacja ładująca [23]

W analizie kompatybilności elektromagnetycznej pozostaje więc do zastosowania głównie Dyrektywa EMC 2014/30/UE w sprawie harmonizacji ustawodawstw państw członkowskich odnoszących się do kompatybilności elektromagnetycznej. Wprowadzające dyrektywy ustawy i rozporządzenia wraz z zharmonizowanymi normami zapewniają odpowiednią procedurę pomiarów emisji elektromagnetycznej oraz ocenę odporności elektromagnetycznej.

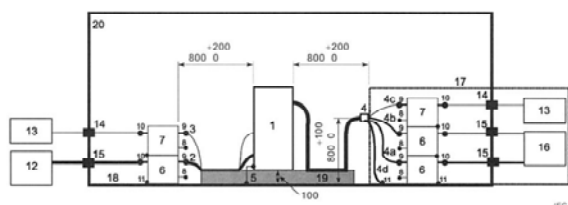
Stacje ładowania wprowadzane do eksploatacji powinny spełniać wymagania wszystkich norm, postanowień, przepisów, rozporządzeń i ustaw w ich obowiązującej wersji, w zakresie jakim ich dotyczą. W tabeli 1 zestawiono najważniejsze normy mające zastosowanie do stacji ładowania pojazdów elektrycznych.

Wymieniona w zestawieniu tabeli 1. na początku seria norm PN-EN 61851 odnosi się do punktów ładowania przewodowego o napięciu nie wyższym niż 1000V AC i 1500V DC. Systematyzuje wiedzę w zakresie nazewnictwa, podziałów trybów ładowania oraz opisuje aspekty związane z bezpieczeństwem użytkowania punktów i stacji ładowania. Definiuje również wytyczne dotyczące analizy kompatybilności elektromagnetycznej stacji ładowania. Przytoczone w tabeli normy są bezpośrednim sprzężeniem z Dyrektywą EMC, Ustawą o elektromobilności i Rozporządzeniem Ministra Energii w sprawie warunków technicznych dla stacji i punktów ładowania pojazdów elektrycznych [13,14]. Należy jednak pamiętać, że wymagania prawne przenikają i wzajemnie uzupełniają się także w innych aktach. Niejednokrotnie producent/inwestor są zobligowani do stosowania równolegle przepisów Prawa budowlanego, Prawa telekomunikacyjnego czy Prawa energetycznego.

W zakresie emisyjności do określenia kompatybilności główną normą jest tu seria norm IEC 61851. Analizie muszą być poddane harmoniczne prądu w zakresie 50Hz±2/2,5kHz, zaburzenia przewodzone w paśmie 150kHz±30MHz oraz zaburzenia promieniowane z przedziału od 30MHz nawet do 6GHz (granica wynika z użytej elektroniki i częstotliwości sygnałów wykorzystywanych w pracy modułów ładowarki).

Tabela 1. Wykaz wybranych norm odnoszących się do stacji ładowania i elektromobilności

PN-EN 61851-1:2011	System przewodowego ładowania pojazdów elektrycznych - Część 1: Wymagania ogólne
PN-EN 61851-21:2002	System przewodowego ładowania (akumulatorów) pojazdów elektrycznych - Część 21: Wymagania dotyczące połączeń zasilania a.c./d.c. w pojazdach elektrycznych
PN-EN 61851-22:2002	System przewodowego ładowania (akumulatorów) pojazdów elektrycznych - Część 22: Stacje ładowania akumulatorów pojazdów elektrycznych przy zasilaniu z sieci prądu przemiennego
PN-EN 61851-23:2014-11	System przewodowego ładowania pojazdów elektrycznych - Część 23: Stacja ładowania pojazdów elektrycznych prądu stałego
PN-EN 62196-1:2015-05	Wtyczki, gniazda wtyczkowe, złącza pojazdowe i wtyki pojazdowe -Przewodowe ładowanie pojazdów elektrycznych - Część 1: Wymagania ogólne
PN-EN 62196-2:2017-06	Wtyczki, gniazda wtyczkowe, złącza pojazdowe i wtyki pojazdowe -Przewodowe ładowanie pojazdów elektrycznych - Część 2: Wymagania dotyczące zgodności wymiarowej i zamienności wyrobów prądu przemiennego z zestykami tulejkowo-kołkowymi
PN-EN 62196-3:2015-02	Wtyczki, gniazda wtyczkowe, złącza pojazdowe i wtyki pojazdowe -Przewodowe ładowanie pojazdów elektrycznych - Część 3: Wymagania dotyczące zgodności wymiarowej i zamienności złącz pojazdowych DC i AC/DC z zestykami tulejkowo-kołkowymi
PN-EN 50620:2017-07	Przewody elektryczne - Przewody do ładowania pojazdów elektrycznych
PN-EN ISO 15118-1:2015-09	Pojazdy drogowe - Interfejs komunikacji pomiędzy pojazdem a siecią – Część 1: Informacje ogólne oraz definicje przypadków użycia
PN-EN ISO 15118-2:2016-06	Pojazdy drogowe - Interfejs komunikacji pomiędzy pojazdem a siecią – Część 2: Wymagania dla sieci i protokołów aplikacji
PN-EN ISO 15118-3:2016-06	Pojazdy drogowe - Interfejs komunikacji pomiędzy pojazdem a siecią – Część 3: Wymagania dla warstwy fizycznej i warstwy łącza danych
PN-EN 62752:2016-12	Zintegrowane z przewodem urządzenia sterownicze i zabezpieczające do ładowania w trybie 2 pojazdów elektrycznych (IC-CPD)
PN-HD 60364-7-722:2016-05	Instalacje elektryczne niskiego napięcia - Część 7-722: Wymagania dotyczące specjalnych instalacji lub lokalizacji - Zasilanie pojazdów elektrycznych
PN-EN ISO 15118-1:2015-09	Pojazdy drogowe - Interfejs komunikacji pomiędzy pojazdem a siecią - Część 1: Informacje ogólne oraz definicje przypadków użycia
PN-EN ISO 15118-2:2016-06	Pojazdy drogowe - Interfejs komunikacji pomiędzy pojazdem a siecią - Część 2: Wymagania dla sieci i protokołów aplikacji
PN-EN ISO 15118-3:2016-06	Pojazdy drogowe - Interfejs komunikacji pomiędzy pojazdem a siecią - Część 3: Wymagania dla warstwy fizycznej i warstwy łącza danych
PN-EN 62752:2016-12	Zintegrowane z przewodem urządzenia sterownicze i zabezpieczające do ładowania w trybie 2 pojazdów elektrycznych (IC-CPD)
PN-HD 60364-7-722:2019-01	Instalacje elektryczne niskiego napięcia - Część 7-722: Wymagania dotyczące specjalnych instalacji lub lokalizacji - Zasilanie pojazdów elektrycznych
DIN SPEC 70121	Electromobility – Digital communication between a d.c. EV charging station and an electric vehicle for control of DC charging in the Combined Charging System
IEC 61980-1:2015	Electric vehicle wireless power transfer (WPT) systems – Part 1: General requirements.



- Key
- | | | |
|--|---|---|
| 1 EUT (floor standing) | 7 termination for signal/control port or wired network port (ISN acc. to Annex C) | 14 feed through filter |
| 2 power input port | 8 measuring port terminated with 50 Ω | 15 AC/DC power feed through filter |
| 3 signal/control port or wired network port | 9 EUT port of termination | 16 power load (placed outside of test site or inside if non disturbing) |
| 4 CPT port (end of charging cable/vehicle inlet) | 10 supply/load port of termination | 17 AE/vehicle simulator (shielding might be necessary) |
| 4a CPT port – power line 1 | 11 low impedance ground connection of termination chassis | 18 ground plane |
| 4b CPT port – power line 2 | 12 AC mains or DC power supply (placed outside of test site or inside if non disturbing) | 19 insulation support with low permittivity |
| 4c CPT port – other than power lines | 13 communication simulator/ stimulating and monitoring system (placed outside of test site or inside if non disturbing) | 20 shielded enclosure or ALSE or test site |
| 4d PE-ground connection | | |
| 5 ground strap of EUT chassis (only if this is required in the EUT manual) | | |
| 6 termination of power lines (AMN (for AC) or AN (for DC) acc. to Annex C) | | |

Rys. 3. Procedura pomiaru zaburzeń przewodzonych wg normy IEC 61851-21

Analiza kompatybilności względem normy IEC 61851-21 [24] jest długim w czasie procesem metrologicznym. Norma zakłada realizację pomiarów emisji przewodzonych (Rys. 3) i promieniowanych w dwóch trybach pracy dla 20% i 80% mocy transferowanej przez stację. W zakresie testów odporności dodatkowo dochodzi jeszcze stan pracy „standy”.

Stacja transferu energii – PLUGinEV

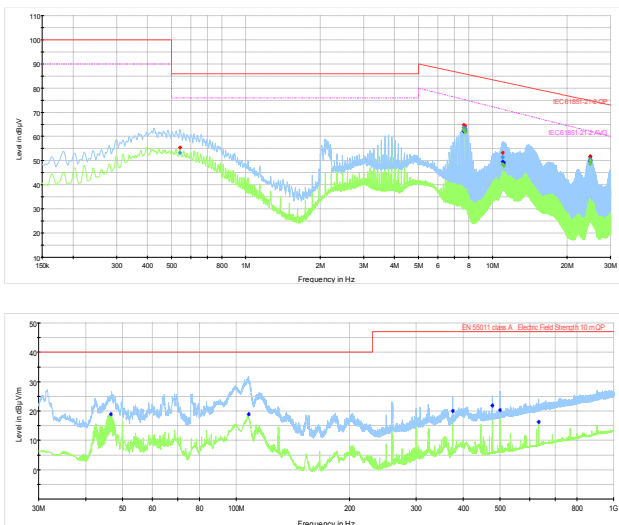
Produkcja podzespołów i urządzeń elektronicznych stanowi jedną z innowacyjnych gałęzi przemysłu motoryzacyjnego. Nowe rozwiązania wymagają wiedzy, doświadczenia i nakładów finansowych ale przede wszystkim wielu testów i badań, by produkty spełniały niezbędne normy wytrzymałości, bezpieczeństwa czy ochrony środowiska. Działania producentów skupiające się na działalności badawczej i rozwojowej są prowadzone często przy współfinansowaniu zewnętrznymi środkami, np. z programów unijnych.



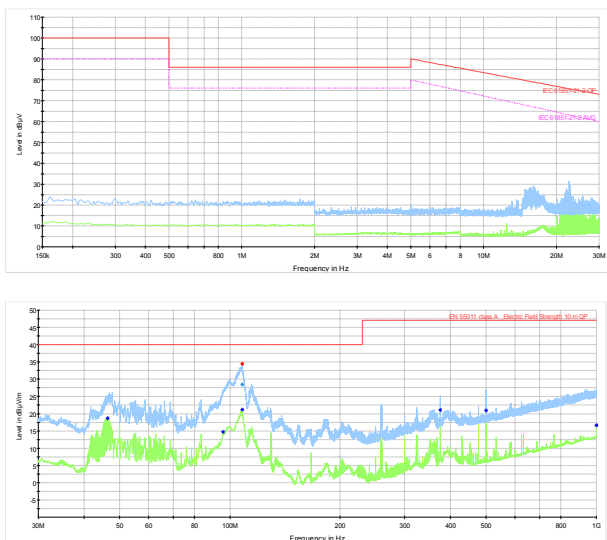
Rys. 4. Zdjęcie stacji ładowania z pomiarów emisji elektromagnetycznej w komorze ekranowej

W ramach projektu POIR.04.01.02-00-0052/16 „Układ ładowania pojazdów elektrycznych zintegrowany z infrastrukturą oświetleniową”, realizowanego w konsorcjum: Politechnika Lubelska i PGE Dystrybucja S.A. powstała prototypowa stacja transferu energii PLUGinEV [25]. Stacja charakteryzuje się pracą dwukierunkową, mocą 22,7 kW i możliwością ładowania pojazdów prądem stałym i zmiennym (napięcie DC 300-450V, złącze SAE CCS typ 2; napięcie AC 3x400V, 50Hz, złącze SAE IEC 62196 typ 2).

Testy emisji elektromagnetycznej stacji ładowania zostały przeprowadzone w akredytowanym Laboratorium Kompatybilności Elektromagnetycznej Politechniki Wrocławskiej – rys. 4. Zgodnie z normą IEC 61851-21 zamiast samochodu elektrycznego do symulacji ładowania wykorzystano obciążenie o charakterze rezystancyjnym, symetryczne (układ zgodny z schematem na rysunku 3).



Rys. 5. Wyniki pomiaru zaburzeń przewodzonych i promieniowanych modułu DC (20% mocy) stacji ładowania



Rys. 6. Zaburzenia modułu AC (80% mocy) stacji ładowania

Charakterystyki przedstawiają wyniki przeprowadzonych pomiarów - widma zaburzeń przewodzonych i promieniowanych odpowiednio dla pracy modułu DC (20% mocy) – rys.5 oraz modułu AC (80% mocy) – rys. 6. W tle każdego pomiarów widoczne są dopuszczalne limity. W

wyniku przeprowadzonej analizy wszystkich stanów pracy nie stwierdzono przekroczenia poziomów emisji.

Wraz z przeprowadzonymi także pozytywnymi testami odporności pozwala to domniemać zgodność stacji z wymaganiami zasadniczymi norm zharmonizowanych z dyrektywą EMC.

Wnioski

Elektromobilność to wielkie wyzwanie cywilizacyjne i ważny trend gospodarczy, który może zmienić nie tylko stan jakości środowiska naturalnego, ale w znaczący sposób zmienić styl życia ludzi.

Rozwój rynku pojazdów elektrycznych wymaga długoterminowych inwestycji, kluczowe będą więc wdrożenia m.in. nowych rozwiązań prawnych, zapewniających równy dostęp do całego rynku oraz przejrzystość i stabilność obowiązujących na nim zasad – także w zakresie obszaru ładowania pojazdów elektrycznych. Istniejące jak i nowe przepisy powinny określać regulacje w zakresie bezpieczeństwa, w tym kompatybilności elektromagnetycznej.

Budowa i funkcjonowanie infrastruktury do ładowania pojazdów elektrycznych wymaga spełnienia wielu wymagań, zarówno w aspekcie współpracy z systemem elektroenergetycznym, infrastrukturą telekomunikacyjną do rozliczeń transferu energii elektrycznej jak i oddziaływań środowiskowych.

Przedstawione wybrane wyniki badań EMC jakie przedstawiono na przykładzie stacji PLUGinEV wykonanej w konsorcjum uczelni z firmą przemysłową są potwierdzeniem, że prawidłowo zaprojektowane i wykonane urządzenia będą bezpieczne w eksploatacji i gotowe do dostarczenia wysokiej jakości energii pojazdom - co jest kluczowym aspektem rozwoju elektromobilności.

Autor: dr inż. Paweł A. Mazurek, Politechnika Lubelska, Katedra Elektrotechniki i Elektroenergii, Politechnika Lubelska, ul. Nadbystrzycka 38A, 20-618 Lublin, e-mail: p.mazurek@pollub.pl.

LITERATURA

- [1] Wiśniewski J., Zmiany klimatu, energia i środowisko. Elektromobilność w Polsce. Stan obecny i perspektywy rozwoju, Fundacja im. Friedricha Eberta, czerwiec 2020
- [2] Polish EV Outlook 2020, Polskie Stowarzyszenie Paliw Alternatywnych, 2020, pspa.com.pl
- [3] Plan Rozwoju Elektromobilności w Polsce. Energia do przyszłości, Ministerstwo Energii, 16 marca 2017 r., <http://www.me.gov.pl>
- [4] Strategia na rzecz Odpowiedzialnego Rozwoju do roku 2020 (z perspektywą do 2030 r.), przyjęta uchwałą Rady Ministrów w dniu 14 lutego 2017 r.
- [5] Gajewski J., Paprocki W., Pieriegud J. (red.), Elektromobilność w Polsce na tle tendencji europejskich i globalnych, Publikacja Europejskiego Kongresu Finansowego, CeDeWu Sp. z o.o., Warszawa 2019
- [6] Kurzempa A., Rozwój elektromobilności – co tak naprawdę oznacza?, Autobusy, 6/2018, 894-897, DOI: 10.24136/atest.2018.197
- [7] Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2014/94/UE z dnia 22 października 2014 r. w sprawie rozwoju infrastruktury paliw alternatywnych, Dz. U. L 307, 28.10.2014
- [8] Krajowe ramy polityki rozwoju infrastruktury paliw alternatywnych - Energia dla przyszłości, Ministerstwo Energii; <http://bip.me.gov.pl/node/26450>, Warszawa 2016
- [9] Ustawa z dnia 11 stycznia 2018 r. o elektromobilności i paliwach alternatywnych, Dz.U. 2018 poz. 317
- [10] Rozporządzenie Ministra Energii z dnia 26 czerwca 2019 r. w sprawie wymagań technicznych dla stacji ładowania i punktów ładowania stanowiących element infrastruktury ładowania drogowego transportu publicznego, Dz.U. 2019 r. Poz. 1316

- [11] Czernicki Ł., Maj M., Miniszewski M., Jak wspierać elektromobilność?, Polski Instytut Ekonomiczny, Warszawa, 2019
- [12] Sendek-Matysiak E., Szumska E., Infrastruktura ładowania jako jeden z elementów rozwoju elektromobilności w Polsce, Prace Naukowe Politechniki Warszawskiej, Zeszyt 121, Transport, 2018, 329-340
- [13] Stacje i punkty ładowania pojazdów elektrycznych, Przewodnik UDT dla operatorów i użytkowników – zalecane praktyki, Urząd Dozoru Technicznego, 2019
- [14] Specyfikacja techniczna ogólnodostępnych stacji ładowania prądu przemiennego samochodów elektrycznych budowanych przez Operatorów Systemów Dystrybucyjnych Elektroenergetycznych, Polskie Towarzystwo Przesyłu i Rozdziału Energii Elektrycznej, <http://www.ptpiree.pl>, styczeń 2020
- [15] Dobrzański D., Overview of currently used wireless electrical vehicle charging solutions, IAPGOS, 3/2018, 47–50 DOI: 10.5604/01.3001.0012.5284
- [16] Chudy A., Stryczewska H.D., Electric vehicle charging – aspects of power quality and electromagnetic compatibility. Journal of Automation, Electronics and Electrical Engineering, 1 (2019), 17-22
- [17] Chudy A., Mazurek P.A., Electromobility - The Importance of Power Quality and Environmental Sustainability, Journal of Ecological Engineering.- 2019, vol. 20, nr 10, p. 15-23
- [18] Fatyga K., Zieliński D., Comparison of main control strategies for DC/DC stage of bidirectional vehicle charger, 2017 International Symposium on Electrical Machines (SME), Naleczow Poland 2017, 1-4, DOI:10.1109/ISEM.2017.7993585
- [19] Fatyga K., Mroczek B., Charakterystyki pracy dwukierunkowej przetwornicy DC/DC do pojazdów elektrycznych i architektura jej komunikacji w systemie operatora sieci elektroenergetycznej, Maszyny Elektryczne - Zeszyty Problemowe Nr 3/2017 (115) 83-89
- [20] Zieliński D., Tokovarov M., Symulacja oraz porównanie wybranych topologii szybkich ładowarek, IAPGOS, 3/2017 23-28, DOI: 10.5604/01.3001.0010.5209
- [21] Fasięcka O., Marek M., Odnawialne źródła energii a rozwój elektromobilności, Problemy Transportu i Logistyki 4/2018, 7–14, DOI: 10.18276/ptl.2018.44-01
- [22] 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
- [23] Regulamin nr 10 Europejskiej Komisji Gospodarczej Organizacji Narodów Zjednoczonych (EKG ONZ) – Jednolite przepisy dotyczące homologacji pojazdów w odniesieniu do kompatybilności elektromagnetycznej [2017/260]
- [24] IEC 61851-21-2 - Electric vehicle conductive charging system - Part 21-2: Electric vehicle requirements for conductive connection to an AC/DC supply - EMC requirements for off board electric vehicle charging systems
- [25] PLUGinEV - układ ładowania pojazdów elektrycznych zintegrowany infrastrukturą oświetleniową, projekt POIR.04.01.02-00-0052/16 w ramach poddziałania/działania 4.1/4.1.2 POIR, Politechnika Lubelska, PGE Dystrybucja, <http://pluginev.pollub.pl>