



Ładowanie podczas jazdy

Clark Warrington

Każdego dnia autobusy przejeżdżają tysiące kilometrów drogami, ulicami miast i miasteczek na całym świecie. W styczniu tego roku flota autobusów elektrycznych przejechała łącznie 500 000 kilometrów.

Nie takie zwyczajne

Autobusy, o których mowa, to pojazdy elektryczne ładowane bezprzewodowo (EV – *electric vehicle*), które obsługują trasy w Berlinie, Brunszwiku i Manheim (Niemcy), a także w Brugii (Belgia) i Södertälje (Szwecja). Wykorzystują technologię PRIMOVE opracowaną przez firmę Bombardier. Dzięki wprowadzeniu tych pojazdów na trasy emisja dwutlenku węgla zmniejszyła się o ponad 527 ton.

Technologie ładowania bezprzewodowego są oparte na indukcyjnym transferze energii o dużej mocy, podobnie jest z PRIMOVE. Transmisja energii odbywa się między podzespołami wysyłającymi położonymi pod powierzchnią drogi a podzespołami odbierającymi zainstalowanymi pod pojazdem. Urządzenia ładujące rozmieszczone wzdłuż drogi rozpoczynają proces ładowania bezstykowego, gdy tylko pojazd obejmie segment ładujący.

Bezprzewodowe stacje ładujące znajdują się w zajezdniach, na przystankach końcowych oraz wzdłuż trasy na wybranych przystankach, gdzie ładowanie może się rozpocząć po opuszczeniu pojazdu przez pasażerów.

Technologie bezprzewodowe

Bezprzewodowy transfer energii (*wireless power transfer* – WPT) wykorzystuje sprzężenie rezonansu magnetycznego transformatorów rdzeniowych. Ta technologia może zapewnić wygodne, bezpieczne i elastyczne ładowanie pojazdów elektrycznych, zarówno będących w ruchu, jak i zatrzymanych.

System transferu energii składa się z cewki ładującej i cewki odbiorczej. Tworzą one układ sprzężonych magnetycznie cewek indukcyjnych. Podczas pracy prąd przemienny w cewce ładującej wytwarza pole magnetyczne. To z kolei indukuje napięcie w cewce odbiorczej. Wytworzone napięcie może zostać wykorzystane do napędzenia urządzenia mobilnego lub naładowania akumulatora w samochodzie, autobusie, ciężarówce czy tramwaju.

Inna technologia ładowania EV to *plug-in EV* (PEVs)¹ – obecnie spotykana najczęściej. Wadami PEV są duże i ciężkie akumulatory oraz konieczność wykorzystywania nieporęcznych i kosztownych ładowarek typu *cable-and-plug*². Duże akumulatory mogą ograniczyć dystans, jaki EV (wykorzystujący tę technologię ładowania) może pokonać, co z kolei może spowodować u niektórych kierowców niepokój związany z odległością do przejechania.

Najpopularniejsze systemy transferu energii w pojazdach elektrycznych lub hybrydowych zazwyczaj ładują na poziomie od 3 do 50 kW, gdy pojazd jest wyłączony. Ta technologia sprawdza się, gdy ładujemy pojazd w domu lub w garażu.

Natomiast indukcyjny transfer energii – znany też jako dynamiczny bezprzewodowy transfer energii (*dynamic wireless power transfer* (DWPT)) – pozwala na doładowywanie akumulatora, gdy pojazd jest w ruchu.

Koncepcja ładowania bezprzewodowego jest dobrze znana. Pod koniec XIX w. Nikola Tesla zdobył patent na rezonansowe sprzężenie indukcyjne, które dostarczało prąd elektryczny do silników tramwajowych ze źródeł stacjonarnych.

Niedawno, w 2016 roku, w Oak Ridge National Laboratory (ORNL)³ w stanie Tennessee zaprezentowano bezprzewodowy system ładowania pojazdów. System ten (20 kW) osiągnął 90% wydajności, ładując trzykrotnie szybciej niż tradycyjny system typu *plug-in*. Partnerzy branżowi z firm, takich jak Toyota, Cisco Systems, Evatran oraz Clemson University International Center for Automotive Research przyczynili się do rozwoju tej technologii.

Zespół badaczy z ORNL-u opracował system ładowania dla samochodów pasażerskich. Obejmuje on przetwornik, transformator separacyjny, elektronikę pojazdu oraz technologię sprzęgania. W celach pokazowych naukowcy zamontowali jednoprzetwornikowy system w elektrycznej Toyocie RAV4 wyposażonej w dodatkowy 10 kWh akumulator.

Normy IEC kluczowe do wprowadzenia technologii EV WPT

Bezprzewodowe ładowanie pojazdów elektrycznych dzięki swojej elastyczności i wygodzie może zastąpić ładowanie przewodowe. Korzystanie z prywatnej i bezpiecznej łączności radiowej oraz normalizacji oznacza, że dowolny pojazd mógłby być ładowany w dowolnym miejscu.

Wiele komitetów i podkomitetów technicznych IEC angażuje się w prace nad Normami Międzynarodowymi koniecznymi do wprowadzenia technologii WPT. Międzynarodowa Organizacja Normalizacyjna (ISO) również włącza się w prace nad rozwojem WPT: jeden z komitetów technicznych ISO współpracuje z odpowiednimi komitetami IEC.

IEC/TC 69 *Electric road vehicles and electric industrial trucks* odpowiada za przygotowywanie Norm Międzynarodowych obejmujących „pojazdy drogowe, całkowicie lub częściowo zasilane elektrycznie ze źródeł niezależnych oraz elektryczne pojazdy ciężarowe”.

W ramach IEC/TC 69 działają 4 Grupy Robocze (WGs). Jedną z nich, IEC/TC 69/WG 7, pracuje głównie nad „Systemami bezprzewodowego transferu energii w pojazdach elektrycznych”.

IEC/TC 69/WG 7 pracuje nad IEC 61980, wieloczęściową Normą Międzynarodową odnoszącą się do sprzętu wykorzystywanego w WPT „z sieci

zasilającej do elektrycznych pojazdów drogowych”. Ta seria obejmuje także sprzęt WPT zasilany z systemów magazynowania energii „na miejscu” (takich jak zasilacze buforowe itd.)⁴.

IEC 61980-1:2015 zawiera ogólne wymagania dotyczące systemów EV WPT, w tym podstawowe zasady i definicje np.: efektywność, bezpieczeństwo elektryczne, kompatybilność elektromagnetyczna (EMC), ochrona przed polem elektromagnetycznym (EMF) itd.

IEC 61980-2 (ma się ukazać w późniejszym terminie) zawiera szczegółowe wymagania dotyczące komunikacji pomiędzy elektrycznymi pojazdami drogowymi i systemami WPT, w tym ogólne zasady i definicje.

W IEC 61980-3 (publikacja zaplanowana na termin późniejszy) będą zawarte szczegółowe wymagania dotyczące systemów bezprzewodowego transferu energii z pola magnetycznego do EV (*magnetic field wireless power transfer* (MF-WPT)).

Ponadto, podkomitet Specjalnego Międzynarodowego Komitetu ds. Zakłóceń Radioelektrycznych (CISPR) pracuje nad normami związanymi z technologią WPT. CISPR/B (CIS/B) *Interference relating to industrial, scientific and medical radio-frequency apparatus, to other (heavy) industrial equipment, to overhead power lines, to high voltage equipment and to electric traction* jest zaangażowany w prace nad poprawką do publikacji CISPR 11:2015 *Industrial, scientific and medical equipment – Radio-frequency disturbance characteristics – Limits and methods of measurement – Requirements for air-gap WPT*.

Komitety Techniczne IEC współpracujące z IEC/TC 69/WG7:

- IEC/TC 64 *Electrical installations and protection against electric shock* oraz IEC/TC 77 *Electromagnetic compatibility*.
- ISO/TC 22/SC 37 *Electrically propelled vehicles*, podkomitet ISO/TC 22: *Road vehicles* jest zaangażowany w prace nad technologią WPT i współpracuje z IEC/TC 69.

WPT zdobywa świat

Technologie bezprzewodowego ładowania są wykorzystywane w kilku miejscach na świecie.

W Korei Południowej naukowcy z Korea Advanced Institute of Science and Technology (KAIST) opracowali technologię WPT zwaną OLEV, tj. *On-Line Electric Vehicles*.

W Gumi (Korea Płd.) zbudowano trasę, która pozwala autobusom ładować akumulatory podczas jazdy. Ta technologia zapewnia 60 kHz i 180 kW bezprzewodowej energii zasilającej środki transportu. Trasa ma długość 35 km, natomiast długość sekcji DWPT wynosi 144 m. Na całej trasie rozmieszczono 4 sekcje DWPT.

Początkowo dwa autobusy wyposażono tak, aby ładowały się podczas jazdy tą trasą; cewki w autobusach OLEV są zamontowane pod spodem pojazdu, aby mogły pobierać energię z pola magnetycznego na drodze. System DWPT umożliwił producentom autobusów zmniejszenie rozmiaru akumulatora zapasowego do 1/5 wielkości akumulatora w typowym samochodzie elektrycznym.

Brytyjska agencja rządowa, Highways England, przeprowadza testy technologii ładującej EV bezprzewodowo za pomocą urządzeń „wbudowanych w drogę”. Analizy wykazują, że w zależności od warunków drogowych średnie zapotrzebowanie na energię może wynieść nawet 500 kVA (0,5 MVA) na milę.

Highways England brała pod uwagę trzy rodzaje konstrukcji dróg, w tym konstrukcje na bazie wykopów, pełną przebudowę pasa ruchu oraz pełną przebudowę pasa ruchu z elementów prefabrykowanych. Stwierdzono, że pierwsze dwie metody są wykonalne, natomiast trzecia okazała się zbyt kosztowna.

Niezależnie od tego, który system zostanie wykorzystany, Normy Międzynarodowe IEC opracowane przez wiele komitetów i podkomitetów technicznych będą kluczowe we wprowadzaniu technologii WPT do ładowania pojazdów elektrycznych.

¹ plug-in – przenośny działający na prąd sieciowy.

² cable-and-plug charger – ładowarka składająca się z kabla oraz wtyczki.

³ ORNL – wieloprogramowe laboratorium finansowane przez Departament Energii USA, siedziba w Oak Ridge w stanie Tennessee.

⁴ on-site storage systems.

Źródło: IEC etech magazine, April 2017
Tłum. I.P.