elektro.info.pl

Poradnik
ELEKTROMOBILNOŚĆ

Zagrożenia pożarowe układów ładowania baterii litowo-jonowych

Zarządzanie infrastrukturą stacji ładowania pojazdów elektrycznych

Współpraca stacji ładowania z magazynem energii i instalacją PV

Partnerzy publikacji

Redakcja

Adres redakcji
ul. Karczewska 18, 04-112 Warszawa
tel. 22 810 65 61
faks 22 810 27 42
redakcja@elektro.info.pl
www.elektro.info.pl

Reklama: Karolina Rosa, krosa@medium.media.pl
Hanna Witkowska, hwitkowska@medium.media.pl

Redakcja: Anna Kuziemska, akuziemska@elektro.info.pl

Grupa MEDIUM
Spółka z ograniczoną odpowiedzialnością Sp.K.
ul. Karczewska 18, 04-112 Warszawa
tel. 22 810 21 24, faks 22 810 27 42
ISBN 978-83-64094-10-1

Spis treści

- Wprowadzenie do systemów ładowania pojazdów elektrycznych 4
- Wymagania stawiane stacjom ładowania pojazdów elektrycznych 6
- Elektryka naładujesz energią odnawialną – prezentacja 8
- Stacje ładowania źródeł energii pojazdów elektrycznych 10
- Zabezpieczenia stacji ładowania pojazdów elektrycznych – prezentacja 14
- Rozwój elektromobilności w aglomeracjach miejskich a system elektroenergetyczny 18
- Tempo rozwoju infrastruktury ładowania powinno przyspieszyć 22
- Chcesz mieć swoją komercyjną stację ładowania EV? – prezentacja 26
- Czy nowelizacja ustawy o elektromobilności przyspieszy rozwój zeroemisyjnego transportu w Polsce? 28
- Bezpieczeństwo elektryczne stacji ładowania i wallboxów – prezentacja 34
- Zagrożenie pożarowe stacji ładowania samochodów elektrycznych – ochrona odgromowa i przeciwprzepięciowa 38
- Fronius Wattpilot – ładowanie samochodów elektrycznych w domu i w podróży – prezentacja 42
- Bezpieczna eksploatacja pojazdów elektrycznych i infrastruktury ładowania – okiem eksperta 44
- Współpraca stacji ładowania pojazdów elektrycznych z magazynem energii i instalacją fotowoltaiczną 48
- Domowe stacje ładowania – bezpieczeństwo na pierwszym miejscu – prezentacja 54
- Baterie „made in Poland" napędzają europejską elektromobilność 56
- Analiza rozwoju liczby punktów ładowania pojazdów elektrycznych w Polsce oraz w wybranych krajach 58
- Jak wybrać domową ładowarkę do samochodu elektrycznego? – prezentacja 64
- Ładowanie EV w mojej firmie – dodatkowe przychody czy niepotrzebne obciążenie? – prezentacja 68
- Średnioterminowe prognozy liczby punktów ładowania pojazdów elektrycznych w Polsce oraz w wybranych krajach . . 72
- Elektromobilność wspiera zieloną energię 78
- Zagrożenie pożarowe układów ładowania baterii litowo-jonowych – ochrona przeciwprzepięciowa 84
- Katalog firm 90

Julian Wiatr, Marcin Orzechowski

PORADNIK PROJEKTANTA ELEKTRYKA

Nakładem Wydawnictwa Grupa MEDIUM w maju 2021 roku zostało opublikowane szóste wydanie „Poradnika Projektanta Elektryka", autorstwa mgr. inż. Juliana Wiatra oraz mgr. inż. Marcina Orzechowskiego. Monografia jest bardzo obszerna i obejmuje 1795 stron treści zasadniczych, na które składa się czternaście rozdziałów głównych, spis literatury, 14 załączników oraz 18 dodatków zgromadzonych w dwóch tomach. We wstępie „Od Autorów" podkreślono istotność opisywanych zagadnień oraz duże zainteresowanie Czytelników poprzednimi wydaniami „Poradnika", co zdecydowało o wydaniu kolejnym (szóstym), które zostało uaktualnione i rozszerzone w stosunku do poprzedniego wydania z 2012 roku.

W tym wydaniu oprócz uaktualnienia treści, Autorzy zamieścili szereg wymagań w zakresie ochrony przeciwpożarowej, która stanowi jeden z najważniejszych elementów każdego budynku lub obiektu budowlanego. Zaktualizowali również wymagania dotyczące przyłączania odbiorców do sieci elektroenergetycznej i jakości dostarczanej energii elektrycznej, wynikające z Rozporządzenia Ministra Gospodarki z dnia 4 maja 2007 roku w sprawie szczegółowych warunków funkcjonowania systemu elektroenergetycznego. Autorzy przy opracowywaniu „Poradnika" wzięli również pod uwagę cenne uwagi oraz sugestie czytelników, które wpłynęły na ostateczny kształt szóstego wydania. Na uwagę zasługuje dodatek 18, „Elementy fotowoltaiki", z uwagi na aktualność tematyki. Spis literatury zawiera 326 pozycji, co odpowiada (a nawet przekracza) standardy podobnych monografii. W rozdziale 1 Autorzy przedstawili informacje dotyczące projektu budowlanego i zasad jego uzgadniania. W rozdziale 2 skupili się na istotnym zagadnieniu podstaw zasilania budynków nieprzemysłowych. Rozdział 3 koncentruje się na opisie sieciowych urządzeń zasilających. W rozdziale 4 przedstawili linie elektroenergetyczne niskich i średnich napięć. Rozdział 5 z kolei prezentuje zagadnienie zwarć. Rozdział 6 poświęcono doborowi przewodów i ich zabezpieczeń. Cały rozdział 7 to przegląd informacji na temat układów i urządzeń zasilania rezerwowego, awaryjnego i gwarantowanego. Rozdział 8 poświęcono kompensacji mocy biernej. W rozdziale 9 scharakteryzowano zwięźle zasilanie terenu budowy i rozbiórki. Z kolei rozdział 10 to opis zasilania tymczasowego imprezy masowej. Kolejny 11 rozdział to krótki opis wymagań stawianych obiektom budowlanym łączności – zasilanie. Rozdział 12 dotyczy zasilania oświetlenia ulicznego. Obszerny rozdział 13 dotyczy ochrony przeciwporażeniowej (zagadnienia wybrane). Ostatni rozdział 14, również bardzo obszerny, zawiera opis badań instalacji elektrycznych niskiego napięcia (zagadnienia wybrane). Cennym uzupełnieniem tekstu monografii są załączniki oraz dodatki. Cechą pracy jest szerokie spojrzenie na tematykę oraz duża skrupulatność Autorów. Monografia może stanowić cenną pomoc (źródło wiedzy) dla osób zajmujących się w praktyce projektowaniem zasilania obiektów mieszkalnych i użyteczności publicznej – zarówno z sieci elektroenergetycznej niskiego napięcia, jak i z zespołu prądotwórczego i innych dostępnych na rynku źródeł zasilania. Wymiar monografii jest zdecydowanie praktyczny. Brak jest na rynku krajowym tak obszernego (niemal 2 tysiące stron!) kompendium wiedzy z poruszanych zagadnień w postaci jednej książki.

Tekst dr hab. inż. Paweł Piotrowski, prof. uczelni, Politechnika Warszawska, Wydział Elektryczny

ZAMÓWIENIA eib@ksiegarniatechniczna.com.pl www.ksiegarniatechniczna.com.pl tel. 22 512 60 60, -61, -62, -68 faks 22 810 27 42

mgr inż. Karol Kuczyński

Wprowadzenie do systemów ładowania pojazdów elektrycznych

Samochody elektryczne znane są już od ponad 100 lat. Jednak z uwagi na ograniczone możliwości magazynowania energii przez wiele lat silniki elektryczne były stosowane do napędzania pojazdów w ograniczonym zakresie. Dopiero od kilku lat technologia ta jest wdrażana do masowej produkcji obok rozwiązań hybrydowych. Jest bowiem możliwe magazynowanie energii w akumulatorach litowo-jonowych, zapewniające przejechanie nawet 200 kilometrów [1, 2]. Jako zaletę elektrycznego samochodu można podać bardzo duży moment obrotowy silnika elektrycznego, który umożliwi nam zastosowanie tego typu napędu w autobusach miejskich i ciężarówkach wjeżdżających do zabytkowych centrów miast także pod bardzo dużym nachyleniem.

Fot. 1. Przykład procesu ładowania samochodu ze stacji ładowania zasilanej z instalacji fotowoltaicznej przy jednej z sieci handlowych

Rozwój akumulatorów

W kolejnych latach należy oczekiwać zarówno spadku cen, jak i znacznego postępu technologicznego w obszarze akumulatorów do pojazdów elektrycznych (EV) – wynika to z analizy Frost & Sullivan, która podsumowuje najważniejsze trendy na światowym rynku baterii do EV. Baterie litowo-jonowe, mimo wielu zalet, z powodu wysokich kosztów zakupu i stosunkowo ograniczonej wydajności nie są idealnym rozwiązaniem. Według różnych szacunków, baterie odpowiadają dziś za znaczną część ceny przeciętnego samochodu elektrycznego i sprawiają, że EV są zazwyczaj znacznie droższe od swoich spalinowych odpowiedników. Przewiduje się, że do 2020 r. ceny baterii spadną o ponad 40% względem poziomu obecnego. W konsekwencji samochody elektryczne będą stopniowo tanieć i zyskiwać na popularności wśród kierowców [3].

Prawdziwy przełom nastąpi jednak wraz z komercjalizacją baterii ze stałym elektrolitem, który jest bezpieczniejszy i znacznie wydajniejszy niż akumulatory litowo-jonowe. Według zapowiedzi niektórych producentów, baterie tego rodzaju zapewnią 2,5 razy większą gęstość energii i zwiększą zasięg samochodów elektrycznych do nawet 800 km na jednym ładowaniu. Ich produkcja na skalę masową rozpocznie się w ciągu najbliższej dekady. Prace nad bateriami ze stałym elektrolitem prowadzą obecnie zarówno szerzej nieznane start upy, jak i wielkie koncerny motoryzacyjne z BMW i Toyotą na czele [3].

STRESZCZENIE

Artykuł omawia wybrane rozwiązania dotyczące systemów ładowania pojazdów elektrycznych.

Rozwój elektromobilności w Polsce

Decyzją nr 1 z dnia 30 marca 2017 r. Przewodniczący Komitetu Ekonomicznego Rady Ministrów powołał Zespół zadaniowy do spraw „Programu Rozwoju Elektromobilności". Do najważniejszych zadań Zespołu należy m.in. przygotowanie i wypracowanie koncepcji rozwoju elektromobilności w Polsce oraz realizacja i koordynacja projektów w ramach Programu E-bus i E-car [4]. Rządowy program rozwoju elektromobilności to liczne wyzwania ekonomiczne wynikające z kosztów projektów i dotacji do pojazdów elektrycznych. Należy również uwzględnić wyzwania techniczne związane z modernizacją i rozbudową sieci energetycznej oraz konieczność pokrycia zwiększonego zapotrzebowania na energię i moc z jednostek wytwórczych [1].

W polskim transporcie publicznym pojawiają się pojazdy o napędzie elektrycznym, to jednak nadal są to ilości znikome. Liderem jest Warszawa z dziesięcioma autobusami, i Kraków – który testuje 4 takie pojazdy, testy odbywają się też w Jaworznie, Lublinie i Rzeszowie. Z jednej strony skala ich produkcji jest mniejsza z drugiej strony ułatwieniem jest to, że pojazdy poruszają się po stosunkowo niewielkim obszarze – najczęściej w granicach jednego miasta. W ten sposób dużo łatwiej rozwiązać problem związany z infrastrukturą do ładowania oraz niezbędną dodatkową mocą pobieraną z sieci elektroenergetycznej [1].

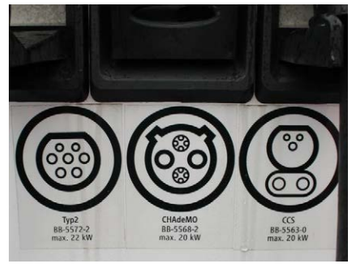
W Polsce według różnych szacunków znajduje się ponad 300 stacji ładowania samochodów elektrycznych. Przykładowo we Wrocławiu powstał Wrocławski System Ładowania Pojazdów Elektrycznych z 10 stacjami ładowania samochodów elektrycznych. Rozwój stacji ładowania stanowi bardzo duże wyzwanie. Koszt budowy powolnego punktu ładowania wynosi od 16 do 70 tys. zł, a w przypadku tzw. szybkiego punktu ładowania jest to już od 60 tys. do 200 tys. zł [1].

W przypadku autobusów komunikacji miejskiej wyróżnia się dwa sposoby ładowania [1]:

» ładowanie średniej mocy (20–200 kW), typowo w zajezdni z interfejsem ładowania w postaci wtyczki combo 2 lub pantografu,

» ładowanie dużej mocy (150–450 kW), typowo na pętli autobusowej z interfejsem ładowania w postaci pantografu.

Ładowanie autobusów komunikacji miejskiej przy użyciu pantografu zwykłego lub odwróconego jest najczęściej zautomatyzowane. Ładowanie wtyczką combo 2 wymaga ręcznego podłączenia jej do źródła zasilania. Warto odnotować, że ładowarki miejskie o wysokiej mocy zmniejszają potrzebę na duże baterie w e-autobusie [1]. Wskazane jest ponadto, aby stacje ładowania, zarówno miejskie, jak i zajezdniowe, były wielowyjściowe, co pozwoli ograniczać koszty ich wdrożenia oraz koszty eksploatacyjne. Natomiast z ekonomicznego punktu widzenia – im wyższa moc ładowania, tym niższa cena stacji ładowania przypadająca na 1 kW, ale tym wyższa cena podłączenia do sieci energetycznej. Ładowanie odbywać się może z wykorzystaniem sieci niskiego napięcia, sieci średniego napięcia z transformatorem SN/nn lub z sieci trakcyjnej np. tramwajowej. Koszt zakupu infrastruktury do ładowania autobusów komunikacji miejskiej szacowany jest na około 1300–1800 zł/1 kW [1]. Przy czym dodatkowy koszt związany z kosztem instalacji infrastruktury (sieć niskiego napięcia) to około 200–500 zł/1 kW oraz 800–1500 zł/1 kW (sieć średniego napięcia). Autobusy 12-metrowe mogą być wyposażone, w zależności od przeznaczenia, w akumulatory o pojemności od 80 do 400 kWh. Autobusy przegubowe 18-metrowe wykorzystują w zależności od przeznaczenia akumulatory o pojemności od 120 do 600 kWh [1].



Fot. 2. Przykład ładowarki samochodowej z popularnymi standardami wtyków

Wdrożone standardy

Do ładowania pojazdów elektrycznych, poza klasycznymi gniazdkami 230/400 V, największą popularność zdobyły trzy standardy: CHAdeMO G105-1993 (szybkie), SAE J1772 Combo („normalne") oraz Typu 2, zwane także Mennekes (półszybkie) [2]. Pierwszym popularnym standardem ładowania szybkiego prądem stałym stał się japoński standard CHAdeMO. Umożliwia on ładowanie prądem stałym do 125 A przy napięciu 500 V z ładowarki o mocy 50–200 kW (standard 1.1–1.2).

Amerykańska konkurencja to standard Combo (SAE J1772), umożliwiający ładowanie prądem stałym z zewnętrznej ładowarki (90 kW, 450 V, 200 A) oraz jednofazowo prądem zmiennym z ładowarki pokładowej (7,2 kW).

Innym spotykanym europejskim standardem jest typu 2 zwany również Mennekes (VDE-AR-E 2623-2-2) od nazwy firmy, który umożliwia pracę ładowarki jednofazowo (3,5 kW) lub 3-fazowo (o mocy 11, 22 lub 44 kW). Europejskie Stowarzyszenie Producentów Samochodów ACEA propaguje ten standard jako IEC 62196-2 Type 2.

Wdrożony został również standard szybkiego ładowania Combined Charging System (CCS), łączący dwa wcześniej wspomniane standardy, umożliwiający zarówno ładowanie prądem zmiennym 1- i 3-fazowe, jak i prądem stałym, docelowo 50 kW, a w perspektywie nawet 150 kW. Spotykane są również określenia tego standardu Combo 2 i Combo Coupler. System ten powinien być kompatybilny z amerykańskim J1772 [2]

W zależności od standardu, wtyczki różnią się wyglądem **(fot. 2.)** i liczbą wyprowadzeń. Problem z podłączeniem pojazdu do stacji ładowania może się pojawić w przypadku oblodzenia karoserii pojazdu, między innymi dlatego powstała koncepcja ładowania bezprzewodowego.

Ładowanie bezprzewodowe

Większość analityków zajmujących się rynkiem motoryzacji twierdzi, że do 2040 r. samochody elektryczne stanowić będą 50% rynku. Zanim to jednak nastąpi, musimy rozbudować i zmodernizować całą infrastrukturę odpowiedzialną za ich ładowanie. Pojawiają się również koncepcje ładowania bezprzewodowego [3].

To rozwiązanie wykorzystuje zjawisko indukcji magnetycznej, a konstrukcja w istocie opiera się na transformatorze wysokiej częstotliwości ze szczeliną powietrzną zbudowanych z dwóch sprzężonych magnetycznie cewek: jednej w pojeździe, a drugiej w miejscu postoju. Współczynnik sprzężenia uzwojeń jest dosyć niski 0,1–0,5 (szczelina powietrzna) [2]. Przez cewkę w miejscu postojowym przepływa prąd o częstotliwości 20–150 kHz, formowany w przetwornicy energoelektronicznej wyposażonej w przekształtnik ac/dc/ac z prostownikiem diodowym i falownikiem napięcia.

Przykładem może być specjalna mata, umożliwiająca dwukierunkowy przepływ energii elektrycznej. System bezprzewodowego ładowania BMW ma dysponować mocą 3,2 kW. To wystarczy, żeby naładować akumulatory w samochodzie 530e iPerformance w ok. 3,5 godziny. Do tego bezprzewodowa mata współpracuje z systemem Digital Charging Service, umożliwiającym ładowanie samochodu w czasie gdy prąd jest najtańszy lub gdy działa nasza przydomowa elektrownia fotowoltaiczna [5].

Literatura

1. P. Piotrowski, Metodyka zasilania obiektów budowlanych o zwiększonej pewności dostaw energii – Wymagających zwiększonej pewności dostaw energii z uwzględnieniem wykorzystania odnawialnych źródeł energii (część 2.), „elektro.info" 3/2018.
2. S. Bielecki, Pojazdy elektryczne (część 2.) – przyszłość transportu i energetyki?, „elektro.info" 9/2016.
3. Materiały Frost & Sullivan i Polskiego Stowarzyszenia Paliw Alternatywnych.
4. www.gov.pl/energia/elektromobilnosc-w-polsce
5. https://spidersweb.pl/autoblog/bezprzewodowe-ladowanie/

ABSTRACT

selected issues concerning the electric vehicle charging systems

The article discusses the solutions for electric vehicle charging systems.

mgr inż. Marta Żurek-Mortka, mgr inż. Grzegorz Parzonko – Uniwersytet Technologiczno-Humanistyczny w Radomiu

Wymagania stawiane stacjom ładowania pojazdów elektrycznych

Pierwszy samochód elektryczny skonstruowano w XIX wieku. Jednym z najbardziej godnych uwagi wydarzeń tamtych czasów było przekroczenie bariery prędkości 100 km/h przez samochód elektryczny, które miało miejsce w końcu XIX wieku. Prace w zakresie samochodów elektrycznych zostały jednak zaniechane ze względu na brak wydajnych magazynów energii na rzecz rozwoju pojazdów z silnikami spalinowymi. Do rozwiązań elektromobilności powrócono pod koniec XX wieku. Wówczas konieczność ograniczenia emisji spalin i CO_2 do atmosfery wymusiła poszukiwanie rozwiązań ekologicznych, co spowodowało gwałtowny rozwój elektromobilności.

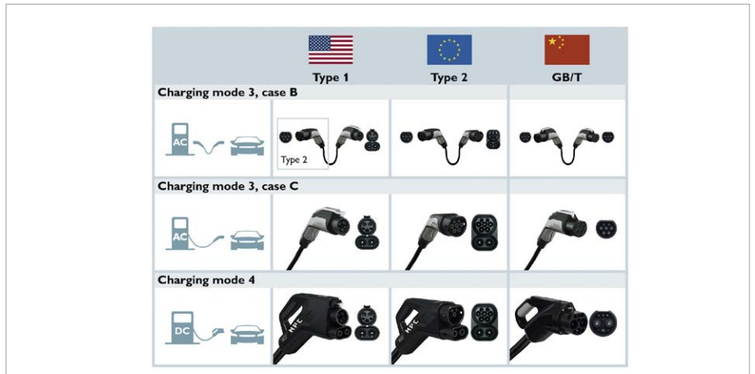
Obecnie w masowej produkcji mamy samochody hybrydowe i PHEV (*Plug-in Hybrid Electric Vehicle*) oraz pojazdy elektryczne EV (*Electric Vehicle*). Większość dużych producentów motoryzacyjnych buduje nowe fabryki lub modernizuje istniejące linie produkcyjne przestawiając produkcję na samochody elektryczne.

Bariery rozwojowe

Według raportu IEA *(International Energy Agency*) [2] liczba pojazdów elektrycznych na świecie nieustannie rośnie. Największymi odbiorcami samochodów elektrycznych są Chiny, USA i Europa. Na hamowanie rozwoju segmentu EV wpływ mają główne bariery, które obejmują:

1. infrastrukturę (zbyt mała liczba stacji ładowania EV),
2. czas ładowania baterii,
3. pojemność baterii (ograniczony zasięg),
4. koszty (koszty nabycia pojazdów, które są obecnie jeszcze bardzo wysokie).

Z danych Instytutu Transportu Samochodowego wynika, że przeciętny samochód w Polsce przejeżdża 8500 km rocznie, co w przeliczeniu daje 23 km dziennie [1]. Biorąc te dane do analizy przy eksploatacji samochodu elektrycznego możliwe jest ładowanie samochodu w warunkach domowych raz na kilka dni. Powstaje jednak problem, ponieważ większość „aktywnych" pojazdów to samochody firmowe: kurierskie, transportowe, dostawcze, transportu miejskiego (autobusy, taksówki), używane w firmach do przemieszczania się pracowników, których przebiegi sięgają wielokrotności średniej dziennej. Oznacza to konieczność częstego ładowania akumulatorów. Skutkuje to budową infrastruktury publicznych stacji ładowania, a tym samym zwiększeniem zapotrzebowania na energię elektryczną. Jest to związane również z wniesieniem opłat za moc umowną do spółki dystrybucyjnej, przystosowaniem instalacji elektrycznej do ładowania pojazdu oraz montażem samej stacji ładowania.



Rys. 1. Opis zestawienia gniazd – materiał informacyjny firmy Phoenix Contact [8]

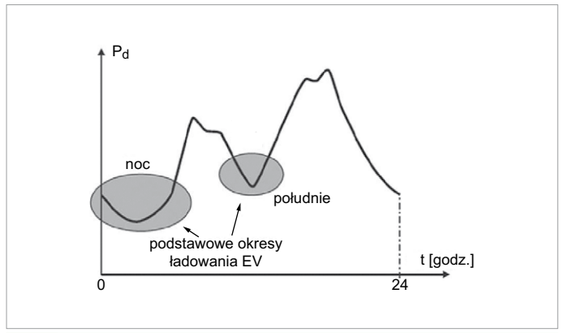
Dostępne rozwiązania

Na rynku dostępne są stacje ładowania kilku producentów, charakteryzujące się różnymi parametrami i przeznaczeniem. Stacje ładowania możemy podzielić w zależności od rodzaju prądu ładowania **(rys. 1.)**: prąd przemienny (AC) i prąd stały (DC).

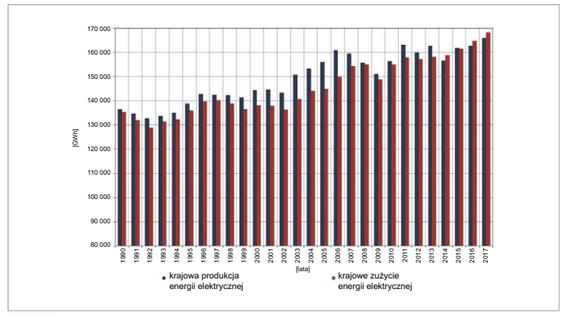
W stacjach ładowania prądu przemiennego wyróżniamy [5]:

- prywatne stacje ładowania B2C – czyli stacje wolnego ładowania małej mocy zasilane 1f i 3f na gniazda typu 1 lub 2 bez licznika i taryfikatora, stawiane na posesjach prywatnych lub w kompleksach mieszkaniowych i biurowych, parkingach naziemnych lub garażach z wbudowanymi licznikami,
- stacje dla biznesu B2B 22–44 kW zasilane głównie 3f na gniazda typu 2 – są to stacje szybkiego ładowania dla firm, np. kurierskich, których przebiegi dzienne przekraczają znacznie limity jednego ładowania,
- publiczne stacje ładowania B2P 22–50 kW zasilane głównie 3f na gniazda typu 2 – obecnie w Polsce jest ok. 330 publicznie dostępnych punktów ładowania (jedna stacja może mieć kilka stanowisk). Większość publicznych punktów do ładowania jest bezpłatna i ogólnodostępna.

Do stacji ładowania na prąd stały DC zaliczamy stacje szybkiego ładowania o dużej mocy pracujące w standardzie gniazdo: CHAdeMO (Japonia, Korea) oraz europejskim CSS (Type-2) i GB/T (Chiny). Urządzenia tego typu zasilane napięciem DC 400 V pozwalają na ładowanie pojazdów elektrycznych z mocą do 200 kW przy prądzie do 400 A. Producenci zakładają zwiększenie ich mocy do 600 kW. Przeznaczenie i budowa tego typu stacji EV znajduje głównie zastosowanie na terenach MOP-ów przy autostradach i drogach szybkiego ruchu oraz na stacjach paliw.



Rys. 2. Przykładowy wykres dobowego poboru mocy w sieci elektroenergetycznej [7]



Rys. 3. Krajowa produkcja i zużycie energii elektrycznej w latach 1990–2017 (źródło www.pse.pl))

Budowa stacji ładowania dużych mocy w wielu przypadkach rozwiązuje potrzeby użytkowników – skraca czas ładowania i gwarantuje łatwy dostęp. Mimo tych zalet pojawiają się trudności z infrastrukturą energetyczną. Stacje tego typu wymagają budowy specjalnych sieci elektroenergetycznych gwarantujących dostawy energii o wymaganych parametrach jakościowych. Dodatkowym problemem generowanym przez te stacje jest chwilowe duże obciążenie systemu elektroenergetycznego, który wymaga przebudowy i dostosowania do potrzeb rosnącego zapotrzebowania na energię elektryczną. Potwierdzeniem konieczności przebudowy systemu elektroenergetycznego jest zapowiedziany przez rząd wzrost liczby pojazdów elektrycznych szacowany w perspektywie roku 2025 na 1mln.

Alternatywą mogą być magazyny energii ładowane poza szczytem energetycznym **(rys. 2.)** oraz rozbudowa sieci o źródła energii odnawialnej (elektrownie wiatrowe, panele fotowoltaiczne).

Z danych zamieszczonych w raporcie KSE wynika, że coroczny wzrost zapotrzebowania na energię elektryczną wynosi 2–5% [6]. Jest to znaczące zwiększenie zapotrzebowania, którego motorem wzrostu dotychczas był rozwój gospodarczy, a nie potrzeby motoryzacji. **Rysunek 3.** przedstawia zapotrzebowanie na energię elektryczną w Polsce, które w ostatnich latach wzrasta oraz przewyższa produkcję. Obecnie infrastruktura sieci energetycznej nie zapewnia w pełnym stopniu możliwości wybudowania dowolnej liczby stacji ładowania pojazdów elektrycznych. Postępujący rozwój elektromobilności wymusi rozbudowę sieci elektroenergetycznej, a co za tym idzie, poszukiwanie alternatywnych rozwiązań związanych z zasilaniem stacji ładowania EV.

Należy zwrócić uwagę, że w przypadku niektórych publicznych stacji przed rozpoczęciem ładowania konieczna jest rejestracja, co oznacza, że bez wcześniejszego zaplanowania i dopełnienia określonych formalności nie uda się naładować baterii samochodu. Obecnie, gdy liczba samochodów elektrycznych jest stosunkowo niewielka, rozwój infrastruktury należy wesprzeć systemem odpowiednich zachęt, tak aby nie stanowiła ona bariery do upowszechniania pojazdów elektrycznych. Dodatkowo, użytkownicy samochodów elektrycznych powinni liczyć się z wprowadzeniem pewnej formy opłaty za ładowanie pojazdów.

Ustawa o elektromobilności

Ponieważ do 2025 r. po polskich drogach ma jeździć 1 mln pojazdów elektrycznych, należy zwrócić uwagę na wymagania prawne dotyczące rozwoju infrastruktury stacji ładowania EV.

Od 22 lutego 2018 roku obowiązuje w Polsce Ustawa o elektromobilności i paliwach alternatywnych, która uporządkowała wiele ważnych kwestii związanych m.in. z rozwojem infrastruktury ładowania samochodów elektrycznych w Polsce. Jedną z nich jest możliwość sprzedaży przez operatora (CPO) usługi ładowania EV bez konieczności ubiegania się o koncesję na obrót energią elektryczną [4]. Ta ważna zmiana otworzyła drogę wielu podmiotom na rynku do świadczenia tego typu usług. Ułatwieniem jest możliwość budowy stacji ładowania na terenach prywatnych, w garażach podziemnych budynków mieszkalnych czy komercyjnych, gdzie nie wymaga się pozwolenia na budowę. Kolejnym ważnym udogodnieniem jest to, że stacje EV wykorzystywane do celów prywatnych nie podlegają obowiązkowi nadzoru Urzędu Dozoru Technicznego, w przeciwieństwie do tzw. stacji publicznych, czyli podłączonych bezpośrednio do sieci lokalnego operatora systemu dystrybucyjnego (OSD) na danym obszarze.

Co za tym idzie, budowa stacji ładowania na terenie osiedli mieszkaniowych, hoteli, obiektów handlowych, biurowych lub domów jednorodzinnych i prywatnych posesji jest objęta uproszczoną procedurą.

W lutym 2019 r. wpłynął projekt rozporządzenia Ministerstwa Energii, który przewiduje 30% dopłatę w wysokości nawet do 36 tys. złotych do zakupu pojazdu elektrycznego. Pieniądze mają pochodzić z Funduszu Niskoemisyjnego Transportu, który został powołany wraz z wejściem w życie Ustawy o elektromobilności i paliwach alternatywnych.

W miarę rozwoju infrastruktury technicznej w zakresie stacji ładowania EV oraz wzrostu sprzedaży samochodów elektrycznych ceny ich będą sukcesywnie spadały, a przy zachętach podatkowych i dopłatach rządowych rozwój elektromobilności może nabrać pełnego rozpędu.

Literatura

1. J. Waśkiewicz, Z. Chłopek, Ekspercka prognoza popytu na nośniki energii przez park samochodowy w Polsce w perspektywie 2030 roku, temat nr 6243/ZBE, ITS, Warszawa 2013.
2. International Energy Agency, Global EV Outlook 2018, OECD/IEA 2018.
3. Autostrada do elektromobilności „Czy jesteśmy gotowi na samochody elektryczne?", Raport innogy Polska S.A.
4. Ustawa z dnia 11 stycznia 2018 r. o elektromobilności i paliwach alternatywnych (DzU 2018, poz. 317, art. 3).
5. „Stacje ładowania samochodów elektrycznych – rodzaje stacji ładowania, sposoby rozliczeń" dr Maciej Chmieliński, innogy Polska S.A.
6. Dane z raportu 2017 KSE – Polskie Sieci Energetyczne.
7. „Podstawowe wymagania dla stacji ładowania pojazdów elektrycznych" – mgr inż. Karol Kuczyński „elektro.info" 12/2018.
8. Karty katalogowe firmy PHOENIX CONTACT.

ABB

Elektryka naładujesz energią odnawialną

Stacje ładowania powinny dziś być dostępne cenowo, spełniać wysokie standardy jakości i łączyć się z Internetem – to kluczowe potrzeby użytkowników aut elektrycznych. Lista wymagań jednak zaczyna rosnąć, bo coraz więcej osób korzysta w swoich domach z energii odnawialnej i chce skutecznie nią zarządzać oraz kontrolować jej zużycie. Jak rynek elektromobilności odpowiada na te potrzeby?

ABB w swoim portfolio e-mobility posiada naścienną ładowarkę Terra AC Wallbox. W zależności od wybranego modelu urządzenie pracuje przy mocy znamionowej do 22kW i jest kompatybilne z domową siecią elektryczną. By zaktualizować lub skonfigurować ładowarkę wystarczy aplikacja w telefonie i połączenie z Internetem – ustawienia można wygodnie sprawdzić i zmienić w chmurze, co ułatwia zarządzanie energią.

Z myślą o nowych potrzebach użytkowników i rozwoju rynku elektromobilności koncern prowadzi także prace nad opracowaniem stacji dwukierunkowego ładowania o mocy 11 kW, w technologii Vehicle-to-Grid (V2G). Przy użyciu takiej ładowarki pojazd będzie mógł magazynować energię w baterii, a później oddać jej nadwyżkę do sieci dystrybucyjnej. Co bardzo ważne, stacja już teraz wspiera rosnące zapotrzebowanie użytkowników chcących wykorzystać energię odnawialną np. z paneli fotowoltaicznych i zarządzać własnym zużyciem energii.

Naścienna ładowarka Terra AC Wallbox, ABB

Już dziś użytkownicy elektryków mają też do dyspozycji zaawansowane stacje ładowania prądem stałym. Model ABB Terra DC jest kompatybilny zarówno z obecnie dostępnymi elektrykami, jak i tymi, które dopiero będą miały swoją premierę w przyszłości. Ładowarka charakteryzuje się wszechstronnością dzięki wbudowanej platformie ABB Ability, która zapewnia m.in. płatności online czy zdalne monitorowanie, konfigurowanie oraz możliwość diagnozy i naprawy. Stacja występuje w wielu wariantach i posiada duży zakres mocy (moc ładowania: CCS: do 360kW i napięciu 150- 920 V DC).

Wykorzystaj pełną moc szybkiej stacji ładowania ABB Terra 184 DC i uzupełniaj baterię pojazdu elektrycznego szybciej niż kiedykolwiek.

Terra HP generacji III oferuje najwyższej jakości ładowanie z wysoką mocą wyjściową przy niskim poziomie hałasu

inż. Paweł Tymosiak, dr inż. Marcin A. Sulkowski – Politechnika Białostocka

Stacje ładowania źródeł energii pojazdów elektrycznych

Wymagania w zakresie instalacji elektrycznych niskiego napięcia

Pojazdy elektryczne stają się coraz bardziej popularne – dzieje się tak za sprawą mniejszych kosztów ich bieżącej eksploatacji, w porównaniu do samochodów z silnikami spalinowymi. W obecnie używanych w pojazdach źródłach energii wymagane jest ich częste ładowanie ze względu na niewielki zasięg tych pojazdów.

Obecnie w Polsce działa jedynie kilkadziesiąt punktów ładowania pojazdów elektrycznych EV (ang. *Electric Vehicle*). Liczba ta będzie się zwiększać na skutek wzrostu popularności oraz wprowadzania programów dofinansowujących zakup pojazdów zasilanych energią elektryczną. Dodatkowym istotnym czynnikiem jest proekologiczna polityka Unii Europejskiej. W ramach tej polityki prowadzone są prace nad ustaleniem wymogów w zakresie budowy stacji ładowania pojazdów elektrycznych. Do roku 2020 planowane jest oddanie do użytku około 800 000 stacji ładowania samochodów elektrycznych w Europie, w tym ponad 46 000 w Polsce (w chwili obecnej na terenie Polski jest 27 stacji ładowania pojazdów elektrycznych) [1]. Stacje te zaleca się oznaczać zgodnie ze wzorem przedstawionym na **rysunku 1.** Taka liczba stacji ładowania pojazdów elektrycznych na pewno przyczyni się do dalszego wzrostu popularności pojazdów elektrycznych, zwłaszcza w aglomeracjach miejskich.

STRESZCZENIE

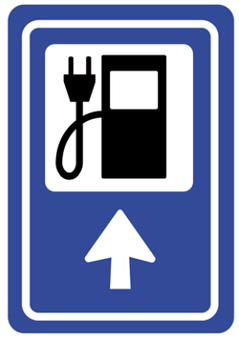
W ostatnim czasie zauważalne jest zwiększanie popularności samochodów elektrycznych. Sprzyja temu wzrost cen paliw kopalnych, proekologiczna polityka rządowa oraz rozwój technologii w zakresie stosowanych źródeł energii i elektrycznych układów napędowych. Jednak do dalszego wzrostu popularności tego typu pojazdów niezbędna jest odpowiednia infrastruktura, obejmująca ogólnodostępne stacje ładowania akumulatorów. Celem artykułu jest przedstawienie wymagań dotyczących instalacji elektrycznych zasilających układy ładowania akumulatorów pojazdów elektrycznych oraz wykorzystywanego w tym celu osprzętu. Artykuł zawiera informacje o wymaganych środkach ochrony, zwiększających bezpieczeństwo eksploatacji stacji ładowania pojazdów oraz wspomagających proces ładowania.

Normalizacja w zakresie stacji ładowania pojazdów elektrycznych

Wymagania techniczne dotyczące ładowania przewodowego pojazdów elektrycznych zostały opisane w normie wieloarkuszowej PN-EN 61851 *System przewodowego ładowania (akumulatorów) pojazdów elektrycznych* (oryg.) [2, 3, 4]. Ponadto w normie PN-EN 62196 *Wtyczki, gniazda wtyczkowe, złącza pojazdowe i wtyki pojazdowe. Przewodowe ładowanie pojazdów elektrycznych* (oryg.) [5, 6] zostały zebrane wymagania dotyczące gniazd i złączy stosowanych w układach ładowania pojazdów elektrycznych. Dodatkowo, wymagania dotyczące instalacji zasilania stacji ładowania pojazdów elektrycznych z sieci elektroenergetycznej zostały zawarte w normie PN-HD 60364-7-722:2012 *Instalacje elektryczne niskiego napięcia. Część 7-722: Wymagania dotyczące specjalnych instalacji lub lokalizacji. Zasilanie pojazdów elektrycznych* (oryg.). Normy te są europejskimi odpowiednikami dokumentów sporządzonych przez International Electrotechnical Commission IEC.

Ładowanie pojazdów elektrycznych

Zgodnie z normą PN-EN 61851-1 [2] elektrycznym pojazdem drogowym EV nazywany jest każdy pojazd napędzany silnikiem elektrycznym z akumulatora lub innego źródła umożliwiającego magazynowanie energii, który jest produkowany w celu poruszania się na drogach publicznych. Ponadto w powyższej normie zostały zdefiniowane 4 tryby ładowania akumulatorów pojazdów elektrycznych **(tab. 1.)**. Tryby te różnią się sposobem ładowania oraz wymaganiami w zakresie komunikacji pomiędzy pojazdem a stacją zasilającą.



Rys. 1. Znak drogowy oznaczający stację ładowania EV na terenie UE [14]

Tryb 1 określa ładowanie EV za pomocą niededykowanej infrastruktury, np. z domowej instalacji elektrycznej, w której napięcie znamionowe nie przekracza U_n=250 V w układzie jednofazowym i U_n=480 V w układzie wielofazowym. Wartość prądu ładowania ograniczona jest do I=16 A wytrzymałością cieplną gniazd wtyczkowych i przewodów zasilających. Pojazd elektryczny może być ładowany z obwodu, z którego zasilane są także inne odbiorniki elektryczne. Dlatego obwód elektryczny, z którego ładowany będzie pojazd elektryczny w trybie 1, powinien być wykonany przewodem o żyłach miedzianych o minimalnym przekroju żyły s=2,5 mm^2 oraz posiadać zabezpieczenie przetężeniowe o prądzie znamionowym co najmniej I_n=20 A.

Tryb 2 przewiduje ładowanie EV prądem o wartości $I_n \leq 32$ A z użyciem standardowych gniazd wtyczkowych, z obwodów o napięciu znamionowym nie większym niż U_n=250 V w układzie jednofazowym oraz U_n=480 V w układzie wielofazowym. Wymagane jest zastosowanie specjalnego przewodu przyłączeniowego z wbudowanym układem sterującym (element nr 1 na **fotografii 1.**). Połączenie przewodu przyłączeniowego z pojazdem odbywa się za pomocą gniazda z dodatkowym stykiem, który wykorzystywany jest do wykrycia połączenia z pojazdem przez układ sterujący (element 2 na **fotografii 1.**). Obwód elektryczny, z którego ładowany będzie pojazd elektryczny w trybie 2, powinien być wykonany przewodem o żyłach miedzianych o minimalnym przekroju żyły s=4 mm^2, oraz posiadać zabezpieczenie przetężeniowe o prądzie znamionowym co najmniej I_n=32 A.

Tryb	Opis
1.	Ładowanie prądem przemiennym o prądzie I≤16 A z użyciem standardowych gniazd wtyczkowych
2.	Ładowanie prądem przemiennym o prądzie I≤32 A z użyciem standardowych gniazd wtyczkowych, z dodatkowym zabezpieczeniem wbudowanym w przewód zasilający
3.	Ładowanie z regulowaną wartością prądu przemiennego z użyciem dedykowanego układu sterująco-zabezpieczającego
4.	Szybkie ładowanie prądem stałym z dedykowanego układu sterująco-zabezpieczającego

Tab. 1. Tryby ładowania EV [2]

Ładowanie w **trybie 3** wykorzystuje dedykowany układ EVSE (ang. *Electric Vehicle Supply Equipment*) trwale połączony z siecią zasilającą, poprzez wbudowanie w stację zasilającą. Układ realizuje dodatkowe funkcje zabezpieczeniowe oraz sterownicze. Prąd ładowania pojazdu dobierany jest na podstawie wydajności prostownika zainstalowanego w pojeździe oraz obciążalności przewodu zasilającego (do wartości I=250 A). Połączenie układu sterującego EVSE z pojazdem może być zrealizowane za pomocą dodatkowych żył sygnałowych w przewodzie zasilającym, bezprzewodowej transmisji danych bądź sygnału nośnego.

W **trybie 4** do ładowania pojazdów wykorzystywany jest prąd stały dc. Stacja ładowania wyposażona jest w układ prostownikowy oraz układ EVSE. Poprzez komunikację z pojazdem ustalana jest wartość napięcia oraz prądu ładowania (do wartości I≤400 A). Zmiana prądu przemiennego ac na stały dc w stacji pozwala na zwiększenie mocy ładowania, ale też powoduje wzrost kosztów instalacji. Układy takie z reguły są dedykowane dla konkretnych modeli pojazdów.

Ochrona przeciwporażeniowa oraz ochrona przed prądem przetężeniowym w instalacjach zasilających stacje ładowania pojazdów elektrycznych

Ochrona przeciwporażeniowa przy uszkodzeniu w obwodach zasilających punkty ładowania pojazdów EV, zgodnie z wymaganiami normy PN-HD 60364-7-722 [7] powinna być realizowana poprzez samoczynne wyłączenie zasilania przy wykorzystaniu wyłącznika różnicowoprądowego RCD. Znamionowy prąd różnicowy wyłącznika nie powinien przekraczać $I_{\Delta n}$=30 mA, a wyłącznik powinien umożliwiać rozłączenie wszystkich przewodów roboczych (łącznie z neutralnym). Należy pamiętać, że prąd w obwodzie zasilającym przekształtnik ładujący akumulatory pojazdu elektrycznego ma charakter impulsowy, co wymusza stosowanie wyłączników różnicowoprądowych przynajmniej typu A lub B.

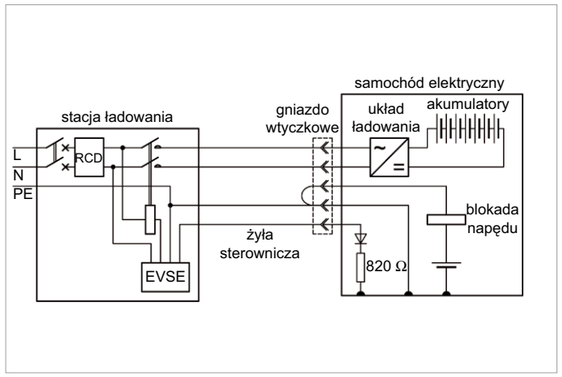
Ponadto każdy obwód ładowania powinien być zabezpieczony oddzielnym zabezpieczeniem przetężeniowym, które pozwala na rozłączenie wszystkich przewodów roboczych (łącznie z neutralnym). Przy czym ładowanie w trybie 1 nie wymaga zastosowania dodatkowych urządzeń zabezpieczeniowych – możliwe jest wykorzystanie istniejącej infrastruktury (z uwzględnieniem wcześniej wymienionych ograniczeń), a obwód powinien być zabezpieczony od skutków przetężeń za pomocą wyłącznika instalacyjnego. Obecnie oddawane do użytku instalacje, wykonane zgodnie z obowiązującymi wymaganiami dotyczącymi instalacji elektrycznych [8], z reguły spełniają te wymagania. Jednak tzw. „stare" instalacje elektryczne wykonane w układzie sieciowym TN-C, w których nie stosuje się wyłączników różnicowoprądowych, a obwody gniazd wtyczkowych wykonane były przewodami o żyłach aluminiowych, nie powinny być wykorzystywane do ładowania EV [9].

Ładowanie według trybu 2 wymaga takich samych rozwiązań technicznych instalacji w zakresie ochrony przed przetężeniami i porażeniem prądem elektrycznym jak dla trybu 1, z tym że w trybie 2 dopuszczalne obciążenie obwodu zwiększone jest do I=32 A. Dodatkowym elementem poprawiającym bezpieczeństwo eksploatacji instalacji jest układ sterujący wbudowany w przewód łączący pojazd z instalacją elektryczną. W momencie wykrycia odłączenia pojazdu od instalacji zasilającej układ wyłącza napięcie na końcu przewodu przyłączeniowego. Układ sterujący zapewnia także dodatkową ochronę przed porażeniem prądem elektrycznym poprzez wbudowany wyłącznik różnicowoprądowy.

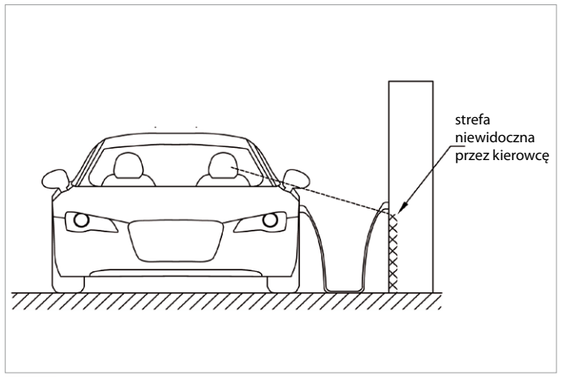
Stacja umożliwiająca ładowanie w **trybie 3** powinna zawierać układ EVSE. Realizuje on szereg funkcji zwiększających bezpieczeństwo ładowania poprzez:

- wykrywanie poprawności podłączenia samochodu,
- sprawdzenie ciągłości połączenia przewodu PE,

Fot. 1. Przewód służący do ładowania pojazdów w trybie 2 samochodu elektrycznego z regulacją wartości prądu ładowania, gdzie: **1** – wbudowany w przewód układ sterujący, **2** – gniazdo wtyczkowe z dodatkowym stykiem [15]



Rys. 2. Przykładowy schemat ładowania EV w trybie 3 [9]



Rys. 4. Widoczność gniazda ładowania w stacji z perspektywy kierowcy samochodu

» blokowanie napędu pojazdu w trakcie ładowania,
» ustalenie szybkości ładowania.

Schemat przykładowego układu ładowania w trybie 3 z układem sterowniczym wykorzystującym dodatkowe przewody sygnalizacyjne przedstawiono na **rysunku 2.**

Instalacja ładowania zgodna z **trybem 4** ładowania pojazdów powinna zawierać zabezpieczenia chroniące przez prądem przetężeniowym oraz porażeniem prądem elektrycznym zarówno przed, jak i za układem prostownikowym. Po stronie zasilającej sieci elektroenergetycznej wymagane jest urządzenie ochronne przetężeniowe oraz wysokoczuły wyłącznik różnicowoprądowy RCD, a na wyjściu prostownika należy zastosować dodatkowe urządzenie ochronne przetężeniowe. Pozostałe funkcje zabezpieczeniowe zapewnia układ EVSE, podobnie jak w trybie 3 ładowania pojazdu.

Rys. 3. Wtyczka współpracująca z gniazdami typu 2 [16]

Ochrona przed wpływem warunków środowiskowych w stacjach ładowania pojazdów elektrycznych

Urządzenia wchodzące w skład stacji ładowania pojazdów EV powinny być odporne na oddziaływania środowiskowe. W przypadku, gdy stacja ładowania pojazdów nie znajduje się w pomieszczeniu zamkniętym, jej elementy są narażone na szkodliwe oddziaływanie wody, ciał stałych i temperatury. Ze względu na oddziaływanie wody i ciał stałych urządzenia powinny mieć stopień ochrony przynajmniej IP44. Zwiększenie odporności na wodę oraz ciała stałe możliwe jest np. poprzez zastosowanie klapki ochonnej na gnieździe wtyczkowym, bądź umieszczenie go w zamkniętej skrzynce instalacyjnej, zapewniającej wyższy stopień ochrony niż same gniazdo wtyczkowe. Same gniazda wtyczkowe, stosowane w stacjach ładowania EV, powinny spełniać wymagania następujących norm:

» gniazda o prądzie nieprzekraczającym 16 A – PN-IEC 60884-1 [10],
» gniazda niezamienne – PN-EN 60309-1 [11] lub PN-EN 62196-1:2012 [5],
» gniazda zamienne tulejkowo-kołkowe – PN-EN 60309-2 [12] lub PN-EN 62196-2:2012 [6].

W przypadku trybów ładowania pojazdów elektrycznych prądem przemiennym, w których wymagana jest komunikacja pomiędzy układem sterującym a pojazdem, na podstawie decyzji Komisji Europejskiej standardowym rozwiązaniem jest gniazdo tzw. typu 2, zgodnie z normą IEC 62196-2. Jest to typ gniazd opracowanych przez firmę Mennekes (na podstawie niemieckiej normy VDE). Przeznaczenie styków w wtyczce przeznaczonej do współpracy z gniazdem typu 2, przedstawione jest na **rysunku 3**. W sprzedaży znajdują następujące konfiguracje przewodów przyłączeniowych z zastosowanym gniazdami i wtyczkami typu 2 [16]:

» przewody przystosowane do podłączenia z jednej strony do uniwersalnych gniazd wtyczkowych w sieci elektrycznej (przewody przeznaczone do ładowania w trybie 1 lub 2) **(fot. 1.)**,
» przewody przystosowane do połączenia obustronnego z samochodem i stacją ładowania przy zastosowaniu gniazd typu 2 (przewody przeznaczone do ładowania w trybie 3) **(fot. 2.)**.

Fot. 2. Przewód połączeniowy do ładowania w trybie 3 z użyciem gniazd wtyczkowych typu 2 [16]

ABSTRACT

The electric vehicle battery charging stations – low voltage electrical installations requirements

Increasing popularity of electric cars is recently noticeable. It is promoted by fossil fuels price growth, proecological government policy and technologies development in the field of applied energy sources and electric drive systems. However, to further increase the popularity of this type of vehicles appropriate infrastructure is needed, including publicly accessible battery charging stations. The purpose of this article is to present requirements concerning electrical installations supplying electric vehicle charging systems and used to this end equipment. This article contains information about required protection means, increasing the exploitation safety of electric charging stations and assisting charging process.

Urządzenia elektryczne stacji ładowania mogą być także narażone na oddziaływania mechaniczne. Ochronę przed nimi należy zapewnić poprzez:

» wybór lokalizacji stacji ładowania w taki sposób, aby uniknąć jakichkolwiek możliwych do przewidzenia uszkodzeń mechanicznych,
» zapewnienie lokalnej ochrony przed uszkodzeniami mechanicznymi, np. poprzez umieszczenie gniazda wtyczkowego we wnęce w ścianie,
» zastosowane urządzeń o stopniu ochrony (odporności) mechanicznej na poziomie przynajmniej IK07 (według [13]).

Gniazda wtyczkowe w stacji ładowania EV powinny być usytuowane jak najbliżej miejsca parkowania pojazdu. Jedno gniazdo powinno umożliwiać zasilanie tylko jednego pojazdu. Wymagana wysokość zamocowania gniazd powinna się mieścić pomiędzy 0,5 m i 1,5 m nad powierzchnią parkingu. Jednak w praktyce gniazdo zamocowane na wysokości 0,5 m nie zawsze będzie widoczne z perspektywy osoby siedzącej w fotelu kierowcy **(rys. 4.).** Dlatego też autorzy rekomendują, aby gniazda wtyczkowe przeznaczone do ładowania pojazdów, zainstalowane były na większej wysokości, co umożliwi kontrolę wizualną, przeprowadzoną przez kierowcę, czy przewód ładujący jest odłączony przed uruchomieniem pojazdu. Możliwość takiej dodatkowej kontroli zwiększy bezpieczeństwo eksploatacji instalacji, zwłaszcza w przypadku pojazdów ładowanych w trybie 1 oraz trybie 2.

Wnioski

1. Szczególną uwagę przy projektowaniu instalacji elektrycznych zasilających stację ładowania pojazdów należy zwrócić uwagę na ich lokalizację. Istotne z punktu widzenia niezawodności zasilania oraz bezpieczeństwa eksploatacji stacji jest to, aby w maksymalnym stopniu ograniczyć negatywne skutki oddziaływania środowiska. Należy pamiętać, że stację ładowania pojazdów elektrycznych obsługiwać będą w zakresie ich podłączania osoby postronne, nieposiadające często wiedzy oraz umiejętności w zakresie bezpiecznego użytkowania energii elektrycznej.
2. Obwody elektryczne w istniejących instalacjach elektrycznych, z których przewidywane jest ładowanie pojazdów elektrycznych w trybie 1 lub trybie 2, powinny być odpowiednio dostosowane do spełnienia nowych funkcji oraz dodatkowo oznakowane, np. znakiem przedstawionym na **rysunku 1**. Wynika to z tego, że nie wszystkie obwody gniazd wtyczkowych w obecnie eksploatowanych instalacjach elektrycznych przystosowane są do spełnienia wymagań zapewniających bezpieczeństwo podczas ładowania pojazdów elektrycznych. Dotyczy to przede wszystkim zastosowanych środków ochrony przeciwporażeniowej oraz projektowanego obciążenia obwodu.

literatura do artykułu na elektro.info.pl

REKLAMA

elektro info

Profesjonalne szkolenia dla elektryków online!

„Podstawy projektowania przydomowych systemów fotowoltaicznych”

Dostępne od ręki o każdej porze i bez względu na to, gdzie jesteś!

www.kursy.elektro.info.pl

Bartłomiej Jaworski

Zabezpieczenia stacji ładowania pojazdów elektrycznych

Zgodnie z decyzją parlamentu UE, w 2035 roku mają zostać wyprodukowane ostatnie auta spalinowe. W związku z tym przez najbliższe 13 lat będziemy obserwować dynamiczny rozwój elektromobilności, w tym towarzyszącej i wspierającej ją infrastruktury. Bardzo istotne jest, aby pod presją czasu nie iść na kompromis w zakresie bezpieczeństwa, zwłaszcza w kontekście infrastruktury ładowania pojazdów elektrycznych. Dostępne raporty dotyczące pożarów pojazdów elektrycznych wyraźnie wskazują na opłakane skutki zaniechań w tym obszarze.

Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra energii w sprawie wymagań technicznych dla stacji ładowania i punktów ładowania stanowiących element infrastruktury ładowania drogowego transportu publicznego, wymagane jest zabezpieczenie stacji ładowania co najmniej poniższymi urządzeniami:

- wyłącznikiem głównym odcinającym zasilanie wszystkich obwodów urządzenia,
- wyłącznikiem różnicowoprądowym w przypadku zasilania z sieci prądu przemiennego,
- zabezpieczeniem nadmiarowoprądowym.

Ponadto punkty ładowania i stacje ładowania jako elementy instalacji elektrycznej podlegają ogólnym przepisom – prawu budowlanemu czy rozporządzeniu w sprawie warunków technicznych, jakim powinny podlegać budynki i ich usytuowanie. Oznacza to, że dobrane zabezpieczenia powinny spełniać wymogi zasady selektywności jak też ochrony przed skutkami wyładowań atmosferycznych i przepięć. Więcej na temat projektowania dowiesz się na www.eaton.pl/strefaprojektanta.

Wyłącznik główny

W przypadku stacji ładowania prądem zmiennym AC, zazwyczaj wyłącznikiem głównym jest zabezpieczenie nadmiarowoprądowe, które wówczas realizuje funkcje ochronne oraz pełni rolę rozłącznika. Wadą tego rozwiązania jest to, iż znajduje się ono w rozdzielnicy zasilającej stację ładowania, co uniemożliwia nagłe zatrzymanie awaryjne urządzenia w przypadku awarii lub wypadku. Nie zawsze rozdzielnica zasilająca musi być w bliskiej odległości od stacji ładowania. Dlatego ciekawym rozwiązaniem może być przycisk bezpieczeństwa montowany natynkowo, który można zamocować obok stacji AC. W przypadku ładowarek prądem stałym DC, producenci takich urządzeń montują przyciski zatrzymania awaryjnego na obudowie stacji, w przypadku ładowarek AC nie jest to często spotykanym rozwiązaniem.

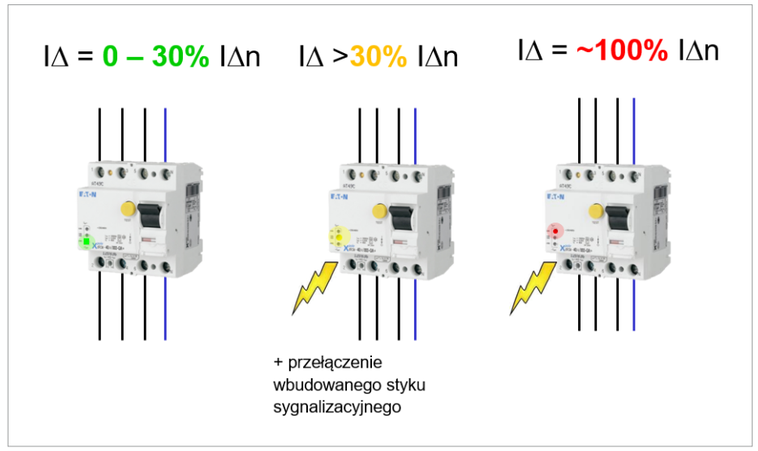
Rys. 1. Przycisk awaryjny M22-PV/KC02/IY produkcji EATON

Wyłącznik różnicowoprądowy

Zgodnie z PN-HD 60364-4-41 wyłącznik RCD o czułości ≤ 30 mA może pełnić funkcję ochrony uzupełniającej oraz wespół z wyłącznikiem nadprądowym odgrywać rolę samoczynnego wyłączenia zasilania. Zgodnie z normą IEC 61581 podstawowym zabezpieczeniem są wyłączniki różnicowoprądowe typu A. To urządzenia reagujące na prąd różnicowy przemienny oraz pulsujący ze składową stałą DC nieprzekraczającą wartości 6 mA. Z racji spodziewanego odkształconego przebiegu prądu różnicowego, stosowanie wyłączników typu AC byłoby błędem – pojawienie się tętnienia DC prowadziłoby do namagnesowania się rdzenia takiego wyłącznika i mogło prowadzić do niezadziałania w odpowiednim czasie lub przy odpowiednio wyższej wartości prądu różnicowego.

Bardzo ważne jest również uwzględnienie normy EN 61140, która zawiera wymóg stosowania urządzeń różnicowoprądowych typu B, w przypadku gdy istnieje możliwość wystąpienia doziemień DC ≥ 6 mA lub prądów o wyższych harmonicznych. Ze względu na znaczną liczbę elementów elektronicznych i przekształtników w stacjach, możliwość wystąpienia prądu różnicowego DC jest bardzo wysoka. Projektując wyłącznik różnicowoprądowy, warto sięgnąć do dokumentacji stacji, ponieważ często producenci umieszczają wewnątrz stacji ładowania urządzenie RCMU (z ang. residual current monitoring unit), którego zadaniem jest monitoring prądu różnicowego i odcięcie zasilania w momencie przekroczenia wartości progowych, zwykle 6mA DC. Oznacza to, że zaprojektowanie wyłącznika RCD typu A jest wystarczające. Jeśli urządzenia RCMU nie ma, wtedy zalecane jest stosowanie urządzeń typu B, przykładowo: wyłącznik RCD typu B, 4-bieg. 40 A, 30 mA, krótkozwłoczny, model FRCdM-40/4/003-G/B.

Eaton proponuje serię cyfrowych wyłączników różnicowoprądowych FRCdM z optyczną i zdalną sygnalizacją wartości prąd różnicowego. Aparaty te dostępne w typach B, B+ i BfQ opierają się na elektromechanicznym wyłączniku z dodatkowym optycznym wyświetlaczem LED na czole aparatu i wbudowanym styku sygnalizacyjnym, bezpotencjałowym. Dzięki temu taki wyłącznik w odróżnieniu od aparatów elektronicznych jest niezależny od napięcia sieci, dodatkowo oferując możliwość lokalnego i zdalnego



Rys. 4. Wyłącznik różnicowoprądowy serii FRCDM produkcji EATON – zasada działania optycznej i zdalnej sygnalizacji

Rys. 2. Wyłącznik różnicowoprądowy typu A serii HNC produkcji EATON

Rys. 3. Wyłącznik różnicowoprądowy typu B serii FRCdM produkcji EATON

REKLAMA

Dlaczego warto prenumerować elektro.info?

- 10 numerów w roku (numery łączone: 1/2, 7/8 – w cenie numeru pojedynczego)
- Przesyłka na koszt wydawnictwa
- Prenumerata w formie pdf do pobrania na nośnik zewnętrzny (laptop, tablet itp.)
- Link do pobrania wersji pdf czasopisma otrzymujesz niezwłocznie po ukazaniu się danego numeru
- Dostęp do wszystkich treści zamieszczonych na stronie internetowej www.elektro.info.pl otrzymujesz niezwłocznie po zaksięgowaniu wpłaty na konto

Prenumerata papierowa

EDUKACYJNA ROCZNA
10 numerów + roczny dostęp do wszystkich treści portalu (365 dni)
cena: 93,00 zł

PÓŁROCZNA
5 numerów + półroczny dostęp do wszystkich treści portalu (183 dni)
cena: 93,00 zł

ROCZNA
10 numerów + roczny dostęp do wszystkich treści portalu (365 dni)
cena: 156,00 zł

DWULETNIA
20 numerów + dwuletni dostęp do wszystkich treści portalu (730 dni)
cena: 282,00 zł

Prenumerata PDF

ROCZNA
10 numerów + roczny dostęp do wszystkich treści portalu (365 dni)
cena: 156,00 zł

DWULETNIA
20 numerów + dwuletni dostęp do wszystkich treści portalu (730 dni)
cena: 282,00 zł

Prenumerata papierowa + PDF

ROCZNA
10 numerów + roczny dostęp do wszystkich treści portalu (365 dni)
cena: 202,00 zł

DWULETNIA
20 numerów + dwuletni dostęp do wszystkich treści portalu (730 dni)
cena: 282,00 zł

FORMULARZ ZAMÓWIENIA

Zamawiam:

▪ **Prenumeratę papierową:**
☐ **edukacyjną** – 93 zł ☐ **półroczną** – 93 zł
☐ **roczną** – 156 zł ☐ **dwuletnią** – 282 zł od numeru ☐

▪ **Prenumeratę PDF:**
☐ **roczną** – 156 zł ☐ **dwuletnią** – 282 zł od numeru ☐

▪ **Prenumeratę papierową + PDF:**
☐ **roczną** – 202 zł ☐ **dwuletnią** – 366 zł od numeru ☐

Nazwa firmy

Ulica i numer

Kod pocztowy Miejscowość

Osoba zamawiająca

Rodzaj działalności

NIP Telefon kontaktowy

e-mail:

Wysyłka będzie realizowana po dokonaniu wpłaty na konto:
Volkswagen Bank Polska S.A., 09 2130 0004 2001 0616 6862 0001

Administratorem Państwa danych osobowych jest Grupa MEDIUM Spółka z ograniczoną odpowiedzialnością Sp.K., nr KRS: 0000537655, z siedzibą w 04-112 Warszawa, ul. Karczewska 18, tel. +48 22 810-21-24, wydawca elektro.info.
Wyrażam zgodę na przetwarzanie moich danych osobowych przez Grupa MEDIUM Spółka z ograniczoną odpowiedzialnością Sp.K. w celu zamówienia prenumeraty. Przysługuje Pani/Panu prawo do wglądu do swoich danych, aktualizowania, poprawiania oraz całkowitego usunięcia ich, a także wniesienia sprzeciwu wobec ich przetwarzania. Podanie danych ma charakter dobrowolny. Dane są chronione zgodnie z Rozporządzeniem Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2016/679 z dnia 27 kwietnia 2016 r.

Upoważniam GRUPĘ MEDIUM do wystawienia faktury VAT bez podpisu odbiorcy.
Data: ..... Podpis: .....

Rys. 5. Wyłącznik nadprądowy serii HN produkcji EATON

Rys. 6. Rozłącznik bezpiecznikowy Z-SLS/CEK produkcji EATON

go informowania o przekroczeniu wartości progowej przez prąd różnicowy.

Optyczna sygnalizacja realizowana jest za pomocą diod LED. Zielony kolor oznacza prąd różnicowy lub upływu nieprzekraczający 30% IΔn, żółty oznacza przekroczenie 30% IΔn, zwiera się też wtedy styk bezpotencjałowy. Czerwony kolor oznacza przekroczenie 50% IΔn i w konsekwencji rychłe wyzwolenie aparatu. Informację o zwarciu styku bezpotencjałowego można przykładowo wysłać do sterownika PLC, aby poinformować służby serwisowe lub utrzymania ruchu o potencjalnej usterce. Jeśli prąd upływu chwilowo przekroczy wartość progową, to po chwili styk i optyczna sygnalizacja wrócą do wartości domyślnych. Dodatkowym atutem wyłączników cyfrowych FRCdM od EATON jest rokroczny wymóg testowania aparatu przyciskiem „TEST" na obudowie aparatu. Częstsze czasookresy mogą być uciążliwe zwłaszcza przy zarządzaniu dużą ilością stacji w układzie rozproszonym. Więcej o tym rozwiązaniu mogą Państwo przeczytać na www.eaton.pl/frcdmb.

Rys. 7. Ogranicznik przepięć typu T2 SPCT2-280/4 produkcji EATON

Zabezpieczenie nadmiarowoprądowe

Stacje ładowania wraz z przewodami powinny zostać zabezpieczone przed przeciążeniem i zwarciem. Zabezpieczenie powinno zostać dobrane m.in. pod względem mocy stacji ładowania i z zachowaniem zasad selektywności względem zabezpieczenia poprzedzającego. Przykładowo dla stacji ładowania AC o mocy 22 kW, zwykle producenci stacji zalecają stosowanie zabezpieczenia nadmiarowoprądowego o charakterystyce zwarciowej B, prądzie ciągłym In 32 A i wykonaniu 3-biegunowym. W przypadku gdy stacja ma regulowaną moc, zarówno przekroje przewodów, jak i zabezpieczenie powinno uwzględniać te warunki pracy. Samo zabezpieczenie od EATON np. wyłącznik nadprądowy HN-B32/3 można doposażyć w styk ZP-NHK celem monitorowania zdalnego stanu pracy aparatu i w przypadku wyzwolenia – jego przyczyny. Dołożenie zaś wyzwalacza wzrostowego ZP-ASA lub zanikowego Z-USA/230 pozwoli na zdalne odłączenie zasilania, np. w połączeniu z natablicowym lub natynkowym przyciskiem bezpieczeństwa. Więcej informacji o rozwiązaniach z zakresu rozdziału energii znajdą Państwo na www.eaton.pl/strefainstalatora.

Ochrona przed przepięciami

Stacja ładowania bez względu na miejsce montażu narażona jest na skutki wpływu prądu piorunowego. Dobór ogranicznika powinien zostać oparty na strefowej koncepcji ochrony LPZ oraz analizie ryzyka zgodnie z EN 62305-2. Poradnik projektowania ochrony przed przepięciami EATON znajdziesz na stronie www.eaton.pl/spbt12. Jeśli stacja jest zasilana z podrozdzielnicy, należy sprawdzić, czy i jaki ogranicznik znajduje się w rozdzielnicy poprzedzającej. W przypadku gdy poprzedzające zabezpieczenie jest typu T1+T2, to w przypadku gdy długość przewodów między rozdzielnicą główną a podrozdzielnicą wynosi powyżej 10 m bieżących, należy ponowić klasę T2, montując ogranicznik klasy T2 w podrozdzielnicy zasilającej stację ładowania. Jeśli w rozdzielnicy głównej brak ogranicznika przepięć, wtedy stację należy zabezpieczyć ogranicznikiem typu T1+T2. Same ograniczniki przepięć powinny być ze sobą skoordynowane. Istotne jest też stosowanie odpowiednich rozwiązań do ochrony elektroniki wewnątrz stacji. Ograniczniki przepięć, które proponuje EATON, mają wymienne wkłady, optyczną sygnalizację, możliwość dobudowy styku celem zdalnego monitorowania stanu wkładów i posiadają dopuszczenie austriackiej organizacji OVE.

O Autorze: Bartłomiej Jaworski, absolwent wydziału elektrycznego Politechniki Warszawskiej, Senior Product Manager w firmie EATON odpowiadający za zabezpieczenia niskiego napięcia. Ekspert techniczny SPAE w Krajowej Izbie Gospodarczej Elektroniki i Telekomunikacji, delegat EATON w Polskim Stowarzyszeniu Paliw Alternatywnych, członek SEP.

EATON
Powering Business Worldwide

Eaton Electric Sp. z o.o.
80-299 Gdańsk
ul. Galaktyczna 30
tel. 58 554 79 00

W naszej księgarni znajdziecie Państwo książki z dziedziny:

.e .i .b
elektrotechnika
instalacje
budownictwo

- budownictwa
- chłodnictwa
- ciepłownictwa i ogrzewnictwa
- gazownictwa
- instalacji sanitarnych
- ochrony środowiska
- wentylacji i klimatyzacji
- instalacji elektrycznych
- informatyki
- oraz programy, słowniki, poradniki

ksiegarniatechniczna.com.pl

Księgarnia Techniczna
Grupa MEDIUM
ul. Karczewska 18
04-112 Warszawa
tel.: 22 810 21 24
faks 22 810 27 42
e-mail: eib@ksiegarniatechniczna.com.pl
www.ksiegarniatechniczna.com.pl

dr inż. Radosław Szczerbowski – Stowarzyszenie Elektryków Polskich Oddział Poznański

Rozwój elektromobilności w aglomeracjach miejskich a system elektroenergetyczny

Wyzwania rozwoju elektromobilności w miastach

Zapisów Ustawy z 11 stycznia 2018 roku o elektromobilności i paliwach alternatywnych [9] gminy mają obowiązek opracowania Planu budowy ogólnodostępnych stacji ładowania. Ustawa określa zasady rozwoju i funkcjonowania infrastruktury służącej do wykorzystania paliw alternatywnych w transporcie, w tym wymagania techniczne, jakie ma spełniać infrastruktura, a także obowiązki podmiotów publicznych w zakresie rozwoju infrastruktury paliw alternatywnych.

Zgodnie z zapisami ustawy plan ten powinien określać:

- lokalizację oraz liczbę planowanych ogólnodostępnych stacji ładowania wraz z liczbą planowanych do zainstalowania w nich punktów ładowania,
- moc każdego z punktów ładowania,
- proponowany harmonogram budowy ogólnodostępnych stacji ładowania.

Jednym z obowiązków wynikających z ustawy, który dotyczy firm oraz operatorów publicznego transportu zbiorowego, jest wymóg zapewnienia przez jednostki samorządu terytorialnego udziału autobusów zeroemisyjnych we flocie użytkowanych pojazdów. Udział ten wynosi odpowiednio:

- 5% – od 1 stycznia 2021 roku;
- 10% – od 1 stycznia 2023 roku;
- 20% – od 1 stycznia 2025 roku.

Obowiązek ten dotyczy jednostek samorządu terytorialnego, z wyłączeniem gmin i powiatów, których liczba mieszkańców nie przekracza 50 tys. Każda jednostka samorządu terytorialnego, o której mowa powyżej, została zobligowana do sporządzania co 36 miesięcy analizy kosztów i korzyści związanych z zapewnieniem świadczenia usług komunikacji publicznej przy wykorzystaniu autobusów zeroemisyjnych . Oznacza to, że jednostki samorządu są zwolnione z obowiązku osiągnięcia wymaganego udziału autobusów zeroemisyjnych tylko w okresie trzech lat od daty sporządzenia analizy. Jeśli samorząd odstąpi, na podstawie wykonanej analizy, od zapewnienia wymaganego ustawą o elektromobilności określonego udziału autobusów zeroemisyjnych we flocie pojazdów, skutkować to może koniecznością poniesienia w kolejnych okresach zwiększonych nakładów inwestycyjnych na zakup pojazdów, aby spełnić wymania w późniejszych latach. Ustawa o elektromobilności narzuca, aby analiza kosztów i korzyści obejmowała w szczególności:

- analizę finansowo-ekonomiczną;
- oszacowanie efektów środowiskowych związanych z emisją szkodliwych substancji dla środowiska naturalnego i zdrowia ludzi;
- analizę społeczno-ekonomiczną, która uwzględnia wycenę kosztów związanych z emisją szkodliwych substancji.

Planowanie i budowa infrastruktury ładowania pojazdów elektrycznych w miastach będzie kolejnym wyzwaniem stawianym samorządom. Będzie to również kolejny dokument o charakterze strategicznym, który powinien być włączony chociażby do planów urbanistycznych samorządów. Jeśli plany rozwoju elektromobilności nie będą uwzględniały innych planów rozwojowych na terenie gmin, wtedy takie podejście może powodować wzrost kosztów nieskoordynowanych i często powtarzających się działań.

Na chwilę obecną jedną z zasadniczych i podstawowych przeszkód w planowaniu decyzji inwestorskich dotyczących budowy miejskiej sieci ładowania pojazdów elektrycznych, zwłaszcza z punktu widzenia długoterminowego utrzymania inwestycji, jest brak jednolitych standardów stacji ładowania. Nadal nie wypracowano i nie oferuje się standardowych zestawów urządzeń ładujących pojazdy elektryczne. Zatem jednostki samorządowe, które planują wprowadzenie na swoim terenie systemów i punktów ładowania pojazdów elektrycznych, muszą mieć świadomość faktu, że istnieje wiele typów docelowych rozwiązań, w różnych zakresach. Pojazdy, które będą obsługiwały komunikację miejską lub wykonywały ciągłe usługi na terenie miasta, wymagają urządzeń szybkiego i bardzo szybkiego ładowania. Zatem rozwój elektromobilności w aglomeracjach miejskich musi rozpocząć się i opierać na realizacji budowy punktów ładowania. Wynika to również z zapisów ustawy o elektromobilności, która determinuje ich powstawanie. W ustawie określono kryteria budowy punktów ładowania w gminach do końca 2020 roku oraz wskazano wymogi dotyczące minimalnej liczby punktów ładowania. W tabeli 3 przedstawiono wymagania stawiane gminom w zależności od ilości mieszkańców [9]. Algorytm, który wykorzystano przy tworzeniu wytycznych, określający powstawanie infrastruktury punktów ładowania, uwzględnia ich budowę w dużych miastach i aglomeracjach ze względu na kryterium liczby ludności. Z tabeli wynika, że największą sieć ładowania musi mieć Warszawa, w dalszej kolejności znajdą się największe miasta wojewódzkie, czyli Wrocław, Kraków, Łódź, Poznań, Gdańsk, Szczecin, Bydgoszcz oraz Lublin.

Ze skalą wyzwania związanego rozwojem elektromobilności w miastach jest konieczna w najbliższych latach wymiana taboru transportu publicznego, która została przedstawiona w **tabeli 1**. Łącznie 10 największych aglomeracji miejskich w Polsce obsługiwanych jest przez ponad 5000 autobusów z napędem spalinowym. Zgodnie z zapisami Ustawy z 11 stycznia 2018 roku o elektromobilności i paliwach alternatywnych do 2028 roku podmiot świadczący usługi publicznego transportu zbiorowego będzie musiał posiadać co najmniej 30% autobusów zeroemisyjnych w całym eksploatowanym taborze na rzecz danej jednostki samorządu terytorialnego. Zatem tylko dla tych największych aglomeracji konieczna będzie wymiana ponad 1500 pojazdów na zeroemisyjne.

Koszt stworzenia floty autobusów elektrycznych jest obecnie znacznie większy niż autobusów spalinowych. Ceny autobusów elektrycznych nadal są znacznie wyższe od porównywalnych wielkością autobusów spalinowych i wydaje się, że jeszcze długo ten trend się utrzyma. Koszty eksploatacji autobusów elektrycznych zależą od cen energii, a te są zmienne w czasie i zależą od bardzo wielu czynników. Przy obecnej sytuacji cen na rynku w czasie użytkowania autobusu elektrycznego uzyskuje się spore oszczędności w stosunku do autobusów tradycyjnych, jednak prognozowany wzrost kosztów energii elektrycznej sprawi, że również koszty eksploatacji pojazdów elektrycznych wzrosną.

Ważnym aspektem, który również będzie decydował o tempie rozwoju elektromobilności w miastach, będzie optymalne wyznaczenie lokalizacji, w której budowane będą stacje ładowania. Istnieje szereg czynników branych pod uwagę przy wyznaczaniu miejsca, mających zapewnić przyjazny dla użytkowników charakter lokalizacji. Wśród wielu aspektów można wymienić [17,18]:

- dostępność – dostępne miejsca zwiększają szansę częstego korzystania z infrastruktury ładowania, mogą to być np. preferencyjne miejsca parkingowe;
- zapotrzebowanie – warto rozważyć, ile potencjalnie miasto chce wybudować punktów ładowania, ze względu na jego strukturę, demografię, ilość osób przyjeżdżających do miasta itp.;
- dostępność do innej infrastruktury – warto zwrócić uwagę na lokalne ograniczenia na ulicach, mogą to być na przykład miejsca, gdzie pojawiają się śmieciarki, zamiatarki uliczne, pługi śnieżne itp.;
- wpływ na sieć drogową – źle zlokalizowane punkty ładowania mogą ograniczać ruch, powodować niebezpieczeństwo kolizji;
- dostępność dla osób z niepełnosprawnością – założenie, że punkty ładowania muszą być ogólnodostępne oznacza, że również osoby z niepełnosprawnością, które są pełnoprawnymi uczestnikami ruchu, muszą mieć zapewniony dostęp do punktów ładowania.

Charakterystyka gminy	Wymagana liczba punktów ładowania pojazdów elektrycznych do 31.12.2020
Liczba mieszkańców > 1 000 000 **Liczba zarejestrowanych pojazdów samochodowych ≥ 600 000** **Wskaźnik motoryzacji* ≥ 700**	1000
Liczba mieszkańców > 300 000 **Liczba zarejestrowanych pojazdów samochodowych ≥ 200 000** **Wskaźnik motoryzacji ≥ 500**	210
Liczba mieszkańców > 150 000 **Liczba zarejestrowanych pojazdów samochodowych ≥ 95 000** **Wskaźnik motoryzacji ≥ 400**	100
Liczba mieszkańców > 100 000 **Liczba zarejestrowanych pojazdów samochodowych ≥ 60 000** **Wskaźnik motoryzacji ≥ 400**	60

* Wskaźnik motoryzacji to liczba samochodów przypadająca na 1000 mieszkańców

Tab. 1. Minimalna liczba punktów ładowania

Dotyczy to na przykład lokalizacji punktu ładowania, odległości od krawężnika, wysokości i umieszczenia gniazd punktów ładowania itd.;

- dostępność do sieci elektroenergetycznej – jest to oczywiście warunek konieczny, bez którego trudno podejmować decyzję o lokalizacji punktów ładowania. Połączenie elektryczne ładowarki z siecią elektroenergetyczną wymagać będzie znacznej ilości prac ziemnych związanych z ułożeniem niezbędnego okablowania. Decydując zatem o konkretnej lokalizacji warto rozważyć bliskość potencjalnych źródeł energii, np. linii kablowych, stacji transformatorowo-rozdzielczych, sygnalizacji świetlnej, oświetlenia drogowego itp.

Można zatem zauważyć, jak ważną rolę w procesie decyzyjnym związanym z budową punktów ładowania ma ich potencjalna lokalizacja. Położenie punktów ładowania musi być dokładnie rozważone.

Przyszły rozwój infrastruktury ładowania będzie w dużej mierze uzależniony od jakości systemu elektroenergetycznego na danym obszarze. Ładowanie pojazdów elektrycznych spowoduje wzrost zapotrzebowania na energię elektryczną oraz co za tym idzie, zwiększenie obciążenia sieci elektroenergetycznych. Problem ten nie wpłynie znacząco na funkcjonowanie sieci przesyłowych najwyższych napięć, natomiast będzie dotyczyć przede wszystkim sieci dystrybucyjnych średniego i niskiego napięcia. Zakłócenia w pracy tych sieci powodowane mogą być szczególnie w momentach ładowania pojazdów wymagających dużych mocy lub dużej liczby pojazdów z akumulatorami o stosunkowo małej mocy, ale zlokalizowanych w bliskim sąsiedztwie, w godzinach szczytu zapotrzebowania na energię.

Możliwy wzrost zapotrzebowania na moc i energię przez wprowadzenie pojazdów elektrycznych powinien jednocześnie wiązać się z działaniami zmierzającymi do zapewnienia bezpieczeństwa systemów elektroenergetycznych. Będzie to szczególnie istotne w dużych aglomeracjach miejskich. W tym przypadku konieczna będzie z pewnością rozbudowa stacji elektroenergetycznych oraz sieci rozdzielczych tak, aby zapewnić możliwość budowy miejskich stacji ładowania. Pojedyncze stacje ładowania nie powinny znacząco wpływać na działanie sieci dystrybucyjnych, jednak powstanie gęstej sieci ładowarek w bliskim sąsiedztwie musi skutkować planowaniem inwestycji w rozbudowę systemu elektroenergetycznego [18].

Wnioski

Ciągły rozwój obszarów miejskich generuje wzrost zapotrzebowania na sprawne, szybkie, a przede wszystkim bezpieczne formy podróżowania. Jednocześnie uciążliwości środowiskowe oraz ekonomiczne generowane przez wzmożony ruch w miastach są najbardziej dotkliwymi czynnikami powodującymi pogorszenie stanu środowiska miejskiego oraz jakości życia w mieście. W celu ograniczenia tych negatywnych konsekwencji podjęto w ostatnich latach próbę rozwoju elektromobilności miejskiej, która ma zapewnić bezpieczny i ekologiczny transport.

Rozwój elektromobilności to także nowe wyzwania, z którymi zmierzyć się muszą zarówno obywatele, ustawodawca, jak i podmioty odpowiedzialne za budowę i utrzymanie infrastruktury. Wydaje się, że w początkowym okresie rozwoju to transport publiczny będzie trzonem sektora elektromobilności w Polsce. Jednak ceny autobusów elektrycznych znacznie przekraczają ceny spalinowych, stąd samo-

STRESZCZENIE

Obserwowany w ostatnich latach rozwój przemysłu motoryzacyjnego w obszarze samochodów elektrycznych charakteryzuje się znaczną dynamiką. W oczywisty sposób wpływa on także na branże powiązane z elektromobilnością. Rozwój elektromobilności będzie miał zasadniczy wpływ na zużycie energii elektrycznej. W chwili obecnej przy niewielkiej ilości pojazdów elektrycznych ich wpływ na pracę systemu elektroenergetycznego jest praktycznie niezauważalny, ale wraz ze wzrostem ilości pojazdów oraz punktów ładowania ich znaczenie dla pracy systemu będzie rosło. Pierwotne założenia Planu Rozwoju Elektromobilności w Polsce sugerowały, że w 2025 roku po polskich drogach poruszać się będzie milion pojazdów elektrycznych. Wielkość ta została już kilka razy zweryfikowana, jednak kiedy zostanie urzeczywistniona, to tak duża liczba pojazdów elektrycznych w oczywisty sposób będzie oddziaływać na system elektroenergetyczny. W referacie przedstawiono perspektywy, szanse, wyzwania oraz trudności związane z wprowadzaniem elektromobilności w aglomeracjach miejskich i wyzwania jakie w związku z tym będą przed operatorami systemów elektroenergetycznych.

Słowa kluczowe: elektromobilność, system elektroenergetyczny, aglomeracje miejskie.

Miasto	Liczba autobusów
Białystok	266
Bydgoszcz	217
Łódź	408
Lublin	281 + 125 trolejbusów
Gdańsk	227
Poznań	488
Szczecin	330
Wrocław	463
Kraków	567
Warszawa	1818

Tab. 2. Liczba autobusów obsługujących komunikację miejską na terenie największych aglomeracji w Polsce [5]

rządy, aby sprostać wyzwaniu, szukają dotacji. Wydaje się, że przerzucenie na barki samorządów idei rozwoju pojazdów elektrycznych bez wsparcia ich w postaci dotacji celowych spowoduje, że samorządy, realizując zapisy ustawy, będą zmuszone szukać pieniędzy kosztem innych ważnych inwestycji.

Wraz ze wzrostem udziału pojazdów elektrycznych oraz rozwojem budowy punktów ładowania, których według szacunków ma być około 8500, zmniejszać się będzie popyt na ropę naftową, ale wzrastać będzie zapotrzebowanie na energię elektryczną. Wzrost zapotrzebowania na energię może spowodować podniesienie cen dla użytkowników systemu elektroenergetycznego, dlatego już na etapie budowy systemu elektromobilności ważne jest stworzenie odpowiedniego systemu, który będzie zachęcał do ładowania pojazdów elektrycznych poza szczytami zapotrzebowania, aby przenieść odbiorców pojazdów elektrycznych w ten okres poboru energii i nie spowodować wzrostu cen energii dla pozostałych uczestników rynku energii elektrycznej.

Zakładając dynamiczny rozwój floty pojazdów elektrycznych, we wszystkich segmentach transportu samochodowego, w perspektywie najbliższych lat mogą pojawić się niedobory mocy i energii w systemie elektroenergetycznym. Związane to jest przede wszystkim z planowanym wycofaniem znacznych mocy wytwórczych i brakiem planów budowy nowych. Przy skrajnie niekorzystnych warunkach pogodowych sytuacja braku energii pojawi się znacznie wcześniej. Jak wiadomo, od kilku lat Polska jest importerem energii elektrycznej i z roku rok kupujemy coraz więcej energii elektrycznej. Zatem obciążenie wszystkich największych elektrowni w kraju pełną mocą może nie wystarczyć do zbilansowania systemu elektroenergetycznego. Będzie to szczególnie niebezpieczne w okresie letnich upałów. Jeśli dodamy do tego potrzeby energetyczne sektora transportu opartego na pojazdach elektrycznych, może spowodować to powstanie stanu zagrożenia dla funkcjonowania KSE.

Literatura

1. https://www.forum-energii.eu/pl/blog/elektromobilnosc-kse [dostęp: 15.12.2020].
2. https://rozladowani.pl/rynek-w-niemczech-2020/ [dostęp: 02.06.2020].
3. https://wrc.net.pl/niemcy-maja-gdzies-rzadowe-doplaty-do-elektrykow-ich-zainteresowanie-autami-na-baterie-jest-ponizej-oczekiwan [dostęp: 02.06.2020].
4. Plan Rozwoju Elektromobilności w Polsce „Energia do przyszłości", Ministerstwo Energii, 2017.
5. P. Kwiatkiewicz, R. Szczerbowski, W. Śledzik, Elektromobilność – Środowisko infrastrukturalne i techniczne wyzwania polityki intraregionalnej, Wydawnictwo FNCE, 2020.
6. Sustainable Urban Mobility in the UE: No substantial improvment is possibile without Member State's commitment, doi:10.2865/1094.
7. Heidrich, O., Hill, G., Neaimeh, M., Huebner, Y., Blythe, P. i Dawson, R. How do cities support electric vehicles and what difference does it make?; Technological Forecasting & Social Change, no. 123, 2017
8. S. Krawiec, K. Krawiec, Rozwój elektromobilności w Polsce. Uwarunkowania, cele i bariery. Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego w Katowicach, nr 332, 2017.
9. Ustawa z dnia 11 stycznia 2018 r. o elektromobilności i paliwach alternatywnych, Dz.U. 2018 poz. 317
10. Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 18 lutego 2008 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie szczegółowych warunków funkcjonowania systemu elektroenergetycznego, Dz. U. z 2008 r. Nr 30, poz. 178
11. M. Kłos, Elektromobilność w Polsce – rozwój elektromobilności i związane z tym wyzwania dla systemu elektroenergetycznego, „Sektor elektroenergetyczny", 1/2018
12. https://www.pse.pl/dane-systemowe/funkcjonowanie-rb/raporty-roczne-z-funkcjonowania-kse-za-rok/ [dostęp: 25.05.2020].
13. Zapewnienie mocy wytwórczych w elektroenergetyce konwencjonalnej, Departament Gospodarki, Skarbu Państwa i Prywatyzacji, KGP-4101-001-00/2014, Nr ewid. 17/2015/P/14/018/KGP.
14. Best Available Techniques (BAT) Reference Document for Large Combustion Plants, JOINT RESEARCH CENTRE Institute for Prospective Technological Studies Sustainable Production and Consumption Unit European IPPC Bureau, Final Draft, 2016.
15. Plan rozwoju w zakresie zaspokojenia obecnego i przyszłego zapotrzebowania na energię elektryczną na lata 2016–2025, Polskie Sieci Elektroenergetyczne S.A., Konstancin-Jeziorna, 10 listopada 2015.
16. R. Szczerbowski, D. Kornobis, The proposal of an energy mix in the context of changes in Poland's energy policy. Propozycja miksu energetycznego w kontekście zmian polityki energetycznej Polski. Polityka Energetyczna, tom 22, z. 3. Wyd. Instytutu GSMiE PAN, Kraków, s. 5 – 18. PL ISSN 1429-6675. 2019.
17. K. Kuczyński, Podstawowe wymagania dla stacji ładowania pojazdów elektrycznych, „elektro.info", 12/2018.
18. Electric vehicles: driving the transition, Fourteenth Report of Session 2017–19, House of Commons Business, Energy and Industrial Strategy Committee, 2018, www.parliament.uk/beis [dostęp: 25.05.2020].
19. http://pie.net.pl/wp-content/uploads/2019/10/PIE-Raport_Elektromobilnosc.pdf.

ABSTRACT

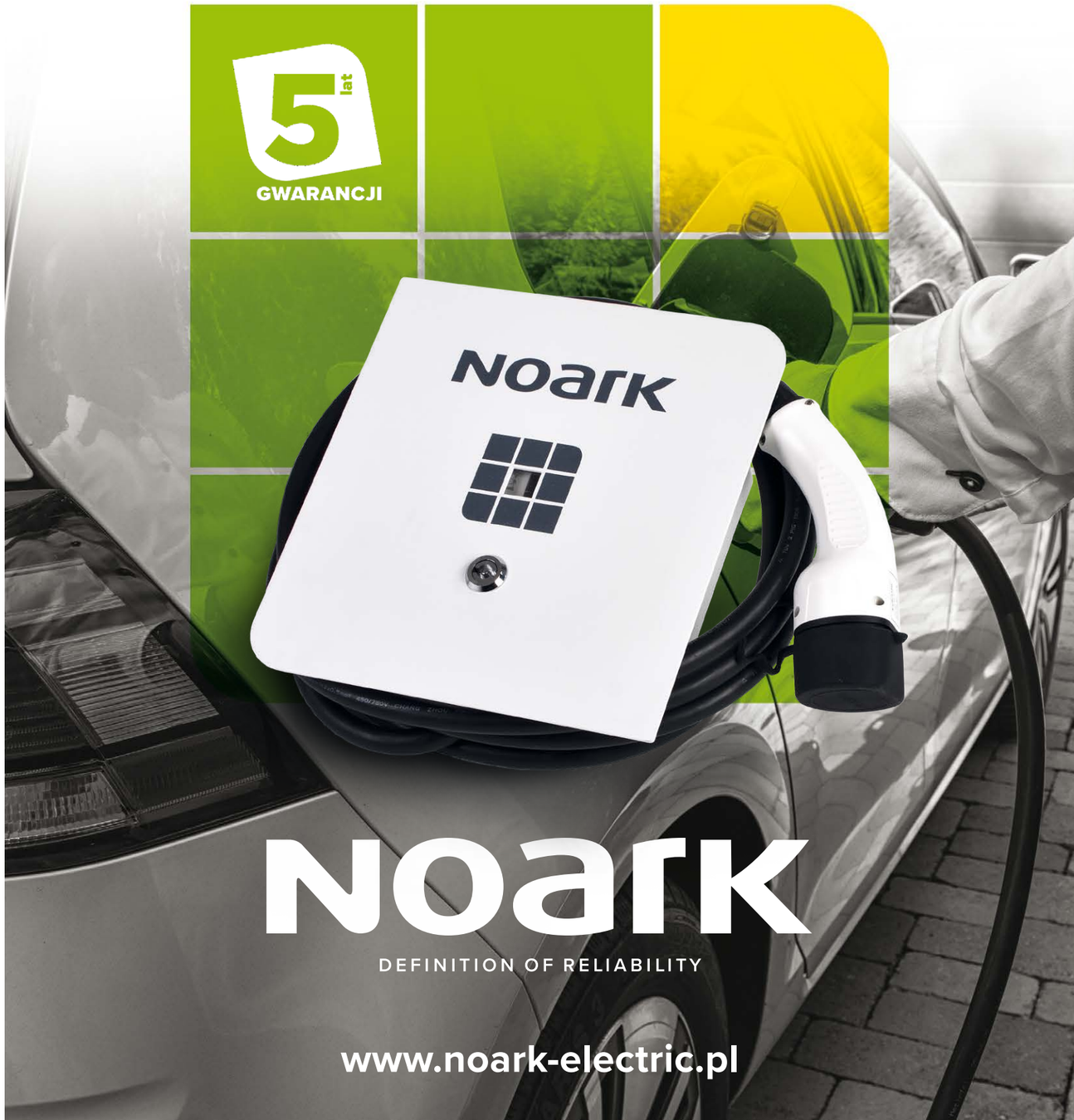
Development of e-mobility in urban agglomerations and the power system

The development of the automotive industry in the area of electric cars observed in recent years is characterized by considerable dynamics. It also clearly affects industries related to e-mobility. The development of e-mobility will have a major impact on electricity consumption. At present, with a small number of electric vehicles, their impact on the power system operation is practically imperceptible. But as the number of vehicles and charging points increases, their significance for the operation of the system will grow. The assumptions of the Electromobility Development Plan in Poland suggested that in 2025 there will be one million electric vehicles on Polish roads. This figure has already been verified several times, but when it becomes a reality, such a large number of electric vehicles will obviously impact the power system. The paper presents the prospects, opportunities, challenges and difficulties associated with the implementation of emobility in urban agglomerations and the challenges that will be faced by electricity system operators.

Keywords: e-mobility, power system, urban agglomerations.

ŁADOWARKI NAŚCIENNE I KABLOWE

WYGODNE I BEZPIECZNE ŁADOWANIE POJAZDÓW ELEKTRYCZNYCH



TEMPO ROZWOJU INFRASTRUKTURY ŁADOWANIA POWINNO PRZYSPIESZYĆ

Rozmowa z Maciejem Mazurem – prezesem Polskiego Stowarzyszenia Paliw Alternatywnych

Czym zajmuje się Polskie Stowarzyszenie Paliw Alternatywnych i kogo zrzesza?

Polskie Stowarzyszenie Paliw Alternatywnych (PSPA) zajmuje się działaniami związanymi z promocją nowej mobilności oraz dekarbonizacji sektora transportu. Obecnie zrzeszamy 140 podmiotów z całego łańcucha wartości zeroemisyjnego transportu. Współpracujemy również z samorządami, a także uczelniami wyższymi, organizacjami pozarządowymi oraz instytucjami takimi jak np. Polska Agencja Inwestycji i Handlu (PAiH), Urząd Dozoru Technicznego (UDT) oraz Ministerstwo Klimatu i Środowiska (MKiŚ). Nasza działalność skupia się na czterech głównych obszarach: Centrum Kompetencyjnym, Centrum Badań i Analiz, Centrum Legislacyjnym i Centrum Nowej Mobilności. Każde z nich realizuje szereg projektów sprzyjających rozwojowi zeroemisyjnego transportu. Ponadto organizujemy szkolenia m.in. w ramach przeznaczonego dla samorządów cyklu „Elektromobilność w praktyce", prowadzimy projekty doradcze (od doradztwa strategicznego do doradztwa technicznego), jak również przygotowujemy szeroko pojęte analizy rynkowe. Staramy się też być aktywnym partnerem dla administracji centralnej i lokalnej, wspomagając ją przy m.in. tworzeniu ustaw. Jesteśmy też organizatorem i współorganizatorem konferencji, takich jak np. Global e-Mobility Forum, Kongres Nowej Mobilności, Kongres Move oraz ogólnopolskich kampanii, które mają charakter informacyjno-edukacyjny, czego przykładem mogą być elektromobilni.pl – największa kampania społeczno-edukacyjna na rzecz zeroemisyjnego transportu w Europie Środkowo-Wschodniej.

Kluczem do rozwoju elektromobilności w Polsce są dopłaty do zakupu EV.

Trwają prace związane z nowelizacją Ustawy o elektromobilności i paliwach alternatywnych z dnia 11 stycznia 2018 roku. Czy kierunek opracowywanych zmian jest właściwy i przyczyni się do rozwoju elektromobilności w Polsce?

Liczymy, że nowelizacja wejdzie w życie możliwie szybko – elektromobilność w Polsce wciąż napotyka szereg barier natury prawnej i administracyjnej. PSPA, wychodząc naprzeciw potrzebie stanowienia jak najlepszego prawa wspierającego rozwój zeroemisyjnego transportu, przygotowało projekt pt. „Biała Księga Elektromobilności", który skupił wokół siebie 200 interesariuszy. W jego ramach podzieliliśmy obszar elektromobilności na konkretne tematy i zagadnienia. Wskazaliśmy, co należałoby zmienić lub dodać w polskim prawie, aby przystawało ono do realiów rynkowych. W ramach „Białej Księgi" opracowaliśmy kilkadziesiąt postulatów. Część z nich już została uwzględniona w trwającym procesie legislacyjnym.

Według ostatnich danych państwa stowarzyszenia oraz Polskiego Związku Przemysłu Motoryzacyjnego, liczba samochodów elektrycznych w Polsce przekroczyła niedawno zaledwie 20 tys. sztuk. To nie wydaje się imponujące na tle innych krajów. Co powoduje, że w Polsce jest tak małe zainteresowanie elektrykami?

W Polsce zarejestrowano łącznie około 24 tys. samochodów z napędem elektrycznym. Powyższa liczba obejmuje zarówno pojazdy całkowicie elektryczne (BEV), jak i hybrydy typu plug-in (PHEV). Jest to słaby wynik. We Francji tylko w kwietniu 2021 roku zostało zarejestrowanych 22 tys. BEV i PHEV, czyli praktycznie tyle, ile liczy cały park samochodów z napędem elektrycznym w naszym kraju. Niestety, tempo rozwoju sektora elektromobilności w Polsce nie jest wystarczające. To poważne wyzwanie, zwłaszcza że w rankingach najbardziej zanieczyszczonych miast w Europie znajdujemy się bardzo wysoko. Dodatkowo, po polskich drogach jeździ wiele samochodów, których wiek przekracza kilkanaście lat. W rezultacie w latach 1990–2017 emisje CO_2 z sektora transportu w Polsce wzrosły o 206%, przy unijnej średniej wynoszącej 28%.

Co według Pana trzeba zrobić, by zdynamizować ten rynek?

Należy wdrożyć katalog rozwiązań z jednej strony zachęcających kierowców do przesiadki do samochodów elektrycznych, zaś z drugiej – ograniczających rejestrację najbardziej emisyjnych pojazdów. Kluczem do rozwoju elektromobilności w Polsce są dopłaty do zakupu EV. Oczekujemy, że wejdą w życie jeszcze w tym roku w zoptymalizowanej formie względem programów pilotażowych NFOŚiGW z 2020 r. Wiele przedsiębiorstw w Polsce zamierza elektryfikować swoje floty, jednak muszą mieć ku temu zapewnione odpowiednie warunki. Konieczne jest również zdecydowane przyspieszenie tempa rozbudowy infrastruktury ładowania.

Wielu przeciwników samochodów z napędem elektrycznym wskazuje na liczne wady i zagrożenia wynikające z korzystania z elektryków. Mówi się, że pojazdy mają niskie osiągi umożliwiające przejazd na jednym ładowaniu, w Polsce istnieje słaba infrastruktura ładowania, a same akumulatory są niestabilne i grożą pożarem. Mówi się także, że z tą ekologią to nie jest tak do końca prawda, bo chociaż elektryki wpływają pozytywnie na środowisko, to problem z recyklingiem akumulatorów jest dla środowiska dużym zagrożeniem. Czy to tylko mity czy faktycznie tak wyglądają problemy, z którymi musi się zmierzyć elektromobilność w Polsce i na świecie?

Elektromobilność to obszar, który dopiero się rodzi. Dlatego musimy edukować i przekazywać rzetelne informacje. Każdy z tych obszarów, o których Pan mówił, jest wyzwaniem i pewnego rodzaju procesem. Jeszcze dekadę temu średni zasięg aut zeroemisyjnych wynosił ok. 100 km. Tymczasem niektóre BEV-y najnowszej generacji są w stanie przejechać ok. 600 km na jednym ładowaniu (WLTP). Średni zasięg elektrycznego, osobowego samochodu sprzedawanego w Polsce wynosi już ok. 360 km, a to wartość, która pozwala na komfortowe odbywanie dłuższych podróży. Innym powszechnym mitem są rzekomo częste pożary pojazdów elektrycznych. Z jednej strony, jeżeli słyszymy o pożarze samochodu elektrycznego w USA czy Australii, to ta informacja do nas dotrze, ponieważ jest przez media traktowana w charakterze sensacji. Z drugiej, nie słyszymy absolutnie o sytuacjach pożarów samochodów konwencjonalnych, które przecież zdarzają w Polsce bardzo często. Z badań wielu niezależnych instytucji, zarówno w Europie, jak i w USA, wynika, że pojazdy elektryczne nie tylko nie ustępują poziomem bezpieczeństwa ich konwencjonalnym odpowiednikom, ale często wypadają pod tym względem o wiele lepiej. Jeżeli chodzi o dyskusję związaną ze środowiskiem, jest podobnie. Często słyszymy, że baterie litowo-jonowe są problemem w momencie, kiedy przestają pełnić funkcję akumulatora trakcyjnego. Czy jest to prawda? Absolutnie nie. Rozwija się rynek recyklingu baterii litowo-jonowych, a poziom odzysku metali rzadkich dochodzi już do ponad 90% i z każdym rokiem się zwiększa. Co więcej, częściowo zużyte akumulatory EV coraz częściej otrzymują drugie życie i znajdują zastosowanie m.in. w stacjonarnych magazynach energii.

Zatrzymajmy się na chwilę przy kosztach użytkowania samochodów elektrycznych. Wspomniał Pan, że dla użytkownika są dużo niższe niż przy samochodach konwencjonalnych. Czy ładowanie samochodów elektrycznych jest faktycznie dużo bardziej konkurencyjne pod względem poniesionych kosztów niż tradycyjnego samochodu?

To zależy, jak korzystamy z samochodu elektrycznego i gdzie mamy możliwość go ładować. Patrząc na badania wykonywane w ramach Klubu EV Polska, zdecydowana większość użytkowników pojazdów zeroemisyjnych preferuje ich ładowanie w miejscu zamieszkania lub w pracy. Wtedy m.in. dzięki możliwości skorzystania z taryfy nocnej koszty eksploatacji są znacznie niższe niż w przypadku aut konwencjonalnych. Od kilku lat osobiście jestem posiadaczem pojazdu elektrycznego. Koszt przejechania 100 km nie przekracza ok. 9 zł. W mojej ocenie inwestycja w elektromobilność się opłaca. Przypomnę, że 18 maja zaprezentowaliśmy wyniki raportu podsumowującego projekt pilotażowy „ELAB – Miasto Czystego Transportu", w którym przywołujemy analizę porównawczą całkowitego kosztu posiadania (TCO) samochodów elektrycznych i spalinowych. Wyniki badania przeprowadzone w realnych warunkach użytkowania potwierdziły, że dzięki dotacjom TCO aut elektrycznych może się okazać niższe już przed upływem roku od rozpoczęcia eksploatacji.

Czy posiadając samochód elektryczny mogę go naładować ze zwykłego gniazdka domowego, czy wymaga to jakiejś specjalnej infrastruktury zamontowanej w garażu czy pod domem?

Samochód elektryczny możemy ładować zarówno z gniazdka sieciowego, jak i siłowego. To podobnie proste i wygodne rozwiązanie jak ładowanie smartfona. Namawiamy jednak do tego, by w miarę możliwości instalować ścienne ładowarki, tzw. wallboxy, które pozwalają często na znaczne skrócenie czasu uzupełniania energii, a ich zakup nie wiąże się z dużym

wydatkiem. Ze zwykłego gniazdka możemy uzyskać łącznie około 2 kW, a z ładowarki naściennej już od 7,2 do nawet 22 kW.

Polska już od dawna była uważana za centrum Europy w zakresie dostawców branży motoryzacyjnej. Teraz także zaczyna odgrywać taką rolę jako centrum produkcji akumulatorów do samochodów elektrycznych. Wielu znaczących producentów zlokalizowało u nas swoje fabryki. Czy ten trend ma bezpośredni wpływ na rozwój elektromobilności w Polsce obecnie i będzie miał wpływ na ceny samochodów elektrycznych w przyszłości w naszym kraju?

Z perspektywy branży automotive w Polsce niezwykle ważne jest, by w tym procesie transformacji – mam na myśli z pojazdów konwencjonalnych do pojazdów elektrycznych – znaleźć swoją drogę. Jednym z takich obszarów przyszłości jest rynek baterii litowo-jonowych. Rozwój tego sektora, jak i związanych z nim kooperantów jest naszym obowiązkiem. Dyskusję na temat baterii litowo-jonowych powinniśmy rozpocząć od czołowego podmiotu, jakim jest LG Energy Solution, który pod Wrocławiem uruchomił największy zakład produkcyjny ogniw w Europie. Dzięki niemu baterie litowo-jonowe są w Polsce towarem eksportowym numer jeden. Poza LG Energy Solution, w Polsce inwestuje też szereg innych podmiotów sektora bateryjnego, jak np. Johnson Matthey, Umicore, BMZ, SK Innovation, Northvolt, czy Daimler, który w Jaworze uruchomił fabrykę baterii w całości zasilaną energią z OZE. Kolejne inwestycje sprawiają, że Polska odgrywa coraz istotniejszą rolę w łańcuchu dostaw kluczowego komponentu dla samochodów elektrycznych. Wraz z coraz większą skalą produkcji baterii ceny EV systematycznie spadają, co w bezpośredni sposób wpływa na cały globalny rynek, również polski.

Autobus elektryczny, obok baterii, stał się jednym z kluczowych polskich towarów eksportowych.

Jeżeli chodzi o samochody osobowe, to zarówno jako producenci, jak i użytkownicy nie mamy na razie czym się pochwalić. Oczywiście są plany stworzenia polskiego samochodu elektrycznego, ale to „pieśń przyszłości". Inna sytuacja jest w zakresie transportu publicznego. Najbardziej znana firma w branży to Solaris, który kilka lat temu przeszedł z polskich w hiszpańskie ręce i stał się znaczącym producentem autobusów elektrycznych. Czy możemy już mówić o tym, że jesteśmy światowym liderem w zakresie transportu publicznego opartego na paliwach alternatywnych?

Jesteśmy na pewno jednym z europejskich liderów. Nie ma tu żadnych wątpliwości. Posiadamy obecnie flotę autobusów elektrycznych, która zbliża się do 500 sztuk. Niestety wariantów z wodorowymi ogniwami paliwowymi na polskich drogach jeszcze nie ma. W dziedzinie autobusów zasilanych akumulatorami jesteśmy natomiast w europejskim topie i chcielibyśmy być w takiej sytuacji, również w przypadku pojazdów osobowych.

W odniesieniu do komunikacji zbiorowej, wydaje się, że ten sukces jest kompletny. Polska to kraj, który jest zarówno dostawcą elektrobusów (SOLARIS, MAN, VOLVO), jak i podzespołów (np. IMPACT – akumulatory). Tutaj naprawdę mamy się czym pochwalić, również jeżeli chodzi o elektryfikację samorządowych flot transportu zbiorowego. Warszawa jest świetnym tego przykładem – powoli zbliżamy się do 300 elektrobusów w stolicy. Oczywiste jest też to, że wspomniane przeze mnie marki działają nie tylko na naszym rynku, bo przede wszystkim na rynkach zagranicznych. To sprawia, że autobus elektryczny, obok baterii, stał się jednym z kluczowych polskich towarów eksportowych.

Na zakończenie naszej rozmowy chciałem zapytać o jedną kwestię pośrednio związaną z rozwojem elektromobilności. Dużo w Polsce mówi się o tym, że nasza infrastruktura elektryczna jest przestarzała, więcej zużywamy prądu niż możemy wyprodukować. Do tego w planach jest całkowite odejście od węgla, a większe wykorzystanie alternatywnych źródeł energii. Czy rosnąca liczba samochodów elektrycznych, a co za tym idzie zużycie energii elektrycznej potrzebnej do ich ładowania stanowi zagrożenie dla tego sektora i może przyczynić się do ziszczenia się „czarnej prognozy" – Polski zaciemnionej?

Jestem absolutnie przekonany, że elektromobilność nie przyczyni się do realizacji jakiejkolwiek czarnej prognozy. Aktualnie mówimy o ok. 24 tys. samochodów elektrycznych i może 500 tys. w 2025 roku. Nie należy oceniać też możliwości sieci przez pryzmat wizji, w której już jutro po polskich drogach będzie jeździć milion BEV i PHEV. Myślę, że sieć elektryczna kraju się zmieni. Są potężne procesy inwestycyjne, czyniące ją nowocześniejszą, które postępują niezależnie i równolegle do samej elektromobilności. Same pojazdy przyczynią się do tego, żeby sieć elektryczna miała lżej – samochód elektryczny to nie tylko potencjalny biorca energii elektrycznej. Przyzwyczailiśmy się do tego, że ładujemy samochód, ale samochód może też prąd oddawać. Mówimy tutaj o technologii V2G (*Vehicle to Grid*). Dzięki V2G auto może stać się magazynem energii na kołach i umożliwić jej dwustronny przepływ. Pierwsze projekty pilotażowe koncentrujące się wokół tej technologii są realizowane są w wielu państwach i przynoszą szereg korzyści dla sektora elektroenergetycznego, m.in. poprzez możliwość lepszego zagospodarowania nadwyżek energii z OZE.

Dziękuję za rozmowę!

Rozmawiał Tomasz Łukaszewski, fot. PSPA

GREEN wallbox

MERCEDES CZY KIA?
NIE WNIKAMY W TWÓJ WYBÓR

KAŻDY SAMOCHÓD ELEKTRYCZNY
NAŁADUJESZ W DOMU
ŁADOWARKAMI GREEN WALLBOX

WWW.GREENWALLBOX.PL

stacjeladowania.com

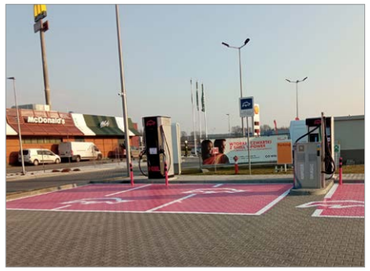
Chcesz mieć swoją komercyjną stację ładowania EV?

Potrzebujesz sprawdzonego partnera!

Dziś coraz więcej osób dostrzega w rozwoju elektromobilności swoje szanse biznesowe. Skoro samochodów elektrycznych przybywa bardzo szybko, a stacji ładowania ciągle wydaje się być niewystarczająca liczba, budowa własnej stacji ładowania jawi się jako okazja biznesowa. Tak jak same samochody elektryczne są nowością tak i stacje ładowania nie są dość popularne. Kiedy zatem zabieramy się za temat budowy własnej stacji ładowania, mnożą nam się pytania: „Jaka stacja?", „AC czy DC?", „Jaka moc?", „Jaka marka?", „Jakie formalności?", „Czy potrzebny jest UDT?", „Skąd serwis?", „Jaki system operatorski?". I pewnie jeszcze wiele innych.

Jak to robią inni?

NOXO. ENERGY to jedna z największych sieci stacji ładowania w Polsce, posiadająca już ponad 130 stacji i ambicje rozwoju sięgające 1000 punktów na mapie Polski. Na liście lokalizacji tej sieci znajdziecie m.in. Energylandię, park wodny Suntago, wiele hoteli, parków rozrywki, pól golfowych oraz wiele innych lokalizacji wpisujących się w model *Destination Charging*. Każda z tych lokalizacji ma nieco inną charakterystykę i konieczne było zastosowanie różnych typów stacji, aby dopasować się do zmieniających się warunków i oczekiwań. Realizację tego ambitnego zadania firma NOXO.ENERGY powierzyła firmie



stacjeladowania.com, która od 2019 roku kompleksowo zajmuje się dostarczaniem, montażem i koordynacją odbiorów UDT stacji ładowania samochodów elektrycznych. Firma ta kompleksowo obsługuje klientów indywidualnych, wspiera przedsiębiorstwa w elektryfikacji firmowej floty oraz pomaga deweloperom sprostać nowym wymaganiom elektromobilnych klientów.

Pure City – Miejska Sieć Elektrostacji to nowy podmiot na rynku elektromobilności, który integruje sieć cyfrowej reklamy zewnętrznej z siecią stacji ładowania. Wyzwanie szczególnie trudne, bo łączące ze sobą dwa światy: reklamy i elektromobilności. Przy realizacji tego projektu zadanie doboru urządzeń spełniających wymagania marki oraz stworzenia infrastruktury również powierzono marce stacjeladowania.com. Przy realizacji tego projektu nieodzowne było wykorzystanie technologii rozszerzonej rzeczywistości, którą dostarcza aplikacja stacjeladowania.com (dostępna w AppStore i GooglePlay). Dzięki niej wizje lokalne, które miały uwzględniać nie tylko ruch samochodów, ale także ruch reklamowy, były dużo sprawniejsze. Do końca 2024 roku sieć Pure City ma liczyć 500 stacji w całej Polsce.

Tylko dla dużych graczy?

Jest wiele przykładów firm, które decydują się na budowanie pojedynczych stacji ładowania. Często są one uzupełnieniem dotychczasowej oferty, np. przy salonie sprzedaży czy stacji paliw. Wtedy tym bardziej nieoceniona jest pomoc doświadczonego partnera, który zdejmie z głowy inwestorowi większość czynności związanych z budową stacji ładowania. Bardzo chętnie do takich realizacji wybierana jest firma

stacjeladowania.com. Kompleksowe i indywidualne podejście do każdej z realizacji to ich znak rozpoznawczy. Firma ma w ofercie stacje wielu producentów, dzięki czemu mają możliwość dopasowania odpowiedniego urządzenia idealnie pod potrzeby klienta, zarówno w kwestii funkcjonalności urządzenia, jak i wyglądu. Tak szeroka oferta w połączeniu z doświadczeniem sprawia, że stacjeladowania.com są jednym z najchętniej wybieranych Partnerów do współpracy przy projektach dotyczących stacji ładowania. Dzięki dużemu zespołowi każdy klient otrzymuje wsparcie na każdym etapie swojej inwestycji niezależnie od tego, czy buduje jedną, czy kilkaset stacji ładowania.

STACJELADOWANIA.COM

stacjeladowania.com Sp. z o.o.
65-155 Zielona Góra
ul. Dekoracyjna 3 lok. P-5/3
tel. 604 687 041
kontakt@stacjeladowania.com
www.stacjeladowania.com

stacjeladowania.com

JAK DZIAŁAMY ?

Ładujemy energią, która napędza biznes, miasto i życie

kompleksowo.

Oszczędzamy Twoje nerwy i czas. Dostajesz gotową inwestycję.

Zapewniamy full serwis - od doboru produktu przez montaż i odbiór stacji w UDT po gotową dokumentację techniczną zamykającą cały proces.

energicznie.

Szanujemy Twój czas. Odpowiadamy w 24h. Jest akcja - jest reakcja.

Sprawdzeni partnerzy i lata doświadczeń, sprawiają, że działamy dynamicznie, sprawnie i na czas.

elastycznie.

Kierujemy się Twoimi potrzebami i naszym doświadczeniem. To Ci się opłaca.

Szeroki asortyment produktów, sprawdzone rozwiązania, doświadczenie oraz zaufani partnerzy to elastyczność działania i cen.

kontakt@stacjeladowania.com +48 604 687 041 www.stacjeladowania.com

Paweł Mazur – Obserwatorium Rynku Paliw Alternatywnych ORPA.PL

Czy nowelizacja ustawy o elektromobilności przyspieszy rozwój zeroemisyjnego transportu w Polsce?

W opinii Polskiego Stowarzyszenia Paliw Alternatywnych (PSPA) projekt nowelizacji ustawy o elektromobilności wymaga dopracowania. Niezbędny jest m.in. przegląd przepisów podatkowych. Rynek oczekuje też na uruchomienie mechanizmu dopłat do nabywania samochodów zeroemisyjnych.

PSPA opracowało raport pt. „Małe zmiany o dużym zasięgu, czyli o nowym projekcie Ustawy o elektromobilności i paliwach alternatywnych". W opracowaniu szczegółowej analizie poddano dziesięć najważniejszych zmian zawartych w projekcie nowelizacji ustawy o elektromobilności (UoE). Sześć propozycji zostało ocenionych pozytywnie (w trzech przypadkach z zastrzeżeniem), dwie zdobyły ocenę neutralną, zaś kolejne dwie – negatywną. Zdaniem ekspertów, nowelizacja ma potencjał, by przyspieszyć rozwój zeroemisyjnego transportu w Polsce, lecz sama w sobie jest niewystarczająca. Konieczne jest wprowadzenie dodatkowych rozwiązań.

Nowa treść projektu ustawy o zmianie Ustawy o elektromobilności i paliwach alternatywnych oraz niektórych innych ustaw znacznie różni się od poprzedniej. Część nowelizacji ma charakter drobnych (w tym doprecyzowujących) zmian, m.in. w przypadku przepisów odnoszących się do wykorzystania wodoru jako paliwa alternatywnego w transporcie. Nie zabrakło jednak również zmian znaczących, w tym dotyczących rozwijania budynkowej infrastruktury ładowania, nowej kategorii opłat za nadanie kodów w rejestrze EIPA czy warunków tworzenia i funkcjonowania stref czystego transportu. W opublikowanym opracowaniu członkowie PSPA oraz pracownicy współpracujący ze Stowarzyszeniem dokonali analizy projektu nowelizacji.

STRESZCZENIE

Artykuł prezentuje ocenę najważniejszych zmian przewidywanych w nowelizacji Ustawy o elektromobilności i paliwach alternatywnych.

Słowa kluczowe: transport zeroemisyjny, pojazdy elektryczne, wodór, infrastruktura ładowania, Ustawa o elektromobilności i paliwach alternatywnych.

– Jedne z najważniejszych zmian na lepsze, jakie znalazły się w projekcie, są bezpośrednią pochodną postulatów wypracowanych w ramach projektu Biała Księga Elektromobilności PSPA. Mowa o przepisach dotyczących relacji między operatorem ogólnodostępnej stacji ładowania a dostawcą usługi ładowania (ocena pozytywna), wprowadzeniu specjalnej procedury uzyskania zgody na instalację punktu ładowania w budynkach mieszkalnych wielorodzinnych (ocena pozytywna z zastrzeżeniem), usprawnieniu procedur przyłączeniowych (ocena pozytywna z zastrzeżeniem). Są to najważniejsze, ale niejedyne dobre zmiany, na które mieliśmy wpływ – mówi Joanna Makola, Kierownik Centrum Legislacyjnego PSPA.

Ocenę neutralną przyznano przepisom dotyczącym stref czystego transportu w nowym kształcie, a także regulacjom dotyczącym rozwijania infrastruktury tankowania wodoru. Ich wpływ na stopień rozwoju elektromobilności w Polsce będzie możliwy do oceny dopiero na etapie praktycznej implementacji. Na jednoznacznie negatywną ocenę zasłużyły dwie zmiany: wprowadzenie nowej kategorii opłat za przyznanie operatorom ogólnodostępnych stacji ładowania i dostawcom usługi ładowania kodów w rejestrze EIPA oraz rezygnacja z dalszej realizacji mechanizmu budowy stacji przez OSDe (Operator Elektroenergetyczny Sieci Dystrybucyjnej) , przy pozostawieniu stanu niepewności prawnej co do inwestycji znajdujących się na różnym etapie zaawansowania. Zdaniem ekspertów, uwzględniając całokształt planowanej nowelizacji, propozycje przewidziane w ustawie zmieniającej, są w dużym stopniu korzystne. Tam, gdzie ocenę pozytywną opatrzono zastrzeżeniem, PSPA rekomenduje ich ponowną analizę i modyfikację (kwestia ekspertyzy w budynkach mieszkalnych wielorodzinnych) lub poszerzenie o dodatkowe rozwiązania (kwestie przyłączeniowe). W końcowej części opracowania przedstawiono propozycje wprowadzenia dalszych zmian o kluczowym charakterze, bez których polska elektromobilność nie ma szans na szybki rozwój.

– Uznanie zidentyfikowanych barier i przyjęcie do realizacji naszej propozycji odpowiedzi na te problemy, to realna szansa na dynamizację rozwoju rynku e-mobility w Polsce. Niezbędny jest przegląd przepisów podatkowych, a zmiany w tym obszarze należy zacząć od wprowadzenia możliwości odliczenia 100% VAT od nabycia i eksploatacji pojazdów elektrycznych. Rynek niecierpliwie oczekuje także na uruchomienie mechanizmu dopłat do nabywania samochodów zeroemisyjnych przez przedsiębiorców i osoby fizyczne nieprowadzące działalności gospodarczej – mówi Jan Wiśniewski, kierownik Centrum Badań i Analiz PSPA.

Dziesięć najważniejszych zmian zawartych w projekcie Ustawy o Elektromobilności, wraz z oceną PSPA

Kluczowe w opinii PSPA rozwiązania oraz ich wpływ na rozwój elektromobilności w Polsce przedstawiono w dziesięciu punktach. Nowa treść projektu ustawy z dnia 11 lutego 2021 r. znacznie różni się od poprzedniej. Część nowelizacji ma charakter drobnych, w tym doprecyzowujących zmian, jak ma to miejsce w przypadku nowo kreowanych przepisów dotyczących wykorzystania wodoru jako paliwa alternatywnego w transporcie. Nie zabrakło również zmian znaczących, co dotyczy rozwijania budynkowej infrastruktury ładowania, nowej kategorii opłat za nadanie kodów w rejestrze EIPA czy warunków tworzenia i funkcjonowania stref czystego transportu.

I: Infrastruktura ładowania w nowych budynkach – transpozycja Dyrektywy PEiR 2018/844

Mija rok od upływu terminu na transpozycję postanowień Dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2018/844 z dnia 30 maja 2018 r. zmieniającej dyrektywę 2010/31/UE w sprawie charakterystyki energetycznej budynków i dyrektywy 2012/27/UE w sprawie efektywności energetycznej. Ten unijny akt prawny w zakresie, w jakim zmienia dyrektywę dotyczącą charakterystyki energetycznej budynków, odnosi się również do elektromobilności, wprowadzając pierwsze wiążące wymogi w zakresie przygotowywania nowych budynków mieszkalnych i niemieszkalnych do późniejszej instalacji punktów ładowania na przynależnych do tych budynków miejscach parkingowych. Ministerstwo Klimatu i Środowiska w porozumieniu z Ministerstwem Rozwoju, Pracy i Technologii, w którego zakres wchodzi budownictwo, włączyło do nowej wersji projektu ustawy UoE zmieniającej art. 12c, który transponuje przepisy dyrektywy. Ustawodawca nie skorzystał z możliwości ustanowienia bardziej ambitnych obowiązków i przepisy prawa unijnego wprowadza w minimalnym zakresie, korzystając też z możliwych wyłączeń (m.in. opisane niżej obowiązki dotyczące budynków niemieszkalnych nie będą odnosić się do budynków będących własnością małych i średnich przedsiębiorców). Art. 12c ust. 1 projektu nowelizacji UoE przewiduje, że budynki niemieszkalne, z którymi związanych jest więcej niż 10 stanowisk postojowych, projektuje się i buduje zapewniając zainstalowanie co najmniej jednego punktu ładowania, oraz kanałów na przewody i kable elektryczne, aby umożliwić zainstalowanie punktów ładowania na co najmniej 1 na 5 stanowisk postojowych. Art. 12c ust. 2 przewiduje, że budynki mieszkalne, z którymi związanych jest więcej niż 10 stanowisk postojowych, projektuje się i buduje zapewniając zainstalowanie kanałów na przewody i kable elektryczne na wszystkich stanowiskach postojowych tak, aby umożliwić zainstalowanie punktów ładowania na każdym stanowisku postojowym. W obu przypadkach przepisy stosuje się w szczególności, jeżeli parking znajduje się wewnątrz budynku lub przylega do budynku lub jest powiązany z budynkiem pod względem własności lub użytkowania. Nowe przepisy znajdą zastosowanie również w odniesieniu do budynków poddawanych przebudowie albo remontowi na zasadach przewidzianych w art. 12c ust. 3 UoE.

Ocena: pozytywna

II: Infrastruktura ładowania w budynkach istniejących – pakiet przepisów

Projekt nowelizacji UoE, do którego transponuje się wymogi dyrektywy PEiR 2018/844, wprowadza wymóg instalacji infrastruktury kanałowej na co najmniej 1 na 5 stanowisk postojowych i minimum jednego punktu ładowania na parkingach przynależnych do istniejących budynków niemieszkalnych przez właścicieli lub zarządców tych budynków – do dnia 1 stycznia 2025 r. W odniesieniu do budynków mieszkalnych wielorodzinnych, w których liczba lokali mieszkalnych wyodrębnionych lub niewyodrębnionych jest większa niż 3, ustawa wprowadza pakiet przepisów, których stosowanie pozwoli na uzyskanie przez mieszkańca zgody na instalację punktu ładowania na miejscu parkingowym, którego jest właścicielem – i to w rozsądnym terminie. Na mocy obowiązujących przepisów dotyczących zarządu nieruchomością wspólną, czyli regulacji o charakterze ogólnym, uzyskanie zgody w tym zakresie było często traktowane jako czynność wykraczająca poza zwykły zarząd. Oznaczało to konieczność uzyskania zgody większości mieszkańców budynku w formie uchwały podjętej w wyniku głosowania, co rzadko kiedy kończyło się sukcesem. Punktem wyjścia dla wprowadzenia nowych rozwiązań, o których mowa poniżej, jest dodanie do ustawy Prawo własności lokali przepisu, zgodnie z którym udzielenie zgody na instalację na nieruchomości wspólnej i używanie punktu ładowania o mocy większej niż 11 kW jest czynnością przekraczającą zwykły zarząd (a contrario: nie jest nią zgoda na instalację i używanie punktu ładowania o mocy mniejszej, bądź równej 11 kW). Tryb złożenia wniosku i uzyskania zgody na instalację i eksploatację punktu ładowania przez osobę posiadającą tytuł prawny do lokalu w danym budynku i stanowisko postojowe do wyłącznego użytku będzie miał następujący przebieg:

1 – **Ekspertyza:** pierwszej kolejności wnioskodawca składa do zarządcy nieruchomości wniosek o zlecenie ekspertyzy, której przedmiotem jest ocena instalacji elektrycznej w obrębie budynku oraz wewnętrznych i zewnętrznych miejsc postojowych z nim związanych pod względem dopuszczalności przyłączenia do niej punktu ładowania objętego wnioskiem oraz zasad bezpieczeństwa związanych z jego używaniem. Ekspertyza jest zlecana w ciągu 30 dni od otrzymania wniosku. Koszty jej sporządzenia ponosi wnioskodawca.

2 – **Wniosek o wyrażenie zgody na instalację i używanie punktu ładowania:** do wniosku należy załączyć komplet załączników, o których mowa w art. 12a ust. 3, w tym informację dotyczącą wyników ekspertyzy. Wniosek jest rozpatrywany w terminie 30 dni od złożenia; bezskuteczny upływ terminu i spełnienie przez wnioskodawcę wymogów określonych w ekspertyzie oznacza, że może on przystąpić do instalacji i eksploatacji punktu ładowania. Katalog przyczyn odmownego rozpatrzenia wniosku jest powiązany z art. 12a ust. 6 UoE i ma charakter enumeratywny.

3 – **Koszty instalacji**: wnioskodawca ponosi wszystkie koszty związane z instalacją punktu ładowania, w tym koszt zakupu i montażu.

4 – **Licznik zdalnego odczytu**: operator elektroenergetycznej sieci dystrybucyjnej instaluje liczniki zdalnego odczytu energii elektrycznej na stanowisku postojowym wyposażonym przez wnioskodawcę w punkt ładowania. Warto zauważyć, że w przypadku nieruchomości będących zabytkiem, instalacja punktu ładowania będzie wymagać uzyskania zgody właściwego konserwatora zabytków.

Ocena: pozytywna z zastrzeżeniem

III: Zmiany w relacjach między operatorem stacji a dostawcą usługi ładowania. Nowa treść zasady dostępu dostawcy do stacji ładowania

Do nowej wersji projektu wpisano, zaproponowane przez PSPA, rozwiązania mające na celu urealnienie relacji między operatorem ogólnodostępnej stacji ładowania a dostawcą usługi ładowania, w tym – zmianę treści zasady zapewnienia dostawcy dostępu do stacji ładowania. W modelu dotychczasowym, tj. obowiązujących przepisów Ustawy o elektromobilności i paliwach alternatywnych oraz ustawy Prawo energetyczne, praktycznie nie było możliwe świadczenie usług ładowania przez więcej niż jednego dostawcę usługi ładowania. Wynikało to z konstrukcji przepisów dotyczących obowiązków po stronie operatora i dostawcy, w tym z niewdrażalnego w praktyce obowiązku zawie-

rania umowy na dostawy energii elektrycznej na potrzeby ładowania przed dostawcę usługi ładowania.

Ocena: pozytywna

IV: Usprawnienie procedur przyłączeniowych

Podobnie jak w przypadku budynkowej infrastruktury budowania, dedykowana tematowi grupa robocza, powołana w ramach projektu „Biała Księga Elektromobilności" PSPA, zaproponowała pakiet rozwiązań mających na celu uproszczenie i przyśpieszenie procedur przyłączeniowych dla ogólnodostępnych stacji ładowania. W świetle obecnie obowiązujących przepisów, proces przyłączenia się do sieci elektroenergetycznej jest bardzo czasochłonny i mocno ograniczony obowiązującymi procedurami. W przypadku przyłączenia stacji ładowania o dużej mocy niezbędna do jej prawidłowego działania jest moc na poziomie co najmniej 70–170 kW. Podmiot przyłączany po złożeniu wniosku o określenie warunków przyłączenia do sieci elektroenergetycznej zobowiązany był do oczekiwania na otrzymanie warunków przyłączenia bez jakiejkolwiek informacji do jakiej grupy przyłączeniowej został zakwalifikowany (np. grupa III czy IV). Przy wnioskowaniu o wydanie warunków przyłączenia na moc w podanym przedziale zgodnie z Ustawą Prawo energetyczne wnioskodawca mógł otrzymać warunki w terminie do 30 dni, jeżeli jego wniosek został zakwalifikowany do IV grupy przyłączeniowej (przyłączenie na niskim napięciu) lub do 150 dni, jeżeli został zakwalifikowany do III grupy przyłączeniowej. Przyłączenie stacji ładowania o wskazanej mocy przy konieczności budowy stacji transformatorowej niesie za sobą bardzo duże nakłady finansowe, które najczęściej powodują rezygnację z realizacji całej inwestycji. Wnioskodawca nie posiada jednak informacji, jaki aktualnie poziom mocy na sieci niskiego napięcia jest dostępny we wskazanym miejscu. Jedynym sposobem na uzyskanie takiej informacji w przypadku chęci przyłączenia się do sieci elektroenergetycznej niskiego napięcia jest ponownie wnioskowanie o określenie warunków przyłączenia, tym razem na niższą moc. Przy takich uwarunkowaniach prawnych przyłączenie stacji ładownia do sieci elektroenergetycznej jest czasochłonne, a przy tym kosztowne, co często wiązało się z zaniechaniem realizacji inwestycji ze względu na zbyt duże koszty. W projekcie nowelizacji UoE zaproponowano wprowadzenie dialogu mającego na celu znacznie usprawnić i przyspieszyć procedurę określenia warunków przyłączenia, co przełoży się bezpośrednio na usprawnienie budowy przyłączy, a przy tym także stacji ładowania.

Pakiet zmian w ustawie Prawo energetyczne:

1. Zasada przyłączania do sieci energetycznej w pierwszej kolejności. Obejmie ogólnodostępne stacje ładowania składające się wyłącznie z punktów ładowania o dużej mocy.
2. Mechanizm „negocjacji mocy". W przypadku braku możliwości podłączenia ogólnodostępnej stacji ładowania zgodnie z wnioskiem (brak technicznych możliwości dla zapewnienia dostawy mocy o wymaganej wartości), przedsiębiorstwo energetyczne w terminie do 14 dni dla grupy przyłączeniowej V i VI oraz 60 dni dla grupy przyłączeniowej III powiadamia o tym pisemnie podmiot ubiegający się o przyłączenie i wskazuje wartość mocy, która może zostać dostarczona w miejscu wskazanym we wniosku. Podmiot ubiegający się o przyłączenie będzie miał 14 dni na decyzję co do wyrażenia zgody na taką wielkość mocy przyłączeniowej bądź odmowę.
3. Ogólny obowiązek zapewnienia realizacji i finansowania budowy i rozbudowy sieci przez przedsiębiorstwo energetyczne zajmujące się przesyłaniem lub dystrybucją energii na potrzeby przyłączania ogólnodostępnych stacji ładowania oraz infrastruktury ładowania drogowego transportu publicznego.
4. Planowanie rozwoju sieci dystrybucyjnej z uwzględnieniem przedsięwzięć związanych z budową ogólnodostępnych stacji ładowania oraz infrastruktury ładowania drogowego transportu publicznego.

Ocena: pozytywna z zastrzeżeniem

V: Strefy Czystego Transportu w nowym kształcie

Na mocy planowanej nowelizacji UoE zniknie próg minimalny liczebności gminy jako warunek wstępny możliwości utworzenia strefy czystego transportu oraz ograniczenie obszaru strefy do terenu śródmiejskiej zabudowy lub jej części. Po wejściu w życie nowych przepisów strefę będzie mogła utworzyć każda gmina na terenie obejmującym drogi, których jest zarządcą.

Wycofano się ze szkodliwych przepisów pierwszej wersji projektu, przewidujących możliwość nieograniczonego wjazdu do strefy czystego transportu pojazdów napędzanych LPG, a także uzależniających możliwość wjazdu od normy EURO oraz odsuwających obowiązek tworzenia stref przed duże miasta do 2030 r. Rada gminy zachowa prawo do wprowadzania dodatkowych wyłączeń od zakazu wjazdu, innych niż przewidziane w art. 39 ust. 1 i 2 oraz będzie mogła dopuścić wjazd jeszcze innej kategorii pojazdów – już za opłatą. Gminy liczące powyżej 100 tys. mieszkańców i znajdujące się w strefach, w których przeprowadzona przez Głównego Inspektora Ochrony Środowiska ocena poziomów substancji w powietrzu wykazała przekroczenie dopuszczalnego poziomu stężenia średniorocznego poziomu zanieczyszczeń dwutlenkiem azotu NO_2, w terminie 12 miesięcy od dnia otrzymania informacji o przekroczeniu, będą obowiązane utworzyć strefę czystego transportu

Ocena: neutralna

VI: Nowe regulacje dla rozwijania infrastruktury tankowania wodoru

Ogłoszony w grudniu 2019 r. Europejski Zielony Ład, czyli plan transformacji unijnej gospodarki ku neutralności klimatycznej, przewiduje, że zrównoważony transport przyszłości będzie opierał się na elektromobilności – bateryjnej i wodorowej. Wizję tę potwierdza i rozwija opublikowana rok później Strategia na rzecz zrównoważonej i inteligentnej mobilności. W Polsce trwają prace nad projektem Polskiej Strategii Wodorowej, który zawiera 6 celów. Jednym z nich jest wykorzystanie wodoru jako paliwa alternatywnego w transporcie, co wymaga stworzenia przepisów wykonawczych.

W projekcie ustawy zmieniającej UoE znalazły się przepisy dotyczące budowania i funkcjonowania infrastruktury tankowania wodorem. Wprowadzono definicje: wodoru, punktu tankowania wodoru, stacji wodoru, punktu bunkrowania wodoru, operatora stacji wodoru i pojazdu napędzanego wodorem. Nowe przepisy odnoszą się do powstawania i bezpiecznej eksploatacji stacji wodoru. Sformułowano m.in. ogólne wymogi techniczne dla stacji wodorowych i delegację do wydania rozporządzenia wykonawczego w tym zakresie. Badania techniczne stacji tankowania wodoru będzie przeprowadzał Urząd Dozoru Technicznego, a przepisy te skonstruowano analogicznie do tych dotyczących ogólnodostępnych stacji ładowania pojazdów elektrycznych. Badania techniczne stacji tankowania wodoru przeznaczonych do tankowania pociągów lub zaopatrywania jednostek pływających w wodór będą natomiast przeprowadzane przez Transportowy Dozór Techniczny. Nowe regulacje dotyczące wodoru to nie tylko (choć przede wszystkim) infrastruktura. To także rozszerzenie korzyści przewidzianych dla pojazdów elektrycznych na pojazdy wodorowe, co dotyczy prawa wjazdu na buspasy i podwyższonego limitu amortyzacyjnego. Warto zauważyć, że równolegle do procedowanych zmian w Ustawie o elektromobilności i paliwach alternatywnych, na etapie zaawansowanych prac legislacyjnych znajduje się projekt ustawy o zmianie ustawy o systemie monitorowania i kontrolowania jakości paliw, który wprowadza system kontroli jakości wodoru jako paliwa na cele transportowe.

Ocena: neutralna

VII: Transpozycja Dyrektywy PEiR 2019/1161 oraz zmiany w obowiązkach podmiotów publicznych

Projekt nowelizacji UoE do przepisów Dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2019/1161 z dnia 20 czerwca 2019 r. zmieniającej dyrektywę 2009/33/WE w sprawie promowania ekologicznie czystych i energooszczędnych pojazdów transportu drogowego. Dyrektywa ma na celu upowszechnienie ekologicznie czystych i energooszczędnych pojazdów transportu drogowego i przewiduje minimalne udziały procentowe w całkowitej liczbie pojazdów objętych zamówieniami, które mają zostać osiągnięte w dwóch okresach odniesienia – do 2025 r. i 2030 r. W tym też celu w warstwie definicyjnej wprowadzona została definicja „zamawiającego" w rozumieniu ustawy Prawo zamówień publicznych, w odniesieniu do zamawiającego publicznego i sektorowego. Nowe art. 68a–68g dokonują zasadniczej transpozycji dyrektywy, o której mowa, przewidując zapewnienie określonych procentowo udziałów pojazdów kategorii M1, M2 i N1 elektrycznych lub napędzanych wodorem w całkowitej liczbie pojazdów tych kategorii objętych zamówieniami. Zawarta w dyrektywie definicja czystego ekologicznie pojazdu lekkiego opiera się na normach emisji CO_2, których poziom od 2026 r. ma być zerowy. W projekcie ustawy zmieniającej UoE przewidziano więc okres przejściowy (od 2 sierpnia 2021 r. do 31 grudnia 2025 r.), w którym do minimalnego wymaganego udziału wlicza się pojazdy hybrydowe lub napędzane gazem ziemnym o maksymalnej emisji 50 g CO_2/km i emisji zanieczyszczeń w rzeczywistych warunkach jazdy poniżej 80% dopuszczalnych wartości emisji. W przypadku pojazdów ciężkich, dyrektywa odwołuje się do użycia paliw alternatywnych zdefiniowanych w art. 2 pkt 1) i 2) dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady 2014/94/UE z dnia 22 października 2014 r. w sprawie rozwoju infrastruktury paliw alternatywnych (AFID). Postanowienia dyrektywy i w ślad za nimi, projekt ustawy zmieniającej UoE określa osobno cele dotyczące zamówień na zeroemisyjne autobusy. Wprowadzane w art. 34–37 Ustawy o elektromobilności i paliwach alternatywnych zmiany mają natomiast cel doprecyzowujący i są częściowo pochodną uwag zgłaszanych przez jednostki samorządu terytorialnego (jak np. przepisy dotyczące wyłączenia z obowiązku minimalnego udziału pojazdów nisko- i zeroemisyjnych kategorii pojazdów wykorzystywanych do zadań związanych z ochroną ludności, bezpieczeństwem pożarowym oraz utrzymaniem porządku publicznego).

Ocena: pozytywna

VIII: Nowa kategoria opłat za przyznanie kodów w EIPA

Zmienią się przepisy dotyczące Ewidencji Infrastruktury Paliw Alternatywnych (EIPA). W EIPA zostaną uwzględnione stacje wodoru i stacje gazu ziemnego. Zakres informacji znajdujących się w rejestrze zostanie poszerzony o metodę płatności stosowaną na stacji. Polska zobowiązała się do stworzenia repozytorium indywidualnych kodów ID w ramach programu PSA IDACS realizowanego przez Komisję Europejską. Nowe przepisy wyznaczają podmiot nadający kody, którym będzie Prezes UDT, i określają zasady ich wydawania. Projektowane przepisy przewidują możliwość uznania kodu nadanego w innym państwie Unii Europejskiej, z którym Rzeczpospolita Polska nawiązała współpracę w zakresie wzajemnego uznawania kodów, za równorzędny numerowi EIPA, o ile taki kod identyfikacyjny odpowiada strukturą numerowi EIPA. Kontrowersyjna jest maksymalna wysokość opłaty miesięcznej za nadanie kodu i jego utrzymanie w systemie teleinformatycznym. Konkretny wymiar opłaty ma być doprecyzowany rozporządzeniem wykonawczym. Dla operatorów ogólnodostępnych stacji ładowania, gazu ziemnego lub stacji wodoru maksymalna wysokość opłaty ma stanowić iloczyn 25 zł i liczby ogólnodostępnych stacji. Wprowadzenie nowej kategorii opłat rodzi pytanie o ich wysokość, jak również o cel funkcjonowania rejestru EIPA. Platforma ta nie jest niezbędna do świadczenia usług ładowania. Nie istnieją analogiczne opłaty i systemy informatyczne dla stacji benzynowych, prezentujące dane takie jak np. dostępność stacji benzynowych czy ceny na nich obowiązujące. Nowo wprowadzane obowiązki oraz opłaty stanowią więc kolejne obciążenie ponoszone przez podmioty zaangażowane w budowę infrastruktury ładowania. Ich wysokość może stanowić bardzo istotną część uzyskiwanych przychodów, pogłębiając straty wynikające z utrzymania stacji ładowania i świadczenia na nich usług. Negatywnie wpłynie to na znajdujący się we wczesnej fazie rozwoju rynek elektromobilności w Polsce. Koszty nadawania i utrzymywania numerów w repozytorium kodów ID w ramach programu PSA IDACS z pewnością nie uzasadniają tak wysokich opłat utrzymywania EIPA, jakie zostały przewidziane w projekcie ustawy zmieniającej. Dla dostawców usługi ładowania maksymalna opłata za nadanie kodu ma wynosić 50 zł. Włączenie dostawców usługi ładowania do rejestru EIPA i objęcie ich obowiązkiem posiadania kodów jest jednak niezrozumiałe, jeżeli chodzi o intencję, jak również bardzo trudne do wdrożenia od strony praktycznej. W przyszłości na każdej ogólnodostępnej stacji ładowania będzie mogło działać (w ujęciu teoretycznym) nieskończenie wielu dostawców usługi ładowania, co będzie stanowić ogromne wyzwanie w zakresie prezentowania różnych cen i modeli ich kształtowania dla każdego dostawcy usługi ładowania na danej stacji. Już obecnie krajowi operatorzy stacji udostępniają stacje wielu dostawcom usługi ładowania w ramach porozumień roamingowych, nie wiedząc, jakie ceny dostawcy oferują swoim klientom. Dostawcy usługi ładowania nie potrzebują platformy EIPA do realizowania swoich usług i nie mają powodu, aby z niej korzystać. Obecnie większość dostawców usługi ładowania korzystających z sieci obcych operatorów na terenie Polski to podmioty zagraniczne (w większości unijne), a więc prawdopodobnie poza zakresem nowej regulacji. Ten nowy obowiązek dla polskich dostawców usługi ładowania będzie pogorszeniem ich pozycji konkurencyjnej względem podmiotów zagranicznych.

Ocena: negatywna

IX: Zmiany w przepisach dot. tzw. mechanizmu interwencyjnego – transpozycja Dyrektywy PEiR 2019/944

W projekcie UoE zostaną uchylone niektóre artykuły dotyczące realizacji tzw. mechanizmu interwencyjnego (art. 64 – art. 66), w ramach którego operatorzy systemów dystrybucyjnych elektroenergetycznych mieli wybudować brakującą liczbę stacji ładowania, o ile próg minimalny (określony w art. 60 ustawy) nie został osiągnięty w trybie rynkowym. Scenariusz ten zaistniał w przypadku większości dużych pol-

skich miast, poza Katowicami. Aktualnie Operatorzy Elektroenergetycznych Sieci Dystrybucyjnych (OESP) już zrealizowali lub nadal realizują budowę stacji, a ustawodawca nie wyjaśnił szerzej, jaki los prawny czeka projekty będące w toku. Sytuacja jest jasna w przypadku budowy przez OESP ogólnodostępnych stacji ładowania, których termin budowy zgodnie planem, o którym mowa w art. 62, został wyznaczony na pierwszy kwartał 2021 r., a ich budowa nie została ukończona przed dniem wejścia w życie ustawy zmieniającej. Dla tej kategorii projektów dotychczasowe art. 64, 65 i 67 ustawy będą stosowane oraz nie będą stosowane nowe przepisy art. 3a i art. 3b. Przyczyną rezygnacji z dalszej realizacji modelu interwencyjnego są postanowienia dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2019/944 z dnia 5 czerwca 2019 r. w sprawie wspólnych zasad rynku wewnętrznego energii elektrycznej oraz zmieniającej dyrektywę 2012/27/UE. Zgodnie z jej przepisami, budowa stacji ładowania i ich właściciele nie mieszczą się w katalogu zadań przypisanych OESP, a udzielenie odstępstwa – na co zezwala dyrektywa – byłoby, jak stwierdza ustawodawca w uzasadnieniu do ustawy, procesem nieproporcjonalnie długim i skomplikowanym (konieczność każdorazowego przeprowadzenia przetargu). Z uwagi na ten sam argument, tj. brak możliwości posiadania przez OESP stacji oraz pełnienia roli ich operatora lub dostawcy usługi ładowania – na podstawie przepisów dyrektywy, do ustawy wprowadzane są nowe przepisy art. 3a i 3b, dotyczące postępowania ze stacjami już wybudowanymi przez OESP, których celem jest uregulowanie obowiązkowej procedury wyzbycia się przez te podmioty własności stacji.

Ocena: negatywna

X: Doprecyzowanie definicji stacji ładowania i inne zmiany

Definicja stacji ładowania

Jak przyznaje sam Ustawodawca w uzasadnieniu do projektu ustawy zmieniającej, obowiązująca definicja stacji ładowania nie rozstrzyga jasno, że jest to stacja świadcząca usługę ładowania. Na gruncie praktycznym powstają wątpliwości, jak postępować z urządzeniami, które nie świadczą takiej usługi, a wykorzystywane są jedynie tymczasowo, w charakterze demonstracyjnym i testowym. Intencją ustawy zmieniającej jest doprecyzowanie przepisów w tym zakresie, co pozwoli w jasny sposób odróżnić stacje ładowania, które świadczą usługę ładowania i muszą podlegać obowiązkom, takim jak wymóg przeprowadzenia badań technicznych, od innych obiektów o podobnym charakterze. Po wejściu w życie nowych przepisów nie będzie wątpliwości co do tego, że urządzenia prezentowane na targach czy w salonach dealerskich, nie są stacjami ładowania w rozumieniu Ustawy o elektromobilności i paliwach alternatywnych, w związku z czym nie dotyczą ich wskazane w tej ustawie obowiązki. Nadal jednak mogą występować wątpliwości związane z kwestią oprogramowania jako elementu definiującego stację ładowania. Samo świadczenie ładowania nie wymaga bowiem takiego oprogramowania. Możliwe jest także ładowanie rozliczane tylko na podstawie opłaty ryczałtowej za samą możliwość podłączenia się do stacji. Są też rozwiązania polegające na dokonywaniu rozliczeń w stacji bez specjalnego oprogramowania, wyłącznie poprzez wyposażenie jej w terminal płatniczy.

Możliwość kontroli stacji z inicjatywy UDT

Za dobre rozwiązanie, z punktu widzenia zapewnienia bezpieczeństwa działania stacji, należy ocenić wprowadzenie możliwości dokonywania przez UDT badań technicznych stacji ładowania pojazdów elektrycznych bez uprzedniego wniosku, w przypadku podejrzenia wystąpienia zagrożenia dla bezpieczeństwa użytkowników, z uwagi na awarie lub uszkodzenia powstałe w trakcie eksploatacji stacji oraz punktów ładowania oraz w przypadku stwierdzenia, że dany podmiot nie wystąpił o nadanie numeru EIPA. Na mocy obowiązujących przepisów kontrola nie mogła zostać przeprowadzona bez wniosku. Nawet kiedy UDT był informowany, że stacja jest ewidentnie uszkodzona, nie było podstawy prawnej do podjęcia interwencji.

Ogólnodostępność przesłanką kontroli UDT

Ustawodawca nie przychylił się niestety do postulatu zawężenia obowiązku badań UDT jedynie do stacji ogólnodostępnych i do punktów ładowania stanowiących element infrastruktury ładowania drogowego transportu publicznego. W obecnym brzmieniu przepisów badaniu podlegają stacje ładowania i punkty ładowania stanowiące element infrastruktury ładowania drogowego transportu publicznego. Zgodnie z aktualną definicją, są to wszystkie stacje, czyli nie tylko te, które mają charakter ogólnodostępny. Z drugiej jednak strony, w art. 3, ust. 1 projektu nowelizacji UoE stwierdza się, że operator ogólnodostępnej stacji ładowania zapewnia, aby ogólnodostępna stacja ładowania spełniała wymagania techniczne oraz zapewnia przeprowadzenie przez UDT badań ogólnodostępnej stacji ładowania, co sugerować może zawężenie tego wymogu jedynie do stacji o charakterze ogólnodostępnym. W praktyce jednak stosowana jest wykładnia rozszerzająca, odwołująca się do definicji stacji ładowania, która określa, że świadczenie usługi ładowania (niezależnie od tego, czy ma ona charakter ogólnodostępny, czy nie) determinuje konieczność przeprowadzania badania technicznego stacji. Każde urządzenie elektryczne, w tym każda ładowarka, może stanowić potencjalnie zagrożenie dla bezpieczeństwa użytkownika. Istotny jest jednak sposób jego użytkowania, co wygląda inaczej w przypadku stacji ogólnodostępnych, a inaczej w przypadku stacji ładowania o innym charakterze. Kluczowym uzasadnieniem jest to, że dostęp do urządzeń ogólnodostępnych jest powszechny i bez ograniczeń, a dostęp do pozostałych urządzeń jest limitowany, przeznaczony dla wąskiej grupy odbiorców (często z fizycznie ograniczonym dostępem). Dodatkowym argumentem jest możliwość ewentualnej kontroli stacji, które mają status ogólnodostępnych, ponieważ są odnotowane w rejestrze EIPA. W celu jednoznacznego określenia, które urządzenia podlegają UDT, rekomenduje się wprowadzenie zasady, że jedynie stacje ogólnodostępne i punkty ładowania transportu publicznego powinny podlegać UDT, a wszystkie pozostałe powinny być instalowane przez osoby z odpowiednimi uprawnieniami elektrycznymi (instalacja potwierdzona podpisanym protokołem), bez konieczności odbiorów UDT. Taka definicja doprowadziłaby do ujednolicenia przepisów i braku konieczności ich interpretacji.

Przywrócenie poprzedniej konstrukcji przepisów prawa budowlanego

Od września 2020 r., w wyniku zmian w Prawie budowlanym, budowa wszystkich stacji ładowania w Polsce wymaga zgłoszenia do organu nadzoru budowlanego. Wcześniej inwestorzy mieli możliwość wyboru między zgłoszeniem budowy stacji ładowania a sporządzeniem planu sytuacyjnego, co w tym drugim przypadku znacznie upraszczało proces inwestycyjny. Taka wariantowość była oparta na art. 29a ustawy Prawo budowlane, który w odniesieniu do przyłączy wskazuje (a w odniesieniu do stacji ładowania – wskazywał) na obowiązek sporządzenia planu sytuacyjnego, ale jednocześnie zastrzega wyłączenie tego obowiązku, gdy inwestor dokonał zgłoszenia. Przepis ten był rozumiany jako podstawa uprawnienia inwestora do wyboru między zgłoszeniem a procedurą uproszczoną bez konieczności takiego zgłoszenia. Takie stanowisko było prezentowane m.in. przez Główny Urząd Nadzoru Budowlanego. Przed nowelizacją Prawa budowlanego przyłącza i stacje ładowania były objęte takim samym, wyżej opisanym podejściem. Zmiana art. 29 wprowadziła jednak przy przyłączach odesłanie do art. 29a jako wyjątku od zgłoszenia, a nie uczyniła tego przy stacjach ładowania, co sugeruje odmienne podejście ustawodawcy do wymaganych procedur, a przynajmniej umożliwia różną interpretację organów nadzoru budowlanego. Wpływa to na pewność realizacji inwestycji i rozwój infrastruktury ładowania stanowiąc istotną barierę. Proces inwestycyjny budowy stacji ładowania pojazdów jest czasochłonny, w szczególności w zakresie opracowywania i zatwierdzania dokumentacji projektowej. Podmioty realizujące inwestycje w infrastrukturę ładowania, prowadząc w tym samym czasie wiele procesów z zakresie przyłączenia i lokalizacji stacji ładowania, są zmuszone do przechodzenia przez sformalizowane procedury zatwierdzania dokumentacji projektowej. Wpływa to istotnie na tempo rozwoju infrastruktury oraz koszt jej budowy. System funkcjonujący przed nowelizacją ustawy Prawo budowlane był odpowiedni. Możliwość wyboru między zgłoszeniem a procedurą uproszczoną powinna zostać przywrócona dla stacji ładowania poprzez dodanie takiego samego zastrzeżenia, jakie obowiązuje dla przyłączy.

Ocena: pozytywna z zastrzeżeniem

Zmiany systemowe kluczem dla rozwoju rynku

Opracowanie PSPA koncentruje się na procesie nowelizacji Ustawy o elektromobilności i paliwach alternatywnych oraz niektórych innych ustaw. Stowarzyszenie zwraca jednak uwagę na kwestie szersze, wykraczające poza zakres tej nowelizacji, tj. na konieczność wdrożenia kompleksowych, efektywnych systemów wsparcia elektromobilności. Autorzy podkreślają potrzebę sprzyjającego ukształtowania przepisów podatkowych, w tym zwłaszcza wprowadzenia możliwości pełnego odliczenia VAT od nabycia i eksploatacji pojazdów elektrycznych, co korzystnie wpłynie na stronę popytową rynku pojazdów elektrycznych. W tym samym celu jak najszybciej powinien zostać uruchomiony proces dopłat do nabywania pojazdów elektrycznych przez przedsiębiorców i osoby fizyczne. Zeroemisyjny transport publiczny może liczyć na dofinansowanie – właśnie zakończył się I nabór wniosków w ramach programu Zielony Transport. Po likwidacji Funduszu Niskoemisyjnego Transportu i przygotowaniu nowych ram prawnych dla udzielania wsparcia finansowego, programy dopłat przeznaczone dla osób fizycznych i przedsiębiorców powinny zostać pilnie uruchomione.

* * *

Źródło: PSPA. *Z opracowaniem zawierającym m.in. komentarze eksperckie można zapoznać się na stronie: https://pspa.com.pl/media/2021/04/PSPA_nowelizacja_ustawy_o_elektromobilnosci_komentarz_ekspercki.pdf*

ABSTRACT

Will the amendment to the act on electromobility accelerate development of zero-emission transport in Poland?

The article presents an assessment of the most important changes envisaged in the amendment to the Act on electromobility and alternative fuels.

Keywords: zero-emission transport, electric vehicles, hydrogen, charging infrastructure, Act on electromobility and alternative fuels.

REKLAMA

Anna Biłek-Gorzkiewicz – PRO-MAC Maciej Sałasiński

Bezpieczeństwo elektryczne stacji ładowania i wallboxów

Od kilku lat możemy zauważyć bardzo szybki rozwój branży e-mobility. Na drogach widać coraz więcej pojazdów elektrycznych, które w perspektywie czasu mają zastąpić tradycyjne pojazdy spalinowe. Niestety, tak duża dynamika rozwoju branży sprawia, iż proces normalizacyjny i ustawodawczy nie nadąża i bezpieczeństwo elektryczne, zarówno samych pojazdów, jak i stacji ładowania, nie jest dostateczne. Musimy sobie uświadomić, iż użytkownikami pojazdów EV nie są elektrycy i dlatego powinniśmy stosować jak najwięcej środków bezpieczeństwa. Rzeczywistość wygląda zgoła inaczej – pojazdy ładujemy w gospodarstwach domowych, których instalacje nie są odpowiednio zabezpieczone i zaprojektowane do takich celów.

W Polsce dopiero w roku 2018 pojawiła się pierwsza ustawa o elektromobilności i paliwach alternatywnych, która określa wytyczne dotyczące stacji ładowania. Zgodnie z ustawą: „Stacje ładowania i punkty ładowania stanowiące element infrastruktury ładowania drogowego transportu publicznego w zakresie ich bezpiecznej eksploatacji, naprawy i modernizacji podlegają badaniom technicznym przeprowadzanym przez UDT". Zgodnie z art. 15 tej ustawy Urząd Dozoru Technicznego zobowiązany jest również do opiniowania w zakresie zgodności dokumentacji technicznej projektowanych stacji z wymaganiami technicznymi. Zgodnie z Ustawą o Elektromobilności badaniom technicznym podlegają wszystkie stacje z punktem o mocy większej niż 3,7 kW. Dotyczy to również punktów ładowania stanowiących część infrastruktury ładowania transportu publicznego.

Pod nadzorem UDT są wszystkie stacje:

- o mocy większej niż 3,7 kW nie będące prywatnymi punktami ładowania,
- stacje ładowania ogólnodostępne (bez względu na moc),
- stacje ładowania nieogólnodostępne świadczące usługę ładowania o mocy większej niż 3,7 kW (np. na parkingach biurowców, hoteli itp.),
- infrastruktura ładowania drogowego bez względu na moc.

Przykłady stacji, które nie muszą być pod nadzorem UDT:

- stacja ładowania w hotelu o mocy mniejszej niż 3,7 kW,
- stacja ładowania eksploatowana jedynie przez właściciela ładowarki (np. w firmie, gdzie ładowane są jedynie pojazdy służbowe) niezależnie od mocy,
- stacja ładowania w firmie, z której można korzystać do ładowania pojazdów prywatnych o mocy do 3,7 kW.

Oczywiście stacje ładowania podlegają szeregom norm. Jedną z najważniejszych jest norma PN-EN IEC 61851:2019-10 System przewodowego ładowania pojazdów elektrycznych. Sama norma zakłada trzy tryby ładowania AC:

- Tryb pierwszy zakłada ładowanie bezpośrednio z gniazda 1- lub 3-fazowego, z maksymalnym prądem 16 A. Osiągalne moce ładowania w tym trybie wynoszą odpowiednio: 2-4 kW dla układów jednofazowych oraz 7-13 kW dla trójfazowych. W tym trybie ładownia nie posiadamy żadnego modułu komunikacyjnego, tak więc jedynym zabezpieczeniem podczas procesu ładowania jest zabezpieczenie instalacji, do której pojazd został podłączony. **Dlatego w wielu krajach zastosowanie tego rozwiązania jest niedopuszczalne z uwagi na brak odpowiedniej ochrony przeciwporażeniowej.**
- Tryb 2 to tryb ładowania prądem przemiennym nie większym niż 32 A i napięciem nie większym niż 250 V przy prądzie jednofazowym oraz 480 V przy prądzie trójfazowym. System ładowania zdefiniowany jako wolny lub półszybki, z podstawowymi systemami ochrony tj. wyłącznikiem różnicowoprądowym lub stałym pomiarem prądów różnicowych, który ulokowany jest w ładowarce. W tym systemie ładowarka przejmuje sterowanie komunikacją z pojazdem.
- Tryb 3 odnosi się do publicznych stacji ładowania i możemy wyodrębnić dwa rodzaje:
  - stacje ładowania AC posiadające jedynie gniazdo, natomiast kabel posiada kierowca; standardowym rozwiązaniem jest kabel z wtykiem TYPE2
  - stacje ładowania AC posiadające na stałe odłączony kabel zakończony wtykiem: TYPE1 (USA), TYPE2 (Europa) lub GB/T (Chiny).

W trybie tym stacje ładowania są stale zasilane z odpowiedniego przyłącza prądowego. Przy podłączeniu jednofazowym moc ładowania wynosi około 7,4 kW, natomiast przy przyłączeniu trójfazowym moc ta może osiągać 43 kW. W tym trybie ładowania mamy możliwość pełnej komunikacji między pojazdem a stacją ładowania.

- Tryb 4 zakłada ładowanie. Ładowanie odbywa się za pomocą dedykowanych połączeń z pojazdem elektrycznym, np. Combo 2 lub CHADEMO wraz z zaawansowanymi funkcjami sterującymi i zabezpieczającymi. W tego typu ładowarkach przetwornik AC/DC znajduje się stacjonarnie w ładowarce.

Tryby 2, 3 i 4 zakłada zabezpieczenie przeciwporażeniowe realizowane przez stację ładowania, jednak w trybie 1 całe zabezpieczenie realizowane jest przed obwód, do którego się podłączamy. Urządzenia, które odbierane są przez UDT wyposażone są w odpowiednie zabezpieczenia, co sprawdzane jest przy odbiorze stacji. Jednak problem pojawia się w stacjach montowanych w domach. Zazwyczaj instalacje elektryczne w domach nie są przygotowane na podłączenie dodatkowego obciążenia, jakim jest pojazd elektryczny. Dlatego nawet do ładowania pojazdu w domu warto wybrać ładowarkę zapewniającą odpowiednie zabezpieczenie.

Co zrobić, aby stacja była bezpieczna? Podstawowym elementem, jaki musi być zastosowany, jest wyłącznik różnicowoprądowy klasy A, zgodnie z normą IEC 61581 – tryb 3, który zabezpieczać ma każdy obwód prądowy. Jednak bardzo ważne jest również uwzględnienie normy PN-EN 61140, która zawiera wymóg zastosowania urządzeń różnicowoprądowych typu B, w przypadku gdy istnieje możliwość wystąpienia doziemień DC ≤ 6 mA lub prądów o wyższych harmonicznych. W stacjach ładowania możliwość wystąpienia prądów różnicowych stałych jest bardzo duża, co spowodowane jest zastosowaniem wielu falowników oraz innych urządzeń elektronicznych w pojazdach elektrycznych. W swojej ofercie posiadamy przekładniki RCMB121 stosowane w kablach IC-CPD, wallboxach czy publicznych stacjach ładowania **(rys. 1.)**.

Rys. 3. Sterownik CC613 do zastosowania w stacjach publicznych

Publicznym stacjom ładowania stawiane są jednak większe wymagania, zarówno w kwestii zabezpieczenia, jak i komunikacji z pojaz-

Rys. 1. RCMB121 – przekładnik do pomiarów prądów różnicowych typu B – kable IC-CPD oraz wallboxy

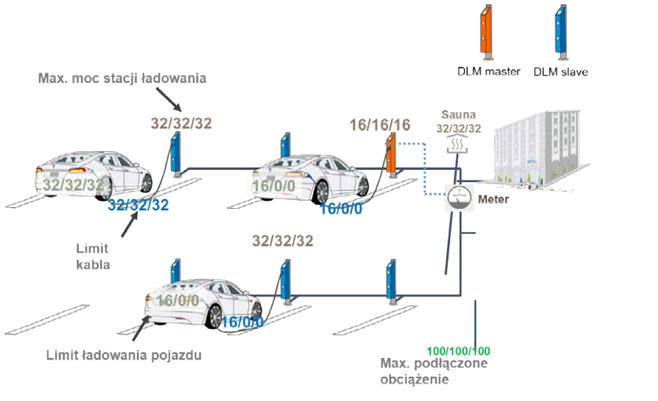
Rys. 2. RCMB420 – urządzenie do pomiarów prądów różnicowych typu B dla publicznych stacji ładowania

REKLAMA

Dostępne szkolenia:

- Metodyka konstruowania przeciwpożarowego wyłącznika prądu
- Kompensacja mocy biernej. Podstawy teoretyczne i zastosowania praktyczne
- Ochrona odgromowa i przepięciowa obiektów budowlanych
- Ewakuacja ludzi z płonącego budynku i jej wspomaganie. Oświetlenie awaryjne i ewakuacyjne
- Zasilanie budynków w energię elektryczną w warunkach normalnych a zasilanie w czasie pożaru)
- Obliczanie zwarć symetrycznych oraz metodyka doboru aparatów, przewodów i urządzeń elektrycznych do spodziewanych warunków zwarciowych w instalacjach elektrycznych nn
- Podstawy projektowania przydomowych systemów fotowoltaicznych
- Dobór przewodów i kabli elektrycznych oraz ich zabezpieczeń

Znajdź swoje szkolenie na: KURSY.ELEKTRO.INFO.PL



Rys. 4. DLM – dynamiczne zarządzanie obciążeniem

dem oraz zewnętrznymi systemami zarządzania. Podstawowym elementem stacji jest sterownik, który zarządza całym procesem ładowania, odpowiada za komunikację między pojazdem a stacją ładowania, jak również stacją ładowania a systemem zarządzania. Dlatego też wybór odpowiedniego sterownika jest bardzo istotny. W ofercie posiadamy sterowniki ładowania CC613 do stacji AC publicznych jak i wallboxów.

Najważniejsze cechy sterownika CC613 **(rys. 3.)**: komunikacja PLC (Power line communication), OCPP 1.5 i 1.6 JSON&SOAP, regularny update oprogramowania, DLM – dynamiczne zarządzanie obciążeniem, wykrywanie prądów różnicowych stałych, obsługiwanie sieci komórkowych 4G (LTE), możliwość podłączenia licznika energii poprzez Modbus RTU lub TCP, dodatkowe wejście i wyjście cyfrowe.

Monitorowanie prądów różnicowych w CC613 odbywa się poprzez zintegrowany przekładnik pomiarowy, umożliwiający wykrycie również prądów różnicowych stałych, dlatego w ładowarce wystarczy, że zastosujemy wyłącznik różnicowoprądowy typu A. Pozwoli to na znaczne obniżenie kosztów przy produkcji, ale również zwiększy dostępność ładowarki. Jeżeli sterownik wykryje, że prąd różnicowy jest za wysoki automatycznie odłączy proces ładowania. Jeżeli dojdzie do takiej samej sytuacji, a ładowarka zabezpieczona jest jedynie przez wyłącznik różnicowoprądowy typu B bez zastosowania sterownika z zintegrowanym przekładnikiem, dojdzie do wyłączenia wyłącznika i niestety do czasu przyjazdu serwisu stacja ładowania nie może świadczyć usługi ładowania.

Rys. 5. isoEV425 – urządzenie do kontroli izolacji w stacjach DC

Dynamiczne zarządzanie obciążeniem (DLM) pozwala na optymalne rozdzielenie dostępnej mocy pomiędzy wszystkie punkty ładowania. Oprócz tego zapobiega wahaniu faz podczas ładowania, a co więcej pozwala na inteligentne rozłożenie mocy przy ładowaniu kilku pojazdów.

Jak działa dynamiczne zarządzanie obciążeniem?

Jeżeli na parkingu, w galerii lub przy hotelu posiadamy kilka ładowarek AC, jednak mamy złącze o ograniczonej mocy lub nie chcemy narażać się na wyższe koszty przyłączenia doskonałym rozwiązaniem jest zastosowanie sterowników CC613. Umożliwiają one dynamiczne zarządzanie obciążeniem bez zastosowania dodatkowego oprogramowania. Aby wykorzystać tą funkcjonalność należy wszystkie sterowniki połączyć ze sobą, np. za pomocą złącza ETH, tak aby mogły się ze sobą komunikować, a jednemu z urządzeń nadać funkcję DLM Master. Sterownik parametryzuje się poprzez przejrzysty webowy interfejs.

Sytuacja jak na **rysunku nr 4**, na parkingu ładuje się kilka pojazdów z różną maksymalną mocą ładowania, część z nich ładuje się jednofazowo, część trójfazowo, a wszystkie ładowarki podłączone są do jednego przyłącza. Dzięki zastosowaniu DLM możemy ładować wszystkie trzy pojazdy z różną mocą, a także nie dopuścić do przeciążenia jednej z faz.

Ostatnim rodzajem stacji są stacje DC (tryb 4) , które dostarczają do pojazdu prąd stały o napięciu 1000 V i prądach do 400 A, jednak moc ładowania zależna jest od baterii, instalacji, a także dostępnej mocy stacji. Szybkie stacje ładowania wyposażone są zawsze w kabel zakończony wtykiem CHAdeMO o maksymalnej mocy 62 kW lub CCS TYPE2/TYPE1 o mocy 50 kW. Nowsze stacje mogą posiadać wtyki CCS, o mocach 100, 150 czy 350 kW. Ograniczeniem w tym przypadku są baterie pojazdu, których jak na razie, nie możemy ładować mocą 350 kW. Jednak jeśli bariera ta zostanie pokonana umożliwi to naładowanie baterii na 100 km drogi w 3-4 minuty, co znacznie usprawni obsługę i ładowanie pojazdów.

Stacje ładowania DC projektowane są jako systemy izolowane (sieci IT). Układ IT charakteryzuje się tym, iż żadna aktywna część nie jest połączona z ziemią. Zaletą takiego układu jest występowanie jedynie bardzo małego prądu upływu podczas uszkodzenia izolacji lub pierwszego pełnego doziemienia, ponieważ prąd ten ograniczony jest pojemnością doziemną sieci. Dlatego też system, mimo wystąpienia doziemienia może dalej pracować, jednak tylko wtedy kiedy monitorujemy rezystancję izolacji układu. Norma PN EN 61557-8 określa wymagania dotyczące urządzeń do kontroli izolacji w sieciach IT, dlatego też urządzenia stosowane w stacjach ładowania muszą wykrywać zarówno doziemienia symetryczne jak i asymetryczne. Jest to bardzo ważny warunek ponieważ nadal na rynku dostępne są urządzenia, których działanie oparte jest na metodzie pomiarowej biernej. W swojej ofercie posiadamy dedykowane do stacji DC urządzenia do kontroli izolacji **(rys. 4.)** – zarówno dostosowane do standardu CCS, jak i CHADEMO.

Biuro Techniczno-Handlowe
PRO-MAC
ul.Bema 55
91-492 Łódź
tel.: 42 61 61 680, 681
biuro@promac.com.pl
www.promac.com.pl

elektro info

CZASOPISMO
Czasopismo dla projektantów i elektryków obecne na rynku od 2001 roku, będące niewyczerpanym źródłem fachowej informacji na temat zagadnień związanych z elektrotechniką i elektroenergetyką.

elektro.info.pl
Popularny portal branżowy (ponad milion odsłon miesięcznie!), który daje dostęp do merytorycznych artykułów, najświeższych informacji oraz terminarza wydarzeń.

WYDANIA SPECJALNE
Kompendium elektryka, Niezbędnik elektryka, Vademecum elektro.info – cykl wydawnictw specjalnych przygotowywanych przez redakcję „elektro.info".

E-BOOKI
Bezpłatne poradniki dotyczące branży: elektrycznej, oświetleniowej, kablowej mierniczej i odgromowej.

KSIĄŻKI
Publikacje autorów „elektro.info", będące kompendiami wiedzy dla kolejnych pokoleń elektryków.

PRZEGLĄDARKA PRODUKTÓW
Przeglądaj, porównuj i zapoznaj się ze specyfikacją techniczną wybranych produktów dla branży elektrycznej.

FACEBOOK
Prężnie działający profil – ponad 3 tys. obserwatorów! Codzienne aktualności, relacje z konferencji, konkursy i treści z przymrużeniem oka.

NEWSLETTER
Dwa razy w tygodniu wysyłamy paczkę, w której dostarczamy: artykuły merytoryczne, aktualności z branży elektrycznej, wywiady, nowości produktowe, informacje o szkoleniach, konferencjach i targach.

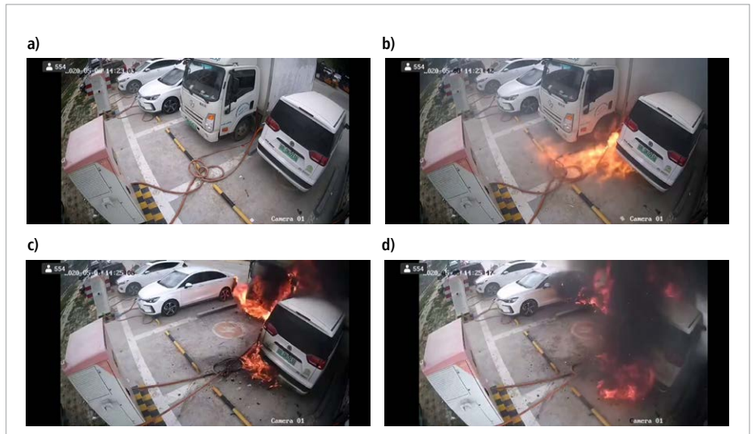
E-WYDANIA:
Nasze czasopismo dostępne w wygodnej wersji elektronicznej w formie flipbook.

dr inż. Jarosław Wiater – Politechnika Białostocka

Zagrożenie pożarowe stacji ładowania samochodów elektrycznych – ochrona odgromowa i przeciwprzepięciowa

W powszechnym odczuciu samochody elektryczne są najtańszym sposobem przemieszczania się. Zdaniem władz powinniśmy dążyć do zastąpienia samochodów zasilanych paliwami płynnymi samochodami elektrycznymi. Niestety, wiele osób dostrzega tylko zalety danych rozwiązań technicznych zapominając o ich wadach.

Krajowe media w październiku 2020 roku obiegła informacja o pożarze w garażu podziemnym w Warszawie, który spowodował wyłączenie całego budynku z eksploatacji ze względu na popękane stropy. Do chwili obecnej nie wyjaśniono przyczyny pożaru. Jedne źródła mówią o wybuchu pożaru spowodowango przez samochód elektryczny, inne o pożarze samochodu z silnikiem spalinowym. Bez względu na faktyczną przyczynę powstania pożaru, sam fakt, że spowodował on konieczność wyprowadzenia się lokatorów z całego budynku powinien dać do myślenia w zakresie zabezpieczenia przeciwpożarowego i przeciwprzepięciowego. W szczególności konieczna wydaje się ochrona układów ładowania samochodów elektrycznych, jeśli takie będą dopuszczone do parkowania/ładowania w garażu podziemnym.



Rys. 1. Kolejne etapy pożaru stacji ładowania samochodów elektrycznych [1]

Najbardziej wrażliwym elementem samochodu elektrycznego jest jego bateria. Jej uszkodzenie, przebicie izolacji, w większości przypadków powoduje pożar samochodu. Dlatego tak ważne jest właściwe zabezpieczenie od strony układu ładowania samochodu lub samej stacji ładowania pojazdów elektrycznych. Prądy zwarciowe w baterii mogą osiągnąć nawet 10 kA [4]. Przeglądając Internet można natknąć się na filmy oraz zdjęcia pokazujące pożary samochodów elektrycznych podczas ich ładowania. Najbardziej spektakularny film został nagrany w maju 2020 roku przez kamerę monitoringu – link dla chętnych, którzy chcą obejrzeć całość: https://www.youtube.com/watch?v=u2F9HKZ5VzA. Pokazuje on od samego początku rozwój, poszczególne etapy i skutki pożaru samochodu elektrycznego podczas procesu ładowania **(rys. 1.)**. Podobnych zdarzeń jest dość dużo. Bez większego problemu odnajdujemy w Internecie zdjęcia zniszczeń, jak i samych pożarów **(rys. 2.** i **3**.). Liczba uwiecznionych zdarzeń jednoznacznie wskazuje na wagę problemu, z którym należy się zmierzyć.

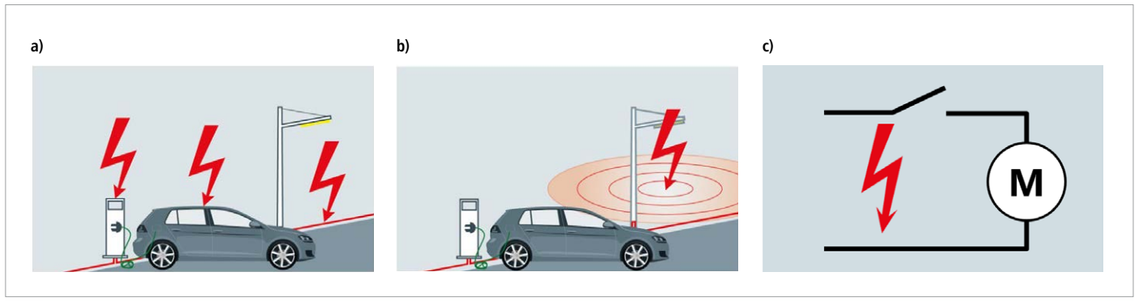
Rys. 2. Pożar samochodu elektrycznego podczas ładowania w garażu podziemnym [2]

Rys. 3. Pożar samochodu elektrycznego podczas ładowania [3]

STRESZCZENIE

W artykule zostały zaprezentowane skutki pożarów samochodów elektrycznych, które nastąpiły podczas ładowania ich akumulatorów. Mechanizmy, które do nich doprowadziły, są różne, niemniej jednak zagrożenie i potencjalnie duże straty powinny skłonić do właściwej ochrony odgromowej i przeciwprzepięciowej stacji ładowania samochodów elektrycznych. W artykule zaprezentowano zalecane metody ochrony odgromowej i przeciwprzepięciowej.

Słowa kluczowe: samochód elektryczny, stacja ładowania, ochrona odgromowa, ograniczanie przepięć.



Rys. 4. Źródła zagrożeń stacji ładowania pojazdów elektrycznych rys. J. Wiater

W 2018 roku weszła w życie w Polsce ustawa o elektromobilności i paliwach alternatywnych. Zgodnie z planami rządu w najbliższych latach w największych miastach oraz wzdłuż sieci TEN-T (Transeuropejskiej Sieci Transportowej) powstanie infrastruktura do ładowania samochodów elektrycznych. Docelowo w Polsce ma powstać około 6000 punktów ładowania, które mają być zlokalizowane m.in. przy stacjach benzynowych, w sąsiedztwie galerii handlowych oraz miejscach o podobnym charakterze.

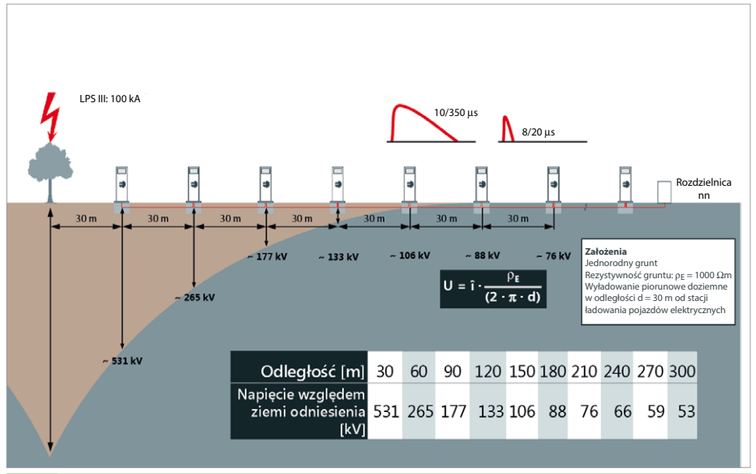
Zagrożenie przepięciowe

Chcąc prawidłowo i skutecznie zabezpieczyć stację ładowania pojazdów elektrycznych, należy na wstępie wymienić potencjalne źródła zagrożeń, przed którymi musimy się chronić **(rys. 4.)**:

- bezpośrednie wyładowanie piorunowe w elementy instalacji ładowania pojazdów elektrycznych **(rys. 4a)**,
- wyładowanie piorunowe w sąsiadujące ze stacją ładowania instalacje, urządzenia, budynki **(rys. 4b)**,
- przepięcia łączeniowe występujące na skutek przełączeń, zwarć i innych stanów przejściowych występujących w sieci elektroenergetycznej zasilającej stację ładowania **(rys. 4c)**.

W zależności od miejsca doziemnego wyładowania piorunowego poziom zagrożenia stacji ładowania pojazdów jest inny. Inżynierskie obliczenia wykazują, iż względne różnice potencjałów pomiędzy kolejnymi przyłączami stacji mogą sięgać dziesiątek **kilowoltów (rys. 5.).**

Obserwując potencjalne skutki zniszczeń warto zainwestować, a nie liczyć na ubezpieczenie od szkód spowodowanych przepięciami, które zazwyczaj stanowią ułamek ogólnej kwoty ubezpieczenia w wariancie rozszerzonym. W wariancie podstawowym w ogóle nie jesteśmy ubezpieczeni od tego typu ryzyka,



Odległość [m]	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300
Napięcie względem ziemi odniesienia [kV]	531	265	177	133	106	88	76	66	59	53

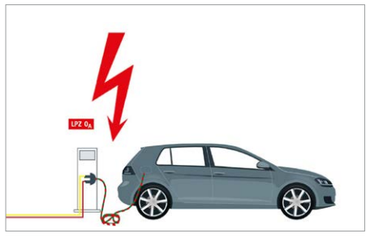
Rys. 5. Potencjały względem ziemi odniesienia dla kolejnych przyłączy stacji ładowania pojazdów elektrycznych rys. J. Wiater

co jest jednoznaczne z wyłączeniem odpowiedzialności, możliwości uzyskania odszkodowania lub też zadośćuczynienia za szkody, które stacja ładowania może wyrządzić w mieniu znacznej wartości, jakim jest samochód elektryczny.

Ochrona odgromowa i przeciwprzepięciowa stacji ładowania pojazdów elektrycznych

Stacje ładowania pojazdów elektrycznych mogą być zainstalowane zarówno na otwartym terenie, jak i wewnątrz budynków. W obu przypadkach należy sprawdzić, w której strefie ochrony odgromowej one się znajdują – $LPZ0_A$, $LPZ0_B$, LPZ1. Do tego celu można wykorzystać metodę toczącej się kuli, jak i metodę kątów osłonowych opisaną w normie PN-EN 62305-1 [5]. W strefie $LPZ0_A$ stacja ładowania narażona jest na bezpośrednie oddziaływanie prądu doziemnego wyładowania piorunowego o nieograniczonej (losowej) wartości szczytowej oraz bezpośrednio związane z tym bardzo duże wartości natężenia pola elektrycznego i magnetycznego **(rys. 6.)**. W strefie $LPZ0_B$ chroniona jest przed bezpośrednim wyładowaniem piorunowym, jednak w dalszym ciągu narażona na bardzo duże wartości natężenia pola elektrycznego i magnetycznego **(rys. 7.)**. W obu przedstawionych wypadkach stacja, a tym samym przyłączony do niej samochód elektryczny, narażone są na znaczące wartości przepięć na wejściu układu ładowania.

W zależności od lokalizacji terminala ładującego ochrona przed przepięciami realizowana jest na podstawie zapisów norm PN-EN 60364-4-443 [6], PN-EN 60364-5-534 [7]. W przypadku gdy znajduje się ona w strefie $LPZ0_A$, należy zastosować ogranicznik przepięć typu 1, dla którego prąd impulsowy (I_{imp}) nie powinien być mniejszy niż 12,5kA. Stosowanie ogranicznika przepięć, w którym głównym elementem jest warystor, może skutkować brakiem koordynacji energetycznej z warystorami umiesz-



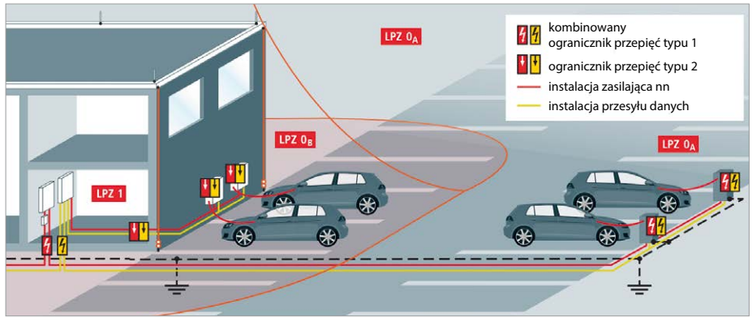
Rys. 6. Przykład pojedynczego przyłącza stacji ładowania pojazdów elektrycznych, w której brak jest ochrony odgromowej i przeciwprzepięciowej. Zagrożony jest samochód i sama stacja rys. J. Wiater

Rys. 7. Przykład pojedynczego przyłącza stacji ładowania pojazdów elektrycznych, w której brak jest ochrony przeciwprzepięciowej. Zagrożony jest samochód i sama stacja rys. J. Wiater

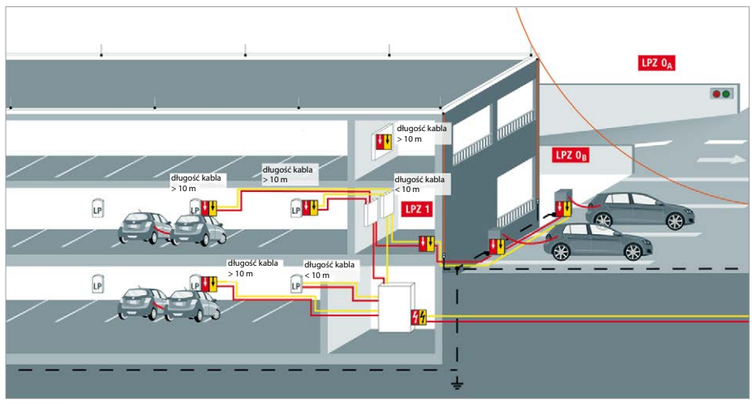
Rys. 8. Przykład prawidłowej ochrony przeciwprzepięciowej pojedynczego przyłącza stacji ładowania pojazdów elektrycznych rys. J. Wiater

czonymi na wejściu układu ładowania. Zdecydowanie zaleca się stosować w tym miejscu ogranicznik typu 1 na bazie iskiernika, taki, w którym producent deklaruje prawidłową koordynację z urządzeniem końcowym spełniającym wymagania normy PN-EN 61000-4-5 [8]. Niezapewnienie właściwej koordynacji może skutkować uszkodzeniem chronionego urządzenia pomimo zainstalowania na jego zaciskach ogranicznika typu 1 zbudowanego w oparciu tylko o warystor. W przypadku gdy część kabli wychodzi poza strefę $LPZ0_B$, należy je wyposażyć w ogranicznik typu 1 z zastrzeżeniami opisanymi wyżej **(rys. 9.)**. Szczegółowo problem koordynacji energetycznej opisano w artykule dotyczącym skuteczności ochrony przeciwprzepięciowej w sieciach elektroenergetycznych z równolegle łączonymi warystorowymi ogranicznikami przepięć [9]. W przypadku gdy cała stacja ładowania oraz doprowadzone do niej kable zasilające znajdują się w strefie $LPZ0_B$, należy zastosowaćograniczniki typu 2 **(rys. 10.)**.

Dobierając i rozmieszczając ograniczniki przepięć należy pamiętać o zapisach normy PN-HD 60364-5-53:2016-02 [10] (pkt 534.4.9).



Rys. 9. Przykład prawidłowej ochrony zewnętrznej stacji ładowania pojazdów elektrycznych zgodnie ze strefową koncepcją ochrony (LPZ) rys. J. Wiater



Rys. 10. Przykład prawidłowej ochrony wewnątrzbudynkowej stacji ładowania pojazdów elektrycznych zgodnie ze strefową koncepcją ochrony (LPZ) rys. J. Wiater

Norma stanowi, że w przypadku gdy odległość pomiędzy ogranicznikiem przepięć a chronionym urządzeniem jest większa niż 10 metrów, należy zainstalować dodatkowy ogranicznik przepięć najbliżej jak to jest możliwe chronionego urządzenia (zachowując relację $U_p<U_w$, gdzie: U_p – napięciowy poziom ochrony ogranicznika przepięć, U_w – napięcie udarowe chronionego urządzenia). Takie wymaganie po raz kolejny zmusza do stosowania ogranicznika typu 1 skoordynowanego energetycznie z urządzeniem końcowym. Opisany w ww. normie warunek nie jest wystarczający do zapewnienia właściwej koordynacji zewnętrznych i wewnętrznych ograniczników przepięć (znajdujących się w module elektronicznym stacji ładowania pojazdów elektrycznych).

W większości przypadków grupy terminali do ładowania samochodów elektrycznych połączone są również ze sobą za pomocą przewodów sygnałowych. Na przedstawionych **rysunkach 9.** i **10.** linie sygnałowe oznaczono kolorem żółtym. Za ich pomocą odbywa się komunikacja z głównym terminalem rozliczeniowym. W żadnym wypadku nie należy zapominać o liniach telekomunikacyjnych projektując system ochrony przeciwprzepięciowej. Zaleca się stosowaćograniczniki przepięć kategorii D1 lub D2 dla linii przechodzących pomiędzy strefami LPZ0 i LPZ1 oraz C1 lub C2 dla obwodów sygnałowych przechodzących pomiędzy strefami LPZ1 i wyżej.

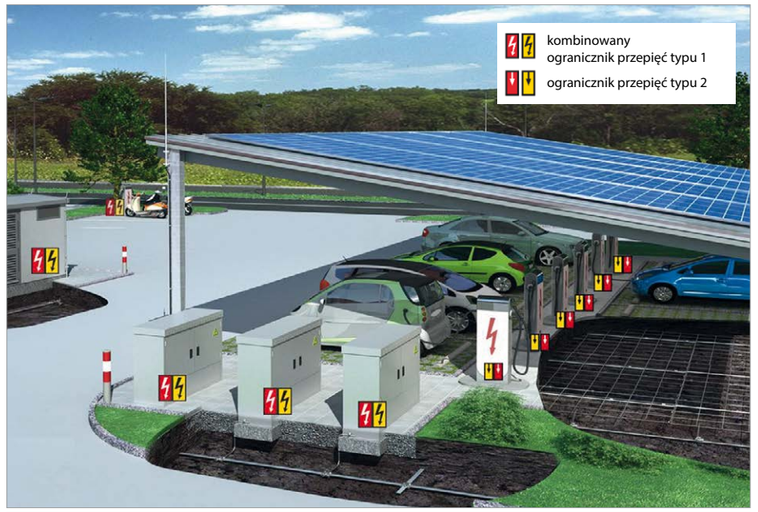
ABSTRACT

Electric car charging station fire hazard – lightning and surge protection

The article will present the effects of electric car fires that occurred while charging their batteries. The mechanisms that led to them are different, but the threat and potential large losses should prompt for proper lightning protection and surge protection for electric car charging stations. The article presents the recommended lightning and surge protection methods.

Keywords: electric car, charging station, lightning protection, surge protection.

Dynamiczny rozwój systemów fotowoltaicznych niejako w sposób automatyczny predysponuje do połączenia ze stacjami ładowania pojazdów elektrycznych. Przykładowe rozwiązanie zamieszczono na **rysunku 11.** Z punktu widzenia ekonomicznego takie połączenie jest bardzo opłacalne, gdyż bieżąca produkcja energii elektrycznej jest na zasadzie prosumenckiej wykorzystywana na miejscu. Takich rozwiązań należy się spodziewać w niedalekiej przyszłości w kraju i na świecie.



Rys. 11. Przykład ochrony stacji ładowania pojazdów połączonej z instalacją PV rys. J. Wiater

Podsumowanie

Zaprojektowanie i wykonanie ochrony odgromowej oraz przeciwprzepięciowej wymaga szczegółowej analizy obowiązujących norm i ścisłej ich realizacji. Ubezpieczenie nie jest gwarancją pokrycia wszystkich poniesionych strat w przypadku uszkodzenia w wyniku doziemnego wyładowania piorunowego lub przepięcia pochodzącego z innego źródła. W przypadku korzystania z kredytu bankowego warto zauważyć, iż beneficjentem polisy jest w większości przypadków bank. Problem jest szczególnie ważny, gdyż większość nowych inwestycji wyposażonych jest w urządzenia i systemy elektroniczne wrażliwe na przepięcia. Rosnące zainteresowanie samochodami elektrycznymi, rządowy plan budowy w większych aglomeracjach infrastruktury do ładowania pojazdów elektrycznych jednoznacznie wskazuje kierunki, które będą się rozwijały w niedalekiej przyszłości. Od inżynierów i projektantów będzie się wymagało realizacji powierzonych zadań.

literatura do artykułu na elektro.info.pl

REKLAMA

JULIAN WIATR

PRAKTYCZNE ASPEKTY OBLICZANIA ZWARĆ W SIECIACH ORAZ INSTALACJACH ELEKTRYCZNYCH NISKIEGO NAPIĘCIA

NOWOŚĆ
Seria: NIEZBĘDNIK ELEKTRYKA

WYDANIE PAPIEROWE: 39 zł

WYDANIE ELEKTRONICZNE: 30 zł (EBOOK)

PDF Adobe

W książce przedstawiono metodykę prowadzenia obliczeń zwarciowych w sieciach oraz instalacjach elektrycznych niskiego napięcia, rozszerzoną o obliczanie zwarć w sieciach elektroenergetycznych średniego napięcia. Opisano wpływ silników na prądy zwarciowe, które mogą przyczyniać się do wzrostu prądu zwarciowego. Zjawisko to należy uwzględnić przy doborze odporności zwarciowej dobieranych aparatów i urządzeń elektrycznych. Pominięcie silników w obliczeniach prądów zwarciowych może skutkować doborem aparatów lub urządzeń o zbyt małej odporności zwarciowej. Uzupełnieniem publikacji jest opis metody składowych symetrycznych zawierający szczegółowe wytyczne zastosowania rachunku macierzowego będącego elementem algebry liniowej wykorzystywanej przy obliczaniu zwarć. Zawarte w książce liczne przykłady rachunkowe pozwalają na łatwe zrozumienie treści teoretycznych i stosowanie ich w praktyce projektowej.

ZAMÓW: www.wydawniczy.pl, www.ksiegarniatechniczna.com.pl

BayWa r.e.

Fronius Wattpilot

Ładowanie samochodów elektrycznych w domu i w podróży

Każdy, kto rozważa zakup samochodu elektrycznego lub jest już właścicielem takiego pojazdu, z pewnością zastanawia się też nad idealną stacją ładowania. Ważnymi czynnikami są tutaj niezależność i niskie koszty. Inteligentne rozwiązanie w zakresie ładowania Fronius Wattpilot zapewnia oszczędne, elastyczne ładowanie, ma również wiele innych, praktycznych zalet.

Dzięki Fronius Wattpilot każdy kierowca samochodu elektrycznego może zdecydować, w jaki sposób chce ładować swój pojazd. Ładowanie jest niezwykle przystępne cenowo w połączeniu z instalacją fotowoltaiczną lub zmienną taryfą za energię elektryczną. Fronius Wattpilot jest dostępny w dwóch wersjach przewidzianych do użytku domowego lub w małych firmach: montowany na stałe **Wattpilot Home** oraz mobilny **Wattpilot Go**.

Wattpilot Home

To zamontowane na stałe rozwiązanie do ładowania o mocy 11 kW do domu lub małej firmy. Po wpięciu urządzenia do gniazda elektrycznego powstaje inteligentna stacja ładowania do zastosowania w wygodnym miejscu.

Opłacalne kosztowo ładowanie

Aby utrzymać koszty eksploatacji samochodu elektrycznego na niskim poziomie, energia elektryczna powinna być jak najtańsza. Dzięki **Fronius Wattpilot** oraz **zmiennym taryfom za energię elektryczną** jest to możliwe. Zmienna taryfa za energię elektryczną opiera się na elastycznych cenach rynkowych. **Nocą**, gdy **popyt jest mniejszy,** koszty energii są **niższe**. Dzięki urządzeniu **Wattpilot** oraz przynależnej **aplikacji** możesz ładować samochód elektryczny **właśnie wtedy**, gdy **cena energii elektrycznej** jest maksymalnie **niska.**

Ładuj nadwyżką energii ze słońca

Dla wszystkich właścicieli **instalacji fotowoltaicznych elektromobilność jest bardzo sensownym rozwiązaniem**. Samodzielnie wytworzona energia umożliwia ładowanie samochodu elektrycznego w sposób zgodny z zasadami **zrównoważonego rozwoju** i **w sposób przystępny kosztowo**.

Fronius Wattpilot zapewnia użycie **maksymalnej ilości energii ze słońca do ładowania pojazdów.** Jest to nadwyżka, która **nie jest potrzebna w gospodarstwie domowym w danym momencie**. Dzięki funkcji ładowania nadwyżką energii PV, inteligentna stacja ładowania samochodów elektrycznych jest

Dzięki Fronius Wattpilot każdy kierowca samochodu elektrycznego może zdecydować, w jaki sposób chce ładować swój pojazd

w stanie wykorzystać nawet najmniejszą ilość nadwyżki.

Dzięki temu ładujesz nie tylko **taniej**, ale także wprowadzasz **mniej energii z instalacji PV do sieci publicznej**. Sytuacja win-win: **wyższy stopień zużycia energii na potrzeby własne** i **szybsza amortyzacja** instalacji PV.

Inteligentne tryby ładowania

Fronius Wattpilot zapewnia maksymalną elastyczność dzięki **dwóm trybom ładowania**. Można je ustawić **bezpośrednio w urządzeniu** lub w **aplikacji Solar.wattpilot**.

ECO MODE

Eco Mode to tryb ładowania idealny dla właścicieli **systemów fotowoltaicznych**. W tym trybie **priorytetową energią ładowania jest nadwyżka energii z instalacji PV**, a pozostała energia, jeżeli jest dostępna, pochodzi z energii w czasie obowiązywania **korzystnych taryf**. Nie ma tańszego sposobu na naładowanie swojego e-samochodu.

NEXT TRIP MODE

Tryb Next Trip Mode jest właściwym wyborem, dla osób chcących **bezpieczenie zaplanować ładowanie,** z myślą o kolejnej podróży. W tym trybie można ustawić **czas ładowania samochodu w celu przejechania określonego dystansu**. Wówczas urządzenie Wattpilot ładuje samochód potrzebną ilością energii w określonym czasie, w zależności od możliwości, **niedrogą nadwyżką z instalacji PV**, **energią dostępną w czasie korzystnych taryf** lub konwencjonalną **energią z sieci publicznej**.

WATTPILOT GO

Maksimum niezależności dzięki **mobilnemu rozwiązaniu w zakresie ładowania o mocy 11 lub 22 kW** do użytku w domu, w małych firmach i podczas podróży. Wattpilot Go można zabrać ze sobą, a dzięki opcjonalnemu zestawowi adapterów **ładować w każdym gnieździe podczas podróży**. Wystarczy podłączyć i zacząć ładowanie. Urządzenie można obsługiwać za pomocą aplikacji Solar.wattpilot, która zapewnia także podgląd procesu ładowania. Inteligentne urządzenie typu plug and play ma dwa różne tryby o nazwie Eco i Next Trip. W zestawie znajduje się też zestaw przejściówek.

BayWa r.e. Solar Systems – autoryzowany dystrybutor firmy Fronius

Na rynku polskim BayWa r.e. działa jako hurtownia fotowoltaiczna współpracująca z firmami instalatorskimi. W portfolio produktów znajdą Państwo wszystkie elementy potrzebne do zaprojektowania i wdrożenia fotowoltaiki od wiodących, globalnych producentów. Od modułów i falowników, poprzez magazyny energii, optymalizatory i akcesoria PV, aż po autorski system montażowy novotegra – to wszystko w naszym **webshopie 24/7**! Tam znajdziecie Państwo również **kompletną i rzetelną dokumentację produktową**.

Naszym klientom oferujemy doradztwo techniczne oraz szeroką bazę **bezpłatnych seminariów (stacjonarnie) oraz webinarów (online),** które wspierają zarówno handlowców i pracowników działu obsługi firm fotowoltaicznych, jak i ekipy montażowe i serwisowe. Szkolenia prowadzone są przy współpracy z naszymi dostawcami, co gwarantuje wysoki poziom merytoryki.

Dlaczego Fronius?

Fronius to rodzinna austriacka marka, która wpisała się na rynek fotowoltaiki dzięki jakości wykonywanych produktów oraz ich innowacyjności. Od ponad 90 lat marka intensywnie zajmuje się **technologami solarnymi**. Długoletnie doświadczenie i działanie w obszarze rozwiązań energetycznych zgodnych z duchem zrównoważonego rozwoju sprawiły, że Fronius to lider **w dziedzinie innowacyjności**.

Zapraszamy do współpracy!

BayWa r.e.

solar-distribution.baywa-re.pl/pl/

Justyna Talmont

Bezpieczna eksploatacja pojazdów elektrycznych i infrastruktury ładowania – okiem eksperta

Na podstawie raportu amerykańskiej Narodowej Agencji Bezpieczeństwa Ruchu Drogowego (NHTSA – *National Highway Traffic Safety Administration*), elektrolity stosowane w akumulatorach litowo-jonowych stwarzają mniejsze lub porównywalne ryzyko zapłonu względem paliw konwencjonalnych, takich jak benzyna lub olej napędowy. Zdaniem NHTSA pojazdy elektryczne mieszczą się w pierwszej trójce najbezpieczniejszych pojazdów pod względem zagrożeń pożarowych. Z kolei według analiz Tesli, ryzyko zapłonu BEV jest o ponad 10 razy niższe w porównaniu do pojazdów spalinowych. Z danych ujawnionych w 2018 r. wynika, że na każdy miliard przejechanych mil samochody elektryczne Tesli w Stanach Zjednoczonych ulegały średnio 5 pożarom, podczas gdy pojazdy spalinowe osiągały liczbę 55 [1].

Jak pokazuje praktyka, samozapłony EV występują bardzo rzadko, a jeżeli już do nich dochodzi, wpływ na to mają najczęściej czynniki zewnętrzne. 31 sierpnia 2018 r. w Guangzhou w Chinach samochód elektryczny Lifan 650 zapalił się spontanicznie i doszczętnie spłonął. Pożar zaczął się w dolnej części pojazdu, gdzie znajdował się akumulator. Dochodzenie wykazało, że samochód elektryczny był zanurzony w wodzie przez ponad 2 godziny po silnej burzy, która spowodowała przedostanie się wody do akumulatora. Później, gdy właściciel prowadził pojazd, stan ten mógł spowodować zwarcie wewnątrz akumulatora, co doprowadziło do pożaru. Z kolei 18 października 2017 r. Tesla Model S rozbiła się z dużą prędkością na betonowej barierze na autostradzie Arlberg w Austrii. Pożar rozpoczął się w akumulatorze znajdującym się w przedniej części pojazdu, w miejscu uderzenia w betonową ścianę. Analiza konkretnych przypadków dowodzi, że do zapłonu EV dochodzi rzadko, nawet przy zderzeniach z dużą prędkością. Przykładowo, w maju 2018 r. w stanie Utah, USA, samochód elektryczny zderzył się ze stojącym na czerwonym świetle wozem strażackim, przy prędkości 60 mil na godzinę (97 km/h). Do pożaru nie doszło, pomimo znacznych uszkodzeń pojazdu elektrycznego, powstałych w wyniku zderzenia czołowego [1]. Zdarzają się bardziej ekstremalne przyczyny pożaru samochodu elektrycznego – przykładem jest zapalenie się Tesli Model S w 2014 r., gdyż ktoś z wnętrza kabiny strzelił w baterię. W wyniku dochodzenia znaleziono pocisk w uszkodzonej baterii, który spowodował rozszczelnienie ogniw i pożar [3].

Na początku stycznia 2020 r. na świecie rozeszła sie wiadomość, że samochód elektryczny spowodował poważny pożar i zawalenie sie parkingu na lotnisku w Stavanger w Norwegii. Następnie policja zdementowała to twierdzenie podając, że przyczyną pożaru był starszy model pojazdu z silnikiem Diesla. Niestety, pierwsze doniesienia w mediach często są ostatnimi, jakie pozostają w świadomości milionów odbiorców. Mało kto zapozna się z wynikami dochodzenia. Większość czytelników za prawdziwą uzna pierwotną informację – i z tym pozostanie.

Podobna sytuacja miała miejsce w październiku 2020 r. w Warszawie przy ul. Górczewskiej, gdzie w wyniku pożaru w garażu podziemnym uszkodzonych zostało około 50 samochodów oraz konstrukcja budynku. Niepotwierdzona informacja o tym, że przyczyną wybuchu pożaru miał być pojazd elektryczny, samochód albo hulajnoga, odbiła się szerokim echem w mediach. Wywołało to szereg negatywnych komentarzy dotyczących rzekomo wysokiego ryzyka pożarowego związanego z użytkowaniem pojazdów elektrycznych [1]. Nieoficjalnie mówi się, że w garażu tym nie było samochodu elektrycznego. Mimo upływu 6 miesięcy śledztwo jeszcze trwa w tej sprawie i miejmy nadzieję, że eksperci wskażą konkretną przyczynę tego pożaru.

STRESZCZENIE

W artykule omówiono podstawowe kwestie bezpiecznej eksploatacji pojazdów elektrycznych i infrastruktury ładowania.

Słowa kluczowe: pojazd elektryczny, infrastruktura ładowania, zabezpieczenia przeciwpożarowe.

Sposoby gaszenia

W przypadku pożaru samochodu elektrycznego bardzo trudne jest całkowite schłodzenie baterii – nawet po jego ugaszeniu temperatura baterii może być na tyle wysoka, że po kilkudziesięciu minutach pożar wybucha na nowo. Trudności ze schłodzeniem baterii wynikają z faktu, że ogniwa upakowane są w moduły, które są szczelnie zabezpieczone w ramie, a ta dodatkowo umieszczona pod podłogą samochodu. Całkowite schłodzenie baterii jest więc bardzo trudne, a jej przegrzanie bardzo łatwo przenosi się na kolejne ogniwa. Jeśli do pożaru samochodu elektrycznego dochodzi na wolnym powietrzu, praktyka postępowania służb ratowniczych sprowadza się często do zatopienia auta w kontenerze z wodą lub pozostawienia w zabezpieczonym miejscu w celu jego wypalenia się. Obie te techniki są jednak niemożliwe do zastosowania w garażach podziemnych [2]. Konieczne jest zatem wypracowanie rozwiązań systemowych, które zmniejszą zagrożenia związane z pożarami samochodów spalinowych i elektrycznych w garażach podziemnych. Z jednej strony dotyczy to bezpieczeństwa konstrukcji budynku, a z drugiej, bezpieczeństwa ekip ratowniczych. W krajach europejskich pojawiają się zmiany w przepisach wprowadzające wymóg wyposażania dużych parkingów podziemnych w instalacje tryskaczowe czy wydzielenia miejsc parkingowych dla samochodów elektrycznych. Proponowane jest również obłożenie ścian garaży podziemnych płytami/matami ppoż. zapewniającymi ochronę konstrukcji budynku przed ogniem.

Testy zderzeniowe

Na rynku europejskim crash-testy samochodów przeprowadza niezależna organizacja EURO NCAP. Przebieg prób zderzeniowych jest identyczny dla pojazdów spalinowych i elektrycznych. Wnioski płynące z testów wskazują, że EV nie tylko nie ustępują poziomem bezpieczeństwa swoim konwencjonalnym odpowiednikom, ale często wypadają od nich lepiej, zdobywając wyższe noty za ochronę pasażerów. Wyniki wspólnego projektu badań wypadków, które przeprowadziły DEKRA (Niemieckie Stowarzyszenie Inspekcji Pojazdów Samochodowych) oraz Uniwersyteckie Centrum Medyczne w Getyndze, świadczą o wysokim poziomie bezpieczeństwa pojazdów elektrycznych. W ramach projektu zeroemisyjne Renault Zoe oraz Nissana Leaf poddano bocznym i czołowym testom zderzeniowym z prędkościami znacznie przekraczającymi te, które są powszechne w standardowych testach zderzeniowych. Wyniki testów pokazały, że schematy uszkodzeń samochodów typu BEV były porównywalne z pojazdami napędzanymi silnikami spalinowymi. Systemy wysokiego napięcia samochodów elektrycznych były niezawodnie wyłączane w razie wypadku, a pożary nie wystąpiły nawet w przypadkach silnych odkształceń obudowy akumulatora trakcyjnego.

Systemy zabezpieczeń

Akumulatory w pojazdach elektrycznych są wyposażone w kompleksowy system zabezpieczeń przeciwpożarowych. Jest on aktywny: zarówno podczas postoju samochodu, jak również w czasie jazdy oraz jego ładowania. System zabezpieczeń obejmuje m.in. układ chłodzenia chroniący przed przegrzaniem akumulatora oraz wzmocnioną obudowę ochronną zapobiegającą uszkodzeniom mechanicznym. Zapora ogniowa, która oddziela moduły akumulatora, ogranicza potencjalne szkody i zabezpiecza pozostałe podzespoły pojazdu przed zapłonem. Ryzyko pożaru minimalizują także system awaryjnego wyłączania wysokiego napięcia oraz obwód, który w czasie postoju separuje napięcie akumulatora od reszty instalacji elektrycznej pojazdu [1].

Bezpieczeństwo akumulatorów litowo-jonowych znacznie poprawiło sie od czasu ich opracowania na początku lat 90. XX wieku, a każdy rok przynosi postępy na tym polu. Ograniczenie rozmiarów, przy rosnącej żywotności i pojemności, a także rygorystyczne badania i testy mające na celu minimalizację ryzyka pożarów oraz wdrażanie nowych zabezpieczeń w tym zakresie sprawiają, że akumulatory i ich eksploatacja są bezpieczne.

WARTO WIEDZIEĆ – OKIEM EKSPERTA

Jak bezpiecznie eksploatować stację ładowania, by nie narazić jej na pożar czy przepięcie?

Robert Owczarek – Product Manager, Noark Electric sp. z o.o.

Zagrożenia bezpieczeństwa związane z instalowaniem i używaniem domowej ładowarki EV są bardzo niskie. Kluczowym aspektem jest dobranie odpowiedniej stacji ładowania, tzn. powinna ona posiadać niezbędne zabezpieczenia, takie jak: monitorowanie temperatury, przepięcia i spadku napięcia, sprawdzanie połączenia uziemienia i przewodów neutralnych oraz stanu elektronicznego przed rozpoczęciem ładowania. Bateria pojazdu elektrycznego działa na zasadzie prądu stałego. Musimy się liczyć z możliwością wystąpienia jego upływu, dlatego istotnym zabezpieczeniem jest również wyłącznik różnicowoprądowy typu B (np. z serii Ex9LB63), który jest w stanie wykryć upływ prądu stałego, przemiennego i pulsującego o wysokiej częstotliwości.

Przy wyborze ładowarki do pojazdu elektrycznego powinniśmy wybrać taką, która jest zgodna z obowiązującymi w Polsce normami, tj. PN-EN 61851.

Infrastruktura ładowania

Rozporządzenie Ministra Energii z 26 czerwca 2019 r. w sprawie wymagań technicznych dla stacji i punktów ładowania stanowiących element infrastruktury ładowania drogowego transportu publicznego [5] jest jednym z aktów wykonawczych do Ustawy [4], zawierającym najważniejsze informacje prawno-techniczne związane ze stacją lub z punktem ładowania jako obiektem. Można powiedzieć, że Rozporządzenie stanowi swoiste kompendium wiedzy na temat wymagań stawianych tym, którzy chcą zainstalować i eksploatować stację lub punkt ładowania [6]. Podzielone jest tematycznie na rozdziały. W rozdziale 2 przedstawione są szczegółowe wymagania techniczne dotyczące bezpieczeństwa eksploatacji, naprawy i modernizacji. Rozdział 3 omawia szczegółowe wymagania techniczne dla gniazd wyjściowych lub złączy pojazdowych dla ogólnodostępnych stacji ładowania. Rozdział 4 wskazuje rodzaje, terminy oraz sposoby przeprowadzania badań. Natomiast rozdział 5 omawia zakres dokumentacji dołączanej do wniosku o przeprowadzenie badania [6].

Punkt a stacja ładowania

Najprościej rozróżnić punkt i stację ładowania podając ich definicje – punkt ładowania to urządzenie służące do ładowania pojedynczego pojazdu, natomiast stacja ładowania to urządzenie budowlane lub wolno stojący obiekt budowlany z zainstalowanym co najmniej jednym punktem ładowania [6].

W art. 13 Ustawy z dnia 11 stycznia 2018 r. o elektromobilności i paliwach alternatywnych [4] mówi się o tym, że wszystkie stacje i punkty ładowania muszą spełniać wymagania techniczne oraz eksploatacyjne, które są określone m.in. w przedmiotowych Polskich Normach oraz Rozporządzeniu [5]. Niestety, tylko jedna norma PN-HD 60364-7-722:2019-01 P, dotycząca ładowania pojazdów elektrycznych jest w języku polskim i należy bezwzględnie ją stosować. Natomiast seria norm okładkowych PN-EN 61851 odnosi się do punktów ładowania przewodowego o napięciu nie wyższym niż ac 1000 V i dc 1500 V. Systematyzuje wiedzę dotyczącą m.in. nazewnictwa, podziałów funkcjonalnych trybów ładowania oraz podejmuje główne aspekty związane z bezpieczeństwem użytkowania punktów i stacji ładowania. Można powiedzieć, że część 1 serii jest podstawowym źródłem wiedzy na temat ładowania przewodowego. Seria norm PN-EN 62196 zawiera wytyczne dla gniazd i wtyczek dla punktów ładowania przewodowego, a także standaryzuje kilka ich typów (m.in. typ 2, CCS2) pod kątem zgodności wymiarowej. Seria norm PN-EN ISO 15118 dotyczy komunikacji pomiędzy punktem ładowania i pojazdem. Przedstawiony jest podział na komunikację korzystającą z podstawowego przesyłania sygnałów oraz komunikację wysokiego poziomu wraz ze sposobami użycia. Seria nie nazywa gotowego protokołu komunikacyjnego – stawia dla niego wytyczne i przedstawia pożądane cechy i działanie. Porusza także tematy związane z cyberbezpieczeństwem oraz sposobami rozliczania się za ładowanie. Dla pantografów autobusowych nie znormalizowano na razie wymiarów, wysokości zawieszenia osprzętu oraz kształtu [6].

Wymagania szczegółowe zawarte w polskojęzycznej normie PN-HD 60364-7-722:2019-01 P odnoszą się do: obwodów przeznaczonych do zasilania pojazdów elektrycznych w celu ich ładowania oraz obwodów przeznaczonych do zasilania sieci z instalacji pojazdów elektrycznych. Wymagania tej części normy dotyczą tylko obwodów do punktu przyłączenia pojazdu. Ta część nie obejmuje ryzyka eksplozji z powodu możliwego wytwarzania wodoru i innych łatwopalnych gazów podczas ładowania akumulatora.

Wskazać należy, że bezpieczeństwo użytkowania stacji i punktów ładowania jest związane nie tylko z zagadnieniami z zakresu elektryki i cyberbezpieczeństwa, ale i ochrony ppoż., bezpieczeństwa funkcjonowania sieci

WARTO WIEDZIEĆ – OKIEM EKSPERTA

Jak profesjonalnie zarządzać infrastrukturą stacji ładowania? O czym pamiętać?

Paweł Kusiak – Head of EVB Dział Stacji Ładowania EVB, PRE Edward Biel

W Polsce na podstawie danych prowadzonych przez Polski Związek Paliw Alternatywnych oraz Polski Związek Przemysłu Motoryzacyjnego odnotowany zostaje ciągły wzrost rejestracji osobowych pojazdów elektrycznych. Coraz szerszy wybór wersji elektrycznych wśród producentów samochodów, liczne profity, np. możliwość poruszania się BUS-pasami w aglomeracjach miejskich oraz ekonomiczne walory posiadania takiego pojazdu sprawiają, że Polacy coraz częściej zastanawiają się na zakupieniem samochodu elektrycznego.

Niestety, jednej kwestii posiadacze pojazdów elektrycznych nie są w stanie przeskoczyć. Jest to uzupełnienie energii elektrycznej pojazdu. W zależności od temperatury otoczenia, mocy punktu ładowania, możliwości poboru maksymalnej mocy przez pojazd, pojemności baterii oraz tego, czy jest to stacja AC czy DC, proces ładowania może trwać od 1 do 3 godzin, a nawet dłużej.

Posiadacze pojazdów elektrycznych przed wyjazdem w trasę powinni wykonać „planowanie podróży". Polega to na zaplanowaniu postojów przy stacjach ładowania wynikających z potrzeby naładowania. Rozwinięta infrastruktura ładowania jest niezbędna do bezstresowego odbywania podróży. Mnogość stacji daje komfort, że w razie zajętości lub awarii punktu ładowania, z którego planowaliśmy skorzystać, możemy podjechać kilka, a nie kilkadziesiąt kilometrów dalej do następnego punktu. Infrastruktura ładująca, czyli odpowiednio rozbudowana i świetnie działająca sieć punktów, jest kluczowym elementem procesu wdrażania i dalszego rozwoju elektromobilności w kraju nad Wisłą. Poniżej zostanie omówione, na co powinniśmy zwrócić uwagę przy tworzeniu oraz zarządzaniu infrastrukturą stacji ładowania.

Na początku infrastrukturę stacji musimy podzielić na dwie części: infrastrukturę publiczną oraz infrastrukturę prywatną. Infrastruktura publiczna dotyczy stacji ogólnodostępnych dla wszystkich użytkowników ruchu drogowego posiadających pojazd elektryczny. Stacje ładowania takiej infrastruktury podlegają obligatoryjnie badaniom UDT, a są to np. stacje ładowania przy parkingach, MOP-ach itd.

Infrastruktura prywatna dotyczy stacji mających na celu ładować wyłącznie określone pojazdy przez właściciela, jak np. flota kurierska/dostawcza, pojazdy pracowników firmowych. Takie stacje nie mają konieczności przeprowadzenia badania UDT. Aby zbudować infrastrukturę ładowania, potrzebne są 3 elementy: stacje ładowania pojazdów elektrycznych, operator stacji ładowania oraz atrakcyjne miejsce posadowienia stacji.

Stacje ładowania pojazdów elektrycznych – podczas wyboru dostawcy należy zwrócić uwagę na liczbę oraz oferowane modele stacji ładowania. Lokalizacje wymagają niejednokrotnie różnych rozwiązań konstrukcyjnych oraz nieszablonowych pomysłów np. zastosowanie długich przewodów typ-2. Stacja musi być wyposażona w odpowiednie zabezpieczenia zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Energii z dnia 26 czerwca 2019 oraz liczniki do pomiaru energii elektrycznej na potrzeby ładowanych pojazdów spełniające dyrektywę MID. Najważniejszą rzeczą, jaką powinna mieć stacja, jest wgrany protokół OCPP do komunikacji z operatorem stacji wraz z modemem GPRS/GSM. Dodatkowo czas gwarancji oraz szybkość wykonywania serwisów ma kolosalny wpływ na utrzymanie się miejsca. Stacja wraz z jej lokalizacją tworzy pewną renomę. Jeśli użytkownicy raz za razem będą napotykać niesprawną stację, przestaną z niej korzystać, a co za tym idzie stacja przestanie być rentowna.

Bardzo duże znaczenie ma wybrany model stacji ładowania. Jest on podyktowany rodzajem punktu ładowania, jaki chcemy dołożyć w naszej infrastrukturze. Podczas wyboru należy określić liczbę punktów ładowania (dla stacji AC maksymalnie 2x punkt AC 22 kW, dla stacji DC maksymalnie 3 punkty – dwa punkty DC oraz jeden AC) oraz ich moc. Oczywiście wraz ze wzrostem mocy skraca się czas ładowania, więc miejsce stacje się bardziej atrakcyjne dla potencjalnego użytkownika, ale koszty przyłącza energetycznego, koszt stacji oraz jej utrzymania idą znacząco w górę. Podczas doboru należy głęboko przemyśleć wszystkie za i przeciw oraz wybrać rozwiązanie ekonomiczne, a równocześnie atrakcyjne dla użytkowników.

Operator stacji ładowania – operator stacji ładowania jest odpowiedzialny za zarządzenia, bezpieczeństwo funkcjonowania, eksploatację, konserwację, rozliczanie użytkowników z procesu ładowania oraz wysyłanie do EIPA (Ewidencja Infrastruktury Paliw Alternatywnych) informacji o statusie punktu ładowania w stanie rzeczywistym oraz cenie za usługę. Stacja łączy się z wybranym operatorem, przez co może zarządzać pracą stacji zdalnie z poziomu aplikacji. Stacja bez operatora nie ma prawa funkcjonować jako ogólnodostępna. Na polskim rynku istnieje kilku operatorów, którzy udzielają systemu właścicielowi, przez co na podstawie odpowiedniej umowy sam może stać się operatorem ogólnodostępnych stacji ładowania.

Miejsce postawienia stacji ładowania – podczas wyboru miejsca należy zwrócić uwagę na:

- liczbę miejsc parkingowych i ich rozkład,
- moc przyłączeniową dostępną na punkty ładowania,
- czas na wykonanie modernizacji przyłącza, jeśli okaże się to konieczne,
- możliwość rozbudowy o kolejne stacje, jeśli lokalizacja okaże się trafiona,
- to, jak często miejsce jest odwiedzane oraz jak daleko jest od głównej drogi,
- czy w okolicy znajdują się obiekty gastronomiczne lub inne obiekty, w których użytkownik może spędzić czas podczas ładowania pojazdu elektrycznego.

Zarządzanie infrastrukturą wykonuje się zdalnie z panelu operatora, bez wychodzenia z domu. Dzięki sieci GPRS/GSM oraz modemom z kartami SIM znajdujących się w stacjach z OCPP możemy na bieżąco monitorować, włączać, wyłączać stację oraz tworzyć statystyki. Po pewnym czasie można zauważyć, które modele stacji oraz które lokalizacje są rentowne, a które nie. Jest to cenna wskazówka przy podejmowaniu kolejnych kroków w celu dalszej rozbudowy infrastruktury ładowania.

WARTO WIEDZIEĆ – OKIEM EKSPERTA

W jaki sposób możemy zapewnić bezpieczne i nieprzerwane działanie stacji ładowania pojazdów elektrycznych?

Rafał Sypniewski – menadżer obszaru biznesu Phoenix Contact Sp. z o.o.

Infrastruktura ładowania pojazdów elektrycznych jest równie ważna jak sam pojazd. Stacja ładowania obejmuje wiele ważnych i wrażliwych elementów. Wymagają one ochrony w celu zapewnienia długiego czasu użytkowania i bezpiecznego, nieprzerwanego ładowania.

A jej niska odporność może wpłynąć na stan elektroniki pojazdu. Jak zrobić, aby podczas ładowania pojazdów w obwodzie zasilania nie pojawiło się groźne przepięcie lub inny stan nieustalony, które mogą uszkodzić auto?

Podstawowym sposobem zminimalizowania ryzyka jest instalacja odpowiednio skoordynowanych środków ochrony przed przepięciami. Stworzony specjalnie do stacji ładowania ogranicznik przepięć VAL-EV-T1/T2 zapewni niezawodną ochronę nie tylko przed częściowymi prądami piorunowymi, ale również ochronę przez przepięciami powstałymi wskutek pobliskich operacji łączeniowych. Jako uniwersalny spełnia on wymagania PN-HD 60364-5-534 dotyczące odprowadzanych prądów piorunowych, który tutaj jest nie mniejszy niż 12,5kA 10/350 µs. Aby chronić stację ładowania lub ładowarkę naścienną na wypadek pośrednich skutków wyładowania piorunowego w pobliżu naszego punktu ładowania, podstawowym dla ochrony naszej aplikacji jest ogranicznik przepięć typu 2. Stworzony specjalnie w tym celu VAL-EV-T2 zapewni nie tylko bezpieczeństwo naszej stacji, ale zwłaszcza ładowanego pojazdu. W przypadku urządzeń zasilanych napięciem 24 V DC zalecany jest również ogranicznik przepięć typu 3, np. PLT-SEC-T3-24-FM-UT – 2907916.

Ważnym elementem, o którym należy również pamiętać, są urządzenia do komunikacji, np. z systemami rozliczeniowymi lub systemami zarządzania budynkiem. Mogą to być np. modemy sieci komórkowej lub switche ethernetowe i aby je chronić, zalecany jest ogranicznik przepięć DT-LAN-CAT.6+ – 2881007 do sieci IT.

elektroenergetycznej jako części wspólnego systemu oraz dostępu dla osób niepełnosprawnych. Szczególnie przy szybkim ładowaniu pojazdów elektrycznych, gdy występują duże prądy, a akumulatory wydzielają dużo ciepła w ich trakcie, należy uwzględnić kwestie ochrony ppoż. ze względu na pojawiające się w doniesieniach prasowych przypadki pożarów pojazdów elektrycznych [6].

W art. 14 Ustawy [4] dodano, że stacje i punkty mogą być użytkowane jedynie zgodnie z ich przeznaczeniem, zapisanym w dokumentacji urządzenia, czyli m.in. do ładowania konkretnego typu pojazdów prądem o określonych parametrach przy użyciu wtyczki/gniazda sprecyzowanego typu, do pobierania energii na potrzeby własne itd. Z urządzeń nie wolno korzystać, jeśli ich stan techniczny na to nie pozwala lub są one uszkodzone. Urządzenia także powinny mieć zestaw dokumentacji przechowywany przez eksploatującego.

Na jej podstawie został wydany akt wykonawczy – Rozporządzenie Ministra Energii z 26 czerwca 2019 r. w sprawie wymagań technicznych dla stacji i punktów ładowania stanowiących element infrastruktury ładowania drogowego transportu publicznego [5].

Każda stacja z punktem o mocy większej niż 3,7 kW podlega badaniom technicznym przed oddaniem do użytkowania (art. 16 Ustawy [4]). To samo dotyczy punktów ładowania stanowiących element infrastruktury ładowania drogowego transportu publicznego. Badanie przeprowadzane jest na wniosek eksploatującego, tzn. jeśli eksploatujący chce zacząć korzystać legalnie ze stacji lub z punktu, ma obowiązek złożyć do UDT wniosek o badanie techniczne. Badania techniczne obejmują zakres bezpiecznej eksploatacji, naprawy i modernizacji samych stacji, czyli całą instalację od przyłącza poprzez obudowę wraz z zawartą w niej energoelektroniką i elektryką do gniazda, końca przewodu ładowania lub pantografu, a także zagadnienia bezpieczeństwa i dostępności elementów otoczenia, w którym urządzenia się znajdują [6].

W trakcie badania na miejscu powinien być obecny eksploatujący oraz osoba uprawniona i upoważniona do ingerencji w urządzenie, m.in. do przeprowadzenia pomiarów elektrycznych obwodów wewnętrznych. Inspektor UDT na miejscu instalacji urządzenia dokonuje oględzin urządzenia i sprawdzenia protokołów pomiarów elektrycznych. Może on również wyrywkowo sprawdzić poprawność pomiarów z dostarczonych protokołów, a także przeprowadzić próby obciążeniowe i funkcjonalne. Po wykonaniu badania, niezależnie od jego wyniku, wystawiany jest protokół z przeprowadzenia badania. Jeżeli w trakcie badania okaże się, że urządzenie nie spełnia wymagań technicznych zawartych w Rozporządzeniu, wydana zostanie decyzja o niedopuszczeniu do eksploatacji urządzenia. W takiej sytuacji korzystanie z punktu lub stacji jest niedopuszczalne. Należy wskazane braki lub niezgodności wyeliminować i ponownie zgłosić wniosek o badanie [6, 7].

Należy pamiętać, że zgodnie z art. 16 ust. 1 Ustawy z dnia 11 stycznia 2018 r. o elektromobilności i paliwach alternatywnych [4] stacje ładowania i punkty ładowania stanowiące element infrastruktury ładowania drogowego transportu publicznego w zakresie ich bezpiecznej eksploatacji, naprawy i modernizacji podlegają badaniom technicznym przeprowadzanym przez UDT [6].

Literatura

1. PSPA, Eksperci: Samochody elektryczne nie palą sie ani częściej, ani groźniej niż samochody spalinowe,
2. M. Król, A. Król, Identyfikacja zagrożeń związanych z użytkowaniem samochodów elektrycznych w kontekście ich parkowania w budynkach, „Rynek Instalacyjny" 1–2/2021.
3. https://electrek.co/2018/12/16/tesla-fire-bullet-battery/
4. Ustawa z dnia 11 stycznia 2018 r. o elektromobilności i paliwach alternatywnych (Obwieszczenie Marszałka Sejmu Rzeczypospolitej Polskiej z dnia 2 grudnia 2020 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu ustawy o elektromobilności i paliwach alternatywnych Dz.U. z 2021 poz. 110).
5. 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. z 2019 r., poz. 1316).
6. K. Kuczyński, Wymagania podstawowe dla stacji i punktów ładowania oraz planowane zmiany w przepisach techniczno-budowlanych, „elektro.info" 10/2020.
7. Stacje i punkty ładowania pojazdów elektrycznych – Przewodnik UDT dla operatorów i użytkowników – zalecane praktyki, UDT 2019.

ABSTRACT

Safe Operation of Electric Vehicles and Charging Infrastructure – Expert Review

The article discusses the basic issues of safe operation of electric vehicles and charging infrastructure.

Keywords: electric vehicle, charging infrastructure, antyfire protection.

dr inż. Marta Żurek-Mortka – Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Technologii Eksploatacji w Radomiu,
dr hab. inż. Jerzy Szymański, prof. Uczelni – Uniwersytet Technologiczno-Humanistyczny im. K. Pułaskiego w Radomiu

Współpraca stacji ładowania pojazdów elektrycznych z magazynem energii i instalacją fotowoltaiczną

Dostępność infrastruktury do ładowania baterii pojazdów elektrycznych (EV) jest jednym z kluczowych czynników pozwalających rozwiązać obawy związane z zasięgiem, a zatem jest niezbędna do ułatwienia krótko- i długoterminowej absorpcji pojazdów elektrycznych oraz zrównoważonego rozwoju przemysłu motoryzacyjnego. Szacuje się, że do końca 2019 r. na całym świecie zainstalowano 870 000 publicznych i 4 miliony prywatnych ładowarek, obsługujących 8,1 miliona używanych pojazdów elektrycznych [1]. Na podstawie najnowszej edycji raportu Polskiego Stowarzyszenia Paliw Alternatywnych „Polish EV Outlook 2021" w Polsce do 2025 r. będzie funkcjonować ok. 43 tys. ogólnodostępnych punktów ładowania oraz od 90 do 115 tys. niepublicznych punktów [2].

Na sprzedaż samochodów ma wpływ pandemia COVID-19: w obliczu niepewności gospodarczej i bezrobocia, zakupy samochodów, które są zazwyczaj drugim co do wielkości zakupem konsumenckim (pierwszy to dom lub mieszkanie), są teraz trudniejsze do uzasadnienia dla konsumentów na całym świecie. Rządy w Europie i Chinach oferują różne pakiety stymulacyjne i dostosowują politykę, aby nie dopuścić do załamania się sprzedaży. Z drugiej strony, dostrzegalna jest zwiększająca się dynamika sprzedaży, ponieważ konsumenci stają się bardziej świadomi korzyści płynących z czystego powietrza w miastach. Jednak sprzedaż nadal opiera się głównie na polityce rządów, a do powszechnego przyjęcia pojazdu elektrycznego konieczne jest zminimalizowanie kosztów jego produkcji i eksploatacji czy zwiększenie wydajności ogniw litowo-jonowych, nie zapominając o dostosowaniu infrastruktury sieci elektroenergetycznej zasilanych energią ze źródeł odnawialnych.

STRESZCZENIE

W artykule zostały omówione rodzaje przekształtników energoelektronicznych i ich przeznaczenie w pojazdach elektrycznych z uwzględnieniem możliwości wykorzystania baterii pojazdu jako zasobnika energii dla przydomowej elektrowni fotowoltaicznej. Przedstawiono model i badania przekształtnika DC/DC do dostarczania energii z sieci zasilania 3x400 V/50 Hz do baterii litowo-jonowej pojazdu w różnych wartościach napięć roboczych.

Słowa kluczowe: pojazdy elektryczne, przekształtnik w pokładowej ładowarce, ładowanie baterii, słoneczne elektrownie domowe, zasobniki energii.

Zdecentralizowana struktura sieci elektroenergetycznej z odnawialnymi źródłami energii

Klasyczne systemy elektroenergetyczne XX wieku, w których energia elektryczna była wytwarzana w przeważającej mierze w centralnych elektrowniach i dostarczana do użytkowników za pomocą linii przesyłowych wysokiego napięcia oraz sieci dystrybucyjnych średniego i niskiego napięcia, jest niewystarczająca i wymaga modernizacji. Rosnące zapotrzebowanie na energię elektryczną jest jednym z współczesnych wyzwań dla rynku energii **(rys. 1.)**. Rozwijający się sektor odnawialnych źródeł energii uwydatnia kolejne problemy systemu energetycznego, m.in. stochastyczny charakter produkcji. Źródła te są dostępne okresowo i silnie zmienne w czasie, i uzależnione od warunków atmosferycznych. Kolejnym problemem jest podwyższanie napięcia sieci, z czym obecnie związany jest montaż przez prosumentów instalacji fotowoltaicznych o mocy do 100% wartości mocy przyłączeniowej. Taka sytuacja może spowodować przekroczenie wartości granicznych zadanych parametrów i wyłączenie falownika lub transformatora SN/nn przez zabezpieczenie lub wystąpienie uszkodzeń urządzeń przyłączonych do ww. sieci, przez co zakład energetyczny może zostać zobowiązany do naprawy szkód lub pokrycia kosztów ich likwidacji. Podobna sytuacja nastąpi, gdy konwencjonalne źródła wytwórcze przyjmą obniżoną wartość produkcji ze względu na przewidywaną produkcję energii z systemów fotowoltaicznych i elektrowni wiatrowych – wystąpienie jej niedoboru powoduje spadek napięcia w sieci i zanik zasilania. Aby zaradzić występowaniu fluktuacji prowadzących do destabilizacji całego systemu elektroenergetycznego stosuje się magazyny energii oraz inteligentne sieci (*smart grid*). Stosowanie tego rozwiązania w przyszłości jest pewne i niezbędne głównie w związku z rozwojem elektromobilności, ponieważ ładowanie pojazdów elektrycznych czy maszyn roboczych wiąże się z przekazywaniem dużej energii w krótkim czasie, co również wpływa niekorzystnie w dużym stopniu na system dystrybucji energii. Z kolei skoncentrowanie generacji rozproszonej w jeden, logicznie połączony system, zwiększy efektywność techniczną i ekonomiczną wytwarzania energii elektrycznej. Generacja rozproszona, położona w bezpośrednim sąsiedztwie odbiorców energii, może wykorzystywać i łączyć ze sobą lokalne zasoby paliw, w tym biopaliw i energii ze źródeł odnawialnych, oraz zasobniki energii elektrycznej (zbiorniki wodne, akumulatory), które sterowane są zdalnie za pomocą rozbudowanego systemu informatycznego.

Floty pojazdów elektrycznych, takie jak autobusy i ciężarówki, wymagają zróżnicowanych rozwiązań infrastruktury ładowania niż w przypadku floty elektrycznych samochodów osobowych – od przygotowania trakcji prądu stałego przystosowanej do poboru dużych mocy do punktów wymiany zestawów akumulatorów (ang. *battery swaping*). Chociaż ładowanie akumulatorów floty pojazdów elektrycznych stanowi około 3% całkowitej wielkości infrastruktury ładowania, stanowi to ponad 20% całkowitej wartości rynkowej ze względu na dodatkowe koszty związane z wymaganiami dotyczącymi dużej mocy [3].

Zapotrzebowanie na magazynowanie energii

Magazynowanie energii jest istotnym aspektem umożliwiającym trwającą elektryfikację sektorów o wysokiej emisji dwutlenku węgla (przemysł motoryzacyjny, elektrownie, elektrociepłownie oraz ciepłownie). Rozwój w zakresie magazynowania energii jest napędzany przez zwiększone wykorzystanie pojazdów elektrycznych i bilansowanie sieci OZE w celu dostarczania energii w okresach niskiej produkcji energii z elektrowni słonecznych i wiatrowych.

Energooszczędne technologie akumulatorów m.in. litowo-jonowych, stworzyły nowe możliwości wykorzystania ich w przenośnych urządzeniach elektronicznych, mobilności elektrycznej czy stacjonarnego przechowywania. Prognozuje się, że zapotrzebowanie na akumulatory litowo-jonowe wyniesie ponad 2500 GWh dla samych pojazdów elektrycznych [4]. Jednak upowszechnienie akumulatorów litowo-jonowych nie jest pozbawione kosztów – nadal stwarzają problemy zarówno technologiczne, jak i środowiskowe, które powoli są eliminowane poprzez zmiany w projektowaniu akumulatorów. Na przykład zastosowanie architektury napięcia 800 V w pojeździe elektrycznym zostało przyjęte przez wielu producentów OEM [4], ze względu na możliwość szybkiego ładowania i bardziej wydajnej pracy akumulatora. Jednak nadal niezbędna jest infrastruktura ładowania, aby w pełni to wykorzystać, ponieważ akumulator będzie musiał pobierać zwiększone moce szybkiego ładowania. Co za tym idzie, istotne będzie zapewnienie wzmocnionej izolacji elektrycznej zestawu akumulatorów.

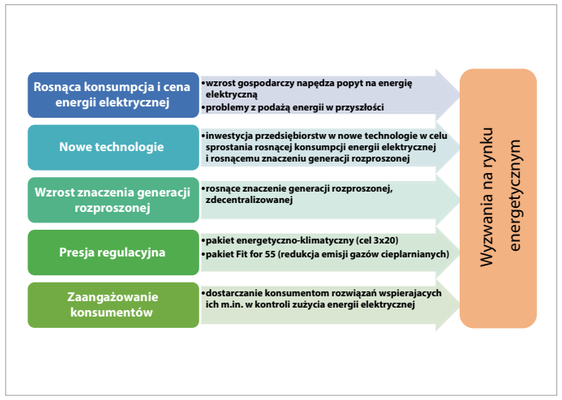
Innowacje technologiczne w falownikach i silnikach, takie jak przejście na tranzystory MOSFET z węglika krzemu i architektury napięcia 800 V, mają do odegrania ważną rolę w kwestii parytetu cenowego i zróżnicowania produktów w miarę dojrzewania rynku, z możliwością zwiększenia zasięgu do 10% bez ingerencji w strukturę akumulatora, a także umożliwić ultraszybkie ładowanie, np. mocą 350 kW dc [1].

Badane są również projekty akumulatorów typu cell-to-pack (CTP) [3], [5]. W tym przypadku zwiększona wydajność pakietów ogniw może wspomóc ograniczenie redukcji gęstości energii wynikającej ze struktury katod baterii LFP (elektroda dodatnia jest litowo-żelazowo-fosforanowa (LiFePO4), a elektroda ujemna grafitowa) [4]. Istnieje wyraźny trend w kierunku materiałów katodowych o wyższej zawartości niklu NMC i NCA, aby poprawić gęstość energii akumulatorów litowo-jonowych (w rezultacie także zasięg pojazdów elektrycznych), ale jednak mogą nie być powszechnie stosowane ze względu na politykę zrównoważonego rozwoju dla surowców pierwotnych. Przedsiębiorstwa, takie jak BYD, CATL, Tesla i Stellantis ogłaszają zamiar stosowania katod LFP (bądź LMFP jak w przypadku Stellantis) w połączeniu z projektami akumulatorów CTP [5]. Dość ważną kwestią pozostaje modułowość, ponieważ większość producentów zestawów baterii w Europie i Ameryce Północnej oferuje rozwiązania modułowe. Dodatkowa redundancja i możliwość naprawy akumulatorów nabierają większego znaczenia w sektorach komercyjnych, podczas gdy ich modułowa konstrukcja umożliwi również producentom zestawów baterii łatwiejszą obsługę. Poza tym, istotnymi kwestiami są konstrukcja ogniwa (celi) i współczynnik kształtu, elektrolity stałe, wybór materiałów anodowych, materiałów termoprzewodzących czy systemów zarządzania zestawami bateryjnymi, które stanowią część ekosystemu projektowania akumulatorów z licznymi możliwościami poprawy wydajności, kosztów i bezpieczeństwa akumulatorów i pojazdów elektrycznych.

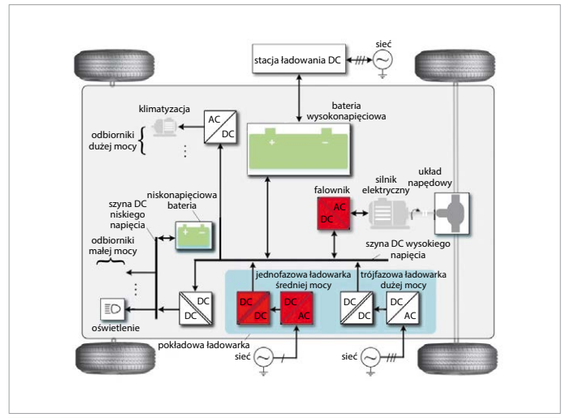
Topologie ładowarki pokładowej i stacjonarnej

W celu wyjaśnienia udziału energoelektroniki w systemie zasilania pojazdu elektrycznego energią elektryczną, omówiono przekształtniki energoelektroniczne stosowane w pojeździe elektrycznym. **Rysunek 2.** przedstawia schemat blokowy typowej architektury systemu zasilania elektrycznego w pojeździe elektrycznym. W tym przypadku wysokie napięcie szyny dc mieści się zwykle w zakresie 250 – 450 V dc w zależności od wykorzystywanego napięcia baterii wysokonapięciowej, a szyna dc niskiego napięcia ma wartość znamionową 12/48 V dc. Ładowarka pokładowa jest istotną częścią pojazdu oraz pełni dwie główne role: ładowanie baterii przez główną sieć energetyczną oraz zapewnia korekcję współczynnika mocy cos φ (PFC) blisko 0,99, przy niskim poziomie zakłóceń powodowanych harmonicznymi [6].

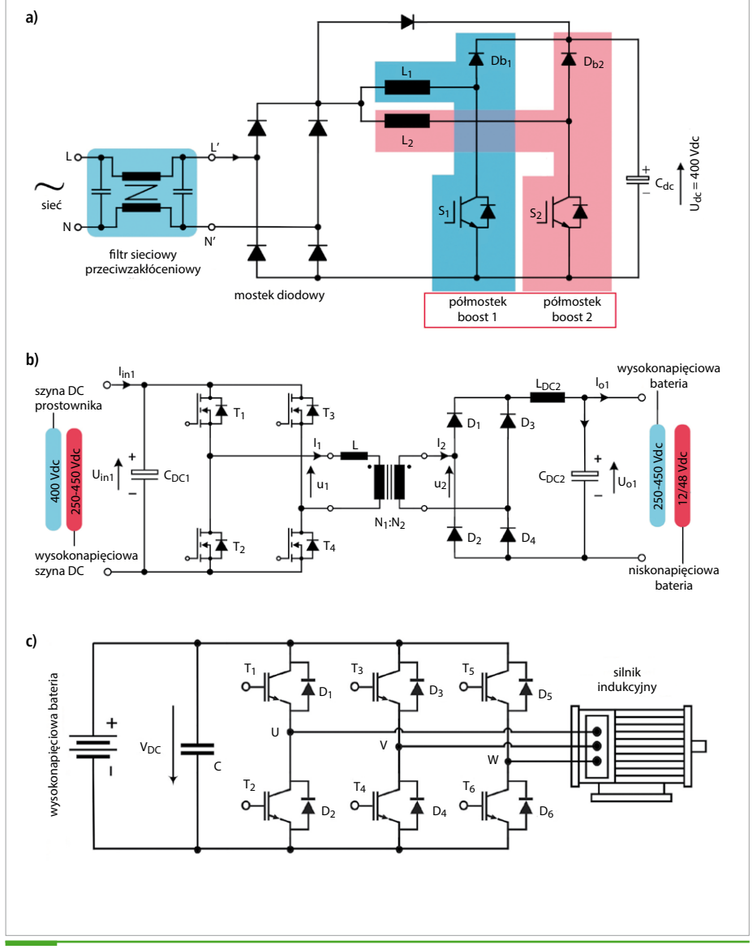
Moc ładowania baterii zależy od mocy dostępnej w sieci elektroenergetycznej, do której przyłączone jest stanowisko ładowania. Jednofazowa ładowarka pokładowa może mieć moc do 19,2 kW. Jednak bardziej odpowiednie jest zastosowanie trójfazowej ładowarki dla poziomów mocy powyżej 7,4 kW ze względu na liczbę komponentów i obciążenie prądowe sieci



Rys. 1. Wyzwania stojące przed rynkiem energetycznym
rys. M. Żurek-Mortka, J. Szymański



Rys. 2. Schemat instalacji elektrycznej w pojeździe elektrycznym [6]



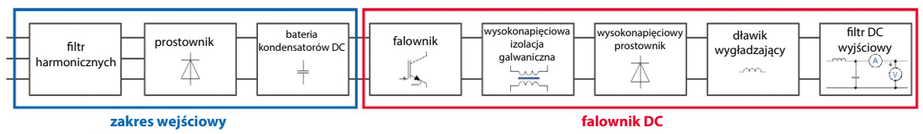
Rys. 3. Schemat blokowy przekształtników ładowarki pokładowej i DC/DC: **a)** jednofazowa AC/DC w topologii PFC, **b)** izolowany przekształtnik DC/DC z jednokierunkową konfiguracją PSFB, **c)** półmostkowy falownik trójfazowy do napędu silnika prądu przemiennego (napęd główny pojazdu EV) rys. M. Żurek-Mortka, J. Szymański

elektroenergetycznej. Większość pojazdów elektrycznych na całym świecie wykorzystuje obecnie pokładową ładowarkę jednofazową w zakresie mocy od 6,6 do 7,4 kW [6].

Rysunek 3a przedstawia najpopularniejszą jednofazową topologię ładowarki pokładowej (ang. *interleaved boost with power factor correction*). Chociaż ta topologia charakteryzuje się większą wydajnością i mocą w porównaniu z pojedynczym półmostkiem boost, to wymaga większej liczby komponentów, co może prowadzić do obniżonej niezawodności. Ponieważ każdy stopień wzmacniający (półmostek boost) jest zaprojektowany do obsługi połowy mocy znamionowej, może on zapewnić redundancję systemu, jeśli jeden stopień wzmacniający ulegnie awarii. Dzięki temu ładowarka może kontynuować ładowanie baterii „wysokonapięciowej" połową swojej mocy znamionowej. Obecnie trwają prace badawczo-rozwojowe nad bardziej zaawansowanymi topologiami, takimi jak totem-pole IBW PFC z urządzeniami o szerokim paśmie wzbronionym (WBG – ang. *wide band-gap*), w celu dalszej poprawy wydajności i gęstości mocy ładowarki pokładowej. Trend zmierza w kierunku ładowania dwukierunkowego, w którym pojazd elektryczny/hybrydowy może wspierać sieć energetyczną, dostarczając energię akumulatora z powrotem do sieci.

Rysunek 3b przedstawia topologię przekształtnika dc/dc z izolacją galwaniczną i jest ona często stosowana w pojazdach elektrycznych. Dla zapewnienia separacji galwanicznej jest tu wykorzystywany jednofazowy wysokoczęstotliwościowy transformator separacyjny. Przekształtnik dc/dc jest stosowany w dwóch etapach. Pierwszym z nich jest ładowanie akumulatora z prostownika. Na tym etapie przekształtnik dc/dc powinien dostarczać napięcie do szyny (mikrosieci) wysokiego napięcia dc (np. typowo 250 – 450 V dc). Drugi przekształtnik dc/dc, oparty na tej samej topologii, jest przystosowany do zasilania napięciem szyny niskonapięciowej dc, która może mieć napięcie 12 lub 48 V dc w zależności od rodzaju baterii niskonapięciowej pojazdu **(rys. 2.)**. Ze względu na wymagania bezpieczeństwa przekształtnik dc/dc powinien izolować sieć energetyczną od wysokonapięciowej mikrosieci dc oraz z kolei tą mikrosieć dc od niskonapięciowej mikrosieci dc.

Przekształtnik pełnomostkowy dc/ac z transformatorem separacyjnym, może wykorzystywać sieć rezonansową dla zapewnienia bezstratnego przełączania tranzystorów MOSFET, np. przełączania w zerze napięcia ZVC (ang. *zero voltage switching*), opartej na szeregowym przetworniku rezonansowym SRC, (ang. *series resonant circuit*). Alternatywną metodą jest dostosowanie indukcyjności rozproszenia transformatora (może być wymagana dodatkowa indukcyjność), która jest znana jako przekształtnik z pełnomostkowy z przesunięciem fazowym (PSFB – ang. *phase shift full bridge converter*) [6].



Rys. 4. Schemat stacji ładowania DC [7]

Na **rysunku 3c** przedstawiono falownik napięciowy do zasilania silnika pojazdu elektrycznego. Falownik, poprzez zastosowanie metody szerokości impulsów (MSI lub z ang. PWM – *Pulse Width Modulation*) do kształtowania trójfazowego napięcia wyjściowego, steruje prędkością obrotową silnika zapewniają odpowiednią częstotliwość napięcia i momentem napędowym silnika poprzez zadawanie odpowiedniej wartości skutecznej napięcia zasilania silnika. Moc bierna sinika indukcyjnego pojazdu krąży tutaj pomiędzy silnikiem i baterią kondensatorów umieszczonych na zasilaniu dc falownika. W przewodzeniu prądu biernego uczestniczą diody zwrotne dołączone przeciwrównolegle z tranzystorami IGBT (ang. *insulated gate bipolar transistor)* falownika.

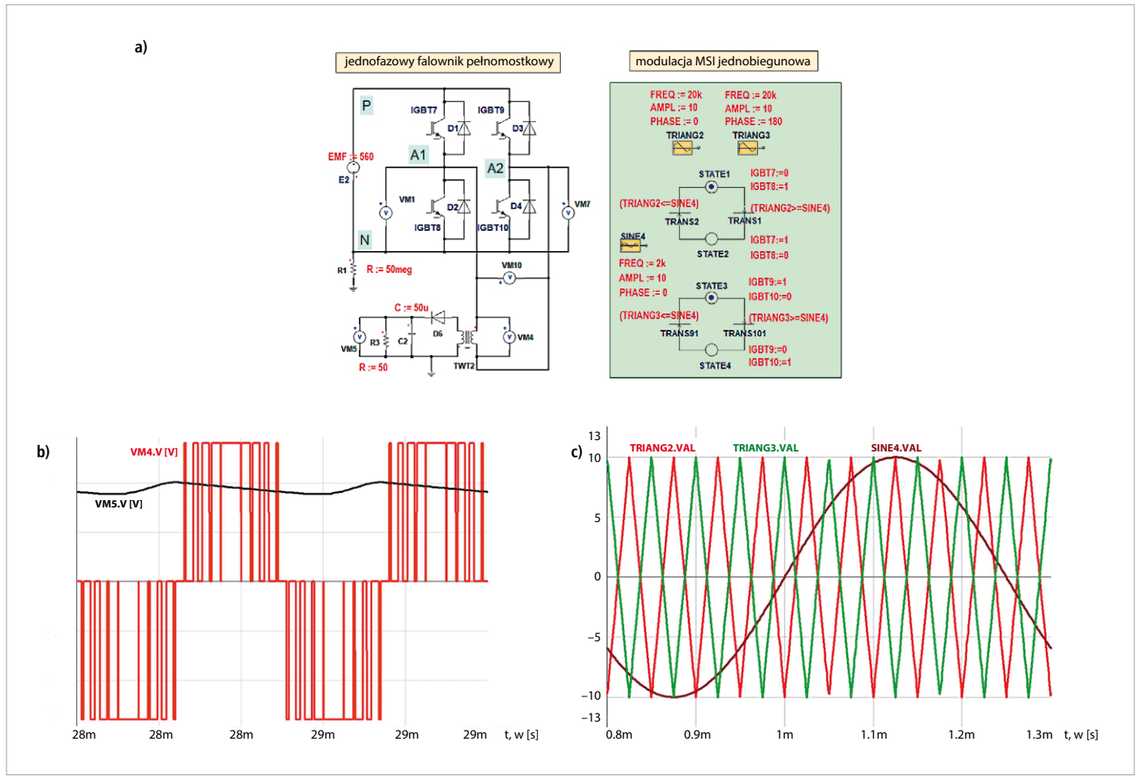
Falownik z transformatorem separacyjnym i prostownikiem wysokoczęstotliwościowym

Rysunek 4. przedstawia ogólny schemat stacji szybkiego ładowania, która zwykle pracuje w trybie ładowania 4 z obudową przyłączeniową „C" zgodnie z normą IEC 61851-1 (VDE0122-1). Oznacza to, że kabel i wtyczka pojazdu są zamocowane na stałe w stacji ładującej. Stacja ładowania dc spełnia specyfikację CHAdeMO, a także spełnia wymagania bezpieczeństwa CE.

Podstawowym elementem stacji szybkiego ładowania jest ładowarka dc z nowoczesną energoelektroniką, w której można ustawić napięcie ładowania. Tranzystory IGBT przełączające się z częstotliwością 20 kHz działają prawie bezgłośnie, ponieważ ich częstotliwość robocza wykracza poza zakres, który większość ludzi jest w stanie usłyszeć. Wysokiej jakości filtry dcpo stronie wyjściowej ładowarki zapewniają tłumienie szczątkowych wartości składowych przemiennych w napięciu wyprostowanym. Izolacja elektryczna zapewnia bezpieczną izolację pomiędzy siecią zasilającą a napięciem ładowania dc. Dodatkowo obwód ładowania dc jest zwykle wyposażony w urządzenie monitorujące izolację. Z technicznego punktu widzenia dławik wygładzający i obwód filtra prądu stałego zapewniają redukcję napięć zakłócających, które obciążają akumulator pojazdu i mogą powodować przyspieszone jego starzenie się [7].

Przykładowy model przekształtnika dc/dc z separacją galwaniczną w celu izolacji sieci zasilania od stałonapięciowej mikrosieci napięcia wysokiego lub niskiego pojazdu elektrycznego przedstawia **rysunek 5.**

Rysunek 5a przedstawia model obwodu mocy przekształtnika dc/dc z wykorzystaniem falownika i transformatora separującego wraz z grafem stanów sterowania jednobiegunowego falownika. Falownik pełnomostkowy jest tu zasilany z prostownika trójfazowego dołączonego do sieci napięcia przemiennego 3×400 V/50 Hz, dlatego jest on zasilany napięciem stałym E2 = 560 V. Napięcie zasilania falownika E2 po pośrednim przekształceniu na jednofazowe napięcie przemienne o częstotliwości 2 kHz jest transformowane na stronę wtórną transformatora separacyjnego i następnie jest ono prostowane diodą D6 **(rys. 5b)**. Napięcie na obciążeniu R3 musi mieć wartość zależną od przekładni transformatora i współczynnika gładkości modulacji M i wynosi VM5 = 400 V DC.



Rys. 5. Model pokładowego przekształtnika DC/DC **(rys. 2.)** pojazdu elektrycznego: **a)** falownik pełnomostkowy z transformatorem i prostownikiem wysokoczęstotliwościowym oraz graf stanów sterowania jednobiegunowego MSI falownika, **b)** napięcie zasilania strony pierwotnej separującego transformatora ferrytowego o częstotliwości 2 kHz (VM4) oraz napięcie wyprostowane 400 V (VM5), **c)** napięcia sterujące falownikiem MSI z **rysunku 5a** i uwzględniowe w grafie stanów z **rysunku 5b** rys. M. Żurek-Mortka, J. Szymański

Współczynnik modulacji w danym przypadku wynosi 1 **(rys. 5c)**.

Współpraca stacji ładowania pojazdów elektrycznych z instalacją fotowoltaiczną i magazynem energii

W cyklu 24-godzinnym system fotowoltaiczny (PV) generuje pewną ilość energii E_{PV} – **rys. 6**. Część tej energii trafia do sieci. Nadmiarowa energia uzyskana z systemu fotowoltaicznego jest wykorzystywana do ładowania magazynu energii E_{ES}^{CH} (ES – ang. *energy storage*), zamiast jej ograniczania, gdy moc wyjściowa systemu PV jest wysoka w ciągu dnia. Ta zmagazynowana energia jest następnie odprowadzana do sieci E_{ES}^{DISCH}, gdy moc wyjściowa systemu PV jest mała lub zerowa w nocy. Systemy PV i ES są umieszczane w tym samym miejscu, aby uniknąć strat energii w sieci podczas ładowania jednostki ES. Uogólniając, równanie bilansu całkowitej mocy wyjściowej głównych składowych można opisać jako model mocy. Wyrażenie to przedstawia moc OZE w okresie, np. 1 roku.

$$\int_0^T p_{PV}(t)dt = \sum_{i=1}^{n}\int_0^T p_{li}(t)dt + \int_0^T p_{ES}(t)dt \qquad (1)$$

gdzie:
T = 1 rok,
i – liczba punktów ładowania akumulatorów pojazdów EV,
p_{PV} (t) – moc elektrowni fotowoltaicznej,
p_{li} (t) – moc stacji ładowania EV,
p_{ES} (t) – moc magazynu energii.

Rysunek 7. przedstawia kwartalną produkcję energii przez dachową elektrownię fotowoltaiczną o mocy 6 kW_p w słoneczne dni, gdzie maksymalne nasłonecznienie latem wynosi około 1 kW/m² przy 16 godzinach na dobę i zimą 0,1 kW/m² przy 8 godzinach słonecznych na dobę. Uwzględnione jest magazynowanie energii i dostarczanie jej do odbiorów podłączonych do mikrosieci prądu stałego lub do sieci prądu przemiennego. Roczna produkcja energii w elektrowni fotowoltaicznej wynosi około 6 MWh (w polskich realiach koszt takiej instalacji wynosi ok. 1000 USD/1 kW_p) . Dzięki tej małej elektrowni fotowoltaicznej, we wskazanym okresie (od 2018 roku) udało się zredukować ponad 22 ton dwutlenku węgla, co znajduje odzwierciedlenie również w obsadzeniu ok. 260 drzew. Zakładając, że np. małe przedsiębiorstwo posiada 1 samochód elektryczny, który zużywa maks. 20 kWh/100 km (np. Ford E-Transit) i ma roczny przebieg maks. 30 000 km, dana elektrownia słoneczna jest w stanie zaspokoić zapotrzebowanie na energię do ładowania tego pojazdu. Podobne założenia można przyjąć i skalować w zależności od floty pojazdów elektrycznych w przedsiębiorstwie, profilu zużycia energii elektrycznej czy rodzaju działalności przedsiębiorstwa (usługi, produkcja itp.).

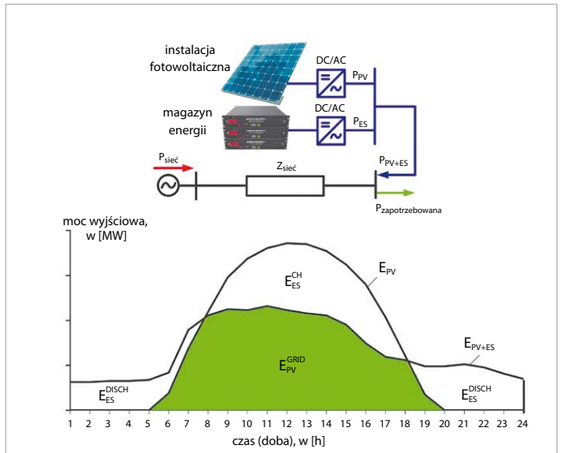
Minimalna energia E_{minPVr} powinna być dostarczana przez OZE w ciągu roku do ładowania akumulatorów pojazdów elektrycznych i nie powinna być mniejsza niż energia wymagana dla stacji ładowania E_{Ir}, co przedstawia wyrażenie (2):

$$E_{minPV_r} \geq E_{I_r} \qquad (2)$$

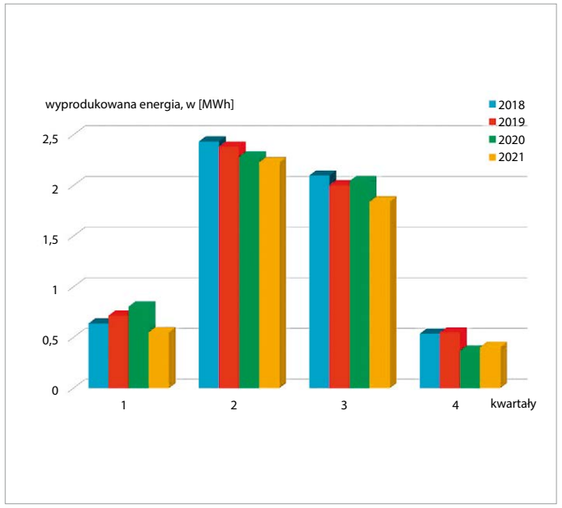
Pojazdy elektryczne są integralną częścią takiej mikrosieci, w której mogą pełnić funkcję zarówno odbiorników, jak i źródeł energii. Praca systemu jest kontrolowana przez system zarządzania, który realizuje funkcje monitorowania, diagnostyki i sterowania pracą mikrosieci. Funkcją docelową może być minimalizacja kosztów, a dzięki możliwości magazynowania możliwa jest długoterminowa optymalizacja. Dzięki prognozowaniu operator mikrosieci może zarządzać przepływem energii elektrycznej, maksymalizując zyski.

Podsumowanie

Elektroniczne układy sterowania mocą stanowią kluczową technologię w pojazdach elektrycznych, a w energoelektronice pierwszym warunkiem ewolucji jest rozwój komponentów. Artykuł przedstawia przegląd wybranych topologii przekształtników energoelektronicznych stosowanych w pojazdach elektrycznych oraz opis kluczowych komponentów systemu zasilania stacji EV, tj. elektrowni słonecznej i magazynu energii, współpracujących ze stacją ładowania baterii EV. Oczekuje się, że liczba pojazdów elektrycznych na drogach będzie nadal rosła w ciągu najbliższych dziesięcioleci z powodu różnych czynników, głównie ze względu na szybki postęp w technologii EV i akumulatorów. Przedłużający się proces ładowania akumulatorów, który jest jednym z głównych problemów wpływających na zwiększoną penetrację pojazdów EV i sprawia, że jednostki szybkiego ładowania są bardziej atrakcyjną i wydajną opcją dla stacji ładowania. Mikrosieci zawierające odnawialne źródła energii są wykorzystywane w odległych obszarach na całym świecie. Jednak przerywana energia może powodować duże wahania częstotliwości w mikrosieci. Aby temu zapobiec, prowadzone są nadal badania, m.in. nad strategiami sterowania mikrosiecią prądu stałego obejmującą stację szybkiego ładowania pojazdów elektrycznych i jednostki generacji rozproszonej w celu zbadania wpływu na sieć oraz ich potencjalnego wkładu w pracę całego systemu w przypadku uwzględnienia technologii pojazd-do-sieci (V2G). Duży wybór urządzeń do ładowania baterii EV pod względem ich realizacji technicznej nie pozwala na prognozowanie zakłóceń w sieci, więc nie istnieje dotychczas ogólne rozwiązanie problemu polegające np. na pasywnym/aktywnym filtrowaniu generowanych składowych harmonicznych. Odpowiednio zaprojektowany i zrealizowany musi być cały łańcuch związany z montażem stacji ładowania: od analizy potrzeb i projektu instalacji elektrycznej, przez jej zbudowanie, po zakup odpowiedniej ładowarki, jej instalację i integrację z aplikacją do rozliczeń i monitoringu technicznego oraz z mikrosiecią z OZE i magazynem energii. Rozwiązanie zasilania stacji ładowania EV źródłami OZE i wspomagającym jej zasilanie magazynem energii może być szansą na szybki rozwój infrastruktury do ładowania, szczególnie w miejscach, gdzie tradycyjne wykonanie będzie trudne i nie będzie uzasadnione ekonomiczne.



Rys. 6. Zasilanie hybrydowe stacji ładowania z wykorzystaniem elektrowni słonecznej PV i magazynu energii ES: schemat połączeń oraz zapotrzebowanie dobowe na energię odnawialną z magazynu energii i instalacji fotowoltaicznej rys. M. Żurek-Mortka, J. Szymański



Rys. 7. Kwartalna produkcja energii elektrycznej z instalacji fotowoltaicznej o mocy 6 kW_p (dane rzeczywiste) rys. M. Żurek-Mortka, J. Szymański

ABSTRACT

Cooperation of electric vehicle charging stations with an energy storage and a photovoltaic installation

The types of power electronic converters and their purpose in electric vehicles have been discussed taking into account the possibility of using the vehicle's battery as energy storage for a home PV power plant. The paper presents a model and tests of a DC/DC converter for supplying energy from a 3x400 V/50 Hz power grid to a vehicle's Li-ion battery at various operating voltages of this battery.

Keywords: electric vehicles, on-board converter, battery charging, solar domestic power plants, energy storage.

Literatura

1. Charging Infrastructure for Electric Vehicles and Fleets 2021-2031, IDTechEx Research Report, https://www.idtechex.com/en/research-report/charging-infrastructure-for-electric-vehicles-and-fleets-2021-2031/775.
2. https://pspa.com.pl/2021/informacja/blisko-50-tys-ogolnodostepnych-punktow-ladowania-w-polsce-do-2025-r/.
3. Lithium-ion Batteries for Electric Vehicles 2021-2031, IDTechEx Research Report, https://www.idtechex.com/en/research-report/lithium-ion-batteries-for-electric-vehicles-2021-2031/814.
4. Materials for Electric Vehicle Battery Cells and Packs 2021-2031, IDTechEx Research Report, https://www.idtechex.com/en/research-report/materials-for-electric-vehicle-battery-cells-and-packs-2021-2031/796.
5. https://www.idtechex.com/en/research-article/many-trends-to-track-for-li-ion-batteries-in-electric-vehicles/24503.
6. F. Blaabjerg, H. Wang, I. Vernica, B. Liu, P. Davari, Reliability of Power Electronic Systems for EV/HEV Applications, Proceedings of the IEEE (Volume: 109, Issue: 6, June 2021), DOI: 10.1109/JPROC.2020.3031041
7. Technical Series Edition 9, Electrical infrastructure for e-car charging stations. Siemens, www.siemens.com/tip-cs.

REKLAMA

JULIAN WIATR

PODSTAWY PROJEKTOWANIA PRZYDOMOWYCH SYSTEMÓW PV

NOWOŚĆ
Seria: NIEZBĘDNIK ELEKTRYKA

WYDANIE PAPIEROWE: 45 zł

WYDANIE ELEKTRONICZNE: 35 zł (EBOOK)

PDF Adobe

Publikacja prezentuje praktyczne podejście do projektowania systemów fotowoltaicznych w odniesieniu do wymagań wynikających z Ustawy o odnawialnych źródłach energii.

Poruszono w niej między innymi zagadnienia związane z ograniczeniem mocy generatora PV w układach współpracujących z siecią elektroenergetyczną oraz omówiono metodykę neutralizacji tych ograniczeń. Opisane zostały m.in. zasady doboru przewodów i ich zabezpieczeń, metody projektowania ochrony odgromowej oraz ochrony przeciwporażeniowej zarówno po stronie stałoprądowej, jak i przemiennoprądowej.

BONUS!

- Metodyka instalowania systemów PV na stacjach paliw płynnych i gazowych.
- Uproszczony projekt instalacji przydomowego systemu PV.
- Wykorzystanie fotowoltaiki do zasilania znaków drogowych oraz oświetlenia terenu w miejscach, gdzie doprowadzanie energii z sieci elektroenergetycznej jest ekonomicznie nieuzasadnione

ZAMÓW: www.wydawniczy.pl, www.ksiegarniatechniczna.com.pl

Mirosław Marciniak – Ensto Building System

Domowe stacje ładowania – bezpieczeństwo na pierwszym miejscu

Warto zainwestować w sprawdzone i bezpieczne rozwiązania, wyposażając swój garaż w domowy punkt ładowania

Według danych Polskiego Stowarzyszenia Paliw Alternatywnych po polskich drogach pod koniec marca jeździło prawie 23 tysiące elektrycznych samochodów osobowych. Choć daleko nam do krajów skandynawskich, które przodują w dziedzinie elektromobilności, to widok auta elektrycznego budzi coraz mniejsze zdziwienie. Wzrost zainteresowania autami elektrycznymi powoduje zwiększenie zapotrzebowania na infrastrukturę ładowania. Choć w wielu miejscach publicznych, takich jak centra handlowe czy urzędy, coraz częściej widujemy stacje ładowania, to najwygodniejszą opcją dla posiadacza „elektryka" zawsze będzie ładowanie w domu.

W przypadku ładowania samochodu we własnym domu jednorodzinnym nie warto iść na skróty i podpinać się bezpośrednio do gniazdka. Gniazda wtyczkowe, z których korzystamy na co dzień w domu, nie są przystosowane do długiego obciążenia prądem znamionowym. Ładowanie auta trwa od kilku do nawet kilkunastu godzin. W tym czasie domowe gniazdko długotrwale obciążone jest prądem 16 A. Sytuacja taka prowadzi do nadmiernego nagrzewania się styków w gnieździe, co w dłuższej perspektywie może spowodować wzrost temperatury połączeń stykowych i w konsekwencji stopienie się plastikowych elementów gniazda. Z takiego stanu wiedzie prosta droga do zwarcia, uszkodzenia instalacji, czy w najgorszym przypadku, pożaru**.** Warto pamiętać, że w wielu krajach, w których rynek elektromobilności jest mocno rozwinięty, ubezpieczyciele nie wypłacają odszkodowań za pożary spowodowane ładowaniem samochodów z domowych gniazdek.

Stacje Ensto One Home są standardowo wyposażone w układ detekcji prądów upływowych stałych 6 mA DC

Aby zapobiec takiej sytuacji, warto zainwestować w sprawdzone i bezpieczne rozwiązania, wyposażając swój garaż w domowy punkt ładowania. Na fali popularności elektromobilności, coraz więcej producentów ma w swojej ofercie takie rozwiązania, jednak nic nie zastąpi doświadczenia budowanego od kilku lat i opartego na wiedzy czerpanej ze skandynawskiej praktyki. Takie doświadczenie posiada firma Ensto, która jako jedna z pierwszych firm, wprowadziła na polski rynek stacje ładowania samochodów elektrycznych. Dość powiedzieć, że nasza pierwsza stacja została uruchomiona w Poznaniu, w 2011 roku. Bazując na 10-letnim doświadczeniu, wszystkim rozważającym zakup ładowarki, doradzamy wybór domowej stacji ładowania z rodziny Ensto One Home wykonanej z solidnych i trwałych materiałów, z zamontowanym kablem i wtyczką do ładowania – taki wariant eliminuje konieczność każdorazowego wyciągania kabla z bagażnika. Jednym z priorytetów Ensto jest bezpieczeństwo użytkowników, dlatego oferujemy wyłącznie urządzenia zaprojektowane i wyprodukowane przy spełnieniu najbardziej rygorystycznych europejskich norm.

Stacje Ensto One Home są standardowo wyposażone w układ detekcji prądów upływowych stałych 6mA DC. Jeżeli w rozdzielnicy klienta nie ma miejsca na instalację dodatkowych zabezpieczeń stacji ładowania, proponujemy wariant z wbudowanym wyłącznikiem różnicowoprądowym z członem nadmiarowym. Ponadto wybierając urządzenie z tej serii otrzymujemy dostęp do aplikacji mobilnej Ensto Charger Control umożliwiającej ustawienie maksymalnej wartości prądu ładowania, a także podgląd przebiegu ładowania w czasie rzeczywistym. Jeśli mieszkamy w apartamentowcu, a nasza stacja jest zainstalowana we współdzielonym garażu, aplikacja daje nam możliwość ustawienia autoryzowanego ładowania (przy użyciu karty RFID/NFC). W tym wypadku nikt poza nami nie będzie miał możliwości uruchomienia procesu ładowania z naszej stacji.

ENSTO

Mirosław Marciniak
Ensto Building System
tel. 605 2822 233
miroslaw.marciniak@ensto.com
www.ensto.com

Tomasz Łukaszewski

Baterie „made in Poland" napędzają europejską elektromobilność

Od wielu lat dominującą branżą polskiej gospodarki jest sektor „automotive", który znacząco wpływa zarówno na krajowe PKB, eksport, jak i zatrudnienie w przemyśle. Obecnie duży wpływ na rozwój tego sektora mają producenci baterii do pojazdów elektrycznych. Obszar ten dynamicznie się rozwija, dzięki czemu Polska stała się liderem w ich produkcji i wyprzedza na tym polu Niemcy oraz Węgry. Elektromobilność została wpisana także w Program Zrównoważonego Rozwoju realizowanego przez polski rząd, co pośrednio przyczyniło się do tego, że Polska chętniej wybierana jest jako miejsce lokowania inwestycji w tym zakresie. Zakładów, produkujących baterie litowo-jonowe oraz komponenty do ich wytwarzania, co roku w naszym kraju przybywa.

Jak podkreśla w rozmowie z „elektro.info" Maciej Mazur, prezes Polskiego Stowarzyszenia Paliw Alternatywnych: „Temat baterii litowo-jonowych powinniśmy rozpocząć od tego największego podmiotu, jakim jest LG Energy Solution, który już teraz jest największym, i będzie nim dalej, zakładem produkcyjnym na świecie. On się przyczynia do tego, że baterie litowo-jonowe są towarem eksportowym numer jeden w Polsce" [1].

W 2021 roku LG Energy Solution obchodził piąte urodziny działalności w Polsce. Zakład jest największym w Europie oraz wiodącym na świecie producentem baterii litowo-jonowych do aut elektrycznych. Wrocławska fabryka wytwarza obecnie baterie dla takich producentów marek samochodów, jak: Jaguar Land Rover, Audi, Porsche, BMW czy grupa Volkswagen, a w przyszłości ma już zakontraktowane znaczne ilości dla większości producentów aut w Europie. Do producentów dostarczane są baterie o wysokiej pojemności m.in. 55 kWh, 62 kWh oraz 88 kWh. Te ostatnie pozwalają na przejechanie 510 km.

Koreański koncern LG Chem – spółka matka LG Energy Solution – rozpoczął prace nad rozwojem baterii dla przemysłu motoryzacyjnego jeszcze w 2000 roku. Niecałe 10 lat później dostarczył jako pierwszy na świecie tego typu akumulatory spółce Hyundai Motors oraz został wyłącznym dostawcą baterii dla General Motors. Jeszcze w 2009 r. firma rozpoczęła budowę fabryki baterii w koreańskim Ochang, rok później w amerykańskim Michigan, zaś w 2015 r. powstał bliźniaczy zakład w chińskim Nanjing. Polski zakład, jako czwarty stworzony przez LG Chem w globalnym systemie dostaw baterii elektrycznych dla branży motoryzacyjnej, jest pierwszym zlokalizowanym przez koreański koncern na terenie Europy. Jego budowę zaczęto w 2016 r., wówczas jeszcze pod nazwą LG Chem Wrocław. To obecnie kilkadziesiąt linii produkcyjnych umiejscowionych na stu hektarach powierzchni stworzonych za ponad 3 mld euro. Pracę w zakładzie znalazło 9,5 tys. osób. Firma uruchomiła całkowicie zintegrowany system produkcyjny, obejmujący wytwarzanie wszystkich komponentów: elektrod do ogniw, modułów i kompletnych modułów zasilających. Zakład produkuje ponad 100 tys. baterii rocznie, wyłącznie do samochodów elektrycznych o wysokiej wydajności, a cała „czwórka" jest zdolna do produkcji min. 280 tys. baterii o wysokiej wydajności do samochodów elektrycznych rocznie.

Warto też zwrócić uwagę na fakt, że inwestycja LG Chem przyciągnęła do Polski także jego dostawców. Produkcję w pobliżu wrocławskiej fabryki umiejscowiły firmy: Starion, LS Cable, Guotai-Huarong oraz Nara Battery Engineering.

Starion jest producentem plastikowych obudów do baterii przeznaczonych do pojazdów elektrycznych. Koreańska LS Cable & System w Dzierżeniowie na terenie WSSE Invest-Park produkuje podzespoły elektroniczne do akumulatorów pojazdów elektrycznych, a także do klasycznych samochodów dostarczając je producentom samochodów oraz producentom akumulatorów. Jest to pierwsza baza produkcyjna w Europie jakiegokolwiek koreańskiego producenta przewodów. Inna koreańska firma Nara Battery Engineering prowadząca działalność na terenie Wrocław-Kobierzyce TSSE Euro-Park WISŁOSAN, działająca w przeważającej mierze w sektorze motoryzacyjnym i elektronicznym, w swoim polskim zakładzie produkuje elementy plastikowe przeznaczone głównie na potrzeby fabryki baterii do samochodów elektrycznych LG Energy Solution. Natomiast Guotai-Huarong Poland w swoich zakładach w Godzikowicach (gmina Oława) kończy budowę fabryki o mocach produkcyjnych na poziomie 40 tys. ton elektrolitów rocznie.

Przykład baterii stosowanej w pojazdach elektrycznych fot. JT

Przykład silnika hybrydowego w samochodzie osobowym fot. arch.

Wrocławska fabryka wytwarza obecnie baterie dla takich producentów marek samochodów, jak: Jaguar Land Rover, Audi, Porsche, BMW czy grupa Volkswagen, a w przyszłości ma już zakontraktowane znaczne ilości dla większości producentów aut w Europie fot. arch.

LG Energy Solution nie był jednak pierwszym zakładem, który w Polsce zajmował się produkcją baterii do „elektryków". Od ponad 20 lat na naszym rynku działa bowiem firma Johnson Matthey Battery Systems. Istniejący od 1999 r. gliwicki zakład firmy pierwotnie należał do spółki MAZ, której właścicielem była szwajcarska grupa Ristma. Wraz z przejęciem Ristmy przez Axeon w 2007 r. firma postanowiła rozszerzyć swoją produkcję w Gliwicach, przenosząc jednocześnie laboratoria z Niemiec i Szwajcarii. W 2012 roku Axeon został przejęty przez brytyjski Johnoson Matthey Group, specjalizujący się w produkcji zaawansowanych materiałów chemicznych, działającą na rynku globalnym od ponad 200 lat.

Obecnie firma projektuje i wytwarza zaawansowane systemy zasilania w postaci baterii o różnej mocy. Baterie o mniejszej objętości znajdują swoje zastosowanie w elektronarzędziach użytku domowego i profesjonalnego, urządzeniach medycznych oraz rowerach elektrycznych. Natomiast większe objętościowo baterie przeznaczone są dla prężnie rozwijającej się gałęzi elektromobilności. Zakład produkuje blisko 2,8 mln zestawów wszystkich typów baterii litowo-jonowych, przetwarzając ponad 50 mln ogniw rocznie, współpracując z dominującymi producentami. Firma ma rozbudowany dział R&D – rozwija własne, innowacyjne produkty, które znajdują zastosowanie w wielu aplikacjach.

Kolejnym zakładem, który rozpoczął w 2010 roku wytwarzanie baterii jonowo-litowych, jest BMZ Poland. Fabryka jest częścią BMZ the Innovation Group, wiodącego na globalnym rynku dostawcy inteligentnych systemów zasilania oraz magazynowania energii w oparciu o technologię litowo-jonową. Oddział BMZ Poland produkuje baterie dla autobusów, skuterów i rowerów elektrycznych a także do elektronarzędzi i pojazdów użytkowych. W ostatnim czasie firma koncentruje się także na rozwoju magazynów energii.

Nie tylko dostawcy branży motoryzacyjnej stawiają na Polskę, lokalizując w naszym kraju swoje zakłady produkcyjne. W 2020 roku w Jaworzu (Wałbrzyska Specjalna Strefa Ekonomiczna) ruszył ośrodek produkujący akumulatory do pojazdów elektrycznych należący do Daimlera (Mercedes-Benz Cars). Zakład ma produkować rocznie ok. 100 tys. sztuk baterii o wysokiej wydajności.

To kolejna inwestycja w elektromobilność w wałbrzyskiej strefie. Na realizację projektów związanych z elektrycznymi napędami zdecydowały się tam także między innymi firmy: wspomniane wcześniej LS EV, Umicore oraz Capchem, który w miejscowości Śrem (Wielkopolskie) adaptuje do własnych celów produkcyjnych obiekty zakupione od niemieckiego potentata chemicznego firmy BASF. Chiński Capchem, który powstał 25 lat temu w miejscowości Shenzhen, jest światowym liderem w wytwarzaniu elektronicznych produktów chemicznych i jednym z wiodących dostawców branży elektromobilnej. Jak podaje producent „baterie litowo-jonowe z elektrolitem produkowanym przez Capchem można znaleźć w takich urządzeniach, jak np. telefony komórkowe i komputery Apple, elektronarzędzia Bosch, samochody elektryczne Porsche i Tesli, aparaty słuchowe Varta czy rozruszniki serca marki Meditronic". W nowym polskim zakładzie produkowanych ma być 40 tys. ton elektrolitu rocznie (we wszystkich pięciu fabrykach Capchem w Chinach w ciągu roku wytwarza się łącznie 170 tys. ton) przeznaczonego do baterii litowo-jonowych wykorzystywanych w pojazdach elektrycznych i hybrydowych. Produkt trafi przede wszystkim do firm: LG Chem, szwedzkiego Northvolt (firma specjalizująca się w technologii akumulatorów litowo-jonowych do pojazdów elektrycznych), Tesla oraz innych producentów baterii. Uruchomienie zakładu planowane jest w drugiej połowie 2022 roku.

W 2020 roku w Radzikowicach pod Nysą (Wałbrzyska SSE) budowę fabryki materiałów katodowych, wchodzących w skład baterii litowo-jonowych stosowanych w pojazdach elektrycznych, rozpoczęła belgijska firma Umicore – działająca globalnie w branży technologii materiałowej i recyklingu. Będzie to pierwszy w Europie zakład tej firmy zajmujący się produkcją materiałów katodowych wykorzystywanych w branży elektromobilności.

To nie ostatnia inwestycja planowana i realizowana w zakresie elektromobilności na terenie Polski. W listopadzie 2021 roku w Stalowej Woli zapowiedziano budowę fabryki koreańskiej firmy SK Nexilis, która jest czołowym producentem folii miedzianej, kluczowego materiału do produkcji wyświetlaczy i rozwiązań użytych w akumulatorach EV na świecie, a w grudniu tegoż roku ujawniono zainteresowanie budową gigafabryki w Polsce chińskiego producenta baterii do „elektryków" firmy CATL. Brane pod uwagę są lokalizacje w Gorzowie Wielkopolskim, Jaworzu lub Stalowej Woli. Decyzja o inwestycji, która może sięgnąć nawet 2 mld euro, jeszcze nie zapadła.

Polska obecnie jest największym eksporterem baterii samochodowych w Unii Europejskiej. W 2020 roku jego wartość wyniosła blisko 4 mld euro i w stosunku do 2019 roku została podwojona (2 mld euro). Stanowi to 1,7% wartości całego polskiego eksportu.

literatura do artykułu na elektro.info.pl

dr hab. inż. Paweł Piotrowski, prof. uczelni – Politechnika Warszawska, Wydział Elektryczny
inż. Kamila Nita – Politechnika Warszawska, Wydział Elektryczny, studentka kierunku Elektromobilność

Analiza rozwoju liczby punktów ładowania pojazdów elektrycznych w Polsce

oraz w wybranych krajach

Jednym z kluczowych elementów infrastruktury, sprzyjającym rozwoju elektromobilności, jest właściwa liczba punktów ładowania pojazdów elektrycznych. Relatywnie mały zasięg pojazdów elektrycznych w powiązaniu ze zbyt małą liczbą punktów ładowania (szczególnie typu szybkiego) stanowi potencjalnie czynnik hamujący rozwój elektromobilności. Deficyt liczby punktów ładowania dotyczy najbardziej tras szybkiego ruchu pomiędzy aglomeracjami miejskimi.

Rozwój elektromobilności w Polsce to fakt. Dynamika przyrostów liczby punktów ładowania pojazdów elektrycznych jak również dynamika sprzedaży pojazdów elektrycznych jest duża. Oczywiście w liczbach bezwzględnych pojazdów elektrycznych jest jeszcze w Polsce bardzo mało. W Polsce w ogólnej liczbie rejestrowanych pojazdów udział pojazdów EV (ang. Electric Vehicle) wzrósł z 0,3% do 0,7%. Liczba sprzedawanych w 2021 nowych pojazdów EV jest więc bardzo mała natomiast roczny wzrost sprzedaży jest bardzo duży. Liczba punktów ładowania w Polsce to tylko 3600 na koniec 2021 roku. Unia Europejska jako cel stawia sobie budowę 1 miliona punktów ładowania do roku 2025.

Warto zwrócić uwagę, że w Polsce oferta pojazdów EV producentów samochodów jest coraz bogatsza. Na krajowym rynku mamy obecnie dostępnych aż 190 modeli samochodów elektrycznych EV – pojazdy BHEV (ang. *battery electric vehicles*) to 78 modeli, natomiast pojazdy PHEV (ang. *plug-in hybrid electric vehicles*) to 112 modeli. W roku 2020 modeli pojazdów EV było w ofercie 101, natomiast w roku 2019 modeli w ofercie było tylko 46. Szacuje się, że w 2023 roku modeli EV będzie dostępnych aż 500. W Unii Europejskiej udział pojazdów EV w ogólnej liczbie rejestrowanych nowych pojazdów w roku 2021 wynosił 7,5% w stosunku do 3,5% w roku 2020. Średnia unijna jest więc 10 krotnie większa niż w Polsce.

W Polsce – zgodnie z Planem [1] przyjętym przez rząd 16 marca 2017 roku – rozwój elektromobilności następuje w trzech fazach, które będzie różnicował stopień dojrzałości rynku oraz niezbędne zaangażowanie państwa. Warto podkreślić, że opublikowana we wrześniu 2019 roku „Strategia Zrównoważonego Rozwoju Transportu do 2030 roku" zakłada istotne zmiany korygujące plany rozwoju elektromobilności w Polsce – liczba 1 mln pojazdów EV uznana została za nierealną. Strategia zakłada, że do 2030 roku liczba pojazdów elektrycznych typu BEV oraz pojazdów z napędem hybrydowym wszystkich typów (PHEV oraz klasyczne hybrydy) wyniesie łącznie około 600 tysięcy sztuk [2]. Warto dodać, że na koniec roku 2021 roku w Polsce liczba eksploatowanych pojazdów z napędem hybrydowym wszystkich typów wynosiła około 313 tys. Liczba ta jest zatem jeszcze bardzo odległa od spodziewanej na rok 2030.

Na koniec 2021 w Polsce liczba eksploatowanych pojazdów BEV wynosiła 17145, natomiast pojazdów typu PHEV 18077, co daje łącznie 35222 pojazdów z napędem elektrycznym typu EV. Łączna liczba elektrycznych pojazdów ciężarowych i dostawczych wynosi obecnie 1541 sztuk, a autobusów elektrycznych 639 sztuk. [5]

Według danych GUS, w Polsce zarejestrowanych jest blisko 29 milionów pojazdów z różnym napędem. To oznacza, że mimo dynamicznego wzrostu liczby zarejestrowanych pojazdów elektrycznych ich udział w Polsce jest wciąż bardzo mały i wynosi obecnie niecałe 12 promili.

Wraz ze wzrostem liczby pojazdów, rozbudowuje się także ogólnodostępna infrastruktura ładowania. Pod koniec 2021 roku w Polsce działały 1813 stacje ładowania pojazdów elektrycznych (3544 punktów). Około 30% z nich stanowiły szybkie stacje ładowania prądem stałym (DC), natomiast 70% stanowiły wolne ładowarki prądu przemiennego (AC) o mocy mniejszej lub równej 22 kW.

Warto jednak dodać, że zgodnie z danymi od Polskiego Stowarzyszenia Paliw Alternatywnych aż 80% ładowań pojazdów elektrycznych odbywa się ładowarką w gospodarstwie domowym. Wynika to zapewne z wygody i niskiej ceny za energię elektryczną w stosunku do stacji ładowania komercyjnych, szczególnie tzw. szybkich stacji ładowania [4].

Charakterystyka stacji ładowania pojazdów elektrycznych

Stacje ładowania w Polsce można podzielić na dwa główne rodzaje: stacje ładowania stałym prądem (DC) o mocy ładowania powyżej 22 kW oraz stacje ładowania prądem przemiennym (AC), są to stacje wolniejsze o mocy mniejszej lub równej 22 kW.

Można również dokonać podziału stacji ładowania ze względu na ich budowę oraz zastosowanie. Najbardziej rozpoznawalny typ stacji to stacja dla samochodów osobowych, którą można zobaczyć na wielu parkingach lub stacjach benzynowych poza ogólnym wyglądem zewnętrznym różni je liczba punktów ładowania ich typ i przede wszystkim dostawca usługi. Należy też pamiętać, że istnieje szereg innych typów stacji. Do nich możemy zaliczyć stacje ładowania pantografowego, które służą do ładowania w głównej mierze autobusów elektrycznych. Takie stacje posiadają większą moc ładowania, nawet na poziomie 400 kW. Takie ładowarki możemy znaleźć między innymi w Wilanowie w Warszawie [6]. Większą mocą charakteryzują się również stacje ładowania przeznaczone dla pojazdów ciężarowych i samochodów dostawczych.

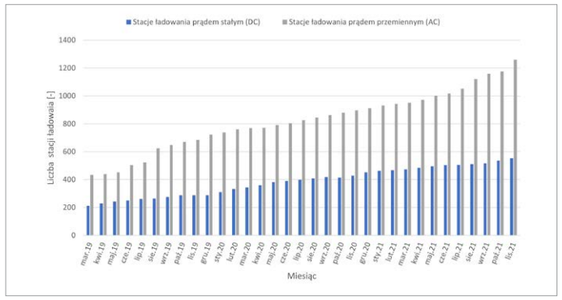
Na **fotografii 1.** przedstawiono stację ładowania szybkiego z dwoma punktami ładowania. Stacja znajduje się na warszawskim Mokotowie przy ulicy Wołoskiej 22A. Jest to stacja należąca do BMW Group, która współpracuje z firmą GreenWay oraz posługuje się jej cennikiem opłat za ładowanie. Pierwszy punkt ładowania posiada złącze CCS o mocy 50 kW, a drugi punkt ładowania ma złącze Typu 2 o mocy 22 kW.

STRESZCZENIE

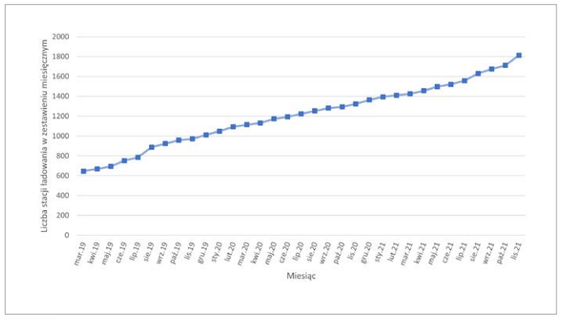
W artykule przedstawiono analizę rozwoju liczby punktów ładowania pojazdów elektrycznych w Polsce oraz wybranych krajach. Sformułowano wnioski końcowe z wykonanych analiz statystycznych.

Słowa kluczowe: elektromobilność, pojazd elektryczny, stacja ładowania, punkt ładowania, analiza statystyczna, EV.

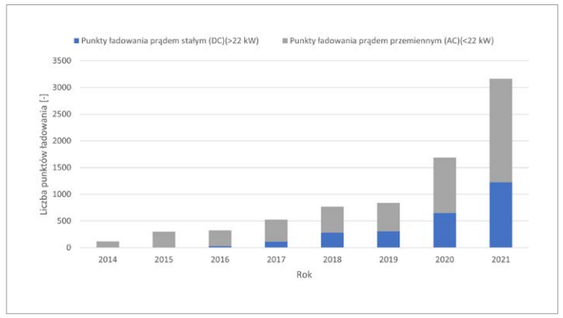
Fot. 1. Dwupunktowa stacja ładowania szybkiego firmy BMW Group znajdująca się w Warszawie na Mokotowie fot. K. Nita



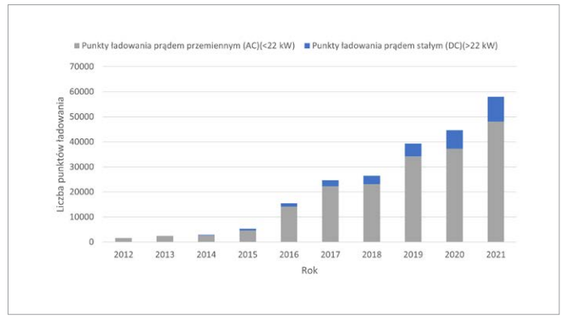
Rys. 1. Liczba stacji ładowania podzielona na stacje DC i AC w Polsce w zestawieniu miesięcznym od marca 2019 roku do listopada 2021 roku. Opracowanie własne – źródło [5]



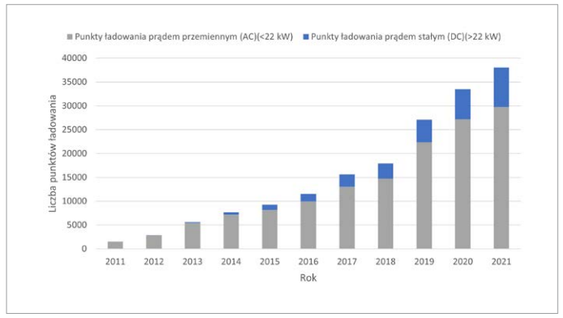
Rys. 2. Sumaryczna liczba stacji ładowania w Polsce w zestawieniu miesięcznym od marca 2019 do listopada 2021 roku. Opracowanie własne – źródło [5]



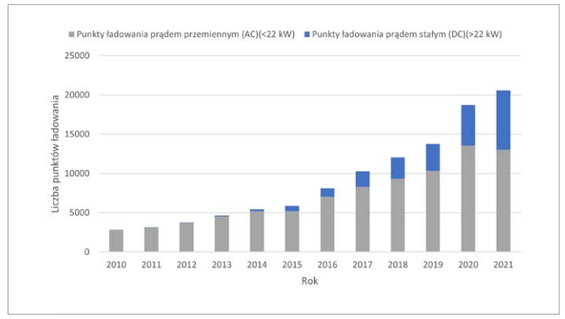
Rys. 3. Sumaryczna liczba punktów ładowania z przedstawioną strukturą punktów ładowania w Polsce. Opracowanie własne – źródło [7]



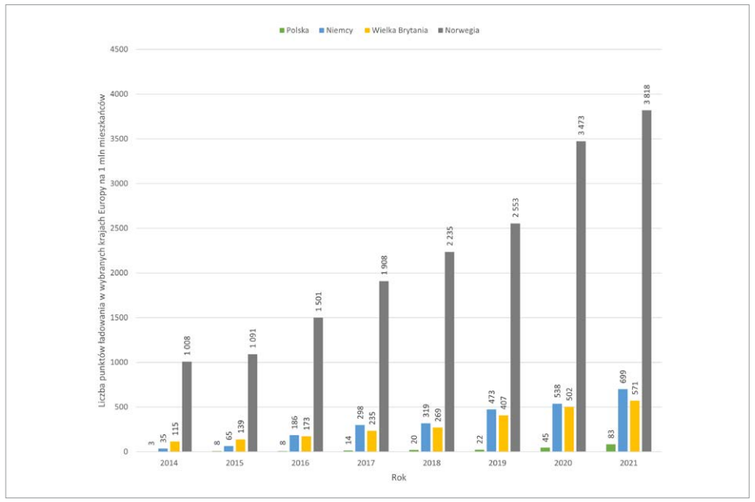
Rys. 4. Sumaryczna liczba punktów ładowania z przedstawioną strukturą punktów ładowania w Niemczech. Opracowanie własne – źródło [7]



Rys. 5 Sumaryczna liczba punktów ładowania z ukazaną strukturą punktów ładowania w Wielkiej Brytanii. Opracowanie własne – źródło [7]



Rys. 6. Sumaryczna liczba punktów ładowania z przedstawioną strukturą punktów ładowania w Norwegii. Opracowanie własne – źródło [7]



Rys. 7. Liczba punktów ładowania w wybranych krajach Europy przypadająca na milion mieszkańców danego państwa. Opracowanie własne – źródło [7]

Analiza statystyczna rozwoju liczby punktów ładowania

W Polsce zdecydowaną większość stacji ładowania stanowią stacje ładowania prądem przemiennym (AC), bo aż 70% wszystkich stacji ładowania. W końcówce 2021 roku liczba stacji ładowania prądem stałym (DC) była o ponad połowę mniejszą niż liczba stacji wolnego ładowania. Należy też podkreślić, że od początku analizowanego okresu (marzec 2019 roku) ogólna liczba stacji ma trend wzrostowy, co pozwala przewidywać dalszy rozwój sektora elektromobilności w Polsce.

Na **rysunku 1.** pokazano zmianę liczby stacji ładowania w poszczególnych miesiącach od marca 2019 roku do listopada 2021 roku.

Na pojedynczą stację ładowania w Polsce średnio przypadają dwa punkty ładowania. Punkty ładowania są podzielone na poszczególne typy. Najczęściej występującym typem jest Typ 1 i 2, który stanowi obecnie 69% wszystkich publicznych punktów ładowania. W dalszej kolejności już ze znacznie mniejszymi udziałami występują typy CCS, który stanowił w 2021 roku 14% udziałów punktów ładowania i CHAdeMO, który posiada o jeden punkt procentowy mniejsze udziały niż CSS (13%). Ostatnim najmniej popularnym złączem ładowania jest typ przeznaczony dla aut elektrycznych pochodzących od koncernu Tesla i stanowi obecnie 4% wszystkich publicznych punktów ładowania.

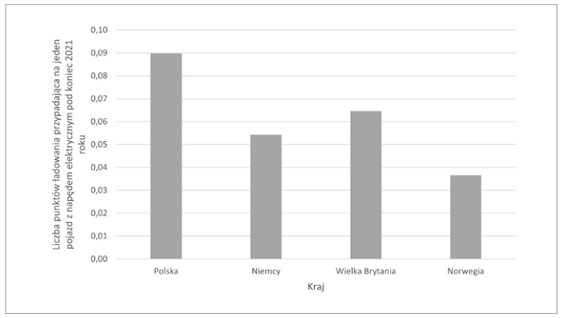
Rysunek 2. przedstawia zmianę skumulowanej liczby stacji ładowania w okresie od marca 2019 roku do listopada 2021 roku.

Infrastruktura stacji ładowania w Polsce jest nadal bardzo uboga, ale należy pamiętać, że Polska jest na początkowej drodze rozwoju elektromobilności. Polska infrastruktura w porównaniu do infrastruktury w innych europejskich krajach, między innymi do naszych zachodnich sąsiadów Niemiec, które na koniec 2021 posiadają prawie 60 tys., wypada nie najlepiej. Należy dodać, że oba kraje mają zbliżoną powierzchnię. O prawie 20 tys. mniej punktów ładowania niż Niemcy posiada Wielka Brytania, która pod koniec 2021 miała ich lekko ponad 380 tys. Pod względem infrastruktury dobrze rozwija się również Norwegia, która z analizowanych krajów, jako pierwsza rozpoczęła jej budowę w 2010 roku. Obecnie pod koniec 2021 roku posiada ponad 20 tys. punktów ładowania.

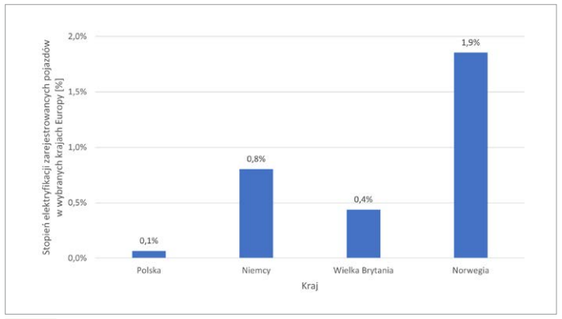
Zdecydowanie we wszystkich analizowanych krajach przeważają punkty ładowania prądem przemiennym (AC), jest to związane z prostszą budową tych punktów ładowania w porównaniu do punktów ładowania prądem stałym (DC). Struktura punktów AC i DC w poszczególnych krajach są od siebie różne. Na koniec roku 2021 najlepszym procentem liczby punktów szybkiego ładowania w ogólnej liczbie punktów może pochwalić się Polska i Norwegia. W obu przypadkach stacje punkty szybkiego ładowania stanowią ponad 30% wszystkich punktów. Zdecydowanie gorszą strukturę infrastruktury mają Niemcy i Wielka Brytania. W obu tych państwach punkty wolnego ładowania (AC) stanowią znacznie większą część infrastruktury. W przypadku Niemiec aż 83% punktów ładowania stanowią punkty ładowania prądem przemiennym (AC). W Wielkiej Brytanii struktura punktów ładowania wynosi: 78% punktów ładowania prądem przemiennym i 22% punktów ładowania prądem stałym (DC).

We wszystkich analizowanych krajach tendencja wzrostowa wygląda podobnie i różni się stopniem zaawansowania zbudowanej infrastruktury. Analizując wieloletni trend, można przewidywać dalszy rozwój infrastruktury w tych krajach jak również na całym świecie.

Na **rysunkach 3., 4., 5.** oraz **6.** przedstawiono strukturę oraz liczbę punktów ładowania



Rys. 8. Liczba punktów ładowania przypadająca na jeden pojazd elektryczny w wybranych krajach Europy. Opracowanie własne – źródła [5, 7]



Rys. 9. Stopień elektryfikacji zarejestrowanych pojazdów w wybranych krajach Europy (dane na koniec roku 2020). Opracowanie własne – źródło [8, 9, 10, 11]

kolejno w Polsce, Niemczech, Wielkiej Brytanii i Norwegii w zestawieniu rocznym.

Zgodnie z **rysunkiem 7.**, największą liczbę punktów ładowania przypadającą na jeden milion mieszkańców posiada Norwegia, licząca 5,4 mln obywateli [7]. Wzrost liczby punktów ładowania przypadającą na milion mieszkańców na podobnym poziomie w przeciągu kilku lat odnotowano również w Niemczech (83 mln mieszkańców [7]) oraz Wielkiej Brytanii (66,6 mln mieszkańców [7]). Polska (38mln mieszkańców) w tej statystyce cechuje się zdecydowanie najmniejszą wartością współczynnika, w porównaniu do pozostałych trzech krajów.

Na **rysunku 8.** została przedstawiona liczba punktów ładowania przypadająca na jeden pojazd z napędem elektrycznym (BEV i PHEV) dla czterech krajów europejskich na koniec 2020 roku. W Polsce na jeden pojazd elektryczny przypada 0,09 punktów ładowania, czyli najwięcej w porównaniu do pozostałych trzech analizowanych krajów. Należy jednak pamiętać, że wartość tego współczynnika w przypadku Polski to złudny efekt małej skali zjawiska elektromobilności – mała liczba punktów ładowania (około 3600 punktów ładowania) i bardzo mała liczba pojazdów z napędem elektrycznym (BEV i PHEV), która pod koniec 2021 roku wynosiła ponad 35 tys. pojazdów. Można by pokusić się o stwierdzenie, że obecnie w Polsce liczba punktów ładowania jest nieco przewymiarowana w stosunku do bardzo małej liczby pojazdów elektrycznych. Rozwój elektromobilności w aspekcie liczby punktów ładowania jest szybszy niż w aspekcie liczby pojazdów elektrycznych.

W analizowanych czterech państwach stopień elektryfikacji jest różnorodny **(rys. 9.).** Najmniejszy procentowy udział samochodów elektrycznych w 2020 roku miała Polska – 0,1%. Według danych EAFO.com w 2020 roku w Wielkiej Brytanii zarejestrowano ponad 40 mln, w tym pojazdów z napędem elektrycznym zarejestrowano 170 tys. co pozwoliło osiągnąć stopień elektryfikacji na poziomie 0,4%. W Niemczech w 2020 roku było zarejestrowanych ponad 48 mln pojazdów, w tym liczba pojazdów z napędem elektrycznym wynosiła 380 tys. Co oznacza, że stopień elektryfikacji zarejestrowanych pojazdów wyniósł 0,8% i jest to wartość dwukrotnie wyższa niż odnotowana w Wielkiej Brytanii. Największy stopień elektryfikacji w 2020 roku osiągnęła Norwegia, w 2020 roku było zarejestrowane 6 mln pojazdów ogółem, w tym 100 tys. pojazdów z napędem elektrycznym (BEV i PHEV). Dzięki czemu stopień elektryfikacji w Norwegii wynosił 1,9%.

Współczynnik korelacji liniowej Pearsona	
Liczba punktów ładowania na 1 mln mieszkańców a średnia krajowa	Liczba pojazdów elektrycznych na 1 mln mieszkańców a średnia krajowa
0,7775	0,7842

Tab. 1. Współczynnik korelacji liniowej Pearsona dla poszczególnych serii danych. Opracowanie własne

Na **rysunku 10.** znajduje się wykres zależności liczby punktów ładowania przypadających na milion mieszkańców w stosunku do średniego rocznego wynagrodzenia ukazanego w 2020 roku. Średnie roczne zarobki zostały podane w euro.

Występuje dodatnia korelacja pomiędzy liczbą punktów ładowania przypadająca na jeden milion mieszkańców danego kraju oraz średnim rocznym wynagrodzeniem. Norwegia jest największym rynkiem pojazdów elektrycznych na świecie i zdecydowanie przoduje w statystykach dotyczących elektromobilności w porównaniu do innych analizowanych krajów. Obliczony współczynnik korelacji liniowej Pearsona dla zależności liczby punktów ładowania na 1 mln mieszkańców i średniego rocznego wynagrodzenia wyniósł 0,7775. Oznacza to, że pomiędzy tymi danymi występuje silna, istotna statystycznie dodatnia korelacja.

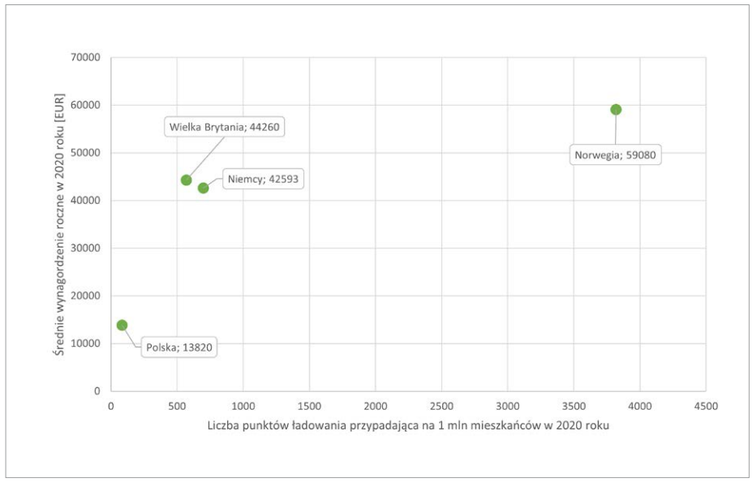
Wielka Brytania wśród omawianych krajów zajmowała drugie miejsce pod względem wielkości średnich rocznych zarobków w 2020 roku. Liczba punktów ładowania na milion mieszkańców wynosiła 570 punktów, przy średnim rocznym wynagrodzeniu wynoszącym 44260 euro. Nieznacznie lepiej pod względem rozwoju liczby punktów wypadły Niemcy. W Niemczech liczba punktów ładowania przypadająca na milion mieszkańców wynosiła niecałe 700 punktów, a średnie roczne wynagrodzenie wynosiło 42593 Euro. Oznacza to, że Niemcy mają bardziej rozwiniętą infrastrukturę punktów ładowania niż Wielka Brytania, mimo że to w Wielkiej Brytanii średnie roczne wynagrodzenie jest większe.

Najsłabiej w tych statystykach wypada Polska. Spośród wszystkich analizowanych krajów to właśnie Polska ma najmniejsze średnie roczne wynagrodzenie, które w 2020 roku wynosiło 13820 euro, a liczba punktów ładowania przypadająca na milion mieszkańców wynosi tylko 83 punkty.

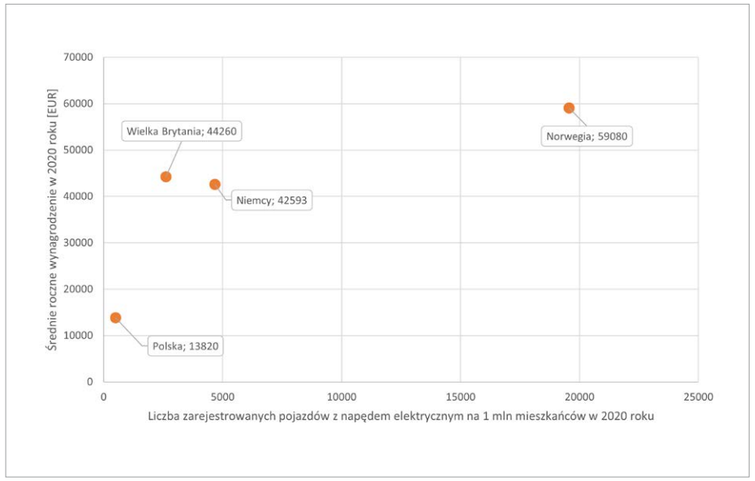
Rysunek 11. przedstawia wykres zależności liczby zarejestrowanych pojazdów z napędem elektrycznym na milion mieszkańców a średnim rocznym wynagrodzeniem w 2020 roku. Średnie roczne zarobki zostały podane w euro.

Istnieje silna dodatnia korelacja pomiędzy tymi dwiema danymi. Wynika to między in-

REKLAMA



Rys. 10. Zależność pomiędzy liczbą punktów ładowania przypadającą na milion mieszkańców w danym kraju a średnim rocznym wynagrodzeniem – dane z 2020 roku. Opracowanie własne – źródła [7, 12]



Rys. 11. Zależność pomiędzy liczbą zarejestrowanych pojazdów elektrycznych na milion mieszkańców a średnim rocznym wynagrodzeniem w 2020 roku. Opracowanie własne – źródła [7, 12]

nymi z cen pojazdów elektrycznych, które są droższe niż pojazdy z napędem spalinowym. W Niemczech w 2020 roku było zarejestrowanych prawie dwukrotnie więcej pojazdów BEV i PHEV przypadających milion mieszkańców niż w Wielkiej Brytanii. Ponownie najgorzej w całym zestawieniu wypadła Polska, dla której liczba pojazdów elektrycznych na milion obywateli w 2020 roku wynosiła niecałe 500 pojazdów. Nie ulega wątpliwości, że jednym z czynników takiej liczby jest stosunkowo niskie średnie roczne wynagrodzenie roczne. Obliczony współczynnik korelacji liniowej Pearsona wyniósł 0,7842, co oznacza silną, dodatnią korelację pomiędzy liczbą pojazdów elektrycznych przypadająca na jeden milion mieszkańców a średnim rocznym wynagrodzeniem.

W **tabeli 1.** zostały umieszczone obliczone wartości współczynnika korelacji liniowej dla następujących danych statystycznych: liczby punktów ładowania przypadającej na 1 milion mieszkańców danego kraju w 2020 roku i średniego rocznego wynagrodzenia w 2020 roku oraz liczby zarejestrowanych w 2020 roku pojazdów z napędem elektrycznych przypadającej na 1 milion mieszkańców w danym kraju i średniego rocznego wynagrodzenia w 2020 roku we wszystkich czterech analizowanych krajach: Polsce, Niemczech Wielkiej Brytanii i Norwegii.

ABSTRACT

The analysis of development of the number of electric vehicle charging point in Poland and selected countries

The article presents the analysis of development of the number of electric vehicle charging point in Poland and selected countries. The final conclusions have been formulated from executed statistical analysis.

Keywords: electromobility, electric vehicle, charging station, charging points, statistical analysis, EV.

Podsumowanie i wnioski końcowe

Przedstawione w artykule analizy rozwoju liczby punktów ładowania pojazdów elektrycznych zostały opracowane na podstawie dotychczasowej znanej dynamiki. W przyszłości dynamika ta może ulegać silnym zmianom niemożliwym do przewidzenia. Nie można na przykład wykluczyć, że na popularności zyskają także pojazdy elektryczne o napędzie wodorowym lub hybrydowym bateryjno-wodorowym [4]. Nieznaną pozostaje również cena paliw kopalnych, zmiany technologiczne oraz wpływ trendów politycznych na procesy gospodarcze [4].

Jak pokazują zgromadzone dane, liczba punktów ładowania rośnie dynamicznie na przestrzeni ostatnich lat. Zdecydowanie najlepiej pod względem sumarycznej liczby punktów ładowania pojazdów elektrycznych wypadają Niemcy, ale uwzględniając aspekty, nie tylko ilościowe, to Norwegia wydaje się liderem, posiadając mniejszą liczbę punktów ładowania, ale w zamian za to przypadającą na znacznie mniejszą liczbę mieszkańców. Prymat Norwegii w elektromobilności potwierdza również jej stopień elektryfikacji. W dobrym stopniu swoją infrastrukturę rozwinęła Wielka Brytania. W całym zestawieniu czterech analizowanych państw najsłabiej wypadła Polska. Głównym czynnikiem takiej sytuacji jest fakt, że elektromobilność w Polsce jest jeszcze stosunkowo nową gałęzią gospodarki. Należy też zwrócić uwagę, że z miesiąca na miesiąc liczba punktów ładowania w Polsce stale się zwiększa i można zakładać dalszy ich wzrost.

W kontynuacji artykułu zostanie przedstawiona wielowariantowa analiza średnioterminowych prognoz rozwoju liczby punktów ładowania w Polsce oraz wybranych krajach.

literatura do artykułu na elektro.info.pl

KABLE I OSPRZĘT KABLOWY

DO SZAF STEROWNICZYCH, ROZDZIELNI, STACJI ŁADOWANIA SAMOCHODÓW ELEKTRYCZNYCH

aste 1991–2021

- bezhalogenowe kable zasilające, sterownicze i do danych, do aplikacji o podwyższonych wymaganiach (odporność chemiczna, termiczna, kompaktowe wymiary)
- anteny i kable wysokiej częstotliwości
- kable chłodzone do ładowania aut elektrycznych (prąd ciągły 500 A, 1000V DC)
- systemy ochrony i rozprowadzania kabli (rury, koryta i oploty)
- opaski i uchwyty kablowe
- dławnice, przepusty kablowe
- identyfikacja kabli i urządzeń

produkty zgodne z wymogami:
ECE R118, EN45545, DNV.GL, ADR, CPR

dedykowane dla branż:
- energetyka konwencjonalna i energia odnawialna
- telekomunikacja i teleinformatyka
- pojazdy elektryczne i specjalne
- budowa statków
- pojazdy trakcyjne

kable chłodzone do ładowania aut elektrycznych (prąd ciągły 500 A, 1000V DC)

ASTE Sp. z o.o.
Kowale, ul. Magnacka 25, 80-180 Gdańsk
tel. 58 340 69 00, aste@aste.pl, www.aste.pl

Green Wallbox

Jak wybrać domową ładowarkę do samochodu elektrycznego?

Elektromobilność jest obecnie jeden z najszybciej rozwijających się rynków na świecie. Wiele państw oraz czołowych marek samochodów zapowiedziało już oficjalnie odejście od samochodów spalinowych na rzecz nowych paliw – czyli w głównej mierze pojazdów elektrycznych. Największą obawą każdego potencjalnego kupującego jest zasięg oraz czas ładowania samochodu. O ile w kwestii zasięgu potrzebujemy poczekać na nowe technologie produkcji baterii, które zwiększą ich pojemności i obniżą wagę, o tyle ładowanie jest już zależne od nas samych. Zmiana samochodu na BEV lub PHEV oznacza niemalże konieczność stworzenia własnej stacji – w domu.

Co potrzebujemy do ładowania domowego?

Prawie każdy ma w domu dostęp do prądu. Obecnie przeważnie na gospodarstwo domowe przypadają moce rzędu kilkunastu kilowatów, a zdecydowana większość posiada również instalacje 3-fazowe. Tak naprawdę – do stworzenia domowej stacji ładowania nie potrzebujemy często nic zmieniać. Wystarczy podłączyć Wallboxa lub mobilną ładowarkę do gniazda „siłowego" (no dobrze, jeżeli ktoś go nie ma – to musi je najpierw wykonać), a następnie podpiąć samochód – i gotowe! Większość pojazdów naładujemy w ten sposób od 6 do 8 godzin, a więc przeważnie tyle czasu, ile zajmuje nam sen. I mówimy tutaj o ładowaniu od pustej baterii do pełnej. Średnio przejeżdżając 50–100 km dziennie okaże się, że wystarczy ładować nasz pojazd co 3–4 dni i nigdy nie będziemy się martwić o brak baterii w podróży.

Czym jest Wallbox?

Przeglądając kiedyś różne fora znaleźliśmy określenie na wallboxa jako „fancy light switch", czyli nic innego jak „fajny włącznik światła". Taka jest prawda, ponieważ oficjalnie wallboxa oraz to, co nazywamy ładowarkami do samochodów elektrycznych, ładowarką nie powinno się nazywać. Ładowarka tak naprawdę jest wbudowana w samochód – i to ona zamienia prąd zmienny – czyli ten, który mamy w gniazdku, na prąd stały – czyli ten, który jest nam potrzebny do naładowania baterii. No dobrze, to w takim razie po co te wszystkie pseudoładowarki, wallboxy czy inne wymysły? Odpowiedź jest prosta – bezpieczeństwo. Każdy słyszał o przypadkach zapalania się telefonów w trakcie ładowania. Nie tak dawno głośno było o zakazie wchodzenia do samolotu z pewnym modelem telefonu jednego z największych producentów, a chwilę później z laptopem od konkurencyjnej firmy. A więc tak naprawdę – jest to taki „fajny włącznik", który jednak spełnia bardzo ważną funkcję w codziennym ładowaniu naszych samochodów.

Dlaczego nie zamienimy stacji tankowania na stację ładowania, tylko mamy „ładować się" w domu?

Oczywiście, pojawia się coraz więcej szybkich stacji ładowania, głównie w dużych miastach oraz przy drogach ekspresowych i autostradach. Pozwalają one na szybsze ładowanie naszych baterii (nawet do 350 kW!). Każdy, kto miał okazję obejrzeć wtyczkę na takiej stacji oraz wtyczkę w domowym wallboxie, zauważy niewielką różnicę – mianowicie, dwa dodatkowe złącza na dole. Na szybkich stacjach ładowania właśnie te 2 złącza są wykorzystywane do ładowania, omijając wspomnianą wcześniej ładowarkę wbudowaną przez producenta w samochodzie. A więc te stacje w rzeczywistości są ładowarkami, i aby były w stanie przetworzyć takie moce – zajmują znacznie więcej miejsca. Dlatego też nie ma możliwości, by każdy samochód był w nie wyposażony.

Szybko licząc możemy podzielić pojemność przeciętnej baterii w samochodzie 70 kW/350 kW, wychodzi nam kilkanaście minut ładowania i wszystko powinno być gotowe. Niestety, rzeczywistość jest nieco inna, ponieważ przeważnie jednak pod koniec ładowania moc spada – ma to na celu ochronę baterii. Podobną sytuację spotykamy obecnie w telefonach, które mają opcję szybkiego ładowania – możemy je naładować nawet w 20–30 minut, ale tylko do 80%, potem prędkość ładowania maleje. Dlatego też sporo kierowców samochodów EV ładuje się do 80%, a następnie rusza w podróż, ponieważ czekanie na naładowanie się do pełna zajmuje zbyt dużo czasu. Jadąc w dłuższą drogę samochodem elektrycznym lepiej zaplanować więcej postojów na ładowanie, ale zajmujących mniej czasu, aby efektywnie wykorzystać możliwości samochodu i infrastruktury ładowania.

Głównie ze względu na te problemy, ale również i przez wpływ szybkiego ładowania na kondycję baterii zaleca się, aby ładowanie na co dzień odbywało się w domu. Zresztą – czy to nie jest wygodne, żeby miesiącami nie wybierać się na stację benzynową? Czyż to nie jest duża oszczędność czasu?

Model	Mercedes GLE 350de	Volvo XC60 T6 AWD	Tesla Model 3	Mercedes-Benz EQC 400 4MATIC
Rodzaj	Hybryda Plug-In	Hybryda Plug-In	Elektryczny	Elektryczny
Maksymalna moc ładowania samochodu	7kW	3kW	11kW	11kW
Ładowanie	2-fazowe	1-fazowe	3-fazowe	3-fazowe
Czas ładowania z maksymalną mocą z prądu zmiennego	04:45h	03:30h	07:30h	08:00h

Tab. 1. Przykładowe moce i typy ładowania

Zasilanie jednofazowe		Zasilanie trójfazowe			
Prąd znamionowy zabezpieczenia przedlicznikowego	Maksymalna wielkość mocy przyłączeniowej	Prąd znamionowy zabezpieczenia przedlicznikowego	Maksymalna wielkość mocy przyłączeniowej	Prąd znamionowy zabezpieczenia przedlicznikowego	Maksymalna wielkość mocy przyłączeniowej
6 A	1,3 kW	**6 A**	3,9 kW	**40 A**	25,8 kW
10 A	2,1 kW	**10 A**	6,4 kW	**50 A**	32,2 kW
16 A	3,4 kW	**16 A**	10,3 kW	**63 A**	40,0 kW
20 A	4,3 kW	**20 A**	12,9 kW	**80 A**	51,5 kW
25 A	5,3 kW	**25 A**	16,1 kW	**100 A**	64,4 kW
32 A	6,8 kW	**32 A**	20,6 kW		
35 A	7,5 kW	**35 A**	22,5 kW		

Tab. 2. Uproszczone porównanie wielkości zabezpieczenia i mocy przyłączeniowej (przykłady)

Jak wybrać domową ładowarkę do samochodu elektrycznego?

Producenci samochodów elektrycznych osobowych wyposażają swoje auta w prostą przenośną elektryczną ładowarkę zasilaną z domowego gniazda prądem o napięciu znamionowym 230 V. Takie ładowarki mają moc 1,5–2,3 kV i pozwalają naładować większość hybryd plug-in w od 0 do 100% w czasie 8–10 godzin. Takie hybrydy przejeżdżają jednak na prądzie z akumulatora wysokiego napięcia 30–40 km. Producenci zakładają, zresztą dość słusznie, nie tylko, że taki zasięg zadowala większość użytkowników, ale także że wystarczy, by naładowali swoje auta między wieczornym powrotem do domu a ponownym wyjazdem do pracy.

Wydawać by się mogło, że ten sposób ładowania jest optymalny. Do tego można mieć wrażenie, że mała przenośna ładowarka spełnia wszelkie wymagania użytkowników i niczym nie ustępuje ładowarkom naściennym czy trójfazowym. Jak zwykle diabeł tkwi w szczegółach i nie wszystkie są widoczne gołym okiem.

Gniazda i domowe instalacje choć powinny, nie zawsze są dostosowane do takich obciążeń. Gniazdo jest renomowanego producenta, przewód odpowiednio gruby i na tablicy właściwy bezpiecznik. Często jednak jest to teoria. Nasze pierwsze osobiste doświadczenie z taką ładowarką to dwa spalone gniazda w garażu. Na szczęście tylko gniazda. Nie kabel lub… garaż.

Dlaczego tak się dzieje? Instalacje domowe są przygotowywane do obciążeń 10 lub 16 amperów (więcej o amperach w wallboxach niżej) i to absolutnie wystarcza do czajnika elektrycznego (najczęstsze porównanie, na rynku występują czajniki o mocy od około 1000 do 1900 W), kuchenki indukcyjne (ale już na jednej fazie wszystkich pól kuchenki równocześnie nie da się uruchomić) czy piekarniki. Powinny obsłużyć także ładowarkę. Tyle tylko, że żadnego z tych urządzeń nie próbujemy używać bez przerwy przez 8–10 godzin!

Drugi problem to jednak szybkość ładowania. Nawet jeżeli przeciętny kierowca hybrydy plug-in spędza w domu każdego dnia 8–10 godzin i starannie próbuje podładowywać auto w pracy, to jednak jest to często mniej niż większość dni i w rzeczywistości w pracy nie ma się gdzie podłączyć, a w domu bywamy krócej lub auto jest używane przez innych domowników, więc teoretyczne założenia trochę zaczynają odbiegać od praktyki. Auto jest niedoładowane i zapowiadane oszczędności przepadają. A co powiedzą właściciele elektryków? Ci nie mają już żadnych szans na naładowanie auta czymś takim.

Trzeci problem to zwykła wygoda. Ładowarki przenośne w codziennym użytkowaniu się nie sprawdzają. Ciągłe ich pakowanie i rozpakowywanie dla wielu użytkowników jest niezbyt dogodne i zwykle i tak kończą jako urzą-

	Green Wallbox 3,6 kW	Green Wallbox 7,4 kW	Green Wallbox 11 kW	Green Wallbox 22 kW
Maksymalna moc ładowarki	3,6 kW	7,4 kW	11 kW	22 kW
Amperaż ładowarki	16 A	32 A	16 A	32 A
Fazy	1-fazowa	1-fazowa	3-fazowa	3-fazowa

Tab. 3. Przykłady wielkości zabezpieczeń dla ładowarek o określonej mocy maksymalnej

	Green Wallbox 3,6 kW	Green Wallbox 7,4 kW	Green Wallbox 11 kW	Green Wallbox 22 kW
Minimalny przekrój kabla – miedzianego (Cu)	3x2,5 mm^2	3x6 mm^2	5x2,5 mm^2	5x6 mm^2
Minimalny przekrój kabla – aluminiowego (Al)	3x4 mm^2	3x10 mm^2	5x4 mm^2	5x10 mm^2

Tab. 4. Minimalne wymagania dotyczące rodzaju przewodów zasilających ładowarki (przykłady)

dzenia stacjonarne, podłączone do gniazda na stałe i używane wyłącznie w garażu. Zaniedbane i narażone na zniszczenie.

Wallboxy nie mają tych mankamentów. Urządzenia są przystosowane do pracy z większą mocą, jedno- lub trójfazowe, montowane na stałe, często wyposażone we własny kabel zasilający samochód. Korzystanie z nich to zupełnie inna jakość życia. Zapewniają bezpieczeństwo instalacji i użytkowników. Szybkość ładowania może wzrosnąć nawet 10-krotnie, co powoduje mniejsze problemy z planowaniem czasu jazdy i pozwala efektywnie korzystać z oszczędności oferowanej przez elektryki.

Wallboxy kosztują niemało, więc właściwy wybór to przede wszystkim oszczędność pieniędzy.

Pierwszą i najważniejszą rzeczą, którą należy brać pod uwagę, są możliwości naszego elektryka **(tab. 1.)**.

Samochody elektryczne potrafią ładować się bardzo szybko, gdy się je podłączy do ładowarek dużej mocy działających na prąd stały. Takie ładowarki są w zasadzie niedostępne dla gospodarstw domowych. Nie tylko z powodu ich ceny, ale przede wszystkim ze względów technicznych. W domach po prostu takiej mocy nie mamy.

Ładowanie samochodu prądem zmiennym (taki mamy w domu) odbywa się z „prędkością" 3,6–22 kW, przy czym większość obecnie dostępnych na rynku aut obsługuje moc około 11 kW. Najczęściej też ładowanie z mocą większą niż 3,6 kW wymaga użycia dwóch lub trzech faz. Producenci oferują wallboxy różnej mocy, nie zawsze jednak nasz elektryk ją wykorzysta **(tab. 2.)**.

Radzimy więc, by wybór zacząć od sprawdzenia możliwości samochodu. Niestety, producenci nie umieszczają tych informacji w reklamach, a i często pracownicy salonu nie są zorientowani, więc trzeba poszperać. W instrukcji samochodu powinna się znaleźć informacja, z jaką mocą i z ilu faz przyjmuje prąd ładowarka pokładowa.

Gdy ustalimy możliwości auta, należy sprawdzić, ile prądu może nam dać dom. W tym miejscu warto rozważyć kupno mocniejszej ładowarki niż potrzeby samochodu. Wallboxy to bardzo trwałe urządzenia, które mogą pracować bezawaryjnie latami, prawdopodobnie znacznie dłużej, niż lodówki czy pralki i można się spodziewać, że nasz wallbox przetrwa kilka zmian auta. Planowanie na wyrost ma więc sens, ale bez przesady.

Zasada jest taka, że nasze najmocniejsze urządzenie może pracować z mocą mniejszą o 1/4–1/3 od całkowitej mocy przyznanej dla domu. Można ją zobaczyć w umowie z dostawcą prądu (będzie określona w kW) albo sprawdzić, jaki jest główny bezpiecznik (ten, który znajduje się tuż „za licznikiem", przeważnie w skrzynce pomiarowej). Bezpieczniki są oznakowane w amperach. Najczęściej instalacje w domach jednorodzinnych mają zabezpieczenia 25, 33 lub 40 A. Kiedy już wiemy, jaką moc mamy zapewnioną dla budynku, sprawdzamy, jaka ładowarka znajdzie się „poniżej". Przypominam, że powinno być to o około 1/4–1/3 mniej niż główny bezpiecznik. Chodzi o to, by po uruchomieniu ładowania zostało jednak trochę prądu, choćby na obejrzenie meczu lub ulubionego serialu.

Ładowarki trójfazowe da się zainstalować niemal w każdym domu, nawet jeśli popularna „siła" nie jest w nim wykorzystywana. Zasilanie nowych budynków od wielu lat jest wykonywane w wariancie trójfazowym, a fazy równomiernie rozkładane są w instalacji wewnętrznej według spodziewanych obciążeń. W starszych budynkach, zwłaszcza tych sprzed lat 90., w których nie remontowano przyłączy, radzimy to jednak sprawdzić **(tab. 3.)**.

Przewód zasilający wallbox również musi być dopasowany do mocy urządzenia. Nie chodzi tu jednak tylko o jego ostatni odcinek, dostarczony z ładowarką, ale o cały przewód zasilający począwszy od przyłącza budynku, poprzez różne rozdzielnie i puszki, aż do samej ładowarki. Przewód źle dobrany (za cienki) będzie powodował większy opór i spadek napięcia oraz może się nadmiernie nagrzewać powodując zagrożenie pożarowe.

„Przepustowość" przewodu określana jest wg powierzchni przekroju w milimetrach kwadratowych (rośnie ona nieproporcjonalnie do wartości liczbowej wyrażającej tę wartość). Jest ona różna dla różnych materiałów. Najpopularniejsze są przewody miedziane i aluminiowe. Przyłącza do budynków, które najtrudniej podejrzeć, wykonywane są najczęściej z kabli miedzianych o przekroju 10 lub 16 mm^2 lub aluminiowych 25 mm^2 **(tab. 4.)**.

Przekroje należy zwiększyć, jeżeli od tablicy rozdzielczej do wallboxa będzie bardzo daleko, ale zakładam, że niewielu czytelników planuje założyć ładowarkę ponad 100 metrów od garażu.

Osobom, które słabiej radzą sobie z danymi w tabelach, sugerujemy skorzystanie z pomocy elektryka. Czasami przed zamontowaniem wallboxa konieczne są mniejsze lub większe przeróbki instalacji elektrycznej. Radzimy powierzyć ją fachowcom.

Nie jest to oczywiście obligatoryjne, ale najlepiej, by zasilanie do takiego urządzenia poprowadzić przewodem niedochodzącym do innych odbiorników, prowadzonym bezpośrednio z tablicy rozdzielczej, na której będzie zamontowany bezpiecznik tzw. „udarowy" typu B lub C. Stosowanie bezpiecznika różnicowoprądowego nie jest jednak konieczne, gdyż wallboxy mają wbudowane takie zabezpieczenie.

GREEN wallbox

Green Wallbox
tel. 500 675 768
kontakt@greenwallbox.pl
www.greenwallbox.pl

W naszej księgarni znajdziecie Państwo książki z dziedziny:

.e .i .b
elektrotechnika
instalacje
budownictwo

- budownictwa
- chłodnictwa
- ciepłownictwa i ogrzewnictwa
- gazownictwa
- instalacji sanitarnych
- ochrony środowiska
- wentylacji i klimatyzacji
- instalacji elektrycznych
- informatyki
- oraz programy, słowniki, poradniki

ksiegarniatechniczna.com.pl

Księgarnia Techniczna
Grupa MEDIUM
ul. Karczewska 18
04-112 Warszawa
tel.: 22 810 21 24
faks 22 810 27 42
e-mail: eib@ksiegarniatechniczna.com.pl
www.ksiegarniatechniczna.com.pl

Ładowanie EV w mojej firmie – dodatkowe przychody czy niepotrzebne obciążenie?

Nowe możliwości biznesowe w erze elektryfikacji transportu

Elektromobilność wkracza w nasze otoczenie z coraz większą siłą. Rynek pojazdów elektrycznych, a więc i infrastruktura ładowania, rozwijają się bardzo szybko. Polska ciągle pozostaje w tyle w porównaniu choćby do zachodnich sąsiadów, jednak prognozy wyraźnie pokazują, że jesteśmy w przededniu znacznego przyrostu. Zdynamizować rynek infrastruktury mają planowane dopłaty z Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej. To otwiera dla przedsiębiorstw niedostępne wcześniej możliwości biznesowe, co ma szansę pośrednio pozwolić na lepszy dostęp do infrastruktury ładowania dla kierowców prywatnych i flotowych.

E-mobility – nowe możliwości w biznesie

Komercyjne ładowanie pojazdów elektrycznych [EV], a więc sprzedaż energii elektrycznej kierowcom EV, nie jest już zarezerwowane wyłącznie dla przedsiębiorstw energetycznych. Regulacje wprowadzone przez Ustawę o Elektromobilności z 22 lutego 2018 niosą ze sobą parę kluczowych udogodnień w tym zakresie. Przede wszystkim, aby sprzedawać energię elektryczną przez ładowarki nie trzeba już starać się o koncesję, co otworzyło podmiotom niezwiązanym z energetyką nowy strumień przychodów. Zredukowano również wymogi budowlane, wg których niepubliczna stacja ładowania nie wymaga czasochłonnego uzyskania pozwolenia na budowę. Inwestycje można realizować w formule zgłoszenia powykonawczego. Kolejnym istotnym udogodnieniem, jest brak konieczności przeprowadzania odbioru przez Urząd Dozoru Technicznego przy stacjach, które nie są udostępnione publicznie. Wszystko to, w połączeniu z programem dopłat pozwalającym na pokrycie do 50% kosztów całej inwestycji (wraz z wykonaniem przyłącza mocy), daje solidne podstawy, aby dołączyć do wspierania rozwoju zielonego transportu na polskich ulicach. Warto zauważyć, że uchwała faworyzuje stacje ładowania oparte na ładowarkach DC, a 50% dofinansowania można uzyskać powyżej 150 kW. Na dzień 29 października 2021 r. Komisja Europejska zgodziła się na wdrożenie polskiego programu pomocowego w tym obszarze, a Rada Nadzorcza Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej zaakceptowała program priorytetowy.

Rys. 1. Wizualizacja systemu modułowej rozbudowy

Przesłanki, które warunkują podjęcie decyzji o inwestycji w stację ładowania mogą być zróżnicowane. Coraz częściej potrzeby wdrożenia takiej stacji pojawiają się u przedsiębiorstw, które chcą umożliwić ładowanie pojazdu swoim klientom, pracownikom lub po prostu obsługiwać swoją rosnącą flotę „elektryków". Nie brakuje też takich, które przy tej okazji chcą również traktować taką stację jako źródło przychodu, nie zużywając jednak na to cennych zasobów. W zależności od prowadzonego biznesu, stacja ładowania może nie tylko zapewnić korzyści finansowe, ale również przyciągnąć nowych klientów. Kierowcy EV naturalnie wybierają swoich usługodawców wg. możliwości ładowania samochodu.

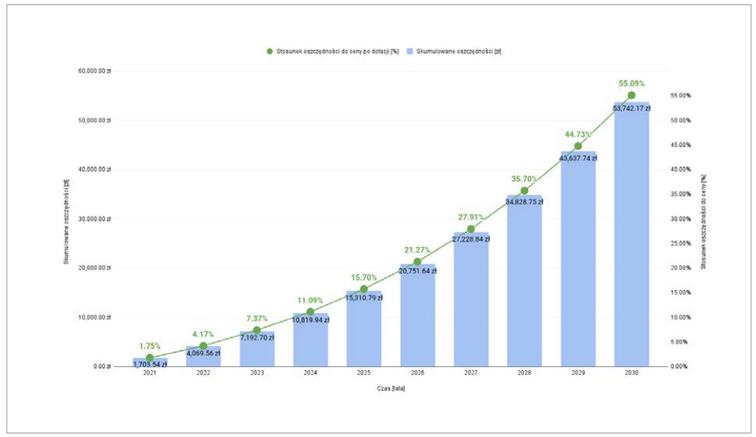
Stacja ładowania w mojej firmie – jak ją wybrać?

Ważnym jest, aby na początku wybrać właściwe rozwiązanie dostosowane do warunków panujących przy konkretnym wdrożeniu. Na początku trzeba odpowiedzieć na kilka podstawowych pytań: Kto będzie ładował samochód na naszej stacji? Jak długo i w jakich godzinach? Czy wiem jakie samochody będą obsługiwane przez stację?

Cały proces wdrożenia stacji ładowania zaczyna się od doboru jednego z dwóch dostępnych na rynku klas urządzeń.

AC czy DC?

Pracownicy, którzy spędzają w pracy 8 godzin, mogą zostawiać swoje samochody podłączone do wolnych ładowarek typu AC (prąd przemienny). W sytuacjach, kiedy ładowarka ma obsłużyć flotę samochodów, które potrzebują szybko być przygotowane do dalszej trasy lub podłączają się do niej klienci, którzy spędzają w firmie mniej czasu, właściwym wyborem będzie szybka ładowarka DC (prąd stały). Tego typu urządzenia oferują ładowanie z mocą, która pozwala w przeciągu od paru do paruziesięciu minut przygotować "elektryka" do pokonania kolejnych paruset kilometrów. Dodatkowo, warto zauważyć, że w stacjach AC, deklarowana moc nie przekłada się na rzeczywistą moc ładowania samochodu. Taka ładowarka stanowi jedynie zabezpieczenie, a właściwy prostownik jest umieszczony w samochodzie. Każde auto może więc ładować się maksymalną mocą swojej przetwornicy, która zwykle wynosi 3 kW, 7 kW (najczęściej) lub 11 kW. Oznacza to, że ładowarka AC oznaczona 22 kW, w większości przypadków nie dostarczy takiej mocy. Biorąc pod uwagę, że stacje AC mają swoje zastosowa-



Rys. 2. Oszczędności wynikające z podwyższonej sprawności

REKLAMA

nie głównie w warunkach przydomowych i nie stanowią zabezpieczenia na przyszłość, wybór powinien paść na szybką stację ładowania DC, która pozwoli na wydajne ładowanie i dostosowanie do oczekiwań również w przyszłości.

Na jakie parametry zwrócić uwagę?

Na rynku dostępnych jest wiele urządzeń, ale nie wszystkie z nich gwarantują właściwe cechy oraz pożądaną niezawodność. Przy doborze rozwiązania, które zapewni dostosowanie do potrzeb, należy zwrócić uwagę na parę kluczowych parametrów. Ładowarki DC występują w formie interfejsu użytkownika oddzielonego od szafy z całą aparaturą lub tzw. standalone, gdzie wszystkie komponenty są umieszczone w jednej obudowie. Redukcja kosztów budowy, oszczędność przestrzeni oraz łatwość i oszczędność utrzymania kierują cały rynek w kierunku przewagi urządzeń zintegrowanych w jednej obudowie.

Podstawowym kryterium jest moc ładowarki. Moce urządzeń DC wahają się od 25 do nawet 350 kW. To moc ładowarki w dużej mierze warunkuje czas, jaki kierowca poświęci na naładowanie swojego samochodu. Bardzo dużo zależy również od samochodu, gdyż poszczególne modele mogą ładować się z różną maksymalną mocą, a dodatkowo spada ona wraz ze wzrostem poziomu naładowania baterii. Uogólniając można przyjąć, że samochody miejskie (np. BMW i3, Nissan Leaf) będą ładować się z mocą ok. 50 kW, a samochody dostosowane do podróży dalekobieżnych (np. Tesla, Volkswagen ID.3, Hyundai Ioniq 5) pobiorą powyżej 100 kW. Stacja ładowania dysponuje zwykle dwoma przyłączami szybkiego ładowania, które mogą być wykorzystane do równoczesnego ładowania dwóch pojazdów. Ponadto, na rynku dostępne są dwa rodzaje protokołów szybkiego ładowania (rodzajów wtyczek) – europejski CCS oraz japoński CHAdeMO. Ten drugi traci stopniowo na znaczeniu, ale korzysta z niego nadal popularny w Polsce Nissan Leaf. Warto dobrać dedykowane wtyki, jeśli wiemy jakie samochody będzie obsługiwać stacja. W innym przypadku połączenie obu jest najbardziej uniwersalne.

Bardzo ważnym parametrem ładowarki jest jej modułowość. To cecha, która daje możliwość stopniowej rozbudowy ładowarki pod kątem mocy. Ma to szczególne znaczenie w kontekście rynku polskiego, gdzie na ten moment ilość samochodów elektrycznych jest skromna, ale ma perspektywy do dynamicznego wzrostu w najbliższym czasie. W takich warunkach, korzystnym jest brak konieczności inwestowania w docelową moc swojej stacji, a zamiast tego rozbudowa jej w taki sposób, aby zawsze odpowiadała aktualnym potrzebom i rosła wraz z rynkiem. Ładowarka WILLBERT Amber I pozwala na najbardziej swobodną rozbudowę na rynku dzięki modułom o mocy 25 kW, a ich łatwy montaż zapewnia obudowa w systemie typu rack – w formie szuflad. **Rysunek 1.** przedstawia wizualizację konfiguracji modułów o mocy 150 kW.

Możliwość modułowej rozbudowy pomaga na początkowym etapie inwestowania w infrastrukturę do ładowania pojazdów elektrycznych. W kontekście zachowania długotrwałej opłacalności warto zwrócić szczególną uwagę na sprawność konwersji mocy. Każda ładowarka DC, jako duża przetwornica prądu przemiennego na stały, charakteryzuje się stratami energetycznymi. Im wyższa jest jej sprawność, tym mniej energii jest marnowanej w postaci ciepła. To przekłada się bezpośrednio na oszczędności. Nowym rozwiązaniem na rynku, które pozwala na znaczną redukcję strat energetycznych jest zastosowanie technologii SiC MOSFET – tranzystorów wykorzystujących węglik krzemu. Dzięki temu, sprawność konwersji mocy może osiągać nawet 97%. Oznacza to, że przy ładowaniu przez godzinę z mocą 100 kW, w postaci ciepła utracone zostaną jedynie 3 kWh. Ładowarki wykorzystujące tradycyjne, krzemowe tranzystory, pozwalają na osiągniecie 94 – 95% sprawności. Wykres 1 przedstawia przykładowe oszczędności dla jednej ładowarki o mocy 150 kW i sprawności 97% w porównaniu do 94%. W 10-letnim cyklu życia produktu, przy założeniu ceny prądu na poziomie 47 gr i stopniowo rosnącej utylizacji, ładowarka może zwrócić ponad 50% swojej ceny po dotacji, tylko z tytułu podwyższonej sprawności. Polska firma technologiczna – EUROLOOP – jako pierwsza na światowym rynku zaoferowała ładowarkę opartą o technologię węgliku krzemu pod marką WILLBERT. Model Amber I może zaoferować 97% sprawności konwersji mocy już od 25% mocy na wyjściu, a więc praktycznie powyżej 95% czasu ładowania.

Jak zarabiać?

Warto zaplanować, czy ładowarka będzie udostępniona kierowcom zewnętrznym. Jeśli nie, darmowy dostęp do ładowania dla pracowników i klientów można umożliwić np. poprzez autoryzację dedykowanymi kartami RFID. Jeśli zdecydujemy się pobierać opłaty za ładowanie, kierowcy powinni rozliczać się za pobrane kilowatogodziny, a Firma generować z tego tytułu przychody. Do tego potrzebny jest w ładowarce system zarządzania wraz z opcją rozliczenia. Kierowcy samochodów elektrycznych niechętnie podchodzą do instalowania na telefonach kolejnych aplikacji, więc warto zdecydować się na wygodny nie tylko dla nich, ale i dla firmy, terminal płatniczy obsługujący karty debetowe. Urządzenie może być zintegrowane w ładowarce lub być umieszczone na osobnym słupku i obsługiwać parę urządzeń. Takie rozwiązanie to nowość na rynku i jest dostępne w urządzeniach marki WILLBERT. Przychody są rozliczane na podstawie miesięcznego zestawienia sesji ładowania. Niewątpliwą zaletą takiego rozwiązania jest niemalże całkowita automatyzacja całego procesu rozliczania. Bezobsługowy charakter dotyczy nie tylko rozliczenia między kierowcą a ładowarką, ale również właściciela z operatorem (dostawcą usługi rozliczenia).

Podsumowanie

Elektryfikacja transportu staje się faktem. Proces ten ma równie wielu zwolenników, co przeciwników. Nikt jednak nie może podważyć tego, że „elektryki" coraz szybciej zdobywają rynek i potrzebują stosownej infrastruktury do ładowania. Proces ten bez wątpienia stanowi poważne wyzwanie dla całej gospodarki, równocześnie niosąc dla niej szansę rozwoju, przy zachowaniu zasad zrównoważonego rozwoju. Rozproszony charakter infrastruktury ładowania pojazdów elektrycznych daje szansę wielu przedsiębiorstwom, aby skorzystać na tej przemianie. Świadomy wybór rozwiązania pod kątem indywidualnych potrzeb oraz potencjału jego rozwoju w przyszłości pozwolą na wydajne korzystanie z okazji, jakie niesie ze sobą e-rewolucja.

Euroloop sp. z o.o. jest właścicielem marki Willbert

WILLBERT BY EUROLOOP

Euroloop Sp. z o.o.
ul. Jagiellońska 39
33-300 Nowy Sącz

WILLBERT BY EUROLOOP

WSZYSTKO CO POTRZEBNE DO SZYBKIEGO ŁADOWANIA POJAZDÓW ELEKTRYCZNYCH

Zaprojektowane od podstaw stacje ładowania prądu stałego (DC)

- Kompleksowe usługi wdrożenia stacji ładowania
- Zdalny monitoring i wsparcie Klienta 24/7
- Serwis i utrzymanie sieci ładowarek
- System zarządzania siecią ładowarek
- System rozliczania płatności kartą

WILLBERT Amber I

Ultraszybka ładowarka DC do samochodów elektrycznych

- Najwyższa na rynku sprawność konwersji mocy - 97 %
- Modułowa budowa - skalowanie mocy do 150 kW
- Kompaktowa i praktyczna obudowa
- Wielokrotnie nagradzany projekt wzorniczy - Dobry Wzór 2020

WZÓR ROKU DOBRY WZÓR 2020

dr hab. inż. Paweł Piotrowski, prof. uczelni – Politechnika Warszawska, Wydział Elektryczny,
inż. Kamila Nita – Politechnika Warszawska, Wydział Elektryczny, studentka kierunku Elektromobilność

Średnioterminowe prognozy liczby punktów ładowania pojazdów elektrycznych w Polsce oraz w wybranych krajach

Ograniczony zasięg większości pojazdów elektrycznych stwarza konieczność zapewnienia odpowiedniej liczby punktów ich ładowania. Prognozy szacujące wielkość wzrostu liczby punktów ładowania w horyzoncie kilku lat są istotną informacją w kontekście perspektyw rozwoju elektromobilności w Polsce oraz na świecie.

Prognozy dotyczą łącznej liczby punktów ładowania w Polsce oraz kilku wybranych państwach. Założono, że proces (liczba punktów ładowania) jest w początkowej fazie rozwoju. Bardzo krótkie szeregi czasowe liczby punktów ładowania (od 9 do 12 lat w zależności od kraju) wpływają na niepewność prognoz.

Wykorzystując zaproponowane modele wykonano prognozy łącznej liczby punktów ładowania dla lat 2022 – 2024. Z uwagi na krótki horyzont prognoz nie uwzględniono w obliczeniach naturalnego procesu wycofywania niewielkiej części stacji ładowania z eksploatacji.

STRESZCZENIE

W artykule przedstawiono prognozy rozwoju liczby punktów ładowania pojazdów elektrycznych w Polsce oraz wybranych krajach. Sformułowano wnioski końcowe z wykonanych prognoz.

Słowa kluczowe: elektromobilność, pojazd elektryczny, stacja ładowania, punkt ładowania, prognozowanie, EV.

Wykonano prognozy „ex_ante" (czyli na przyszłość – bez możliwości weryfikacji ich jakości w chwili wykonywania prognozy). Prognozy wykonano metodami wykorzystującymi tylko szereg czasowy danych historycznych, bez innych zmiennych egzogenicznych.

Charakterystyka wykorzystanych metod prognostycznych

Do prognoz wykorzystano pięć wyselekcjonowanych metod, które najlepiej nadają się do tego typu procesów (głównie metody ekstrapolacji trendu). W wyniku testów wstępnych niektóre metody zostały odrzucone – model oparty na wymiarze fraktalnym oraz model ekstrapolacji trendu z wykorzystaniem wielomianu szóstego stopnia.

Model trendu wielomianowego czwartego stopnia opisuje wzór (1). Parametry funkcji wielomianu na danych z zakresu estymacji zostały dobrane poprzez wyznaczenie najbardziej dopasowanego wielomianu czwartego stopnia.

$$y(t) = Ax^4 + Bx^3 + Cx^2 + Dx + E \quad (1)$$

gdzie:
A, B, C, D, E – parametry funkcji wielomianu.

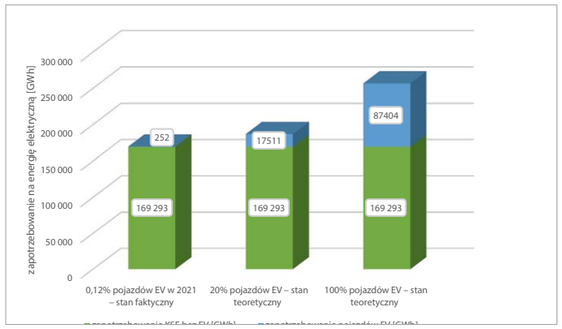
Model trendu wielomianowego piątego stopnia opisuje wzór (2). Parametry funkcji wielomianu na danych z zakresu estymacji zostały dobrane poprzez wyznaczenie najbardziej dopasowanego wielomianu piątego stopnia.

$$y(t) = Ax^5 + Bx^4 + Cx^3 + Dx^2 + Ex + F \quad (2)$$

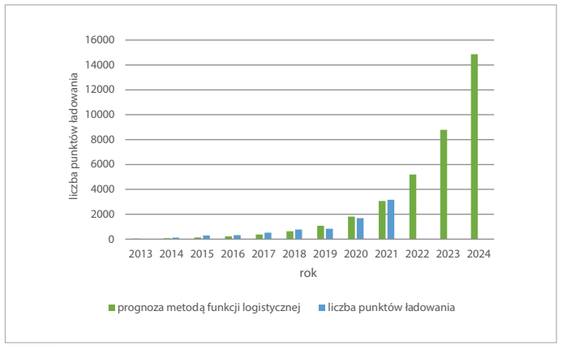
gdzie:
A, B, C, D, E, F – parametry funkcji wielomianu.

Funkcję logistyczną opisuje wzór (3) [16]. Parametry funkcji logistycznej na danych z zakresu estymacji dobierane były z wykorzystaniem optymalizacji metodą nieliniową GRG (ang. *nonlinear Generalised Reduced Gradient*). Minimalizacji podlegał błąd SSE (ang. *Sum of Squared Errors*).

$$y(t) = \frac{a}{1 + b \cdot e^{-ct}} \quad (3)$$



Rys. 1. Prognozy „ex ante" liczby punktów ładowania dla modeli wielomianu czwartego i wielomianu piątego stopnia Opracowanie własne: Kamila Nita – źródło danych [7]



Rys. 2. Prognozy „ex ante" liczby punktów ładowania dla modelu funkcji logistycznej Opracowanie własne: Kamila Nita – źródło danych [7]

gdzie:
a, b, c – parametry funkcji logistycznej.

Model wg Prigogine'a stosowany do prognoz długoterminowych oraz średnioterminowych procesów, które ulegają nasyceniu do pewnego pułapu wzrostu, opisuje wzór (4) [17]. Parametry modelu na danych z zakresu estymacji dobierane były z wykorzystaniem optymalizacji metodą nieliniową GRG. Minimalizacji podlegał błąd SSE. Prognoza w metodzie wykonywana jest krokowo (do prognozy na rok t wykorzystywana jest wartość prognozy z roku t–1).

$$y(t) = y(t-1) \cdot \left[1 + r \cdot \left(1 - \frac{y(t-1)}{K}\right)\right] \quad (4)$$

gdzie:
y(t) – liczebność populacji w okresie,
r > 0 – współczynnik szybkości wzrostu populacji,
K > 0 – pułap rozwoju (przewidywany wzrost populacji w przyszłości).

Model szary (ang. Grey model) opisuje wzór (5). W tym modelu, rząd szarego równania różnicowego oraz liczba zmiennych są równe 1. Model ten wg literatury [18] zalecany jest szczególnie w przypadku bardzo krótkich szeregów czasowych (powyżej trzech danych) oraz gdy ewolucja procesu jest w fazie początkowej. Parametry modelu na danych z zakresu estymacji dobierane były z wykorzystaniem optymalizacji metodą nieliniową GRG. Minimalizacji podlegał błąd SSE.

$$\hat{y}(t) = \hat{y}^{(1)}(t) - \hat{y}^{(1)}(t-1)$$
$$\hat{y}^{(1)}(t) = \left[y^{(1)}(1) - \frac{u}{a}\right] \cdot e^{(-a(t-1))} + \frac{u}{a}$$
$$y^{(1)}(t) = \sum_{i=1}^{t} y(i), \quad t = 1,2,...,n \quad (5)$$

gdzie:
n ≥ 4 – długość szeregu czasowego, a to parametr ewolucji,
u – zmienna szara,
$\hat{y}(t)$ – prognoza na okres t.

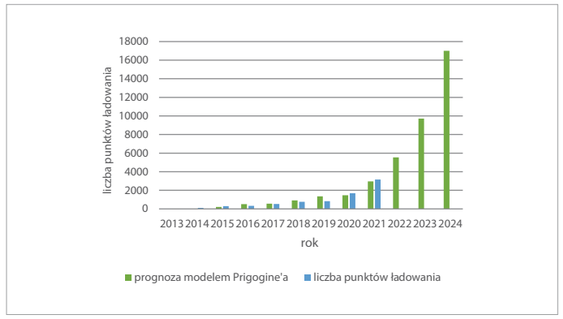
Prognozy „ex ante" z horyzontem 3 lat (od roku 2022 do roku 2024) liczby punktów ładowania w Polsce oraz wybranych państwach

W kroku pierwszym wykonano dobór parametrów każdej z metod przyjmując, że w zakresie estymacji parametrów dopasowanie krzywej rzeczywistej i krzywej prognozy było jak najlepsze. W kroku drugim wykonano właściwe prognozy „ex ante" dla kolejnych 3 lat.

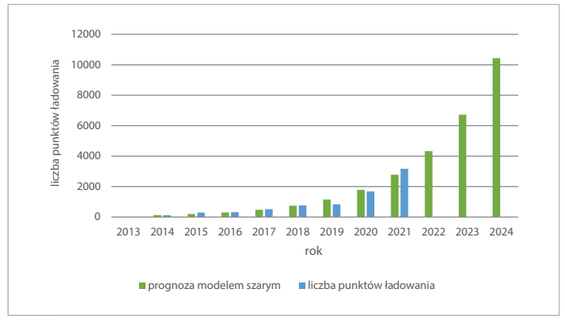
W kroku pierwszym do oceny jakości dopasowania poszczególnych metod wykorzystano cztery miary jakości dopasowania: współczynnik determinacji R^2 (im bliżej wartości 1, tym lepiej), błąd MAPE procentowy (im wartość mniejsza tym lepiej), błąd MBE (im wartość bliższa 0, tym lepiej) oraz błąd RMSE (im wartość mniejsza, tym lepiej).

W **tabeli 1.** przedstawiono wyniki uzyskane dla Polski dla czterech miar jakości dopasowania dla danych z zakresu estymacji parametrów pięciu modeli prognostycznych (lata 2013–2021). Na zielono zaznaczono wynik najlepszy dla danej miary dopasowania, a na czerwono wynik najgorszy. Należy jednak pamiętać, że model z najlepszą miarą dopasowania na danych z zakresu estymacji parametrów nie zawsze będzie również najlepszym modelem prognostycznym (w tym przypadku prognozy „ex_ante").

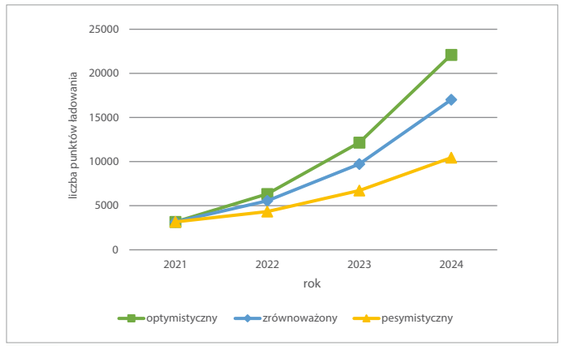
W **tabeli 1**. zostały przedstawione wyniki uzyskane dla Polski dla czterech miar jakości dopasowania dla danych z zakresu estymacji parametrów modeli prognostycznych (lata



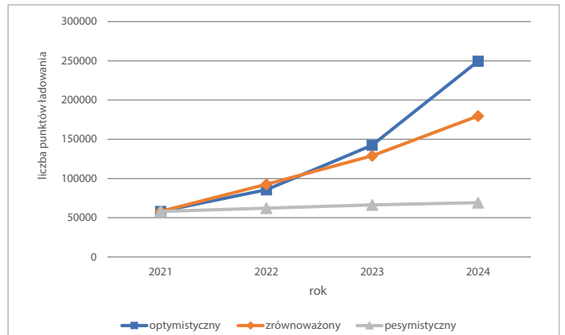
Rys. 3. Prognozy „ex ante" liczby punktów ładowania dla modelu Prigogine'a Opracowanie własne: Kamila Nita – źródło danych [7]



Rys. 4. Prognozy „ex ante" liczby punktów ładowania dla modelu szarego Opracowanie własne: Kamila Nita – źródło danych [7]



Rys. 5. Prognozy „ex ante" podzielone na trzy warianty: optymistyczny, zrównoważony i pesymistyczny dla Polski Opracowanie własne: Kamila Nita



Rys. 6. Prognozy „ex ante" podzielone na trzy warianty: optymistyczny, zrównoważony i pesymistyczny dla Niemiec Opracowanie własne: Kamila Nita

Miara dopasowania	Metoda prognostyczna				
	Wielomian czwartego stopnia	Wielomian piątego stopnia	Funkcja logistyczna	Model Prigogine'a	Model szary
Błąd RMSE	65,270	60,858	133,974	233,389	183,072
Błąd MAPE%	45,310	9,656	138,778	36,739	12,917
Błąd MBE (BIAS)	0,110	0,223	–31,866	33,668	–16,290
Współczynnik korelacji liniowej Pearsona	0,9976	0,9979	0,9909	0,9734	0,9852

Oznaczenia w tabeli: na zielono zaznaczono wynik najlepszy dla danej miary dopasowania, a na czerwono wynik najgorszy.

Tab. 1. Wyniki dla Polski dopasowania parametrów pięciu modeli prognostycznych dla danych z zakresu estymacji

Miara dopasowania	Metoda prognostyczna				
	Wielomian czwartego stopnia	Wielomian piątego stopnia	Funkcja logistyczna	Model Prigogine'a	Model szary
Błąd RMSE	1900,052	1718,926	2477,456	4249,422	4817,363
Błąd MAPE%	22,389	11,446	24,146	17,856	48,410
Błąd MBE (BIAS)	–1,893	-5,896	246,721	–673,292	683,308
Współczynnik korelacji liniowej Pearsona	0,9950	0,9959	0,9917	0,9756	0,9703

Oznaczenia w tabeli: na zielono zaznaczono wynik najlepszy dla danej miary dopasowania, a na czerwono wynik najgorszy.

Tab. 2. Wyniki dla Niemiec dopasowania parametrów pięciu modeli prognostycznych dla danych z zakresu estymacji

Miara dopasowania	Metoda prognostyczna			
	Wielomian czwartego stopnia	Funkcja logistyczna	Model Prigogine'a	Model szary
Błąd RMSE	941,285	1101,134	1691,131	1729,390
Błąd MAPE%	10,203	13,489	11,192	14,948
Błąd MBE (BIAS)	–3,475	9,651	–37,437	297,679
Współczynnik korelacji liniowej Pearsona	0,9968	0,9957	0,9892	0,9893

Oznaczenia w tabeli: na zielono zaznaczono wynik najlepszy dla danej miary dopasowania, a na czerwono wynik najgorszy.

Tab. 3. Wyniki dla Wielkiej Brytanii dopasowania parametrów pięciu modeli prognostycznych dla danych z zakresu estymacji

2013 – 2021) Na zielono zaznaczono wynik najlepszy dla danej miary dopasowania, a na czerwono wynik najgorszy.

Na **rysunku 1.** przedstawiono wyniki kroku drugiego, czyli prognozy „ex ante" liczby punktów ładowania w Polsce w latach 2022 – 2024 dla modeli wielomianu czwartego stopnia i wielomianu piątego stopnia.

Na **rysunku 2.** przedstawiono wyniki kroku drugiego, czyli prognozy „ex ante" liczby punktów ładowania w Polsce w latach 2022 – 2024 dla modelu funkcji logistycznej.

Na **rysunku 3.** przedstawiono wyniki kroku drugiego, czyli prognozy „ex ante" liczby punktów ładowania w Polsce w latach 2022 – 2024 dla modelu Prigogine'a.

Na **rysunku 4.** przedstawiono wyniki kroku drugiego, czyli prognozy „ex ante" liczby punktów ładowania w Polsce w latach 2022 – 2024 dla modelu szarego.

Na **rysunku 5.** zostały przedstawione przebiegi dla trzech wybranych wariantów. Jako wariant optymistyczny wybrano model wielomianu piątego stopnia, pesymistyczny model szary, a jako wariant zrównoważony został wybrany model Prigogine'a. Wybrano model wielomianu stopnia piątego jako model optymistyczny, ponieważ osiągnął on największe wartości prognoz w porównaniu do innych modeli prognostycznych oraz ma najlepsze wyniki dla wybranych miar błędów. Najgorszy wynik dla miar błędów osiągnął model Prigogine'a, ale został zakwalifikowany jako zrównoważony ze względu na średnie wartości prognozowanej liczby punktów ładowania.

W **tabeli 2.** przedstawiono wyniki uzyskane dla Niemiec dla czterech miar jakości dopasowania dla danych z zakresu estymacji parametrów pięciu modeli prognostycznych (lata 2012 – 2021). Na zielono zaznaczono wynik najlepszy dla danej miary dopasowania, a na czerwono wynik najgorszy.

Na **rysunku 6.** zostały przedstawione przebiegi dla trzech wybranych wariantów. Jako wariant optymistyczny wybrano model wielomianu piątego stopnia, pesymistyczny model funkcji logistycznej, a jako wariant zrównoważony został wybrany model szary. Model wielomianu piątego stopnia został wybrany jako optymistyczny, ponieważ wartości prognozy liczby punktów ładowania są największe w porównaniu innych modeli. Model wybrany jako wariant pesymistyczny charakteryzuje się najmniejszymi wartościami prognoz liczby punktów ładowania w porównaniu do innych analizowanych modeli.

W **tabeli 3.** zostały przedstawione wyniki uzyskane dla Wielkiej Brytanii dla czterech miar jakości dopasowania dla danych z zakresu estymacji parametrów modeli prognostycznych (lata 2011 – 2021). Na zielono zaznaczono wynik najlepszy dla danej miary dopasowania, a na czerwono wynik najgorszy. W tym przypadku odrzucono model wielomianu stopnia piątego, ponieważ okazał się on niewłaściwy dla danych z zakresu estymacji.

Na **rysunku 7.** zostały przedstawione przebiegi dla trzech wybranych wariantów. Jako wariant optymistyczny wybrano model szary, ponieważ zakłada on największy wzrost liczby punktów ładowania w przyszłych latach. Model funkcji logistycznej zakwalifikowano jako wariant pesymistyczny. Na wariant zrównoważony został wybrany model Prigogine'a.

W **tabeli 4.** zostały przedstawione wyniki uzyskane dla Norwegii dla czterech miar jakości dopasowania dla danych z zakresu estymacji parametrów modeli prognostycznych (lata 2010 – 2021). Na zielono zaznaczono wynik najlepszy dla danej miary dopasowania, a na czerwono wynik najgorszy.

Na **rysunku 8.** zostały przedstawione przebiegi dla trzech wybranych wariantów. Jako wariant optymistyczny wybrano model szary,

Miara dopasowania	Metoda prognostyczna				
	Wielomian czwartego stopnia	Wielomian piątego stopnia	Funkcja logistyczna	Model Prigogine'a	Model szary
Błąd RMSE	478,039	468,910	517,562	910,202	982,586
Błąd MAPE%	3,982	3,050	4,613	7,874	11,503
Błąd MBE (BIAS)	0,161	–0,229	–13,722	85,571	275,637
Współczynnik korelacji liniowej Pearsona	0,9966	0,9967	0,9960	0,9878	0,9866

Oznaczenia w tabeli: na zielono zaznaczono wynik najlepszy dla danej miary dopasowania, a na czerwono wynik najgorszy.

Tab. 4. Wyniki dla Norwegii dopasowania parametrów pięciu modeli prognostycznych dla danych z zakresu estymacji

pesymistyczny model Prigogine'a, a jako wariant zrównoważony został wybrany model wielomianu czwartego stopnia. Dla wszystkich trzech wariantów występuje zauważalny prognozowany wzrost liczby punktów ładowania.

Na **rysunku 9.** przestawiono procentowy wzrost prognozowanej liczby punktów ładowania od 2021 roku (stan bieżący) w stosunku do prognozy na 2024 rok dla wariantu zrównoważonego. Według prognoz największy procentowy spośród analizowanych krajów osiągnie Polska. A najmniejszy Norwegia. **Analizując powyższy wykres możemy zakładać dalszy rozwój sektora elektromobilności w Polsce, co spowoduje łatwiejszą dostępność do punktów ładowania samochodów elektrycznych i wyeliminuje liczbę białych plam na mapach bez punktów ładowania, głównie w mniejszych miastach.**

Wpływ rozwoju elektromobilności na zapotrzebowanie na energię elektryczną w Polsce

Budowa nowych stacji ładowania pojazdów elektrycznych jest bardzo istotna dla rozwoju elektromobilności w Polsce. Istnieje oczywiście wiele barier – koszty, konieczność modernizacji sieci elektroenergetycznych w celu zapewnienia odpowiedniej mocy w danej lokalizacji oraz budowa nowych linii zasilających. Energia elektryczna musi zostać wyprodukowana w elektrowni (najlepiej ekologiczna z farmy wiatrowej lub systemu fotowoltaicznego). W warunkach krajowych dominuje nadal produkcja energii elektrycznej z węgla. Powstaje zatem zasadne pytanie – czy tej energii elektrycznej nie zabraknie w przypadku bardzo dynamicznie rozwijającej się elektromobilności?

Obecna liczba pojazdów z napędem elektrycznym ma znikomy wpływ na zapotrzebowanie na energię elektryczną z sieci. Jak podaje KSE w 2020 roku roczne zapotrzebowanie na energię elektryczną wynosiło 169 293 GWh. Procentowy udział elektromobilności w rocznym zapotrzebowaniu na energię elektryczną pod koniec 2021 wynosił 0,15%. Należy jednak pamiętać, że zapotrzebowanie będzie stale rosnąć wraz z rozwojem elektromobilności w Polsce. Będzie to wynikało ze zwiększającej się liczby pojazdów elektrycznych. Natomiast jeżeli założymy, że stopień elektryfikacji pojazdów wynosiłby obecnie 20% to zapotrzebowanie na energię zwiększy się do poziomu około 18 tys. GWh, czyli oznacza konieczność zapewnienia o około 10% więcej energii elektrycznej w okresie roku. W przypadku pełnej elektryfikacji wszystkich zarejestrowanych pojazdów w Polsce, których jest obecnie około 28 mln, roczne zapotrzebowanie na energię elektryczną mogłoby wynieść ponad 256 tys. GWh rocznie, co oznacza wzrost o 51% rocznego zapotrzebowania na energię elektryczną. Na **rysunku 10.** przedstawiono porównanie zapotrzebowania na energię elektryczną samochodów elektrycznych w trzech omówionych wariantach.

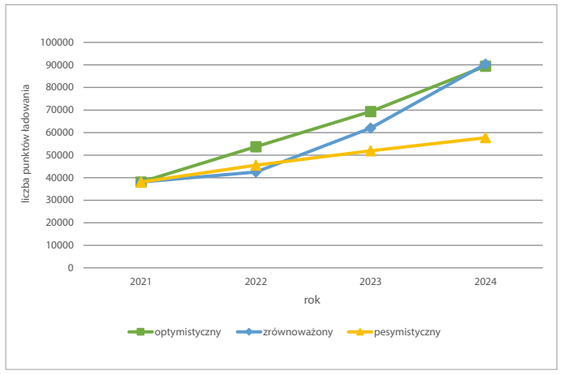
Podsumowanie i wnioski końcowe

Wykonane analizy oraz prognozy wskazują na dalszy dynamicznie rosnący trend liczby punktów ładowania zarówno w Polsce, jak również w pozostałych analizowanych krajach. Wśród wykorzystanych metod charakterystyczna była powtarzalność bardzo dobrego dopasowania na zakresie estymacji parametrów dla modeli ekstrapolacji trendu wielomianu stopnia cztery oraz wielomianu stopnia pięć. Najgorsze dopasowanie na zakresie estymacji parametrów miała najczęściej metoda Prigogine'a oraz model szary. Warto jednak podkreślić, że bardzo duży stopień dopasowania danego modelu na zakresie estymacji parametrów niekoniecznie musi gwarantować najlepszą jakość właściwych prognoz na przyszłość (zakres „ex ante"). Wybór modeli do wariantów zrównoważonego, pesymistycznego oraz optymistycznego był dość odmienny dla poszczególnych krajów, ale warto zwrócić uwagę, że model szary oraz model Prigogine'a, mające niezbyt duże dopasowanie na danych z zakresu estymacji, były często wybierane do tych wariantów.

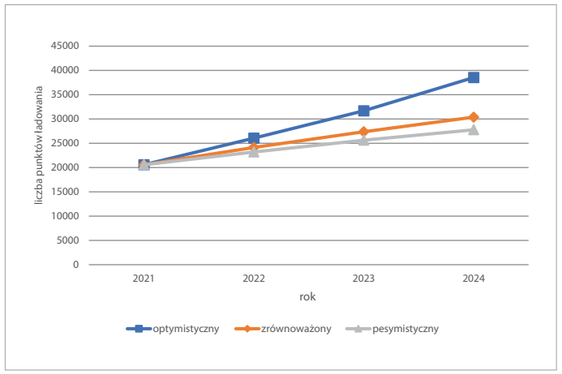
Analiza zapotrzebowania na energię elektryczną samochodów w skali roku wykazała, że przejście na elektromobilność musi odbywać się stopniowo z uwagi na bardzo duże zapotrzebowanie wynikające z elektromobilności. Zakładając teoretycznie, że w chwili obecnej tylko/aż? 20% pojazdów byłoby pojazdami elektrycznymi to oznaczałoby dość duże wyzwanie dla krajowej elektroenergetyki – niemal 10% wzrost rocznego zapotrzebowania na energię elektryczną w Polsce. Natomiast przy pełnej elektryfikacji pojazdów elektrycznych roczny wzrost zapotrzebowania na energię elektryczny byłby w Polsce ogromny (ponad 51% wzrost), niemożliwy w żaden sposób do osiągnięcia w praktyce. Wniosek stąd taki, że jedynie stopniowo wprowadzana elektryfikacja pojazdów z maksymalnie dużym wykorzystaniem OZE jest możliwa do realizacji w praktyce. Warto zauważyć, że proces ten dokładnie w ten sposób do tej pory zachodzi zarówno w Polsce, jak i w innych krajach. Kryzys energetyczny wywołany wojną w Ukrainie stanowi niestety dodatkowy czynnik mogący negatywnie wpłynąć na dynamikę rozwoju elektromobilności.

Literatura

1. Plan rozwoju elektromobilności w Polsce, Ministerstwo Energii https://www.gov.pl/documents/33372/436746/DIT_PRE_PL.pdf/ebdf4105-ef77-91df-0ace-8fbb2dd18140, dostęp: 7.06.2019.
2. „The Strategy of sustainable transport development until 2030", https://www.gov.pl/attachment/e268e9f9-d7ca-473e-a7b1-8731348155d9.
3. P. Piotrowski, Analiza rozwoju elektromobilności w Polsce oraz prognozy liczby pojazdów z napędem elektrycznym do roku 2025, „elektro.info" nr 5/2020 (184), s. 74–78.
4. P. Piotrowski, D. Baczyński, P. Kapler, Wielowariantowe prognozy liczby pojazdów elektrycznych w Polsce do roku 2025 oraz ich wpływ na roczne zapotrzebowania na energię elektryczną, „Przegląd Elektro-



Rys. 7. Prognozy „ex ante" podzielone na trzy warianty: optymistyczny, zrównoważony i pesymistyczny dla Wielkiej Brytanii Opracowanie własne: Kamila Nita



Rys. 8. Prognozy „ex ante" podzielone na trzy warianty: optymistyczny, zrównoważony i pesymistyczny dla Norwegii Opracowanie własne: Kamila Nita

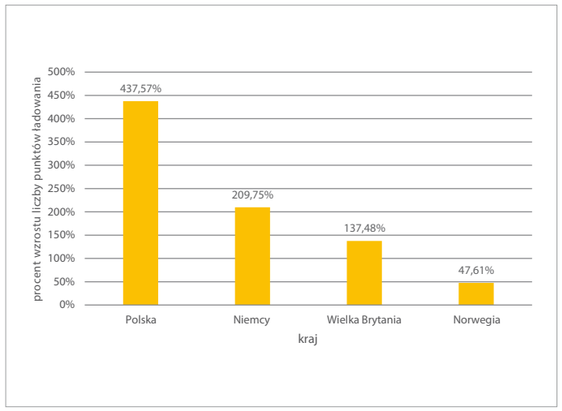
techniczny" nr 1/2020, R.96, s. 138–141, doi: 10.15199/48.2020.01.30.
5. Rynek Motoryzacyjny, Licznik elektromobilności, Polski Związek Przemysłu Motoryzacyjnegohttps://www.pzpm.org.pl/pl/Rynek-motoryzacyjny/Licznik-elektromobilnosci/Listopad-2021, dostęp: 8.01.2022.
6. https://elektrowoz.pl/transport/warszawa-najwieksza-stacja-ladowania-autobusow--powstala-na-petli-wilanow-w-sumie-2--400-kw-mocy/, dostęp: 8.01.2022.
7. Europen Alternative Fuels Observatory https://www.eafo.eu/, dostęp: 8.01.2022.
8. Główny Urząd Statystyczny, Baza Danych Lokalnych, Tablica Transport i Łączność, https://bdl.stat.gov.pl/BDL/dane/podgrup/tablica, dostęp: 8.01.2022.
9. GOV.UK , dostęp: 8.01.2022.
10. Statistik sentralbyrå, Statistic Norway https://www.ssb.no/en, dostęp: 8.01.2022.
11. Car Sales Statistic https://www.best-selling-cars.com/germany/2021-germany-total-number-of-registered-cars-by-brand/, dostęp: 8.01.2022.
12. Organisation for Economic Co-Operation and Development https://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=AV_AN_WAGE, dostęp: 8.01.2022.
13. H. Saele, I. Petersen, Electric vehicles in Norway and the potential for demand response; IEEE Transactions on Industrial Informatics; Date Added to IEEE Xplore: 13 December 2018, dostęp: 8.01.2022.
14. B. Ufnalski, Elektromobilność – niszowa alternatywa czy docelowy kierunek motoryzacji? (część 2), Inżynieria Elektryczna, Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Elektrotechniki , nr 3, 2020, s. 26–37.
15. P. Piotrowski, K. Nita, Analiza rozwoju liczby punktów ładowania pojazdów elektrycznych w Polsce oraz w wybranych krajach, „elektro.info", nr 1–2/2022 (201), s. 70–74.
16. J. Żurowska, Zastosowanie modelu trendu logistycznego do prognozowania wskaźnika motoryzacji w Polsce, Archiwum motoryzacji, 2 (2007).
17. I. Dobrzańska, K. Dąsal, J. Łyp, T. Popławski, J. Sowiński, Prognozowanie w elektroenergetyce. Zagadnienia wybrane. Wydawnictwo Politechniki Częstochowskiej, Częstochowa, (2002).
18. S. Liu, Y. Lin (2010), „Grey Systems. Theory and Applications", Springer, Berlin–Heidelberg, 2010.

ABSTRACT

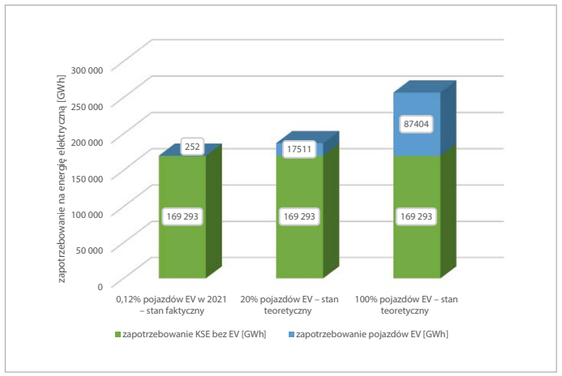
The analysis of development of the number of electric vehicle charging point in Poland and selected countries

The article presents the forecasts of the number of electric vehicle charging point in Poland and selected countries. The final conclusions have been formulated from executed research.

Keywords: electromobility, electric vehicle, charging station, charging points, forecasting, EV.



Rys. 9. Procentowy wzrost liczby punktów ładowania od 2021 roku w stosunku do prognozy na 2024 rok dla wariantu zrównoważonego Opracowanie własne: Kamila Nita



Rys. 10. Porównanie zapotrzebowania na energię elektryczną samochodów elektrycznych w trzech wariantach: rzeczywista liczba pojazdów EV na koniec roku 2021, teoretyczna liczba pojazdów EV równa 20% wszystkich pojazdów oraz futurystyczna liczba pojazdów EV równa 100% wszystkich pojazdów zarejestrowanych w Polsce Opracowanie własne: Kamila Nita

PRZEŁĄCZAMY SIĘ NA PRĄD

Elektrometal SA

Od 1948r.
zdobywamy doświadczenie
w kluczowych sektorach gospodarki

Solidnie
i skutecznie działamy w wymagających branżach

Precyzyjnie
i niezawodnie świadczymy
usługi i produkty

Wszechstronnie
po przez park technologiczno-innowacyjny

Międzynarodowo
obsługujemy klientów

Elektromobilnie
od 2020 roku oferujemy ładowarki
do pojazdów elektrycznych

www.elektrometal.eu

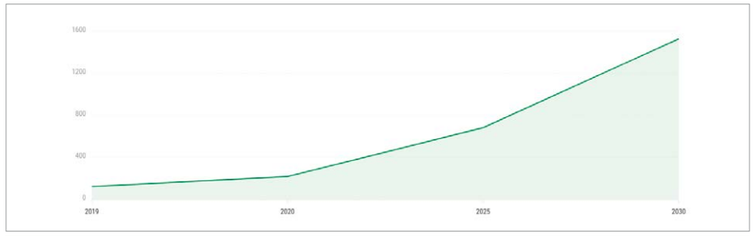
Maciej Mazur – Polskie Stowarzyszenie Paliw Alternatywnych

Elektromobilność wspiera zieloną energię

Raport przygotowany przez Obserwatorium Rynku Paliw Alternatywnych

Świat ogarnia rewolucja transportowa. Branża motoryzacyjna dostosowuje się do coraz ostrzejszych wymogów środowiskowych i klimatycznych. Procesy transformacji nie omijają też Polski, która już teraz jest europejskim liderem w dziedzinie produkcji ogniw i komponentów wykorzystywanych w e-samochodach. Specjalizacją polskiej gospodarki stały się akumulatory litowo-jonowe do samochodów elektrycznych. Jak wygląda produkcja akumulatorów obecnie i co należy zrobić, aby nie stracić statusu lidera w nadchodzących latach?

Rozwój systemów energetycznych dla sektora e-samochodów, będącego w ostatnich latach kluczowym obszarem dla producentów i dostawców pojazdów, napędza elektromobilność. Czynny udział w przemianach rynku motoryzacyjnego bierze Polska. To właśnie w Polsce zlokalizowany jest największy zakład, który odpowiada za znaczące zaspokojenie potrzeb produkcyjnych na Starym Kontynencie. Strategiczne miejsce na mapie Europy, inwestycyjne ulgi czy potencjał ludzki dały naszemu krajowi szereg przewag i szans, które patrząc na dzisiejszą kondycję sektora produkcji akumulatorów trakcyjnych, potrafiliśmy wykorzystać. Stara zasada mówi jednak, że ten, kto się nie rozwija, ten się cofa. Zagraniczny kapitał zaangażowany w transformację napędową na terenie naszego kraju jest również szansą dla polskich firm, których rola już dziś nie sprowadza się tylko do bycia kooperantami. Coraz częściej są one równoprawnymi partnerami biznesowymi z własnym zapleczem inżynieryjnym, oferującymi produkty przeznaczone dla e-mobilności o najwyższej jakości. Potrzebne jest teraz wykorzystanie tego potencjału, by stworzyć efektywny ekosystem w dobie postępującej szybko elektryfikacji, z korzyścią m.in. dla rynku pracy, klienta końcowego i całej polskiej gospodarki, dla której sektor motoryzacyjny jest jednym z kluczowych.



Rys. 1. Prognoza zapotrzebowania rynku na baterie litowo-jonowe stosowane w pojazdach elektrycznych do 2030 roku (w [GWh]) źródło: statista.com

Poważny gracz na rynku baterii

W produkcji części do pojazdów Polacy plasują się w europejskiej czołówce. Wiele podzespołów czy komponentów współczesnych aut powstaje właśnie u nas. Wysokonapięciowych akumulatorów trakcyjnych, które są podstawowym komponentem w produkcji e-pojazdów, produkuje się w Polsce najwięcej w całej Europie. Jak wyliczył serwis Politico, pod koniec 2020 roku wartość eksportu akumulatorów litowo-jonowych sięgnęła ok. 400 mln euro miesięcznie, a ogniwa te stanowią obecnie aż 2% całego polskiego eksportu. To prawie jedna trzecia dzisiejszego europejskiego zapotrzebowania na akumulatory do pojazdów elektrycznych. Według Bloomberg New Energy Finance, Polska zajmuje obecnie pierwsze miejsce w Europie i piąte na świecie wśród państw szczególnie zaangażowanych w budowę europejskiego i światowego łańcucha wartości sektora bateryjnego i ma szansę na to, aby utrzymać wiodącą pozycję w tym obszarze co najmniej do 2025 roku.

Europa goni Azję

Zwiększająca się popularność pojazdów elektrycznych jasno pokazuje, że dla sektora motoryzacyjnego najważniejsze rynki zbytu to Chiny, Europa i Stany Zjednoczone. W skali globalnej trafia tam aż 90% e-samochodów. Dla rządów tych państw czy regionów pojazdy elektryczne stały się preferowaną technologią w transporcie drogowym i przemyśle motoryzacyjnym. W listopadzie 2021 r. rząd USA ogłosił ambitny cel 50% elektryfikacji nowych samochodów do 2030 r. W Europie Komisja Europejska zaproponowała zniesienie normy emisji CO_2 dla nowych samochodów do zera do 2035 roku. W tym samym czasie kilku producentów samochodów ogłosiło ambitne cele dotyczące elektryfikacji, np. Grupa Volkswagen oświadczyła, że do 2030 roku połowę jej sprzedaży będą stanowiły samochody elektryczne. Ford spodziewa się, że do końca tej dekady od 40 do 50% jego sprzedaży będzie miała charakter elektryczny. Inne znaczące zobowiązanie dotyczy Toyoty – największego producenta samochodów na świecie. Celem tej firmy jest sprzedaż 3,5 miliona sztuk e-pojazdów rocznie do 2030 roku. Również do roku 2030 całkowicie przestawią się na auta elektryczne tacy producenci jak Mercedes-Benz czy Volvo.

Wobec powyższego trudno się dziwić, że zapotrzebowanie rynku na baterie litowo-jonowe, stosowane w pojazdach elektrycznych, jest ogromne i stale rośnie. Światowymi potentatami w produkcji takich magazynów energii są firmy azjatyckie. Największe gigafabryki (fabryki wytwarzające gigawatogodziny (GWh) ogniw Li-Ion rocznie) należą do wytwórców z Chin, Korei Południowej i Japonii. Według wyliczeń Visual Capitalist, sporządzonych na podstawie danych z połowy 2021 roku, segment ogniw litowo-jonowych wart jest obecnie około 27 miliardów dolarów, a w 2027 roku urośnie do 127 miliardów dolarów. Blisko 70% tego rynku kontrolują trzy przedsiębiorstwa – chiński CATL (32,5%), południowokoreański LG Energy Solution (21,5%) i japoński Panasonic (14,7%).

Gigafabryki największych graczy branży bateryjnej funkcjonują m.in. w Europie, a budowa kolejnych trwa lub jest w planach. Ponieważ akumulatory są kamieniem węgielnym polityki przemysłowej UE, z całej Europy płyną zobowiązania inwestycyjne w zakresie produkcji ogniw. Rozwój własnej bazy produkcyjnej to priorytet. Celem jest m.in. uniezależnienie lokalnych producentów od zagranicznych wytwórców baterii, a co za tym idzie – ograniczenie dostaw spoza Europy. Coraz częściej słyszy się o nowych projektach dotyczących produkcji baterii na dużą skalę. Na mapie Europy działa już kilkanaście gigafabryk, a kolejne są w trakcie budowy. Ambitne plany ma m.in. Volkswagen, zapowiadający umieszczenie w Europie aż sześciu takich zakładów produkcyjnych. Większość krajów, gdzie przemysł motoryzacyjny jest rozwinięty, chce zatrzymać bazy produkcyjne na rynku lokalnym, czego najlepszym przykładem są Niemcy, gdzie fabryki postanowiły ulokować m.in. CATL czy Tesla.

Według raportu organizacji Transport&Environment z początku 2021 roku, zgodnie z planem rozbudowy, w 2025 roku na Starym Kontynencie powinny funkcjonować 22 gigafabryki akumulatorów, które łącznie będą wytwarzać ogniwa o mocy co najmniej 500 gigawatogodzin (GWh). Do 2025 roku Europa ma wytwarzać tyle ogniw Li-Ion, żeby dało się nimi zasilić co najmniej 6 milionów samochodów elektrycznych.

Przyglądając się dynamice zmian zachodzących na rynku motoryzacyjnym, mających ogromny wpływ na sektor akumulatorów trakcyjnych, należy w tym obszarze spodziewać się stopniowej dezaktualizacji prognoz i wyliczeń. Inwestycje w sektor bateryjny dotyczą nie tylko wielkich fabryk akumulatorów, ale całego łańcucha dostaw komponentów potrzebnych do produkcji ogniw oraz ich recyklingu.

Zapotrzebowanie na baterie jest ogromne, co potwierdza estymacja przygotowana przez Statista.com, w świetle której globalne zapotrzebowanie na akumulatory litowo-jonowe, stosowane w pojazdach elektrycznych, będzie zwiększać się sukcesywnie do 2030 roku, osiągając do tego czasu ok. 1525 gigawatogodzin.

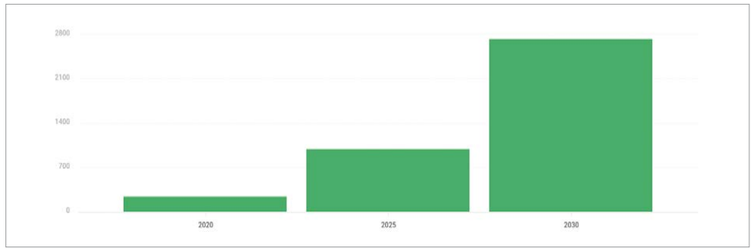
Przewiduje się także, że na przestrzeni kolejnych dziewięciu lat pojemność akumulatorów litowo-jonowych, wprowadzanych na światowy rynek, zwiększy się ponad 10-krotnie. Ponadto w 2030 roku na rynek trafią akumulatory litowo-jonowe o łącznej pojemności około 2731 gigawatogodzin.

Europa pracuje nad regulacjami

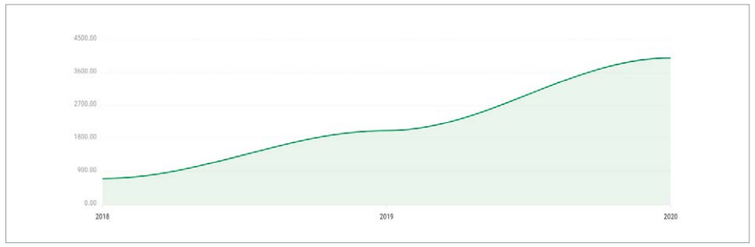
Przewidywane wzrosty w sektorze elektromobilności przyczynią się w efekcie do 19-krotnego zwiększenia globalnej produkcji baterii. Na chwilę obecną może być to problem, gdyż w Unii Europejskiej sektor transportu odpowiada za blisko 25% emisji gazów cieplarnianych. To może się jednak zmienić w nadchodzących latach, gdyż wielu producentów pojazdów stara się dążyć do neutralności śladu węglowego – nie tylko poprzez wprowadzanie nowych zeroemisyjnych modeli, ale także zachowując neutralność w całym łańcuchu dostaw, także w produkcji podzespołów, w tym akumulatorów trakcyjnych.

Zmieniająca się sytuacja rynkowa wpłynęła również na władze UE. W tym roku rozpoczęły one pracę nad unowocześnieniem ram prawnych dotyczących akumulatorów trakcyjnych, które mają być wyznacznikiem dla nowo procedowanych rozporządzeń Parlamentu Europejskiego i Rady UE ws. baterii i zużytych baterii, uchylających dyrektywę 2006/66/WE i zmieniających rozporządzenie UE 2019/1020. Z uzasadnienia projektu rozporządzenia wynika, że aktualne prawo unijne reguluje jedynie etap wycofania baterii z użytku. Brakuje natomiast przepisów dotyczących choćby etapów produkcji i użytkowania. Jest to niezbędne, gdyż takie aspekty jak emisja gazów cieplarnianych, trwałość akumulatorów, odpowiednie pozyskiwanie surowców czy wydajność elektrochemiczna pozostają niewyjaśnione. Projekt rozporządzenia to zmienia, dzieląc m.in. akumulatory na cztery główne kategorie (akumulatory przenośne i przemysłowe, samochodowe oraz akumulatory pojazdów elektrycznych). Jak wynika z projektu, aby mogły być one wprowadzane do obrotu i oddawane do użytku, będą musiały spełnić wymogi m.in. w zakresie etykietowania czy bezpieczeństwa. Ponadto przepisy mają się przyczynić do efektywniejszego zbierania, przetwarzania i recyklingu akumulatorów.

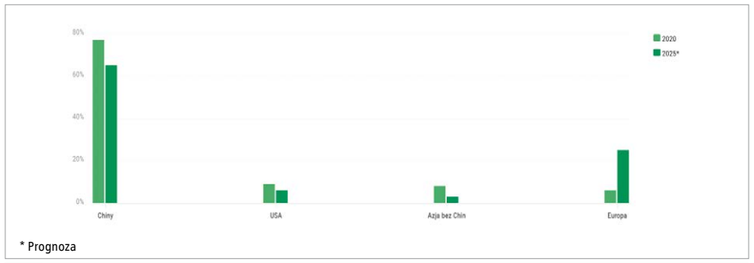
Unia Europejska, wprowadzając nowe rozporządzenie, chce określić również poziomy zbierania zużytych akumulatorów przenośnych dla państw członkowskich (do 2025 roku ma być to



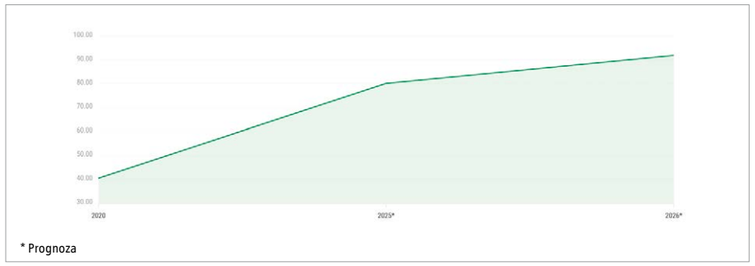
Rys. 2. Szacowana pojemność baterii litowo-jonowych wprowadzonych na światowy rynek w 2020 r., z prognozą na lata 2021–2030 (w [GWh]) źródło: statista.com



Rys. 3. Wartość eksportu baterii litowo-jonowych z Polski w latach 2017–2020 (w mln euro) źródło: Eurostat/obserwatorfinansowy.pl

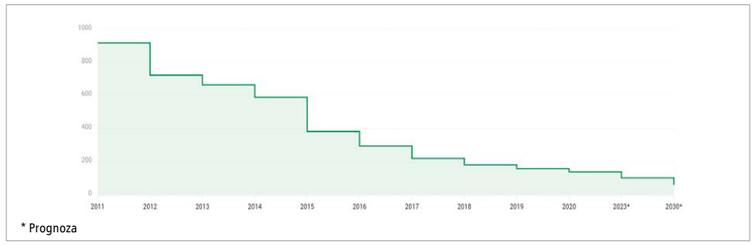


Rys. 4. Udział w globalnej zdolności produkcyjnej baterii litowo-jonowych w 2020 r., z prognozą na 2025 r., według krajów (w gigawatogodzinach) źródło: S&P Global Market Intelligence



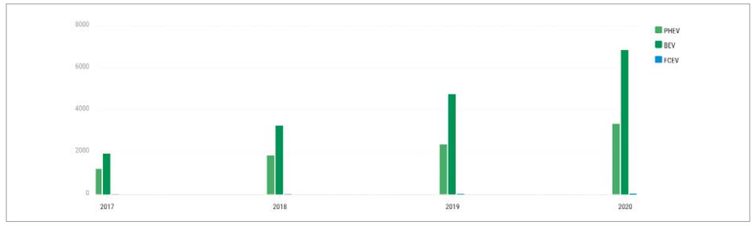
* Prognoza

Rys. 5. Globalny rynek akumulatorów litowo-jonowych w latach 2020–2026
źródło: researchandmarkets.com, statista.com



* Prognoza

Rys. 6. Pojazdy elektryczne – globalne koszty pakietów baterii litowo-jonowych w latach 2011–2030. Koszty zestawów baterii litowo-jonowych na świecie w latach 2011–2030 (USD/kWh) źródło: BloombergNEF



Rys. 7. Liczba użytkowanych pojazdów elektrycznych według typów w latach 2017–2020. Szacunkowa liczba pojazdów elektrycznych użytkowanych na świecie w latach 2016–2020, według typu (w tys. sztuk) źródło: IEA

65% baterii, a do końca 2030 roku – 70%). Ponadto w projekcie rozporządzenia mają pojawić się maksymalne progi śladu węglowego. „Dokumentacji technicznej baterii przemysłowych wielokrotnego ładowania i akumulatorów pojazdów elektrycznych z magazynem wewnętrznym i o pojemności powyżej 2 kWh, wprowadzanych do obrotu w Unii, powinna towarzyszyć deklaracja dotycząca śladu węglowego, która w stosownych przypadkach powinna dotyczyć konkretnej partii produkcyjnej" – zapisano w projekcie rozporządzenia. Na ostateczny kształt rozporządzenia jeszcze czekamy.

Jego wprowadzenie jest bardzo istotne dla wielu firm działających w Europie, gdyż będą musiały się dostosować do przepisów.

Rynek akumulatorów w Polsce

Ważne miejsce na rynku akumulatorów trakcyjnych na Starym Kontynencie zajmuje Polska, która nie jest jedynie odbiorcą technologii rozwiniętych w innych krajach. Nad Wisłą przybywa inwestycji związanych z rozwojem branży dostarczającej komponentów do samochodów elektrycznych oraz wytwórców podzespołów, odgrywających rolę poddostawców wypełniających łańcuchy wartości. Polska zajmuje pozycję europejskiego lidera w zakresie dostaw ogniw litowo-jonowych oraz komponentów powiązanych i powinna ją utrzymać co najmniej do 2025 roku. Kto odpowiada za tak gigantyczną produkcję w naszym kraju?

Zakłady produkcyjne na terenie Polski ulokowały zagraniczne przedsiębiorstwa specjalizujące się w technologii akumulatorów wykorzystywanych w przemyśle motoryzacyjnym. Należące do Koreańczyków LG Energy Solution Wrocław to aktualnie największy w Europie producent akumulatorów trakcyjnych stosowanych w pojazdach. W gronie jego kontrahentów są najwięksi europejscy i północnoamerykańscy producenci samochodów, wśród których można wymienić m.in. takie marki jak Audi, BMW, Fiat, Ford, Peugeot, Porsche, Volkswagen i Volvo. Uruchomione w 2017 roku zakłady w Biskupicach Podgórnych, gdzie zatrudnionych jest ponad 10 tys. osób, są stale rozbudowywane. Prowadzone aktualnie prace przy czwartym etapie budowy mają zostać ukończone w trzecim kwartale 2022 roku. Roczne moce produkcyjne obecnie wynoszą 68 GWh, a docelowo zakłady osiągną możliwość produkcyjną na poziomie nawet 100 GWh rocznie, co pozwoli zaspokoić ok. 60% obecnego europejskiego zapotrzebowania na akumulatory do samochodów. Łączny koszt inwestycji wynosi już ponad 3,2 mld euro. LG Energy Solution poza Polską aktualnie posiada także fabryki w Korei Południowej, Chinach i Stanach Zjednoczonych. Firma jest globalnym liderem w dostawie baterii dla wszystkich segmentów rynku: od produktów konsumenckich w sektorach IT i elektronarzędzi, poprzez zaawansowany przemysł motoryzacyjny – zaopatruje 13 spośród 20 największych światowych marek samochodowych – po systemy magazynowania energii (ESS).

Innym koreańskim koncernem inwestującym w Polsce jest SK Innovation. W Dąbrowie Górniczej w połowie 2021 roku otwarty został zakład SK hi-tech battery materials Poland, produkujący separatory do akumulatorów litowo-jonowych, które są niezbędnymi komponentami w budowie baterii stosowanych w pojazdach elektrycznych. Działająca na terenie Katowickiej Specjalnej Strefy Ekonomicznej fabryka jest pierwszą z czterech planowanych fabryk koncernu w Polsce. Aktualnie Koreańczycy zatrudniają w Dąbrowie Górniczej ponad 400 osób, a docelowo, wraz z uruchamianiem kolejnych zakładów, liczba pracowników ma wzrosnąć do tysiąca. Odbiorcami separatorów są głównie firmy z Europy oraz Stanów Zjednoczonych.

Fabrykę wytwarzającą akumulatory do osobowych aut hybrydowych typu plug-in i czysto elektrycznych wybudował na terenie Wałbrzyskiej Specjalnej Strefy Ekonomicznej koncern Mercedes-Benz. Zakłady ruszyły jesienią 2020 roku. W 2021 roku produkcja wyniosła 72 tys. sztuk akumulatorów trakcyjnych (do samochodów hybrydowych plug-in przeznaczono 80% produkcji, do samochodów elektrycznych – 20% produkcji). Docelowo jaworska fabryka Mercedes-Benz Manufacturing Poland będzie produkować ponad 100 tys. baterii do napędów typu PHEV i pojazdów BEV. Przy ich produkcji pracuje 300 osób, a gotowe systemy trafiają wyłącznie do fabryk Mercedesa zlokalizowanych w różnych częściach świata.

Na produkcję w Polsce postawiło również BMZ the Innovation Group, dostarczające inteligentne systemy zasilania oraz magazynowania energii w oparciu o technologię litowo-jonową. Działające od 2010 roku w Gliwicach BMZ Poland wytwarza obecnie akumulatory litowo-jonowe służące do zasilania elektrycznych rowerów, skuterów, elektronarzędzi, pojazdów użytkowych oraz autobusów. Systemy są od 2017 roku produkowane w fabryce zlokalizowanej w Katowickiej Specjalnej Strefie Ekonomicznej.

Kolejna działająca w sektorze akumulatorów trakcyjnych spółka Impact Clean Power Technology S.A. z Pruszkowa, została założona w 2006 roku. Firma od kilkunastu lat wytwarza innowacyjne systemy dla transportu, robotyki oraz stacjonarnych magazynów energii – w oparciu o technologię litowo-jonową produkuje obecnie akumulatory służące do zasilania pojazdów elektrycznych. Produkty trafiają do maszyn przemysłowych, ciężarówek, autobusów, trolejbusów i tramwajów. Oprócz rynku krajowego produkty sprzedawane są w całej Europie, Nowej Zelandii i Stanach Zjednoczonych. Odbiorcami są m.in.: Solaris Bus & Coach, Autosan, Siemens, Skoda, Dancer Bus czy Phoenix Motorcars. W 2021 roku na drogi całej Europy wyjechało prawie 500 nowych autobusów elektrycznych i wodorowych oraz trolejbusów z bateriami Impact Clean Power Technology S.A.

Baterie do pojazdów bezemisyjnych, oparte na technologii ogniw litowo-jonowych, również w Pruszkowie tworzy od 2008 roku Ele-DriveCo Sp. z o.o. Firma specjalizuje się w projektowaniu i budowie baterii trakcyjnych oraz komponentów napędów elektrycznych pojazdów dwu- i czterokołowych. Produkty powstają przy wykorzystaniu komponentów pochodzących od takich producentów jak Panasonic, Samsung czy Delta.

Od 30 lat w branży systemów zasilania oraz produkcji pakietów bateryjnych i akumulatorowych działalność prowadzi Wamtechnik Sp. z o.o. Założona w 1992 roku firma z Piaseczna jest jednym z największych asemblerów na rynku europejskim. Obecnie projektuje i produkuje systemy zasilania dla każdej gałęzi przemysłu. W realizacji są m.in. seryjne produkcje układów zasilania dla branży medycznej, elektronarzędzi, urządzeń budowlanych czy napędów elektrycznych. Produkty tworzone są z podzespołów dostarczanych m.in. przez Panasonic, Samsung, Saft czy LG Chem.

Funkcjonującym w Polsce przedsiębiorstwem na bazie koreańskiego kapitału, wytwarzającym komponenty do samochodów elektrycznych różnych marek, jest NARA Battery Engineering Poland Sp. z o.o. Działający od 2018 roku zakład zlokalizowany jest w Bielanach Wrocławskich. Inna południowokoreańska marka Foosung inwestuje w Kędzierzynie-Koźlu. Foosung Poland Sp. z o.o. zamierza wytwarzać nieorganiczne związki fluorowe, wykorzystywane jako komponent do produkcji baterii do samochodów elektrycznych. To pierwszy w Europie taki projekt, który zakłada produkcję heksafluorofosforanu litu (LIPF6) – kluczowego składnika elektrolitu w akumulatorach litowo-jonowych.

Na rozwój mocno stawia obecny w Polsce od 2018 roku Northvolt Poland. Firma aktualnie wytwarza w Gdańsku magazyny energii i moduły bateryjne do maszyn budowlanych oraz wykorzystywanych w przemyśle. Szwedzi w nowo budowanej gigafabryce na terenie Gdańska, która ma zostać uruchomiona pod koniec 2022 roku, zapowiadają produkcję magazynów energii na dużą skalę oraz dalszy wzrost produkcji systemów bateryjnych do aplikacji w przemyśle. Na nową inwestycję w Polsce Northvolt przeznaczył dodatkowo 200 mln dolarów.

Działająca w Biskupicach Podgórnych (podwrocławska gmina Kobierzyce) od września 2020 roku fabryka komponentów do baterii litowo-jonowych Enchem Poland Sp. z o.o. przechodzi rozbudowę. Koreański Enchem Ltd., specjalizujący się w produkcji elektrolitów, w swojej polskiej fabryce – jedynej na Starym Kontynencie – będzie produkować sól litową kwasu węglowego, wykorzystywaną w wysokonapięciowych akumulatorach o dużej pojemności, stosowanych w samochodach elektrycznych.

Rekordowy eksport

Wyroby przemysłu elektromaszynowego stanowią niemal 40% polskich towarów eksportowych. Akumulatory litowo-jonowe to wspomniane 2% całego polskiego eksportu. W 2020 roku wartość tego sektora wyniosła 237 mld euro. Należy zaznaczyć, że ten wynik został uzyskany głównie dzięki znaczącemu wzrostowi popularności samochodów nisko- i zeroemisyjnych, mimo że liczba sprzedanych samochodów ogółembyła mniejsza o ok. 3 mln sztuk. W 2020 roku największy wzrost eksportu odnotowano w przypadku akumulatorów litowo-jonowych. Jeszcze na początku 2017 roku wartość ich eksportu z Polski wynosiła nieco ponad 29 mln euro, by na koniec grudnia 2020 roku osiągnąć wartość aż 609 mln euro.

Rodzaje akumulatorów trakcyjnych

Najbardziej rozpowszechnionym rodzajem akumulatorów trakcyjnych, stosowanych w samochodach elektrycznych, są warianty litowo-jonowe z wykorzystaniem litu-niklu-magnezu-kobaltu-tlenu (NMC). Ich popularyzacja jest wynikiem powszechnego stosowania w wielu sektorach, w tym elektronicznym. Najlepszym tego potwierdzeniem jest udział w globalnej zdolności produkcyjnej baterii litowo-jonowych. Zgodnie z opracowaniem przygotowanym przez S&P Global Market Intelligence, Chiny w 2020 r. miały udział w produkcji na poziomie 77%, a Europa – 6%. Jednak estymacja na rok 2025 pokazuje znaczący wzrost udziału Europy – do 25% oraz spadek Chin do 65%.

Jak donosi SAE, szereg producentów szuka alternatywy, która wpłynie na potencjał całego pakietu oraz ograniczy wykorzystanie surowców ziem rzadkich. Przykładem mogą być choćby ogniwa litowo-żelazowo-fosforanowe (LFP), które wyróżniają się stabilnością – mają nieco mniejszą gęstość energii w porównaniu z ogniwami litowo-jonowymi (około 200 Wh/kg na poziomie ogniwa to o 10 – 15% mniejsza gęstość energii niż w przypadku większości ogniw NCM), ale są bardziej odporne na skoki temperatury. Akumulatory LFP charakteryzują się również żywotnością przekraczającą 10 000 cykli, czyli w przeliczeniu na możliwy do pokonania dystans, mowa o milionach kilometrów. Ponadto ich chemia nie posiada kobaltu ani niklu. Brak tych metali ziem rzadkich sprawia, że są one tańsze niż litowo-jonowe odpowiedniki. W Chinach koszt LFP wynosi poniżej 100 dolarów za kWh.

Kolejną potencjalną nowością w technologii akumulatorów trakcyjnych są warianty ze stałym elektrolitem (all-solid-state – ASS). W odróżnieniu od wariantów litowo-jonowych, ASS mają się charakteryzować kilkukrotnie szybszym ładowaniem oraz kilkukrotnie większą gęstością energii, co pozwoli na zmniejszenie ich rozmiarów, zwiększoną żywotność i zmniejszonym samorozładowaniem. Będą również bezpieczniejsze dla użytkowników, gdyż nie będzie w ich przypadku zagrożenia zapalenia się lub wybuchu akumulatora. Szerszy ma być ponadto zakres temperatur ich pracy.

Nie można zapomnieć również o wariantach niklowo-wodorkowych NiMH, które są obecnie badane przez Toyotę. W porównaniu do niegdyś stosowanych wariantów niklowo-kadmowych mają one większą o 30% pojemność oraz większą o około 30% gęstość energii w realnych zastosowaniach, która wynosi 120 Wh/kg. Ich wadą

jest jednak stosunkowo krótka żywotność, gdyż liczba cykli ładowania określana jest na około 2000.

Trzeba jednak jasno podkreślić, że stosowanie nowego typu akumulatorów zakładane jest na rok 2025 lub lata późniejsze. Jak na razie nadal rozwija się produkcja wariantów litowo-jonowych, które mają być udoskonalane, by osiągnąć stabilniejszą pracę temperaturową oraz większą gęstość. Według researchandmarkets.com, wielkość globalnego rynku akumulatorów litowo-jonowych osiągnie w 2025 r. ponad 80 mld USD, a w 2026 r. – 91,9 mld USD.

Cena akumulatorów kluczem do rozwoju sektora

Rozwój sektora pojazdów elektrycznych przyczyni się także do zmniejszania cen zestawów akumulatorów trakcyjnych. Zgodnie z danymi BloombergNEF, jeszcze w 2011 roku średnia światowa cena za kilowatogodzinę wynosiła 917 USD. W 2020 roku osiągnęła poziom 137 USD/kWh. Zgodnie z przeprowadzoną estymacją, w 2030 roku koszt jednej kWh będzie oscylował w granicach 50 – 60 USD.

Zmniejszenie ceny głównego podzespołu samochodów elektrycznych, który jeszcze kilka lat temu stanowił 80% wartości auta, a obecnie jest to około 30 – 40% ceny pojazdu, jest kluczowe dla zrównania cen lub nawet ich zmniejszenia względem aut o napędzie konwencjonalnym. Osiągnięcie tego pułapu będzie kamieniem milowym zarówno dla producentów pojazdów, jak też odbiorcy ostatecznego, czyli klienta.

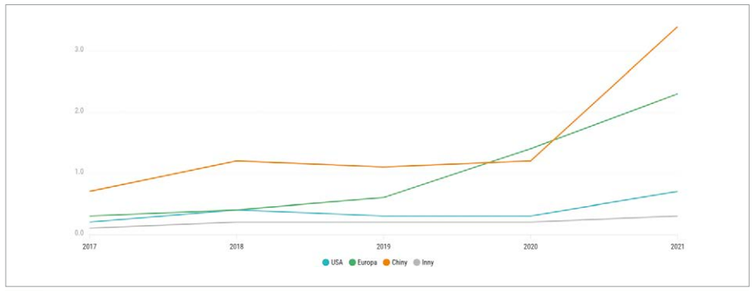
Więcej pojazdów, większe potrzeby akumulatorowe

Akumulatory litowo-jonowe (Li-Ion) od blisko 30 lat są stosowane na masową skalę. Rozwój elektroniki użytkowej, urządzeń przemysłowych, elektronarzędzi, systemów magazynowania energii oraz samochodów hybrydowych i w pełni elektrycznych pojazdów różnego typu sprawił, że akumulatory sukcesywnie tracą na masie własnej, ich rozmiary ulegają zmniejszeniu, a pojemność energetyczna wzrasta. Średnia gęstość energii baterii rośnie w tempie 7% rocznie, a nowe substancje chemiczne trafiają na rynek szybciej niż kiedykolwiek. Ogromne zapotrzebowanie na baterie wykazuje branża motoryzacyjna, o czym świadczą rosnące z roku na rok wyniki sprzedaży aut typu BEV i PHEV na całym świecie.

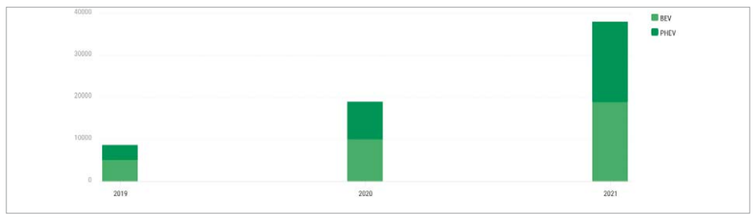
Wzrost globalny jest imponujący. International Energy Agency podsumowała, że w 2021 r. sprzedaż osobowych i lekkich użytkowych pojazdów elektrycznych oraz hybryd plug-in wzrosła ponad dwukrotnie. Wynik 6,6 miliona stanowi blisko 9% światowego rynku samochodowego (3 mln pojazdów w 2020 r., udział w rynku 4,1%) i ponad trzykrotne zwiększenie udziału w rynku sprzed dwóch lat (2,2 mln pojazdów w 2019 r. i udział w rynku 2,5%). Z szacunków IEA wynika, że obecnie na całym świecie jeździ około 16 milionów e-samochodów, które zużywają około 30 TWh energii elektrycznej rocznie. Szczególną rolę w statystykach odgrywają Chiny, gdzie sprzedaż prawie się potroiła, osiągając wynik 3,4 mln sztuk. W tym czasie w Stanach Zjednoczonych sprzedaż aut elektrycznych wzrosła ponad dwukrotnie, przekraczając pół miliona sztuk.

Światowa sprzedaż i udział w rynku sprzedaży samochodów elektrycznych

W Europie sprzedaż osobowych samochodów z wtyczką notuje z roku na rok pokaźne wzrosty. To drugi największy rynek po Chinach. Jak podaje cleantechnica.com, w 2021 roku na Starym Kontynencie sprzedano łącznie 2,27 mln e-samochodów (19% udział w rynku samochodów osobowych ogółem), z czego około połowa to hybrydy plug-in. To aż 66-proc. wzrost w porównaniu do 2020 roku, w którym sprzedano 1,37 mln samochodów z wtyczką (udział w rynku 11%). W 2019 roku było to 565 tys. sztuk (udział w rynku zaledwie 3,6%). Największym odbiorcą elektrycznych samochodów na europejskim rynku były Niemcy, gdzie zarejestrowano ponad 355 tysięcy takich pojazdów. Na podium uplasowały się jeszcze Francja (161 tys. aut) i Wielka Brytania (124 tys. aut).



Rys. 8. Światowa sprzedaż i udział w rynku sprzedaży samochodów elektrycznych źródło: IEA



Rys. 9. Liczba zarejestrowanych pojazdów EV w Polsce źródło: PSPA, PZPM

Wzrost liczby e-pojazdów wyraźnie widać w Polsce. Licznik Elektromobilności, uruchomiony przez Polski Związek Przemysłu Motoryzacyjnego (PZPM) i Polskie Stowarzyszenie Paliw Alternatywnych (PSPA), wskazuje, że w 2021 roku liczba samochodów z wtyczką w naszym kraju zwiększyła się o 20 253 sztuki. To jest o 93% więcej niż w analogicznym okresie 2020 roku. Z danych zawartych w Liczniku Elektromobilności wynika, że na koniec grudnia 2021 roku w Polsce było zarejestrowanych łącznie 39 658 samochodów z napędem elektrycznym (38 001 osobowych, 1657 użytkowych). Pojazdy w pełni elektryczne (BEV) odpowiadały za 49% (18 795 szt.) tej części parku pojazdów, a pozostałą część (51%) stanowiły hybrydy typu plug-in (PHEV) – 19 206 szt. Park elektrycznych samochodów dostawczych i ciężarowych liczył 1657 szt. Warto wspomnieć, że w dalszym ciągu rośnie też flota elektrycznych motorowerów i motocykli, która na koniec grudnia składała się z 10 650 szt. W polskich miastach jeździ już dokładnie 638 autobusów elektrycznych – w 2021 roku przybyło ich 219, z czego 214 to autobusy miejskie (co trzeci autobus kupiony w Polsce był elektryczny).

Podsumowanie

Pozycja Polski w sektorze akumulatorów trakcyjnych jest jedną z istotniejszych w Europie. To właśnie kraj nad Wisłą jest odpowiedzialny za osiągnięcie przez Stary Kontynent dobrych wyników produkcyjnych, które pozwalają konkurować z największym producentem akumulatorów trakcyjnych – Chinami. Jednak aby status quo zostało utrzymane, konieczne są zintensyfikowane działania na rzecz pozyskania kolejnych światowych producentów oraz przekonanie ich do inwestycji właśnie w Polsce. Do tego potrzeba wsparcia ze strony państwa oraz atrakcyjnych ofert i bonifikat dla potencjalnych producentów. Należy też wyedukować kadrę pracowniczą, która dziś powinna stanowić rdzeń sektora bateryjnego w Polsce. W kolejnych latach zintensyfikujemy odchodzenie od produkcji podzespołów do pojazdów konwencjonalnych. Tym samym konieczne jest rozpoczęcie procesu restrukturyzacji rynku i skupienie się właśnie na sektorze bateryjnym. Trzeba jasno powiedzieć: kraje Europy zachodniej z każdym rokiem będą chciały coraz mocniej wejść w rynek produkcji akumulatorów trakcyjnych, gdyż widzą duży potencjał w tym sektorze. Polska ma swoje przysłowiowe pięć minut i musi je dobrze wykorzystać. Nie jesteśmy potęgą w produkcji pojazdów, tak jak np. nasi zachodni sąsiedzi. Jednak jesteśmy europejskim liderem i jednym z ważniejszych na świecie graczy w segmencie komponentów do aut spalinowych. By ten stan się utrzymał – ale w odniesieniu do dynamicznie rozwijającego się sektora e-mobilności – konieczne jest m.in. większe wsparcie ze strony państwa, tak aby na transformacji napędowej skorzystało jak najwięcej osób i podmiotów – począwszy od pracowników zatrudnionych dziś w przemyśle motoryzacyjnym, poprzez polskie firmy, które coraz lepiej radzą sobie w nowej, elektromobilnej rzeczywistości, a skończywszy na odbiorcy końcowym, czyli kliencie.

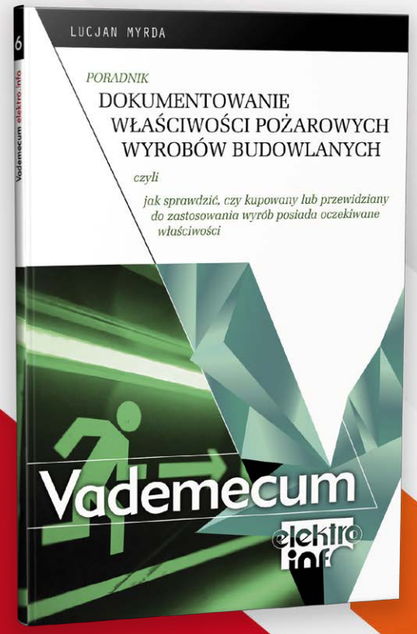
POLSKIE STOWARZYSZENIE PALIW ALTERNATYWNYCH

Polskie Stowarzyszenie Paliw Alternatywnych (PSPA) to największa organizacja branżowa, kreująca rynek elektromobilności i technologii wodorowych w Polsce i w regionie CEE. Integrujemy wiodące marki z całego łańcucha wartości w elektromobilności. Tworzymy środowisko producentów pojazdów i infrastruktury, operatorów i dostawców usług ładowania, koncernów paliwowych i energetycznych oraz wszystkich pozostałych podmiotów i instytucji aktywnych w obszarze zrównoważonego transportu.
Zrzeszamy ponad 170 przedsiębiorstw, będąc drugą pod względem liczby zrzeszonych podmiotów prawnych organizacją branżową w Europie. Wspólnie działamy na rzecz ukształtowania odpowiedniego otoczenia gospodarczego i prawnego, pozwalającego na dynamiczny rozwój zero- i niskoemisyjnych technologii w transporcie.
Tworzymy najliczniejszy w Polsce zespół ekspertów i praktyków elektromobilności. Dysponując zespołem konsultantów i trenerów ze specjalistycznym doświadczeniem sektorowym i wiedzą zdobytą w branży, realizujemy projekty szkoleniowe, doradcze i eksperckie. Współpracujemy z przemysłem, administracją i społeczeństwem.
Dostarczamy wiedzy i kluczowych informacji dla rozwoju biznesu.

pspa
POLSKIE STOWARZYSZENIE PALIW ALTERNATYWNYCH

Polskie Stowarzyszenie Paliw Alternatywnych
00-446 Warszawa
ul. Fabryczna 5A
tel. +48 507 686 158
biuro@pspa.com.pl
www.pspa.com.pl

REKLAMA



zamów na:
WYDAWNICZY.PL

Lucjan Myrda

Nowość!

Poradnik.
Dokumentowanie właściwości pożarowych wyrobów budowlanych

Jak sprawdzić, czy kupowany lub przewidziany do zastosowania wyrób posiada oczekiwane właściwości?

Stan prawny: lipiec 2022

Poradnik skierowany jest do wszystkich uczestników procesu budowlanego: projektantów, architektów, inspektorów nadzoru inwestorskiego, osób nadzorujących procesy budowlane, kierowników budów i robót, wykonawców robót budowlanych, służb inwestorskich, organów rozstrzygających spory i inspektorów nadzoru budowlanego. Mogą z niego korzystać również funkcjonariusze pionu kontrolno-rozpoznawczego Państwowej Straży Pożarnej, rzeczoznawcy do spraw zabezpieczeń przeciwpożarowych i rzeczoznawcy budowlani oraz inne osoby zajmujące się na co dzień sprawami ochrony przeciwpożarowej budynków i budowli, a także przedstawiciele firm działających w tej dziedzinie.

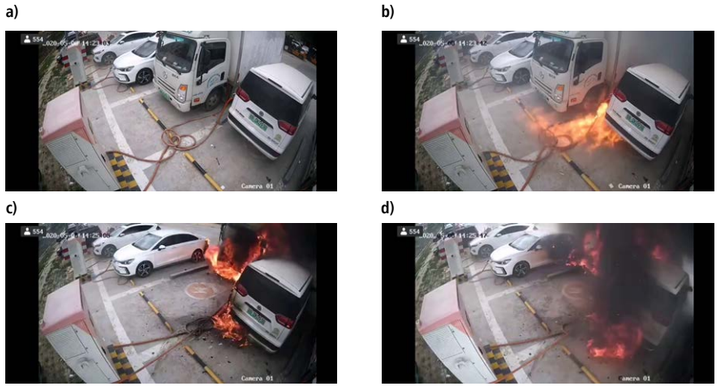
WYDANIE ELEKTRONICZNE
Cena regularna: 36 zł
Cena dla prenumeratorów elektro.info: 33 zł

WYDANIE PAPIEROWE
Cena regularna: 39,90 zł
Cena dla prenumeratorów elektro.info: 36 zł

dr inż. Jarosław Wiater – Politechnika Białostocka

Zagrożenie pożarowe układów ładowania baterii litowo-jonowych – ochrona przeciwprzepięciowa

W obecnych czasach codziennie spotykamy się z różnego rodzaju pojazdami elektrycznymi, takimi jak: samochody, skutery, hulajnogi czy też rowery elektryczne. W większości przypadków stosowane są w nich baterie litowo-jonowe. Służą one do magazynowania energii i umożliwiają napędzanie tych pojazdów. Poza bezsprzecznymi zaletami baterie litowo-jonowe mają też wady, które powinny zwrócić uwagę użytkownika i skłonić do podjęcia działań celem minimalizacji ryzyka pożaru w następstwie uszkodzenia układu ładowania – przeładowania ogniwa, mogącego skutkować jego samozapłonem.



Rys. 1. Kolejne etapy pożaru stacji ładowania samochodów elektrycznych źródło: YouTube [1]

Zagrożenie pożarowe

W powszechnym odczuciu pojazdy elektryczne są najtańszym sposobem przemieszczania się. Codziennie na ulicach polskich miast możemy zobaczyć mknące hulajnogi elektryczne, przejeżdżające samochody elektryczne czy dostawców jedzenia na rowerach elektrycznych. Wszystkie te urządzenia do napędu wykorzystują silniki elektryczne i baterie litowo-jonowe, które dostarczają niezbędnej energii do poruszania się. Niestety wiele osób dostrzega tylko zalety tych rozwiązań technicznych, zapominając o ich wadach.

STRESZCZENIE

W artykule zostały zaprezentowane skutki pożarów baterii litowo-jonowych powszechnie stosowanych w samochodach, skuterach, rowerach, hulajnogach elektrycznych. Wystąpiły one w większości przypadków podczas procesu ładowania. Mechanizmy, które do nich doprowadziły, są różne, niemniej jednak zagrożenie i potencjalne duże straty powinny skłonić do właściwej ochrony przeciwprzepięciowej sieci zasilających układy ładowania. W artykule zaprezentowano zalecane metody ochrony przeciwprzepięciowej układów elektronicznych wykorzystywanych w ładowarkach baterii litowo-jonowych zasilanych z sieci elektroenergetycznej.

Słowa kluczowe: baterie litowo-jonowe, Li-Ion, zagrożenie, ograniczanie przepięć.

Rys. 2. Kolejne etapy rozwoju pożaru autobusu elektrycznego podczas postoju i prawdopodobnie ładowania we Francji: **a)** początek pożaru, **b)** pożar w fazie rozwoju, **c)** pożar rozwinięty, **d)** mały wybuch na dachu autobusu źródło: YouTube [2]

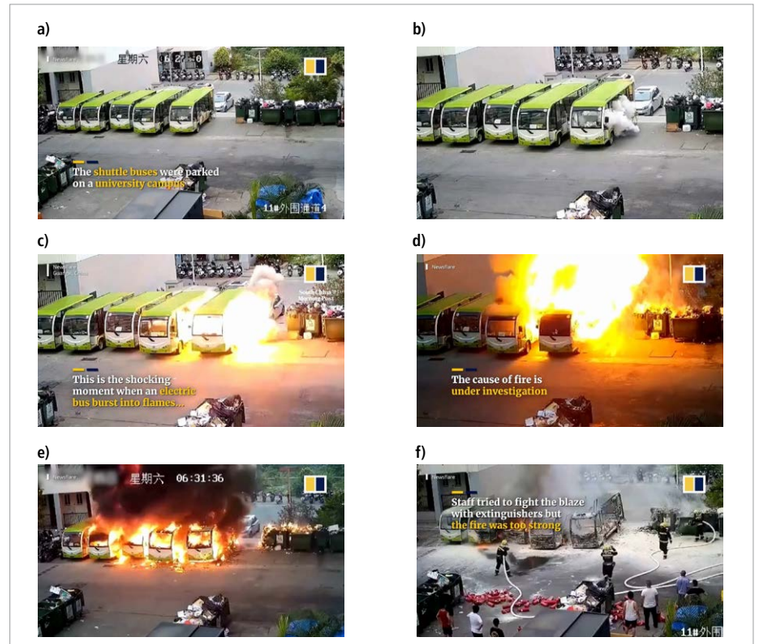
Ryzyko samozapłonu baterii litowo-jonowych jest ich największą wadą. Uszkodzenie baterii, przebicie izolacji w większości przypadków powoduje pożar na skutek przepływu prądu zwarciowego, który może osiągnąć nawet 10 kA [4]. Przeglądając serwis internetowy YouTube bez większego problemu można natknąć się na filmy oraz zdjęcia pokazujące pożary:

- samochodów elektrycznych podczas ich ładowania **(rys. 1.)**,
- autobusów elektrycznych podczas postoju i ładowania baterii **(rys. 2.** i **3.)**,
- skuterów elektrycznych podczas ładowania **(rys. 4.)**,
- hulajnóg elektrycznych podczas ładowania **(rys. 5.)**,
- rowerów elektrycznych **(rys. 6.** i **7.)**.

Liczba uwiecznionych zdarzeń jednoznacznie wskazuje na wagę problemu, z którym należy się zmierzyć. Osoby chętne do obejrzenia prezentowanych materiałów mogą skorzystać z linków do filmów w serwisie YouTube, które znajdziemy w spisie literatury. Najbardziej spektakularny jak dotychczas film został nagrany w maju 2020 r. przez kamerę monitoringu. Pokazuje on od samego początku rozwój, poszczególne etapy i skutki pożaru samochodu elektrycznego podczas procesu ładowania **(rys. 1.)**.

Krajowe media w październiku 2020 r. obiegła informacja o pożarze w garażu podziemnym w Warszawie, który spowodował wyłączenie całego budynku z eksploatacji ze względu na popękane stropy. Do chwili obecnej nie wyjaśniono przyczyny pożaru. Jedne źródła mówią o wybuchu samochodu elektrycznego, inne – o pożarze samochodu z silnikiem spalinowym. Bez względu na faktyczną przyczynę powstania pożaru sam fakt, iż spowodował on konieczność wyprowadzenia się lokatorów z całego budynku, powinien dać do myślenia na temat zabezpieczenia przeciwpożarowego i przeciwprzepięciowego.

Z punktu widzenia bezpieczeństwa najgroźniejszy jest dym, który zabija więcej ludzi niż ogień. Zdjęcia poklatkowe prezentowane w artykule jednoznacznie pokazują, iż palące się baterie litowo-jonowe powodują całkowite zadymienie pomieszczenia w ciągu kilkunastu sekund czy kilku minut od rozpoczęcia pożaru. Cechą wspólną wszystkich zdarzeń wydaje się być proces ładowania baterii litowo-jonowych.



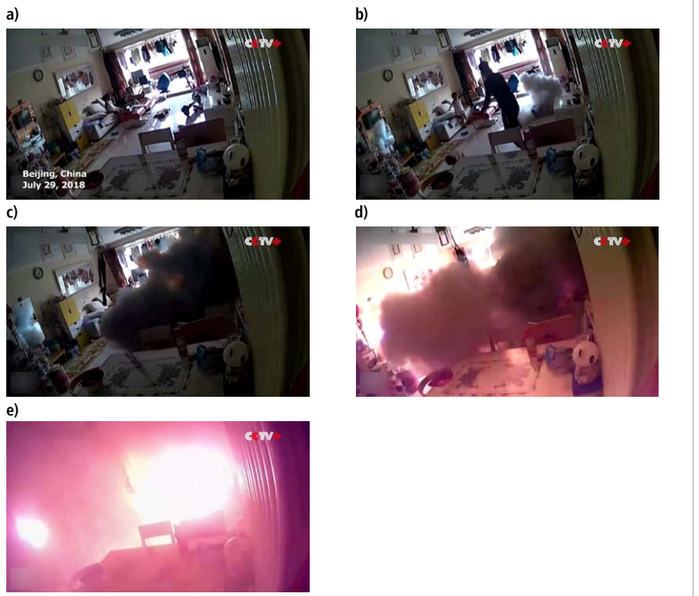
Rys. 3. Kolejne etapy rozwoju pożaru autobusu elektrycznego podczas postoju na terenie kampusu uniwersyteckiego i procesu ładowania: **a)** autobusy elektryczne zaparkowane na terenie kampusu uniwersyteckiego, **b)** początek pożaru, **c)** płomienie wydostają się na zewnątrz, **d)** pożar w pełni rozwinięty, **e)** płomienie zajęły kolejne autobusy zaparkowane obok, **f)** skutki pożaru Źródło: YouTube [3]

Rys. 4. Kolejne etapy rozwoju pożaru skutera elektrycznego w mieszkaniu podczas procesu ładowania: **a)** ładowanie skutera elektrycznego – ładowarka leży na baterii, **b)** nagłe pojawienie się płomieni, **c)** 15 sekund później, **d)** 45 sekund od rozpoczęcia się pożaru Źródło: YouTube [4]

Jak się chronić przed skutkami pożaru baterii litowo-jonowej

Pożar pojazdu elektrycznego jest obecnie dużym wyzwaniem. Stosowanie wody lub gaśnic do tłumienia pożaru baterii litowo-jonowej w świetle zebranych materiałów wykazuje brak skutecznego działania gaśniczego tych środków **(rys. 8.** i **9.)**. Stosowanie gaśnic przeznaczonych do gaszenia urządzeń pod napięciem również nie pozwoliło stłumić pożaru **(rys. 3f)** – wykorzystano kilkadziesiąt gaśnic bez pozytywnego zakończenia.

Skutecznym rozwiązaniem problemu, przetestowanym przez ośrodek badawczy w Saragossie (Centro Zaragoza Instituto de Investigacion Sobre Vehiculos) przy współpracy z miejscową strażą pożarną, wydaje się zastosowanie płachty gaśniczej (większa wersja koca gaśniczego). Przeprowadzone badania wykazały, że pożar baterii litowo-jonowych w ciągu 10 minut spowodował wzrost temperatury samochodu do 1080°C **(rys. 11.)**. Zastosowanie wspomnianej wyżej płachty gaśniczej poskutkowało stłumieniem ognia i ograniczeniem temperatury do 107°C – po kolejnych 10 minutach **(rys. 12.)**. Zsunięcie płachty gaśniczej spowodowało ponowny samozapłon samochodu **(rys. 13.)**. Poprzez analogię do gaszenia mniej-

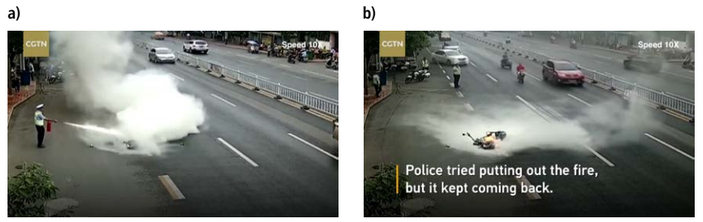


Rys. 5. Kolejne etapy rozwoju pożaru hulajnogi elektrycznej w mieszkaniu podczas procesu ładowania: **a)** hulajnoga elektryczna w mieszkaniu, **b)** nagły początek pożaru, **c)** gwałtowny wybuch, **d)** kilka sekund później rozwijają się płomienie, **e)** całkowite zadymienie pomieszczenia źródło: YouTube [5]

Rys. 9. Nieskuteczność wody podczas gaszenia pożaru baterii litowo-jonowej: **a)** pożar, **b)** użycie wody, **c)** brak widocznych rezultatów
źródło: YouTube [9]

Rys. 6. Pożar roweru elektrycznego źródło: YouTube [6]

Rys. 7. Pożar roweru elektrycznego źródło: YouTube [7]



Rys. 8. Nieskuteczność gaśnicy podczas gaszenia skutera elektrycznego zasilanego z baterii litowo-jonowej: **a)** gaszenie skutera przez policjanta, **b)** powrót płomieni źródło: YouTube [8]

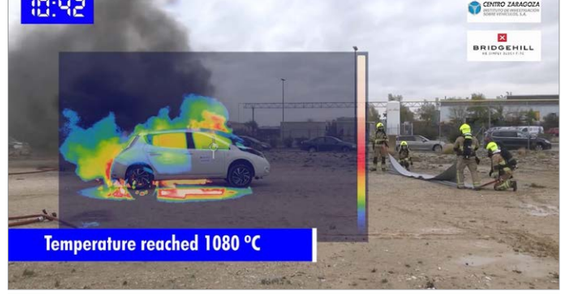
szych urządzeń można z powodzeniem wykorzystać koc gaśniczy, pamiętając o możliwości ponownego zapłonu gaszonego urządzenia po jego zdjęciu*).

Układy ładowania baterii litowo-jonowych

Proces ładowania baterii litowo-jonowych wymaga stosowania układów (najczęściej scalonych) specjalnie zaprojektowanych tak, aby zabezpieczyć je na wypadek uszkodzenia, przeładowania, zbyt głębokiego rozładowania, przekroczenia wartości prądu granicznego. W przypadku, gdy zostaną przekroczone graniczne wartości, może nastąpić niekontrolowany wzrost temperatury poszczególnych ogniw. Baterie litowo-jonowe, ze względu na obecność związków litu pozbawione warstwy ochronnej, ulegają samozapłonowi w obecności tlenu atmosferycznego. Bezpośrednią przyczyną niebezpiecznego zjawiska jest zwiększenie temperatury ogniwa lub drastyczne przeładowanie ogniwa, które prowadzi do dekompo-

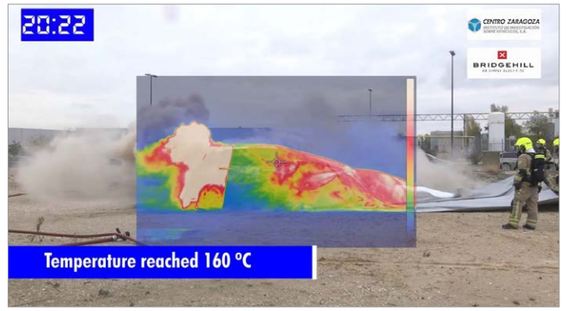
*) Płachta w rzeczywistych działaniach gaśniczych będzie nieprzydatna, ma to znaczenie teoretyczne.

Rys. 10. Płachta gaśnicza wykorzystywana do gaszenia samochodów [10]



Rys. 11. Skutki pożaru baterii litowo-jonowej po 10 minutach od rozpoczęcia testów
źródło: YouTube [11]

Rys. 12. Narzuta gaśnicza tłumiąca pożar baterii litowo-jonowych
źródło: YouTube [11]

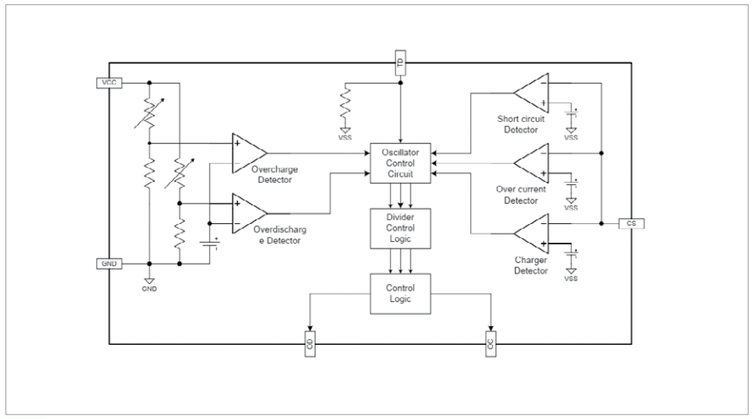


Rys. 13. Ponowny samozapłon samochodu po zsunięciu płachty gaśniczej
źródło: YouTube [11]

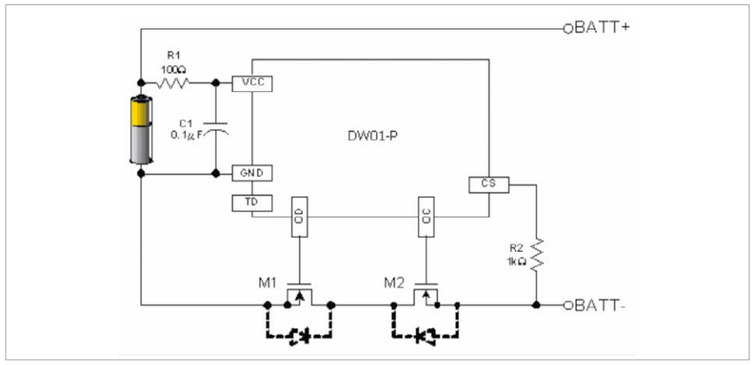
zycji jego elementów składowych, określanej jako efekt „thermal runaway" [12]. Proces ten jest silnie egzotermiczny i samopodtrzymujący się. Przekroczenie temperatury granicznej ogniwa powoduje stopienie folii wewnętrznej, co z kolei doprowadza do gwałtownego spalania związków litu. Mechanizm ten jednoznacznie skłania do zwrócenia uwagi na wartości graniczne prądów poszczególnych ogniw.

Słabym punktem układów ładowania jest ich stosunkowo niska odporność na przepięcia. Należy zwrócić uwagę, iż w przypadku ogniw litowo-jonowych wymagana jest precyzja doboru granicznych wartości zabezpieczeń na poziomie 4,25 V +/– 50 mV – układ pomiaru napięcia ogniwa w członie zabezpieczającym przed przeładowaniem [13]. Układ scalony kontrolujący proces ładowania zbudowany jest z kilku modułów logicznych, układu komparatorów i wzmacniaczy operacyjnych **(rys. 14.)**. Maksymalne napięcie pracy typowych układów to 24 V [13]. Producenci deklarują wytrzymałość na wyładowania elektrostatyczne, zapominając jednak o problemie przepięć [13]. Słabym punktem układu, z punktu widzenia wytrzymałości udarowej, wydaje się sam układ cyfrowy i wymagane zewnętrzne tranzystory Mosfet, które de facto są jedynymi elementami oddzielającymi ogniwa litowo-jonowe od wejścia układu zasilania **(rys. 15.)**. Odporność układu na przepięcia ogranicza wytrzymałość samych tranzystorów oraz niezawodność działania układu kontrolującego proces ładowania. Uszkodzenie tranzystorów w większości przypadków prowadzi do zwarcia pomiędzy drenem i źródłem – następuje wówczas bezpośrednie połączenie źródła zasilania z baterią litowo-jonową, bez jakiejkolwiek kontroli prądu, co prowadzi do przeładowania ogniw. Brak odpowiedniego wysterowania bramki tranzystora lub jej zwarcie do zasilania może spowodować przeładowanie ogniw litowo-jonowych. W obu tych przypadkach może dojść do termicznego uszkodzenia izolacji ogniw i samozapłonu.

Mając powyższe na uwadze, należy zainteresować się ochroną przed uszkodzeniami układów scalonych kontrolujących procesy ładowania baterii litowo-jonowych, jak również ochroną tranzystorów wykonawczych typu Mosfet z nimi współpracujących.



Rys. 14. Schemat funkcjonalny układu scalonego kontrolującego proces ładowania baterii litowo-jonowych [13]



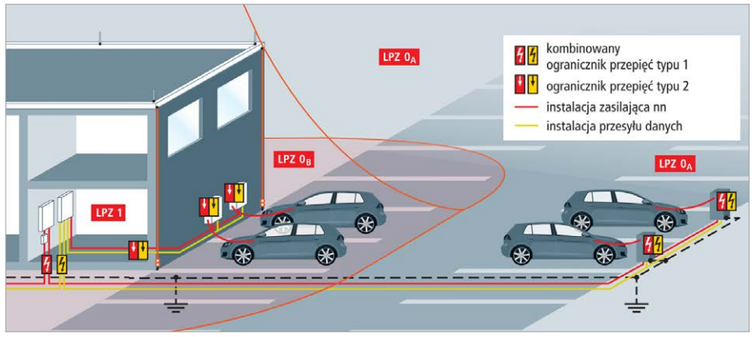
Rys. 15. Układ aplikacyjny układu scalonego DW01-P, stosowanego do kontroli procesu ładowania baterii litowo-jonowych [13]

Zagrożenie przepięciowe

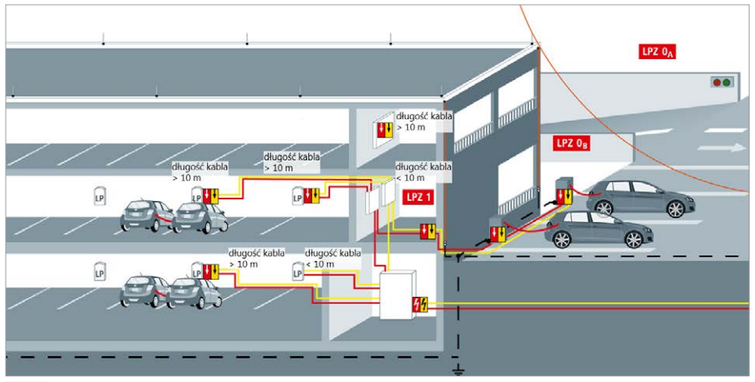
Chcąc prawidłowo i skutecznie zabezpieczyć pojazd elektryczny podczas ładowania, należy na wstępie wymienić potencjalne źródła zagrożeń, przed którymi musimy się chronić, a są to mianowicie:

- bezpośrednie wyładowanie piorunowe w elementy instalacji ładowania pojazdów elektrycznych,
- wyładowanie piorunowe w sąsiadujące ze stacją ładowania instalacje, urządzenia, budynki,
- przepięcia łączeniowe występujące na skutek przełączeń, zwarć i innych stanów przejściowych występujących w sieci elektroenergetycznej zasilającej stację ładowania.

Obserwując potencjalne skutki zniszczeń, warto zainwestować w ochronę, a nie liczyć na ubezpieczenie od szkód spowodowanych pożarem. Należy również liczyć się z koniecznością zapłaty za szkody, które pojazd elektryczny może wyrządzić w mieniu innych osób lub podmiotów.



Rys. 16. Przykład prawidłowej ochrony zewnętrznej stacji ładowania pojazdów elektrycznych zgodnie ze strefową koncepcją ochrony (LPZ)



Rys. 17. Przykład prawidłowej ochrony wewnątrz budynkowej stacji ładowania pojazdów elektrycznych zgodnie ze strefową koncepcją ochrony (LPZ)

Ochrona przeciwprzepięciowa stacji ładowania pojazdów elektrycznych

Pojazdy elektryczne mogą być ładowane na otwartym terenie, wewnątrz budynków jak również w mieszkaniach. We wszystkich przedstawionych wypadkach przyłącze zasilające układ ładowania pojazdu elektrycznego narażone jest na znaczne wartości przepięć na wejściu układu ładowania. W zależności od lokalizacji terminala ładującego ochrona przed przepięciami realizowana jest na podstawie zapisów norm PN-EN 60364-4-443 [15], PN-EN 60364-5-534 [16]. W przypadku, gdy znajduje się ona w strefie $LPZ0_A$, należy zastosować ogranicznik przepięć typu 1, dla którego prąd impulsowy (I_{imp}) nie powinien być mniejszy niż 12,5 kA. Stosowanie ogranicznika przepięć, w którym głównym elementem jest warystor, może skutkować brakiem koordynacji energetycznej z warystorami umieszczonymi na wejściu układu ładowania. Zdecydowanie zaleca się stosować w tym miejscu ogranicznik typu 1, zbudowany na bazie iskiernika – taki, w którym producent deklaruje prawidłową koordynację z urządzeniem końcowym, spełniającym wymagania normy PN-EN 61000-4-5 [17]. Niezapewnienie właściwej koordynacji skutkuje uszkodzeniem chronionego urządzenia, pomimo zainstalowania na jego zaciskach ogranicznika typu 1, zbudowanego tylko w oparciu o warystor. W przypadku, gdy część kabli wychodzi poza strefę $LPZ0_B$, należy je wyposażyć w ogranicznik typu 1, z zastrzeżeniami opisanymi powyżej **(rys. 16.)**. Szczegółowo problem koordynacji energetycznej opisano w artykule dotyczącym skuteczności ochrony przeciwprzepięciowej w sieciach elektroenergetycznych z równolegle łączonymi warystorowymi ogranicznikami przepięć [18]. W przypadku, gdy cała stacja ładowania oraz doprowadzone do niej kable zasilające znajdują się w strefie $LPZ0_B$, należy zastosować ograniczniki typu 2 **(rys. 17.)**.

Dobierając i rozmieszczając ograniczniki przepięć, należy pamiętać o zapisach normy PN-HD 60364-5-53:2016-02 [19] (pkt 534.4.9). Norma stanowi, iż w przypadku, gdy odległość pomiędzy ogranicznikiem przepięć a chronionym urządzeniem jest większa niż 10 metrów, należy zainstalować dodatkowy ogranicznik przepięć – najbliżej jak to możliwe chronionego urządzenia (zachowując relację $U_p<U_w$, gdzie: U_p – napięciowy poziom ochrony ogranicznika przepięć, U_w – napięcie udarowe chronionego urządzenia). Takie wymaganie po raz kolejny zmusza do stosowania ogranicznika typu 1 skoordynowanego energetycznie z urządzeniem końcowym. Opisany w ww. normie warunek nie jest wystarczający do zapewnienia właściwej koordynacji zewnętrznych i wewnętrznych ograniczników przepięć (znajdujących się w module elektronicznym stacji ładowania pojazdów elektrycznych).

W większości przypadków grupy terminali do ładowania samochodów elektrycznych połączone są również ze sobą za pomocą przewodów sygnałowych. Na **rysunkach 16.** i **17.** linie sygnałowe oznaczono kolorem żółtym. Za ich pomocą odbywa się komunikacja z głównym terminalem rozliczeniowym. W żadnym wypadku nie należy zapominać o liniach telekomunikacyjnych, projektując system ochrony przeciwprzepięciowej. Zaleca się stosować ograniczniki przepięć kategorii D1 lub D2 dla linii przechodzących pomiędzy strefami LPZ0 i LPZ1 oraz C1 lub C2 dla obwodów sygnałowych przechodzących pomiędzy strefami LPZ1 i wyżej.

Podsumowanie

Pojazdy elektryczne stają się nieodzownym elementem naszego codziennego życia. Bez względu na to, czy jesteśmy ich aktywnymi użytkownikami, czy też obserwatorami, należy znać zagrożenia, których możemy być bezpośrednimi uczestnikami. Poza zaletami zawsze są też mniej lub bardziej widoczne wady – przygotowując się na taką ewentualność, ograniczymy potencjalne niekorzystne ich skutki. Pamiętajmy, że ubezpieczenie nie jest gwarancją pokrycia wszystkich poniesionych strat. Problem jest szczególnie ważny, gdyż większość nowych inwestycji wyposażonych jest w urządzenia i systemy elektroniczne wrażliwe na przepięcia. Rosnące zainteresowanie pojazdami elektrycznymi, rządowy plan budowy w większych aglomeracjach infrastruktury do ładowania pojazdów elektrycznych jednoznacznie wskazuje kierunki rozwoju w niedalekiej przyszłości. Od inżynierów i projektantów będzie się wymagało realizacji powierzonych zadań w sposób w pełni profesjonalny i zgodny z aktualną wiedzą techniczną.

Należy zwrócić uwagę na fakt, iż do większości pożarów dochodzi w momencie ładowania baterii. W szczególności konieczna wydaje się ochrona przeciwprzepięciowa układów ładowania wszystkich typów pojazdów elektrycznych, jeśli takie będą ładowane w garażu podziemnym lub – co gorsza – w naszym mieszkaniu.

literatura do artykułu na elektro.info.pl

ABSTRACT

Fire hazard of lithium-ion battery charging systems – surge protection

The article presents the effects of fires of lithium-ion batteries commonly used in cars, scooters, bicycles and electric scooters. They occurred in most cases during the loading process. The mechanisms that led to them are different, but nevertheless the threat and potential large losses should prompt for proper surge protection systems. The article presents the recommended anti-overvoltage methods of electronic systems used in chargers of lithium-ion batteries supplied from the power grid.

Keywords: Lithium-Ion, Li-Ion batteries, danger, surge limiting.

REKLAMA

Dostępne szkolenia:

- Metodyka konstruowania przeciwpożarowego wyłącznika prądu
- Kompensacja mocy biernej. Podstawy teoretyczne i zastosowania praktyczne
- Ochrona odgromowa i przepięciowa obiektów budowlanych
- Ewakuacja ludzi z płonącego budynku i jej wspomaganie. Oświetlenie awaryjne i ewakuacyjne
- Zasilanie budynków w energię elektryczną w warunkach normalnych a zasilanie w czasie pożaru)
- Obliczanie zwarć symetrycznych oraz metodyka doboru aparatów, przewodów i urządzeń elektrycznych do spodziewanych warunków zwarciowych w instalacjach elektrycznych nn
- Podstawy projektowania przydomowych systemów fotowoltaicznych
- Dobór przewodów i kabli elektrycznych oraz ich zabezpieczeń

Znajdź swoje szkolenie na: KURSY.ELEKTRO.INFO.PL

ABB
04-713 Warszawa, ul. Żegańska 1
tel. 22 223 77 77
kontakt@pl.abb.com
new.abb.com/pl

ASTE Sp. z o.o.
80-180 Gdańsk, Kowale, ul. Magnacka 25
tel. 58 340 69 00
aste@aste.pl
www.aste.pl

BayWa r.e. Solar Systems
Hurtownia Fotowoltaiczna
32-080 Zabierzów, Krakowska 390
solar-distribution.baywa-re.pl/pl/

Eaton Electric Sp. z o.o.
80-299 Gdańsk
ul. Galaktyczna 30
tel. 58 554 79 00

Elektrometal SA
43-400 Cieszyn, ul. Stawowa 71
tel. 33 8575 200
em@elektrometal.com.pl
www.elektrometal.eu

Ensto Building System
Mirosław Marciniak
tel. 605 2822 233
miroslaw.marciniak@ensto.com
www.ensto.com

EUROLOOP Sp. z o.o.
33-300 Nowy Sącz
ul. Jagiellońska 39

Green Wallbox
tel. 500 675 768
kontakt@greenwallbox.pl
www.greenwallbox.pl

NOARK Electric Sp. z o.o.
61-005 Poznań, Św. Michała 62
tel. 61 222 67 67
infopl@noark-electric.com
www.noark-electric.com

Biuro Techniczno-Handlowe PRO-MAC
91-492 Łódź, ul. Bema 55
tel. 42 61 61 680, 681
biuro@promac.com.pl
www.promac.com.pl

stacjeladowania.com Sp. z o.o.
65-155 Zielona Góra, ul. Dekoracyjna 3 lok. P-5/3
tel. 604 687 041
kontakt@stacjeladowania.com
www.stacjeladowania.com

Redakcja elektro.info
04-112 Warszawa, ul. Karczewska 18
tel. 22 810 65 61, faks 22 810 27 42
redakcja@elektro.info.pl
www.elektro.info.pl