

SMART
— STORAGE

AKUMULATOROWA STACJA ŁADOWANIA POJAZDÓW ELEKTRYCZNYCH WSPÓŁPRACUJĄCA Z INSTALACJĄ PV I SIECIĄ

SMART STORAGE



CEL PROJEKTU

Celem projektu jest opracowanie nowego produktu jakim jest AKUMULATOROWA STACJA ŁADOWANIA POJAZDÓW ELEKTRYCZNYCH i wdrożenie go do sprzedaży.

CEL DZIAŁALNOŚCI SPÓŁKI

Celem działalności spółki SMART STORAGE jest opracowywanie i wdrażanie nowych technologii z zakresu magazynowania energii oraz pojazdów elektrycznych.

SEKTOR DZIAŁALNOŚCI SPÓŁKI

Sektor działalności spółki to głównie szeroko pojęty sektor elektromobilności.

Głównym czynnikiem hamującym obecnie rozwój elektromobilności w Polsce jest mała dostępność punktów ładowania pojazdów elektrycznych. Dla większości użytkowników pojazdów elektrycznych bardzo istotna jest możliwość ładowania pojazdu elektrycznego we własnym domu jako opcja znacznie tańsza niż ładowanie na stacji ładowania. Jednak ze względu na niską moc dostępną w zwykłych gniazdach elektrycznych (dla gniazda AC 230 V to ok. 3 kW, a gniazda trójfazowego 3x230 V to ok. 9 18 kW) naładowanie pojazdu o dużej pojemności baterii nie jest możliwe w krótkim czasie. Na zbiorowych parkingach, dodatkowym problemem są możliwości instalacji elektrycznej, która nie jest w stanie zapewnić odpowiedniej mocy do efektywnego ładowania wielu pojazdów na raz. Z tego powodu instalacja punktów ładowania wiąże się z koniecznością przebudowy dostępnej instalacji elektrycznej w celu znacznego zwiększenia jej mocy szczytowej. Rozwiązaniem tych problemów jest zastosowanie buforowego zasobnika energii pomiędzy siecią elektroenergetyczną (gniazdem 230 V), a ładowanym pojazdem elektrycznym. Zasobnik energii elektrycznej ładuje się, kiedy ładowarka nie jest wykorzystywana, czyli w okresach, kiedy użytkownik pojazdu elektrycznego jest poza domem. Kiedy użytkownik pojazdu jest w domu, akumulator podnosi znacząco dostępną moc (z 3 kW do 22 kW), znacząco skracając czas ładowania pojazdu. Instalacja akumulatorowych stacji ładowania pojazdów elektrycznych na parkingach zbiorowych pozwoli na zwiększenie dostępnej mocy ładowania pojazdów elektrycznych bez konieczności przebudowy dostępnej instalacji energetycznej. Akumulatorowa stacja ładowania pojazdów elektrycznych, gdy nie jest wykorzystywana do ładowania pojazdów, może stanowić źródło zasilania gwarantowanego (UPS), dzięki czemu zwiększy niezawodność zasilania energią elektryczną wszystkich odbiorników tej energii zlokalizowanych w domu. Dodatkowo pozwoli na rezygnację ze standardowych układów UPS, które służą wyłącznie celom zasilania awaryjnego, co wiąże się z mniej efektywnym wykorzystaniem akumulatorów.

Y.

Potencjalnych nabywców stacji ładowania z buforowym akumulatorem można podzielić na dwie grupy. **Bezpośrednimi** nabywcami są właściciele domów i segmentów, którzy chcą kupić samochód elektryczny, ale hamuje ich słaby rozwój sieci stacji ładowania. Klienci z tej grupy posiadają miejsce do parkowania i ładowania pojazdu elektrycznego na terenie swojej posesji. **Pośrednimi** nabywcami rozwiązania będą wspólnoty mieszkaniowe istniejących budynków, których mieszkańcy nie mają obecnie dostępu do ładowarek na swoich miejscach postojowych. Instalacja dużej liczby ładowarek wiązałaby się z koniecznością przebudowy instalacji elektrycznej. **Wg. Analityków Apricum**, w świetle rozwoju elektromobilności można wymienić trzy najbardziej potrzebne technologie magazynowania energii:

- V2G – Vehicle to Grid – czyli wykorzystanie akumulatorów w pojazdach jako elementu sieci energetycznej,
- Stacje ładowania z buforowymi zasobnikami energii,
- Wykorzystanie używanych ogniw z pojazdów elektrycznych w rozwiązaniach stacjonarnych.

Pomysł

Opracowywana technologia polega na wykorzystaniu zasobników energii do stacji ładowania pojazdów elektrycznych podwyższających dostępną moc ładowania z ok. 3 kW do 22 kW, która jednocześnie będzie stanowić źródło zasilania gwarantowanego (UPS).

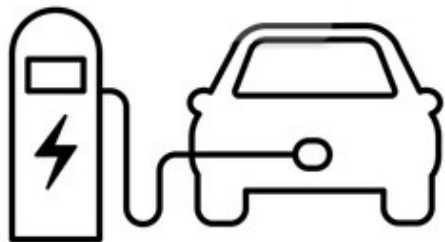
Takie wykorzystanie zasobników energii w stacji ładowania pojazdów elektrycznych pozwoli na znaczące przyśpieszenie procesu ładowania pojazdów. Dodatkowo, akumulatorowa stacja ładowania pojazdów wyeliminuje potrzebę przebudowy instalacji elektrycznej w celu zwiększenia jej mocy szczytowej np. na zbiorowych parkingach, które obsługiwałyby ładowanie dużej ilości pojazdów.

Akumulatorowa stacja ładowania pojazdów poza swoją podstawową funkcją pozwoli także zwiększyć niezawodność zasilania energią elektryczną i zastąpić standardowe układy UPS, które aktualnie są wykorzystywane jedynie do zasilania awaryjnego.

Andrzej Habryń jest ekspertem Instytutu Studiów Energetycznych. Nadzorował i kierował pracami B+R związanymi m.in. z inteligentną aparaturą energoelektroniczną. Autor kilkunastu wynalazków, generalnym konsultantem-konstrukтором obiektu latającego Hoverbike Raptor, od 8 lat prowadzi jednoosobową działalność gospodarczą w zakresie opracowywania i wdrażania innowacji.

Joanna Widzińska jest doktorantką na Wydziale Elektrycznym Politechniki Warszawskiej na specjalności Elektroenergetyka, której tematyka rozprawy doktorskiej skupia się optymalnym zarządzaniu stacjami zarządzania pojazdów elektrycznych w połączeniu z magazynowaniem energii w sieciach dystrybucyjnych. Od 2019 r. brała udział w dwóch projektach związanych z magazynami energii w lekkich pojazdach elektrycznych oraz w fotowoltaice.

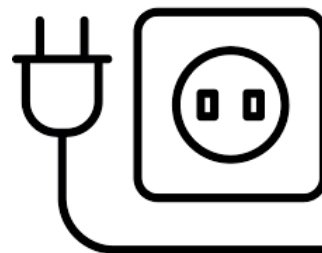
Proces ładowania pojazdów elektrycznych



DOM
JEDNORODZINNY



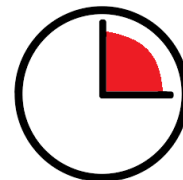
STACJA
ŁADOWANIA



3 kW (230 V)



22 kW



Lokalizacja stacji ładowania pojazdów elektrycznych



Na zbiorowych parkingach dodatkowym problemem są możliwości instalacji elektrycznej, która może nie być w stanie zapewnić mocy do ładowania wielu pojazdów. Zatem instalacja punktów ładowania wiązałaby się z koniecznością przebudowy instalacji elektrycznej w celu znacznego zwiększenia jej mocy szczytowej, co znacząco zwiększa koszty.

Lokalizacja stacji ładowania pojazdów elektrycznych



Instalacja akumulatorowych stacji ładowania pojazdów elektrycznych na parkingach zbiorowych pozwoli na zwiększenie dostępnej mocy ładowania pojazdów elektrycznych **BEZ KONIECZNOŚCI PRZEBUDOWY INSTALACJI.**

Funkcje zasobnika energii



Zasilacz awaryjny (UPS) - urządzenie lub system, którego funkcją jest utrzymanie zasilania innych urządzeń elektrycznych lub elektronicznych w przypadku zaniku lub nieprawidłowych parametrów zasilania sieciowego

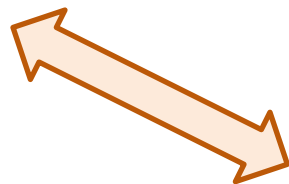
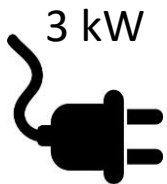
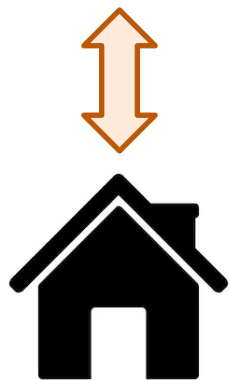
Akumulatorowa stacja ładowania pojazdów elektrycznych, kiedy nie jest wykorzystywana do ładowania pojazdów, będzie stanowiła **źródło zasilania gwarantowanego (UPS)**, dzięki czemu zwiększy niezawodność zasilania energią elektryczną.

Dodatkowo pozwoli na rezygnację ze standardowych układów UPS, które służą wyłącznie celom zasilania awaryjnego, co wiąże się z mniej efektywnym wykorzystaniem akumulatorów.

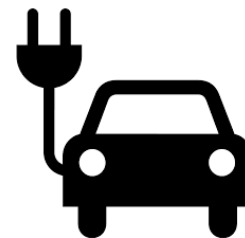


Schemat funkcjonalny akumulatorowej stacji ładowania

Instalacja fotowoltaiczna

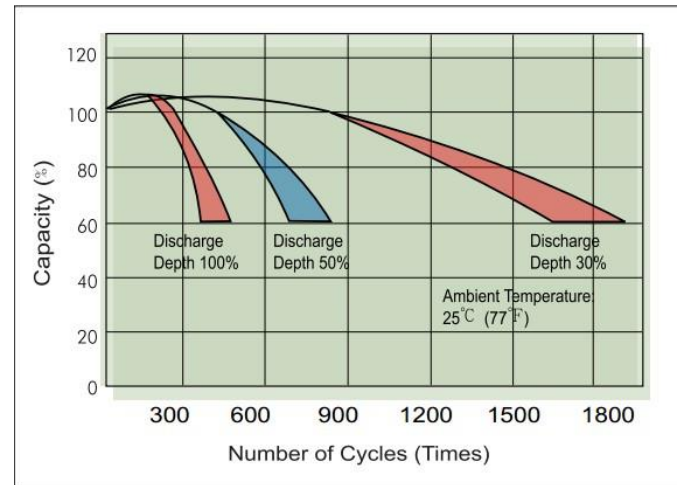


Akumulatorowa stacja ładowania



Aspekty techniczne

Rodzaj ogniwa	Kwasowo- ołowiowe	Litowo- żelazowo- fosforanowe	Litowo-niklowo- manganowo- kobaltowe
Oznaczenie chemiczne	LA	LFP	NMC
Energia właściwa [Wh/kg]	30-40	80-130	140-180
Moc właściwa [W/kg]	60-180	1400-2400	500-3000
Liczba cykli	300-800	1000-2000	1000-2000
Temperatura pracy [°C]	-20 do +60	-20 do +60	-20 do +55
Cena [\$/kWh]	150-200	400-1200	500-900
Bezpieczeństwo	wysokie	wysokie	średnie



Monitorowanie stanu SOC (ang. State of Charge) i SOH (ang. State of Health) akumulatorów



Parametry innowacyjne

Cecha	Wartość (liczbowa)	Wartość konkurencji (plus konkurencja)	Korzyść
Moc ładowarki podłączonej do gniazda 230 V / 16 A	22 kW	3kW	Szybsze ładowanie pojazdu bez konieczności przyłączenia gniazda o dużej mocy.
Bufor akumulatorowy do zwiększenia mocy ładowania	TAK	NIE	Ładowarki domowe oferowane przez konkurencję nie posiadają zasobnika energii zatem maksymalna moc jest równa mocy dostępnej w gnieździe zasilającym stację.
Konieczność zwiększenia mocy umownej przy instalacji ładowarki o mocy ładowania 22 kW	NIE	TAK	Bez zastosowania stacji akumulatorowej konieczne będzie zwiększenie maksymalnej mocy umownej w umowie z operatorem co będzie się wiązało ze zwiększeniem stałej opłaty w rachunkach za energię elektryczną.
Wykorzystanie stacji ładowania jako zasilanie gwarantowane	TAK	NIE - stacje ładowania konkurencji nie wykorzystują magazynów energii do zwiększenia mocy ładowania.	Wykorzystanie akumulatorowej stacji ładowania jako UPS zwiększy niezawodność zasilania w energię elektryczną.
Zastosowanie układów monitorujących stan naładowania i zdrowia pojedynczych ogniw akumulatora.	TAK	NIE – konkurencja nie stosuje magazynów energii w swoich stacjach ładowania.	Monitorowanie stanu naładowania da użytkownikowi informację o aktualnej mocy dostępnej w ładowarce. Monitorowanie stanu zdrowia pozwoli na wyeliminowanie zużytych ogniw zanim zdążą negatywnie wpłynąć na pozostałe ogniwa w pakiecie akumulatorów i w konsekwencji pozwoli na zwiększenie trwałości rozwiązania.

Właściele domów i segmentów mieszkalnych

Instalacja akumulatorowej stacji ładowania pozwoli właścicielom domów na kupno samochodów elektrycznych. Obecnie przed kupnem hamuje ich wolny rozwój infrastruktury ładującej.



Wspólnoty mieszkaniowe

Instalacja akumulatorowej stacji ładowania umożliwi wspólnotom mieszkaniowym udostępnienie mieszkańcom miejsc do ładowania pojazdów elektrycznych bez konieczności zwiększania mocy przyłączeniowej/ przebudowy instalacji elektrycznej.



Konkurencja



Producenci
ładowarek
elektrycznych

Na polskim rynku działa wiele firm oferujących domowe oraz komercyjne stacje ładowania pojazdów elektrycznych. Rozwiązania te stanowią jednak jedynie przejściówkę z gniazda na samochód, nie poprawiając parametrów mocy.

Jeżeli ich prace będą rozwijały się w kierunku rozwiązań wykorzystujących zasobniki energii, mogą stać się poważną konkurencją.

Kluczowa przewaga

Kluczowym elementem akumulatorowej stacji ładowania opisanej w projekcie jest **algorytm strategii zarządzania energią**. W ofercie konkurencji nie znaleziono produktów spełniających podobne funkcję lub posiadających takie same cechy. Daje to dużą przewagę rynkową przy komercjalizacji wyników projektu.

Podobne realizacje protypowe są oferowane przez firmy POWERSTAR, VIRTUE EV oraz INVERTEDPOWER, jednak skupiają się one na stacjach ładowania DC o bardzo wysokiej mocy wyjściowej. Takie stacje mają zastosowanie przy autostradach, a nie w domach czy na parkingach, gdzie nie ma potrzeby aż tak szybkiego ładowania.

Technologia opracowywana w projekcie ma na celu stworzenie produktu wytwarzanego masowo, a nie rozwiązania projektowanego dla konkretnej aplikacji.

REALIZACJA PROJEKTU

W ramach projektu przeglądu metod szacowania poziomu naładowania baterii przeprowadzono analizę literatury i materiałów w celu pozyskania i wykorzystywania najlepszych metod do sytuacji. Przyjęte założenia: Opisane metody mają na celu dobranie najlepszej metody do danej sytuacji, ułatwienie tworzenia nowych metod oraz hybrydyzacji:

Metody estymacji naładowania akumulatorów:

- Metoda Christiansona;
- Liniiowe interpolacji;
- . Z danych termodynamicznych i równania Nernsta;
- Metoda Całki Ampero-Godzinnej (Ah integral);
- Metoda wewnętrznej rezystancji;
- Metoda napięciowa (charakterystyką SOC);
- Metody adaptacyjne;
- Sieci neuronowe i algorytmy genetyczne;
- Logika rozmyta
- Metody „Book-keeping”;
- Filtr Kalmana (KF) ;
- Model liniowy;
- Algorytm Filtra Cząsteczkowego;

REALIZACJA PROJEKTU

Uniwersalność dla wszystkich baterii i prostota wykorzystania metod na podstawie zliczanie Coulombowskie (Metoda Ah, „Book-keeping”) powoduje, że są one najbardziej rozpowszechnione. Ponadto występują wszelkie komercyjne ulepszenia tej metody zwiększające jej precyzję i obszar zastosowania.

Kolejną powszechnie stosowaną z uwagi na prostotę jest metoda przy użyciu charakterystyki SOC.

W przypadku braku części informacji lub danych wejściowych można wykorzystać metody adaptacyjne, które są w stanie wypełnić te luki.

W celu określenia pojemności na początku życia baterii, dokładności SOC oraz badań nad charakterystyką ładowania i rozładowania stosuje się metodę testu rozładowania, która jest najdłuższa, jak i najdokładniejsza.

Pozostałe metody zaprezentowane mają zastosowanie niszowe, dla określonego typu baterii lub technologii, jednakże mają większą precyzję.

REALIZACJA PROJEKTU

W ramach projektu dokonano przeglądu falowników, ich sposobu połączeń i technologii umożliwiających opracowanie stacji ładowania pojazdów elektrycznych z możliwością funkcjonowania po przyłączeniu do gniazda niskiej mocy.

Obecne rozwiązania ładowania samochodu elektrycznego z gniazd niskiej mocy mają bardzo długi czas ładowania w porównaniu do kosztownych rozwiązań wysokiej mocy i są wystarczająco kosztowne, aby wykluczyć je z praktycznego zastosowania poza nielicznymi przypadkami. Zainstalowanie stacji w obiekcie ma również pełnić funkcję zasilania gwarantowanego, efektywniej wykorzystując akumulatory.

Przyjęte założenia

Opisane rozwiązania mają na celu dobranie najlepszej metody do projektu akumulatorowej stacji ładowania pojazdów elektrycznych z funkcją zasilania gwarantowanego do obecnego rynku. Falowniki można podzielić na off-gridowe i on-gridowe. On-grid oznacza, że system może być podłączony do lokalnej sieci energetycznej. Off-grid oznacza, że takiej możliwości nie ma. Ponadto każdy typ falowników można podzielić na 1 i 3-fazowe.

3. Wady i zalety dobranego sprzętu

Brane pod uwagę i porównane są możliwe do realizacji 4 metody:

1. Pracujące równolegle 3 falowniki o mocy >8kW z podłączeniem do baterii niskonapięciowej
2. Falownik o mocy >22kW z podłączeniem do baterii niskonapięciowej
3. Pracujące równolegle 3 falowniki o mocy >8kW z podłączeniem do baterii wysokonapięciowej

REALIZACJA PROJEKTU

4. Falownik o mocy >22kW z podłączeniem do baterii wysokonapięciowej

Metody 1 i 3 zakładają 3 falowniki pracujące równolegle, które mogą mieć możliwość podłączenia paneli słonecznych, generatora i baterii.

Minusem takiego rozwiązania jest trzykrotnie większa ilość połączeń i falowników. Plusem jest opłacalność i większa elastyczność wykorzystania z uwagi, że jeden falownik też może pełnić rolę ładowarki EV1 niższej mocy (do większości pojazdów ładowarki jednofazowe są w zestawie z zakupem pojazdu), podczas gdy pozostałe mogą pełnić inną rolę w zależności od potrzeby (strycte redundancja sprzętowa). Umożliwia to także dalsze pełnienie funkcji nawet po awarii jednego z falowników. Różnicą metod na rysunku 3 jest rodzaj baterii: w metodzie 2 niskonapięciowa a 4 wysokonapięciowa. Metoda działania i połączenia są analogiczne. W przeciwieństwie do metody 1 & 3, plusem metod 2 & 4 jest mniejsza ilość połączeń a minusami większy koszt mniejsza elastyczność wykorzystania i brak zabezpieczenia w przypadku awarii.

Porównanie rozwiązań falowników poszczególnych firm jest zobrazowane w tabeli 1.

4. Podsumowanie

Zastosowanie rozwiązania 1 jest najbardziej opłacalne, natomiast wg rozwiązania 3 jest najbardziej niezawodne.

Zastosowanie każdego z zaprezentowanych rozwiązań umożliwi szybkie naładowanie samochodu elektrycznego przy użyciu powszechnego gniazda niskiej mocy oraz likwiduje wymaganie rozwoju dodatkowej, kosztownej infrastruktury w celu uzyskania takiego samego lub podobnego rezultatu.

Funkcja zasilania gwarantowanego jest dodatkowym atutem, szczególnie atrakcyjnym dla mieszkańców obszarów z słabo rozwiniętą infrastrukturą elektroenergetyczną.