

Jakub Bernatt, Stanisław Gawron, Tadeusz Glinka, Artur Polak
Sieć Badawcza Łukasiewicz - Instytut Napędów i Maszyn Elektrycznych KOMEL, Katowice

STACJA SZYBKIEGO ŁADOWANIA POJAZDÓW ELEKTRYCZNYCH

ELECTRIC VEHICLE QUICK CHARGING STATION

Streszczenie: Stacje ładowania pojazdów elektrycznych można dodatkowo wyposażać w magazyn energii i ekologiczne źródła energii, to jest w baterie fotowoltaiczne i małe elektrownie wiatrowe. Energia słoneczna i energia wiatru są gromadzona w magazynie energii i wykorzystywane do szybkiego ładowania baterii w pojeździe. Zasilanie stacji z sieci elektroenergetycznej jest zasilaniem dodatkowym. Ładowanie akumulatorów w pojeździe elektrycznym może odbywać się dużą mocą nie obciążając tą mocą sieci elektroenergetycznej. Ewentualny nadmiar mocy generowanej przez źródła odnawialne, gdy akumulatory w magazynie energii są w pełni naładowane, jest odprowadzany do sieci elektroenergetycznej.

Abstract: Electric Vehicles Battery charging stations can be additionally equipped with energy storage and ecological energy sources, i.e. photovoltaic batteries and small wind farms. Solar energy and wind energy are stored in the energy store and used to quickly charge the battery in the vehicle. Powering the station from the power grid is an additional power supply. An electric vehicle can charge its batteries with high power without overloading the power grid. Any excess power generated by renewable sources, when the batteries in the energy storage are fully charged, is discharged into the power grid.

Słowa kluczowe: pojazdy elektryczne, stacja ładowania, magazyn energii, bateria fotowoltaiczna
Keywords: electric vehicles, charging station, energy storage, photovoltaic battery

1. Wstęp

Stacje ładowania pojazdów można podzielić na małej mocy przeznaczone do ładowania baterii pojedynczych pojazdów i dużej mocy przeznaczone do ładowania baterii w autobusach oraz do szybkiego ładowania innych mniejszych pojazdów. Pojemność energetyczna akumulatorów trakcyjnych, w samochodzie elektrycznym o zasięgu $100 \div 150$ km, wynosi $15 \div 25$ kWh [6, 7, 8, 9], a w autobusie $75 \div 150$ kWh [10]. Stacje małej mocy są zasilane z sieci elektroenergetycznej 400 V, natomiast ze względu na duży pobór mocy, stacje do ładowania dużych pojemności akumulatorów, np. do autobusów lub zbiorcze stacje ładowania, powinny być zasilane z sieci elektroenergetycznej 15 kV lub 25 kV. Artykuł dotyczy stacji ładowania zasilanych z sieci 400 V. Ładowarki w tych stacjach:

- o mocy około 2 kW są zasilane napięciem jednofazowym 230 V i są umieszczone wewnątrz pojazdu, czas ładowania baterii wynosi $11 \div 14$ godzin,
- o mocy do 20 kW mogą być umieszczone wewnątrz lub na zewnątrz pojazdów, zasilane są napięciem trójfazowym 400 V, czas ładowania baterii wynosi $2 \div 3$ godzin,

– o mocy do 50 kW są zewnętrzne i zasilane są napięciem trójfazowym 400 V, gdzie ładowanie szybkie do 80% pojemności baterii może się odbyć w czasie do 30 minut, a pełne naładowanie w czasie ok. 1 godz.

Rysunek 1 przedstawia zdjęcie oferowanej w Internecie ładowarki na dwa samochody [4]. Ładowarka jest dedykowana do instalacji w miejscach gdzie każdy użytkownik pojazdu elektrycznego może naładować baterie w samochodzie lub motocyklu. Firma oferuje stacje ładowania o mocach: 11 kW, 22 kW, 43 kW i 100 kW. Moc stacji ładowania jest determinowana mocą znamionową transformatora zasilającego daną sieć energetyczną. Na przykład w warunkach wiejskich transformatory zasilające sieć 400 V mają moc znamionową $100 \div 200$ kVA.

Moc poboru energii z jednego punktu nie powinna przekraczać 10% mocy transformatora, aby skokowego załączenia poboru mocy nie odczuwali inni odbiorcy energii przyłączeni do tej samej sieci. Do takiej sieci można przyłączyć stację ładowania o mocy $11 \div 22$ kW (rys. 1).



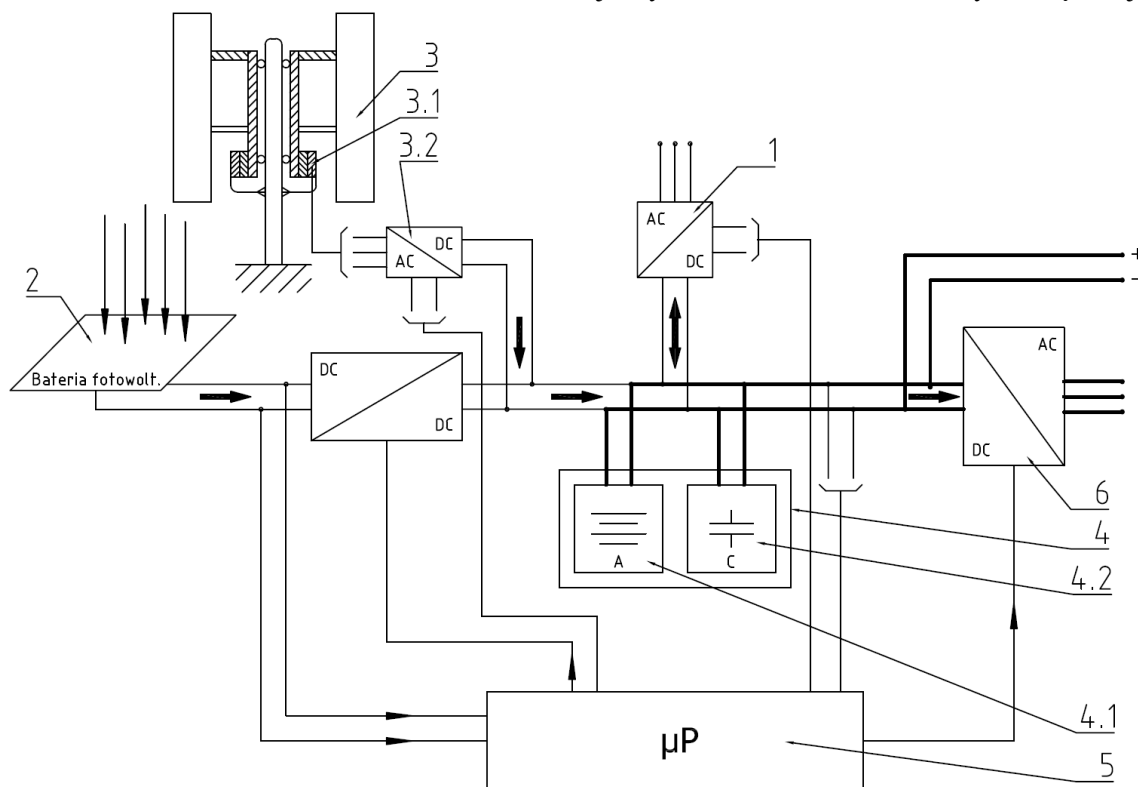
Rys. 1. Stacja ładowania z dwoma gniazdami przyłączeniowymi [4]

Stacje te są przeznaczone do ładowania baterii jednego bądź dwóch samochodów, lecz nie jest to ładowanie szybkie. Stacje te można dodatkowo wyposażyć w magazyn energii, który umożliwi szybkie ładowanie baterii pojazdu

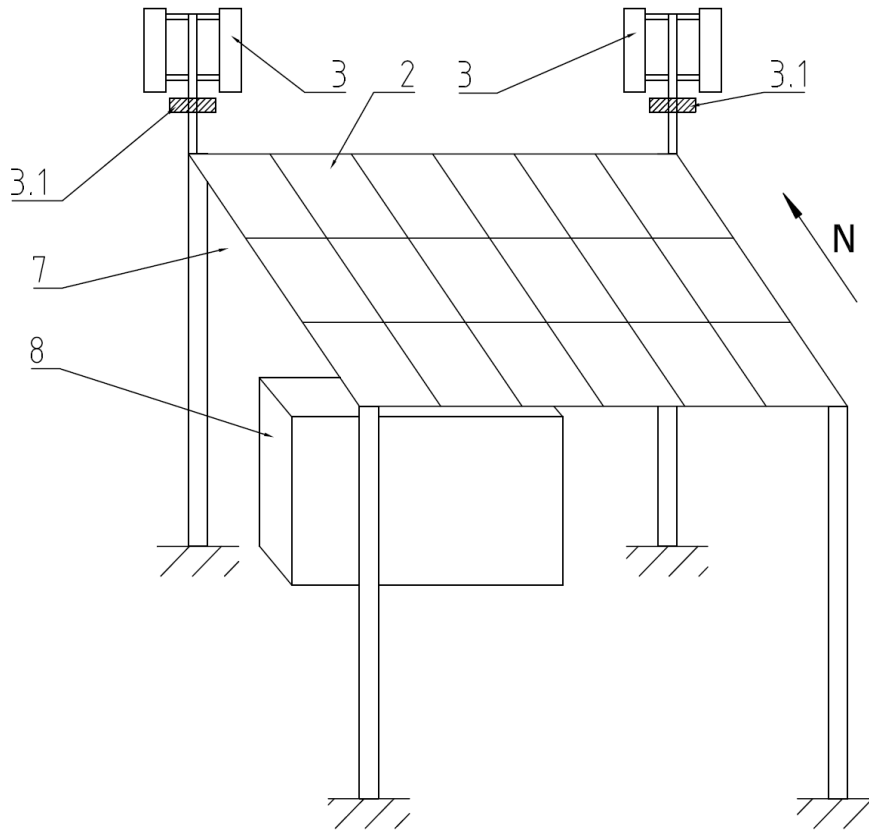
elektrycznego nie obciążając sieci elektroenergetycznej dużą mocą.

2. Stacja szybkiego ładowania pojazdu

Stacja szybkiego ładowania pojazdów elektrycznych składa się z: magazynu energii, układu zasilającego AC/DC, baterii fotowoltaicznej z chopperem DC/DC, elektrowni wiatrowej z prostownikiem AC/DC i układu mikroprocesorowego μP . Magazyn energii, układ zasilający AC/DC, bateria fotowoltaiczna z chopperem DC/DC i elektrownia wiatrowa z prostownikiem AC/DC, są połączone równolegle. Wyjścia z magazynu energii są dwa: jedno bezpośrednie prądu stałego i drugie poprzez falownik DC/AC prądu przemiennego trójfazowe. Układ zasilający AC/DC, chopper DC/DC i prostownik AC/DC są sterowane z układu mikroprocesorowego μP . Magazyn energii składa się z baterii akumulatorów, przy czym korzystnie jest dołączyć równolegle baterię superkondensatorów. Magazyn energii, układ zasilający AC/DC, chopper DC/DC, prostownik AC/DC, falownik DC/AC i układ mikroprocesorowy są zabudowane w szafce umieszczonej wewnątrz wiaty. Głowice napięcia wyjściowego z falownika DC/AC oraz napięcia stałego są umieszczone na jednym z boków szafki od strony zewnętrznej.



Rys. 2. Schemat elektryczny stacji szybkiego ładowania pojazdu elektrycznego [1]



Rys. 3. Wiaty z panelami fotowoltaicznymi i dwoma elektrowniami wiatrowymi [1]

Przykład stacji szybkiego ładowania pojazdów elektrycznych przedstawiono na rysunkach 2 i 3 [1]. Stacja składa się z: magazynu energii 4, układu zasilającego AC/DC 1, baterii fotowoltaicznej 2 z chopperem DC/DC 2.1, elektrowni wiatrowej 3 z generatorem 3.1 i prostownikiem AC/DC 3.2 oraz z układu mikroprocesorowego μP 5. Magazyn energii 4, układ zasilający AC/DC 1, bateria fotowoltaiczna 2 z chopperem DC/DC 2.1 oraz elektrownia wiatrowa 3 z generatorem prądu zmiennego 3.1 i prostownikiem AC/DC 3.2, są połączone równolegle. Wyjścia z magazynu energii 4 są dwa: jedno bezpośrednie prądu stałego i drugie poprzez falownik DC/AC 6 prądu przemiennego trójfazowe 400/230 V. Układ zasilający AC/DC 1, chopper DC/DC 2.1 i prostownik AC/DC 3.2 są sterowane z układu mikroprocesorowego μP 5. Magazyn energii 4 składa się z baterii akumulatorów 4.1, przy czym korzystnie jest dołączyć równolegle baterię superkondensatorów 4.2, gdyż bateria superkondensatorów 4.2 może być ładowana i rozładowywana dużym prądem. Bateria fotowoltaiczna 2 jest zamontowana na dachu wiaty postojowej pojazdów ładujących swoje akumulatory, jak to pokazano na rysunku 3. Wyjście z baterii 2 jest dołączone na wejście

choppera DC/DC 2.1. Na dachu wiaty 7 od strony północnej jest umieszczona jedna bądź więcej elektrowni wiatrowych 3 korzystnie ze względów widokowych o pionowej osi obrotu [5]. Elektrownie wiatrowe małej mocy o pionowej osi obrotu mają kształt wieżyczek i są dekoracyjną ozdobą wiaty 7. Korzystnie jest umieścić elektrownie wiatrowe 3 od strony północnej aby nie zacięniały baterii fotowoltaicznej 2. Na rysunku 3 pokazano dwie elektrownie wiatrowe 3 zabudowane na dachu wiaty 7. Korzystnie jest gdy generatorami 3.1 w elektrowniach 3 są prądnice synchroniczne wzbudzone magnesami trwałymi, gdyż mają wysoką sprawność i nie wymagają dodatkowego wzbudzenia. Wyjścia z generatorów 3.1 są połączone na wejście prostownika AC/DC 3.1. Magazyn energii 4, układ zasilający AC/DC 1, chopper DC/DC 2.1, prostownik AC/DC 3.2, falownik DC/AC 6 i układ mikroprocesorowy μP 5 są zabudowane w szafce 8 umieszczonej wewnątrz wiaty 7. Głowice napięcia wyjściowego z falownika DC/AC: trójfazowe 400 V i jednofazowe 230 V 6 oraz napięcia stałego są umieszczone na jednym z boków szafki 8 od strony zewnętrznej. Głowic dla każdego z tych napięć wyjściowych może być więcej do równoczesnego ładowania

baterii w kilku samochodach. Chopper DC/DC **2.1**, prostownik AC/DC i falownik DC/AC **6** są jednokierunkowe, kierunek przepływu energii zaznaczono na rysunku 2 strzałkami. Układ zasilający AC/DC **1** jest dwukierunkowy. Gdy bateria akumulatorów **4.1** i bateria superkondensatorów **4.2** są w pełni naładowane, to energia z baterii fotowoltaicznej **2** i elektrowni wiatrowej **3** jest przekazywana do sieci elektroenergetycznej, co umożliwia dwukierunkowy układ zasilający AC/DC **1**.

Stacja szybkiego ładowania pojazdów elektrycznych posiada magazyn energii **4** złożony z akumulatorów **4.1** i superkondensatorów **4.2** [2, 3]. Do ładowania magazynu energii **4** wykorzystuje się energię słoneczną i energię wiatru. Zasilanie stacji z sieci elektroenergetycznej, poprzez układ zasilający AC/DC **1**, jest zasilaniem dodatkowym. Pojazd ładuje swoje akumulatory dużą mocą, którą pobiera z magazynu energii **4**, nie obciążając tą mocą sieci elektroenergetycznej. Stacja ma dwa wyjścia: prądu stałego i prądu zmiennego, jest zatem przystosowana do pojazdów, które mają końcówkę wejściową prądu stałego i do pojazdów z końcówką prądu zmiennego. Stacja jest stacją ekologiczną, gdyż znaczna część energii jest pozyskiwana ze źródeł odnawialnych. Akumulatory w pojazdach mogą być ładowane dużą mocą, co skraca czas ich ładowania, nie obciążając dużą mocą sieci elektroenergetycznej. Przyłącze stacji do sieci elektroenergetycznej może mieć moc ograniczoną np. do 11 kW, jak podano we wstępie.

3. Podsumowanie

Stacje ładowania akumulatorów w pojazdach elektrycznych można podzielić na małej i dużej mocy. Stacje małej mocy nie spełniają wymagań szybkiego ładowania baterii akumulatorów w pojazdach elektrycznych. Stacje te można dodatkowo wyposażać w magazyn energii i ekologiczne źródła energii, to jest w baterie fotowoltaiczne i małe elektrownie wiatrowe. Energia słoneczna i energia wiatru jest gromadzona w magazynie energii i jest wykorzystywana do szybkiego ładowania baterii w pojeździe. Zasilanie stacji z sieci elektroenergetycznej jest zasilaniem dodatkowym. Pojazd elektryczny może ładować swoje akumulatory dużą mocą nie obciążając tą mocą sieci elektroenergetycznej. Ewentualny nadmiar mocy generowanej przez źródła odnawialne, gdy akumulatory w magazy-

nie energii są w pełni naładowane, jest odprowadzany do sieci elektroenergetycznej.

Równocześnie taka stacja, ze względu na wbudowane wyjście napięcia przemiennego (3x400V), może służyć jako dodatkowe awaryjne źródło zasilania. Usytuowanie takich stacji blisko obiektów użyteczności publicznej, np. szpitale, żłobki, przedszkola, szkoły, straż pożarna i inne. Zdecydowanie zwiększy bezpieczeństwo energetyczne tychże obiektów. Warto również zaznaczyć, że dobrze zaprojektowana i zarządzana stacja ładowania, może być nie tylko punktem ładowania samochodów elektrycznych i awaryjnym źródłem zasilania, ale również magazynem energii i dodatkowym, ekologicznym źródłem energii elektrycznej dla wspomnianych obiektów użyteczności publicznej.

Literatura

- [1]. Bernatt J., Gawron S., Glinka T.: *Stacja szybkiego ładowania pojazdów elektrycznych*. Patent PL 232259 z dnia 17.01.2019 r.
- [2]. Bernatt E., Bernatt J., Tomaszewicz W.: *Kaseta baterii elektrycznych z wymiennikiem ciepła*. Patent PL 222947 z dnia 12.11. 2015 r.
- [3]. Król E., Maciążek M., Glinka T.: *Modułowa bateria akumulatorów*. Patent PL 229845 z dnia 17.12.2017 r.
- [4]. https://stacjeladowania.com/?gclid=EAIaIQob-ChMIvaWjy6H75wIVDLTtCh1fyg4fEAAyASA-AEgLXXvD_BwE.
- [5]. Polak A.: *Elektrownia wiatrowa o pionowej osi obrotu*. Patent PL 226849 z dnia 06.04.2017 r.
- [6]. Gawron S., Bernatt J.: *Doświadczenia z eksploatacji samochodów elektrycznych w działalności gospodarczej*, Maszyny Elektryczne - Zeszyty Problemowe, Nr 2/2017 (114) str. 231-238.
- [7]. Rossa R., Król E.: „Regulacja prędkości obrotowej w napędzie elektrycznym „E-Kit” dedykowanym do elektryfikacji małych samochodów osobowych i dostawczych”, Maszyny Elektryczne Zeszyty Problemowe, nr 4/2012 (97).
- [8]. Rossa R.: *Zaawansowane rozwiązania techniczne w napędzie elektrycznym „E-kit” dla miejskiego samochodu osobowego*, Zeszyty Problemowe – Maszyny Elektryczne Nr 2/2014 (102).
- [9]. Rossa R.: *Badania eksploatacyjne samochodu osobowego zelektryfikowanego zestawem „E-kit”*, Zeszyty Problemowe – Maszyny Elektryczne Nr 2/2014 (102).
- [10]. Bramson E., Staroński K., Wesolek S.: *Autobusy elektryczne - Kompendium informacji dla operatorów i użytkowników stojących przed wyzwaniem stworzenia systemu komunikacji aglomeracyjnej opartej o autobusy elektryczne*, Warszawa, maj 2017.