

Piotr BICZEL¹, Michał BRODZICKI², Łukasz SOSNOWSKI²

Politechnika Warszawska, IETiSIP (1)
innogy Stoen Operator sp. z o. o. (2)

Obciążenie rozdzielczej sieci elektroenergetycznej ładowarkami autobusów

Streszczenie. Artykuł przedstawia problem przyłączania ładowarek autobusowych do sieci rozdzielczych. Przedstawiono profil wolnego i szybkiego ładowania oraz dobowy profil obciążenia.

Abstract. (Load of the distribution grid network with bus chargers) The article presents the problem of connecting bus chargers to distribution networks. The profile of slow and fast charging and the daily load profile of the charger are presented.

Słowa kluczowe: stacja transformatorowa, dystrybucja energii, ładowanie pojazdów.

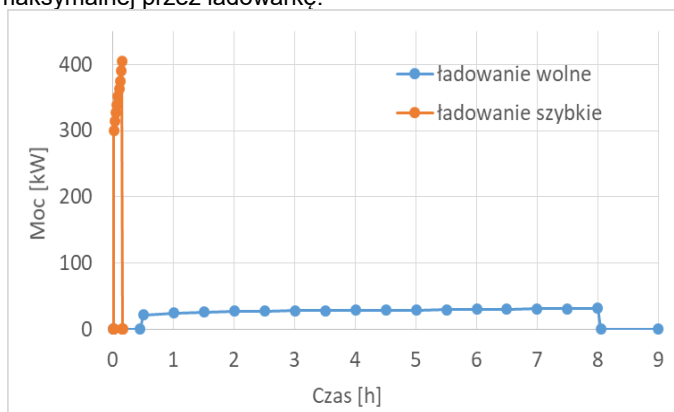
Keywords: vehicles charging, transformer substation, power distribution.

Wstęp

Rozwój elektromobilności, a szczególnie zastosowanie autobusów elektrycznych w transporcie publicznym stwarza nowe problemy dla operatorów sieci dystrybucyjnych. Pojawi się bowiem nowy odbiorca o szczególnej charakterystyce, który do tej pory nie występował w KSE. Ten odbiorca na razie nie ma szczególnych wymagań, ale należy się spodziewać, że wraz z rozwojem tych systemów wzrosną wymagania wobec dostawcy energii i staną się podobne, jak w wypadku sieci tramwajowych. Ciekawie jest zatem przyjrzeć się charakterowi tego nowego odbiorcy.

Charakterystyka profilu obciążenia ładowarek autobusowych

Ładowarki autobusowe są szczególnym odbiorem. Dzielimy je na dwie grupy: ładowarki szybkie i wolne. Ładowarki wolne służą do wielogodzinnego ładowania autobusów, głównie w nocy. Mają mniejszą moc, rzędu 20-30 kW, ale należy się spodziewać, że będzie ich zainstalowane stosunkowo dużo w jednym miejscu – zajezdni autobusowej. Druga grupa to ładowarki szybkie instalowane na wybranych przystankach i pętlach. Mają znacznie większe moce, rzędu 400 kW, będą przyłączane w różnych punktach miast, w różnych miejscach systemu rozdzielczego. Ładowanie szybkie współczesnego pojazdu może trwać tylko ok. 6-9 minut. Jest to więc impulsowy pobór dużej mocy. W analizie założono najgorszy przypadek – poboru mocy maksymalnej przez ładowarkę.



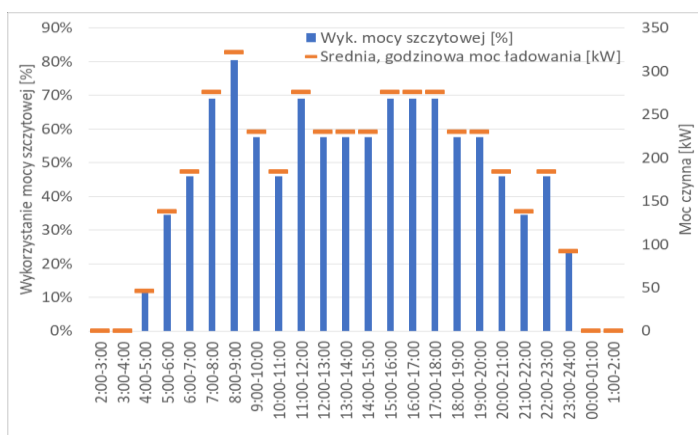
Rys.1. Przykładowy, teoretyczny profil ładowania autobusu ładowarką wolną (bateria NMC) i szybką (bateria LTO).

Obie grupy ładowarek pracują odmiennie w ciągu doby. O ile wolne pracują raczej w nocy, o tyle szybkie przede wszystkim w dzień (rys. 1). Można powiedzieć, że ładowanie wolne może być korzystne ze względu na wyrównanie obciążenia KSE. Natomiast szybkie stwarza problemy z dostępnością mocy i energii w ciągu dnia.

Konieczność kompensacji przepływów mocy zasobnikiem energii

W literaturze można często spotkać tezę, że ładowanie szybkie wymagać będzie stosowania zasobników, celem kompensacji szczytowych obciążeń. Jest to prawda jednak głównie w odniesieniu do systemów dla transportu indywidualnego, gdzie nie można przewidzieć częstości ładowania. A i to wyłącznie przy małej liczbie ładowanych aut. Jednak w wypadku systemów ładowania autobusów elektrycznych mamy do czynienia ze znanym i dość precyzyjnym harmonogramem ładowań.

Przykład dobowego rozkładu planowanej energii ładowania jest przedstawiony na rys. 2. Pokazano tu również liczbę ładowań w poszczególnych godzinach i stosunek mocy szczytowej do średniej odbioru. Wartości te skłaniają ku tezie, że kompensacja zasobnikiem nie jest wymagana. Przez większą część doby urządzenia elektroenergetyczne będą średnio obciążone w 60-80%, co zapewnia ekonomiczną pracę, szczególnie transformatorów.



Rys.2. Przykładowy, teoretyczny, dobowy profil zapotrzebowania na średnią moc ładowania, stopień wykorzystania mocy urządzeń i liczba ładowań.

Wnioski

Przedstawione rozważania pozwalają stwierdzić, że przyłączenie stacji ładowania wymaga od OSD pewnej uwagi i wykonywania obliczeń rozpiływów mocy. Przede wszystkim dla zachowania odpowiednich parametrów jakościowych i ekonomicznych sieci rozdzielczej. Nie należy zbyt pochopnie zakładać konieczności prowadzenia kosztownych inwestycji w magazyny energii. Jednak potrzeba ich stosowania musi być badana. Przytoczony przykład dotyczy miejsca, gdzie autobusy kursują dość często.

Ważnym, na razie jeszcze nie ustalonym przez praktykę, zagadnieniem jest wybór grupy przyłączeniowej, w ramach której pracują ładowarki. Składane wnioski są zarówno w grupie IV (grupa taryfowa C), jak i III (grupa taryfowa B). Ze względu na moc i zakres koniecznych inwestycji w infrastrukturę bardziej naturalna wydaje się grupa przyłączeniowa III. Wymagać to będzie od operatorów ustalenia tej kwestii w taryfach.

Warto też zwrócić uwagę, że stacje ładowania będą miały roczny profil zużycia energii podobny do zużycia tramwajowych podstacji trakcyjnych.

Autorzy: dr hab. inż. Piotr Biczal, Politechnika Warszawska, IETiSIP, ul. Koszykowa 75, 00-662 Warszawa, biczal@ee.pw.edu.pl; mgr inż. Michał Brodzicki, mgr inż. Łukasz Sosnowski, innogy Stoen Operator sp. z o. o. innogy Stoen Operator Sp. z o.o., ul. Piękna 46, 00-672 Warszawa, lukasz.sosnowski@innogy.com; mgr inż. Michał Brodzicki, Politechnika Warszawska, IETiSIP.