

Elektrownia fotowoltaiczna w bezpośredniej współpracy z trakcją miejską

Streszczenie. Artykuł opisuje niekonwencjonalne wdrożenie elektrowni fotowoltaicznej o mocy 499,5 kWp do trakcji trolejbusowej. Skupiono się na praktycznym zastosowaniu systemu zarządzania energią (SEMS) oraz analizie jego architektury, obejmującej kontenerową stację przekształtnikową i zespoły paneli fotowoltaicznych. Omówiono tryby pracy elektrowni, uwzględniając m.in. możliwości realizacji zasilania potrzeb własnych. Pokazano trudności techniczne wynikające z bezpośredniej współpracy z trakcją miejską. Dokonano analizy zmienności napięcia trakcji. Przedstawiono strukturę regulacji przekształtników fotowoltaicznych użytych w systemie (DC-DC) oraz potencjalne kierunki rozbudowy systemu. Na drodze weryfikacji rzeczywistych danych eksploatacyjnych potwierdzono zasadność wdrożenia zaproponowanego rozwiązania.

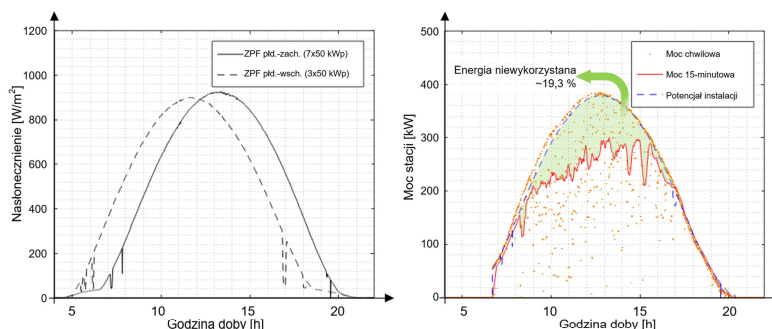
Słowa kluczowe: trolejbusy, trakcyjna elektrownia PV, SEMS, zasobniki energii.

Opis systemu i wdrożenie

Podstawowym elementem trakcyjnej elektrowni fotowoltaicznej jest przekształtnikowa stacja PVT-01 zabudowana w kontenerze 15-stopowym (rys. 1). Łączna liczba paneli wynosi 900 sztuk, a łączna moc to 499,5 kWp według ustandaryzowanych warunków testu (STC, ang. standard test conditions) [1]. Podstawowa trudność w realizacji dynamicznego algorytmu MPPT zaimplementowanego w przekształtnikach fotowoltaicznych DC-DC powiązana jest ze znacznymi zmianami napięcia trakcji [2].



Rys.1. Kontenerowa stacja przekształtnikowa PVT-01.



Rys.2. Dobowe przebiegi nasłonecznienia (dwóch grup zespołów paneli fotowoltaicznych), mocy chwilowej, 15-minutowej oraz teoretycznej (potencjał instalacji).

Badania systemu i dane eksploatacyjne

W chwilach dostępnego nasłonecznienia, gdy na danym fragmencie sieci nie ma pojazdów trakcyjnych, a zapotrzebowanie na energię wynika jedynie z potrzeb własnych stacji, istotna część energii promieniowania słonecznego pozostaje niewykorzystana. Na rysunku 2 przedstawiono przebiegi nasłonecznienia oraz mocy chwilowej, 15-minutowej i teoretycznej, wynikającej z potencjału PVT-01, na podstawie pomiarów ze stacji meteorologicznych.

Wnioski

Zawirowania na rynku energii elektrycznej powodują, że samorządy oraz powiązane z nimi przedsiębiorstwa komunikacji miejskiej poszukują sposobów na redukcję kosztów zakupu energii. Zaproponowany system bezpośredniej współpracy instalacji PV z trakcją miejską, wykorzystujący przekształtniki DC-DC, eliminuje ryzyko nierynkowego odłączenia źródeł PV od sieci elektroenergetycznej [3]. Wdrożony system zarządzania energią (SEMS) spełnia założenia projektowe instalacji. Rozwiązanie to ma duży potencjał wdrożenia również w innych typach sieci trakcyjnych, takich jak tramwajowa czy metro.

Literatura

1. C. J. Q. Teh, M. Driberg, S. Soeung, and R. Ahmad, *Simple PV Modeling Under Variable Operating Conditions*, IEEE Access, vol. 9, 2021, pp. 96546-96560.
2. R. J. Hill, M. Fracchia, P. Pozzobon, G. Sciutto, *A frequency domain model for 3 kV DC traction DC-side resonance identification*, IEEE Transactions on Power Systems, vol. 10, no. 3, pp. 1369-1375, Aug. 1995
3. Polskie Sieci Elektroenergetyczne, *Redysponowanie nierynkowe*, <https://www.pse.pl/instalacje-pv> (dostęp 07.02.2025 r.)

Autorzy: mgr inż. Paweł Milewski, Zakład Automatyki i Urządzeń Pomiarowych AREX Sp. z o.o., ul. Hutnicza 3, 81-212 Gdynia, Politechnika Gdańska, Szkoła Doktorska Wdrożeniowa, ul. Narutowicza 11, 80-233 Gdańsk, e-mail: pawel.milewski@arex.pl; mgr inż. Paweł Mordawski, Zakład Automatyki i Urządzeń Pomiarowych AREX Sp. z o.o., ul. Hutnicza 3, 81-212 Gdynia, ul. Narutowicza 11, 80-233 Gdańsk, e-mail: pawel.mordawski@arex.pl