

RECENZJA

dorobku naukowego dr. inż. Piotra Olczaka sporządzona w związku z postępowaniem o nadanie stopnia doktora habilitowanego w dyscyplinie Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka,

opracowana na podstawie pisma prof. dr. hab. inż. Andrzeja Rusina, przewodniczącego Rady Dyscypliny Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka w Politechnice Śląskiej (pismo nr RIE-BD.532.22.2023 z 12.06.2023 r.), wykonana w oparciu o otrzymany zbiór dokumentów.

1. Podstawowe dane o Habilitancie

Pan Piotr Olczak w 2010 roku ukończył studia inżynierskie, a w 2013 r. - magisterskie na Wydziale Inżynierii Środowiska Politechniki Krakowskiej. W latach 2013-2017 odbył studia doktoranckie, uzyskując 11. października 2017 r. stopień doktora nauk technicznych w dyscyplinie Inżynieria Środowiska, nadany uchwałą Rady Wydziału IS PK na podstawie dysertacji: *Efektywność przetwarzania energii słonecznej w układach solarnych* (promotor prof. Stanisław Kandefer). Oprócz tego Kandydat w 2006 r. ukończył studia licencjackie (*Informatyka i ekonometria*), a w 2009 r. studia magisterskie (*Zarządzanie*) na Wydziale Zarządzania Uniwersytetu Ekonomicznego w Krakowie. Jest też absolwentem studiów podyplomowych MBA *Energetyka* na Uczelni Łazarskiego w Warszawie (2019) oraz *Data Science* na Uniwersytecie Ekonomicznym w Krakowie (2020).

W styczniu 2018 roku rozpoczął pracę w Instytucie Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN w Krakowie (specjalista), gdzie od grudnia 2018 r. jest zatrudniony na stanowisku adiunkta. Od 2021 r. jest członkiem Rady Naukowej Instytutu GSMiE PAN.

2. Charakterystyka działalności naukowej Habilitanta

Działalność naukowo-badawcza dr. P. Olczaka w przeważającej części dotyczy zagadnień konwersji i wykorzystania energii promieniowania słonecznego, obejmując też inną tematykę, jak np. magazynowanie energii, problemy środowiskowe, czy gospodarka paliwo-energetyczna. Efektem tej działalności jest dorobek publikacyjny Kandydata, składający się z autorskiej monografii i 62 w większości współautorskich artykułów w czasopismach różnej rangi, z czego 47 zostało opublikowanych w okresie po dysertacji.

2.1. Charakterystyka osiągnięcia habilitacyjnego

Ważniejsze z publikacji Kandydata zostały zgłoszone jako *osiągnięcie naukowe*, stanowiąc podstawę ubiegania się o stopień doktora habilitowanego, zarazem przedmiotem niniejszej oceny (Dz.U. z 2023 r., poz. 742, art. 219, ust. 1, pkt. 1, 2, 3). Tworzą one monotematyczny cykl ujęty tytułem: *Identyfikacja barier zastosowania fotowoltaiki jako kluczowej technologii OZE w Polsce*, składający się z monografii:

1. Olczak P.: *Magazynowanie energii elektrycznej w prosumenckich mikroinstalacjach fotowoltaicznych*. Wyd. IGSMiE PAN, Kraków 2022, seria: Studia, Rozprawy, Monografie, poz. 216;

oraz 5 powiązanych tematycznie artykułów, z czego trzy to prace współautorskie o sprecyzowanym udziale Kandydata i pozostałych autorów w ich powstaniu:

2. Olczak P., Jaśko P.; Kryzia D., Matuszewska D., Fyk M., Dyczko A.: *Analyses of duck curve phenomena potential in polish PV prosumer households installations*. Energy Reports, 2021, vol. 7, str. 4609–4622 (IF = 6,87 / 100 pkt. MEiN);
3. Olczak P., Komorowska A.: *An adjustable mounting rack or an additional PV panel? Cost and environmental analysis of a photovoltaic installation on a household: A case study in Poland*. Sustainable Energy Technologies and Assessments, 2021. vol. 47, Paper No. 101496 (IF = 5,353 / 140 pkt. MEiN);
4. Olczak P., Żelazna A., Stecula K., Matuszewska D., Lelek Ł.: *Environmental and economic analyses of different size photovoltaic installation in Poland*. Energy for Sustainable Development, 2022, vol. 70, str. 160–169 (IF = 5,655 / 100 pkt. MEiN);
5. Olczak P.: *Energy productivity of microinverter photovoltaic microinstallation: comparison of simulation and measured results – Poland case study*. Energies, 2022, vol. 15, nr 20, No 7582 (IF = 3,252 / 140 pkt. MEiN);
6. Olczak P.: *Comparison of modeled and measured photovoltaic microinstallation energy productivity*. Renewable Energy Focus, 2022, vol. 43, str. 246–254 (20 pkt. MEiN).

Omówienie monografii

Monografia stanowi autorskie opracowanie zagadnień związanych z magazynowaniem energii elektrycznej w prosumenckich mikroinstalacjach fotowoltaicznych (pv) przyłączonych do sieci energetycznej, zawiera obszerną analizę różnych wariantów i strategii ładowania magazynów i podaje szereg istotnych wniosków dotyczących współpracy mikroinstalacji (z magazynami energii) z siecią przesyłową, mających na celu poprawę efektywności poprzez maksymalizację i optymalizację wytwarzania i wykorzystania energii elektrycznej.

Praca liczy łącznie 88 stron i w części zasadniczej składa się z pięciu rozdziałów problemowych (s. 9-74) i podsumowania (s. 75-77), uzupełnionych: spisem treści (s. 3-4), wykazem skrótów (s. 5-7), wykazem literatury (s. 78-84) oraz streszczeniami (s. 85-88). Rozdział pierwszy zawiera syntetyczne wprowadzenie w tematykę uzupełnione analizą literatury, charakterystyką technologii fotowoltaicznych i perspektyw jej rozwoju, a także omówieniem magazynowania energii (s. 9-25). W rozdziale drugim Autor scharakteryzował bariery rozwoju fotowoltaiki, w szczególności związane z nierównomiernościami produkcji i przepływu energii w mikroinstalacjach oraz wynikające z ograniczeń sieci elektroenergetycznej (s. 26-31). W rozdziale trzecim zostały omówione obiekty prowadzonych badań, to jest magazyny energii elektrycznej i badane mikroinstalacje (s. 32-41). Rozdział czwarty zawiera omówienie metodyki obliczeń i symulacji pracy magazynów energii ze szczególnym przedstawieniem algorytmów obliczeń (s. 42-55), odniesione do różnych wariantów magazynowania i różnych strategii ładowania. W rozdziale piątym zamieszczone są wyniki obliczeń i symulacji (s. 56-74), uzupełnione analizą pracy pojedynczej mikroinstalacji oraz zbioru mikroinstalacji. Zasadniczą część pracy zamyka rozdział Podsumowanie i wnioski końcowe (s. 75-77).

W mojej ocenie Monografia jest oryginalnym osiągnięciem Habilitanta przedstawiającym istotne problemy generacji i wykorzystania energii elektrycznej w gospodarstwach domowych wyposażonych w mikroinstalacje fotowoltaiczne, współpracujące z magazynami energii.

Omówienie cyklu publikacji / artykułów

Zaliczony do głównego osiągnięcia naukowego cykl publikacji składa się z 5 artykułów opublikowanych w czasopiśmie z listy MNiE, z czego 4 w czasopiśmie z listy JCR.

Pierwszy z artykułów [2] dotyczy zjawiska tzw. *duck curve* obserwowanego w gospodarstwach domowych wyposażonych w instalacje fotowoltaiczne, polegającego na niskim poborze energii z sieci elektroenergetycznej w ciągu dnia (skorelowanym z odprowadzaną do sieci energią z fotowoltaiki) i stosunkowo wysokim jej zużyciu wieczorem, przy czym dotyczy to dni o dużym nasłonecznieniu. W artykule zawarto wyniki analizy danych z ponad 600 instalacji pv, w tym oszacowanie różnic pomiędzy maksymalnymi godzinowymi wartościami

nadprodukcji energii elektrycznej (oddana do sieci), a maksymalnymi godzinowymi wartościami zużycia energii netto z sieci (pobrana). Wykazano m.in., że w roku prowadzenia analiz maksymalna miesięczna wartość tej różnicy (średnia z wartości dobowych) wyniosła 2,9 kW, maksymalna wartość dobową (dla roku) - 3,9 kW, natomiast mediana tej wartości (za okres roku) - 2,08 kW na jedno gospodarstwo prosumenckie. Wynika stąd, że instalacje prosumenckie powodują znaczne wahania mocy w krajowej sieci elektroenergetycznej, wynikające ze zmiennych i niestabilnych warunków pracy i nierównomierności wykorzystania energii.

Drugi w kolejności artykuł [3] przedstawia wyniki badań, których celem była porównawcza analiza ekonomiczna i środowiskowa efektów modyfikacji instalacji fotowoltaicznej, polegającej na alternatywnym montażu dodatkowego modułu *pv* lub stelaża o zmiennym kącie nachylenia i azymutu. Wykazano w nim, że w rozpatrywanym przedziale czasu wartość NPV jest wyższa w przypadku montażu dodatkowego panela, natomiast instalacja z regulowanym stelażem zapewnia większą produktywność energii (zmiana położenia panela), a tym samym większą redukcję emisji CO₂. Dodatkowo podane zostały mapy, które mogą posłużyć do porównania efektywności ekonomicznej i środowiskowej pracy instalacji *pv* dla różnych orientacji dachów i różnych lokalizacji na terenie kraju.

W kolejnym artykule [4] przeanalizowano opłacalność ekonomiczną i aspekty środowiskowe pracy instalacji fotowoltaicznych o mocy 2 - 10 kW_p, wykorzystując do tego celu tzw. ocenę cyklu życia i analizę przepływów pieniężnych. Wykazano m.in., że najbardziej efektywną ekologicznie opcją w programie *Mój Prąd* jest instalacja o mocy 10 kW_p, natomiast najwyższą efektywnością ekonomiczną charakteryzuje się instalacja o mocy 2 kW_p. Ponadto przeanalizowano wpływ instalacji *pv* na zmniejszenie śladu węglowego oraz emisji pyłów, tlenków azotu i dwutlenku siarki (w odniesieniu do elektroenergetyki krajowej).

Artykuł [5] zawiera wyniki weryfikacji przydatności wybranych metod obliczeniowych wytwarzania energii w instalacjach fotowoltaicznych, także ich dokładności (w odniesieniu do Polski), przy czym w analizie wykorzystano metodę HDKR w oparciu o dane z siatki warunków pogodowych ERA5, zaś obliczenia teoretycznej wydajności paneli *pv* prowadzono w oparciu o szeroko stosowane metody (np. w oprogramowaniu HOMER). Uzyskane wyniki obliczeń produkcji energii weryfikowano przez porównanie z wynikami pracy rzeczywistej mikroinstalacji, uzyskanymi w okresie jednego roku.

Ostatni artykuł [6] zawiera analizę zgodności danych pogodowych bazy ERA5 (nasłonecznienie) z wynikami pomiarów prowadzonych w miejscu posadowienia instalacji (pyrometr na powierzchni poziomej). Wykazano w nim, m.in., że w większości przypadków dziennych wyższe dobowe wartości nasłonecznienia zaobserwowano dla danych z bazy ERA5. Druga część badań dotyczyła weryfikacji modelu obliczeniowego produkcji energii na podstawie odczytów z paneli fotowoltaicznych, konfiguracji ustawień i lokalizacji oraz danych pogodowych z bazy ERA5.

Ocena osiągnięcia habilitacyjnego

Całość prac Kandydata dotyczy identyfikacji barier stosowania fotowoltaiki i zawiera analizę możliwości i celowości redukcji ograniczeń wpływających na pracę prosumenckich mikroinstalacji fotowoltaicznych. Tematyka ta jest ważna ponieważ instalacje fotowoltaiczne są obecnie w Polsce najbardziej dynamicznie rozwijanym źródłem energii z OZE, przy czym ich rozwój i eksploatacja napotyka szereg ograniczeń, tak wykorzystania potencjału e.p.s., jak i możliwości maksymalnej generacji energii w instalacjach już istniejących.

Stąd moja pozytywna ocena tematyki badawczej podjętej przez dr. inż. P. Olczaka, którą należy uznać za ważną zarówno ze względów poznawczych, jak i aplikacyjnych.

Należy podkreślić, że ważną częścią prac Kandydata są badania nierównomierności przepływu energii elektrycznej w układzie gospodarstwo domowe (z mikroinstalacją) - sieć elek-

troenergetyczna, wynikającej z przesunięcia czasowego generacji energii w instalacji pv i zużycia energii przez użytkownika, obejmujące analizy i symulacje odniesione do układów bez magazynowania i z magazynowaniem energii, z uwzględnieniem różnych jej wariantów i strategii ładowania. Istotnym elementem jest tutaj opracowanie przez Kandydata metodyki i algorytmu obliczeń wpływu i efektów zastosowania magazynu w prosumenckiej instalacji pv na profil przepływu energii, umożliwiających (w przypadku układów współpracujących z magazynem) symulacyjne obliczenia ilości energii pobranej i oddanej. Osobną grupę prac stanowią badania prowadzone z wykorzystaniem danych z monitoringu istniejących mikroinstalacji, służące m.in. do weryfikacji obliczeń modelowych, analiz porównawczych, oceny wpływu, i innych. Z prac tych wynika szereg ważnych wniosków, m.in. wykazanie wpływu współpracy mikroinstalacji prosumenckich z magazynami energii na różnice w przepływach energii oddanej i pobranej do/z sieci, zwłaszcza przy zastosowaniu odpowiedniej strategii ładowania, przekładające się na wielkość różnic mocy w systemie elektroenergetycznym, wymagających pokrycia z innych źródeł, najczęściej konwencjonalnych. Dla prawidłowego funkcjonowania sieci elektroenergetycznych wartości te powinny być zbilansowane przez stronę podażową lub popytową rynku energii, co jest jednym z problemów niestabilnej i niekoherentnej pracy systemów fotowoltaicznych. Ponadto prace Kandydata objęły analizy i oceny ekonomiczne i środowiskowe działania instalacji pv, także inne, jak np. warunki lokalizacyjne, warunki pogodowe (nasłonecznienie), konfiguracja (typ, rodzaj, kąt pochylenia, azymut), czy przesunięcie czasowe profili konsumpcji energii elektrycznej różnych prosumentów.

.....

Analiza monografii i cyklu artykułów zaliczonych do g.o.n., także pozostałych prac pozwala stwierdzić, że stanowią one syntezę i podsumowanie działalności Kandydata, do którego najważniejszych osiągnięć należy zaliczyć:

- opracowanie metody badania wpływu zastosowania magazynów energii w prosumenckich mikroinstalacjach pv na nierównomierność przepływu energii w sieci elektroenergetycznej, w tym wpływ pracy instalacji pv na efekt tzw. *duck curve* w KSE;
- analizę wpływu wielkości mikro-instalacji na efekty ekonomiczne i środowiskowe;
- opracowanie metody porównawczej wpływu zastosowania dodatkowego panela pv bądź stelaża w mikroinstalacji na efekty energetyczne, ekonomiczne i środowiskowe;
- opracowanie metody szacowania i walidacji wyników pomiarów mikroinstalacji w warunkach polskich, dla różnych instalacji (inwerter / wiele mikroinwerterów).

Prace Kandydata i wynikające z nich osiągnięcia przekładają się na poszerzenie wiedzy w obszarze modelowania i pracy instalacji pv, w szczególności w zakresie współpracy z magazynami energii i w zakresie bilansowania różnic w przepływach energii w prosumenckich mikroinstalacjach fotowoltaicznych.

Reasumując uważam, że monografia oraz cykl artykułów uznane za główne osiągnięcie naukowe Habilitanta stanowią podsumowanie prowadzonych prac badawczych w zakresie objętym tytułem i zawierają szereg istotnych elementów, które można uznać za Jego oryginalny dorobek, stanowiący wkład w rozwój dyscypliny Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka. Omówiona w nich problematyka z pewnością może być przedmiotem postępowania habilitacyjnego, a przedstawione wyniki są w moim przekonaniu ważne zarówno ze względu na rozwój wiedzy, jak też praktyczne wykorzystanie.

2.2. Informacja o pozostałym dorobku publikacyjnym

Pozostałe, nie wchodzące w skład głównego osiągnięcia naukowego publikacje Kandydata z okresu po obronie pracy doktorskiej, to 42 artykuły o tematyce w większości zbieżnej z tematyką osiągnięcia habilitacyjnego, przy czym w dorobku są też inne prace dotyczące np.

polityki energetycznej, odnawialnych źródeł energii czy zagadnień ekonomicznych w energetyce. Całość tego dorobku, którego wyniki Kandydat upowszechniał w czasopiśmie i na konferencjach, należy uznać za ważny, zarówno ze względów poznawczych, jak i użytecznych. Zasadnicza jego część przypada na okres po uzyskaniu stopnia naukowego doktora.

3. Ocena pozostałych osiągnięć

Dr Piotr Olczak wykazuje udział w realizacji 6 projektów badawczych, z czego po doktoracie w 4 projektach finansowanych przez NCBiR, w tym w dwóch realizowanych obecnie:

- POIR.01.01.01-00-0855/21: *Opracowanie zautomatyzowanego narzędzia wspierającego decyzje kierowcy w zakresie optymalnego wyboru stacji ładowania samochodu elektrycznego, wykorzystującego metody programowania matematycznego oraz uczenia maszynowego;*
- POIR.01.01.01-00-0709/21: *Opracowanie zintegrowanego narzędzia bazującego na metodach programowania matematycznego i uczenia maszynowego umożliwiającego przedsiębiorstwu optymalizację procesu zakupu, wykorzystania produkcji własnej i magazynowania energii elektrycznej, przyjmując jako kryterium optymalizacji minimalizację kosztów energii;*

Wykazuje współpracę z uczelniami i instytucjami badawczymi w Polsce, to jest z:

- Wydziałem Inżynierii Środowiska i Energetyki PK (2020-22); Instytutem Podstawowych Problemów Techniki PAN (od 2020); ITG KOMAG Gliwice (2021-22);

a także kontakty i współpracę z:

- Izmail State University of Humanities, Izmail, Ukraina / prof. Viktor Koval – współpraca publikacyjna, wspólna aplikacja projektowa do Fundacji na Rzecz Nauki Polskiej, 2022;
- School of Chemical Engineering of Northwest University in Xian, Chiny - wspólna aplikacja do programu NAWA, 2020;

Jest promotorem pomocniczym w dwóch przewodach doktorskich:

- Kaczmarzewski S.: *Analiza możliwości zastosowania i optymalizacja doboru instalacji OZE w przedsiębiorstwie przemysłowym*, doktorant IGSMiE PAN, od 2021;
- Halbiny A.: *Model zarządzania zapotrzebowaniem na energię elektryczną przedsiębiorstwa ukierunkowany na optymalizację wartości ekonomicznej*, doktorant AGH, od 2019.

Wykonał ponad 50 recenzji prac przeznaczonych do publikacji w czasopiśmie, m.in. do:

- *Applied Energy, Solar Energy, Polityka Energetyczna / Energy Policy Journal, Sustainable Energy Technologies and Assessments, Environmental Science and Pollution Research, Journal of Energy Storage, Energy Reports*, i innych;

Pełnił funkcje edytora gościnnego (*Energies Special Issue: Prospects and Challenges of Energy Transition*, 2022) i edytora tematycznego (*Frontiers in Environmental Science: Circular Economy Business Models for Sustainable Production*, 2022);

Ponadto dr Piotr Olczak ma w swoim dorobku:

- prowadzenie zajęć dydaktycznych na Wydziale Inżynierii Środowiska PK (2020, 2022);
- promotorstwo prac dyplomowych magisterskich prowadzonych na Wydziale Energetyki i Paliw AGH (2021);
- udział w komitetach organizacyjnych konferencji:
Int. Conference on Sustainable, Circular Management and Environmental Engineering, Odessa 2021; *Int. Conference on Advances on Clean Energy Research*, Barcelona, 2021/22; *Szkoła Eksploatacji Podziemnej*, Kraków, 2019/20/21/22.
- współpracę z firmami z branży energetycznej:
Polska Fotowoltaika i Energia – Kraków, *TwinIO Energy – Kraków*, *Elfran - Nowy Targ*, *Fundacja Instaway - Warszawa*;
- udział w pracach badawczych i wdrożeniowych na potrzeby gospodarki, m.in. dla:
Ministerstwa Klimatu i Środowiska, *KGHM Polska Miedź S.A.*, *Jastrzębskiej Spółki Węglowej S.A.*, *LW Bogdanka S.A.*, *Przedsiębiorstwa Budowy Szybów PBSz S.A.*, i innych;

- W mojej ocenie ta część dorobku spełnia zwyczajowe wymagania stawiane Kandydatom do stopnia doktora habilitowanego.*

str. 6 / 7

5. Konkluzja

Na podstawie przeprowadzonej analizy i oceny głównego osiągnięcia naukowego, także pozostałego dorobku, odnosząc się do Ustawy z dnia 20. lipca 2018 r. *Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce* (Dz.U. z 2023 r., poz. 742, art. 219, ust. 1, pkt. 1, 2 i 3), stwierdzam, że dr inż. Piotr Olczak spełnia w stopniu wystarczającym wymagania stawiane osobom ubiegającym się o stopień naukowy doktora habilitowanego. Przedstawiona przez Niego monografia oraz cykl monotematycznych publikacji naukowych, ujęte uogólnionym tytułem *Identyfikacja barier zastosowania fotowoltaiki jako kluczowej technologii OZE w Polsce wypełniając*, w mojej ocenie, kryterium „osiągnięcia naukowego stanowiącego znaczny wkład w rozwój określonej dyscypliny”.

Biorąc powyższe pod uwagę, popieram wniosek dr. inż. Piotra Olczaka o nadanie stopnia doktora habilitowanego w dyscyplinie Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka.

Podpisał Aleksander Stachel

