

Dr hab. inż. Aleksandra Komorowska, prof. instytutu

Kraków, 05.01.2026 r.

Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN

Pracownia Zrównoważonego Rozwoju Gospodarki Surowcami i Energią

ul. Wybickiego 7A, 31-261 Kraków

komorowska@min-pan.krakow.pl

POLITECHNIKA ŚLĄSKA
Biuro Rady Dyscypliny
Automatyka, Elektronika, Elektrotechnika
i Technologie Kosmiczne
wpłynęło dnia 19.01.2026
nr zał.

Recenzja rozprawy doktorskiej

Mgr inż. Piotra Hylli

**pt.: Hybrydowe magazyny energii – analiza możliwości zwiększenia udziału OZE
w sumarycznej produkcji energii elektrycznej**

napisanej pod kierunkiem naukowym promotora

dr. hab. inż. Tomasza Trawińskiego, prof. PŚ

oraz promotora pomocniczego

dr. hab. inż. Wojciecha Burlikowskiego, prof. PŚ

i opiekuna ze strony przedsiębiorstwa

dr. inż. Bartosza Polnika

I. Podstawa formalna recenzji

Podstawą opracowania recenzji jest Uchwała Nr 121/2025 Rady Dyscypliny Automatyka, Elektronika, Elektrotechnika i Technologie Kosmiczne Politechniki Śląskiej z dnia 21 października 2025 r., w sprawie powołania mnie na recenzenta rozprawy doktorskiej mgr. inż. Piotra Hylli pt.: *Hybrydowe magazyny energii – analiza możliwości zwiększenia udziału OZE w sumarycznej produkcji energii elektrycznej*.

II. Charakterystyka pracy oraz jej ocena jako rozprawy doktorskiej

Przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska mgr. inż. Piotra Hylli dotyczy opracowania, zbadania oraz wdrożenia systemu do zarządzania przepływem energii pomiędzy różnymi urządzeniami w formie tzw. ruter DC. Doktorant koncentruje się w swoich badaniach na układzie do zarządzania przepływem energii elektrycznej w instalacjach obiektów mieszkalnych oraz przeprowadza analizę porównawczą obiektu wyposażonego w (a) instalację fotowoltaiczną, (b) instalację fotowoltaiczną i dobowy magazyn energii, oraz (c) instalację fotowoltaiczną i hybrydowy magazyn energii. Celem realizowanych prac jest opracowanie rozwiązania ukierunkowanego na zwiększenie wykorzystania potencjału OZE w budynkach mieszkalnych poprzez efektywne zarządzanie przepływem energii i zwiększenie wskaźnika autokonsumpcji.

Tytuł rozprawy został sformułowany przez Doktoranta poprawnie i precyzyjnie. Praca obejmuje 130 stron (z bibliografią). Praca została podzielona na osiem rozdziałów, wśród których znajduje się wstęp, sześć rozdziałów zasadniczych oraz podsumowanie i wnioski. W pracy zamieszczono również spis treści oraz źródeł literaturowych liczący łącznie 111 pozycji. Doktorant podsumował przeprowadzony przegląd literatury oraz przeprowadził przegląd istniejących systemów magazynowania energii, identyfikując istniejące oraz rozwijane rozwiązania w tym obszarze.

W rozdziale 1 Doktorant przedstawił tezę oraz cel pracy doktorskiej. Doktorant sformułował tezę pracy w sposób następujący: *Zastosowanie systemów zarządzania przepływem energii wykorzystujących hybrydowe zasobniki energii zwiększy udział OZE w sumarycznej produkcji energii elektrycznej. Wykorzystanie dodatkowej stałoprądowej instalacji stanowiącej tzw. ruter DC umożliwi bardziej efektywne bilansowanie energii pozyskanej z OZE i magazynów energii.* **Stwierdzam, że teza badawcza została sformułowana adekwatnie, a przeprowadzone**

w ramach rozprawy doktorskiej prace badawcze oraz wnioski sformułowane na ich podstawie pozwalają na **pozytywne zweryfikowanie tej tezy**.

Doktorant sformułował cel pracy w sposób następujący: *Celem niniejszej pracy jest opracowanie, zbadanie oraz wdrożenie systemu do zarządzania przepływem energii pomiędzy zróżnicowanymi technologicznie zasobnikami energii, w formie tzw. rutera DC. Cel ten został sformułowany poprawnie i jest spójny z problemem badawczym* sformułowanym przez Doktoranta. Po zapoznaniu się z rozprawą doktorską, stwierdzam, że **cel ten został osiągnięty**.

W rozdziale 2 Doktorant przedstawił problem badawczy, skupiając się na ograniczeniach dotyczących obecnie funkcjonujących technologii bazujących na odnawialnych źródłach energii oraz przeglądzie technologii magazynowania energii. Stwierdzam, że sformułowany przez Doktoranta **problem badawczy dotyczący ograniczeń związanych z maksymalizacją potencjału OZE jest ważny oraz wpisuje się w obecne wyzwania dotyczące efektywnej integracji OZE w budynkach**.

W rozdziale 3 Doktorant przedstawił wyniki bilansów energetycznych przeprowadzonych dla trzech budynków mieszkalnych, w tym dwóch domów jednorodzinnych oraz jednego budynku pełniącego funkcję akademika. Następnie przeprowadził analizę obejmującą dobór parametrów dodatkowej instalacji fotowoltaicznej oraz wyznaczył parametry autokonsumpcji w scenariuszu bez oraz z magazynem energii.

W rozdziale 4 Doktorant przedstawił koncepcję odzwierciedlenia elementów analizowanego systemu w postaci modelu, następnie w rozdziale 5 przedstawił koncepcję rutera energii, założenia dotyczące opracowania regulatora logiki rozmytej oraz w Rozdziale 6 przedstawił wyniki badań oraz testów funkcjonalnych opracowanego prototypu.

W rozdziale 7 Doktorant przedstawił analizę możliwości zwiększania udziału odnawialnych źródeł energii w całkowitej produkcji energii elektrycznej. W rozdziale 8 Doktorant przedstawił podsumowanie zrealizowanych prac, wnioski sformułowane na ich podstawie oraz wyznaczył kierunki dalszych prac.

Ogólna ocena pracy jako rozprawy doktorskiej jest dobra. Doktorant wykazuje się znajomością poruszanej tematyki badawczej, zarówno z perspektywy teoretycznej, jak i aplikacyjnej. Doktorant wykazuje się znajomością wyzwań związanych z funkcjonowaniem technologii odnawialnych źródeł energii oraz magazynów energii, a także posiada praktyczną wiedzę w zakresie metod ich ograniczania, umożliwiającą efektywne zarządzanie tymi urządzeniami oraz zwiększanie potencjału ich wykorzystania w budynkach mieszkalnych.

Wykorzystanie odnawialnych źródeł energii, magazynów energii oraz rozwiązań umożliwiających maksymalizację wykorzystania lokalnego potencjału OZE wpisuje się w szeroką strategię dekarbonizacyjną krajowej gospodarki, co wskazuje na aktualność podejmowanej przed Doktoranta tematyki badawczej.

III. Uwagi polemiczne oraz kwestie dyskusyjne

1. Na stronie 60, Doktorant wskazuje, że z przeprowadzonych analiz wynika, że dodanie dodatkowej mikroinstalacji fotowoltaicznej do obecnej instalacji obiektu akademika „Karolinka” umożliwi zmniejszenie kosztów energii elektrycznej. Jakiego rzędu są to oszczędności?
2. Na stronie 115, Doktorant wskazuje, że *Obecne regulacje w rozliczeniu skupu nadwyżek energii z produkcji OZE, są niekorzystne dla właścicieli mikroinstalacji PV dlatego, że cena skupu energii w okresach zwiększonej produkcji jest nieproporcjonalnie niska.* Brakuje jednak przedstawienia obowiązujących mechanizmów oraz zasad rozliczeń, które by to uzasadniały.
3. W rozprawie przedstawiono roczne wskaźniki autokonsumpcji. Zasadne byłoby uzupełnienie analizy o ich zmienność w poszczególnych porach roku, miesiącach oraz dniach tygodnia (z rozróżnieniem na weekendy i dni robocze), w kontekście zmienności zapotrzebowania na energię wynikającej ze sposobu użytkowania budynku.
4. Doktorant przedstawił założenia i dane wejściowe wykorzystywane do obliczeń. Jaki jest potencjał opracowanego rozwiązania do integracji z modelami do prognozowania produkcji ze źródeł OZE oraz zapotrzebowania na energię elektryczną oraz z narzędziami umożliwiającymi potencjalne reagowanie na zmienne ceny energii elektrycznej? Czy opracowane rozwiązanie można zintegrować z innymi narzędziami w celu efektywniejszego zarządzania źródłami OZE i magazynami energii w budynkach mieszkalnych?
5. Doktorant przedstawił na Rys. 1 roczną światową produkcję energii elektrycznej z podziałem na źródła, jednak nie wskazał którego roku dotyczą zaprezentowane dane.
6. Doktorant zaznaczył w rozdziale 8.3, że wyniki badań zostaną wdrożone w postaci regulatora przepływu energii w ramach *Platformy Zarządzania Energią*. Niemniej jednak w rozdziale pierwszym sformułował cel pracy w sposób następujący: *Celem niniejszej pracy jest (...) wdrożenie systemu.* Proszę o doprecyzowanie różnic pomiędzy tymi wdrożeniami.

7. W przedstawionej rozprawie doktorskiej pojawiają się niejednolite czcionki, sporadyczne braki spacji, błędy językowe i interpunkcyjne oraz drobne niedociągnięcia składu. Choć nie wpływają one na merytoryczną wartość pracy, to ich korekta poprawiłaby przejrzystość pracy.

IV. Wniosek końcowy

Stwierdzam, że rozprawa doktorska mgr. inż. Piotra Hylli pt. *Hybrydowe magazyny energii – analiza możliwości zwiększenia udziału OZE w sumarycznej produkcji energii elektrycznej* stanowi samodzielne i oryginalne rozwiązanie ważnego problemu badawczego w dyscyplinie Automatyka, Elektronika, Elektrotechnika i Technologie Kosmiczne, a rozważany problem badawczy i opracowana metodyka jego rozwiązania są oryginalne i świadczą o posiadanej wiedzy teoretycznej oraz aplikacyjnej Doktoranta w dyscyplinie Automatyka, Elektronika, Elektrotechnika i Technologie Kosmiczne.

Podsumowując, stwierdzam, że recenzowana praca doktorska mgr. inż. Piotra Hylli pt. *Hybrydowe magazyny energii – analiza możliwości zwiększenia udziału OZE w sumarycznej produkcji energii elektrycznej* spełnia warunki stawiane pracom doktorskim w art. 187 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. z 2024 r. poz. 1571) oraz wnioskuję do Rady Dyscypliny Automatyka, Elektronika, Elektrotechnika i Technologie Kosmiczne Politechniki Śląskiej o przyjęcie rozprawy oraz jej dopuszczenie do publicznej obrony.