

Ocena
rozprawy doktorskiej mgr inż. Pawła Machała
pt. " Prognozowanie zapotrzebowania na energię elektryczną i gaz w firmie Tauron
Sprzedaż Sp. z o.o. w horyzoncie krótkoterminowym"

1. Podstawa formalna oceny

Opinia niniejsza została opracowana zgodnie z uchwałą Rady Dyscypliny Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka Politechniki Śląskiej z dnia 19.12.2024 r. przekazaną przez Przewodniczącego Rady Dyscypliny Pana profesora dra hab. Krzysztofa Labusa, RIE.512.2024 wraz z egzemplarzem rozprawy doktorskiej. Jej treść jest zbieżna z wymaganiami zawartymi w umowie.

2. Ogólna charakterystyka rozprawy

Przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska pod tytułem „Prognozowanie zapotrzebowania na energię elektryczną i gaz w firmie Tauron Sprzedaż Sp. z o.o. w horyzoncie krótkoterminowym” została wydana w języku polskim w Politechnice Śląskiej (Gliwice 2024). Zawartość merytoryczna rozprawy mieści się w profilu uprawnień doktorskich i habilitacyjnych Rady Dyscypliny Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka.

Rozprawa doktorska obejmuje 134 strony w podziale na osiem rozdziałów zasadniczych, 136 cytowanych pozycji literaturowych krajowych i zagranicznych i jeden załącznik zawierający kody Matlab. Dotyczy ona opracowania i wdrożenia efektywnej metody prognozowania zapotrzebowania na energię elektryczną i gaz z funkcją maksymalizującą zysk brutto w firmie sprzedażowej.

W rozdziale pierwszym Doktorant przedstawił uzasadnienie podjęcia tego tematu badawczego oraz cel badań i zarys pracy doktorskiej z krótkim opisem zagadnień poruszanych w dalszej jej części.

W rozdziale drugim, będącym przeglądem literatury, Doktorant omówił funkcjonowanie handlu energią i gazem ziemnym w Polsce. W tym handlu zasadne i potrzebne są dobre techniki prognozowania zapotrzebowania i sprawdzona historycznie analiza danych wejściowych. Szczególnie jeśli na obszarze działania spółki obrotu istnieją źródła fotowoltaiczne, to tym bardziej ważne są przy prognozowaniu dane dotyczące aspektów meteorologicznych.

W rozdziale trzecim Doktorant omówił różne czynniki wpływające na jakość prognoz zapotrzebowania na energię elektryczną i gaz ziemny. Skupił się głównie na fotowoltaice i jej zależności od warunków atmosferycznych, ale też omówił działalność prosumencką i pracę pomp ciepła. Zamieścił liczne wykresy zapotrzebowania na energię elektryczną na danym obszarze oraz agregację danych odbiorców pod kątem pozycji handlowej spółki obrotu energią.

W rozdziale czwartym Doktorant zaproponował metodykę prognozowania zapotrzebowania energii brutto z mikroinstalacjami PV i bez takich instalacji. W tym celu

Doktorant zdecydował się na użycie sieci neuronowej, która powinna precyzyjnie odwzorowywać profil zapotrzebowania na energię elektryczną. Zamieścił również wyniki algorytmu odtwarzającego profil brutto zapotrzebowania na energię z wybranego okresu.

W rozdziale piątym Doktorant zaprezentował wyniki prognoz zapotrzebowania na energię z wykorzystaniem metody brutto na określonych obszarach z uwzględnieniem mikrogeneracji. Zamieścił wykresy prognoz, rzeczywistego wykonania i rozkład błędów generacji PV. Ważną sprawą był wybór prognoz meteorologicznych na drodze znajdowania korelacji między nimi.

W rozdziale szóstym Doktorant wymieniał dodatkowe zastosowania metody brutto w zakresie prognozowania cen energii w horyzontach krótkoterminowym i długoterminowym. Dzięki dokładniejszym prognozom można lepiej ocenić ryzyko związane z wahaniami cen energii, a tym samym podejmować w tym zakresie odpowiednie działania z wyprzedzeniem.

W rozdziale siódmym Doktorant zamieścił podsumowanie rozprawy i wynikające z niej wnioski końcowe.

2.1. Ocena układu rozprawy

Zdaniem recenzenta tematyka pracy jest aktualna, ważna i interesująca, zaś praca jest napisana przejrzysto według logicznie ułożonego układu. Wymagała ona od Autora opanowania zagadnień związanych z energetyką, statystyką, ekonomią i obrotem energią w warunkach rynkowych, a efektem pracy jest dobre połączenie wymienionych zagadnień.

2.2. Ocena zastosowanego piśmiennictwa

Doktorant należycie wykorzystał dostępną literaturę krajową i zagraniczną.

2.3. Wskazanie i ocena celu pracy Doktoranta

Celem głównym pracy było opracowanie i wdrożenie efektywnej metody prognostycznej zapotrzebowania na energię elektryczną i gaz ziemny w krótkoterminowej perspektywie. Opracowany algorytm postępowania w tej metodzie winien prowadzić do uzyskania wyników prognostycznych obciążonych mniejszym błędem w stosunku do innych sposobów prognostycznych dotychczas stosowanych, nie tylko w konkretnej spółce obrotu.

2.4. Ocena zastosowanych metod badawczych

Z zamieszczonej w pracy szerokiej analizy błędów prognozy wynika, że są one mniejsze w stosunku do dotychczas stosowanych metod. Trzeba jednak być czujnym jeśli chodzi o dane historyczne dotyczące zapotrzebowania na energię elektryczną gdyż są one dostarczane z pewnym opóźnieniem i mogą podlegać korektom, zaś ostateczne dane są zatwierdzane po około roku.

2.5. Ocena części rozprawy dotyczącej omówienia wyników badań

Omówienie wyników badań nie budzi zasadniczo zastrzeżeń. Pewne niejasności występują przy opisie niektórych rysunków (wspomniałem o nich w uwagach krytycznych). Myślę, że materiał ilustracyjny jest nadmiarowy, szczególnie w przypadku testowania poprawności działania sieci neuronowych.

2.6. Informacje dotyczące praktycznego zastosowania wyników badań

Metoda badawcza będzie wykorzystywana w konkretnej spółce obrotu energią i w przyszłości będzie można ocenić jej skuteczność ekonomiczną i możliwość zastosowania w innych spółkach obrotu energią elektryczną i gazem.

2.7. Informacje o nieprawidłowościach w pracy

Jak to niemal zawsze bywa Dyplomant nie ustrzegł się nielicznych błędów redakcyjnych i objaśnień niektórych rysunków. Np. trudno jest odszyfrować, że linia oznaczająca energię oddaną do sieci znajduje się poniżej linii generacji PV (dotyczy rys. 4.25 – 4.26). W ostatnim akapicie punktu 5 Dyplomant napisał, że w jednym z badanych obszarów uzyskano najlepsze wyniki stosowania sugerowanej metody brutto, zaś w pozostałych uzyskano mniejszą skuteczność metody. Wyjaśnienie tej prawidłowości w tym samym akapicie jest mało zrozumiałe.

2.8. Informacja o oryginalności rozwiązania problemu badawczego

Przy tak postawionym zadaniu badawczym Doktoranta pracę można traktować jako oryginalną.

2.9. Ocena o ogólnej wiedzy Kandydata w dyscyplinie świadczącej o samodzielnym prowadzeniu pracy naukowej

Doktorant wykazał się dużą wiedzą w zakresie energetyki, ekonomii, statystyki matematycznej i prognozowania. Posiada więc wiedzę ugruntowaną do samodzielnego prowadzenia pracy badawczej.

3. Podsumowanie i wnioski

Przedstawiona do oceny rozprawa doktorska mgra inż. Pawła Machała p.t. „Prognozowanie zapotrzebowania na energię elektryczną i gaz w firmie Tauron Sprzedaż Sp. z o.o. w horyzoncie krótkoterminowym” stanowi uwieńczenie i syntetyczne podsumowanie Jego dużego dorobku praktycznego i teoretycznego w aktualnej problematyce dotyczącej handlu energią elektryczną i gazem w warunkach rynkowych.

Poziom merytoryczny rozprawy, mimo zgłoszonych uwag krytycznych, uważam za dobry, a kompozycja rozprawy tworzy logicznie przemyślaną i spójną całość. Potwierdza to dojrzałość i samodzielność Autora do prowadzenia badań naukowych oraz wnosi znaczny wkład w praktykę i teorię prognozowania zapotrzebowania na energię elektryczną w systemie elektroenergetycznym.

Uważam, że opiniowana praca doktorska mgra inż. Pawła Machała spełnia ustawowe wymogi stawiane rozprawom doktorskim w odpowiednich przepisach i zasługuje na pozytywną opinię. Wobec powyższego stawiam wniosek o dopuszczenie jej do publicznej obrony. Oznacza to, że spełnione zostały wymogi obowiązującej Ustawy o tytule naukowym i stopniach naukowych, co uzasadnia wniosek o nadanie Kandydatowi tytułu doktora nauk technicznych w dyscyplinie *inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka*.

Podpisał Henryk Kaproń