

Opole, dnia 09.09.2020 r.

Dr hab. inż. Jolanta Królczyk, profesor uczelni
Katedra Technologii Maszyn i Automatykacji Produkcji
Wydział Mechaniczny
Politechnika Opolska
ul. Prószkowska 76, 45-758 Opole

RECENZJA

rozprawy doktorskiej mgr inż. Magdaleny Jurasz

pt.: „Model współpracy samochodów elektrycznych z solarnym biurowcem”

(ang. „Model of energetic cooperation between electrical vehicles and solar office building”).

Promotor pracy doktorskiej: prof. dr hab. inż. Jerzy Mikulik (Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie)

1

1. Podstawa opracowania recenzji

Podstawą opracowania recenzji jest pismo Pana dr inż. Anoniego Korcyła, prodziekana ds. studenckich Wydziału Zarządzania Akademii Górniczo-Hutniczej im. Stanisława Staszica w Krakowie z dnia 21.07.2020 r

2. Znaczenie podjętej tematyki badawczej

Dostarczona do recenzji praca doktorska pt. „Model współpracy samochodów elektrycznych z solarnym biurowcem”, której autorem jest Pani mgr inż. Magdalena Jurasz poświęcona została ważnym zagadnieniom nie tylko z punktu widzenia dziedziny nauk technicznych, ale również z punktu widzenia gospodarki, człowieka i środowiska przyrodniczego, zwanego zrównoważonym rozwojem.

Rozprawa swoim obszarem tematycznym dotyka kilku obszarów tematycznych, jakimi są sektor energetyki, transportu oraz budownictwa. W szczególności tematyka pracy dotyczy fotowoltaiki, transportu oraz budynków biurowych. Jest to niewątpliwie nowatorski obszar tematyczny, również z punktu widzenia nauki, a jednocześnie temat skomplikowany i wielowątkowy. Mimo tej wieloaspektowości tematycznej, która odzwierciedlona jest w szeregu zmiennych czynników i parametrów, Autorka rozprawy dokonuje analizy tematu, prezentując pięć różnych modeli odzwierciedlających możliwe scenariusze zdarzeń. Modele te odniesione są do aktualnego stanu wiedzy oraz obecnych taryf i stawek za energię elektryczną. Takie podejście do tematu pozwoliło na przedstawienie konkretnych wniosków, zależności pomiędzy zmiennymi, jak również prezentację analizy finansowej wszystkich modeli. Istota rozprawy doktorskiej dotyczy możliwości wykorzystania osobowych pojazdów elektrycznych jako mobilnych nośników energii w budynkach biurowych wykorzystujących energię słoneczną. Jest to przyszłościowy kierunek badań i rozwoju, niezwykle ważny dla zapewnienia samowystarczalności energetycznej nie tylko pojedynczego budynku biurowego, ale w perspektywie nawet całych miast. Realizacja tych działań przyczyni się do racjonalnego gospodarowania surowcami naturalnymi.

3. Ogólna charakterystyka pracy

Rozprawa obejmuje 154 stron i podzielono ją na 7 rozdziałów, w tym: wstęp; analiza stanu zagadnienia; metodyka i dane; wyniki optymalizacji; dyskusja; wnioski; literatura oraz załącznik – kod Matlab dla optymalnego wymiarowania systemu. W pracy umieszczono 89 pozycji literaturowych. Rozprawa obejmuje ponadto 16 tabel oraz 66 rysunków. Układ pracy jest właściwy, a wszystkie rozdziały wraz z podrozdziałami tworzą razem logiczną całość. Należy zauważyć staranność opracowania rozprawy, nie tylko pod względem układu, ale również pod względem językowym i graficznym. Wykresy oraz tabele są precyzyjnie opisane, a w tekście znajduje się odwołanie do każdego rysunku, tabeli czy wykresu. Autorka posługuje się poprawnym językiem. Rysunki wykonane są starannie oraz wplecione są umiejętnie w całość. To sprawia, że zapoznawanie się z zawartością rozprawy jest stosunkowo łatwe. Recenzowana dysertacja mieści się w nurcie współczesnych kierunków badań inżynierii mechanicznej. Zastosowane w pracy metody badawcze wraz ze statystycznym opracowaniem wyników pozwoliły na zgłębienie podejmowanej tematyki. Badania przedstawione w pracy są nowatorskie i niezwykle ciekawe. Z pewnością jest to kierunek

przyszłościowy, który warto zgłębiać, podążając za nowatorskimi rozwiązaniami technicznymi oferowanymi na rynku bądź wręcz nadawać dalszy kierunek w branży. W tym aspekcie należy podkreślić i docenić kierunek podejmowanych badań przez pracowników Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie.

Oceniana praca zawiera podstawowe elementy pracy doktorskiej, ma charakter naukowo-badawczy, a także potencjał aplikacyjny. Treść rozprawy doktorskiej jest zgodna z tytułem, proporcje oraz przyjęte rozdziały nie budzą zastrzeżeń. Cel rozprawy został spełniony, a wnioski znajdują potwierdzenie w opracowaniu wyników badań.

4. Merytoryczna ocena pracy.

Doktorantka rozpoczęła swoją rozprawę od rozdziału nazwanego „Wstęp”, w którym przedstawia temat rosnącego zapotrzebowania na energię, wykorzystanie źródeł odnawialnych i nieodnawialnych, a także obserwowanych trendów światowych i krajowych w tym zakresie. Autorka rozprawy wskazuje na ograniczenia, które powodują niektóre odnawialne źródła energii, tj. integracja odnawialnych źródeł energii, jak energia pochodząca z wiatru i słońca w systemy elektroenergetyczne. Kolejnym wyzwaniem, który należy wziąć pod uwagę są pojazdy elektryczne i ich dodatkowe zapotrzebowanie na energię z sieci. Doktoranta wskazuje, iż z jednej strony pojazdy elektryczne są z punktu widzenia sieci energetycznej kolejnym obciążeniem, ale mogą być również postrzegane jako nośnik energii, który jest po prostu niedostępny. Zauważa również, że potencjał magazynowania pojazdów elektrycznych może być opcją do magazynowania nadwyżki energii ze źródeł odnawialnych lub ograniczenia niektórych obciążeń szczytowych. Rosnące zapotrzebowanie na energię obserwowane jest szczególnie w miastach. W ślad za tym rosnącym zapotrzebowaniem energetycznym i wynikającym z tego wzrostem kosztów na energię elektryczną obserwuje się coraz więcej montowanych instalacji fotowoltaicznych, które stanowią odnawialne źródło energii. W dużych skupiskach ludzi, na terenach, gdzie istnieje silnie rozwinięty przemysł, a mamy do czynienia z niewielką powierzchnią gruntu do dyspozycji, coraz częściej powstają biurowce. Na styku tych trzech obszarów: biurowce, fotowoltaika i pojazdy elektryczne Pani mgr inż. Magdalena Jurasz oparła swoją rozprawę doktorską, upatrując potencjalną synergię, którą można wykorzystać poprzez połączenie systemów budowlanych, transportowych i energetycznych. W świetle poczynionych obserwacji i zmieniających się rynkowych trendów Doktorantka przedstawia cel oraz hipotezę pracy.

Celem pracy jest zbadanie, czy pojazdy elektryczne mogą być wykorzystywane jako mobilne magazyny energii w budynkach biurowych z instalacją fotowoltaiczną. Praca koncentruje się na zbiorze możliwych scenariuszy uwzględniających taryfy energetyczne i podejście optymalizacyjne. Autorka sformułowała następnie hipotezę badawczą, iż osobowe pojazdy elektryczne mogą służyć jako „mobilne nośniki energii” w budynkach biurowych wykorzystujących energię słoneczną. W dalszej części pracy Doktorantka formułuje szczegółowe cele, które pozwolą na weryfikację postawionej hipotezy badawczej. W tym celu w pracy dokonano analizy kosztów energii w budynku biurowym dla scenariuszy w odniesieniu dla różnych taryf energii, analizy kosztów energii elektrycznej dla różnych konfiguracji i strategii ładowania pojazdów elektrycznych, analizy wpływu różnych układów systemu i strategii działania na krzywą obciążenia resztkowego oraz opracowanie liniowego modelu programowania w celu zbadania możliwości wykorzystania pojazdów elektrycznych jako magazynów energii.

Rozdział drugi przedstawia przegląd literatury w podziale na fotowoltaikę, budynki biurowe oraz pojazdy elektryczne o ujęciu ogólnym. Autorka rozprawy prezentuje światowe i krajowe trendy. Następnie w kolejnym podrozdziale pracy przedstawiona jest bibliografia szczegółowo odnosząca się do dostępnej literatury dotyczącej następujących tematów: fotowoltaika w połączeniu z budynkami (zwłaszcza z biurowcami); budynki i pojazdy elektryczne; fotowoltaika i pojazdy elektryczne. Ostatnia część poświęcona jest koncepcjom uwzględniającym jednocześnie fotowoltaikę, pojazdy elektryczne i budynki biurowe. Autorka wskazuje główne czynniki motywujące do badań w obszarze fotowoltaiki w biurowcu ze stacją ładowania pojazdów elektrycznych, tj. rosnące znaczenie odnawialnych źródeł energii - w szczególności fotowoltaiki, rosnącą popularność różnych form e-mobilności - zwłaszcza pojazdów elektrycznych, rosnące zaniepokojenie zmianami klimatycznymi i degradacją środowiska, wyzwania wynikające z nowych obciążeń (tj. pojazdy elektryczne i fotowoltaika) oraz ich wpływ na pracę systemu elektroenergetycznego, potrzebę stworzenia nowych strategii zarządzania energią dla stacji ładowania zasilanych ze źródeł odnawialnych, w przypadku których zmienne zapotrzebowanie

musi być jednocześnie zaspokajane również przez zmienne źródła energii. Literatura jest dobrana umiejętnie, a pozycje literaturowe w większości dotyczą najnowszych osiągnięć w omawianym obszarze. W niniejszej rozprawie podjęto trudne i aktualne problemy związane z szeroko rozumianym systemem energetycznym.

Nowatorski wkład niniejszej rozprawy doktorskiej w aktualny stan wiedzy w zakresie stacji ładowania pojazdów elektrycznych zintegrowanej z biurowcem z systemem fotowoltaicznym dotyczy kilku aspektów. Przede wszystkim praca przedstawia zestaw pięciu modeli, które można zastosować w budynku w zależności od złożoności badanego systemu. Autorka przedstawia szczegółową analizę modeli w kontekście wybranych taryf energetycznych występujących obecnie w Polsce. Dodatkowo zaprezentowana jest szczegółowa analiza wpływu różnych strategii ładowania na krzywą obciążenia resztkowego, prezentowane są modele oparte zarówno o strategię zarządzania energią, jak i programowanie liniowe. Zaproponowano również szczegółowy koncepcyjny model przyszłości stacji ładowania, zakładający zintensyfikowany przepływ informacji.

Trzeci rozdział opisuje przyjęte metodyki badawcze oraz przedstawia dane wykorzystane do analizy. Doktorantka podzieliła tę sekcję pracy na następujące obszary: podpunkt 3.1 przedstawia ogólny układ każdego rozważanego scenariusza systemu z zakładanymi przepływami energii; podpunkt 3.2 przedstawia modele matematyczne sformułowane w celu symulacji i optymalizacji działania systemów; podpunkt 3.3 skupia się na modelowaniu poszczególnych podsystemów; podpunkt 3.4 przedstawia wejściowe szeregi czasowe wykorzystane w tej pracy; podpunkt 3.5 skupia się na parametrach wejściowych; w podpunkcie 3.6 przedstawiono oprogramowanie służące do symulacji i optymalizacji. Ostatni podpunkt prezentuje tabelarycznie przyjęte scenariusze. Autorka rozważyła cztery konfiguracje opracowania układu systemu (nazywane jako scenariusze A1-A4), aby pokazać, jak system będzie działał przy różnych założeniach. Dodatkowo przedstawiony jest model wzorcowy (nazwany „B”, od słowa „benchmark”). Przedstawia on obecną sytuację, w której energia elektryczna jest dostarczana do budynku bezpośrednio z krajowego systemu elektroenergetycznego. Konfiguracja A1 uwzględnia instalację fotowoltaiczną. W tej konfiguracji biurowiec może być zasilany energią elektryczną zarówno z sieci, jak i systemu fotowoltaicznego. Przyjęto założenie, że energia elektryczna nie zostanie oddana do sieci, czyli nie sprzedaje się nadwyżki. W konfiguracji A2 uwzględniono dodatkowo pojazdy elektryczne, gdzie budynek biurowy i zapotrzebowanie na energię elektryczną są traktowane jako obciążenie zagregowane. Pojazdy elektryczne nie służą jako nośniki energii, natomiast energia jest dostarczana tylko z krajowego systemu elektroenergetycznego. W scenariuszu A3 pojazdy elektryczne i budynek biurowy są traktowane jako łączne obciążenie, ale system fotowoltaiki jest dodatkowym niezależnym źródłem energii. W ostatniej konfiguracji A4 uwzględniany jest potencjał pojazdów elektrycznych jako mobilnego nośnika energii. Budynek wyposażony jest w instalację fotowoltaiczną oraz stację ładowania pojazdów elektrycznych. Ujęty jest przepływ energii pomiędzy akumulatorami pojazdów a budynkiem. W rozprawie przedstawiono kalkulację kosztu energii elektrycznej dla trzech dostępnych taryf energii C21, C22a oraz C22b. Dla poszczególnych modeli Autorka przedstawia formuły matematyczne oraz przedstawia przyjęte w modelach założenia.

Czwarty rozdział dotyczy prezentacji wyników analiz, czyli wyników dla różnych scenariuszy optymalizacji. Dla każdego scenariusza systemu zaprezentowano wyniki dotyczące kosztów energii elektrycznej i przedstawiono wpływ na obciążenie resztkowe. W pierwszym scenariuszu „B” Autorka analizuje wpływ taryf energii na koszt energii elektrycznej. Wyniki porównania prowadzą do konkluzji, iż dla trzech rozważanych taryf energetycznych roczny koszt energii elektrycznej jest mniej więcej taki sam i można zaobserwować tylko niewielkie różnice (najniższy koszt energii elektrycznej można osiągnąć przy zastosowaniu taryfy C21, a najwyższy przy taryfie C22b). W scenariuszu A1 (budynek biurowy z instalacją fotowoltaiczną) Autorka na podstawie przyjętych stawek cen energii doszła do wniosku, iż system fotowoltaiczny może obniżyć koszt energii elektrycznej o około 0,06 zł/kWh w przypadku wszystkich taryf, co przy rosnących cenach za energię elektryczną może mieć istotne znaczenie w przyszłości. Zaobserwowano również, iż dla mocy powyżej 300 kW coraz częściej obserwuje się przypadki, gdy wytwarzana energia jest większa niż obserwowane zapotrzebowanie. Szczególnie ma to miejsce w weekendy, kiedy obciążenie jest znacznie mniejsze. W scenariuszu A2 (budynek biurowy ze stacją ładowania pojazdów elektrycznych) wyniki analiz wskazują na niewielki wzrost kosztów energii o prawie 3%. Istnieją również niewielkie różnice między poszczególnymi taryfami. Analiza wyników przeprowadzona dla scenariusza A3 (budynek biurowy ze stacją ładowania pojazdów elektrycznych i instalacją fotowoltaiczną) wskazała, iż zastosowanie instalacji

fotowoltaicznej wraz ze stacją ładowania jest rozwiązaniem rozsądnym, zarówno z punktu widzenia obciążenia resztkowego, jak i kosztów. Zauważono również, że system fotowoltaiczny prawie całkowicie eliminuje widoczne z punktu widzenia sieci elektrycznej zapotrzebowanie na energię w godzinach dziennych. Dla scenariusza A3 dokonano ciekawych obserwacji, a mianowicie analiza profili obciążeń resztkowych wykazała, że ich struktura jest prawie identyczna z tą obserwowaną w scenariuszu A3. Jednak w porównaniu do scenariusza A3, ładowarki były eksploatowane częściej i ładowały pojazdy elektryczne większą energią. Ogółem stwierdzono, że maksymalne miesięczne i roczne obserwowane godzinowe zapotrzebowanie na energię nie uległo znaczącym zmianom w porównaniu ze scenariuszem A3. Wyniki analiz zilustrowane są szeregiem rysunków i wykresów. Autorka dodatkowo opisuje i wyjaśnia przyjęte założenia do modelu oraz prowadzi dyskusję otrzymanych wyników badań. Taka prezentacja danych i przyjętych założeń jest konieczna dla dokładnego zrozumienia podstaw przyjętych modeli i oczywiście do prawidłowego przedstawienia metodyki badań zgodnie z zasadami metodologii badań naukowych. Autorka świadomie i celowo wprowadza ograniczenia do modeli, jednocześnie krytycznie wskazując na niedoskonałości przyjętych modeli. Przy wielowątkowości obszaru badawczego i znacznej ilości zmiennych wpływających na procesy jednostkowe konieczne było przyjęcie takiego podejścia. Celem pracy była weryfikacja przyjętej hipotezy i wyjaśnienie koncepcji przyjętej przez Doktorantkę, co uważam, że zostało osiągnięte. Autorka opisuje dodatkowe aspekty i rozszerza analizy, np. zaprezentowano wyniki badań w przypadku eliminacji założenia, iż stan naładowania akumulatora podczas całego okresu symulacji musi być większy niż 40% jego pojemności. Dodatkowo Doktorantka opisuje aspekty degradacji baterii, wymiany informacji z dostawcą energii, zwiększenia wykorzystania stacji ładującej, poprawy działania systemu za pomocą danych bieżących („life”).

Ostatni rozdział zawiera podsumowanie otrzymanych wyników. Wnioski korespondują z założonymi celami pracy i wynikają z przeprowadzonych badań i analizy wyników. Autorka wskazuje, iż biorąc pod uwagę obecne zmiany w strukturze systemów energetycznych, w szczególności rosnącą rolę zmiennego wytwarzania energii odnawialnej oraz przyszłe pojawienie się e-mobilności, konieczne jest poszukiwanie rozwiązań, które umożliwią płynne dostosowanie systemu elektroenergetycznego. Wykazano, że instalacja fotowoltaiczna w połączeniu z biurowcem i jego stacją ładowania pojazdów elektrycznych korzysta z synergii ich wspólnego działania. Analiza inwestycji w system fotowoltaiczny wykazała, że inwestycja ma potencjał obniżenia kosztów energii elektrycznej średnio o 6 zł na MWh zużytej energii. Doktorantka w rozprawie precyzuje szereg wniosków szczegółowych, które odnoszą się do wymiernych wartości kwot i mocy. Dodatkowo w pracy przeprowadzono analizę Monte Carlo dotyczącą opłacalności inwestycji w system fotowoltaiczny w budynku biurowym. Analiza ta wykazała, że taka inwestycja jest uzasadniona, ponieważ wartość bieżąca netto znacznie przekracza próg „0”, a uśredniony koszt energii elektrycznej jest zwykle niższy niż koszt energii z sieci. Ponadto wraz ze wzrostem cen energii elektrycznej rośnie rola pojazdów elektrycznych w pokryciu obciążenia biurowca. Udział pojazdów elektrycznych w pokryciu obciążenia budynku biurowego różni się w zależności od pory roku i dostępności nadwyżek energii z systemu fotowoltaicznego. Wykorzystanie pojazdów elektrycznych do pokrycia obciążenia budynku jest największe w miesiącach letnich, kiedy jednocześnie produkcja energii z systemu fotowoltaicznego jest najwyższa. Ponadto pojazdy elektryczne umożliwiają budynkowi biurowemu zwiększenie zużycia własnego z własnej instalacji fotowoltaicznej. Podsumowując uzyskane wyniki Doktorantka stwierdziła, że bateria pojazdu elektrycznego może pełnić rolę mobilnego magazynu energii w biurowcu z instalacją fotowoltaiczną. Symulacje wykazały, że rola baterii będzie się zmieniać w zależności od wybranej taryfy energetycznej, części roku oraz przyszłych cen energii elektrycznej. Chociaż akumulatory nie pokrywają dużej części obciążenia biurowca, przyczyniają się do zwiększenia jego samowystarczalności energetycznej i zwiększenia zużycia własnego z systemu fotowoltaicznego. Rozdział kończy przedstawienie kierunków dalszych badań Doktorantki.

5. Uwagi szczegółowe

Uwagi krytyczne, głównie o charakterze dyskusyjnym, które nasuwają się podczas czytania pracy, przedstawione zostały poniżej. Są to jednak uwagi, po uwzględnieniu których praca nabrałaby większej czytelności i przejrzystości. Sformułowane w niniejszej recenzji uwagi nie umniejszają wartości pracy. Autorka popełniła niewiele drobnych omyłek merytorycznych czy nietrafnych sformułowań. Wybrane uwagi szczegółowe wyszczególniono poniżej:

- Str. 13 Autorka przedstawia wykres na rys. 1.3 „Globalny, uśredniony koszt energii elektrycznej z wytwarzania energii odnawialnej na skalę przemysłową”. Autorka opracowała wykres na podstawie źródła „IRENA Renewable Energy Cost Database”, jednak nie jest jasne dlaczego koszt zaznaczony na rysunku szarą linią prezentującą zakres wytwarzania paliw kopalnych jest stały na przestrzeni wszystkich kolejnych lat od 2010 do 2017, podczas gdy powszechnie wiadomo, że ceny paliw stałych nieustannie rosną. Nawet przytoczone analizy we wcześniejszych fragmentach pracy Autorki potwierdzają ten fakt. Czy Autorka potrafi wyjaśnić ten fakt?
- Str. 64-65 (scenariusz A2) Autorka założyła, iż proces ładowania baterii samochodów elektrycznych będzie następował od 8.00 do 16.00, podczas gdy na str. 65 wskazano, iż baterie muszą być w pełni naładowane do godziny 17:00. Wzór (8) zakłada ładowanie w godz. 8.00-16.00. Zatem czy mamy tutaj niespójność? Natomiast scenariusz A4 (str. 68) zakłada ładowanie do 17.00. Na str. 89 dla scenariusza A2 Autorka wskazuje, iż planowany czas ładowania przypada na godz. 8.00-16.00, podczas gdy dwa zdania niżej wskazany jest czas ładowania „9 godzin”. Pomiedzy 8.00 a 16.00 jest 8 godzin. Czy można to wyjaśnić, czy jest to omyłka?
- Str. 75 Autorka założyła 5 dniowy tydzień pracy od poniedziałku do piątku. Na rys. 3.7 zaobserwować można wyraźne zmiany obciążenia odpowiadające tym dniom. Jednak widać również wzrost zapotrzebowania na energię również w soboty i niedziele (takie samo dla tych dni). Z czego wynika to zapotrzebowanie na energię?
- Str. 79 W zdaniu „Aggregating the results presented on Figure 4.1 and Figure 4.2 we found the final annual cost of supplying the electricity to the building considering three possible energy tariffs” Autorka użyła zaimka “we” (z angielskiego), czyli “my” (po polsku). To jest praca własna Doktorantki, jej dzieło, gdzie prawa własności należą jedynie do Doktorantki, zatem proponuję użyć zaimka „I”, czyli „ja”, gdyż jest to Pani rozprawa autorska, której Pani jest jedynym autorem.
- Podobnie na str. 87 „On Figure 4.8 we have visualized the impact of PV generation on the observed maximal load in the considered OB”.
- Podobnie na str. 110 “Before discussing the final result and drawing conclusions from presented study we provide evidence regarding the impact of optimized system operation on the residual load”.
- Str. 97 wskazano, iż w scenariuszu A3 przyjęto 14 zmiennych „The whole model consists of related to the dispatch plan of the electrical grid, PV system and charging station of the EVs and 14 additional variables which described the system characteristic (installed capacity in the PV systems and EV charger) and the monthly declared maximal energy demand”. Autorka nie wyjaśnia jednak jakie to zmienne.
- Str. 99 wskazano odwołanie do rys. 4.17, podczas gdy powinno to być odwołanie do rys. 4.18, gdyż na to wskazuje przedstawiona treść rozdziału.
- Str. 117 wskazano „SOS”, powinno być „SOC”.
- Str. 121-122 Autorka wybrała do analizy jeden tydzień marca i wskazała, iż drugiego, trzeciego i czwartego dnia budynek był zamknięty, stąd niewielkie zużycie energii („During the third and second fourth day the office building was closed hence very small demand and avoidable PV curtailment”). Znalazło to swoje odzwierciedlenie w uzyskanych wynikach analiz. Dlaczego zatem Autorka nie wybrała innego tygodnia do analizy, typowego tygodnia, gdzie budynek funkcjonuje w normalnym trybie? Ponadto czy wykres 4.38 na str. 122 prawidłowo odzwierciedla niewielkie zużycie prądu dla tych trzech dni? Z wykresu wynika, iż jest to środa, czwartek i piątek, a nie wtorek, środa, czwartek, jak wskazuje w opisie Doktorantka.
- Autorka w scenariuszu A4 zakłada magazynowanie energii w akumulatorach osobowych pojazdów elektrycznych. Nie było to przedmiotem analizy, jednak jak zdaniem Autorki proces zwiększonej częstotliwości ładowania i rozładowywania wpłynie na żywotność baterii. Zakup nowego akumulatora może drastycznie zmienić opłacalność przedsięwzięcia. Pozostają również kwestie związane z utylizacją baterii, jak również z koniecznością zwiększonego wydobycia metali ziem rzadkich.

Praca przygotowana jest bardzo starannie od strony redakcyjnej i zapewne Autorka poświęciła dużo swojej pracy na dopracowanie graficzne rozprawy, jak również na wyjaśnienia i opisy, które wprowadzają czytelnika w skomplikowaną tematykę.

6. Ocena formalna pracy

Praca stanowi oryginalne i samodzielne dzieło twórcze. Treść pracy jest zgodna z tematem podanym w tytule i z zadeklarowanym celem pracy. Praca została napisana starannie, zrozumiałym językiem i zgodnie ze schematem przyjętym dla prac doktorskich. Z rozprawy wynika, iż mgr inż. Magdalena Jurasz pogłębiła swoją wiedzę oraz umiejętności badawcze i poznała literaturę przedmiotu, do którego należy temat pracy. Doktorantka przyczyniła się do rozwoju wiedzy naukowej.

Przedstawioną do oceny rozprawę oceniam pozytywnie jako pracę wartościową. Podsumowując stwierdzam, iż rozprawa spełnia wymóg oryginalnego rozwiązania przez Autorkę zagadnienia naukowego, spełnia wymóg wykazania Jej ogólnej wiedzy teoretycznej w uprawianej dyscyplinie oraz wykazuje umiejętność samodzielnego prowadzenia przez Autorkę pracy naukowej.

6

7. Wniosek końcowy

Ocena stanowiąca podstawę sformułowania merytorycznej oceny pracy jest pozytywna. Rozprawa doktorska Pani mgr inż. Magdaleny Jurasz stanowi oryginalne rozwiązanie zagadnienia naukowego. Rozprawa potwierdza umiejętność prowadzenia prac badawczych przez Autorkę i jej wiedzę teoretyczną. Stwierdzam, iż recenzowana rozprawa spełnia wymogi Ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych i dyscyplinie inżynieria mechaniczna wg klasyfikacji określonej w Rozporządzeniu Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 20 lipca 2018 roku. Przedkładam więc Radzie Dyscypliny Inżynierii Mechanicznej Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie wniosek o dopuszczenie mgr inż. Magdaleny Jurasz do publicznej obrony recenzowanej przeze mnie pracy pt. „Model współpracy samochodów elektrycznych z solarnym biurowcem”.

Jolanta Anđelczyk