

dr hab. inż. Zbigniew J. Sroka prof. uczelni
Politechnika Wroclawska
Katedra Inzynierii Pojazdów
wyb. St. Wyspiańskiego 27, 50-370 Wrocław
tel: +48-71-3407918, zbigniew.sroka@pwr.edu.pl

Wrocław, 31. maja 2022 r.

RECENZJA

osiągnięcia naukowego
„Ocena energetyczna nisko- i zeroemisyjnych napędów pojazdów samochodowych
w kontekście uciążliwości środowiskowej”,
oraz istotnej aktywności naukowej
dr. inż. Andrzeja Szalka
w postępowaniu o nadanie stopnia doktora habilitowanego
w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych, w dyscyplinie inżynieria lądowa i transport

Podstawą opracowania jest pismo prof. dr. hab. inż. Jacka Pielechy, Przewodniczącego Rady Dyscypliny Inżynieria Lądowa i Transport Politechniki Poznańskiej z dnia 08. kwietnia 2022 r., oznaczone RD/hab/10/06/2022, zgodnie z uchwałą Rady Dyscypliny Inżynieria Lądowa i Transport Politechniki Poznańskiej z dnia 05 kwietnia 2022 r. - oznaczoną RD/17/2022.

1. SYLWETKA HABILITANTA

Imię i nazwisko: Andrzej SZALEK

- 1993 magister inżynier, Politechnika Warszawska, Wydział Samochodów i Maszyn Roboczych,
2001 doktor w dziedzinie nauk technicznych, w dyscyplinie budowa i eksploatacja maszyn, Politechnika Warszawska, Wydział Samochodów i Maszyn Roboczych.

Dr inż. Andrzej Szalek jest zatrudniony od 1999 roku w Toyota Motor Poland Company Limited sp. z o.o. w Warszawie. Aktualnie pełni obowiązki doradcy zarządu w zakresie budowy i eksploatacji samochodów z napędem hybrydowym oraz technologii wodorowych.

Po ukończeniu studiów, w latach 1993-1998 pracował w Przemysłowym Instytucie Maszyn Budowlanych w Kobyłce k/Warszawy gdzie, wykorzystując swoją wiedzę z zakresu budowy i eksploatacji maszyn oraz teorii zbiorów rozmytych, prowadził prace badawczo-rozwojowe w obszarze automatyzacji maszyn roboczych. Równocześnie odbył studia doktoranckie w Politechnice Warszawskiej, zakończone obroną pracy doktorskiej pt. „*Optymalizacja pracy koparki jednonaczyniowej przy użyciu sterownika opartego na logice rozmytej*”.

W pracy zawodowej dr. inż. Andrzeja Szalka można wyróżnić dwa podstawowe obszary naukowego zainteresowania, którymi są efektywność energetyczna i ochrona środowiska. Jeśli zostanie to skojarzone ze środkami transportu lądowego i ich

napędami, które są zasadniczymi obiektami badań Habilitanta to dyscyplina *inżynieria lądowa i transport* jest podstawową dyscyplinę, w której osadzone są prace dr. inż. Andrzeja Szaleka.

Wciąż rozwijane, poprzez liczne szkolenia i staże, wiedza oraz umiejętności Habilitanta w zakresie badań napędów nisko- i zeroemisyjnych, a w szczególności zastosowania wodoru jako paliwa w transporcie sprawiają, że dr inż. Andrzej Szalek jest zaliczany do grona ekspertów i zapraszany do udziału w licznych pracach badawczo-rozwojowych nad elektromobilnością i szeroko rozumianą „zieloną energią”. Współpracuje w tym zakresie zarówno z ośrodkami naukowymi w kraju jak na przykład z Politechnikami: Poznańską, Warszawską i Krakowską oraz z instytucjami o charakterze gospodarczym: PKN Orlen S.A., PGNiG S.A. Zespół Elektrowni Pątnów-Adamów-Konin S.A., Grupa Tauron S.A. itp. Habilitant jest zaangażowany w prace Dolnośląskiej, Mazowieckiej i Pomorskiej Doliny Wodorowej. Pan dr inż. Andrzej Szalek bierze aktywny udział w pracach Komitetu Sterującego, który koordynuje działania w ramach Porozumienia Sektorowego na rzecz rozwoju polskiej gospodarki wodorowej z perspektywą do roku 2040.

Powyższa, krótka charakterystyka sylwetki Habilitanta wskazuje na Jego rozpoznawalność w środowiskach naukowym i gospodarczym.

2. OCENA OSIĄGNIĘCIA NAUKOWEGO

2.1. Charakterystyka ogólna

Dr inż. Andrzej Szalek przedstawił cykl powiązanych tematycznie publikacji pod wspólnym tytułem „*Ocena energetyczna nisko- i zeroemisyjnych napędów pojazdów samochodowych w kontekście uciążliwości środowiskowej*” jako osiągnięcie naukowe, wskazując na swój wkład w rozwój dyscypliny *inżynieria lądowa i transport*.

Na zgłoszone osiągnięcie naukowe składają się następujące artykuły:

P1. Szramowiat M., **Szalek A.**: *Analysis of the operation of the hybrid drive system in the light of the proposed Euro7 standard*. Combustion Engines, 2021, 187(4), 65-68, DOI: 10.19206/CE-141263 (20 pkt. wg MEiN). Udział Habilitanta 50%.

P2. **Szalek A.**, Pielecha I., Cieślak W.: *Fuel Cell Electric Vehicle (FCEV) Energy Flow Analysis in Real Driving Conditions (RDC)*. Energies, 2021, 14(4), 5018-1-5018-17, DOI: 10.3390/en14165018 (140 pkt. wg MEiN, IF=3,004). Udział Habilitanta 40%.

P3. **Szalek A.**, Pielecha I.: *The Influence of Engine Downsizing in Hybrid Powertrains on the Energy Flow indicators under Actual Traffic Conditions*. Energies, 2021, 14(10), 2872-1-2872-12, DOI: 10.3390/en14102872 (140 pkt. wg MEiN, IF=3,004). Udział Habilitanta 60%.

P4. Woodburn J., Bielaczyc P., Pielecha J., Merksiz J., **Szalek A.**: *Exhaust Emissions from Two Euro6d-Compliant Plug-In Hybrid Vehicles: Laboratory and On-Road Testing*, SEA Technical Papers, 2021, 2021-01-0605, DOI: 10.4271/2021-01-0605 (40 pkt. wg MEiN). Udział Habilitanta 20%.

P5. **Szalek A.**: *Energy conversion in motor vehicles*. Combustion Engines, 2020, 183(4), 50-57, DOI: 10.19206/CE-2020-408 (20 pkt. wg MEiN). Udział Habilitanta 100%.

P6. Merkiś J., Pielecha J., Bielaczyc P., Woodburn J., **Szałek A.**: *Comparison of Tailpipe Gaseous Emissions from the RDE and WLTP Test Procedures on a Hybrid Passenger Car*, SEA Technical Papers, 2020, 2020-01-2217, 1-15, DOI: 10.4271/2020-01-2217 (40 pkt. wg MEiN). Udział Habilitanta 20%.

P7. Pielecha I., Cieślik W., **Szałek A.**: *Impact of Combustion Engine Operating Conditions on Energy Flow in Hybrid Drives in RDS Tests*, SEA Technical Papers, 2020, 2020-01-2251, 1-9, DOI: 10.4271/2020-01-2251 (40 pkt. wg MEiN). Udział Habilitanta 40%.

P8. Pielecha I., Cieślik W., **Szałek A.**: *Energy Recovery Potential through regenerative braking for a hybrid electric vehicle in an urban conditions*, IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 2019, 214, 012013-1-012013-8, DOI: 10.1088/1755-1315/214/1/012013 (5 pkt. wg MNiSW). Udział Habilitanta 40%.

P9. Brzeżański M., **Szałek A.**, Szramowiat M.: *Tests of the vehicle's power unit with fuel cell at a reduced ambient temperature*, Combustion Engines, 2019, 179(4), 65-69, DOI: 10.19206/CE-2019-410 (20 pkt. wg MNiSW). Udział Habilitanta 34%.

P10. Pielecha I., Cieślik W., **Szałek A.**: *Operation of electric hybrid drive systems in varied driving conditions*, Maintenance and Reliability, 2018, 20(1), 16-23, DOI: 10.17531/ein2018.1.3 (25 pkt. wg MNiSW, IF=1,806). Udział Habilitanta 40%.

P11. Pielecha I., Cieślik W., **Szałek A.**: *The use of electric drive in urban driving conditions using a hydrogen powered vehicle – Toyota Mirai*. Combustion Engines, 2018, 1(172), 51-58, DOI: 10.19206/CE-2018-106 (13 pkt. wg MNiSW). Udział Habilitanta 40%.

P12. Pielecha I., Cieślik W., **Szałek A.**: *Operation of Hybrid Propulsion Systems in Conditions of Increased Supply Voltage*, International Journal of Precision Engineering and Manufacturing, 2017, 18(11), 1633-1639, DOI: 10.1007/s12541-017-0192-3 (30 pkt. wg MNiSW, IF=1,661). Udział Habilitanta 40%.

P13. Cieślik W., Pielecha I., **Szałek A.**: *Assessment of parameters of the hybrid drive system in vehicles in urban traffic conditions*, Combustion Engines, 2015, 2(161), 14-27 (13 pkt. wg MNiSW). Udział Habilitanta 40%.

P14. Cieślik W., Pielecha I., **Szałek A.**: *Indexes of performance of combustion engines in hybrid vehicles during the UDC test*, Combustion Engines, 2015, 1(160), 11-25 (13 pkt. wg MNiSW). Udział Habilitanta 40%.

Wśród czternastu publikacji, zgłoszonych jako osiągnięcie naukowe jest jedna praca samodzielna dr. inż. Andrzeja Szałka. Pozostałe opisują wyniki prac zespołowych, przy czym pozycja nr 8, stanowi publikację z części B wykazu MNiSW (komunikat z dnia 25 stycznia 2017 r.) i nie powinna być przedstawiona do rozważań z uwagi na liczbę przyznanych punktów poniżej 10. Tak więc publikacja ta nie będzie oceniana, chociaż koresponduje z ogólną myślą tematyczną Habilitanta.

2.2. Ocena wyboru tematyki

Prace badawcze dr. inż. Andrzeja Szalka, skupione na przepływie energii w proekologicznych pojazdach samochodowych wraz z oceną skutków środowiskowych, z uwzględnieniem zrównoważenia między oczekiwaniami odbiorcy, a możliwościami producentów na tle uwarunkowań prawnych wpisują się w ogólnościową dyskusję na temat przyszłych źródeł napędów. Dyskusja ta trwa już dziesiątki lat, ale wobec nowych odkryć naukowych i rozwiązań technologicznych ma aktualne znaczenie. Dominujący w środkach transportu napęd spalinowy przechodzi liczne transformacje w celu podwyższenia sprawności. Jest też uzupełniany lub całkowicie podmieniany przez komponenty elektryczne z coraz większą dawką sterowania elektronicznego, w których wykorzystywane są algorytmy sztucznej inteligencji. Równoległe z rozwojem konstrukcji napędów trwają badania nad paliwami alternatywnymi, które mają ochronić naturalne zasoby ziemi i poprawić bilans energetyczny w całkowitym cyklu życia środków transportu. Jednym z nich jest wodór, uznawany przez wielu za paliwo przyszłości. Efektami współczesnych prac naukowych i rozwojowych w zakresie *inżynierii lądowej i transportu*, ale też będące wynikiem prac interdyscyplinarnych jak na przykład *inżynierii mechanicznej* lub *automatyki, elektroniki i elektrotechniki* są jeżdżące po drogach pojazdy z napędem hybrydowym lub całkowicie elektrycznym. Ich obecność wymusza potrzebę prowadzenia ustawicznych, niezależnych i rzetelnych badań dla doskonalenia konstrukcji i technologii, ale również dla wprowadzania realnych regulacji prawnych stanowiących między innymi o strefach czystego transportu.

Badania, którymi zajmuje się dr inż. Andrzej Szalek, wskazują na wysoką świadomość proekologiczną Habilitanta oraz na bardzo dobre rozeznanie naukowe i aplikacyjne w zakresie przepływu energii i wpływu na środowisko źródeł napędów pojazdów nowej generacji. Przez to wychodzi On naprzeciw oczekiwaniom rynku, a zatem wybrany temat należy uznać za aktualny i trafny. Tematyka cyklu publikacji pod wspólnym tytułem „Ocena energetyczna nisko- i zeroemisyjnych napędów pojazdów samochodowych w kontekście uciążliwości środowiskowej” zawiera się w dyscyplinie *inżynieria lądowa i transport*.

2.3. Merytoryczna ocena osiągnięcia naukowego

Merytoryczna ocena osiągnięcia naukowego została dokonana w oparciu o oceny cząstkowe poszczególnych publikacji, prowadzące do weryfikacji naukowego uogólnienia przedstawionego przez Habilitanta.

W pozycji oznaczonej jako P1 tj. Szramowiat M., Szalek A.: *Analysis of the operation of the hybrid drive system in the light of the proposed Euro7 standard*, Autorzy wskazują na wzrost efektywności pracy układu napędowego przy zastosowaniu rozwiązania hybrydowego, którego miarą jest zmniejszenie zużycia paliwa i ograniczenie emisji. Wykazali też odzysk energii podczas procesu hamowania. We wnioskach szczegółowych wskazali na konkretne wartości pozyskiwanej energii i możliwości pokonania określonego dystansu przez badany pojazd jakim była Toyota Yaris 1,5 Hybrid Dynamic Force e-CVT. Habilitant opracował metodykę pomiaru i wykonał analizę przepływu energii.

Pozycja P2 tj. Szalek A., Pielecha I., Cieślak W.: *Fuel Cell Electric Vehicle (FCEV) Energy Flow Analysis in Real Driving Conditions (RDC)* zawiera informację na temat trendu rozwojowego związanego z zastąpieniem silnika spalinowego ogniwem paliwowym typu PEM. Swoistą dominantą tych rozważań jest szybkość ładowania ogniwa

w porównaniu z układem akumulator-silnik elektryczny. Podkreślono znaczenie ogniw paliwowych w pojazdach ciężarowych i w napędach statków. Autorzy zwrócili uwagę na wysokość napięcia oraz pojemność akumulatorów w badaniach porównawczych. Ważnym wnioskiem jest odniesienie zużycia energii w teście przyśpieszenia pojazdu na korzyść ogniwa paliwowego. Zwrócono uwagę na sposób sterowania, które zapewnia podczas startu pojazdu zużycie energii z akumulatorów, a następnie, w zależności od obciążenia z ogniwa paliwowego. Zadania Habilitanta, opisane w tej publikacji związane były z przygotowaniem pojazdu do badań oraz z oceną przepływu energii w układach napędowych z i bez ogniwa paliwowego. Habilitant był inicjatorem tych badań.

W badaniach ujętych w publikacji P3 tj. Szałek A., Pielecha I.: *The Influence of Engine Downsizing in Hybrid Powertrains on the Energy Flow indicators under Actual Traffic Conditions* rola Habilitanta polegała na przygotowaniu do badań pojazdów o różnej strukturze objętości skokowej silników spalinowych użytych w hybrydowym układzie napędowym, a następnie przeprowadzeniu badań w warunkach rzeczywistych zgodnie z wymaganiami testu RDE. Autorzy potwierdzili przewidywany udział silnika spalinowego w charakterystyce pracy całego układu napędowego w obszarze średnich prędkości obrotowych oraz średniego obciążenia i brak wpływu na realne zużycie paliwa. Wykazano też konieczność optymalizacji pojemności i typu akumulatorów w zależności od objętości skokowej silnika.

Publikacja P4 tj. Woodburn J., Bielaczyc P., Pielecha J., Merkisz J., Szałek A.: *Exhaust Emissions from Two Euro6d-Compliant Plug-In Hybrid Vehicles: Laboratory and On-Road Testing* jest typowym obrazem porównawczych badań emisji substancji szkodliwych, w tym przypadku, dwóch jednostek hybrydowych plug-in, które wybrał i przygotował do badań Habilitant, będąc równocześnie inicjatorem tych badań. W pracy tej wykazano istotność stopnia naładowania akumulatora (SOC) podczas eksploatacji. Wykazano wyższe wartości emisji poszczególnych składników gazów spalinowych podczas rozruchu zimnego silnika, wskazując równocześnie na małą stabilność SOC. Ważnym wnioskiem jest „bezproblemowe” wypełnienie normy Euro6d przez badane pojazdy. Habilitant swój udział w badaniach zaakcentował również w przeprowadzeniu analizy danych.

Artykuł P5 tj. Szałek A.: *Energy conversion in motor vehicles* jest istotnym zbiorem informacji na temat wiedzy i umiejętności badawczych Habilitanta, kiedy to dokonał oceny przepływu energii we współczesnych układach napędowych. Bazą do oceny układu hybrydowego, hybrydowego typu plug-in, elektrycznego oraz z ogniwem paliwowym był standardowy napęd spalinowy. Habilitant wskazał nie tylko na różnice konstrukcyjne, ale i funkcjonalne badanych układów napędowych, podkreślając konieczność zmiany kryteriów oceny, a przez to modyfikację metod badawczych. Udokumentował wyższe sprawności układów hybrydowych w stosunku do napędu standardowego, a przez to mniejszą szkodliwość środowiskową.

W publikacji P6 tj. Merkisz J., Pielecha J., Bielaczyc P., Woodburn J., Szałek A.: *Comparison of Tailpipe Gaseous Emissions from the RDE and WLTP Test Procedures on a Hybrid Passenger Car*, Autorzy dokonali porównania metod badawczych w zróżnicowanych warunkach atmosferycznych. Habilitant przygotowywał obiekty do badań oraz opracował metodykę pomiarową, wskazując na zastosowanie dwóch testów dla pełniejszego odwzorowania warunków użytkowania. Habilitant uczestniczył też w doborze warunków brzegowych do testów oraz w analizie wyników.

Publikacja P7 tj. Pielecha I., Cieślik W., Szałek A.: *Impact of Combustion Engine Operating Conditions on Energy Flow in Hybrid Drives in RDC Tests*, jest podsumowaniem badań Autorów nad oceną wpływu parametrów pracy silnika spalinowego na przepływ

energii w całym układzie hybrydowym. Do oceny wybrano test RDC. Szczegółowo oceniono tryby pracy B i D, wykazując znaczenie akumulatora jako systemu magazynowania energii. Habilitant dokonał oceny przepływu energii w różnych sytuacjach drogowych, określając obszary pracy poszczególnych elementów układu hybrydowego.

Publikacja P8 tj. Pielecha I., Cieślik W., Szałek A.: *Energy Recovery Potential through regenerative braking for a hybrid electric vehicle in an urban conditions*, nie podlegała opinii z powodu podanego powyżej (2.1 Charakterystyka ogólna).

Artykuł P9 tj. Brzeżański.M., Szałek A., Szramowiat M.: *Tests of the vehicle's power unit with fuel cell at a reduced ambient temperature*, jest ważnym doniesieniem naukowym na temat oceny funkcjonowania pojazdu Toyota Mirai w warunkach obniżonej temperatury z uwagi na technologię ogniwa paliwowego. Autorzy podkreślili znaczenie metod badawczych odmiennych w stosunku do układów standardowych oraz wskazali możliwości implementacji wybranych testów. Badania przeprowadzono w komorze klimatycznej z użyciem wysoko specjalistycznego sprzętu pomiarowego. We wnioskach końcowych Autorzy wskazali na obecność kondensatu wodnego na wielu elementach instalacji, który jednakże nie wpływa na jakość pracy ogniwa paliwowego. W określaniu metodyki badawczej ważny udział miał Habilitant, który był jednym z inicjatorów badań oraz przygotowywał pojazd do testów i uczestniczył w opracowaniu wyników.

W publikacji P10 tj. Pielecha I., Cieślik W., Szałek A.: *Operation of electric hybrid drive systems in varied driving conditions*, Autorzy potwierdzili przewidywane zróżnicowanie warunków pracy układu hybrydowego w zależności od warunków eksploatacji tj. w ruchu miejskim i pozamiejskim. Habilitant opisał różne przepływy energii, uwzględniając stany ładowania i rozładowania akumulatora. Opisał zależności między prędkością obrotową silnika spalinowego, a napięciem i mocą wraz z momentem stosownie do obciążenia eksploatacyjnego. Obiektami badań były Toyota Rav4 i Lexus NX, które były przygotowane do badań przez Habilitanta.

W publikacji P.11 tj. Pielecha I., Cieślik W., Szałek A.: *The use of electric drive in urban driving conditions using a hydrogen powered vehicle – Toyota Mirai*, Autorzy zawarli wiele szczegółowych danych na temat eksploatacji pojazdu z ogniwem paliwowym i wysokonapięciowym akumulatorem. Między innymi zmierzono czasy uzyskania pełnego napięcia, od którego zależą parametry pracy pojazdu. Wskazano na dobrą strukturę konstrukcyjną napędu z trzema wtryskiwaczami, z których jeden jest używany, tylko w sytuacjach zbliżonych do maksymalnego wychylenia pedału przyspieszenia, co w ujęciu prędkościowym oznacza powyżej 35 km/h. Ważnym ogniwem w strukturze funkcjonalnej układu napędowego, którą oceniał Habilitant, jest system zarządzania ładowaniem, w którym istotną rolę odgrywa doładowanie, działające niezależnie od stopnia naładowania akumulatora. Habilitant wykazał brak infrastruktury zasilania wodorowego jako istotne ograniczenie powszechnego użycia tego typu napędu. Habilitant przeprowadził ocenę strategii wtrysku wodoru oraz brał udział w przygotowaniu pojazdu do badań.

W publikacji P12 tj. Pielecha I., Cieślik W., Szałek A.: *Operation of Hybrid Propulsion Systems in Conditions of Increased Supply Voltage*, Autorzy wskazali istotność napięcia falownika, zasilającego silnik trakcyjny, co wpływa w sposób jednoznacznie pozytywny na wzrost efektywności pracy całego układu napędowego. Obiektami badań były pojazdy o zróżnicowanych wskaźnikach eksploatacyjnych, ale przy porównywalnych strukturach układów napędowych. Wykazano znaczenie trybu boost oraz wzrost napięcia podczas hamowania. Habilitant wskazał na możliwość wzmocnienia

napięciowego w warunkach ruchu miejskiego. Opracował metodykę badań, w tym ustalił trasę przejazdu oraz przygotował pojazdy do testów.

Artykuł P13 tj. Cieślik W., Pielecha I., Szałek A.: *Assessment of parameters of the hybrid drive system in vehicles in urban traffic conditions*, był jedną z pierwszych publikacji szeroko opisującą warunki pracy układu hybrydowego, w którym podano wiele szczegółowych danych jak np. procent rozładowania akumulatorów w warunkach ruchu miejskiego, średni stopień początkowego naładowania czy też wartość mocy uzyskiwanej przy odzysku energii podczas procesu hamowania. Habilitant dokonał doboru obiektów badań dla uzyskania efektu synergii oraz przeprowadził analizę wyników.

W publikacji P14 tj. Cieślik W., Pielecha I., Szałek A.: *Indexes of performance of combustion engines in hybrid vehicles during the UDC test*, Autorzy zamieścili wyniki badań, potwierdzających wiele oczekiwań związanych z funkcjonowaniem napędu hybrydowego jak np. wskaźniki pracy pojazdu, które zależą od początkowych parametrów pracy silnika spalinowego i elektrycznego, pojemność akumulatora, która decyduje o strategii starowania napędem oraz wielkość zasięgu zależna od pojemności akumulatorów. Równocześnie, w wyniku analizy, którą przeprowadził Habilitant, wykazano, że wartość energii odzyskanej podczas hamowania nie zależy od początkowego stopnia naładowania akumulatora.

Na tle poszczególnych publikacji, Habilitant przedstawił własny obraz całościowego osiągnięcia naukowego, które w odniesieniu do zagadnień związanych z efektywnością energetyczną można ująć w następującej strukturze badawczej:

- wykorzystanie silnika spalinowego w układzie pełnego napędu hybrydowego,
- analiza użytkowania silnika elektrycznego w napędzie hybrydowym,
- ocena typu akumulatora w kontekście przepływu energii,
- rola akumulator w napędzie z ogniwami paliwowymi,
- ocena wykorzystania hamowania regeneracyjnego w napędzie hybrydowym i w napędzie z ogniwami paliwowymi.

Pozyskane dane pomiarowe stworzyły warunki do podjęcia próby przeprowadzenia analizy przepływu energii w napędowych układach hybrydowym i z ogniwem paliwowym w odniesieniu do standardowego napędu spalinowego. W modelu przepływu energii uwzględnione są cykle: ładowania, rozładowania i hamowania regeneracyjnego.

Oceniając tą część osiągnięcia naukowego należy stwierdzić duży zbiór danych wejściowych, które przynależą do różnych celów badawczych, a przez to wspomniana w tytule *ocena energetyczna* jest różnorodna, a nie jednolita i dotyczy pojedynczych obiektów badań, co generuje trudności z wnioskowaniem rozszerzonym na całą populację napędów hybrydowych. W wielu przypadkach, Habilitant poprzez badania, w których uczestniczył wraz z innymi badaczami uzyskał wyniki, które są spójne z wskaźnikami pracy układów napędowych zadeklarowanymi przez producenta, co czyni je wartościowymi, ale bardziej o charakterze aplikacyjnym – inżynierskim niż naukowym np. wskazanie map gęstości czasowych użycia silnika spalinowego wobec silnika elektrycznego. Podobnie jak wnioski o największych zmianach poziomu naładowania akumulatora odnotowanych w zakresie prędkości jazdy w mieście. Wnioski te są oczywiste i wielokrotnie powielane.

Inny wymiar mają natomiast badania układu napędowego z ogniwem paliwowym, co jest wynikiem bardzo małej grupy referencyjnej opisującej tego typu badania przez innych badaczy. Na przykład wnioski o ładowaniu akumulatora wysokiego napięcia

przede wszystkim z odzysku energii podczas hamowania, a tym samym sporadycznym ładowaniu z ogniwa paliwowego jest naukowo oczekiwany ze względu na budowę strategii zarządzania przepływem energii.

O ile wspomniane powyżej oceny mają przede wszystkim wymiar ilościowy, tak wprowadzenie modelu przepływu energii w układach hybrydowych i z ogniwami paliwowymi, opartego wprawdzie na znanych formułach matematycznych, ale porządkujących metodykę pomiarową i ujednolicających wnioski ma znaczenie jakościowe i stanowi wkład w rozwój dyscypliny *inżynieria lądowa i transport*.

Oddzielną strukturą badawczą składającą się na osiągnięcie naukowe jest ocena emisji substancji szkodliwych silników spalinowych w układach hybrydowych oraz identyfikacja parametrów pracy ogniwa paliwowego, traktowanego jako układ zeroemisyjny. Habilitant wraz z zespołami badawczymi skupił się na bezpośrednim pomiarze składników gazów spalinowych silników spalinowych, wprowadzając temperaturę otoczenia jako dominantę badawczą. Podobnie jak przy ocenie zagadnień energetycznych, postawił szereg wniosków oczywistych jak np. stwierdzenie, że temperatura otoczenia ma istotny wpływ na wyniki testu WLTC lub określił wartości emisji wybranych składników gazów spalinowych w odniesieniu do norm, które są jedynie potwierdzeniem deklaracji producenta.

Interesujące naukowo okazują się jednak niskotemperaturowe badania ogniwa paliwowego, poprzez które między innymi Habilitant wykazał szerokie możliwości uzyskania natężenia przepływu wodoru do zasilania ogniwa lub stabilność charakterystyki pracy w obwodach wysokiego, średniego i niskiego ciśnienia nawet przy istotnej zmianie temperatury otoczenia. Pozwala to na realizację perspektywicznych badań naukowych nad architekturą układów napędowych z ogniwami paliwowymi i sposobem ich zarządzania.

Z powyższego opisu wynika kilka nieciągłości osiągnięcia naukowego dr. inż. Andrzeja Szałka, do których zaliczyć należy:

- brak jednoznacznego powiązania przepływu energii w układach napędowych z oddziaływaniem na środowisko, a przez to tytuł osiągnięcia „*Ocena energetyczna niski- i zeroemisyjnych napędów pojazdów samochodowych w kontekście uciążliwości środowiskowej*” jest przesadny, bowiem wykazanie związku między emisją substancji szkodliwych a niskim poziomem naładowania akumulatora przy zimnym rozruchu ma charakter publikacyjny, a nie habilitacyjny,

- zbyt szeroko postawiony problem badawczy, który de facto jest zbiorem kilku wyzwań sprawia, że przedstawione osiągnięcie nie jest transparentne,

- przeprowadzone badania mają, z uwagi na ocenę pojedynczych obiektów, charakter jednostkowy, a nie globalny, stąd trudność z uogólnieniem wniosku,

- akcentowany w kilku publikacjach udział Habilitanta polegający na opracowaniu metodyki badawczej jest tak na dobrą sprawę wypełnieniem wymagań określonych w standaryzowanych testach badawczych,

- średni udział Habilitanta we wszystkich ocenianych publikacjach z uwzględnieniem oświadczeń potwierdzonych przez pozostałych współautorów jest poniżej 50%.

Są jednak też elementy ważne i oryginalne, za które należy uznać:

- trafność identyfikacji problemu badawczego (mimo zróżnicowania celów naukowych) i zainicjowanie przez Habilitanta badań naukowych i rozwojowych układów napędowych, zwłaszcza w kontekście oceny ogniw paliwowych,

- opracowanie modelu przepływu energii w układach napędowych z uwzględnieniem cykli: ładowania, rozładowania i hamowania z odzyskiem energii i konsekwencja we wdrażaniu tego modelu w kolejne fazy badań współczesnych napędów,
- wskazanie silnika spalinowego na ważny komponent hybrydowego układu napędowego, który w określonej strategii zarządzania może być uznany za napęd niskoemisyjny,
- wykorzystanie wartości emisji substancji szkodliwych do budowania lokalnej infrastruktury drogowej i funkcjonowania stref czystego transportu,
- rzetelne rozpoznanie trendów rozwojowych układów napędowych oraz ocena prac inżynierskich badaczy w zakresie efektywności energetycznej i oddziaływań środowiskowych.

Mając powyższe na uwadze, elementy oryginalne i ważne dla rozwoju dyscypliny inżynieria lądowa i transport przewyższają niedociągnięcia przedstawionego osiągnięcia naukowego, przez co należy uznać, że całość spełnia wymagania stawiane pracom promocyjnym na stopień naukowy doktora habilitowanego zgodnie z obowiązującymi przepisami.

Wykonane badania nisko- i zeroemisyjnych układów napędowych pojazdów samochodowych, przy uznaniu dominującej inicjatywy dla ich realizacji ze strony dr. inż. Andrzeja Szałka świadczą o wysokim poziomie warsztatu pracy w dziedzinie nauk inżyniersko-technicznych w dyscyplinie inżynieria lądowa i transport i stanowią osiągnięcie naukowe z dużą dawką aplikacyjną.

3. OCENA ISTOTNEJ AKTYWNOŚCI NAUKOWEJ

Dr inż. Andrzej Szałek jest autorem lub współautorem 25 publikacji, zamieszczonych w czasopiśmie lub będących referatami na konferencjach krajowych i międzynarodowych. Szesnaście z nich, w tym 14 zgłoszonych jako osiągnięcie naukowe, powstało po uzyskaniu stopnia doktora, co świadczy o istotnym powiększeniu dorobku publikacyjnego. Pięć z tych publikacji jest notowanych w bazie Web of Science (WoS) i były cytowane 15 razy, a 8 prac, cytowanych 27 razy jest ujętych w bazie Scopus. Indeks Hirscha wynosi 2 lub 3 odpowiednio dla WoS lub Scopus.

Wśród prac Habilitanta są cztery publikacje ujęte w raporcie JCR, o łącznym współczynniku wpływu IF wynoszącym 9,475.

Ważnym wskaźnikiem aktywności naukowej, a jednocześnie wyróżnikiem rozpoznawalności prac naukowo-badawczych Habilitanta są wykłady na zaproszenia podczas sesji plenarnych kongresów i konferencji (5) oraz wykłady i udział w panelach dyskusyjnych (29), które nie stanowią publikacji w znaczeniu definicyjnym, ale są materiałami o charakterze wykładów uniwersyteckich lub materiałów eksperckich o charakterze szkoleniowym.

Innym elementem aktywności zawodowej dr. inż. Andrzeja Szałka jest zaangażowanie w programy badawczo-rozwojowe. Habilitant uczestniczy w dwóch międzynarodowych programach. Pierwszy z nich nosi nazwę *Hydrogen Europe* i jest realizowany przez Europejskie Stowarzyszenie Wodoru i Ogniw Paliwowych. Habilitant pracuje na rzecz produkcji wodoru, wdrażania ogniw paliwowych w transporcie ciężkim i do gospodarki morskiej, infrastruktury tankowania pojazdów oraz na rzecz legislacji gospodarki wodorowej. Drugi program ma również wymiar międzynarodowy i jest organizowany przez Toyota Motor Europe, którego celem jest wdrożenie zeroemisyjnego transportu wodorowego z aplikacjami w transporcie samochodowym, ciężarowym, szynowym i wodnym.

Dr inż. Andrzej Szałek uczestniczy również w projektach naukowych, realizowanych wspólnie z polskimi uczelniami. Są to Politechniki: Poznańska, Warszawska i Krakowska. W projektach tych pełni rolę kierownika, a związane są one tematycznie z prezentowanym osiągnięciem naukowym.

Habilitantowi nie obce są działania na rzecz rozwoju gospodarki wodorowej, transportu wodorowego i produkcji wodoru z udziałem sektora gospodarczego, wśród których czołowe miejsce zajmują: PKN Orlen S.A., PGNiG S.A. Zespół Elektrowni Pątnów-Adamów-Konin S.A., Grupa Tauron S.A.. Z tymi przedsiębiorstwami realizuje projekty, w których pełni rolę kierownika lub eksperta.

Jako ekspert z obszaru technologii wodorowych i napędów niskoemisyjnych uczestniczy w pracach zespołów na poziomie Ministerstwa Klimatu i Środowiska, Marszałka Województwa Mazowieckiego lub w Polskim Stowarzyszeniu Paliw Alternatywnych. Swoją wiedzę i umiejętności wspiera jako członek towarzystwa i sekcje techniczno-naukowe, którymi są: Polskie Towarzystwo Naukowe Silników Spalinowych (od 2019 roku), Society of Automotive Engineers SAE International (od roku 2020) oraz Sekcja Techniczna Środków Transportu Polskiej Akademii Nauk (od 2021 roku).

Pomimo ugruntowanej od wielu lat wiedzy, wciąż uczestniczy w stażach i szkoleniach, wychodząc naprzeciw trendom rozwojowym w dziedzinie motoryzacji, ze szczególnym uwzględnieniem nisko- i zeroemisyjnych układów napędowych pojazdów samochodowych. Były to między innymi staże w Japonii i Australii dedykowane zastosowaniu wodoru w transporcie, bezpieczeństwu wodorowemu lub zarządzaniu energią w pojazdach wodorowych. Ogólnie posiada udokumentowane uczestnictwo w 46 szkoleniach dedykowanych nowoczesnym rozwiązaniom technicznym z zakresu budowy, sterowania pracą i zarządzania w obszarze środków transportu.

Z powyższego opisu wynika ponadprzeciętna aktywność zawodowa, w tym naukowa, która rysuje obraz Habilitanta jako eksperta o ugruntowanej wiedzy i bogatym doświadczeniu badawczym z zakresu technologii nisko- i zeroemisyjnych układów napędowych pojazdów samochodowych, które wpisują się w dyscyplinę *inżynieria lądowa i transport*.

5. WNIOSEK KOŃCOWY

Oceniając dorobek naukowy dr. inż. Andrzeja Szałka można stwierdzić, że:

- aktywność zawodowa dr. inż. Andrzeja Szałka jest związana z nisko- i zeroemisyjnymi układami napędowymi pojazdów samochodowych i wnosi ważne wartości w rozwój dyscypliny *inżynieria lądowa i transport*,
- wyniki badań ujęte w cyklu 14 publikacji powiązanych tematycznie pod wspólnym tytułem „*Ocena energetyczna nisko- i zeroemisyjnych napędów pojazdów samochodowych w kontekście uciążliwości środowiskowej*” można uznać za osiągnięcie naukowe, z przekonaniem, że wykazane w opinii niedociągnięcia są mnie istotne niż wartości poznawcze decydujące o oryginalności i naukowym charakterze z dużym potencjałem aplikacyjnym,
- dorobek naukowy Habilitanta po otrzymaniu stopnia doktora został podwojony,
- obok wiedzy z dyscypliny *inżynieria lądowa i transport*, Habilitant posiada wiedzę z obszarów *inżynierii mechanicznej oraz automatyki, elektroniki i elektrotechniki*, co czyni Jego prace interdyscyplinarnymi,

- współpraca Habilitanta z ośrodkami naukowymi i sektorem gospodarczym w roli eksperta z zakresu technologii wodorowych, w tym napędu zeroemisyjnego jest ponadprzeciętna i przyczynia się do poprawy efektywności naukowej, wyrażonej licznymi publikacjami badaczy współpracujących z Habilitantem lub cytujących Jego prace, a w odniesieniu do działań gospodarczych wyrażonej wdrożeniami nowych rozwiązań w zakresie konstrukcji, funkcji, infrastruktury oraz legislacji na rzecz nisko- i zeroemisyjnych układów napędowych pojazdów samochodowych.

Uznając przedłożony cykl powiązanych tematycznie publikacji pod wspólną nazwą „Ocena energetyczna nisko- i zeroemisyjnych napędów pojazdów samochodowych w kontekście uciążliwości środowiskowej” jako osiągnięcie naukowe wraz z pozytywną oceną aktywności naukowej i ponadprzeciętną współpracą z instytucjami naukowymi i gospodarczymi stwierdzam, że dr inż. Andrzej Szalek spełnia ustawowe wymogi stawiane kandydatom do stopnia naukowego doktora habilitowanego określone w art. 219 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. - Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2020 r., poz. 85 z późn. zm.) i wnoszę o dalsze postępowanie, rekomendując Radzie Dyscypliny Inżynierii Lądowej i Transportu Politechniki Poznańskiej podjęcie uchwały o nadaniu Panu dr. inż. Andrzejowi Szalkowi stopnia doktora habilitowanego w dyscyplinie *inżynieria lądowa i transport*.



Zbigniew J. Sroka