

1. Imię i nazwisko

Mikołaj Piotr Bartłomiejczyk

2. Posiadane dyplomy, stopnie naukowe

22.11.2011 Stopień doktora nauk technicznych w dyscyplinie elektrotechnika. Rozprawa doktorska pt. *Analiza systemu zasilania trolejbusów z wykorzystaniem metody Monte Carlo*. Rozprawa obroniona na Wydziale Elektrotechniki i Automatyki Politechniki Gdańskiej w dniu 15.11.2011 r.
Promotor: dr hab. inż. Krzysztof Karwowski, prof. nadzw. PG.
Recenzenci: dr hab. inż. Adam Szelaąg, prof. nadzw. PW,
dr hab. inż. Dariusz Karkosiński, PG.

08.05.2007 Stopień zawodowy magistra inżyniera na kierunku elektrotechnika o specjalności Przetwarzanie i Użytkowanie Energii Elektrycznej uzyskany na Wydziale Elektrotechniki i Automatyki Politechniki Gdańskiej.

Wykształcenie dodatkowe:

06.12.2013 Ukończenie kursu *Rozwój zelektryfikowanych kolei dużych prędkości oraz transportu miejskiego* odbytego na Państwowym Uniwersytecie Transportowym w Rostowie nad Donem (Federacja Rosyjska) w wymiarze 530 godzin zajęć.

13.10.2010 Uzyskanie certyfikatu znajomości języka czeskiego na poziomie B2 na Uniwersytecie Karola w Pradze z wynikiem 94%.

3. Informacje o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych

11.02.2013 – 31.12.2014 pracownik naukowo-badawczy „postdoc” na Wydziale Elektrotechniki i Informatyki, Politechnika w Ostrawie, Republika Czeska (Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava Fakulta, elektrotechniky a informatiky).

od 1.10.2012 – nadal Adiunkt na Wydziale Elektrotechniki i Automatyki Politechniki Gdańskiej, Katedra Inżynierii Elektrycznej Transportu.

1.10.2011 – 30.09.2012 Wykładowca na Wydziale Elektrotechniki i Automatyki Politechniki Gdańskiej, Katedra Inżynierii Elektrycznej Transportu.

4. Wskazanie osiągnięcia wynikającego z art. 16 ust. 2 ustawy z dnia 14 marca 2003 roku o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (t.j. Dz.U. z 2014 r., Nr 1852 z późn. zm.)

a) Tytuł osiągnięcia naukowego

Moim osiągnięciem naukowym, uzyskanym po otrzymaniu stopnia doktora nauk technicznych, stanowiącym istotny wkład w rozwój dyscypliny naukowej Transport, określonym w art. 16. ust. 2 obowiązującej ustawy, jest jednotematyczny cykl publikacji związanych

z zelektryfikowanym bezszynowym transportem publicznym pt.

Metody zmniejszania energochłonności publicznego systemu transportowego wykorzystującego autobusy zeroemisyjne.

Modelowanie, badania symulacyjne i eksperymentalne.

Jednotematyczny cykl publikacji, składających się na wskazane osiągnięcie naukowe, opracowano tak, aby prezentował wieloaspektowe ujęcie zagadnień związanych z energochłonnością zelektryfikowanego miejskiego bezszynowego transportu publicznego. Obiektem badań były systemy transportowe oparte na zasilaniu energią elektryczną za pomocą sieci trakcyjnej (trolejbusy) oraz systemy z pojazdami o zasilaniu autonomicznym (autobusy elektryczne, trolejbusy z pomocniczym zasilaniem autonomicznym, autobusy elektryczne ładowane w sposób dynamiczny – p. rys. 1). Zagadnienia zużycia energii w systemach wykorzystujących sieć trakcyjną analizowano z punktu widzenia odzysku energii hamowania, strat przesyłowych oraz potencjalnego zastosowania rozwiązań tzw. sieci inteligentnych (ang. *Smart Grid*). Systemy transportowe wykorzystujące pojazdy zasilane z zasobników energii były badane pod względem współpracy z układami zasilania pojazdów sieciowych, a także z punktu widzenia ograniczenia zużycia energii za pomocą energooszczędnych technik jazdy.

Takie podejście umożliwia analizę zelektryfikowanego systemu transportowego z uwzględnieniem efektu synergii różnych układów zasilania oraz wpływu wielu czynników na bilans energetyczny. Ma na celu pokazanie holistycznego charakteru zagadnień zużycia energii autobusów zeroemisyjnych. Całość badań stanowi metodykę doskonalenia bezszynowego zelektryfikowanego systemu transportu miejskiego w aspekcie zmniejszania zapotrzebowania na energię elektryczną. Istotnym elementem badań jest przedstawienie złożoności zagadnień związanych z energochłonnością systemów transportowych i korzyści płynących z doboru stosownych rozwiązań do zaistniałych sytuacji.

b) wykaz prac stanowiących osiągnięcie naukowe (w nawiasie podano punktację wg MNiSW oraz współczynnik IF)

- [1] **Bartłomiejczyk M.**, Połom M.: *The impact of the overhead line's power supply system spatial differentiation on the energy consumption of trolleybus transport: planning and economic aspects*. Transport, Vol. 32, nr 1 (2017), s.1-12, DOI: 10.3846/16484142.2015.1101611, (20 pkt., IF 1,267)

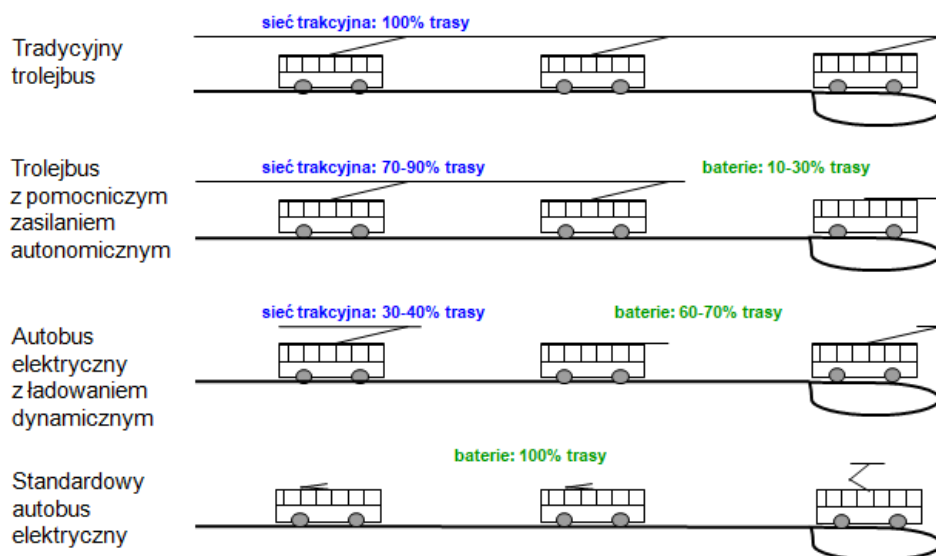
- [2] Hamacek S., **Bartłomiejczyk M.**, Hrbac R., Miśák S., Styskala V.: *Energy recovery effectiveness in trolleybus transport*. Electric Power Systems Research, Vol. 112, (2014), s.1-11, DOI: 10.1016/j.epsr.2014.03.001, **(30 pkt., IF 1,749)**
- [3] **Bartłomiejczyk M.**, Połom M.: *Multiaspect measurement analysis of breaking energy recovery*. Energy Conversion and Management, Vol. 127, (2016), s.35-42, DOI: 10.1016/j.enconman.2016.08.089 **(45 pkt., IF 5,589)**
- [4] **Bartłomiejczyk M.**, Hołyszko P., Filipek P.: *Measurement and analysis of transmission losses in the supply system of electrified transport*. Journal of Ecological Engineering (Inżynieria Ekologiczna), Vol. 17, iss. 5 (2016), s.64-71, DOI: 10.12911/22998993/65447 **(WoS, 12 pkt.)**
- [5] **Bartłomiejczyk M.**: *Modern technologies in energy demand reducing of public transport – Practical applications*. Zooming Innovation in Consumer Electronics International Conference (ZINC), 31.05-1.06.2017, Novi Sad, Serbia, DOI: 10.1109/ZINC.2017.7968665 **(WoS, 15 pkt.)**
- [6] **Bartłomiejczyk M.**: *Smart grid technologies in electric power supply systems of public transport*. Transport, Vol. 33, nr 5 (2018), s.1144-1154, DOI: 10.3846/transport.2018.6433, **(20 pkt., IF 1,267)**
- [7] **Bartłomiejczyk M.**: *Smart grid technologies in electric traction: Mini inverter station*. Zooming Innovation in Consumer Electronics International Conference (ZINC), 31.05-1.06.2017, Novi Sad, Serbia, DOI: 10.1109/ZINC.2017.7968664 **(WoS, 15 pkt.)**
- [8] **Bartłomiejczyk M.**: *Potential application of solar energy systems for electrified urban transportation systems*, Energies, Vol. 11, iss. 4 (2018), s.1-17, DOI: 10.3390/en11040954 **(25 pkt., IF 2,676)**
- [9] **Bartłomiejczyk M.**, Mirchevski S.: *Reducing of energy consumption in public transport – results of experimental exploitation of super capacitor energy bank in Gdynia trolleybus system*. 16th International Power Electronics and Motion Control Conference and Exposition (PEMC), 21-24.09.2014, Antalya, Turcja, DOI: 10.1109/EPEPEMC.2014.6980616 **(WoS, 15 pkt.)**
- [10] **Bartłomiejczyk M.**: *Super capacitor energy bank MEDCOM UCER-01 in Gdynia trolleybus system*. IECON 2016 - 42nd Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society, 23-26.10.2016, Florencja, Włochy, DOI: 10.1109/IECON.2016.7793086 **(WoS, 15 pkt.)**
- [11] **Bartłomiejczyk M.**: *Dynamic charging of electric buses*. Warsaw, De Gruyter Poland, 2018, 97 s. ISBN 978-3-11-064507-1, DOI: 10.2478/9783110645088 **(25 pkt.)**
- [12] **Bartłomiejczyk M.**: *Driving performance indicators of electric bus driving technique: naturalistic driving data multicriterial analysis*. IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, early acces (2018), DOI: 10.1109/TITS.2018.2850741 **(45 pkt., IF 3,019)**

c) omówienie celu naukowego ww. pracy i osiągniętych wyników wraz z omówieniem ich ewentualnego wykorzystania:

Wstęp

Autobusy zasilane energią elektryczną przeżywają obecnie swój gwałtowny rozwój, co jest spowodowane zarówno malejącymi zapasami paliw płynnych, jak i wzrostem świadomości ekologicznej społeczeństwa. W szybkim tempie zwiększa się liczba eksploatowanych autobusów elektrycznych w Polsce, jak i w Europie. Również widoczny jest rozwój transportu trolejbusowego, który jest bezszynowym środkiem zelektryfikowanego transportu miejskiego o najdłuższej tradycji. Należy także zaznaczyć, że zaciera się tradycyjna granica pomiędzy trolejbusem i autobusem elektrycznym. Współczesne trolejbusy są wyposażane w zasobniki energii, które umożliwiają jazdę bez zasilania z sieci trakcyjnej, więc pod względem funkcjonalnym upodobniają się do klasycznie rozumianych autobusów elektrycznych. Dlatego uchwalona w 2018 roku Ustawa o elektromobilności wprowadza pojęcie **autobusu zeroemisyjnego**. Jest nim autobus napędzany energią elektryczną zgromadzoną w akumulatorach lub wytworzoną w ogniwach paliwowych, lub pobraną z sieci trakcyjnej (trolejbus). Przedmiotem badań są następujące rodzaje autobusów zeroemisyjnych (rys. 1):

- autobus elektryczny, którego zasobnik ładowany jest w sposób stacjonarny,
- trolejbus tradycyjny,
- trolejbus z pomocniczym zasilaniem autonomicznym, który umożliwia pokonanie fragmentu trasy (10–30% długości) bez zasilania z sieci trakcyjnej,
- autobus elektryczny, którego zasobnik ładowany jest sposobem dynamiczny (ang. *In Motion Charging*, IMC), czyli trolejbus w rozumieniu Ustawy Prawo o ruchu drogowym, w którym dzięki zastosowaniu szybkiego ładowania baterii długość sieci trakcyjnej została zmniejszona poniżej 50% całkowitej długości trasy. Z eksploatacyjnego punktu widzenia są to pojazdy zbliżone do standardowych autobusów elektrycznych.



Rys. 1. Podział autobusów zeroemisyjnych

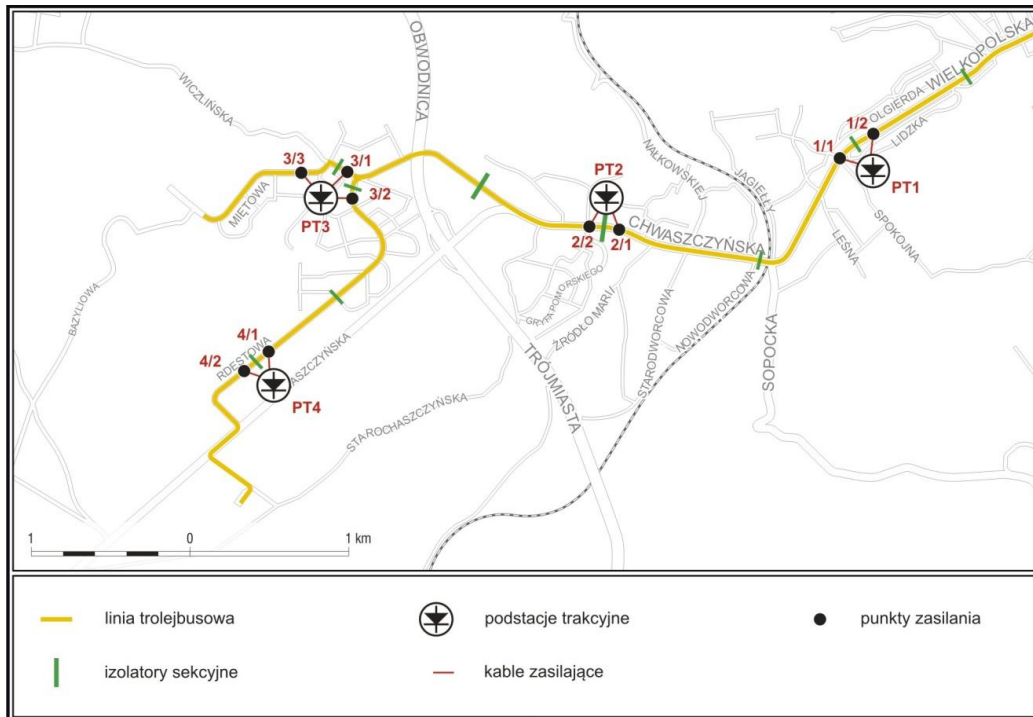
Celem naukowym badań jest opracowanie strategii działań dla zmniejszania energochłonności systemów transportu miejskiego wykorzystujących autobusy zeroemisyjnych. Strategia ta ma charakter wieloaspektowy, obejmuje pojazdy zasilane z sieci trakcyjnej oraz z autonomicznych źródeł energii. Uwzględniona została także kwestia techniczna integracji różnych zelektryfikowanych systemów transportowych i możliwości wykorzystania synergii pomiędzy nimi. Tematyka, podjęta w cyklu publikacji, dotyczy zagadnień nurtujących przewoźników i operatorów miejskich systemów bezszynowego transportu zelektryfikowanego. W przypadku tradycyjnych trolejbusów zużycie energii ma istotne znaczenie ekonomiczne, natomiast w przypadku pojazdów o zasilaniu autonomicznym ma ponadto kluczowy wpływ na własności ruchowe (w szczególności zasięg jazdy).

Dla realizacji celu naukowego zdefiniowano następujące zadania badawcze:

- 1) budowa modeli symulacyjnych elektrotrakcyjnych układów zasilania o złożonej strukturze,
- 2) ilościowe określenie wpływu struktury układu zasilania na wykorzystanie energii hamowania odzyskowego oraz wielkość strat przesyłowych,
- 3) określenie kryteriów stosowalności zasobników energii z punktu widzenia zwiększenia wykorzystania odzysku energii hamowania na podstawie analizy danych pomiarowych,
- 4) badania symulacyjne układu zasilania z rozproszonymi źródłami energii w postaci systemów fotowoltaicznych, określenie kryteriów stosowalności dla takich urządzeń,
- 5) badanie symulacyjne możliwości wykorzystania energii hamowania odzyskowego dla wspomagania zasilania stacjonarnych odbiorów nietrakcyjnych,
- 6) badania symulacyjne wykorzystania układu zasilania sieci trakcyjnej dla stacjonarnego ładowania autobusów elektrycznych,
- 7) badania symulacyjne oraz badania eksploatacyjne oparte o analizę danych pomiarowych w celu wyznaczenia wymagań technicznych dla systemu dynamicznego ładowania pojazdów,
- 8) identyfikacja parametrów wpływających na zużycie energii elektrycznej w autobusach zeroemisyjnych wraz z oceną ilościową,
- 9) wskazanie metod zmniejszania zużycia energii i określenie w sposób ilościowy wpływu poszczególnych czynników.

Powyższe zagadnienia zostały przedstawione w publikacjach [1–12] i można je sklasyfikować na następujące etapy badań:

- 1) teoretyczna analiza systemów energetycznych sieciowych pojazdów bezszynowego transportu miejskiego oparta o symulacje komputerowe [1, 2],
- 2) walidacja wyników powyższych badań symulacyjnych w oparciu o pomiary eksploatacyjne trolejbusów [3, 4],
- 3) badanie, zarówno za pomocą koncepcji teoretycznych jak i zrealizowanych wdrożeń, możliwości zwiększania efektywności układu zasilania za pomocą technologii smart grid integracji różnych systemów energetycznych [5–10],
- 4) badanie zagadnień związanych z pojazdami zasobnikowymi: systemy ładowania dynamicznego (IMC) oraz energooszczędne techniki jazdy [11, 12].



Rys. 3. Przykładowy fragment sieci trakcyjnej zasilanej w sposób zdecentralizowany

Struktura przestrzenna układu zasilania ma zasadniczy wpływ na efektywność energetyczną systemu transportowego. Dlatego pierwszym etapem badań była analiza systemów energetycznych sieciowych pojazdów bezszynowego transportu miejskiego oparta o symulacje komputerowe, pomiary eksploatacyjne i statystyczną analizę danych. Istotną cechą jest losowy charakter ruchu pojazdów wynikający z wpływu kongestii ruchu drogowego. Wymaga to zastosowania metod dedykowanych do warunków występujących w ruchu miejskim.

Na zużycie energii w układzie zasilania zelektryfikowanego transportu miejskiego znaczny wpływ ma wykorzystanie energii hamowania odzyskowego oraz na wielkość strat przesyłowych. W klasycznym układzie zasilania, w którym podstacje nie są wyposażone w urządzenia akumulujące energię (zasobniki energii), przepływ prądu podczas hamowania rekuperacyjnego może odbywać się w dwojaki sposób:

- 1) na drodze pojazd – sieć trakcyjna – pojazd, gdy pojazd hamujący i pojazd pobierający prąd (np. ruszający) znajdują się na jednym odcinku zasilania,
- 2) na drodze pojazd – sieć trakcyjna – zasilacz – szyny zbiorcze podstacji trakcyjnej – zasilacz – sieć trakcyjna – pojazd, gdy pojazd hamujący i pojazd pobierający prąd (np. ruszający) znajdują się na dwóch odcinkach zasilania.

W obu przypadkach energia odzysku jest absorbowana przez drugi pojazd, który jest w stanie zużyć energię. Jednak w częstych sytuacjach w obszarze zasilania nie ma pojazdów zdolnych do absorpcji energii, wówczas energia rekuperacji wytracana jest w rezystorach hamowania. Skutkiem tego jest niepełne wykorzystanie energii hamowania odzyskowego. Dzięki zapewnieniu odpowiedniej topologii układu zasilania możliwe jest zwiększenie liczby dróg dla przepływu tej energii i ułatwienie jej wymiany pomiędzy pojazdami.

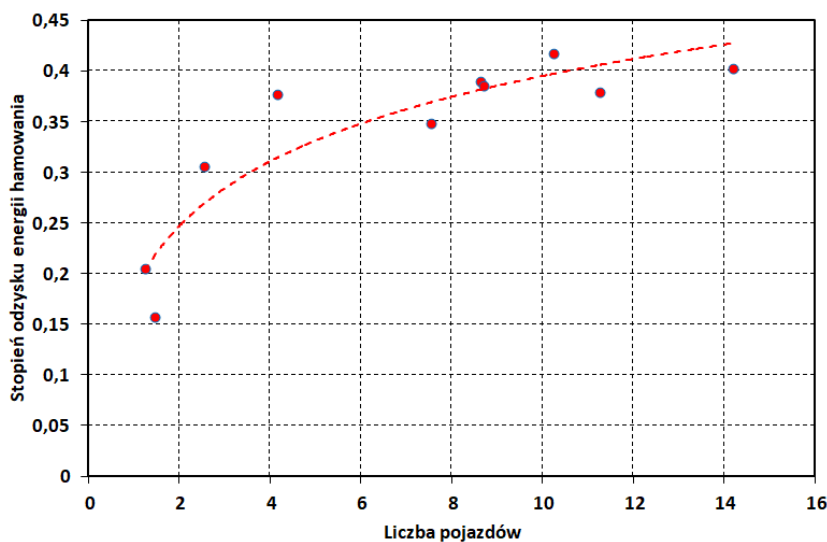
Struktura układu zasilania ma także wpływ na wielkość strat przesyłu energii elektrycznej, odpowiednia konfiguracja umożliwia zmniejszenie ilości energii traconej w sieci trakcyjnej.

Pierwszym zadaniem badawczym była ocena i optymalizacja systemu zasilania autobusów zeroemisyjnych z sieci trakcyjnej (trolejbusy, autobusy elektryczne ładowane dynamicznie) [1–5]. Zagadnienie wpływu struktury układu zasilania na efektywność energetyczną było przedmiotem publikacji [1], w której dokonano analizy symulacyjnej rozplywu energii hamowania w trolejbusowym układzie zasilania. Badania przeprowadzono za pomocą metody Monte Carlo. Przeprowadzone analizy symulacyjne potwierdziły cechy centralnego i zdecentralizowanego układu zasilania. Straty przesyłu energii w sieci zasilającej są wyższe w układzie centralnym i mogą sięgać blisko 30%. W układzie zdecentralizowanym te straty są mniejsze, jednak podział sieci na niewielkie obszary zasilania utrudnia przepływ energii pomiędzy pojazdami podczas odzysku energii hamowania. Przeprowadzone badania wykazały, że najbardziej efektywnym układem z energetycznego punktu widzenia jest układ zdecentralizowany z dwustronnym zasilaniem sieci trakcyjnej, w którym straty przesyłowe mają najmniejszą wartość a wykorzystanie energii hamowania odzyskowego jest bliskie maksimum.

Uzupełnienie powyższej analizy umieszczono w publikacji [2]. Stanowiła ona rozszerzenie badań przedstawionych w mojej rozprawie doktorskiej, ale także zawarto tam wyniki badań symulacyjnych związanych z realizacją – także z moim udziałem – międzynarodowego projektu badawczego Civitas Dyn@mo. Zadania realizowane w tym projekcie miały na celu zwiększenie wykorzystania energii hamowania odzyskowego w obszarze zasilania podstacji Wielkopolska w Gdyni. Za pomocą metody symulacyjnej Monte Carlo przeprowadzono porównanie dwóch wariantów modyfikacji układu zasilania, tj. instalacji zasobnika superkondensatorowego oraz wprowadzenia dwustronnego zasilania. Rezultatem było wskazanie zasobnika jako rozwiązania zalecanego do realizacji, ze względu na oczekiwaną oszczędność zużycia energii na poziomie 30%. Wykazano także, iż w przypadku braku finansowania na realizację tej inwestycji zaleca się wprowadzenie dwustronnego zasilania. To działanie przyniosłoby znacznie mniejszą oszczędność zużycia energii (na poziomie 8%), ale niezbędne nakłady finansowe byłyby ok. dziesięciokrotnie mniejsze.

Kontynuacją badań symulacyjnych była walidacja ich wyników za pomocą badań pomiarowych [3]. Pierwszym etapem walidacji były pomiary efektywności odzysku energii hamowania w sieci trolejbusowej, które przeprowadzono w latach 2011–2015. Wykonano je na podstacjach trakcyjnych oraz w trolejbusach. Dla celów pomiarowych wykorzystano pokładowy system rejestracji poboru zużytej energii wraz z zapisem położenia GPS, w który wyposażone są pojazdy eksploatowane przez Przedsiębiorstwo Komunikacji Trolejbusowej (PKT) w Gdyni. Pozwala to na określenie zużycia energii na poszczególnych odcinkach zasilania. Rezultaty prac potwierdziły wnioski uzyskane z badań symulacyjnych. W trolejbusowym układzie zasilania możliwe jest wykorzystanie 50–90% energii hamowania odzyskowego. Na rys. 4 zaprezentowano główny wynik badań: zależność pomiędzy średnią liczbą trolejbusów poruszających się w obszarze zasilania podstacji a stopniem odzysku energii hamowania, zdefiniowanym jako stosunek ilości energii zwróconej do sieci trakcyjnej podczas hamowania do całkowitego zużycia energii. Większa liczba pojazdów znajdujących się w obszarze zasilania niesie za sobą zwiększenie prawdopodobieństwa na

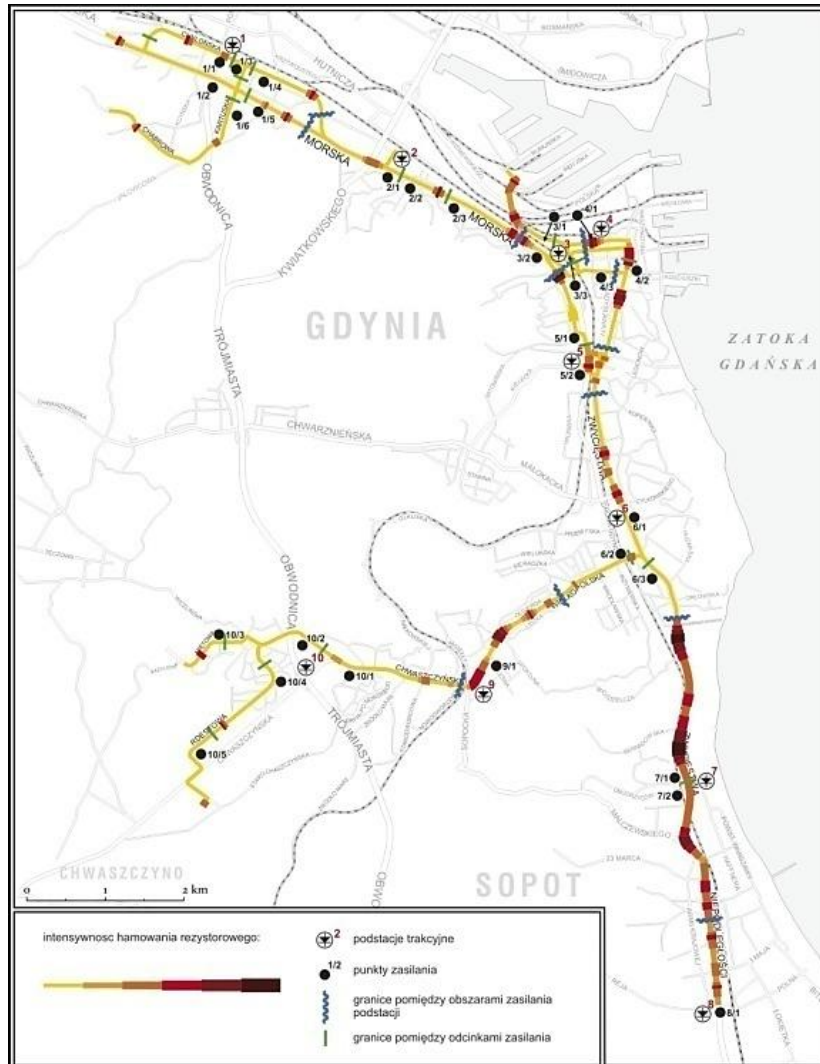
wykorzystanie energii hamowania odzyskowego, a więc zwiększenie stopnia rekuperacji. Istotnym elementem publikacji [3] jest także przeprowadzona analiza statystyczna obciążenia podstacji trakcyjnej, polegająca na badaniu dystrybuanty odbieranej mocy chwilowej. Pozwoliło to wyznaczyć w sposób ilościowy zależność pomiędzy generowaną mocą chwilową podczas hamowania odzyskowego a prawdopodobieństwem na odbiór tej energii w układzie zasilania. Metoda ta została rozwinięta w artykule [II.E.2.18] niewchodzącym w skład osiągnięcia habilitacyjnego. Umożliwia ona ocenę efektywności wykorzystania energii hamowania odzyskowego, rozumianej jako stosunek rzeczywistego stopnia odzysku energii hamowania do jego maksymalnej wartości, możliwej do uzyskania w danych warunkach. Badania takie można przeprowadzić w trakcji miejskiej w oparciu na łatwych do realizacji pomiarach. W publikacji [3] wykazano także możliwość zwiększenia wykorzystania energii hamowania odzyskowego za pomocą regulacji mocy ogrzewania pojazdu w zależności od stanu pracy układu napędowego, co pozwala nawet dwukrotnie zwiększyć stopień odzysku energii w okresie zimowym. Należy nadmienić, że publikacja [3] została wyróżniona w konkursie Oddziału Polskiej Akademii Nauk w Gdańsku dla młodych naukowców na najlepszą pracę twórczą opublikowaną w 2016 roku



Rys. 4. Wartość stopnia odzysku energii hamowania w funkcji średniej liczby pojazdów znajdujących się w obszarze zasilania podstacji

Drugim etapem walidacji badań symulacyjnych były eksploatacyjne badania pomiarowe związane z analizą strat przesyłowych w trolejbusowej sieci trakcyjnej. Zagadnienie strat przesyłowych w sieci trakcyjnej układów zasilania komunikacji miejskiej przez wiele lat było marginalizowane. Głównym kryterium projektowania układów zasilania było uzyskanie jak największej niezawodności, z tego powodu popularne było gęste sekcjonowanie sieci trakcyjnej. Celem moich badań była ocena ilościowa strat przesyłowych w układzie zasilania gdyńskiej sieci trolejbusowej. Dokonano tego za pomocą analizy wyników rejestracji napięcia na odbierakach pojazdów oraz napięcia wyjściowego podstacji trakcyjnych [4]. Wyniki analizy pomiarowej pokryły się z przytoczonymi wcześniej badaniami symulacyjnymi: średnie pomierzone straty przesyłowe w obszarach poszczególnych podstacji mieściły się w zakresie 7–10%. Jednak w niektórych przypadkach wartość strat

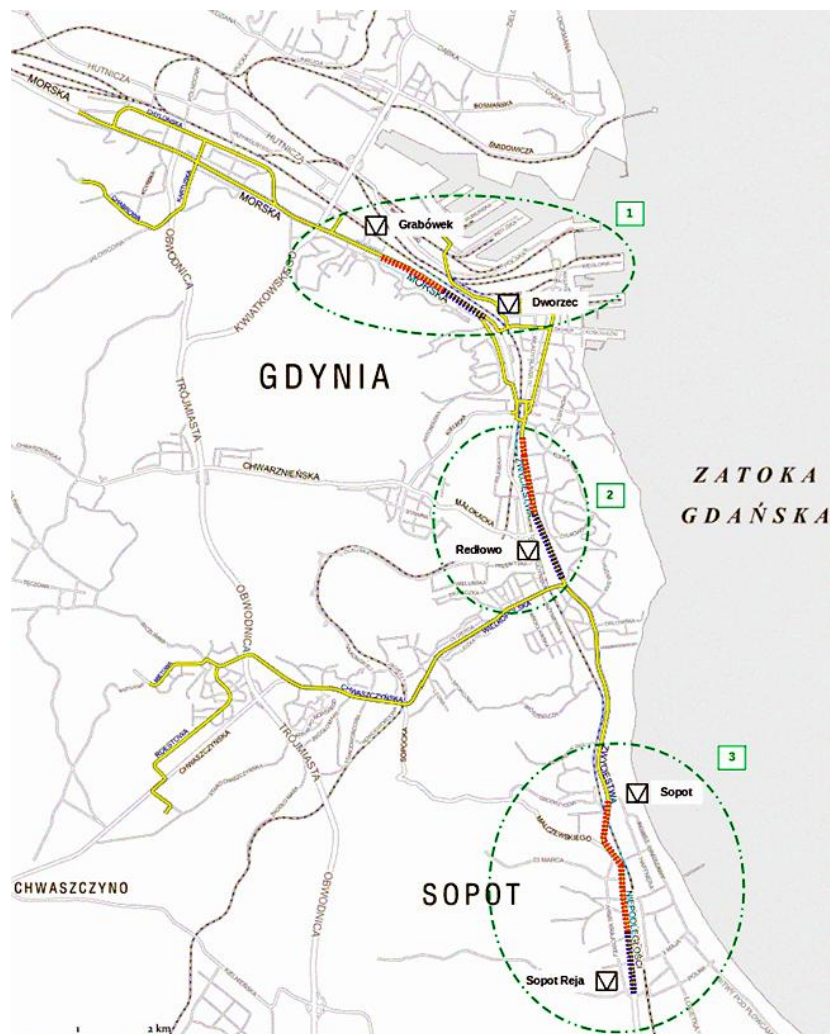
sięgała 20%, co wskazuje na konieczność lokalnej modyfikacji układu zasilania. Opracowana metoda pozwala na ocenę układu zasilania sieci trakcyjnej i może być wykorzystana jako narzędzie prac przygotowawczych dla modernizacji układu zasilania. Ze względu na niewielką liczbę publikacji naukowych podejmujących zagadnienie strat przesyłowych w trakcyjnych układach zasilania, a w szczególności opartych o pomiary wykonane w rzeczywistych systemach, przeprowadzone badania stanowią istotny wkład w rozwój energetyki transportu.



Rys. 5. Mapa intensywności względnego czasu załączenia rezystora hamowania w miesiącach letnich

Istotnym uzupełnieniem przeprowadzonych prac badawczych było opracowanie metody oceny wykorzystania odzysku energii hamowanie na podstawie rejestracji napięcia zasilania trolejbusu i analizy danych pomiarowych [1]. Podczas hamowania silnik trakcyjny przechodzi w generatorowy tryb pracy i następuje przekształcenie energii kinetycznej pojazdu w energię elektryczną, która może być zwrócona do sieci trakcyjnej. Jednak w przypadku braku odbioru dla energii hamowania następuje wzrost napięcia sieci trakcyjnej na odbierakach pojazdu ponad progową wartość napięcia dla stanu rekuperacji. Powoduje to wytracanie energii w rezystorze hamowania. W związku z tym, przekroczenie napięcia

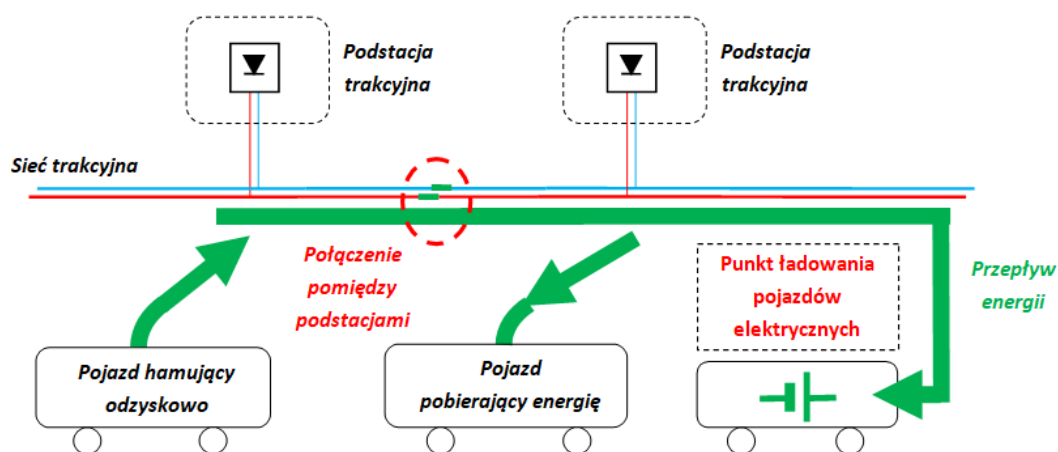
sieci trakcyjnej ponad wartość progową rekuperacji oraz spowodowane tym załączenie rezystora hamowania świadczą o braku odbioru dla generowanej energii podczas hamowania i mogą być użyte jako indykatory oceny stopnia wykorzystania rekuperacji. Intensywność występowania przekroczeń napięcia progowego w sieci oraz załączania rezystora jest wskaźnikiem efektywności wykorzystania energii hamowania odzyskowego. Porównując względny czas przekroczenia napięcia w sieci trakcyjnej w poszczególnych obszarach układu zasilania można dokonać jakościowej oceny stopnia wykorzystania energii hamowania odzyskowego. Pozwala to na wskazanie miejsc, w których możliwa jest poprawa odzysku energii. Przykładowe wyniki analizy przedstawiono na rys. 5, gdzie ukazano mapy intensywności wytracania energii w rezystorach hamowania (tzw. hamowania rezystorowego) dla okresu letniego w gdyńskiej sieci trolejbusowej. Intensywność koloru oraz grubość linii zależne są od względnego czasu załączenia rezystora hamowania. Na tej podstawie można ocenić, iż możliwe jest zwiększenie wykorzystania odzysku energii w obszarze zasilania podstacji nr 7 i 8. Metoda ta znalazła zastosowanie w analizach oceny poziomu odzysku energii w sieci trolejbusowej w Pardubicach oraz w sieci tramwajowej w Pradze (zrealizowane przeze mnie badawcze prace zleczone).



Rys. 6. Punkty wprowadzenia dwustronnego zasilania w gdyńskiej sieci trolejbusowej, łączone odcinki zaznaczono kolorową przerywaną linią

Kontynuacją badań było praktyczne wdrożenie wytycznych i rozwiązań przedstawionych w publikacjach [1-3]. Polegało ono na rekonfiguracji układu zasilania sieci trolejbusowej w celu zwiększenia stopnia odzysku energii hamowania oraz zmniejszenia strat przesyłowych. Zrealizowano to w ramach realizacji międzynarodowego projektu badawczego Eliptic (Horyzont 2020) za pomocą wprowadzenia dwustronnego zasilania sieci trakcyjnej, w którym byłem wykonawcą. W trzech miejscach sieci trolejbusowej połączono sąsiednie odcinki zasilania, co wymagało modyfikacji układów zabezpieczeń (rys. 6). Wykorzystując system rejestracji danych w trolejbusach oraz rejestratory umieszczone w podstacjach trakcyjnych, przeprowadzono badania mające na celu ewaluację przeprowadzonej rekonfiguracji sieci trakcyjnej. Wyniki opublikowano w [5]. Wprowadzenie dwustronnego zasilania we wszystkich trzech przypadkach spowodowało zwiększenie wykorzystania odzysku energii oraz zmniejszenie strat przesyłowych, a także ograniczenie spadków napięcia. Najbardziej widoczną korzyścią było podniesienie stopnia odzysku energii w obszarze podstacji Sopot z 2,5% do 10%. Wprowadzenie dwustronnego zasilania w Gdyni uważam za znaczny sukces, ponieważ była to jedna z pierwszych tego typu instalacji w systemach zasilania trakcji miejskiej w Polsce, a także w Europie Środkowej.

Dwustronne zasilanie znacznie poprawia możliwość przepływu energii w układzie zasilania, nie tylko pomiędzy pojazdami i podstacjami trakcyjnymi, ale także pomiędzy innymi obiektami przyłączonymi do układu zasilania. Otwiera to drogę do wykorzystania układu zasilania transportu miejskiego jako podstawy lokalnego systemu smart grid, w którym zastosowane są elementy inteligentnych sieci energetycznych. Moje dalsze badania związane były z tym zagadnieniem [6-10]. Ogólną koncepcję wykorzystania technologii smart grid przedstawiono na rys. 7. Poza podstacjami trakcyjnymi i pojazdami, elementami systemu energetycznego trakcji miejskiej są także stacje do ładowania autobusów elektrycznych oraz stacje przekształtnikowe, umożliwiające wykorzystanie energii odzysku do zasilania obiektów stacjonarnych.



Rys. 7. Ogólna koncepcja wykorzystania technologii Smart Grid w systemie zasilania autobusów zeroemisyjnych

Zagadnienie wykorzystania układu zasilania sieci trolejbusowej do ładowania zasobników energii pojazdów elektrycznych przedstawiono w [6]. Omówiono tam techniczne możliwości wykonania stacji ładowania (zasilanie dwuprzewodowe, zasilanie cztero-

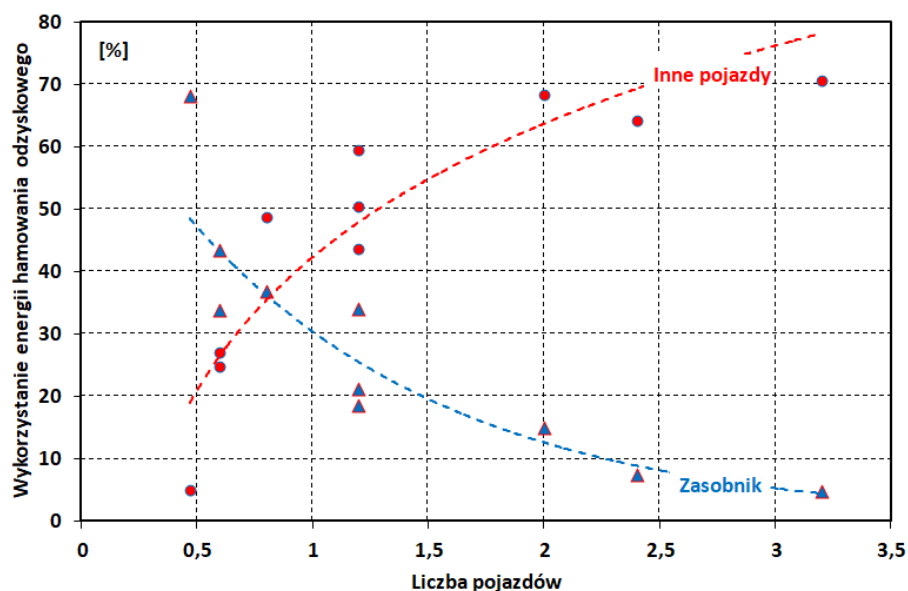
przewodowe). W analizie szczególny nacisk położono na przedstawienie możliwości wykorzystania energii hamowania odzyskowego pojazdów sieciowych (trolejbusów) do ładowania zasobników energii pojazdów elektrycznych (autobusów). Przedstawiono tam wyniki badań symulacyjnych układu zasilania za pomocą metody Monte Carlo. Generacja energii hamowania jest procesem o losowym i chwilowym charakterze. Proces ładowania zasobników pojazdów jest również w znacznym stopniu losowy. Analizując różne warianty intensywności ruchu przedstawiono wytyczne do budowy systemów ładowania pojazdów o zasilaniu autonomicznym z sieci trakcyjnej.

Kolejnym sposobem wykorzystania energii hamowania odzyskowego jest jej konwersja na energię elektryczną prądu przemiennego i zwrot do systemu elektroenergetycznego. Jest to, z technicznego punktu widzenia, jeden z najprostszych sposobów wykorzystania tej energii. Jednak większość dostawców energii nie jest zainteresowana zakupem energii rekuperacji, ze względu na nieprzewidywalny charakter jej generacji. W tym kontekście możliwe jest jednak alternatywne rozwiązanie. W [6] i [7] zaproponowano wykorzystanie tej energii na własne potrzeby miejskich budynków komunalnych, np. budynków użyteczności publicznej. Przedstawiono aspekty techniczne takich stacji falownikowych. Za pomocą modelu symulacyjnego Monte Carlo przeprowadzono symulacje pracy układu zasilania współpracującego ze stacjonarnymi odbiorami energii odzysku. Wykazano, iż wdrożenie stacji przekształtnikowych może zmniejszyć zużycie energii w granicach 2–10%.

Przedmiotem moich dalszych badań była analiza możliwości wykorzystania lokalnych źródeł energii, w postaci elektrowni fotowoltaicznych, do zasilania układu energetycznego miejskiego systemu transportowego [8]. Głównym zagadnieniem tam jest zmienność obciążenia trakcyjnego układu zasilania, szczególnie w skali krótkoczasowej. Ogranicza ona możliwość pełnego wykorzystania energii generowanej przez system fotowoltaiczny. W momentach niewielkiego obciążenia (np. kiedy w obszarze zasilania nie ma pojazdów bądź pobierają nieznaczną ilość energii) wytworzona energia pozostanie niewykorzystana. Przeprowadzono badania symulacyjne trolejbusowego układu zasilania współpracującego z elektrownią fotowoltaiczną, z uwzględnieniem aspektów zmienności generacji energii i obciążenia. Analizę przeprowadzono dla różnych mocy elektrowni oraz różnej konfiguracji sieci trakcyjnej. Scharakteryzowano wymagania dla mocy systemu fotowoltaicznego. Badania wykazały, że pomimo losowego charakteru obciążenia trakcyjnego układu zasilania możliwe jest wykorzystanie 70–80% energii możliwej do wygenerowania, pod warunkiem odpowiedniego dostosowania mocy systemu fotowoltaicznego do gęstości ruchu. W przypadku podstacji trakcyjnych zasilających rozległe obszary zasilania, możliwa jest współpraca z elektrownią fotowoltaiczną o mocy 500 kW. Natomiast dla podstacji o niewielkiej mocy obciążenia zalecana moc systemu fotowoltaicznego jest rzędu 100–150 kW. Co istotne, przeprowadzone badania wykazały, że wprowadzenie dwustronnego zasilania zwiększa możliwość wykorzystania generowanej energii.

Kolejny etap badań sieci smart grid związany był z zasobnikami superkondensatorowymi. Umożliwiają one akumulację energii hamowania odzyskowego i późniejsze jej wykorzystanie. Uczestniczyłem w uruchomieniu i badaniach eksploatacyjnych dwóch zasobników superkondensatorowych w PKT Gdyni. Pierwszy z nich był wykonany przez Instytut Elektrotechniki w Warszawie i był zainstalowany w podstacji Północna. Pojemność

energetyczna zasobnika wynosiła 0,7 kWh. Drugi zasobnik jest instalacją docelową o pojemności 1,5 kWh, wykonaną przez firmę Medcom. Umieszczony został w podstacji Wielkopolska i pracuje nieprzerwanie od 2014 roku. Instalacja tego zasobnika została zrealizowana w ramach międzynarodowego programu badawczego Civitas Dyn@mo. Problemem badawczym, na którym się skupiłem, było ilościowe określenie wpływu warunków ruchowych na możliwość zwiększenia odzysku energii za pomocą zasobnika. W trakcie prób dokonywano pomiarów zarówno w zasobniku energii umieszczonym w podstacji trakcyjnej jak i wykorzystano pokładowe rejestratory danych w trolejbusach. W trakcie badań pierwszego zasobnika dokonano modyfikacji układu szyn zbiorczych podstacji Północna. Czynność ta umożliwiła przyłączenie zasobnika do poszczególnych zasilaczy podstacji trakcyjnej przy równoczesnym blokowaniu odzysku energii do zasobnika z pozostałych obszarów zasilania. Wyniki badań opublikowano w [9]. W trakcie badań drugiego systemu superkondensatorowego skupiłem się na analizie wpływu zmienności intensywności ruchu na pracę zasobnika i ocenę stopnia odzysku energii hamowania przed i po zainstalowaniu zasobnika. Wyniki prac opublikowano w [7, 10]. Badania potwierdziły, iż wielkość oszczędności energii przez zasobnik superkondensatorowy jest ściśle uzależniona od warunków ruchowych trolejbusów. Na rys. 8 przedstawiono zależność pomiędzy intensywnością ruchu pojazdów i rozplywem energii odzysku hamowania, co stanowi główny wynik badań. W przypadku dużej intensywności kursowania pojazdów, wzrasta prawdopodobieństwo wystąpienia przepływu energii hamowania odzyskowego na drodze pojazd – pojazd, co zmniejsza efektywność ekonomiczną instalacji zasobnika superkondensatorowego. Wraz ze spadkiem intensywności ruchu maleje szansa na odbiór energii przez inny pojazd, co podnosi stopień wykorzystania zasobnika.



Rys. 8. Związek pomiędzy intensywnością ruchu a wykorzystaniem energii hamowania odzyskowego przez inne pojazdy oraz akumulacją w stacjonarnym zasobniku

Dalsze moje badania skierowane były na zasilanie pojazdów bezsieciowych [11–12]. Związane były one głównie z realizacją projektu Eliptic H2020. W publikacji [6] wykazano, że wykorzystanie trolejbusowego układu zasilania dla ładowania pojazdów bate-

ryjnych (autobusów elektrycznych) może powodować efekt synergii. Polega on głównie na wykorzystaniu energii hamowania odzyskowego trolejbusów do ładowania zasobników energii w pojazdach. Z energetycznego punktu widzenia, optymalnym rozwiązaniem jest ładowanie dynamiczne (ang. *In motion charging*, IMC), czyli ładowanie pojazdów w ruchu za pomocą trolejbusowej sieci trakcyjnej. W systemie IMC część trasy linii komunikacyjnej jest wyposażona w sieć trakcyjną umożliwiającą ładowanie baterii trakcyjnych. Pozostałą część, pozbawioną sieci trakcyjnej, pojazdy pokonują przy użyciu zasilania baterijnego. Budowa sieci trakcyjnej wiąże się ze znaczącymi nakładami finansowymi, z tego powodu istotnym zagadnieniem przy projektowaniu systemów autobusów elektrycznych IMC staje się wyznaczenie wymagań dla minimalnej długości sieci trakcyjnej. Temu zagadnieniu poświęciłem autorską monografię [11]. Ma ona charakter podręcznika dla kadry zarządzającej i technicznej przedsiębiorstw transportowych, oraz pozostałych osób decyzyjnych. Wyznaczono tam graniczne parametry dla systemu ładowania dynamicznego. Wykazano, że w systemie ładowania dynamicznego konieczne jest wyposażenie 30–40% długości trasy w sieć trakcyjną. W analizie nacisk położyłem na wpływ warunków pogodowych (głównie temperatury) na zużycie energii dla potrzeb nietrakcyjnych. Ma to istotne znaczenie w przypadku występowania niskich temperatur, przy których zużycie energii na cele nietrakcyjne (np. ogrzewanie) może przewyższać zapotrzebowanie na cele napędowe. Jest to kluczowy czynnik z punktu widzenia zasięgu przy zasilaniu baterijnym.

Ostatnia część badań związana była z ograniczeniem zużycia energii na cele napędowe za pomocą wprowadzania energooszczędnych technik jazdy, tzw. *ecodriving'u* [12]. Zasadniczym celem badań było wyszczególnienie oraz ilościowa ocena parametrów mających wpływ na zużycie energii w miejskiej bezszynowej trakcji elektrycznej. Parametry te mogą być użyte przy przygotowywaniu programu szkolenia kierowców oraz element systemów wspomagania pracy kierowcy (ang. *Driving assistant systems*, DAS). Wybór parametrów odbył się przy wykorzystaniu metod wielokryterialnej analizy decyzyjnej (analizy czynników głównych), analizy korelacji oraz regresji liniowej. Wykazano, iż podstawowym parametrem ruchu mającym wpływ na zużycie energii jest prędkość pojazdu. Uwzględnione jest to fizycznym aspektem ruchu oraz charakterem miejskiej kongestii drogowej. Najbardziej reprezentatywnym wskaźnikiem prędkości jest wartość maksymalna, głównie ze względu na jej prosty behawioralny odbiór. Pozostałe parametry ruchu mają charakter uzupełniający i dopełniający w stosunku do prędkości. Wśród nich należy wyróżnić dynamikę ruchu. Zwiększenie dynamiki ruchu pozwala na skrócenie dystansu napędowego oraz pozwala na ograniczenie maksymalnej prędkości, co skutkuje zmniejszeniem zużycia energii. Dynamikę ruchu można wyrazić przyspieszeniem rozruchu, a także długością jazdy wybiegiem. Wskazano także, że wpływ długości jazdy wybiegiem jest najbardziej widoczny w zakresie najmniejszych jej wartości, przy spadku długości jazdy wybiegiem wybiegu poniżej 100 metrów widoczny jest szybki wzrost zużycia energii.

Podsumowanie i ogólny sposób wykorzystania osiągniętych wyników badań

W ramach mojego osiągnięcia naukowego, przeprowadziłem analizę możliwości zmniejszenia zużycia energii w zelektryfikowanym bezszynowym systemie transporto-

wym. Badania były oparte w znacznej mierze o badania symulacyjne i pomiary wykonane w trakcie eksploatacji. W tabeli 1 znajduje się porównanie metod redukcji zużycia energii, które przedstawiłem szczegółowo w publikacjach [1-12].

Tabela 1. Podsumowanie metod redukcji zużycia energii

Wykorzystanie energii hamowania odzyskowego	Metoda zwiększenia efektywności odzysku energii hamowania	Oszczędność energii
Zużycie energii w pojeździe	Zastosowanie modulacji mocy ogrzewania	3 – 10%
Przepływ energii między pojazdami	Wprowadzenie dwustronnego zasilania	5 – 15%
	Połączenie sąsiednich odcinków zasilania	1 – 5%
	Modyfikacja napięcia podstacji trakcyjnych	1 – 5%
Technologie sieci inteligentnych	Zasobniki energii	5 – 30%
	Instalacje budynków inteligentnych	1 – 5%

Z praktycznego punktu widzenia przedstawiłem szereg gotowych do wdrożenia metod ograniczenia zużycia energii, możliwych do zastosowania w przedsiębiorstwach komunikacyjnych. Można określić szereg działań na drodze zmniejszania energochłonności systemu transportowego, począwszy od analizy stanu obecnego, poprzez rekonfigurację układu zasilania, zastosowanie technologii smart grid i integrację systemów zasilania po wprowadzanie ecodriving'u. W tabeli 2 przedstawiono działania wraz z zalecanymi metodami i wskazaniem na konkretną publikację wchodzącą w skład osiągnięcia naukowego. Należy mieć w uwadze, że energia zaoszczędzona jest najtańszą formą energii.

Tabela 2. Podsumowanie metod redukcji zużycia energii

Lp.	Działanie	Metoda	Publikacja
1	Analiza stanu obecnego układu zasilania	Analiza wykorzystania odzysku energii hamowania	[1, 2, 3]
		Analiza strat przesyłowych	[4]
2	Rekonfiguracja układu zasilania	Gotowe do wdrożenia przykłady z Przedsiębiorstwa Komunikacji Trolejbusowej w Gdyni	[5]
3	Zastosowanie elementów sieci inteligentnych smart grid	Ładowanie zasobników energii pojazdów bateryjnych z układu zasilania sieci trakcyjnej	[6]
		Wykorzystanie energii hamowania odzyskowego dla zasilania budynków i odbiorów stacjonarnych	[7]
		Rozproszone źródła energii - systemy fotowoltaiczne	[8]
		Zasobniki energii	[1, 6, 9, 10]
4	Integracja pojazdów sieciowych i bezsieciowych	Ładowanie dynamiczne	[11]
5	Ograniczanie zużycia energii na cele trakcyjne	Ecodriving, wspomaganie pracy kierowcy	[12]

Podsumowując, w trakcie moich prac badawczych, zrealizowałem mój cel badawczy jakim było opracowanie strategii działań dla zmniejszenia energochłonności systemów transportu miejskiego wykorzystujących autobusy zeroemisyjnych. Aby to osiągnąć:

- 1) przeprowadziłem analizę zużycia energii w zelektryfikowanym miejskim systemie transportowym, wskazałem drogi zmniejszenia zużycia energii, określiłem w sposób ilościowy wpływ poszczególnych czynników na zużycie energii;
- 2) uczestniczyłem we wdrożeniu i przeprowadziłem pomiary wybranych rozwiązań technicznych;
- 3) przedstawiłem metody ograniczania zużycia energii możliwe do zastosowania w przyszłości, z naciskiem na rozwiązania inteligentnych sieci energetycznych smart grid;
- 4) określiłem kryteria stosowalności dla instalacji zasobników energii hamowania odzyskowego, systemów fotowoltaicznych zasilających sieć trakcyjną oraz stacji ładowania pojazdów o zasilaniu autonomicznym;
- 5) określiłem wymagania dla systemu ładowania dynamicznego autobusów elektrycznych (IMC);
- 6) określiłem wymagania dla energooszczędnych technik kierowania pojazdem;
- 7) zaproponowałem energooszczędne rozwiązania „gotowe do użytku”.

5. Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo-badawczych, dydaktycznych i organizacyjnych

5.1. Działalność naukowo - badawcza, dydaktyczna i organizacyjna prowadzona przed uzyskaniem stopnia doktora nauk technicznych lata (2006-2011)

Moja działalność naukowa początkowo związana była z wymiarowaniem układu zasilania sieci trolejbusowej za pomocą metod analitycznych. Zapoczątkowałem ją w 2006 w ramach indywidualnego toku studiów na Politechnice Gdańskiej. Temu zagadnieniu poświęciłem moją pracę dyplomową magisterską, która została obroniona z wyróżnieniem Rektora Politechniki Gdańskiej w 2007 roku. Także w okresie studiów rozpocząłem współpracę z Przedsiębiorstwem Komunikacji Trolejbusowej w Gdyni. W trakcie studium doktoranckiego podjąłem pracę nad badaniem trakcyjnego systemu energetycznego za pomocą metod symulacyjnych. Opracowałem metodę analizy trolejbusowego układu zasilania za pomocą metody Monte Carlo, czemu poświęcona była moja rozprawa doktorska, którą obroniłem w 2011 roku.

W ramach działalności dydaktycznej prowadziłem zajęcia laboratoryjne z Elektroniki Przemysłowej i Inżynierii Elektrycznej Transportu. Byłem także konsultantem jednej pracy dyplomowej magisterskiej.

5.2. Działalność naukowo-badawcza prowadzona po uzyskaniu stopnia doktora nauk technicznych lata (2011-2018)

W ramach mojej pracy naukowej po uzyskaniu stopnia doktora, poza wątkiem badawczym stanowiącym główne osiągnięcie naukowe, można wyróżnić jeszcze dodatkowe wątki tematyczne,

- 1) wielowymiarowe metody analizy porównawczej,
- 2) diagnostyka transformatorów wielkiej mocy,
- 3) detekcja uszkodzeń w izolowanych liniach napowietrznych średniego napięcia,
- 4) diagnostyka sieci trakcyjnej.

Zagadnieniem metod analizy porównawczej (WMAP) zajmowałem się podczas pobytu stypendialnego Republiki Słowackiej w Uniwersytecie w Żylinie (Słowacja). Moje prace skupiły się na zastosowaniu WMAP w zagadnieniach technicznych. Opracowałem następujące metody badawcze:

- 1) diagnostyka transformatorów wielkiej mocy za pomocą metody TOPSIS [II.E.2.27],
- 2) diagnostyka transformatorów wielkiej mocy za pomocą metody analizy skupień [II.E.2.24],
- 3) ocena wpływu kongestii ruchu drogowego na zużycie energii w zelektryfikowany miejskim systemie transportowym za pomocą analizy głównych składowych (ang. *Principal component analysis*, PCA) i metody analizy obwiedni (ang. *Data envelopment analysis*, DEA) [II.E.2.26],
- 4) ocena awaryjności taboru trolejbusowego za pomocą metody analizy skupień i analizy głównych składowych [II.E.2.23].

Metody WMAP zostały uznane za przydatne narzędzie w wielu obszarach nietechnicznych, takich jak gospodarka, społeczeństwo, środowisko. W moich badaniach przedstawiłem przykłady zastosowanie WMAP w zakresie nauk technicznych. Wykazałem, iż mogą być uzupełnieniem obecnie stosowanych metod analitycznych. Metody wielokryterialne są wykorzystywane głównie tam, gdzie wartości są mierzone w sposób opisowy, jakościowy a nie ilościowy. W zagadnieniach technicznych, w licznych sytuacjach, wartości są mierzone w sposób opisowy, a nie ilościowy. W szczególności taka sytuacja ma miejsce w analizie miejskiego systemu transportowego, w którym wpływ wielu czynników ma charakter złożony i trudny do opisanie w sposób analityczny. Metody WMAP mogą być więc korzystnym narzędziem, czego przykłady opublikowałem w [II.E.2.23, II.E.2.24, II.E.2.26, II.E.2.27]. Analiza wielokryterialna została także wykorzystana w publikacji [12], wchodzącej w skład mojego osiągnięcia naukowego.

Ze względu na – przytoczony powyżej – złożony i losowy charakter ruchu pojazdów transportu miejskiego, metody stochastyczne są predestynowane dla celów analizy zużycia energii. Temu zagadnieniu poświęciłem publikacje [II.E.2.6, II.E.2.18, II.L.1.15]. Przedstawiłem w nich metodę oceny stopnia wykorzystania odzysku energii na podstawie pomiaru obciążenia podstacji trakcyjnej. Zaproponowana metoda umożliwia prostą analizę układu zasilania z punktu widzenia zwiększenia stopnia odzysku tej energii. Jest ona łatwa w stosowaniu, wymagany jest głównie pomiar prądu obciążenia podstacji trakcyjnej, którego wykonanie jest nieskomplikowane. Co więcej, znaczna liczba współczesnych podstacji trakcyjnych fabrycznie wyposażona jest w rejestratory prądów obciążenia. Maksymalny

błąd metody jest rzędu 15–20%, co jest wystarczające dla wstępnej oceny instalacji zasobników energii. Opracowana metoda przeznaczona jest do zastosowania w przedsiębiorstwach komunikacji tramwajowej i trolejbusowej, które rozważają podjęcie kroków w celu zmniejszenia zużycia energii.

Moja działalność naukowa była także związana z współpracą podczas zagranicznych staży naukowych. Będąc na pobycie stypendialnym Republiki Słowackiej w Żylinie (Słowacja), uczestniczyłem w pracach zespołu Katedry Miernictwa i Aplikowanej Elektrotechniki Wydziału Elektrotechniki nad diagnostyką transformatorów dużej mocy. Mój wkład w badania polegał na zastosowaniu metod WMAP do oceny stanu transformatorów. Wyniki opublikowałem w [II.E.2.24, II.E.2.27]. W trakcie pobytu post-doc na Politechnice w Ostrawie (Republika Czeska), byłem zaangażowany w prace zespołu zajmującego się częściowymi wyładowaniami w izolacjach przewodów napowietrznych sieci średnich napięć. Prace zespołu badawczego dotyczyły detekcji uszkodzeń częściowych. Takie sytuacje mają miejsce na przykład w momencie upadku gałęzi na napowietrzną linię średniego napięcia wykonaną w technologii przewodów izolowanych. Opracowana metoda, która była przedmiotem badań, polegała na analizie napięcia i indykacji uszkodzenia na tej podstawie. Wyniki zostały opublikowane w [II.A.2, II.L.1.24]. Podczas pobytu naukowo – dydaktycznego na Uniwersytecie Transportowym w Rostowie nad Donem uczestniczyłem w pracach zespołu związanego z wykrywaniem oblodzenia sieci trakcyjnej i uszkodzeniami odbieraka. Opracowana metoda polegała na analizie zakłóceń napięcia w sieci trakcyjnej i wykrywaniu niebezpiecznych stanów na tej podstawie. Działalność ta nawiązywała do bogatych doświadczeń Politechniki Gdańskiej w zakresie diagnostyki sieci trakcyjnej. Wyniki pracy zespołu zostały opublikowane w [II.L.1.22], a także zgłoszono opracowaną metodę detekcji uszkodzeń jako wzór użytkowy.

W latach 2016-17 byłem wykonawcą pracy badawczej wykonywanej w ramach badań zamawianych na zlecenie firmy Kapsch CarrierCom z Wiednia, związanej z opracowaniem systemu wspomagania pracy motorniczego w tramwaju (Ecodriving). Pierwszym moim zadaniem było wyznaczenie istotnych elementów techniki prowadzenia tramwajem z punktu widzenia zużycia energii. Dokonałem tego za pomocą modelu symulacyjnego, opartego na metodzie Monte Carlo. Drugim zadaniem była wyznaczenie wpływu techniki jazdy na podstawie analizy danych pomiarowych. Rejestracja odbywała się w tramwajach, zarówno podczas jazd testowych, jak i w trakcie liniowej eksploatacji. Doświadczenia uzyskane podczas realizacji tego projektu pozwoliły na przygotowanie przez mnie publikacji [12], która wchodzi w skład osiągnięcia naukowego.

Od 2017 roku biorę udział jako wykonawca w projekcie SEETET *Społeczno-ekonomiczne, środowiskowe i techniczne uwarunkowania funkcjonowania i rozwoju miejskiego transportu elektrycznego w Polsce*, finansowanym przez Narodowe Centrum Nauki w ramach programu Sonata 12, nr 2016/23/D/HS4/03085. Celem projektu jest próba określenia poziomu percepcji poszczególnych środków miejskiego transportu elektrycznego przez mieszkańców, zbudowanie modelu efektywności ekonomicznej poszczególnych środków, zbadanie wpływu komunikacji elektrycznego na środowisko eksploatacji oraz wpływu rozwoju technologii bateryjnych na możliwość upowszechnienia transportu elektrycznego. W projekcie pełnię rolę koordynatora modułu poświęconego aspektom technicznym.

5.3. Działalność dydaktyczna po obronie pracy doktorskiej (2011-2018)

Od 2011 roku prowadziłem następujące zajęcia na Politechnice Gdańskiej:

- 1) Infrastruktura transportu miejskiego (kierunek Transport, II stopień)
- 2) Trakcja elektryczna i urządzenia trakcyjne (kierunek Transport, I stopień)
- 3) Energetyka transportu (kierunek Transport, II stopień)
- 4) Systemy i urządzenia sterowania ruchem (kierunek Transport, I stopień)
- 5) Energetyka i telematyka transportu (kierunek Elektrotechnika, II stopień)
- 6) Energetyka transportu (kierunek Elektrotechnika, I stopień)
- 7) Elektronika przemysłowa (kierunek Elektrotechnika, II stopień)

Prowadziłem także zajęcia dydaktyczne podczas pobytów zagranicznych:

- 1) Politechnika w Ostrawie, Republika Czeska (w języku czeskim), w ramach stażu naukowego "postdok" w 2013 i 2014 roku,
- 2) Uniwersytet Transportowy w Rostowie nad Donem, Federacja Rosyjska (w języku rosyjskim), w ramach 3 miesięcznego pobytu naukowo–dydaktycznego w 2013 roku,
- 3) Uniwersytet w Żylinie, Słowacja (w języku czeskim), w ramach pobytu stypendialnego Republiki Słowackiej w 2012 roku (6 miesięcy),
- 4) Fachhochschule St. Polten, Austria (w języku angielskim), w ramach "International week" w 2016 roku (tydzień),
- 5) Uniwersytet Św. Klemensa Ochrydskiego w Bitoli w Republice Macedońskiej (w języku macedońskim), w ramach programu Erasmus + w 2016 roku (tydzień).

Byłem opiekunem 6 prac dyplomowych magisterskich i 3 inżynierskie.

Z mojej inicjatywy w laboratorium Katedry Inżynierii Elektrycznej Transportu powstało dydaktyczne stanowisko laboratoryjne „Pole rozdzielnic prądu stałego trolejbusowej podstacji trakcyjnej”, m.in. uczestniczyłem w pozyskaniu przemysłowego wyposażenia podstacji trakcyjnej.

5.4. Działalność organizacyjna po obronie pracy doktorskiej (2011-2018)

W ramach działalności organizacyjnej pełniłem następujące funkcje:

- 1) byłem członkiem Wydziałowej Komisji Rekrutacyjnej Politechniki Gdańskiej w roku akademickim 2016/17 oraz jej sekretarzem w roku akademickim 2017/18;
- 2) brałem udział w organizacji „Spotkania akademickiego” w dniu 16 maja 2015 roku, organizowałem pokaz trolejbusu na terenie Politechniki Gdańskiej, wygłosiłem otwarte seminarium „Trolejbusy w ruchu drogowym”;
- 3) brałem udział w przygotowywaniu wizyt profesorów zagranicznych w Politechnice Gdańskiej: nawiązałem współpracę z uczelniami w Lwowie (Ukraina), Łucku (Ukraina) oraz Wilnie (Litwa), współorganizowałem jedną wizytę;
- 4) byłem członkiem komisji Konkursu Konstrukcji Studenckich (KoKoS) na Politechnice Gdańskiej w 2016 roku.

Byłem także członkiem następujących komitetów naukowych międzynarodowych i krajowych konferencji naukowych:

- 1) 2nd International Scientific Conference “Transport for Today Society”, 17–19.05.2018, Bitola, Republika Macedońska,
- 2) 1st International Scientific Conference “Intelligent information technologies for industry”, May 16–21, 2016, Rostów nad Donem, Federacja Rosyjska,
- 3) International Scientific Conference, “Results and solutions of young R&S for innovations and progress 2013”, Łomna Dolna, Republika Czeska, 12–13. 09. 2013,
- 4) International Scientific Conference, “Results and solutions of young R&S for innovations and progress 2014”, Polanka, Republika Czeska, 20–21. 02. 2014,
- 5) International Scientific Conference, “Results and solutions of young R&S for innovations and progress – Final Report”, Łomna Dolna, Republika Czeska, 4–5.12.2014.

Ponadto jestem edytorem statystycznym w czasopiśmie naukowym „Journal of Geography, Politics and Society”, ISSN 2084-0497.

Barbara Mieczysław

Podsumowanie dorobku

W tabelach 3 i 4 przedstawiono posumowanie mojego dorobku naukowego i publikacyjnego.

Tabela 3. Zestawienie liczbowe dorobku naukowego

Publikacje naukowe w czasopismach znajdujących się w bazie Journal Citation Reports (JRC)	9 publikacji
Monografie, publikacje naukowe w czasopismach międzynarodowych lub krajowych innych niż znajdujące się w bazie Journal Citation Reports (JRC)	Artykuły w czasopismach: 35 Autorstwo lub współautorstwo monografii: 3 Rozdział w monografii: 4
Opracowania zbiorowe, katalogi zbiorów, dokumentacja prac badawczych, ekspertyz, utworów i dzieł artystycznych	4 opracowania analiz
Sumaryczny impact factor według listy Journal Citation Reports (JCR), zgodnie z rokiem opublikowania	19,552, z uwzględnieniem udziału autorskiego 13,99
Liczba rekordów w bazie Web of Science (WoS)	25
Liczba cytowań publikacji według bazy Web of Science (WoS)	80, bez autocytacji 49
Indeks Hirscha według bazy Web of Science (WoS)	5

Liczba rekordów w bazie Scopus	33
Liczba cytowań publikacji według bazy Scopus	122
Indeks Hirscha według bazy Scopus	6
Uczestnictwo w programach europejskich oraz innych programach międzynarodowych i krajowych	Tak
Kierowanie międzynarodowymi i krajowymi projektami badawczymi oraz udział w takich projektach	Udział w: - 5 międzynarodowych projektach badawczych - jednym krajowym projekcie badawczym
Międzynarodowe i krajowe nagrody za działalność naukową albo artystyczną	7 nagród
Zrealizowane oryginalne osiągnięcia projektowe, konstrukcyjne i technologiczne	- 3 karty aplikacji produktu - 1 zgłoszenie wzoru użytkowego
Wygłoszenie referatów na międzynarodowych i krajowych konferencjach tematycznych	51 wystąpień, w tym 35 połączonych z publikacją w materiałach recenzowanych (15 publikacji umieszczonych w bazie WoS)
Aktywny udział w międzynarodowych i krajowych konferencjach naukowych	Tak
Udział w komitetach organizacyjnych międzynarodowych i krajowych konferencji naukowych	6 konferencji
Udział w komitetach redakcyjnych i radach naukowych czasopism	2 czasopisma
Opieka naukowa nad studentami i lekarzami w toku specjalizacji	Opiekun 3 prac inżynierskich i 7 prac magisterskich
Recenzje prac inżynierskich i magisterskich	16 prac inżynierskich, 9 prac magisterskich
Udział w komisjach egzaminacyjnych	43 egzaminy inżynierskie, 27 egzaminów magisterskich
Staże w zagranicznych i krajowych ośrodkach naukowych lub akademickich	3 długoterminowe, 6 krótkoterminowych
Wykonane ekspertyzy lub inne opracowania na zamówienie	5 ekspertyz, w tym 3 zagraniczne
Recenzowanie publikacji w czasopismach międzynarodowych i krajowych	12 recenzji
Wygłoszenie referatów na zaproszenie	2 referaty

Tabela 4. Zestawienie parametryczne dorobku publikacyjnego

Rodzaj publikacji	Liczba publikacji	Liczba punktów MNiSW z uwzględnieniem pro- centowego udziału w publikacji	Liczba punktów MNiSW bez uwzględnienia procentowego udziału w publikacji
Publikacja w czasopiśmie wyróżnionym w wykazie MNiSW na liście A	9	169	250
Publikacja w recenzowanym czasopiśmie krajowym lub zagranicznym wymienionym w wykazie MNiSW (lista B)	36	135	212
Referat na konferencji (opublikowany w materiałach konferencyjnych) indeksowany w bazie WOS	15	169,5	225
Referat na konferencji (opublikowany w materiałach konferencyjnych) nie indeksowany w bazie WOS	20	0	0
Autorstwo monografii lub podręcznika akademickiego w języku angielskim	2	25	25
Autorstwo rozdziału w monografii lub podręczniku akademickim w języku angielskim	2	8,5	10
Autorstwo monografii lub podręcznika akademickiego w języku polskim lub innym niż angielski lub polski	4	0	0
Autorstwo rozdziału w monografii lub podręczniku akademickim w języku polskim lub innym niż angielski lub polski	2	5	10
RAZEM	89	512	732

Baranowicz